۲مغناطیس و قطب های مغناطیسی

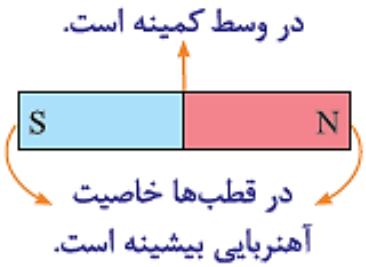
دست کم ۲۵۰۰ سال پیش در نزدیکی شهر باستانی مگنسیا (که نام امروزی آن مانیسا و در غرب ترکیه واقع است) آثار مغناطیسی در تکه هایی از سنگ آهن مغناطیسی شده مشاهده شد. این تکه ها نمونه هایی هستند از چیزی که امروزه آهنربای دائمی خوانده می شود چینی های باستان نیز باویژگی های مغناطیسی برخی از سنگ های آهنربایی آشنایی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

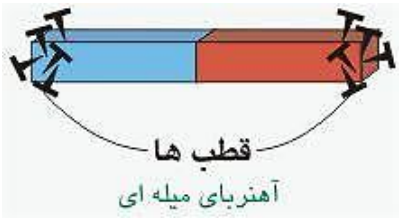
سنگ آهنربای طبیعی

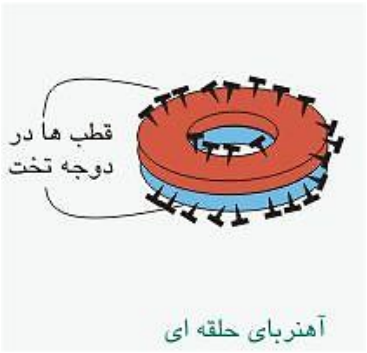
تالس که از او به عنوان پدر علم یونان یادمی شود، مادهٔ کانی مگنتیت Fe_3O_4 را که ویژگی آهنربایی دارد می شناخت .

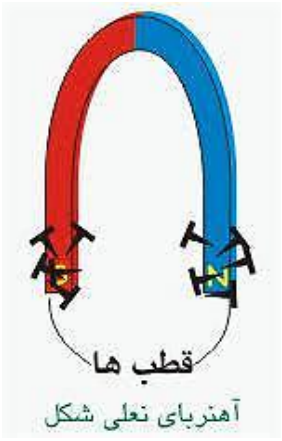
قطب های آهنربا

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



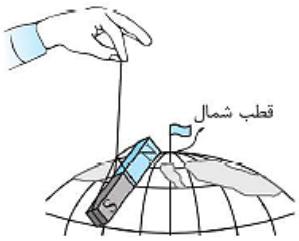


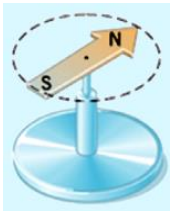


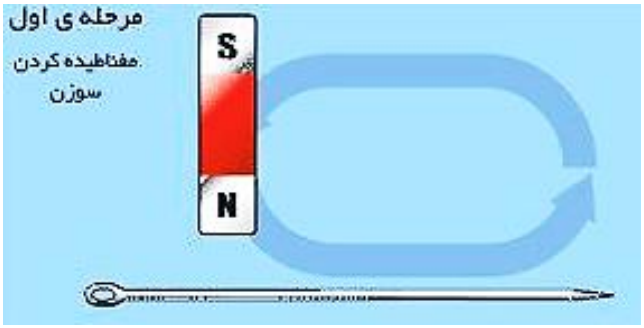


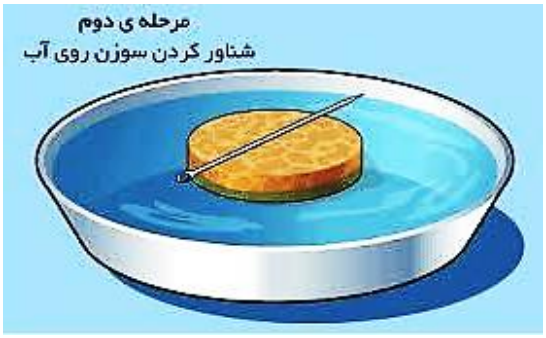
قطب‌های هم‌نام دو آهن‌ربا یکدیگر را دفع و قطب‌های ناهم‌نام آن‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند.

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.

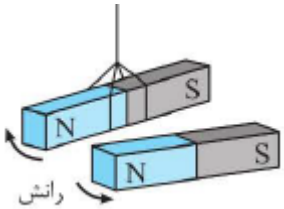


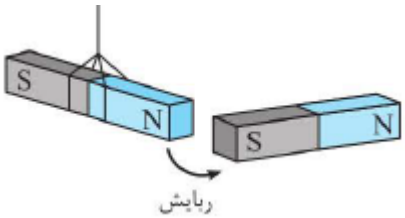






روش دیگر: البته برای تشخیص قطب‌های آهن‌ربا می‌توان از آهن‌ربایی با قطب‌های معلوم هم استفاده کرد. با توجه به این‌که قطب‌های هم‌نام یکدیگر را دفع و قطب‌های ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند، نوع قطب‌های آهن‌ربای مجهول، معلوم می‌شود.

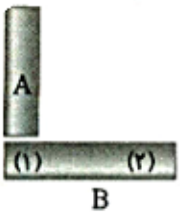




پرسش ۳-۱

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.

❖ **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 .....**



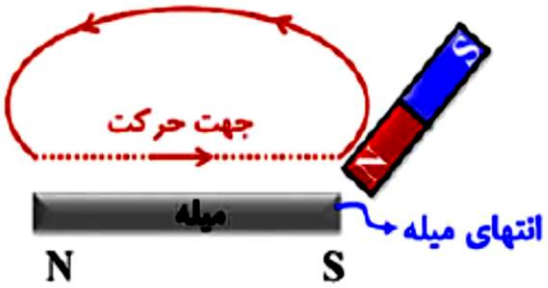
۱) میلهٔ A آهنربا است و قطب پایینی آن N است.

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

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

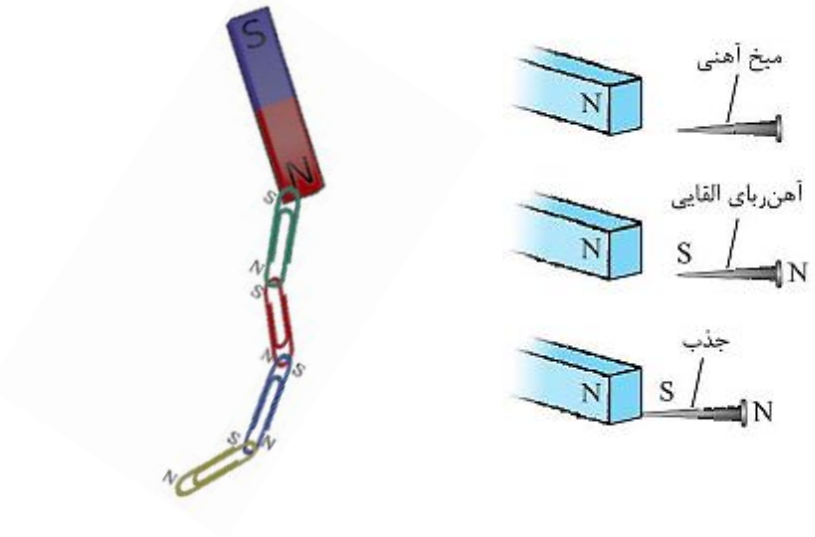
۴) میلهٔ B آهنربا است و قطب سمت راست آن N است.

روش ایجاد خاصیت مغناطیسی

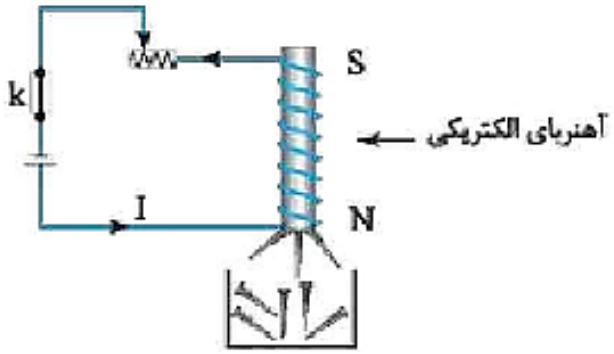


الف) روش مالش: وقتی یک آهنربای دائمی را مطابق شکل چندین بار در یک جهت روی سوزن ته‌گرد بکشید، سوزن برای مدتی آهنربا می‌شود و قطب‌های سوزن مطابق شکل خواهد بود.

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

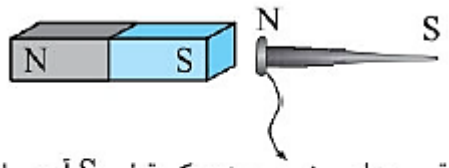


ب) روش القای مغناطیسی: هرگاه یک آهنربا را مطابق شکل به میخ آهنی نزدیک کنیم، میخ در اثر القا ابتدا آهنربا شده و سپس جذب آهنربا می‌شود: در القای مغناطیسی همواره ربایش رخ می‌دهد.

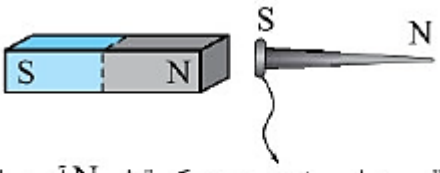


پ) جریان الکتریکی: با عبور جریان الکتریکی از سیم، مطابق شکل از میخی که دور آن سیم پیچیده شده باشد، آهنربای الکتریکی ساخته می‌شود:

❖ چرا در پدیدهٔ القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟

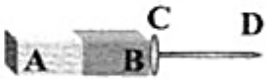


این قسمت از میخ چون نزدیک قطب S آهن‌رباست به قطب N تبدیل می‌شود.



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؟

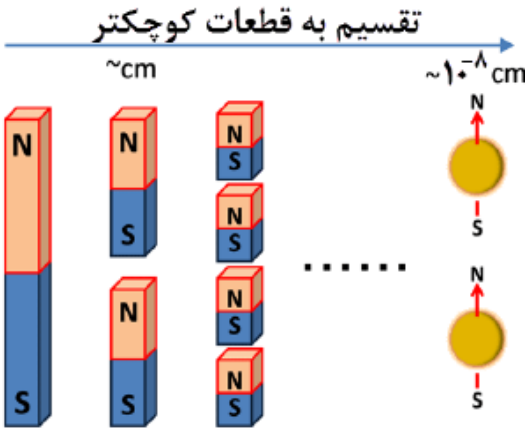


۱) اگر A قطب N آهن‌ربا باشد، D قطب S می‌باشد.
۲) اگر B قطب N آهن‌ربا باشد، D نیز قطب N می‌باشد.
۳) قسمت‌های A و C حتماً هم‌نام خواهند بود.
۴) اگر D قطب S باشد، A نیز قطب S خواهد بود.

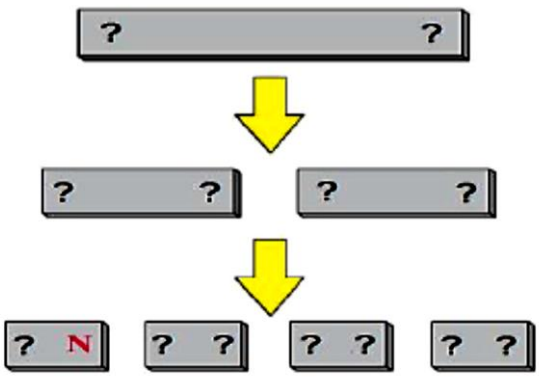
تک‌قطبی مغناطیسی نداریم: اگر یک آهن‌ربا را دو نیم کنیم، هر قسمت، یک آهن‌ربای کامل با قطب‌های N و S خواهد بود

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.

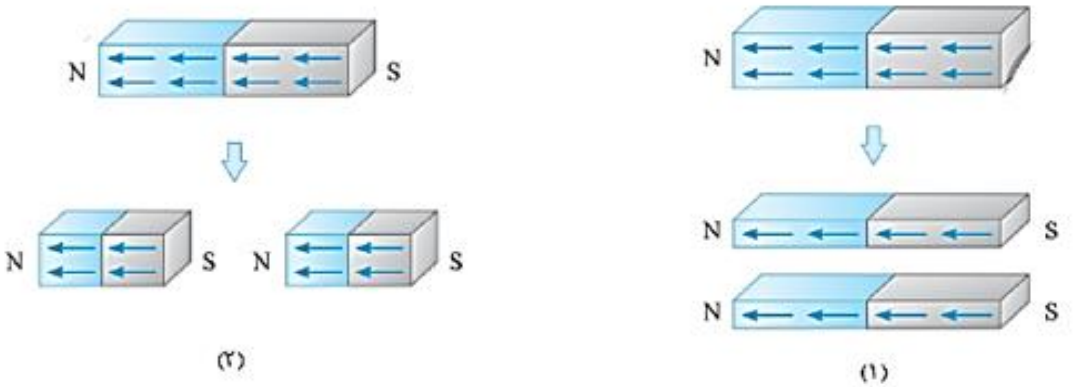


❖ شکل زیر، دو آهنربای میله‌ای مشابه را نشان می‌دهد که هر کدام روی امتداد خط‌چین برش داده شده است. در کدام شکل دو قطعهٔ ایجاد شدهٔ هر آهنربا همدیگر را جذب می‌کنند و مجدداً از محل برش به هم می‌چسبند؟

۱) ۲ ۲) ۱

۳) هر دو حالت ۴) هیچ‌کدام

(۱) (۲)



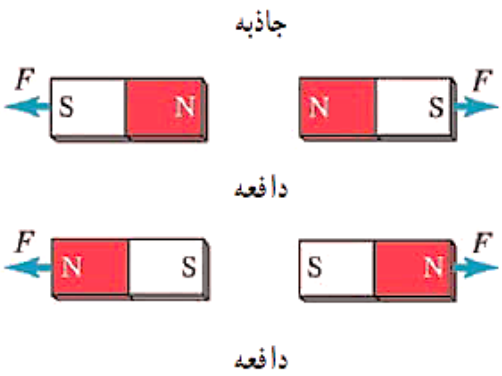
(۲) (۱)

❖ عوامل تضعیف آهنربا چیست؟

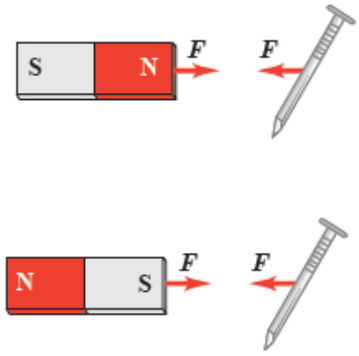
میدان مغناطیسی

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.

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



۲ آهن‌رباهای اطرافش را جذب یا دفع می‌کند.



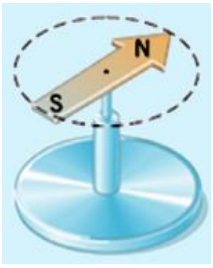
۱ قطعه‌های آهنی اطرافش را جذب می‌کند.

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

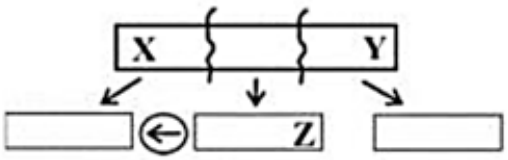
$$1\,G = 10^{-4}\,T$$

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.



❖ **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

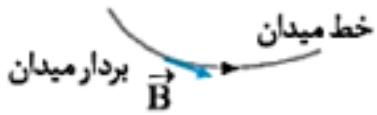
۳) S ، N ،S

۴) N ، N ،S

نمایش میدان مغناطیسی

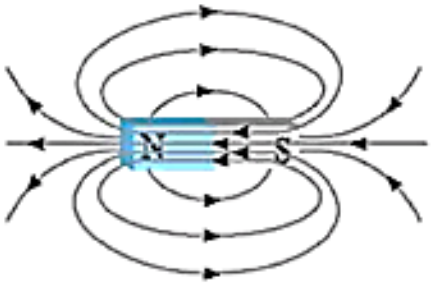
میدان مغناطیسی را نیز مانند میدان الکتریکی با خطوطی نمایش می‌دهند که به آن‌ها خط‌های میدان مغناطیسی می‌گویند.

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.

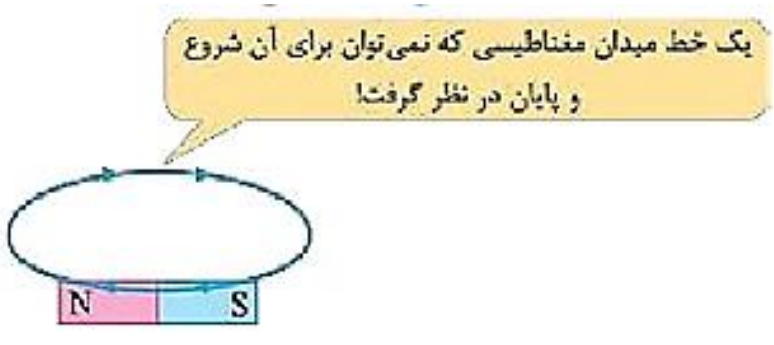
۳) خطوط میدان در خارج آهنربا خلاف جهت خطوط میدان داخل آهنربا است. به طوری‌که مطابق شکل در داخل آهنربا، میدان مغناطیسی از S به N و در خارج آن از N به S است.



۴) خط‌های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

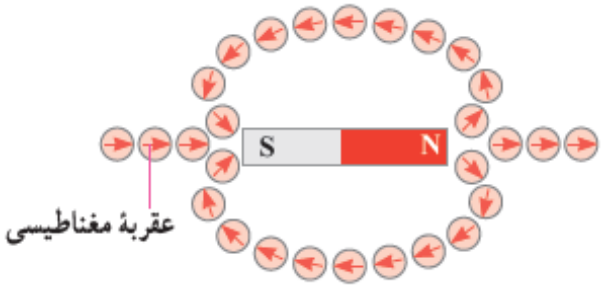
۵) خط‌های میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند، یعنی سر و ته ندارند.

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

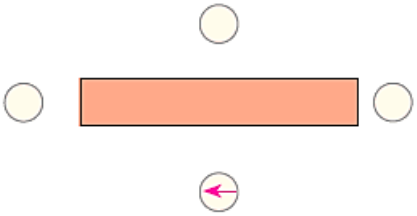


تعیین جهت میدان مغناطیسی به کمک عقربهٔ مغناطیسی

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



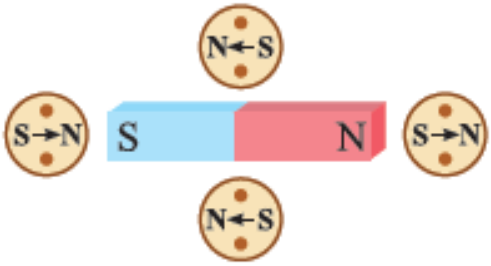
پرسش ۳ـ ۳



۱ـ شکل روبه‌رو، یک آهنربای میله‌ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می‌دهد.

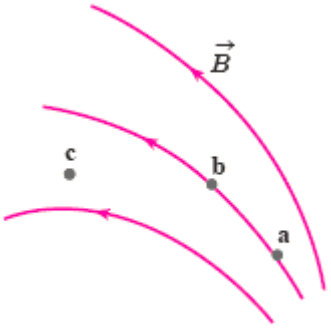
(الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟

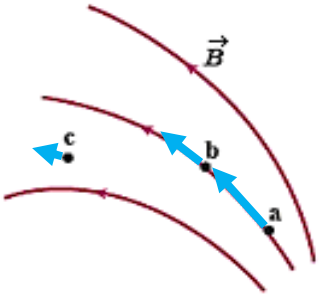
(ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.



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؟

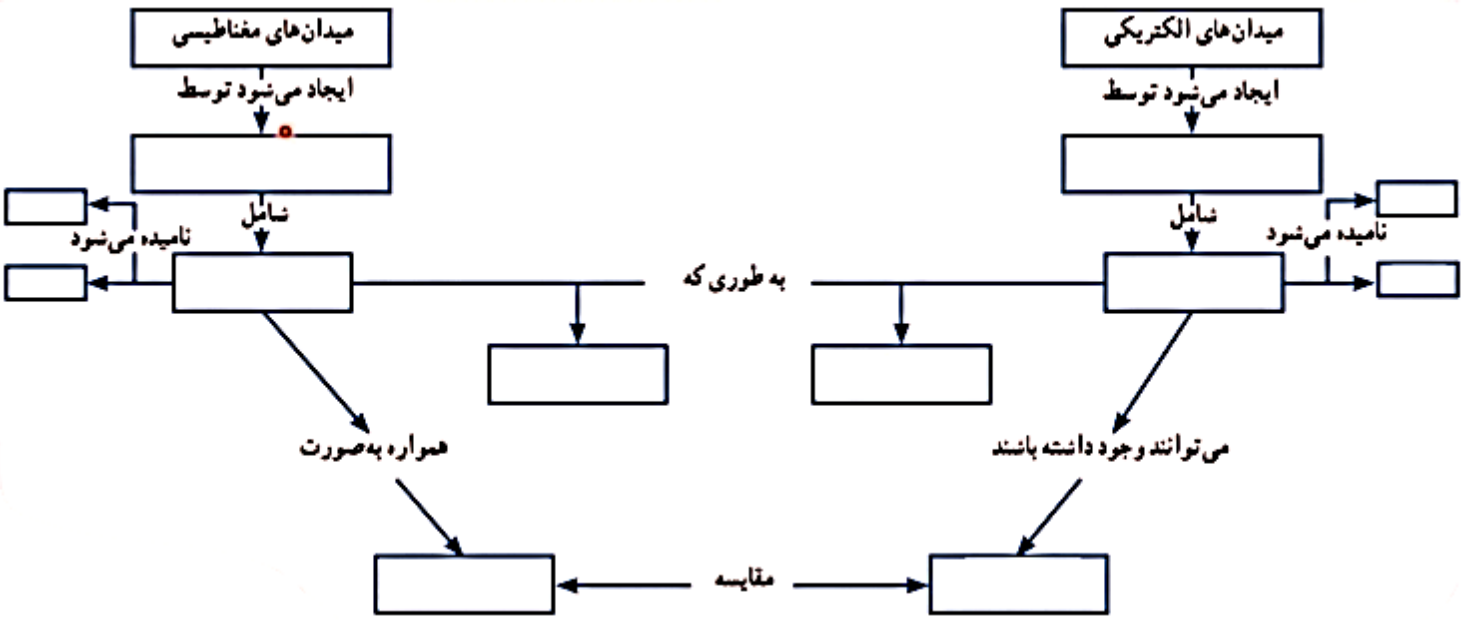
۱) خط‌های میدان مغناطیسی هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند.

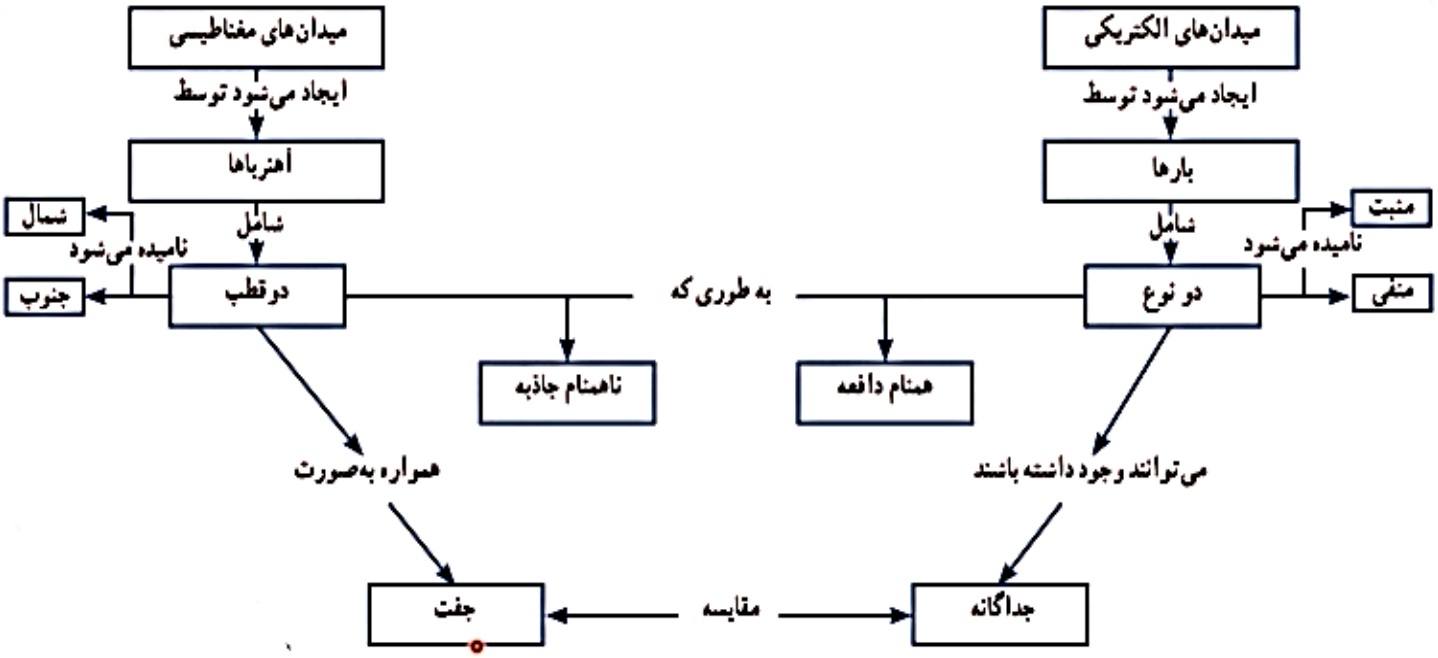
۲) خط‌های میدان مغناطیسی به‌صورت یک مسیر بسته هستند.

۳) خط‌های میدان مغناطیسی از همه‌ی موارد عبور می‌کنند.

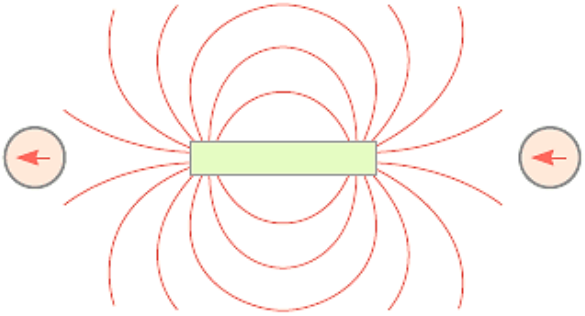
۴) خط‌های میدان مغناطیسی در نزدیکی آهن‌ربا فشرده‌تر می‌شوند.

مقایسهٔ میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی





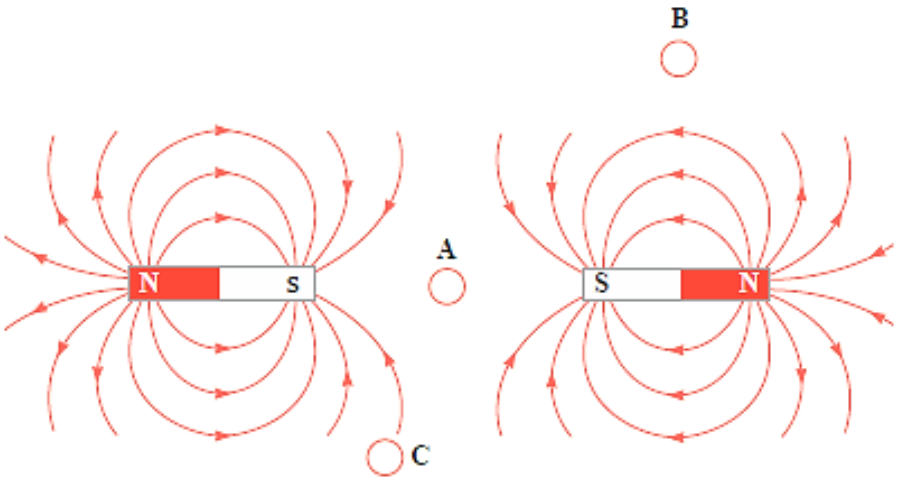
۱ با توجه به جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی در شکل زیر، قطب‌های آهنربای میله‌ای و جهت خط‌های میدان مغناطیسی را تعیین کنید.



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.

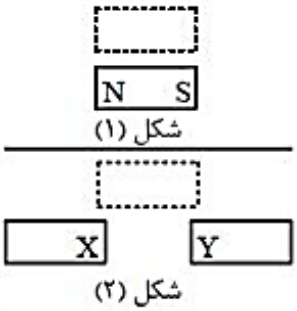
❖ قطب‌های X و Y چه باشند تا خطوط میدان مغناطیسی درون کادر دو شکل تقریباً یکسان باشند؟

۱) $X = N$ و $Y = S$

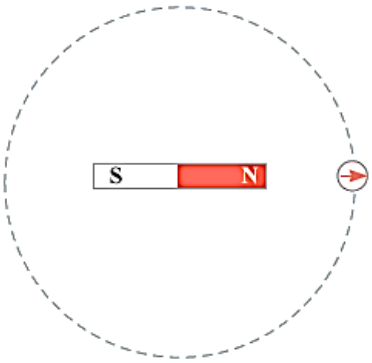
۲) $X = Y = N$

۳) $X = S$ و $Y = N$

۴) $X = Y = S$

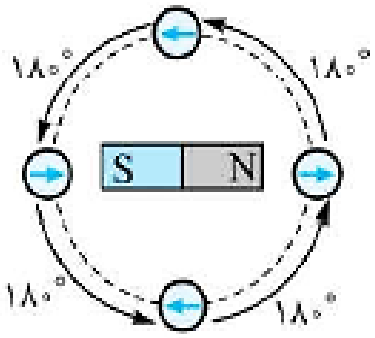


فعالیت ۳ـ۲



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.

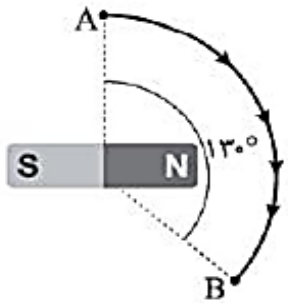
پاسخ) اگر قطب‌نمایی را در اطراف یک آهنربا مطابق شکل روی محیط دایرهٔ خط‌چین یک دور کامل حرکت دهیم، عقربهٔ قطب‌نما ۷۲۰° دوران می‌کند.



اگر یک قطب‌نما را اطراف یک آهنربا α درجه بچرخانیم، عقربهٔ آن ۲α درجه می‌چرخد:

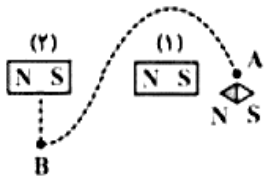
$\alpha = ۹۰^\circ \Rightarrow$ عقربهٔ مغناطیسی ۱۸۰° می‌چرخد.

❖ 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؟

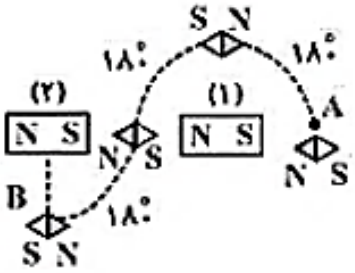


۱) ۱۳۰ - ساعتگرد
۲) ۲۶۰ - ساعتگرد
۳) ۱۳۰ پادساعتگرد
۴) ۲۶۰ - پادساعتگرد

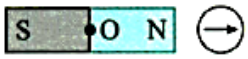
❖ با حرکت یک عقربهٔ مغناطیسی روی مسیر مشخص شده از نقطهٔ A تا نقطهٔ B، عقربهٔ مغناطیسی در نقطهٔ B نسبت به نقطهٔ A چند درجه دوران کرده است؟ (قدرت آهنربای ۱ = قدرت آهنربای ۲)



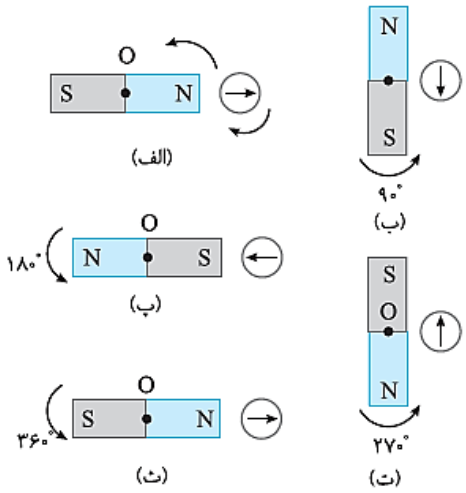
۱) ۹۰ ۲) ۱۸۰
۳) ۲۷۰ ۴) ۳۶۰



❖ 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؟



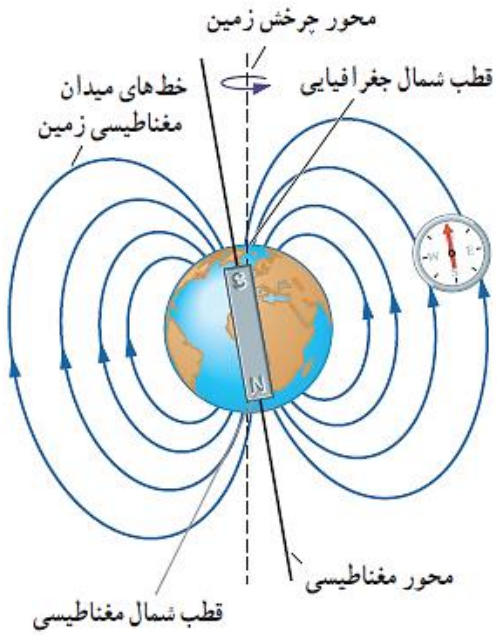
۱) ۷۲۰°، پادساعتگرد ۲) ۳۶۰°، پادساعتگرد ۳) ۷۲۰°، ساعتگرد ۴) ۳۶۰°، ساعتگرد



میدان مغناطیسی زمین

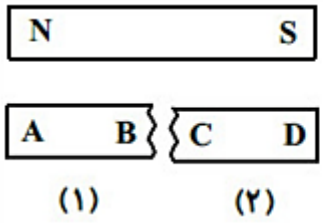
اگر زمین را به یک آهنربای بزرگ تشبیه کنیم، آن‌گاه قطب N آن در جنوب جغرافیایی و قطب S در شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد. البته قطب S دقیقاً در شمال جغرافیایی نیست و عقربهٔ مغناطیسی در جهت واقعی جغرافیایی قرار نمی‌گیرد به طوری‌که قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصلهٔ ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی است. ولی 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

❖ 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.

❖ 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

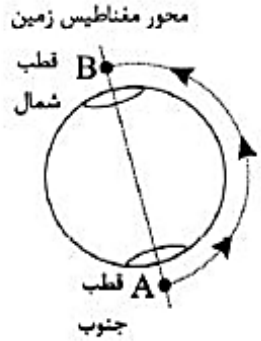
۴) عمود بر خطوط میدان مغناطیسی زمین و امتداد محور استوا

❖ **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°

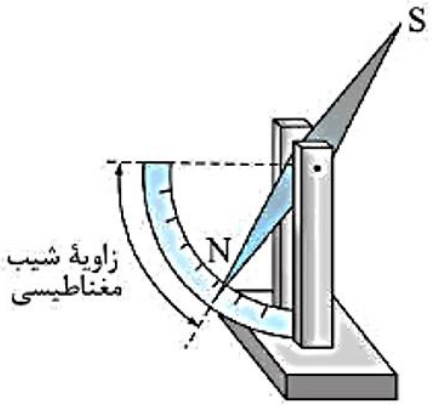
۳) ۲۷۰°

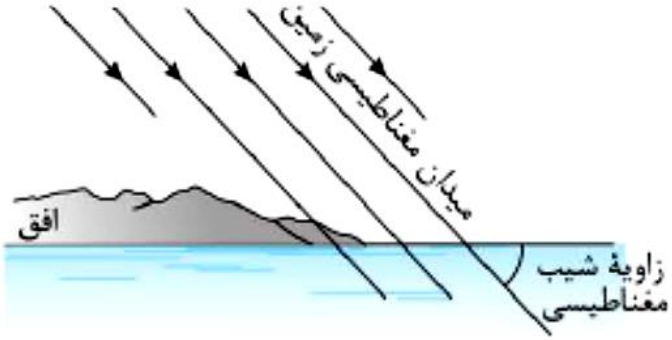
۴) ۹۰°

فعالیت ۳ـ ۳

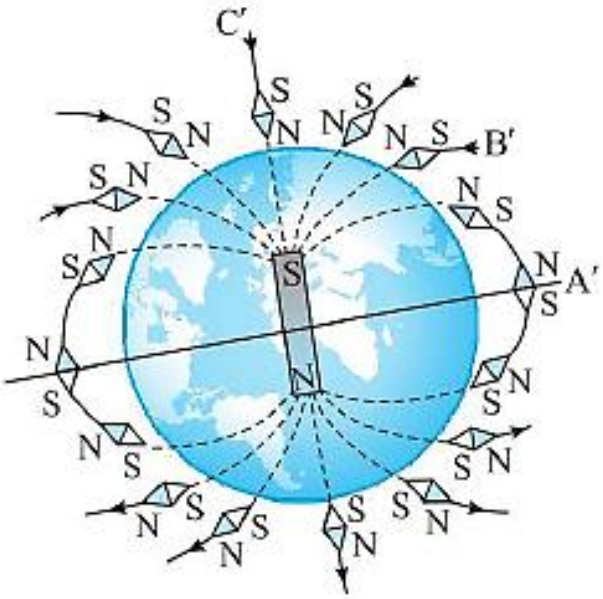
وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود.

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.

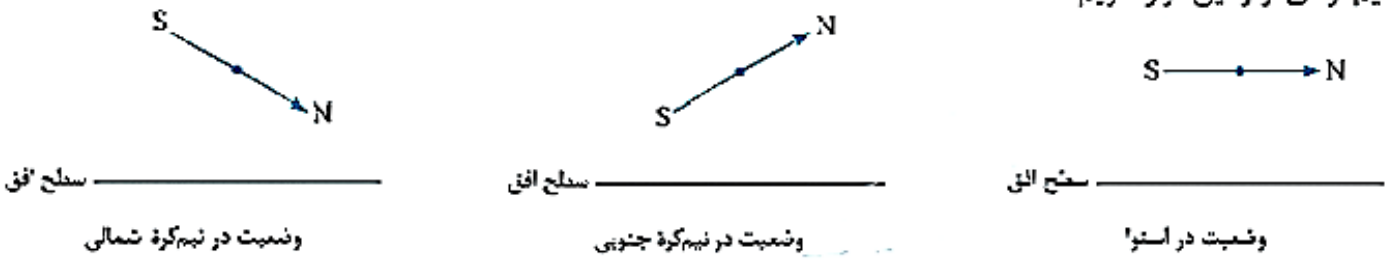




❖ دریافت خود را از شکل زیر بیان کنید.



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؟

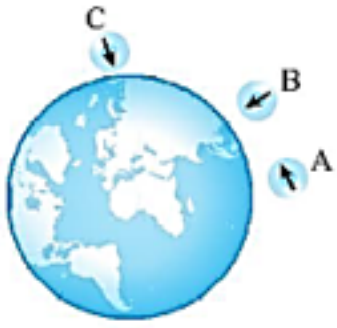
۱) به‌کمک عقربهٔ مغناطیسی می‌توان جهت میدان مغناطیسی را در هر نقطه از فضای اطراف یک آهنربا تعیین کرد.

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) $d_A > d_B > d_C$

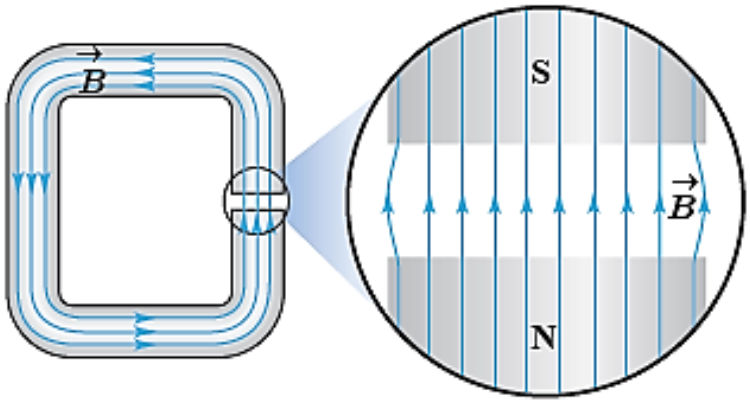
۲) $d_C > d_B > d_A$

۳) $d_B > d_A > d_C$

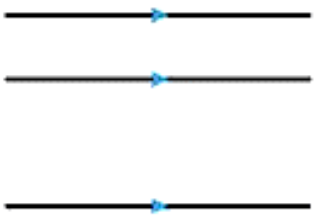
۴) $d_B > d_C > d_A$

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.

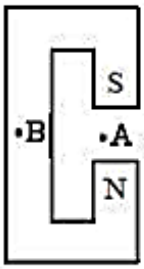


- فرض کنید خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا مطابق شکل باشد. آیا این میدان یکنواخت است؟



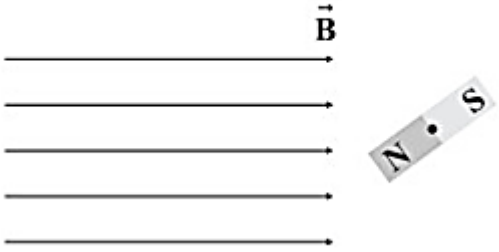
- فرض کنید خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا مطابق شکل، خطوط منحنی با فاصله‌های یکسان باشد. آیا میدان ایجادشده یکنواخت است؟

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



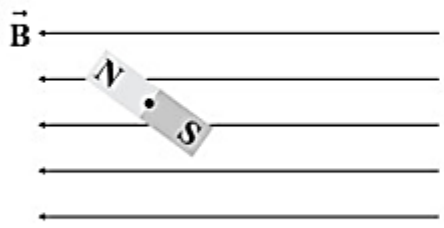
۱) ↑ ، ↑
۲) ↑ ، ↓
۳) ↓ ، ↓
۴) ↓ ، ↑

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



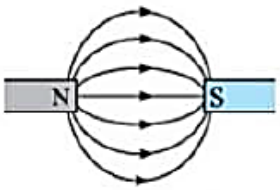
۱) پادساعتگرد - N S
۲) ساعتگرد - N S
۳) ساعتگرد - S N
۴) پادساعتگرد - S N

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

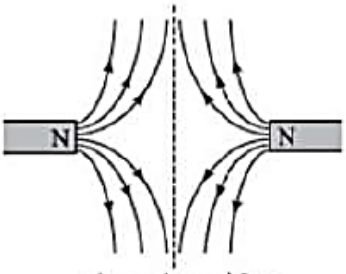


۱) ساعتگرد - N / S
۲) پادساعتگرد - S / N
۳) ساعتگرد - S N
۴) پادساعتگرد - N S

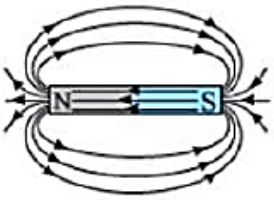
رسم خطوط میدان مغناطیسی چند حالت پرکاربرد



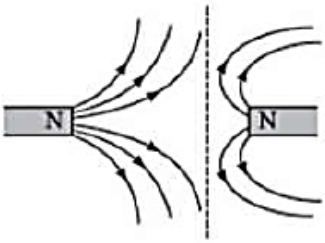
دو قطب ناهم‌نام و مساوی



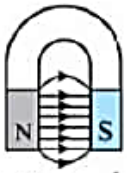
دو قطب هم‌نام و مساوی



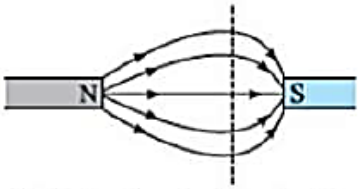
آهن‌ربای میله‌ای



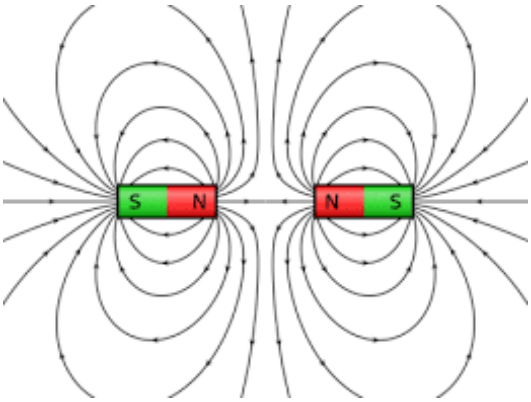
دو قطب هم‌نام و غیرمساوی
(قطب سمت چپ بزرگ‌تر است.)

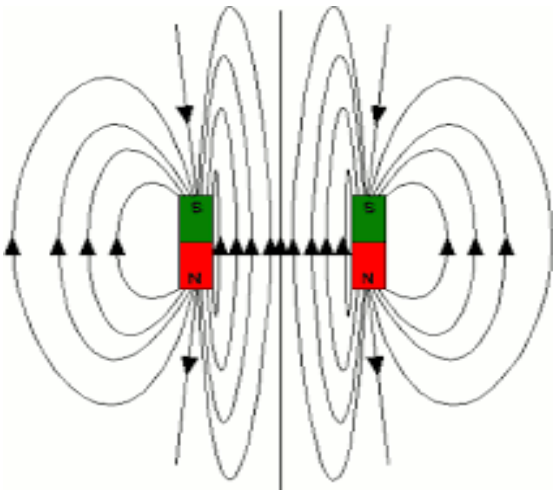


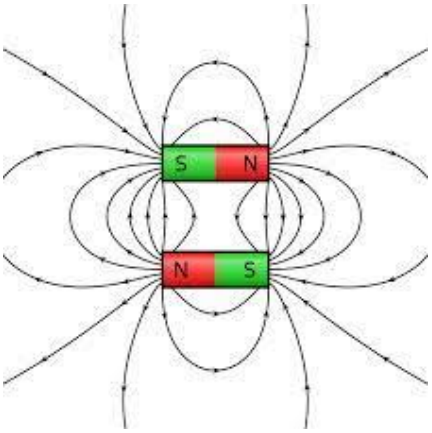
دهانهٔ آهن‌ربای نعلی‌شکل

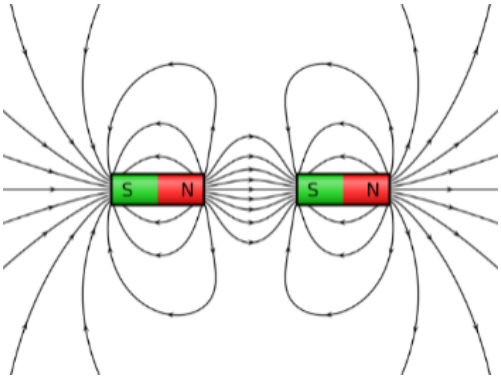


دو قطب غیرهم‌نام و غیرمساوی (N > S)



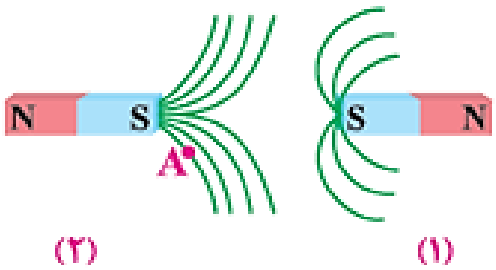






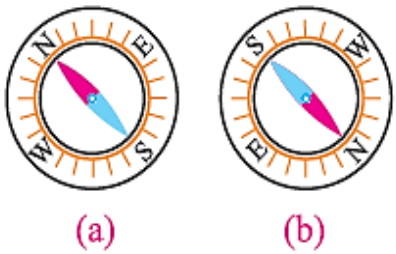
❖ در شکل زیر دو آهنربای میله‌ای (۱) و (۲) در مقابل هم قرار گرفته‌اند.

الف) جهت خط‌های مغناطیسی را مشخص کنید.

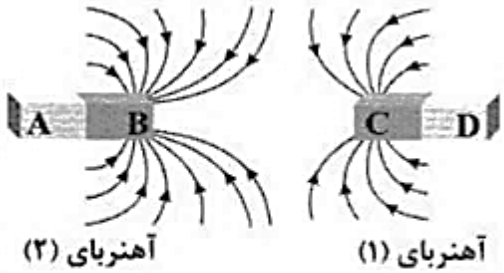


ب) میدان مغناطیسی در نزدیکی قطب‌های کدام آهنربا قوی‌تر است؟

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



❖ 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؟



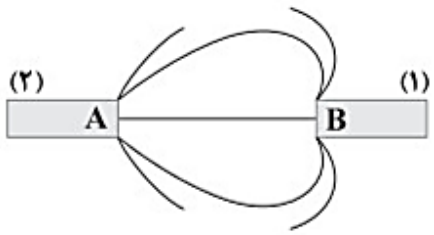
الف) قطب A ، N می‌باشد.

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؟



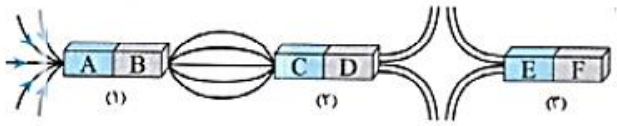
۱) آهنربای ۱ قوی‌تر است و A و B قطب‌های ناهمنام و نوع آن‌ها نامشخص است.

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.

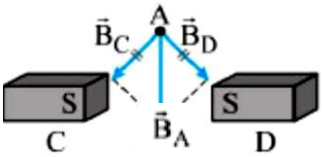
❖ در شکل روبه‌رو ، خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سه آهنربای میله‌ای رسم شده است. اگر آهنرباهای (۲) و (۳) را توسط یک نخ به صورت آزادانه آویزان کنیم، قطب‌های C و E به‌ترتیب از راست به چپ کدام قطب‌های مغناطیسی زمین را نشان می‌دهند؟

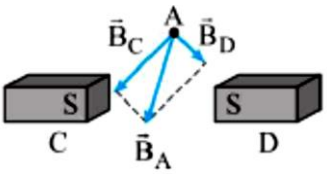


۱) جنوب ـ شمال ۲) جنوب ـ جنوب

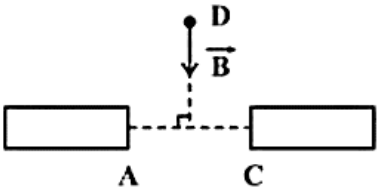
۳) شمال ـ جنوب ۴) شمال ـ شمال

❖ دریافت خود را از شکل زیر بیان کنید.





❖ 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؟



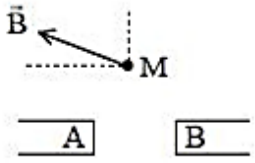
۱) A و C قطب N و آهنربای A خیلی قوی‌تر است.

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.)



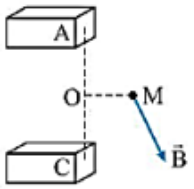
۱) هر دو قطب A و B قوی‌تر است.

۲) هر دو قطب N هستند و A قوی‌تر است.

۳) A قطب S، B قطب N و B قوی‌تر است.

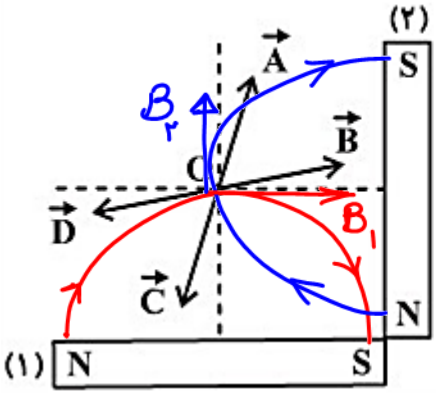
۴) A قطب S، B قطب N و A قوی‌تر است.

❖ 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.)

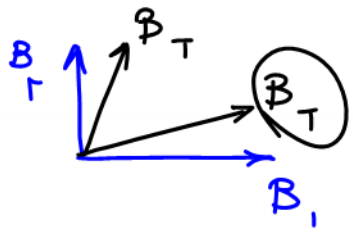


۱) A ،N ۲) C ،N ۳) A ،S ۴) C ،S

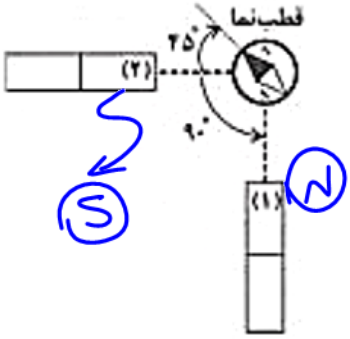
❖ مطابق شکل زیر، دو آهنربای میله‌ای با اندازهٔ مشابه (۱) و (۲) که به‌صورت عمود بر هم قرار دارند در محل خود ثابت شده‌اند. اگر آهنربای (۱) قوی‌تر از آهنربای (۲) باشد، جهت میدان مغناطیسی برایند ناشی از آهنرباها در نقطهٔ O (محل تقاطع عمودمنصف‌های دو آهنربا) با کدام‌یک از بردارهای نشان داده شده در شکل هم‌جهت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

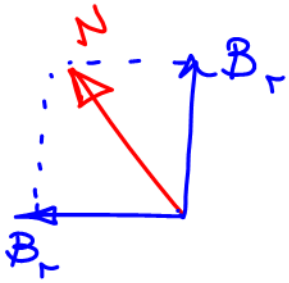


۱) $\vec{A}$ ۲) $\vec{B}$ ✓ ۳) $\vec{C}$ ۴) $\vec{D}$



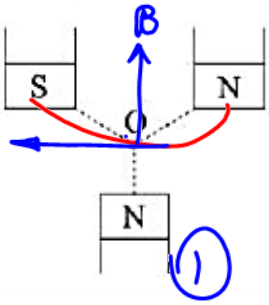
❖ مطابق شکل زیر، دو آهنربای مشابه با قطب‌های نامعلوم را در راستای عمود بر هم قرار داده‌ایم. با توجه به جهت قطب‌نما، قطب‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

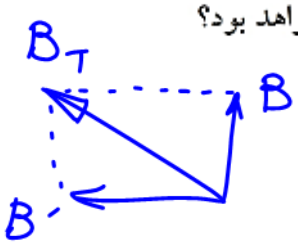




۱) S ،N ✓ ۲) N ،S ۳) N ،N ۴) S ،S

❖ 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؟

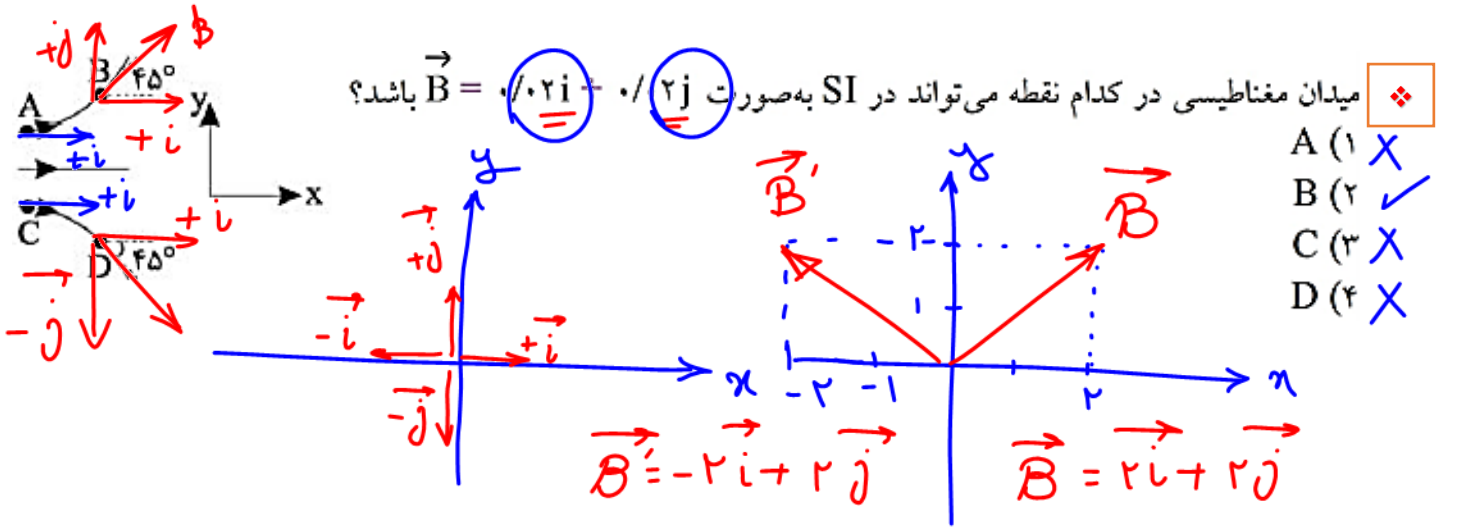




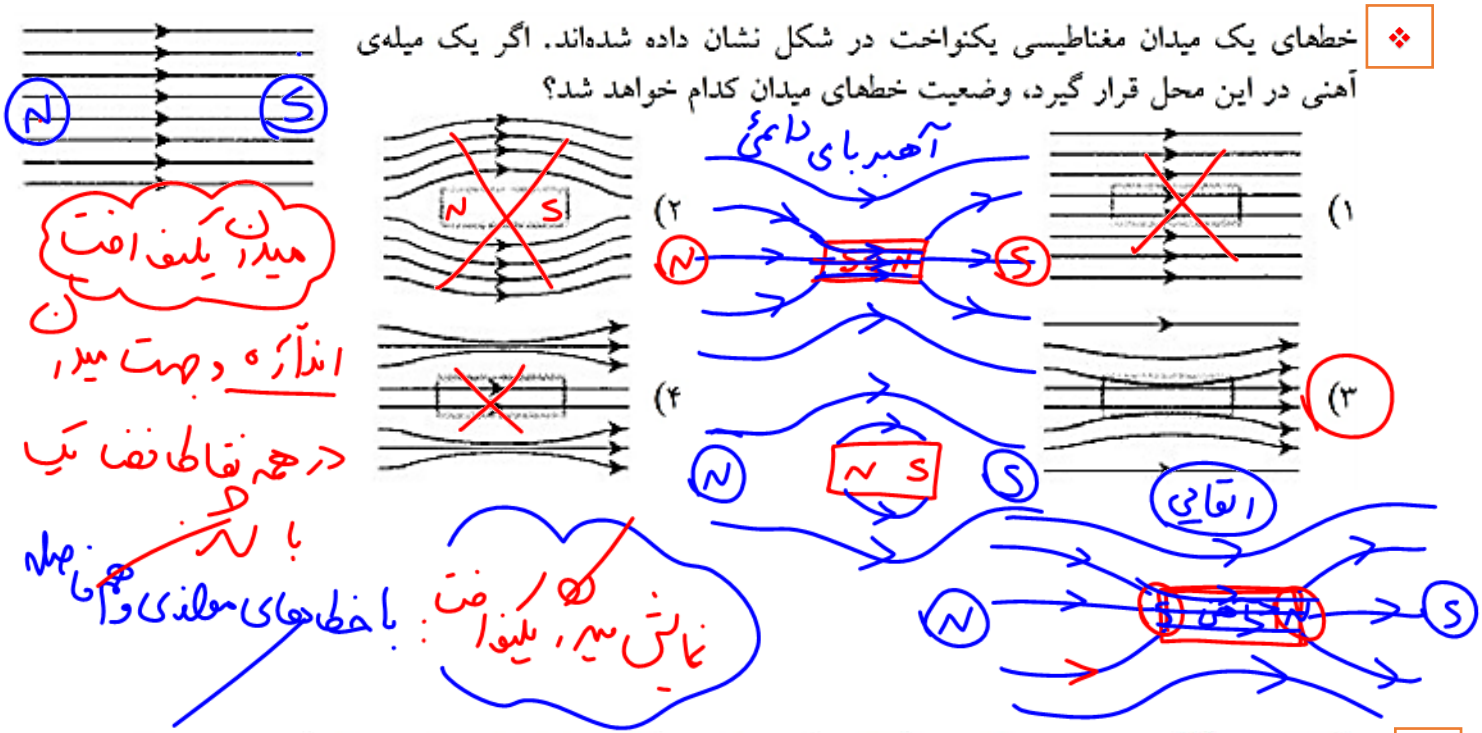
۱) ✓ ۲) ↙ ۳) ↘ ۴) ↗

❖ میدان مغناطیسی در کدام نقطه می‌تواند در SI به‌صورت $\vec{B} = 0/02\vec{i} + 0/2\vec{j}$ باشد؟

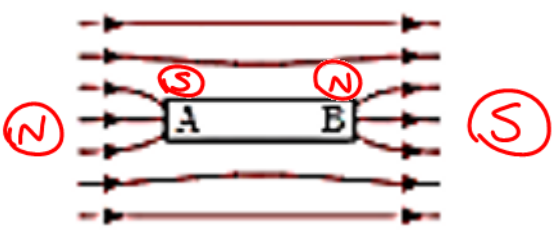
۱) A ✗
۲) B ✓
۳) C ✗
۴) D ✗



❖ 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؟



❖ 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؟



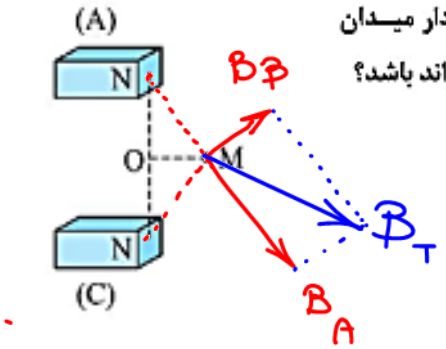
۱) میلهٔ AB، الزاماً مادهٔ مغناطیسی بدون خاصیت مغناطیسی است.

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.

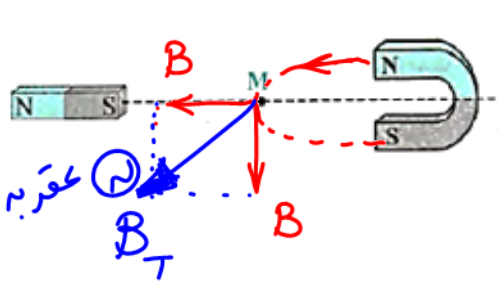
۴) هریک از گزینه‌های ۱ و ۳ می‌تواند درست باشند.

❖ 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؟



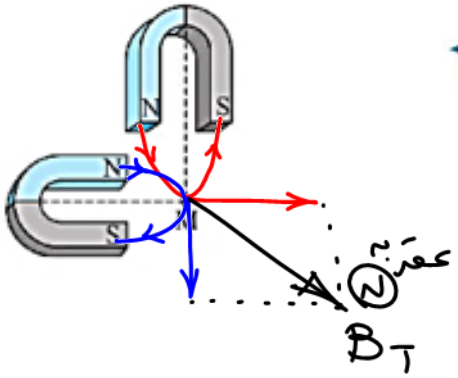
۱) ←
۲) ↙
۳) →
۴) ↘ ✓

❖ 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؟



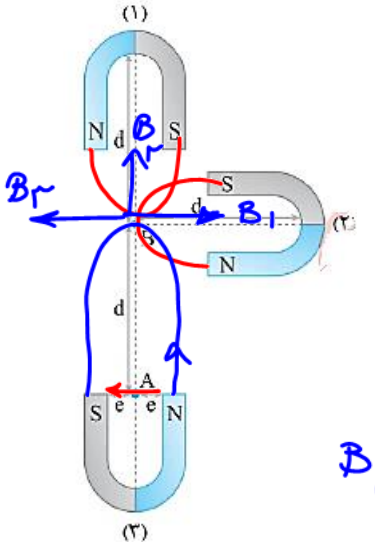
۱) N
۲) N
۳) N
۴) N

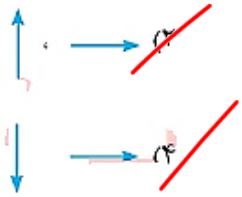
❖ دو آهن‌ربای C شکل مشابه، مطابق شکل، در کنار یکدیگر ثابت شده‌اند. بردار میدان مغناطیسی در نقطهٔ M در کدام جهت است؟ (نقطهٔ M به یک فاصله از دو آهن‌ربا قرار دارد.)

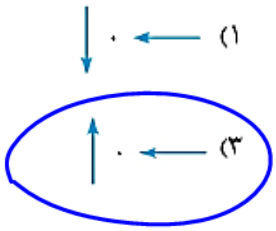


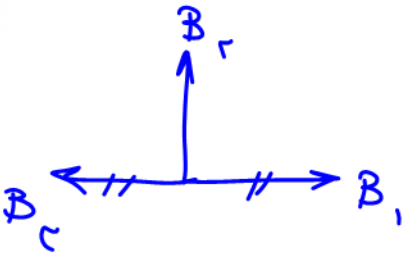
۱) →
۲) ←
۳) ↘ ✓
۴) ↖

❖ 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.)









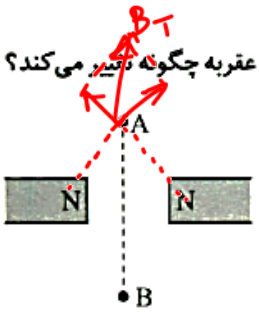
❖ مطابق شکل، دو آهنربای میله‌ای مشابه روبه‌روی هم قرار دارند. اگر یک عقربهٔ مغناطیسی را از نقطهٔ A تا B جابه‌جا کنیم، عقربه چگونه تغییر می‌کند؟

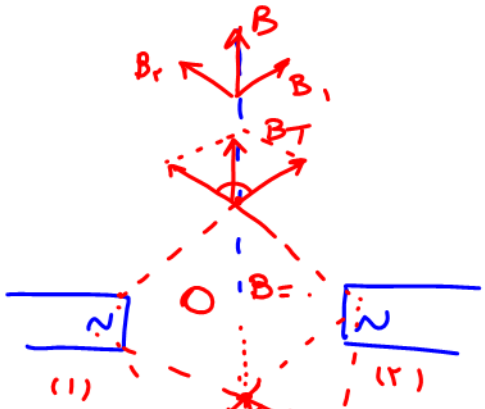
۱) ابتدا ۹۰° می‌چرخد، سپس به حالت اولیه باز می‌گردد.

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.





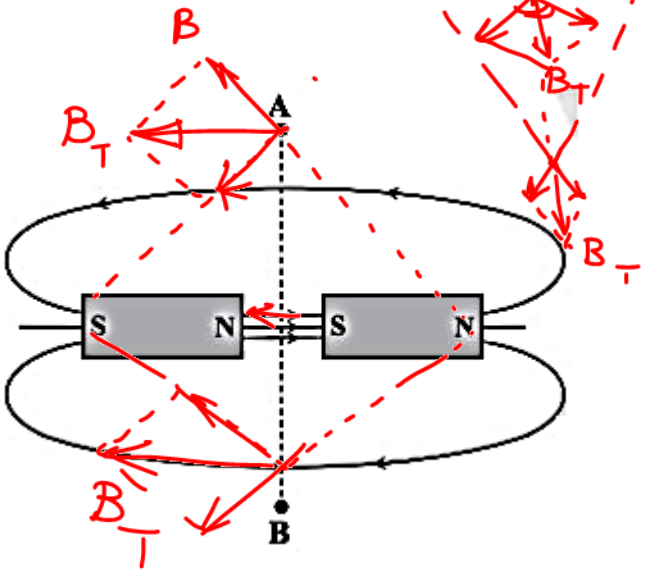
❖ با توجه به خطوط میدان رسم‌شده، اگر یک قطب‌نما را در مسیر نقطه‌چین، به‌آرامی از A تا B جابه‌جا کنیم، چند بار جهت عقربهٔ قطب‌نما کاملاً تغییر می‌کند؟

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) صفر



ویژگی های مغناطیسی مواد

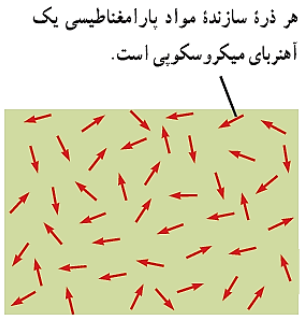
رفتار آهنرباهای دائمی، نوارهای مغناطیسیِ پشت کارت های بانکی و دیسک های رایانه ای به طور مستقیم به ویژگی های مغناطیسی مواد بستگی دارد. هنگامی که اطلاعاتی روی نوار مغناطیسیِ پشت کارت های بانکی یا یک دیسک رایانه ای ذخیره می شود آرایه ای از هزاران هزار آهنربای دائمی میکروسکوپی روی نوار مغناطیسیِ پشت کارت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

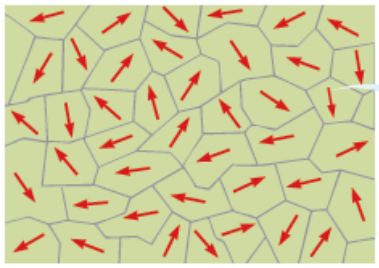
یک لولهٔ آزمایش را تا نزدیکی لبهٔ آن از الکل طبی (اتانول ۹۶ درجه) پر کنید. در لوله را ببندید و آن را به‌طور افقی قرار دهید. مطابق شکل، یک آهنربای نئودیمیم را بالای حباب هوای درون لوله بگیرد و به آرامی آهنربا را حرکت دهید. دلیل آنچه را مشاهده می کنید در گروه خود به گفت‌وگو بگذارید.

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.

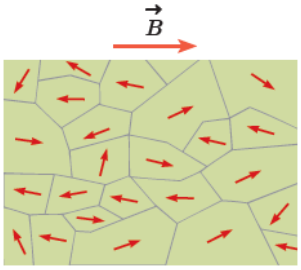
مواد فرومغناطیسی

- ✓ 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.

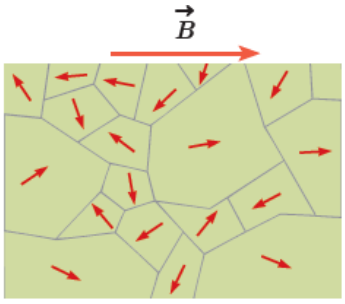
مادهٔ فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی ضعیف



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)

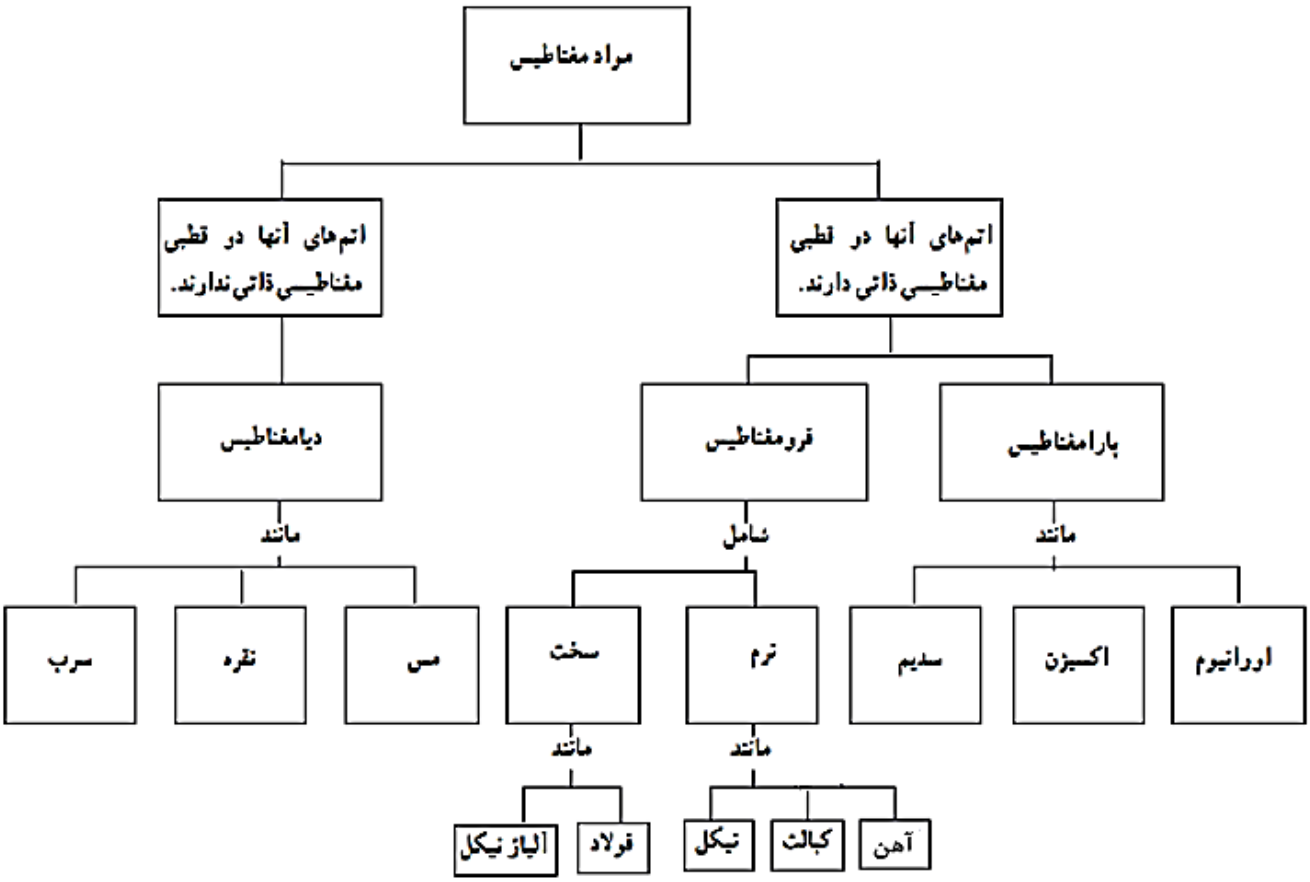
مواد فرومغناطیسی سخت

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

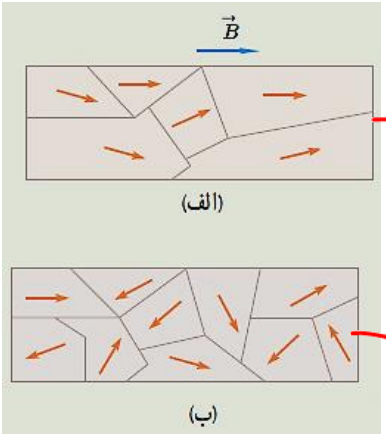
برای خاصیت آهنربایی هر مادهٔ فرومغناطیسی، مقدار اشباع یا بیشینه ای وجود دارد. این وضعیت هنگامی به وجود می آید که ماده فرومغناطیسی در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار گیرد؛ به طوری که درصد بالایی از دوقطبی های مغناطیسی حوزه ها به موازات یکدیگر هم خط شوند. به عبارت دیگر، حجم حوزه هایی که با میدان مغناطیسی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



درحیدا مغناطیسی قوی

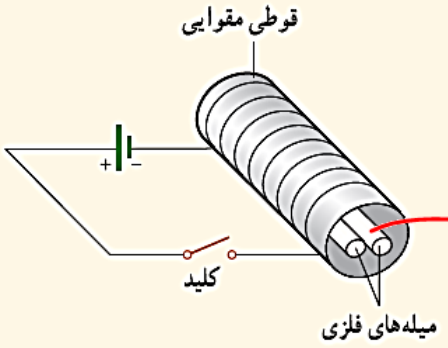
درحیدا مغناطیسی ضعیف

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.



فرومغناطیس نرم

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. ✗

پارامغناطیس

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 نشان‌دهندهٔ کدام ماده باشند؟

شکل (الف)

شکل (ب)

۱) نیکل - سدیم
۲) آلومینیم - بیسموت
۳) اورانیم - آهن
۴) مس - کبالت

❖ هنگامی که مادهٔ A در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرد، حضور میدان سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان در مادهٔ A می‌شود و از مادهٔ 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.

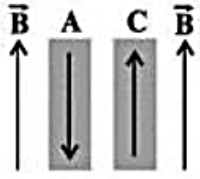
✗ ب) هنگامی که یک ماده‌ی پارامغناطیسی در یک میدان مغناطیسی خارجی ضعیف قرار می‌گیرد، دو قطبی‌های مغناطیسی آن به طور قابل توجهی در راستای خطوط میدان مغناطیسی منظم می‌شوند.

✓ 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

میدان مغناطیسی رو به بالا

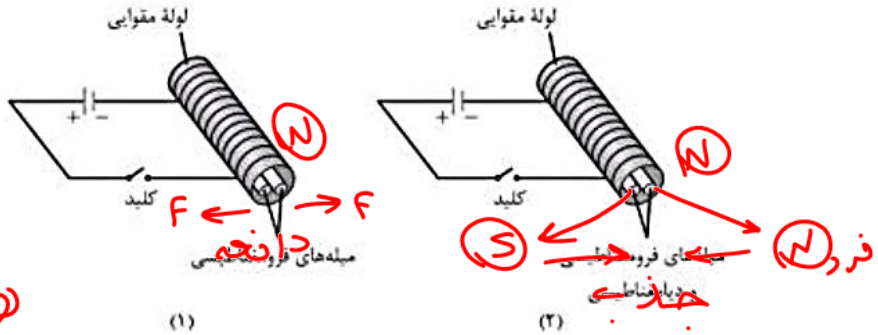
پارا → هم جهت ماده (C) در جهت میدان

فرو

دیا مغناطیسی ⇒ جهت ماده A خلاف جهت میدان

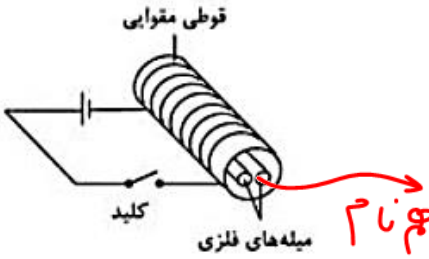
❖ در هر یک از شکل‌های (۱) و (۲)، دو میله درون سیملوله‌ای که دور یک لولهٔ مقوایی پیچیده شده است قرار دارند. در شکل (۱) هر دو میله فرومغناطیسی و در شکل (۲) یک میله فرومغناطیسی و دیگری دیامغناطیسی است. با بستن کلیدها، نیرویی که میله‌ها در شکل (۱) بر هم وارد می‌کنند و نیرویی که میله‌ها در شکل (۲) بر هم وارد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

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



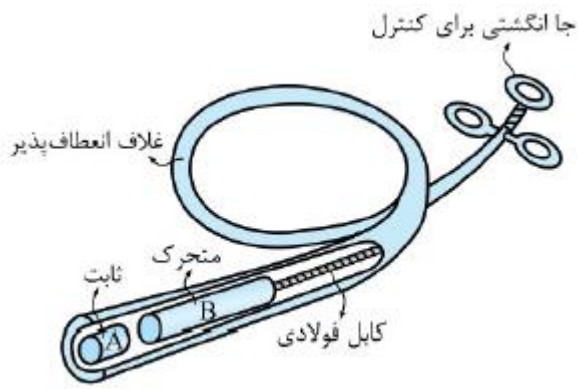
❖ مطابق شکل زیر، دو میلهٔ فلزی بلند از جنس آلیاژ آهن، نیکل و کبالت درون سیملوله‌ای که دور یک لولهٔ مقوایی پیچیده شده است، قرار دارند. ابتدا کلید را می‌بندیم و جریان از سیملوله عبور می‌کند، سپس کلید را باز می‌کنیم. چه تغییری در فاصلهٔ میله‌ها ایجاد می‌شود؟ (میدان حاصل از سیملوله به اندازهٔ کافی بزرگ است.)

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.

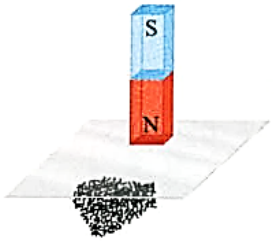


❖ یک گیرهٔ آهنی کاغذ در گلوی کودکی گیر کرده است. پزشک می‌خواهد آن را با دستگاه شکل روبه‌رو بیرون بیاورد. جنس قطعه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

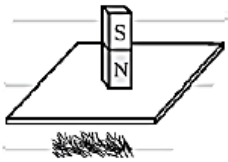
۱) فرومغناطیس نرم، آهن‌ربای دائمی
۲) آهن‌ربای دائمی، فرومغناطیس نرم
۳) پارامغناطیس، آهن‌ربای دائمی
۴) آهن‌ربای دائمی، پارامغناطیس



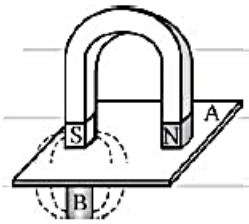
❖ مطابق شکل، یک آهن‌ربای میله‌ای را روی یک صفحهٔ شیشه‌ای قرار می‌دهیم و در زیر صفحه براده‌های آهن می‌ریزیم. آیا براده‌های آهن جذب می‌شوند؟ توضیح دهید.



❖ 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)



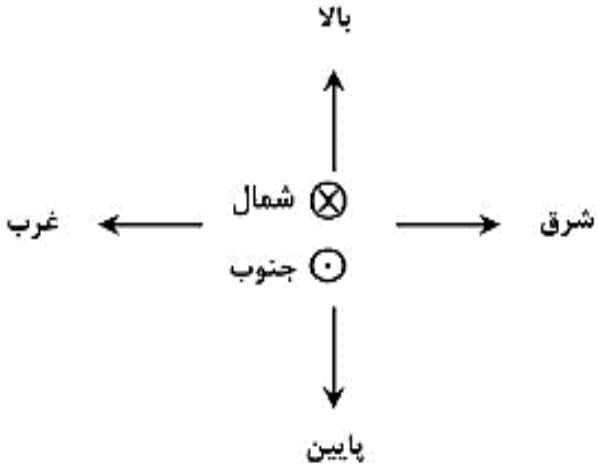
۱) آهن ـ پلاستیک

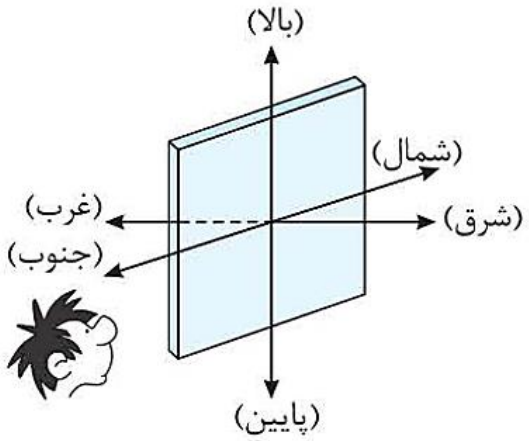
۲) آهن ـ فولاد

۳) چوب ـ پلاستیک

۴) چوب ـ فولاد

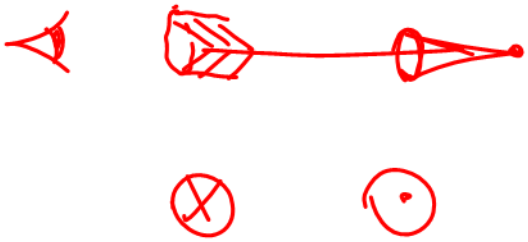
جهت های مغناطیسی

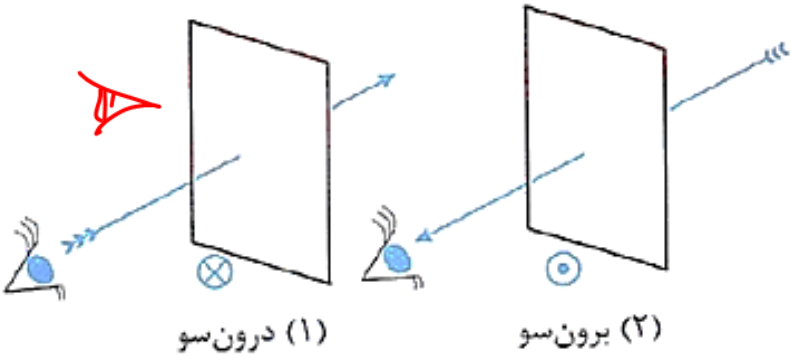




درون سو ⊗ به سمت داخل کاغذ

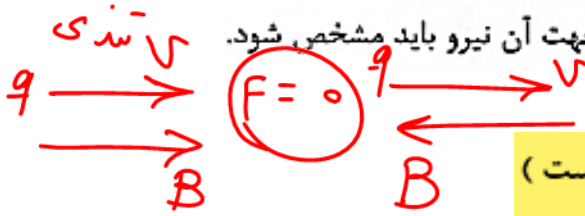
برون سو ⊙ به سمت خارج کاغذ





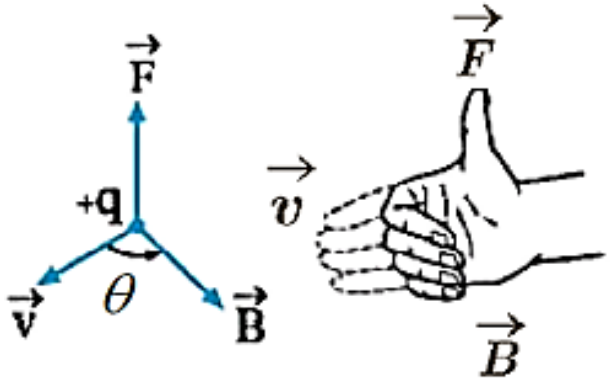
نیروی وارد برذرهٔباردارمتحرک درمیدان مغناطیسی

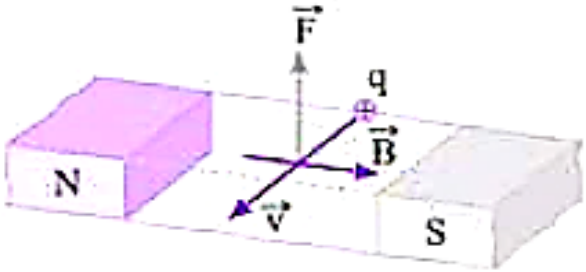
به طور تجربی یافته شده است که اگر ذره باردار q با سرعت $\vec{V}$ در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ حرکت کند (به شرط آنکه جهت حرکت ذره با خطوط میدان مغناطیسی موازی نباشد.) بر آن نیرویی وارد خواهد شد که بر راستای سرعت و میدان مغناطیسی عمود است. این نیرو را نیروی الکترومغناطیسی می‌نامند. در بررسی نیروی مغناطیسی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



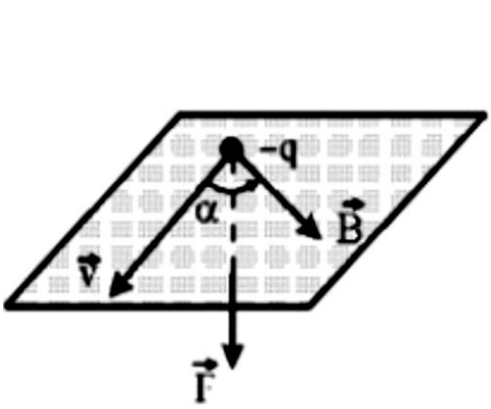
جهت نیروی وارد بر بار متحرک واقع در میدان (قانون دست راست)

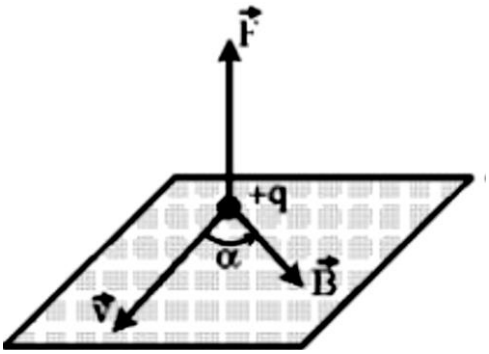
اگر دست راست خود را باز نگه دارید به طوری‌که چهار انگشت در جهت حرکت بار مثبت $(\vec{v})$ باشد و خم شدن انگشتان جهت میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر ذرهٔ مثبت را نشان می‌دهد.

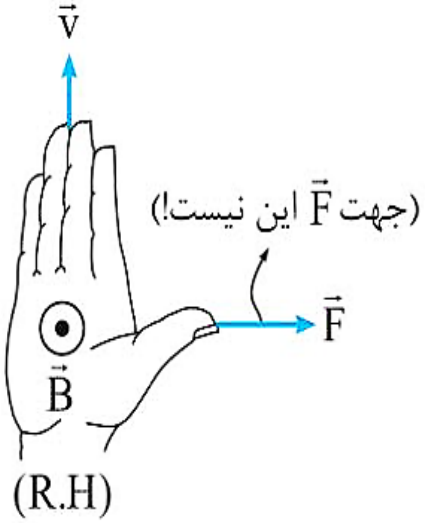


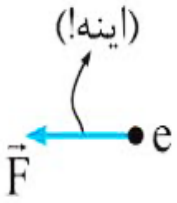


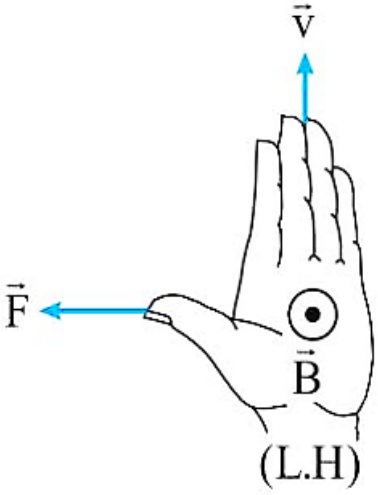
برای بار منفی، جهت نیرو عکس می‌شود یا از دست چپ استفاده می‌کنیم.







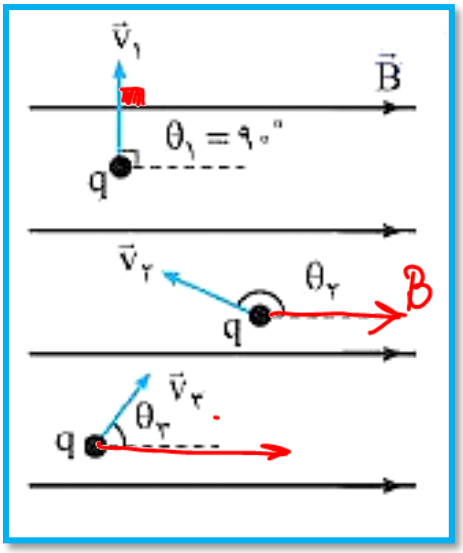




نیروی $\vec{F}$ بر بردارهای سرعت $(\vec{v})$ و میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ عمود است. به عبارت دیگر بردارهای $\vec{v}$ و $\vec{B}$ هر زاویه‌ای می‌توانند با هم داشته باشند، ولی بردار $\vec{F}$ بر صفحه‌ای که توسط بردارهای سرعت و میدان مغناطیسی ساخته می‌شود، عمود است. بنابراین تندی حرکت ذره تغییر نمی‌کند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



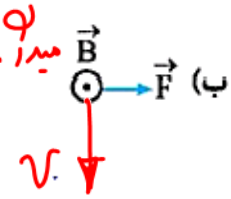
$0 < \hat{v, B} < 180$

$0 \rightarrow F = 0$

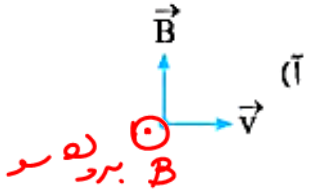
$180 \rightarrow F = 0$

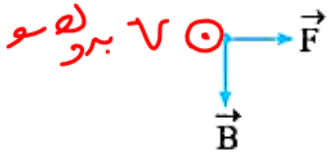
❖ در هر حالت جهت کمیت مجهول را برای الکترون رسم کنید.

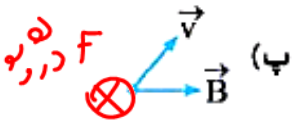
آ)

ب) 

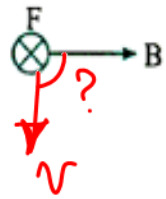
❖ در هر یک از شکل‌های زیر، جهت کمیت مجهول را برای بار مثبت مشخص کنید.

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.)

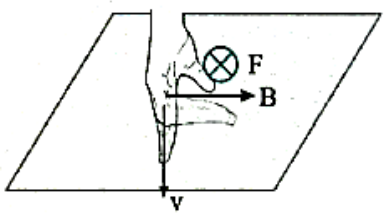


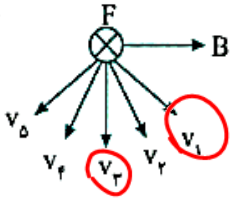
۱) $\vec{v}$ ↖

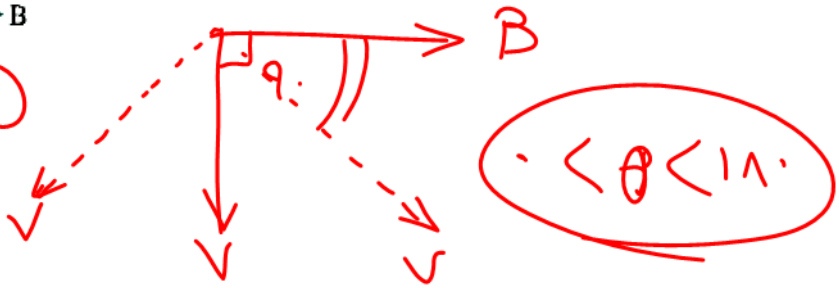
۲) $\vec{v}$ ↘

۳) $\vec{v}$ ↓

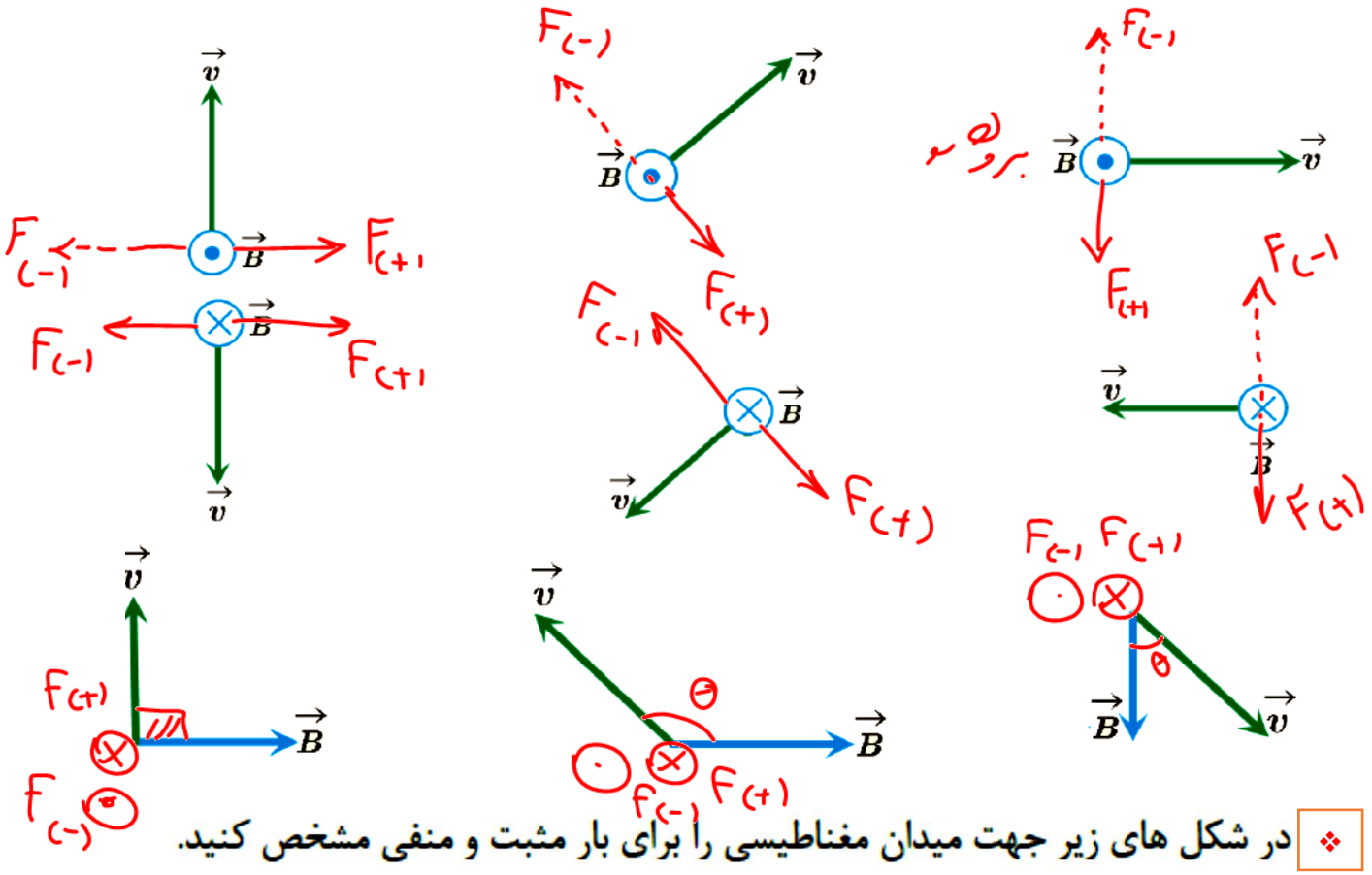
۴) گزینه‌های (۲) و (۳)



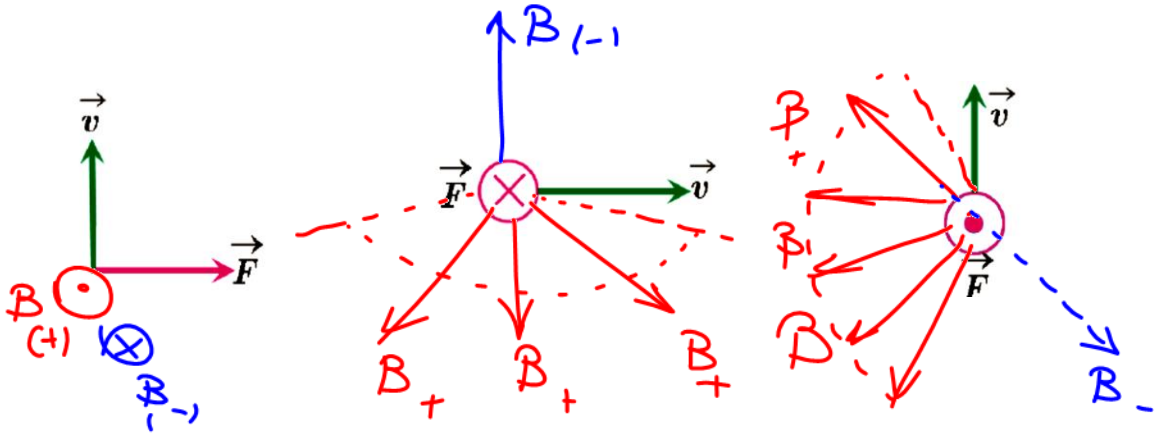




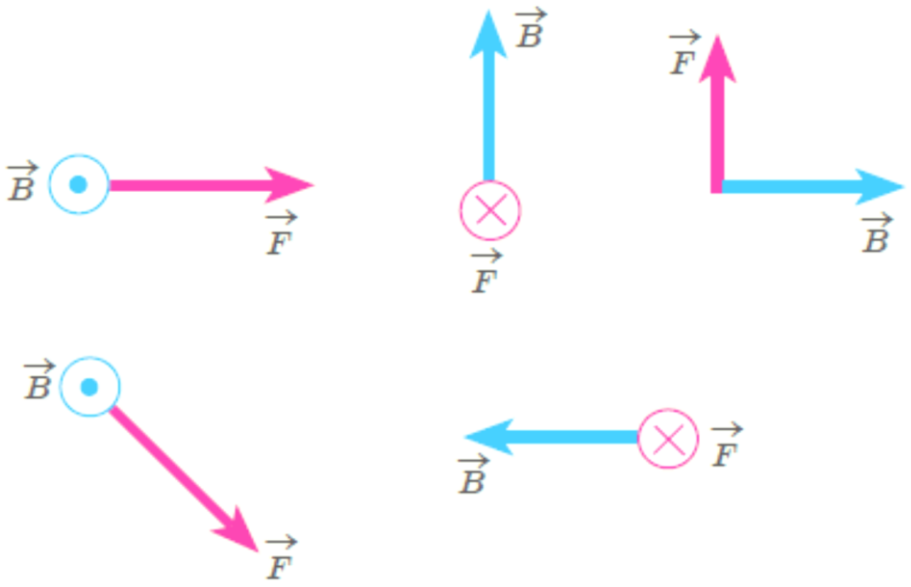
❖ در شکل های زیر جهت نیروی وارد بر بار مثبت و منفی را مشخص کنید.



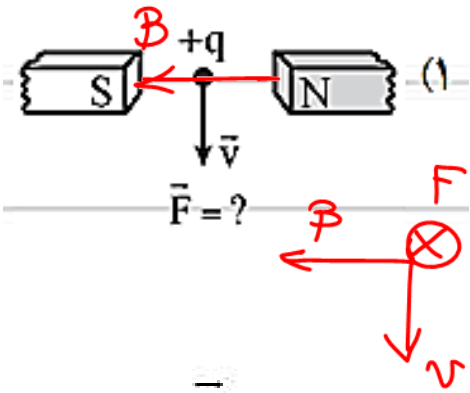
❖ در شکل های زیر جهت میدان مغناطیسی را برای بار مثبت و منفی مشخص کنید.

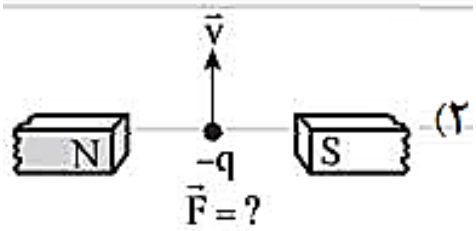


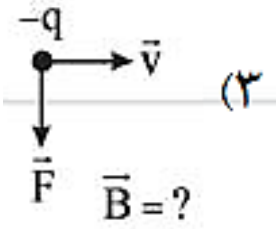
❖ در شکل های زیر جهت سرعت را برای بار مثبت و منفی مشخص کنید.

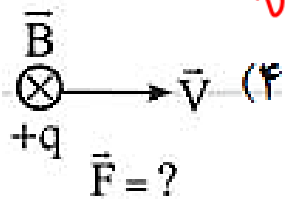


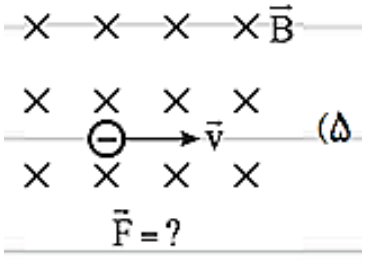
❖ جهت کمیت مجهول را تعیین کنید

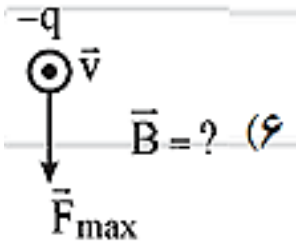
۱) 

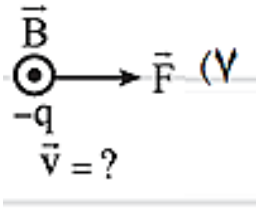
۲) 

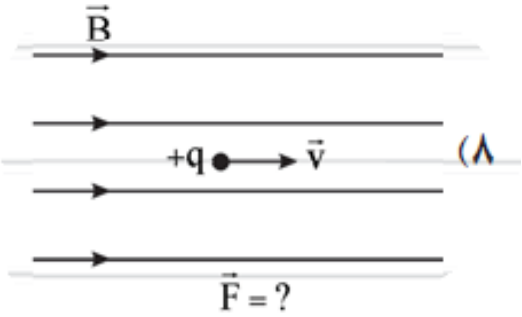
۳) 

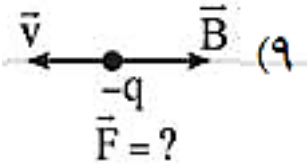
۴) 

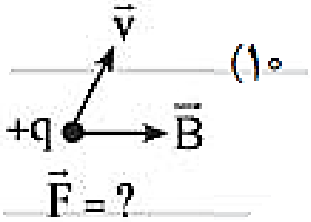
۵) 

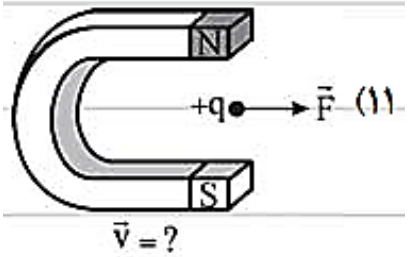
۶) 

۷) 

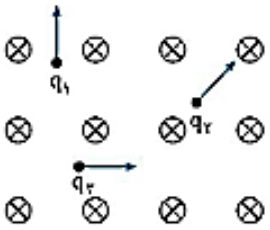
۸) 

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؟

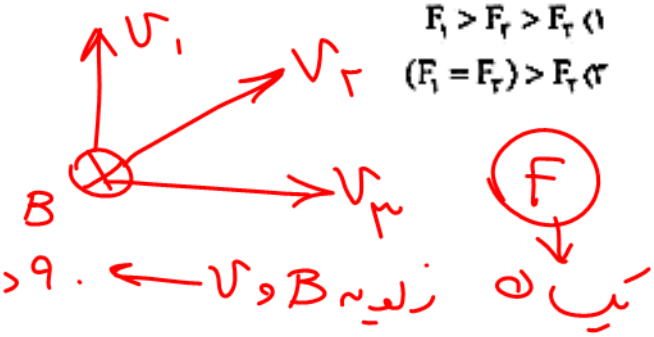


۱) $F_1 > F_2 > F_3$

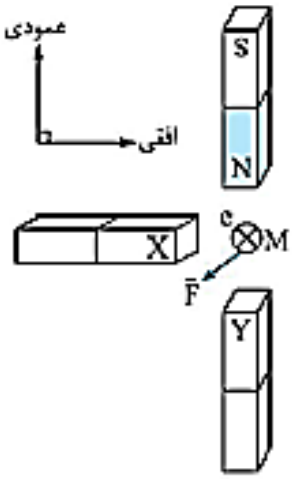
۲) $F_2 > F_1 > F_3$

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؟

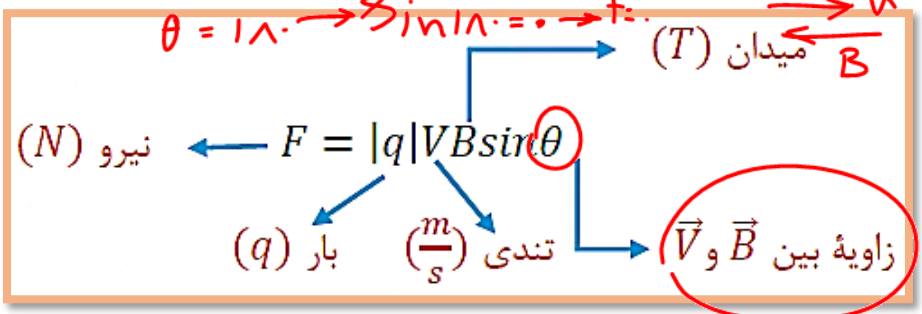
آ) در این فضا الزاماً میدان مغناطیسی وجود ندارد.

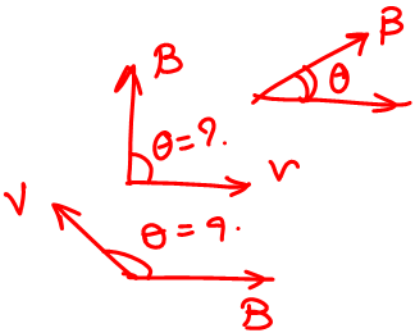
ب) ممکن است ذره ساکن بوده باشد.

پ) علامت بار ذره منفی است.

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

اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد به بارالکتریکی





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

$$B = \frac{|F|}{|q|V}$$

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

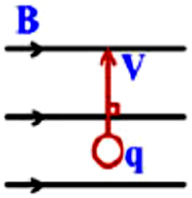
تسلا یکای بزرگی است و در برخی موارد از یکای قدیمی(غیر SI) و کوچک‌تری به نام گاوس (با نماد G) استفاده می‌کنند به طوری‌که داریم $1T=10^4G$. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در نزدیکی سطح زمین در قطب‌ها بیشترین (۰/۶۵ G) و در استوا کمترین (۰/۲۵ G) است. بزرگی میدان مغناطیسی در نزدیکی آهنرباهای میله‌ای کوچک حدود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

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

❖ یکای میدان مغناطیسی معادل کدام گزینه است؟

۱) $\frac{A.s^2}{kg}$ ۲) $\frac{kg}{A.s^2}$ ۳) $\frac{A.m}{kg}$ ۴) $\frac{kg.m}{A}$

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



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

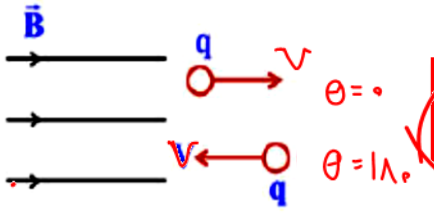
$\theta = 90^\circ$

$F = |q|vBS\sin\theta \rightarrow F \Leftarrow \sin\theta$

$F_{max} = |q|vBS\sin 90^\circ$ ($\sin 90^\circ = 1$)

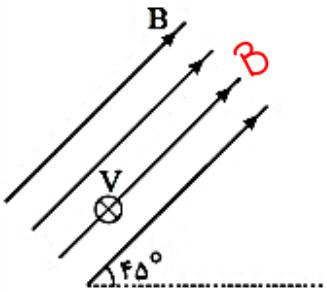
F max — $\sin\theta$ max

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



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

❖ در شکل مقابل، میدان مغناطیسی $B = 10^{2}\,G$ به طور یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار $q = -20\mu C$ را با سرعت $V = 10^{3}\frac{m}{s}$ عمود بر صفحه به طور درونسو پرتاب می‌کنیم. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در لحظه‌ی پرتاب کدام است؟



$B = 10^{2}G = 10^{2} \times 10^{-4} = 10^{-2}\,T$

$F = |q|vBS\sin\theta \rightarrow F = (20 \times 10^{-6})(10^{3})(10^{-2})\sin 90^\circ$

$F = 2 \times 10^{-8} \times 10^{4} = 2 \times 10^{-4}\,N$

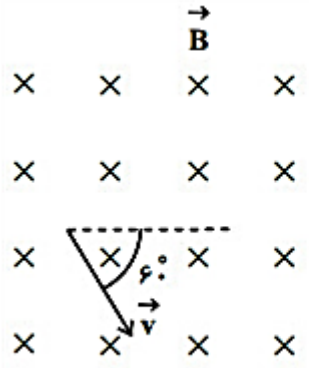
۱) $\sqrt{2} \times 10^{-4}\,N$ و

۲) $\sqrt{2} \times 10^{-4}\,N$ و

۳) $2 \times 10^{-4}\,N$ و

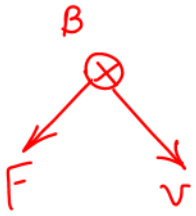
۴) $2 \times 10^{-4}\,N$ و ✓

❖ مطابق شکل مقابل، ذره‌ای با بار الکتریکی $-5\mu C$ با تندی $10^{4}\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $200\,G$ می‌شود. اندازهٔ نیروی وارد بر این ذره چند نیوتون و در چه جهتی است؟



۱) ۱۰، ↗
۲) ۰/۰۰۱، ↙ ✓
۳) ۱۰، ↙
۴) ۰/۰۰۱، ↗

$200\times10^{-4}=2\times10^{-2}\,T$



$F=|q|vBSin90^{\circ}$

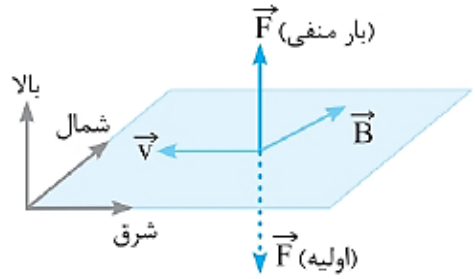
$F=(5\times10^{-6})(10^{4})(2\times10^{-2})$

$F=10^{-8}\times10^{5}$

$F=10^{-3}\,N=0/001\,N$

❖ در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت $0/04\,T$ 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



$F=|q|vBSin90^{\circ}$

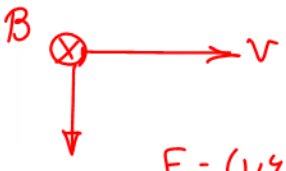
$F=(50\times10^{-6})(200)(0/04)$

$F=10^{-2}\times4\times10^{-2}$

$F=4\times10^{-4}\,N$

❖ الکترونی در نزدیکی سطح زمین به صورت افقی با تندی $۱۰\frac{km}{s}$ به سمت شرق در حال حرکت است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی زمین در محل حرکت این الکترون $۰/۴G$ باشد، اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد شده به این الکترون کدام است؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

۱) $۶/۴ \times ۱۰^{-۲۰} N$ - جنوب
۲) $۶/۴ \times ۱۰^{-۱۹} N$ - پایین
۳) $۶/۴ \times ۱۰^{-۲۰} N$ پایین
۴) $۶/۴ \times ۱۰^{-۱۹} N$ - جنوب

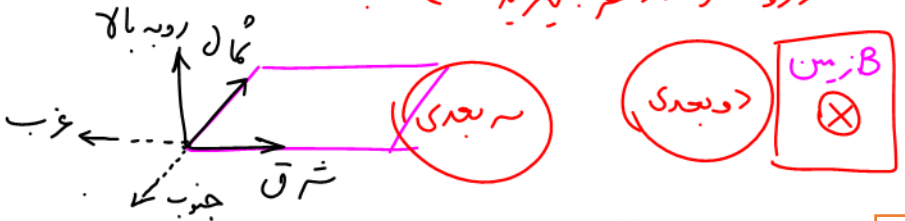


$۰/۴ \times ۱۰^{-۴}$ ، ۴×۱۰^{-۵}

$F = (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹})(۱۰ \times ۱۰^{۳})(۴ \times ۱۰^{-۵})$

$F = ۶/۴ \times ۱۰^{-۲۰} N$

توجه: میدان مغناطیسی زمین در صفحه دوبعدی درون‌سو در نظر گرفته می‌شود ← رو به شمال است



❖ 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 $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۴} N$ به سمت بالا به آن وارد می‌شود. اگر تندی حرکت الکترون برابر با $۲ \times ۱۰^{۵}\frac{m}{s}$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، بزرگی میدان مغناطیسی برحسب تسلا و جهت آن کدام است؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و از اثر نیروی وزن صرف‌نظر شود.)

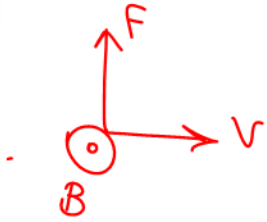
F

$\frac{F}{۴}$

$v = ۲ \times ۱۰^{۵}\frac{m}{s}$

B, v بر هم عمودند ← $\theta = ۹۰$

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



$F = |q|vB\sin۹۰$

$۱/۶ \times ۱۰^{-۱۴} = (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹})(۲ \times ۱۰^{۵}) \times B$

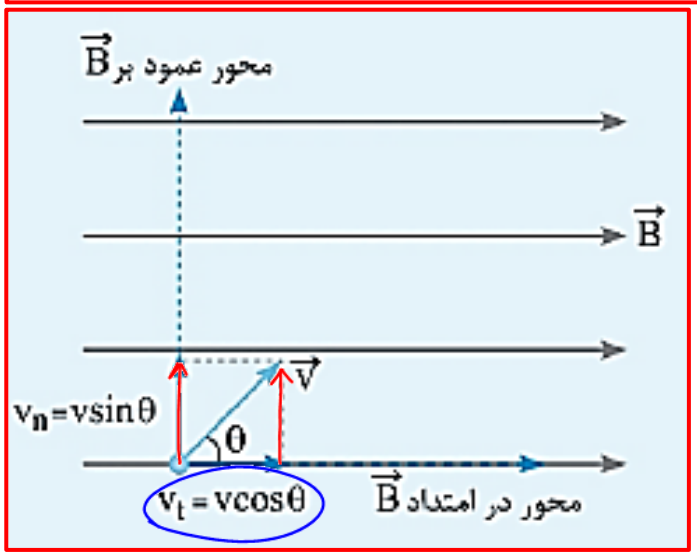
$۱ = ۲ \times B \rightarrow B = \frac{۱}{۲} = ۰/۵$

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



v در دو راستا تجزیه می‌شود

۱) راستای میدان

۲) راستای عمود بر میدان

$\cos\theta = \frac{v_x}{v}$ ، $v_t = v\cos\theta$

$\sin\theta = \frac{v_y}{v} \Rightarrow v_n = v\sin\theta$

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

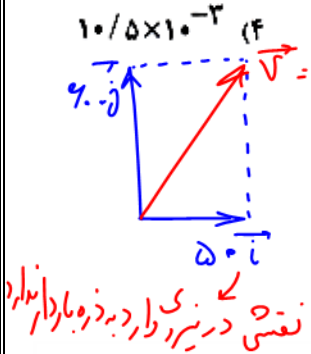
$\theta=0 \rightarrow F=0$ ، $\theta=90 \rightarrow F_{max}$

$F=|q|v_nB$ ، $v_n=v\sin\theta$

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

❖ ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-10\mu C$ با سرعت $\vec{v}=50\vec{i}+600\vec{j}$ (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) $10/5\times10^{-3}$



$\vec{B}=0/2\vec{i}$

$F=(10\times10^{-6})(0/2)(600)\sin90$

$F=12\times10^{-4}\ N$

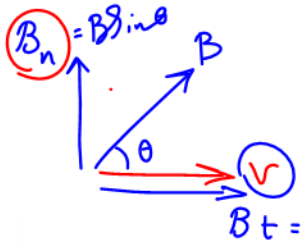
$F=1/2\times10^{-3}\ N$

❖ 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

$F=|q|vB\sin\theta \rightarrow F=(10\times10^{-6})(10^3)(0/6)=6\times10^{-3}\ N$

$6\times10^{-3}\ N=6\ mN$



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

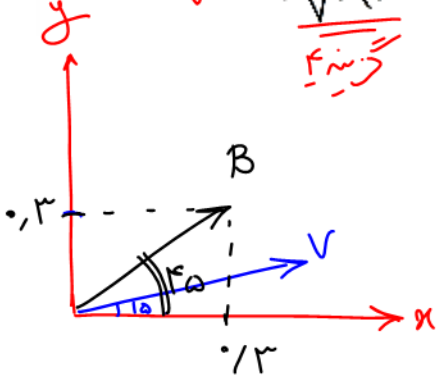
$F=6\ mN$

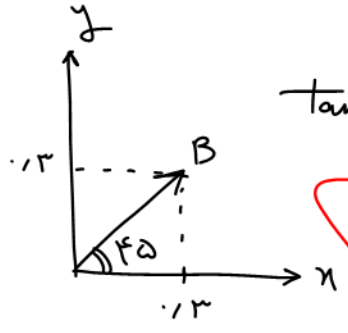
❖ بار الکتریکی نقطه‌ای، $q=+200\mu C$ با سرعت $10^2\ \frac{m}{s}$ در صفحه‌ی xoy در راستایی که با جهت مثبت محور x زاویه ی 15° می‌سازد، در حرکت است. بزرگی نیروی وارد بر این بار از طرف میدان مغناطیسی $\vec{B}=0/3\vec{i}+0/3\vec{j}$ (بر حسب واحد SI) چند میلی نیوتون است؟

۱) ۳ ۲) $3\sqrt{6}$ ۳) $6\sqrt{3}$ ۴) $4\sqrt{2}$

$B=\sqrt{0/3^2+0/3^2}=\sqrt{(0/3)^2(1+1)}=0/3\sqrt{2}\ T$

گزینه ۴





$\tan\theta=\frac{0/3}{0/3}=1 \rightarrow \theta=45$

$\vec{B}$ ، $\vec{V}$ زاویه $=45-15=30=\theta$

$F=|q|vB\sin30$

$F=(200\times10^{-6})(10^2)(0/3\sqrt{2})\frac{1}{2}$

$F=2\times10^{-2}\times3\times10^{-1}\sqrt{2}=$

$F=2\sqrt{2}\times10^{-3}=2\sqrt{2}\ mN$

❖ 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

رابطه سینوسی — $\theta = ۹۰$

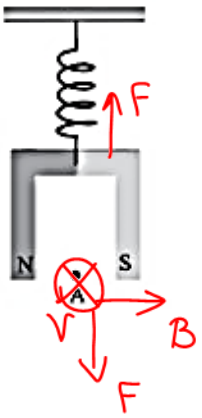
$F = |q| v B \sin\theta$ (F زیاد، v زیاد)

$\frac{F_۲}{F_۱} = \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| \times \frac{v_۲}{v_۱} \times \frac{B_۲}{B_۱} \times \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}$

$\frac{F_۲}{F_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \rightarrow \frac{F_۱ + ۴}{F_۱} = \frac{۱۱۰}{۱۰۰} \rightarrow \frac{F_۱ + ۴}{F_۱} = \frac{۱۱}{۱۰} \rightarrow ۱۰F_۱ + ۴۰ = ۱۱F_۱$

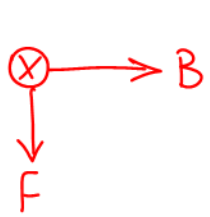
$F_۱ = ۴۰\,N$

❖ 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.

$F = |q| v B \sin\theta = (۵\times۱۰^{-۶})(۱۰^۶)(۵۰۰\times۱۰^{-۴}) = ۲۵\times۱۰^{-۲}\,N = ۰/۲۵\,N$



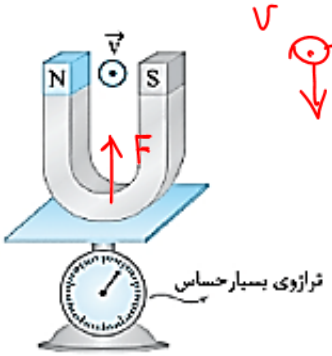
طبق قانون سوم نیوتون ذره باردار به آهنربا نیرو می‌دهد و به بالا جابه‌جا می‌کند

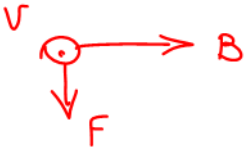
۱۰۰Cm	۲۵N
?=۱Cm	۰/۲۵N

نسبت

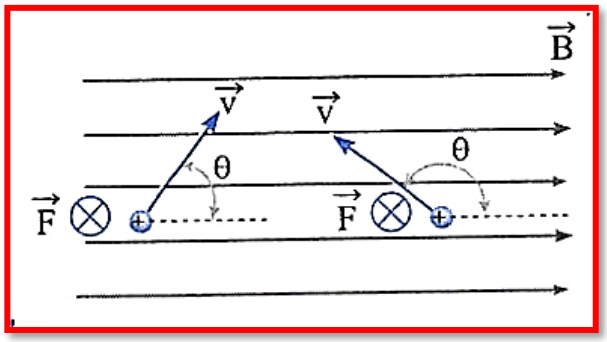
❖ ذرهٔ باردار منفی‌ای مطابق شکل با سرعت $\vec{v}$ در جهت نشان داده شده در حال حرکت از بین قطب‌های آهنرباست. نیروی وارد بر این ذره در کدام جهت است و با عبور ذره، عقربهٔ ترازو چگونه تغییر می‌کند؟

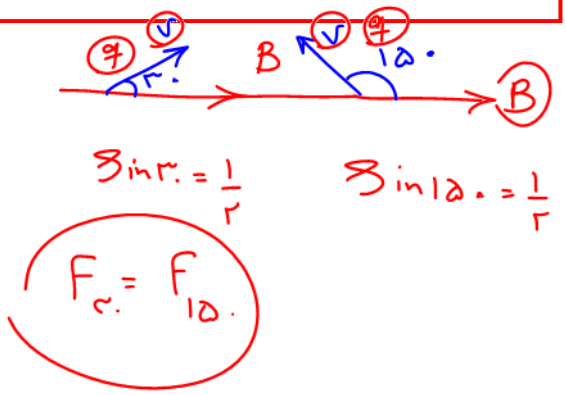
۱) بالا، کم‌تر نشان می‌دهد.
۲) بالا، بیشتر نشان می‌دهد.
۳) پایین، کم‌تر نشان می‌دهد.
۴) پایین، بیشتر نشان می‌دهد.



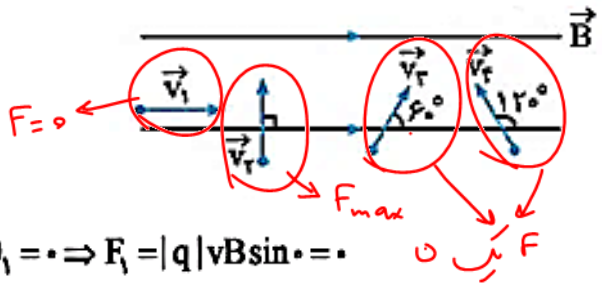


اگر دو ذره با تندی یکسان که زاویهٔ بردار سرعت ومیدان مغناطیسی مکمل دارند در یک میدان مغناطیسی پرتاب شوندنیروی یکسان به آن ها وارد می شودزیرا سینوس زاویه های مکمل، برابر هستند .





❖ 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:

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

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

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

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

$$F_2>F_3=F_4>F_1$$

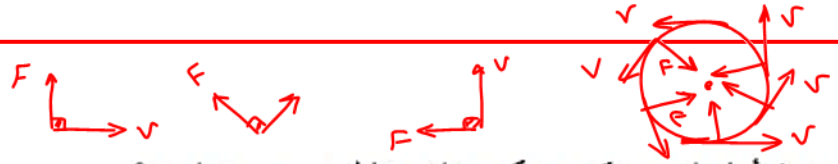
$$F_2>F_3=F_4>F_1=0$$

اگر نیروی وارد بریک ذره بادار بر سرعت آن عمود باشد:

۱)اندازهٔ سرعت آن تغییر نمی کند فقط جهت سرعت آن تغییر می کند و مسیر حرکتش به شکل دایره می شود.

۲)باثابت بودن سرعت طبق قضیهٔکار -انرژی جنبشی، تغییر انرژی جنبشی ودر نتیجه کار این نیرو روی ذرهٔ بار دار صفر است.

نمونه ای از این مورد نیروی مغناطیسی وارد به ذره بادار در حال حرکت در میدان مغناطیسی است.



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

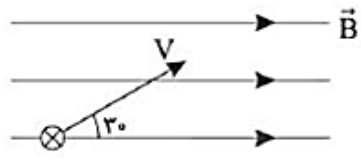
الف- راستای نیروی مغناطیسی وارد بر ذره بر راستای حرکت بار و خطوط میدان مغناطیسی عمود است.

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 $۲\mu C$ و جرم $۰/۵g/۵g$ با سرعت $۱۰^{۴}\frac{m}{s}$ مطابق شکل وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $۵۰۰G$ 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) $۱۰^{۴}$

۳) ۳×۱۰^{۴}

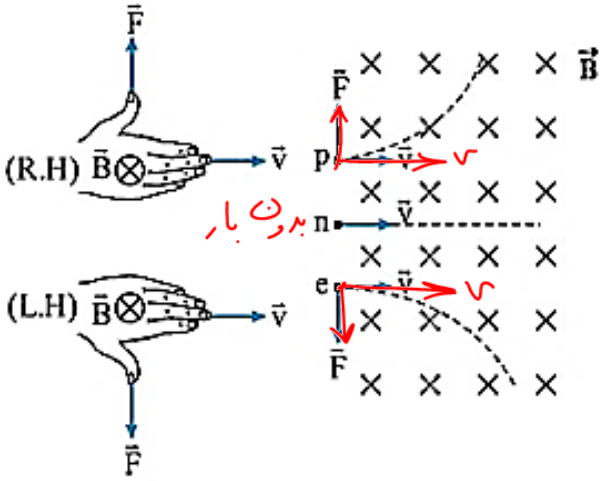
۴) ۴×۱۰^{۴}

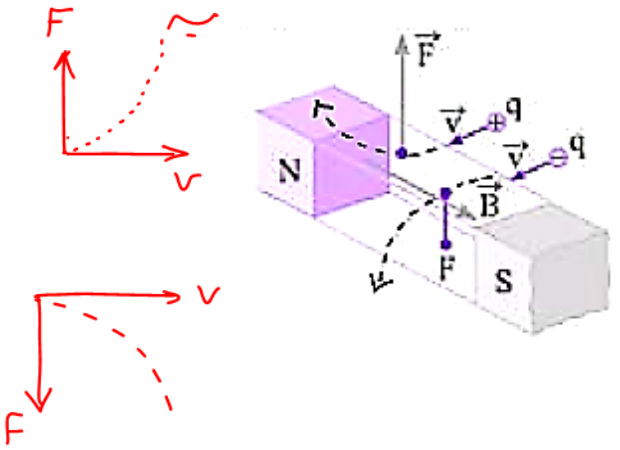
❖ پروتونی تحت زاویه‌ی ۹۰° نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۲۰mT$ حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $۳/۲\times۱۰^{-۱۶}N$ به آن وارد می‌شود، انرژی جنبشی الکترون تقریباً چند الکترون ولت است؟

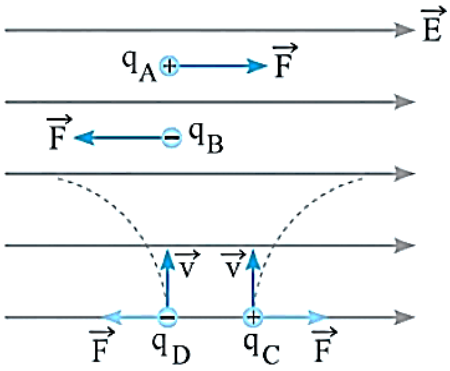
$(m_p = ۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\,kg \text{ و } e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C)$

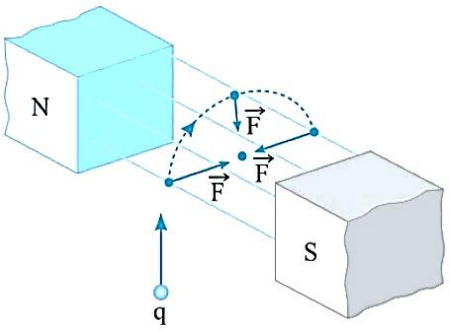
۱) ۵۳ ۲) ۱۸ ۳) ۳۳ ۴) ۲۴

مقایسهٔ نیروی وارد به بار الکتریکی درمیدان الکتریکی ومیدان مغناطیسی



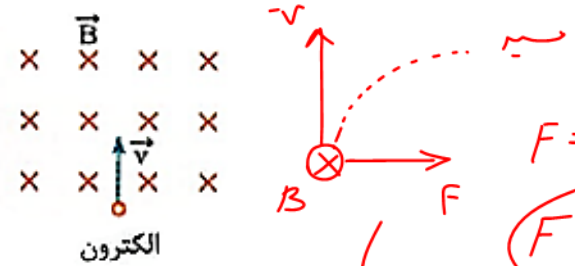






❖ در شکل زیر، الکترونی با بار الکتریکی $1/6\times10^{-19}C$ و با سرعت $2\times10^{6}\frac{m}{s}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۵۰۰G می‌شود.

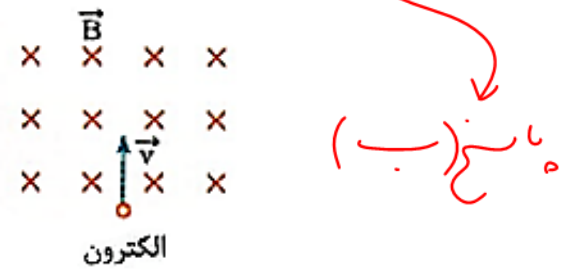
الف) بزرگی و جهت نیروی وارد بر بار را به دست آورید.



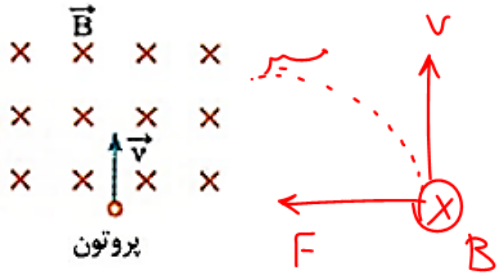
$F = |q|vB\sin\theta = 1,6\times10^{-19}\times2\times10^{6}\times500\times10^{-4}$

$F = 1,6\times10^{-14}\ N$

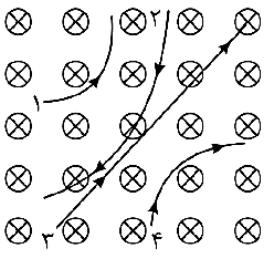
ب) مسیر تقریبی حرکت الکترون در میدان را روی شکل نشان دهید.

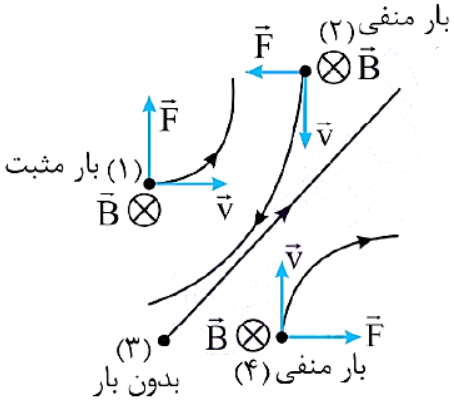


پ) اگر به جای الکترون، پروتون در این میدان حرکت کند، بزرگی و جهت نیرو چه تغییری خواهد کرد؟ مسیر حرکت پروتون را رسم کنید.



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

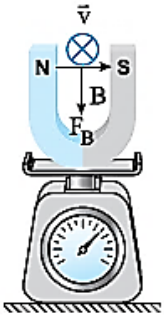




❖ مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $400\mu C$ و تندی $2\times10^5 m/s$ عمود بر صفحهٔ کاغذ و به طرف داخل، بین قطب‌های آهنربایی نعلی‌شکل پرتاب می‌شود. اگر در هنگام عبور ذره از میدان مغناطیسی یکنواخت بین قطب‌های آهنربا که بزرگی آن $10G$ است، عددی که ترازو نشان می‌دهد، ٪۲۰ تغییر کند، جرم آهنربا چند گرم است؟ $(g=10N/kg)$

۱) ۴۰ ۲) ۰/۰۰۸

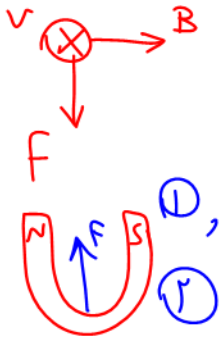
۳) ۸ ۴) ۰/۰۴



$F = 191VBSin\theta^\circ$

$F = (400\times10^{-6})(2\times10^5)(10\times10^{-4})$

$F = 8\times10^{-4}N$



① عدد ترازو $= mg$

② عدد ترازو $= mg - F$

$\frac{20}{100}mg = 8\times10^{-4}$

$\frac{2}{10}\times m\times10 = 8\times10^{-4}$

$m = 4\times10^{-4}kg$

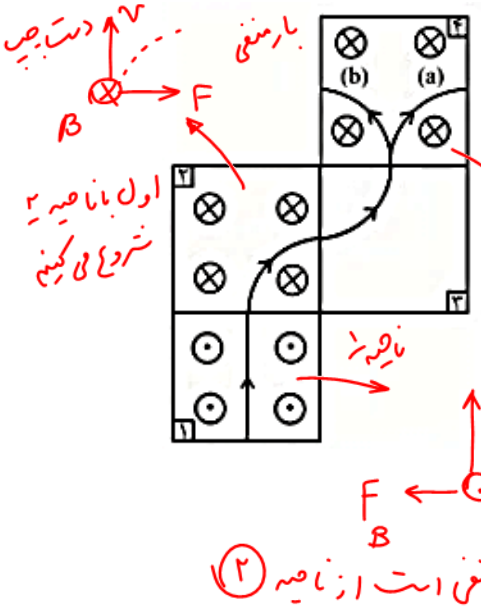
$m = 4\times10^{-1}g$

$m = 0.4g$

❖ شکل مقابل مسیر حرکت یک ذره باردار با جرم ناچیز را در ۴ ناحیه از فضا در یک صفحه افقی نشان می‌دهد. در هر کدام از این ناحیه‌ها میدان‌های مغناطیسی یکنواخت عمود بر صفحه کاغذ و رو به درون صفحه (⊗) یا رو به بیرون صفحه (⊙) وجود دارد. اگر در ناحیه (۱) میدان الکتریکی یکنواختی برقرار باشد جهت میدان الکتریکی در ناحیه (۱) و جهت حرکت ذره در ناحیه (۴) کدام است؟

۱) $a, \rightarrow$ ۲) $b, \rightarrow$

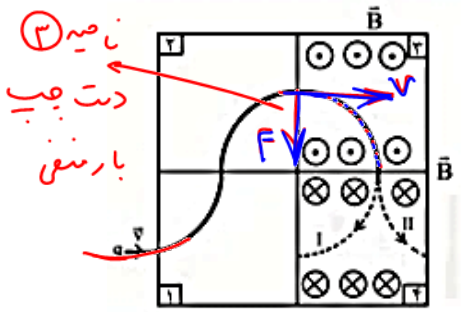
۳) $a, \leftarrow$ ۴) $b, \leftarrow$

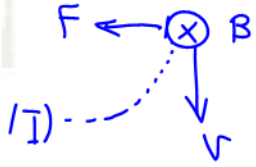


❖ مطابق شکل یک بار الکتریکی از چهار قسمت از فضا که در آنها میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو و برون‌سو برقرار است، عبور می‌کند. به ترتیب مسیر حرکت در قسمت (۴) کدام مسیر I یا II است و جهت میدان مغناطیسی در قسمت (۱) کدام است؟

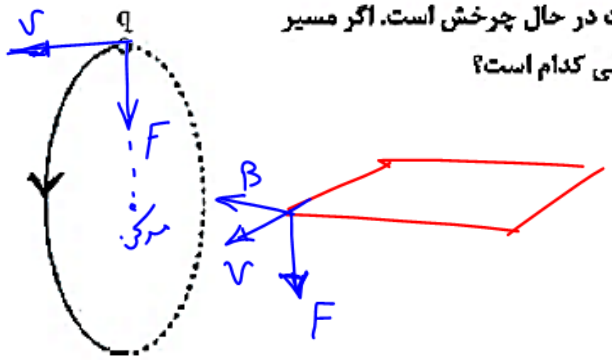
۱) ⊗ ،I ۲) ⊙ ،I

۳) ⊗ ،II ۴) ⊙ ،II





❖ بار الکتریکی $q<0$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت در حال چرخش است. اگر مسیر حرکت بار q مطابق شکل باشد، جهت میدان مغناطیسی کدام است؟



۱) →
۲) ←
۳) ⊙
۴) ⊗

❖ دو گلولهٔ کوچک مشابه با بارهای هم‌نام و غیریکسان را به طور عمودی و با تندی‌های $v_1 = 3\ m/s$ و $v_2 = 6\ m/s$ جداگانه وارد فضای یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌کنیم و اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر گلوله، F می‌شود. اگر دو گلوله را به هم تماس داده، سپس از هم جدا کنیم، هر یک از آن‌ها را با کدام تندی (برحسب متر بر ثانیه) به طور عمودی وارد میدان یادشده کنیم تا اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر دو گلوله دوباره F شود؟ (از اثر میدان بر خود گلوله چشم‌پوشی می‌کنیم.)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۴/۵

$F = |q| v B \sin\theta \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \frac{v_2}{v_1} \times \frac{B_2}{B_1}$

$\begin{cases} F = |q_1| v_1 B \\ F = |q_1| \times 3 B \\ F = |q_2| \times 6 B \end{cases}$

$1 = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \frac{6}{3} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \rightarrow |q_1| = 2|q_2|$

$q = \frac{|q_1| + |q_2|}{2} = \frac{2|q_2| + |q_2|}{2} = \frac{3|q_2|}{2}$

$F = \frac{3}{2}|q_2| v B \rightarrow |q_2| \times 4 \times B = \frac{3}{2}|q_2| v B \rightarrow v = 8\ m/s$

❖ باری به بزرگی $0/2\,C$ با سرعت $\vec{v}=6\vec{i}+8\vec{j}\ (m/s)$ وارد میدان یکنواختی به شدت $\vec{B}=2\vec{i}-2\vec{j}\ (T)$ می‌شود. اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد به این بار چند نیوتن است؟

۱) صفر ۲) ۴ ۳) ۰/۸ ۴) ۵/۶

$F=|q|VBSin\theta$ علامت منفی رو نمیشه

$F=q(v_xB_y-v_yB_x)$

$F_1=\frac{2}{10}\times6\times2Sin90=2/4N$ $F_2=\frac{2}{10}\times8\times2\times Sin90=3/2\,N$

$F_T=2/4+3/2=5/6N$

$F=\frac{2}{10}(6\times(-2)-8\times2)=\frac{2}{10}(-12-16)=-5/6N$ درسته

❖ باری به بزرگی q با سرعت $\vec{v}=v_x\vec{i}+v_y\vec{j}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $\vec{B}=B_x\vec{i}+B_y\vec{j}$ می‌شود. در چه صورتی اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر بار بیشینه است؟

۱) $B_xv_x-B_yv_y=0$ ۲) $B_xv_y-B_yv_x=0$ ۳) $B_xv_x+B_yv_y=0$ ۴) $B_xv_y+B_yv_x=0$

اگر $\vec{v}$ و $\vec{B}$ بر هم عمود باشند نیروی F_{max} بیشینه است.

$F=0$ F_{max}

v نیب $=\frac{v_y}{v_x}$ B نیب $=\frac{B_y}{B_x}$ $\rightarrow \frac{v_y}{v_x}=-\frac{B_x}{B_y}\Rightarrow B_yv_y=-B_xv_x$

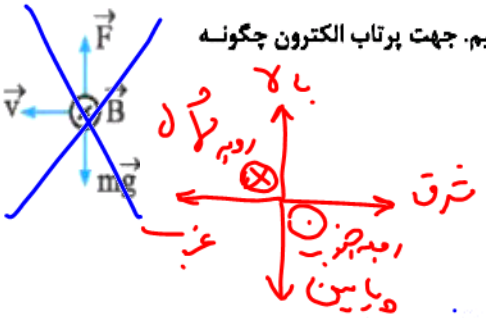
$B_yv_y+B_xv_y=0$

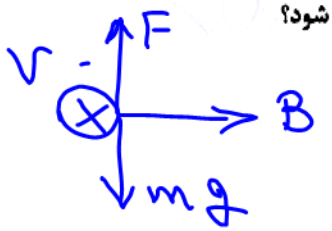
❖ چنان‌چه بار به بزرگی q با سرعت $\vec{v}=-100\vec{i}+400\vec{j}\ (m/s)$ وارد میدانی به شدت $\vec{B}=0/2\vec{i}+B_y\vec{j}\ (T)$ شود و تنها تحت اثر این میدان قرار داشته باشد، B_y چه‌قدر باشد تا مسیر ذره در میدان تغییر نکند؟

۱) $-0/8$ ۲) $+0/8$ ۳) $-0/05$ ۴) $+0/05$

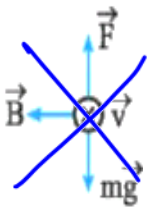
$F=0$ $\rightarrow$ B و v موازن $\rightarrow$ B نیب $=v$ نیب $\Rightarrow \frac{B_y}{0/2}=\frac{400}{-100}=-4\Rightarrow B_y=-0/8$

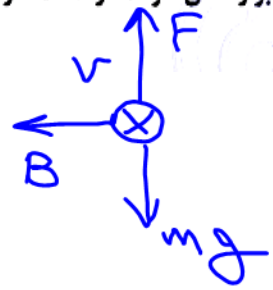
❖ ذره‌ای با بار منفی را در میدان مغناطیسی زمین، به‌صورت افقی در راستای غرب به شرق پرتاب می‌کنیم. جهت پرتاب الکترون چگونه باشد تا نیروی وزن توسط نیروی مغناطیسی خنثی شود؟





❖ ذره‌ای با بار مثبت را به‌صورت افقی و به سمت شمال پرتاب می‌کنیم. میدان مغناطیسی که عمود بر راستای حرکت ذره است، در کدام جهت باشد تا ذره در اثر نیروی وزن، از مسیر خود منحرف نشود؟



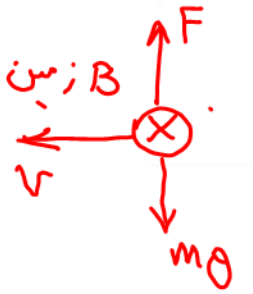


❖ الکترونی به جرم m را با سرعت v در میدان مغناطیسی زمین به صورت افقی پرتاب می‌کنیم. اگر میدان مغناطیسی زمین در صفحه‌ای افقی و رو به سمت شمال باشد، چه تعداد از جهت‌های مطرح شده زیر می‌تواند جهت پرتاب الکترون باشد تا این الکترون بدون انحراف بر مسیری مستقیم و افقی به حرکت خود ادامه دهد؟

الف) شرق ب) شمال شرق پ) شمال غرب ت) غرب

ث) جنوب غرب

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴



❖ یک پروتون و یک ذرهٔ α با انرژی جنبشی مساوی به ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی به بزرگی B وارد می‌شوند و در مسیر دایره‌ای که بر میدان مغناطیسی عمود است، حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد این دو ذره درست است؟ (جرم ذرهٔ α، ۴ برابر جرم پروتون و بار ذرهٔ α، ۲ برابر بار پروتون است.)

۱) سرعت ذرهٔ α، ۲ برابر سرعت پروتون است.

۲) شتاب پروتون، ۴ برابر شتاب ذرهٔ α است.

۳) نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ α، ۲ برابر نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون است.

۴) نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون، ۲ برابر نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ α است.

$K_\alpha = K_p \rightarrow \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2} m_p v_p^2$

$4 m_p v_\alpha^2 = m_p v_p^2$

$2 v_\alpha = v_p$

$F = |q| v B \sin\theta \rightarrow \frac{F_\alpha}{F_p} = \left|\frac{q_\alpha}{q_p}\right| \times \frac{v_\alpha}{v_p} \times \frac{B}{B}$

$\frac{F_\alpha}{F_p} = 2 \times \frac{v_\alpha}{2 v_\alpha} = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow F_\alpha = F_p$

$F = ma \rightarrow \frac{F_\alpha}{F_p} = \frac{m_\alpha}{m_p} \times \frac{q_\alpha}{q_p} \Rightarrow 1 = 4 \times \frac{q_\alpha}{q_p} \Rightarrow q_p = 4 q_\alpha$

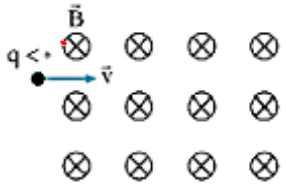
❖ مطابق شکل ذره‌ای باردار با بار منفی و سرعت $\vec{v}$ وارد ناحیه‌ای از فضا می‌شود که در آن میدان مغناطیسی عمود بر بردار سرعت وجود دارد. کدام مورد دربارهٔ حرکت ذرهٔ باردار نادرست است؟ (تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی مغناطیسی است.)

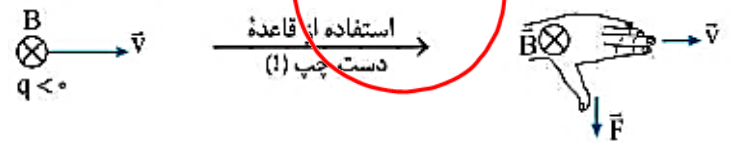
۱) تندی ذره ثابت باقی می‌ماند. (درست)

۲) حرکت ذره شتابدار خواهد بود. (درست)

۳) کار نیروی مغناطیسی در هر بازهٔ زمانی برابر صفر است. (درست)

۴) ذره در لحظهٔ ورود به میدان مغناطیسی به سمت بالا منحرف می‌شود. (نادرست)





❖ پروتونی با تندی $v = 10^6\ m/s$ در راستایی که با خطوط میدان زاویهٔ 30° می‌سازد، وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 200\ G$ می‌شود. کار انجام‌شده توسط نیروی مغناطیسی روی پروتون در جابه‌جایی $1\ m$ چند ژول است؟ (بار پروتون $1/6\times10^{-19}\ C$ است.)

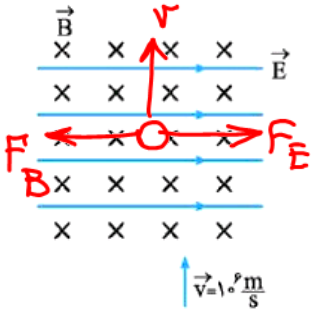
۱) $1/6\times10^{-15}$ ۲) $1/6\times10^{-13}$ ۳) $1/6\times10^{-11}$ ۴) صفر

v ثابت $\rightarrow K$ ثابت $\rightarrow \Delta K = W$ (هم)

ΔK صفر، W صفر

❖ یک ذرهٔ باردار با سرعتی به بزرگی v_0 عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت وارد میدان شده و با سرعتی به بزرگی v از آن خارج می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر بر ذره نیروی مغناطیسی باشد، کدام گزینه صحیح است؟

۱) $v = v_0$ ۲) $v > v_0$ ۳) $v < v_0$ ۴) بسته به شرایط هر سه گزینه صحیح است.



❖ مطابق شکل میدان الکتریکی و یکنواخت $\vec{E}$ به سمت راست و میدان مغناطیسی و یکنواخت $\vec{B}$ به‌صورت درون‌سو می‌باشد. اگر بار $q = +2\mu C$ را مطابق شکل با سرعت $10^6\ \frac{m}{s}$ پرتاب کنیم، نیروی وارد بر بار چند نیوتون است؟ $(B = 0/02T\ ,\ E = 10^4\ \frac{N}{C})$

نکته: در میدان الکتریکی به بار مثبت نیروی الکتریکی در جهت میدان و به بار منفی نیروی الکتریکی خلاف جهت میدان وارد می‌شود

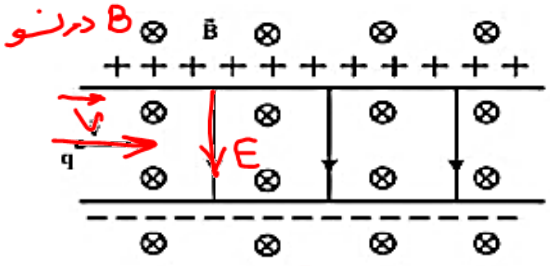
$F_E = |q|E = 2\times10^{-6}\times10^4 = 2\times10^{-2}\ N$

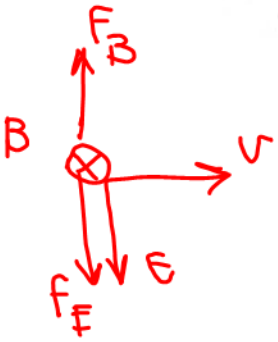
$F_B = |q|vB\sin\theta = 2\times10^{-6}\times10^6\times2\times10^{-2} = 4\times10^{-2}\ N$

$F_T = (4\times10^{-2}) - (2\times10^{-2}) = 2\times10^{-2}\ N$ (F_B درجهت)

❖ مطابق شکل زیر، ذره‌ای به بار $q = ۲\mu C$ با جرم ناچیز با تندی $V = ۲\times۱۰^{۴}\frac{m}{s}$ در جهت نشان داده شده که عمود بر میدان‌های یکنواخت $B = ۰/۰۲T$ و $E = ۵۰۰\frac{N}{C}$ است، وارد فضای این میدان‌ها می‌شود. نیروی خالص وارد بر ذره در لحظه‌ی ورود به میدان‌ها چند نیوتون است؟

۱) صفر ۲) ۳×۱۰^{-۴} ۳) ۲×۱۰^{-۴} ۴) $۱/۸\times۱۰^{-۳}$



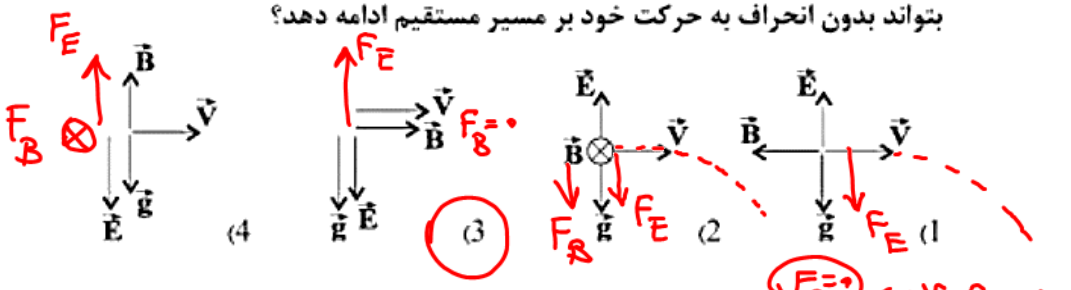


$F_E = |q|E = ۲\times۱۰^{-۶}\times۵۰۰ = ۱۰^{-۳}N$

$F_B = |q|VB\sin۹۰^\circ = ۲\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{۴}\times۲\times۱۰^{-۲} = ۸\times۱۰^{-۴} = ۰/۸\times۱۰^{-۳}N$

$F_T = ۱۰^{-۳} - ۰/۸\times۱۰^{-۳} = ۰/۲\times۱۰^{-۳} = ۲\times۱۰^{-۴}N$

❖ ذره‌ای به جرم m و بار الکتریکی $q<0$ در میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی یکنواخت در راستای افق و به سمت راست پرتاب می‌شود. وضعیت بردارهای میدان الکتریکی، مغناطیسی و شتاب گرانش مطابق کدام گزینه می‌تواند باشد تا ذره بتواند بدون انحراف به حرکت خود بر مسیر مستقیم ادامه دهد؟



۱) $F_B=۰$ ⇐ V,B ثابت

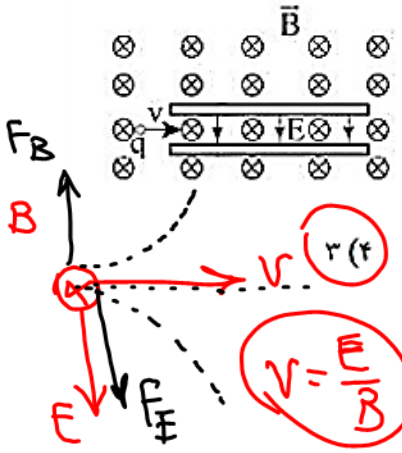
❖ ذرهٔ باردار مثبت با جرم ناچیز و با سرعت v در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با بزرگی‌های E و B و جهت‌های نشان داده شده وجود دارند. چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

الف- اگر $v = \frac{E}{B}$ باشد، جهت حرکت ذره به‌صورت → است.

ب- اگر $v > \frac{E}{B}$ باشد، جهت حرکت ذره به‌صورت ↗ است.

ج- اگر $v < \frac{E}{B}$ باشد، جهت حرکت ذره به‌صورت ↘ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲

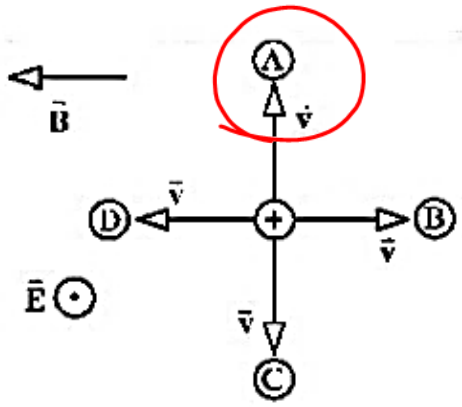


$F_E = F_B$ ← $|q|E = |q|VB$ ← $V = \frac{E}{B}$

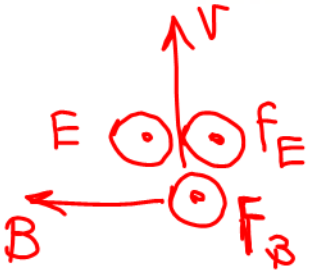
$F_E > F_B$ ← $|q|E > |q|VB$ ← $E > VB$ ← $\frac{E}{B} > V$

$F_E < F_B$ ← $|q|E < |q|VB$ ← $E < VB$ ← $\frac{E}{B} < V$

❖ مطابق شکل زیر، دو میدان یکنواخت الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم در یک محیط قرار دارند، ذرهای با بار الکتریکی مثبت در آن فضا با سرعت $\vec{V}$ به کدام جهت حرکت کند، تا بزرگی نیروی خالص وارد بر آن بیشینه شود؟ (اثر وزن ذره ناچیز است.)



۱) A ✓
۲) B
۳) C
۴) D



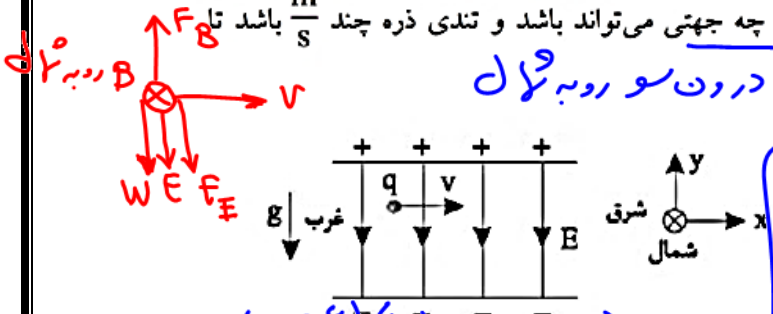
❖ مطابق شکل زیر، الکترونی (یا مثبت) با تندی $۲ \times ۱۰^{۵} \frac{m}{s}$ به داخل فضای بین دو صفحهی باردار موازی عمود بر صفحه رو به شمال شلیک شده است و به علت وجود یک میدان مغناطیسی به اندازهی $۲mT$ بدون انحراف از این فضا عبور کرده است. اگر فاصلهی بین دو صفحه برابر $۲۰mm$ باشد، بیشترین اختلاف پتانسیل دو سر باتری آرمانی چند ولت است؟ (تاثیر میدان مغناطیسی زمین و نیروی گرانشی وارد بر الکترون ناچیز فرض شده است.)

۱) ۸
۲) ۴
۳) ۰/۸
۴) ۰/۴

$F_E = F_B \rightarrow qE = qvB$

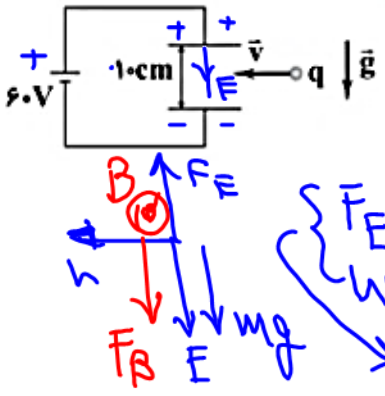
$E = vB \Rightarrow \frac{\varepsilon}{d} = vB \Rightarrow \frac{\varepsilon}{۲۰\times۱۰^{-۳}} = ۲\times۱۰^{۵} \times ۲\times۱۰^{-۳} \Rightarrow \varepsilon = ۸۰۰V$

❖ ذرهٔ بارداری با بار مثبت $1\mu C$ و جرم ۹میلی گرم مطابق شکل با سرعت v در امتداد افقی (محور x ها) وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ در امتداد قائم رو به پایین و میدان مغناطیسی $\vec{B}$ وجود دارد. اندازهٔ این میدان‌ها برابر $E = ۴۵۰\frac{N}{C}$ و $B = ۰/۱۸T$ است. میدان مغناطیسی در چه جهتی می‌تواند باشد و تندی ذره چند $\frac{m}{s}$ باشد تا ذره در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



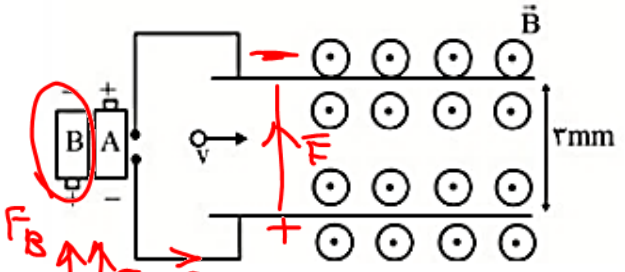
۱) شمال - ۳۰۰۰
۲) جنوب - ۳۰۰۰
۳) شمال - ۶۰۰۰
۴) جنوب - ۶۰۰۰

❖ مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۲mC$ و جرم $۲۰g$ با تندی $۱۰۰۰\frac{m}{s}$ در جهت نشان داده‌شده، عمود بر خطوط یک میدان الکتریکی یکنواخت پرتاب می‌شود. جهت و اندازه ی میدان مغناطیسی یکنواختی (برحسب تسلا) که می‌تواند مسیر ذره را در همان جهت و افقی نگه دارد، کدام است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

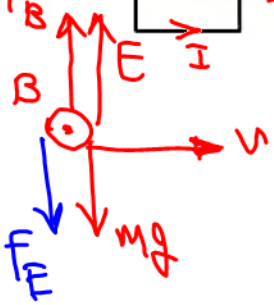


۱) ۰/۵ - به سمت راست
۲) ۰/۲۵ - به سمت راست
۳) ۰/۲۵ - عمود بر صفحه‌ی کاغذ به سمت بیرون صفحه
۴) ۰/۵ - عمود بر صفحه‌ی کاغذ به سمت بیرون صفحه

❖ در شکل زیر از کدام باتری آرمانی و با چه نیروی محرکه‌ای برحسب ولت استفاده کنیم، تا اگر ذره‌ای با بار الکتریکی $-۱۰\mu C$ و جرم ۱ گرم با تندی $۵۰\frac{m}{s}$ و به صورت افقی در جهت نشان داده شده وارد میدان مغناطیسی یک‌نواختی به بزرگی $۳۶\,T$ شود، بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



۱) باتری A، ۰/۸ ۲) باتری B، ۰/۸
۳) باتری A، ۲/۴ ۴) باتری B، ۲/۴



$F_B = |q|vB = ۱۰\times۱۰^{-۶}\times۵۰\times۳۶ = ۱۰^{-۴}\times۱۸۰ = ۱۸\times۱۰^{-۳}\,N$

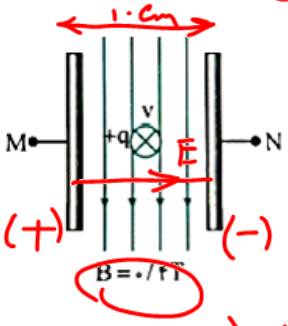
$W = mg = ۱۰^{-۳}\times۱۰ = ۱۰\times۱۰^{-۳}\,N$

$F_E = ۸\times۱۰^{-۳}\,N \Rightarrow F_E = |q|E \rightarrow ۸\times۱۰^{-۳} = ۱۰\times۱۰^{-۶}\times E$

$E = \frac{۸\times۱۰^{-۳}}{۱۰\times۱۰^{-۶}} = ۸\times۱۰^{۲}\,N/C$

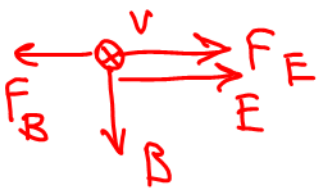
$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow ۸\times۱۰^{۲} = \frac{\Delta V}{۳\times۱۰^{-۲}} \Rightarrow \Delta V = ۲۴\times۱۰^{۱} = ۲۴۰\,V$

❖ در شکل روبه‌رو دو صفحهٔ رسانای بزرگ متصل به یک اختلاف پتانسیل در فاصلهٔ $۱۰cm$ از هم قرار دارند، ذره‌ای با بار مثبت q با سرعت $۲۰۰۰m/s$ درونسو بین دو صفحه شلیک می‌شود و در اثر میدان مغناطیسی یکنواخت پایین‌سو، ذره در مسیر مستقیم به حرکتش ادامه می‌دهد. اختلاف پتانسیل $V_N - V_M$ چند ولت است؟



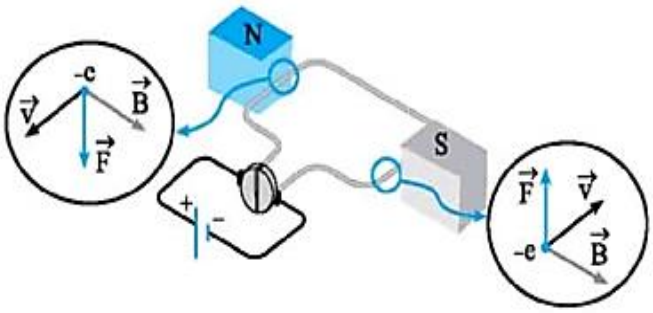
۱) ۸۰ ۲) -۸۰ ۳) ۱۲۰ ۴) -۱۲۰

عدد منفی



$F_B = F_E \rightarrow |q|vB = |q|E \rightarrow ۲۰۰۰\times۰/۴ = E$

$E = ۸۰۰\,N/C \rightarrow E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow ۸۰۰ = \frac{\Delta V}{۰/۱} \Rightarrow \Delta V = ۸۰$ (۳)

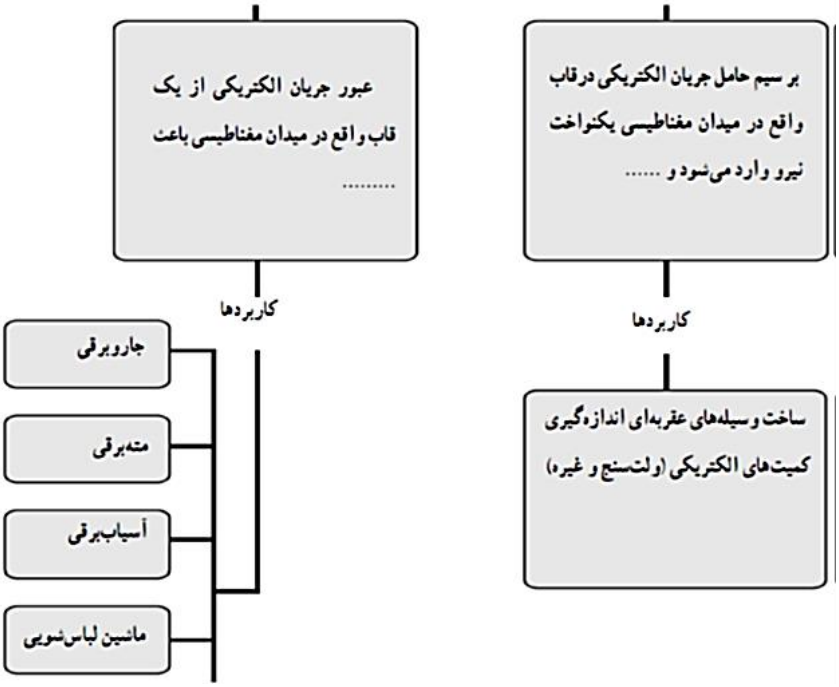


نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

سوال: چه چیز باعث می شود یک موتور الکتریکی کار کند؟

در هر موتور الکتریکی، سیم هایی وجود دارند که حامل جریان اند)یعنی بارهای الکتریکی در آنها درحرکت اند(و آهنربا هایی نیز وجود دارند که بر بارهای متحرک نیرو وارد می کنند. از این رو، بر هر سیم حامل جریان، نیروی مغناطیسی وارد می شود و این نیروها حلقه را می چرخاند.

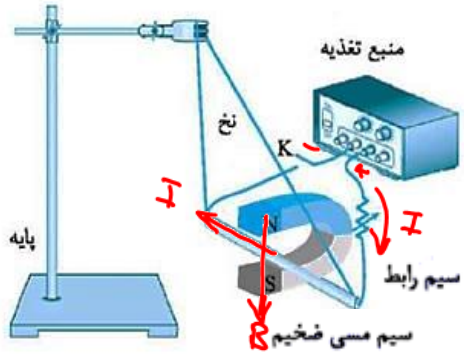
طرحی ساده از یک موتور الکتریکی. نیروی مغناطیسی F وارد برالکترون هایی که با سرعت سوق V درون رسانا حرکت می کنند حلقه را می چرخاند.



آزمایش: برای مشاهدهٔ نیروی وارد بر سیم حامل جریان، باید قطعه سیم حامل جریان را مطابق آزمایش زیر، در یک میدان مغناطیسی قرار دهیم.

وسیله‌های مورد نیاز: سیم مسی ضخیم، آهنربای نعلی‌شکل قوی، منبع تغذیه (مولد)، سیم رابط، پایه و گیره، نخ و مقاومت متغیر (رئوستا)

شرح آزمایش



۱) مطابق شکل مداری را آماده کنید و با تنظیم مقاومت رئوستا، جریان مناسبی در مدار برقرار کنید.

۲) ولتاژ منبع تغذیه را روی ۳ ولت تنظیم کنید.

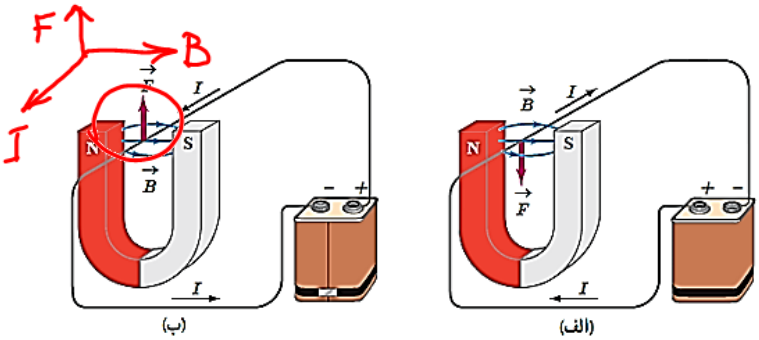
۳) کلید را وصل کنید تا جریان از سیم مسی عبور کند.

۴) مشاهده خواهید کرد که سیم مسی حرکت می‌کند.

۵) با تغییر ولتاژ منبع تغذیه و یا مقاومت رئوستا آزمایش را تکرار کنید. مشاهده خواهید کرد، اگر ولتاژ کاهش یابد، پس از وصل کلید، سیم مسی با شدت کم‌تری پرتاب می‌شود.

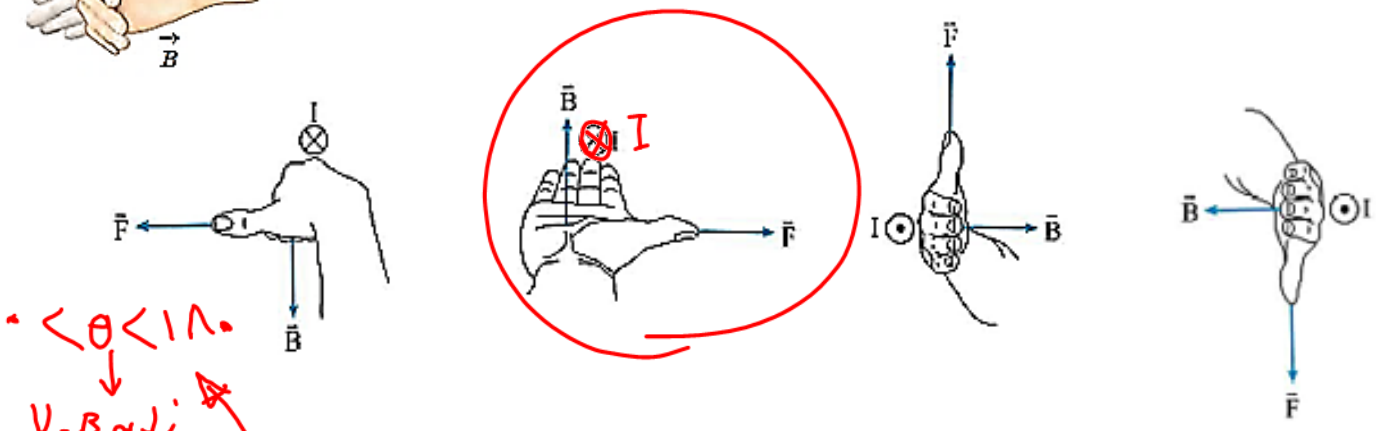
۶) اگر آهنربا را قوی‌تر انتخاب کنید، مشاهده خواهید کرد، سیم مسی با شدت بیش‌تری پرتاب می‌شود.

۷) اگر محل قطب‌های آهنربا و یا مثبت و منفی باتری را عوض کنید، مشاهده خواهید کرد، جهت حرکت سیم مسی بر عکس می‌شود.



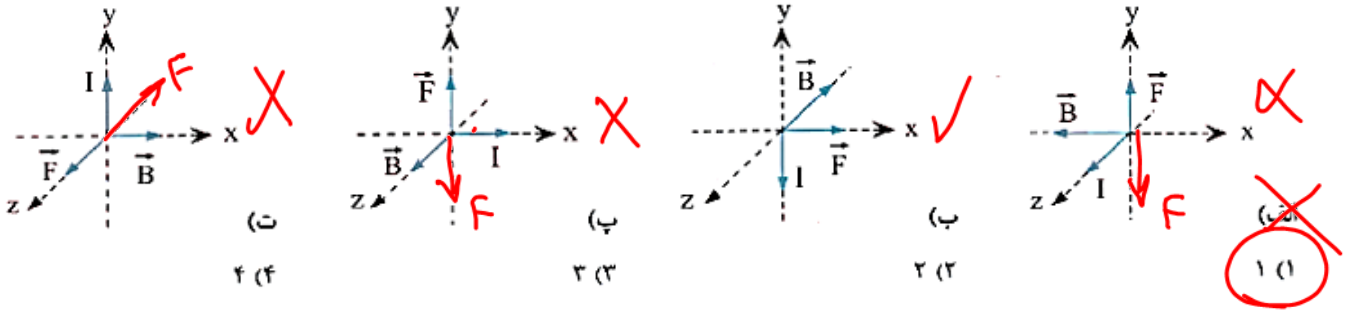
اورستد (فیزیک دان دانمارکی) با انجام آزمایش هایی شبیه آزمایش فوق و اندازه گیری نیرویی که بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی وارد می شود، نشان داد:

نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می شود، بر راستای سیم و نیزبر راستای میدان مغناطیسی عمود است. جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را می توان با استفاده از قاعدهٔ دست راست تعیین کرد.



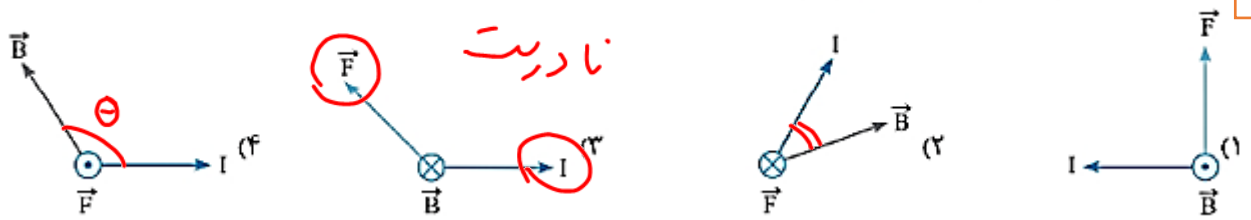
نیروی مغناطیسی بر راستای سیم و راستای میدان مغناطیسی عمود است ولی سیم و میدان هر زاویه‌ای می‌توانند با هم داشته باشند.

❖ چه تعداد از شکل‌های زیر، جهت نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ وارد بر سیم حامل جریان I در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ را درست نشان می‌دهد؟



۴) ۴ ۳) ۳ ۲) ۲ ۱) ۱

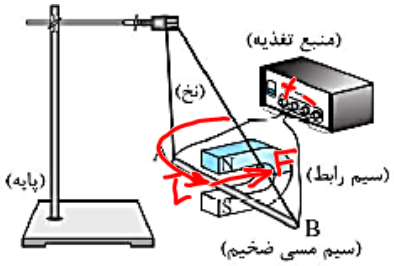
❖ جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در کدام گزینه نادرست است؟



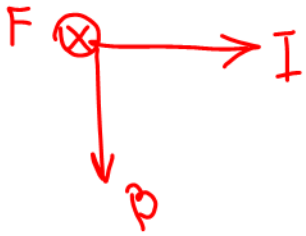
نادرست

نکته: $\vec{F}$ بر سیم عمود است
$\vec{F}$ بر میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) عمود است

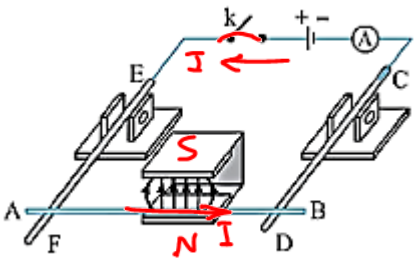
❖ در شکل مقابل، اگر منبع تغذیه را روشن کنیم، میلهٔ AB به کدام سمت حرکت می‌کند؟



۱) به سمت داخل دهانهٔ آهن‌ربا
۲) به سمت بیرون از دهانهٔ آهن‌ربا
۳) به طرف بالا (قطب N آهن‌ربا)
۴) به طرف پایین (قطب S آهن‌ربا)

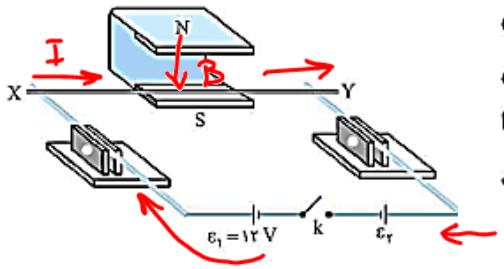


❖ دو میلهٔ رسانای CD و EF که در مداری شامل مولد، آمپرسنج و کلید قطع و وصل است، توسط دو گیرهٔ عایق به صورت افقی نگه داشته شده‌اند و میلهٔ رسانای AB که از بین قطب‌های یک آهنربای Uشکل عبور کرده روی دو میلهٔ افقی CD و EF تکیه دارد. اگر کلید k را وصل کنیم، میلهٔ AB چگونه حرکت می‌کند؟ (ریاضی خارج ۹۴)

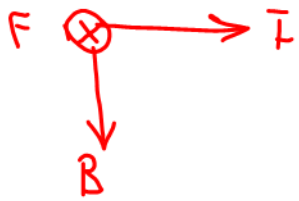


۱) به سمت بیرون آهنربا می‌لغزد.
۲) به سمت داخل آهنربا می‌لغزد.
۳) به سمت بالا پرتاب می‌شود.
۴) به تکیه‌گاه فشرده می‌شود.

❖ در مدار روبه‌رو، میله‌های دو طرف (چپ و راست) رسانا بوده و روی گیره‌های عایق به شکل افقی ثابت شده‌اند. میلهٔ رسانا و افقی XY که از بین دو قطب آهن‌ربای U شکل می‌گذرد، روی میله‌های دو طرف تکیه دارد. با بستن کلید k، میلهٔ XY کمی به درون آهن‌ربا می‌لغزد. کدام گزینه می‌تواند نشان‌دهندهٔ بزرگی ε_2 برحسب ولت باشد؟



۱) ۸
۲) ۱۶
۳) ۹
۴) گزینه‌های (۱) و (۳)



$\Rightarrow \varepsilon_1 > \varepsilon_2$

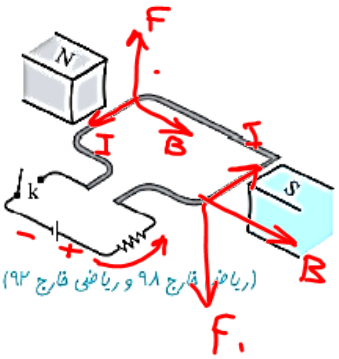
❖ در شکل روبه‌رو، حلقهٔ رسانای مستطیل‌شکلی در میدان مغناطیسی قرار دارد. با وصل‌کردن کلید k، ..... (برگرفته از کتاب درسی)

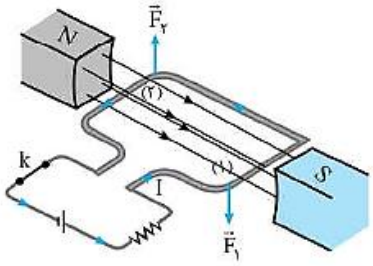
۱) حلقه به سمت پایین حرکت می‌کند.

۲) حلقه به صورت ساعتگرد دوران می‌کند.

۳) حلقه به صورت پادساعتگرد دوران می‌کند.

۴) حلقه به سمت بالا حرکت می‌کند.





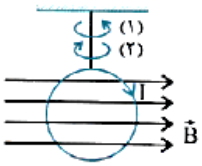
❖ در شکل روبه‌رو حلقه‌ای مسی توسط نخی عایق از سقف آویزان بوده و در معرض میدان مغناطیسی یکنواخت B که موازی سطح حلقه است قرار دارد. اگر در این لحظه جریان I مطابق شکل در حلقه جاری شود، برای حلقه چه اتفاقی می‌افتد؟ (فیزیک ۲- صفحه‌های ۷۴ و ۷۵، مرتبط با متن درس)

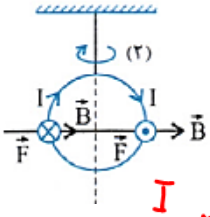
۱) در صفحهٔ خود به سمت راست جابه‌جا خواهد شد.

۲) در صفحهٔ خود به سمت چپ جابه‌جا خواهد شد.

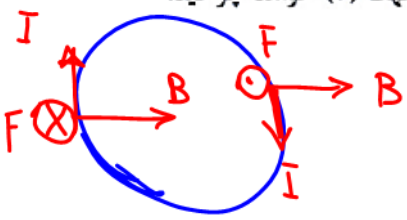
۳) حول نخ در جهت (۱) به دوران درخواهد آمد.

۴) حول نخ در جهت (۲) به دوران درخواهد آمد.

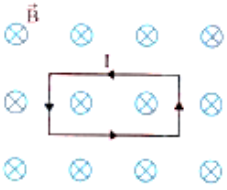




اگر نیروی وارد بر هر جزء سیم را از طرف میدان مغناطیسی تعیین کنیم، نیروهای وارد بر نیم حلقهٔ سمت راست به طرف بیرون و نیم‌حلقهٔ سمت چپ به طرف داخل خواهد بود. در نتیجه حلقه حول نخ در جهت (۲) خواهد چرخید.



❖ در شکل زیر، یک حلقهٔ مستطیلی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. جهت برایند نیروهای وارد بر حلقه کدام است؟ (فیزیک ۲- صفحه‌های ۷۴ و ۷۵، مرتبط با متن درس)

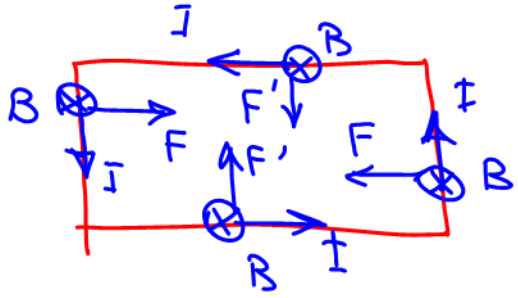


۱) چپ

۲) راست

۳) بالا

۴) برایند نیروها صفر است. ✓



عامل های مؤثر بر نیروی مغناطیسی وارد بر سیم راست رسانای حامل جریان:

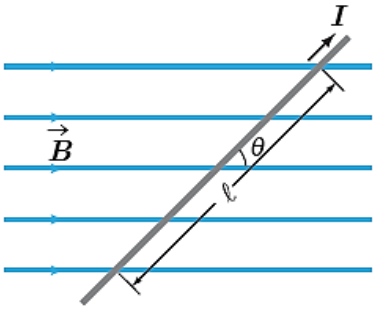
هرگاه سیمی مستقیم به طول l و دارای جریان I در میدان مغناطیسی B قرار گیرد، طبق آزمایش های اورستد از طرف میدان به آن نیروی مغناطیسی وارد می شود که هم بر راستای جریان در سیم و هم میدان عمود است و به عوامل موثر زیر بستگی دارد:

۱-مقدار جریان در سیم : $F \alpha I$

۲-بزرگی میدان مغناطیسی : $F \alpha B$

۳- سینوس زاویه بین میدان و راستای سیم : $F \alpha \sin\theta$

$F \propto l$



$F = BIl\sin\theta$

زاویهٔ بین سوی جریان سیم و جهت میدان مغناطیسی — طول سیم بر حسب متر

$F = Il B \sin\theta$

میدان مغناطیسی که سیم در آن قرار دارد بر حسب تسلا — جریان سیم بر حسب آمپر

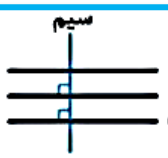
یکای اصلی و یکای فرعی میدان

$B = \frac{F}{Il\sin\theta} \Rightarrow T = \frac{N}{Am}$

نیوتون، تسلا، آمپر، متر

$T \leftarrow \frac{N}{A \cdot m}$

نیرو هنگامی بیشینه است که سیم بر میدان عمود باشد.



$\sin\theta = 1 \Rightarrow F_{max} = BIl$

و نیرو هنگامی صفر است که سیم با میدان موازی باشد.

$\sin\theta = 0 \Rightarrow F_{min} = 0$

❖ یک قطعه سیم مسی راست حامل جریان مستقیم در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته است، در چند حالت زیر، از طرف میدان بر سیم می تواند نیرو وارد شود؟ (فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۴، مکمل و مرتبط با آزمایش ۳-۲)

آ) سیم افقی و میدان عمودی باشد.

ب) سیم و میدان هر دو افقی باشند.

پ) سیم و میدان موازی هم باشند.

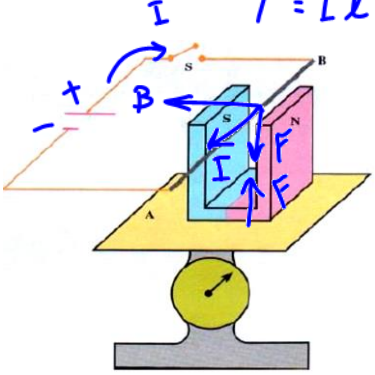
ت) سیم و میدان هر دو عمودی باشند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

اندازه گیری تجربی نیروی مغناطیسی وارد بر سیم راست رسانای حامل جریان

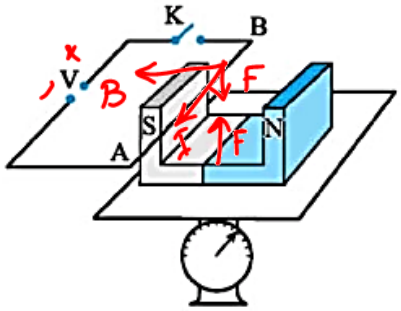
وزن $W = ۱۲N$ → $F = ۲N$ ← وزن ظاهر $W' = ۱۰N$

$F = ILB\sin\theta$



آزمایشی طراحی کنید که بوسیلهٔ آن بتوان نیروی وارد بر سیم حامل جریان را محاسبه نمود؟

مطابق شکل روبرو یک آهنربا را روی یک ترازوی دیجیتال قرار می‌دهیم سیمی مسی را که بوسیلهٔ یک کلید به باتری متصل است در بین آن قرار می‌دهیم. عددی را که ترازو نشان میدهد را یادداشت می‌کنیم. سپس با بستن کلید عدد جدیدی را که ترازو نشان می‌دهد یادداشت می‌کنیم. اختلاف این دو عدد را در شتاب جاذبه ضرب می‌کنیم. این مقدار برابر نیرویی است که به سیم وارد شده است.



دانش‌آموزی در طراحی یک آزمایش، آهنربای نعلی‌شکلی را روی یک ترازوی حساس گذاشته و سیم AB را مطابق شکل میان دو قطب آهنربا قرار می‌دهد. اگر قبل از بستن کلید، ترازو عدد ۵ نیوتون و پس از بستن کلید، عدد ۴/۵ نیوتون را نشان دهد،

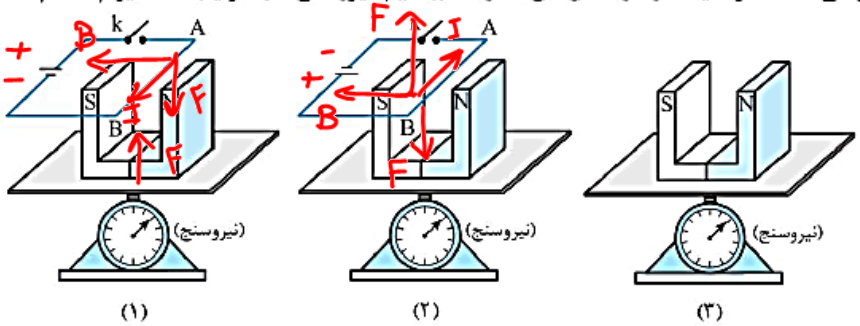
الف) در این آزمایش نیروی وارد بر سیم چند نیوتون است؟ $F = ۰/۵N$

ب) جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم و جهت جریان سیم را تعیین کنید.

وزن $W = ۵N$ واقعی
وزن ظاهر $W' = ۴/۵N$
} $F = ۰/۵N$

در شکل جهت جریان (I) از سیم از A به B می‌باشد.

❖ در شکل‌های زیر، نیروسنج‌ها عدد یکسانی را نشان می‌دهند. اگر کلیدها را در شکل‌های (۱) و (۲) ببندیم، نیروسنج‌ها به ترتیب مقادیر W'_1 ، W'_2 و W'_3 را نشان می‌دهند. کدام مقایسه درست است؟



۱) $W'_1 = W'_2 = W'_3$ ✗

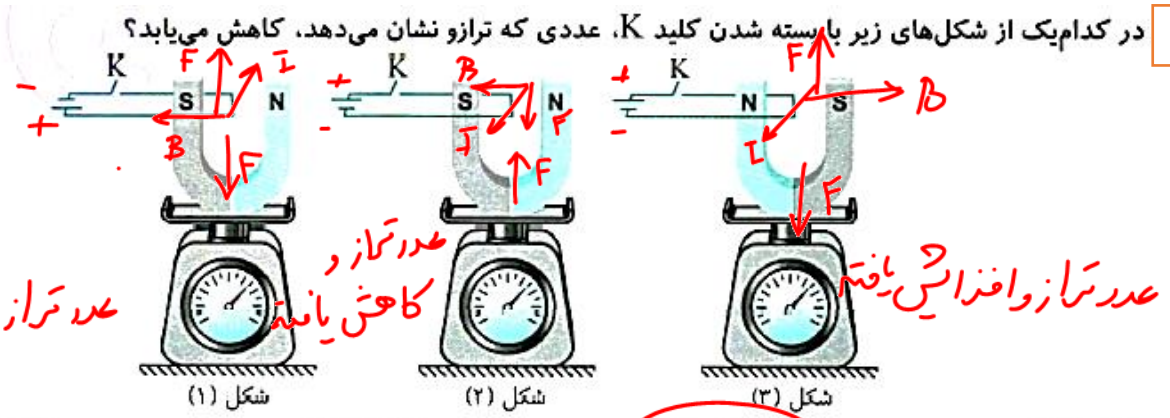
۲) $W'_1 > W'_3 > W'_2$ ✗

۳) $W'_2 > W'_2 > W'_1$ ✗

۴) $W'_2 > W'_3 > W'_1$ ✓

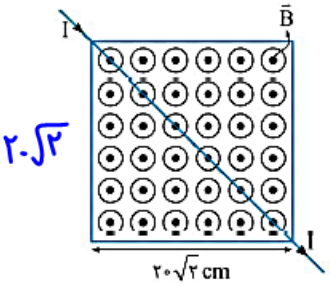
$W'_1 < W'_3$ $W'_2 > W'_3$ W'_3

❖ در کدام‌یک از شکل‌های زیر با بسته شدن کلید K، عددی که ترازو نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد؟



۱) فقط (۱)　　۲) فقط (۲)　　۳) فقط (۳)　　۴) (۱) و (۳)

❖ مطابق شکل، از سیم راستی به طول ۵۰ سانتی‌متر، جریان A ۱۲ می‌گذرد و سیم از فضای میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سوی $B = 200\ G$ که مقطع آن به شکل مربعی در صفحهٔ شکل آمده، عبور می‌کند. نیروی مغناطیسی وارد از طرف میدان بر سیم چند میلی‌نیوتون است؟



۱) ۹۶
۲) ۱۲۰
۳) $48\sqrt{2}$
۴) $60\sqrt{2}$

❖ یک قطعه سیم صاف رسانا، به طول L، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی B و عمود بر آن قرار دارد و از این سیم جریان I عبور می‌کند. اگر اندازهٔ جریان ۲۵ درصد افزایش یابد و اندازهٔ میدان مغناطیسی $\frac{4}{3}$ برابر شود، در حالت جدید سیم باید با میدان مغناطیسی زاویهٔ چند درجه داشته باشد تا نیروی وارد شده بر طول L از سیم با حالت قبل برابر باشد؟ $(\sin 53^\circ = 0/8)$ (فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۳) (آزمون کانون - ۱۵ فروردین ۹۹)

۱) ۳۰　　۲) ۳۷　　۳) ۵۳　　۴) ۶۰

❖ در قسمتی از دیوار خانه‌ای، یک سیم مستقیم ۴ متری به‌طور افقی قرار دارد. هنگامی که از این سیم جریان ۲ آمپری از غرب به شرق عبور کند، نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم از طرف میدان مغناطیسی زمین که در این محل ۰/۵ گاوس است و افقی فرض می‌شود، چند نیوتون و در کدام جهت خواهد بود؟

(فیزیک ۲- صفحهٔ ۱۰۱، مکمل و مرتبط با مسئله ۱۰)

۱) ۴×۱۰^{-۴} و به طرف بالا ۲) ۴×۱۰^{-۴} و به طرف پایین ۳) ۴ و به طرف بالا ۴) ۴ و به طرف پایین

$$F = BIl\sin۹۰^\circ = ۰/۵\times۱۰^{-۴}\times۲\times۴ = ۴\times۱۰^{-۴}\ N$$

❖ یک سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواختی، در راستایی که با جهت میدان زاویهٔ ۳۷° می‌سازد، قرار دارد. اگر این سیم را طوری قرار دهیم که راستای سیم با جهت میدان زاویهٔ ۳۰° بسازد، اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر آن چند برابر حالت اول می‌شود؟ $(\cos۳۷^\circ = ۰/۸)$

(فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۳) (آزمون کانون - ۲۳ اسفند ۹۸)

۱) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۸}$ ۲) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۶}$ ۳) $\frac{۵}{۶}$ ۴) $\frac{۵}{۸}$

$$F = BIl\sin\theta \rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{\sin۳۰}{\sin۳۷}$$

$$\frac{F_۲}{F_۱} = \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۶}{۱۰}} = \frac{۱۰}{۱۲} = \frac{۵}{۶}$$

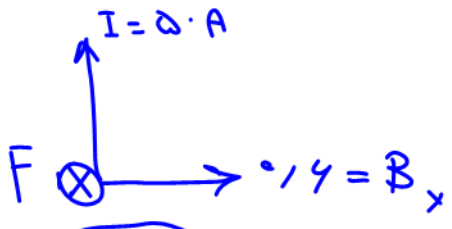
$$\sin۳۷ = \frac{۶}{۱۰}$$

❖ بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به‌صورت $\vec{B} = ۰/۶\vec{i} + ۰/۸\vec{j}$ است. از سیم راستی، جریان ۵۰ آمپر در جهت $\vec{j}$ می‌گذرد. نیروی مغناطیسی وارد بر ۲۰cm از این سیم که در این میدان قرار دارد، چند نیوتون است و اگر بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ در این صفحه به صورت باشد، جهت این نیرو کدام است؟

(فیزیک ۲ - صفحهٔ ۱۰۱، مکمل و مرتبط با مسئله ۱۰) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۷)

۱) ۶، ← ۲) ۶، ⊗ ۳) ۱۰، ← ۴) ۱۰، ⊗

روش ۱



$$F = BIl\sin۹۰^\circ$$

$$F = ۰/۶\times۵۰\times۰/۲$$

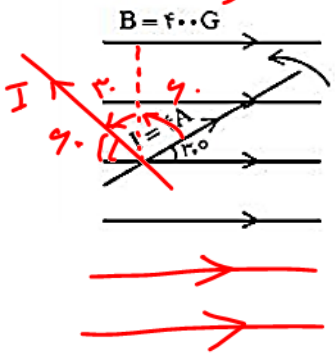
$$F = ۳۰\times۰/۲ = ۶\ N$$

$$B = \sqrt{۰/۶^۲ + ۰/۸^۲} = ۱$$

روش ۲

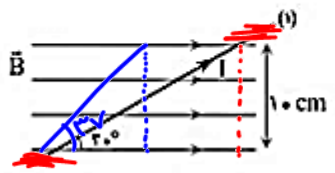
$$F = BIl\sin\theta = ۱\times۵۰\times۰/۲\times\frac{۶}{۱۰} = ۶\ N$$

❖ در شکل زیر یک سیم به طول ۲۰cm درون میدان مغناطیسی یکنواخت ۴۰۰ گاوس قرار دارد. اگر این سیم در همین صفحه ۹۰° پادساعتگرد بچرخد، نیروی وارد بر آن چند برابر می‌شود؟



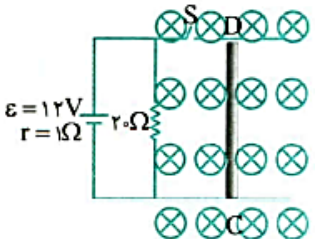
۱) ۱
۲) $\sqrt{3}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
۴) ۲

❖ در شکل مقابل میدان مغناطیسی یکنواخت به پهنای ۱۰cm و به بزرگی ۰/۵ تسلا موجود است که یک سیم راست بلند از آن عبور می‌کند به‌طوری که جریان ۰/۲۸ از آن می‌گذرد. اگر سیم از حالت ۱ به حالت ۲ برده شود به‌طوری‌که در صفحه‌ی کاغذ ۷ درجه پادساعتگرد بچرخد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چند درصد تغییر کرده و مقدار ثانویه آن چند نیوتن می‌شود؟ (Sin ۳۷ = ۰/۶)

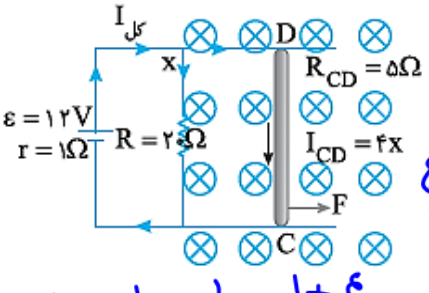


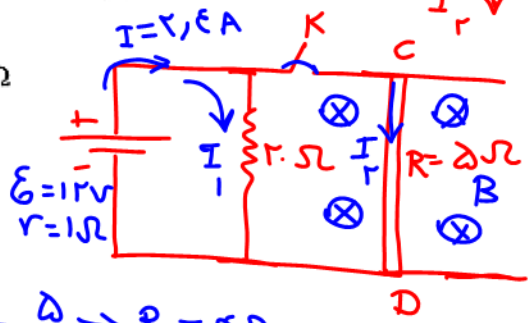
۱) ۱۰ درصد افزایش، ۰/۰۰۶
۲) صفر درصد، ۰/۰۰۶
۳) صفردرصد کاهش، ۰/۰۱
۴) صفردرصد، ۰/۰۱

❖ در شکل روبه‌رو میله فلزی CD به جرم ۲kg به طول ۱m که مقاومتش ۵Ω است، روی سیم‌های رسانایی قرار دارد و به‌راحتی می‌تواند روی سیم‌ها بلغزد و میله در میدان مغناطیسی یکنواخت درونسوی ۰/۲T قرار دارد. بلافاصله پس از بستن کلید شتاب حرکت میله چند m/s^2 و در کدام جهت است؟



۱) ۰/۱۹۲، راست
۲) ۰/۱۹۲، چپ
۳) ۰/۳۸۴، راست
۴) ۰/۳۸۴، چپ

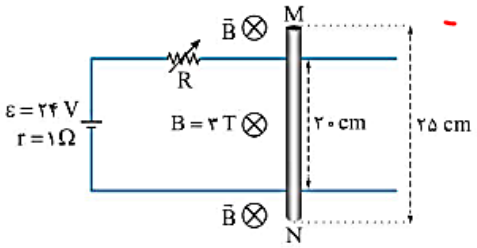


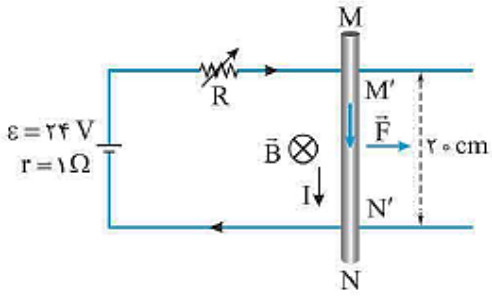


❖ در مدار افقی روبه‌رو، تیغهٔ فلزی MN به طول ۲۵ cm و مقاومت الکتریکی ۵ Ω روی سیم‌های ثابت مدار تکیه دارد و تیغه کاملاً در میدان خارجی و یکنواخت B = ۳ T قرار گرفته و ساکن است. برای آغاز لغزش تیغه روی سیم‌ها، لازم است دست‌کم نیرویی افقی و عمود بر تیغه به بزرگی ۱/۸ N بر نیروی اصطکاک بین تیغه و سیم‌ها غلبه کند. مقاومت رئوستا را به چند اُهم برسانیم تا لغزش تیغه روی سیم‌ها آغاز شود؟

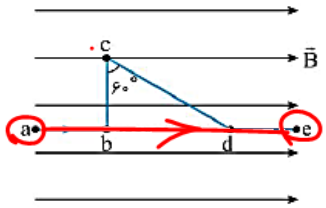
۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵





❖ قطعه سیم abcde مطابق شکل، در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۲ T قرار دارد و از آن جریان ۵ A عبور می‌کند. نیروهایی را که از طرف میدان بر سیم‌های ab، bc، cd و de وارد می‌شود و هم‌چنین برایند نیروهای وارد بر قطعه سیم abcde را حساب کنید. (ab = bc = de = ۱۰ cm)



نکته: جابه‌جایی بار درون سیم عمود بر میدان $= l\sin\theta$

چون قطعه‌های ab و de به موازات خطوط میدان قرار دارند، نیروی وارد بر آن‌ها صفر است:

$$\theta = ۰ \Rightarrow F_{ab} = F_{de} = ۰$$

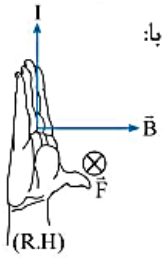
نیروی وارد بر قطعه سیم bc مطابق شکل روبه‌رو، درون‌سو است و اندازهٔ آن برابر است با:

$$F_{bc} = I\ell_{bc}B\sin ۹۰^\circ \Rightarrow F_{bc} = ۵\times ۰/۱\times ۰/۲\times ۱ = ۰/۱\,N$$

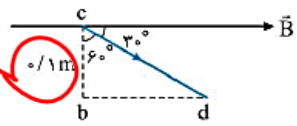
درون‌سو

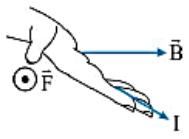
$F = BIl\sin\theta = ۰$

$L_n = l\sin ۳۰$



با توجه به شکل روبه‌رو، نیروی وارد بر قطعهٔ cd در جهت برون‌سو است و داریم:





$$F_{cd} = I\ell_{cd}B\sin ۳۰^\circ = I\ell_{cd}B\left(\frac{\ell_{bc}}{\ell_{cd}}\right) = I\ell_{bc}B$$

$$\Rightarrow F_{cd} = ۵\times ۰/۱\times ۰/۲ = ۰/۱\,N$$

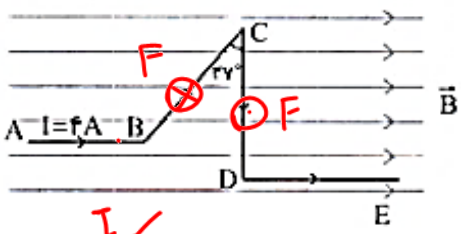
با توجه به این‌که نیروهای $\vec{F}_{bc}$ و $\vec{F}_{cd}$ هم‌اندازه و قرینه‌اند، برایند آن‌ها صفر است:

$$\vec{F}_{کل} = \vec{F}_{ab} + \vec{F}_{bc} + \vec{F}_{cd} + \vec{F}_{de} \xrightarrow[(F_{ab}=F_{de}=۰)]{(\vec{F}_{bc}=-\vec{F}_{cd})} F_{کل} = ۰$$

❖ در شکل مقابل سیم راستی به‌صورت خط شکسته حامل جریان ۴A در میدان مغناطیسی $B = 0/5\ T$ قرار دارد.

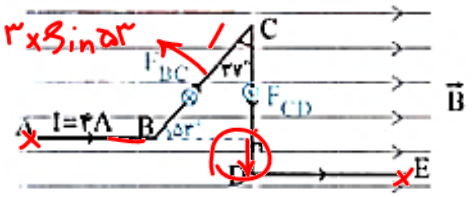
آ) نیروی وارد بر هر چهار قطعه را بیابید.

ب) برایند نیروهای وارد بر کل سیم را بیابید. $(\sin 53^\circ = 0/8)$



$AB = BC = DE = 3m$

$CD = 5m$



آ) دو قطعه سیم AB و DE موازی میدان مغناطیسی‌اند و برای هر دو $\theta = 0^\circ$ است بنابراین نیروی وارد بر آن‌ها صفر است.

$$\text{سیم‌های AB و DE}: F = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{\theta=0^\circ} F_{AB} = F_{DE} = 0$$

$5 - 2/4m = 2/6m \rightarrow F = 4 \times 0/5 \times 2/6 = 5/2N$

حال نیروی وارد بر قطعه‌های BC و CD را می‌یابیم:

$$F_{BC} = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{I=4A,\ \ell=BC=3m,\ B=0/5T,\ \theta=53^\circ} F_{BC} = 4\times 3\times 0/5\times \sin 53^\circ = 4/8\ N$$

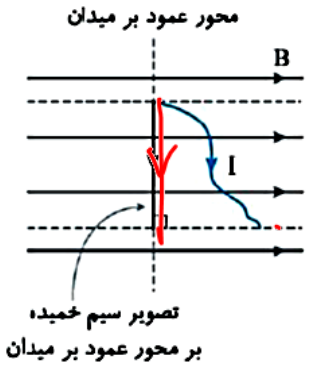
$$F_{CD} = I\ell B\sin\theta \xrightarrow{I=4A,\ \ell=CD=5m,\ B=0/5T,\ \theta=90^\circ} F_{CD} = 4\times 5\times 0/5 = 10\ N$$

ب) برای محاسبهٔ برایند نیروها، ابتدا به کمک قاعدهٔ دست راست جهت نیروی وارد بر هر قطعه را می‌یابیم سپس برایند می‌گیریم در این‌جا $\vec{F}_{AB}$ و $\vec{F}_{DE} = 0$ است. مطابق شکل $\vec{F}_{BC}$ درون‌سو و $\vec{F}_{CD}$ برون‌سو است.

از آن‌جا که $F_{CD} > F_{BC}$ است، بنابراین نیروی خالص در جهت $\vec{F}_{CD}$ و برون‌سو است و داریم:

$$F_t = 10 - 4/8 = 5/2\ N$$

نکته: با توجه به مسئله قبل می‌توان نتیجه گرفت که در حالت کلی می توان هر سیم را روی محور عمودی تصویر کرده و نیروی آن را محاسبه کرد حتی اگر سیم، خمیده یا پیچیده باشد مانند شکل روبرو



$F = BI(\ell\sin\theta) \rightarrow L_n$

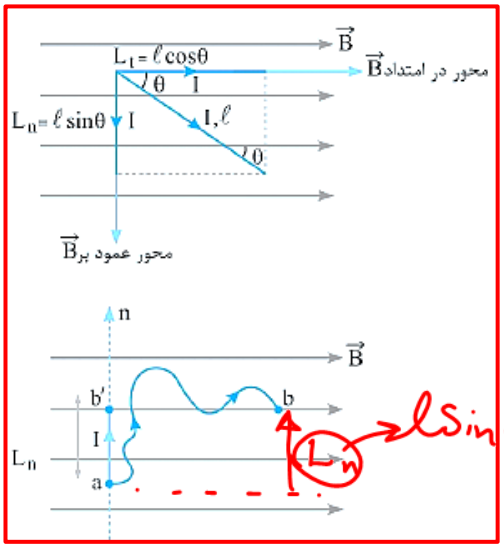
دقیقاً مثل بار متحرک، تنها به طولی از سیم که **عمود** بر میدان مغناطیسی است، نیرو اثر می‌کند: $F = I\ell B\sin\theta = IL_nB$

کاربرد این تفسیر در مورد سیم‌های حامل جریان، خصوصاً وقتی سیم از **چند قطعه** تشکیل شده یا **منحنی** باشد، است. در مورد چنین سیم‌هایی نمی‌توان از روش مرسوم کتاب درسی استفاده کرد. اما با **مفهوم** L_n به سادگی این قبیل مسایل قابل حل هستند.

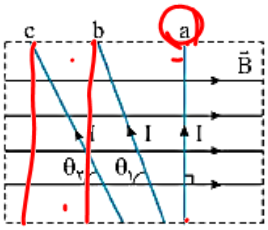
به مثال زیر و مراحل حل آن توجه کنید.

پرسش: نیروی وارد به سیم مقابل را حساب کنید.

پاسخ: ۱ از ابتدای سیم، محور عمود بر میدان را رسم می‌کنیم (محور n). ۲ از انتهای سیم (b)، بر این محور عمود می‌کنیم (b'). ۳ طول ab' همان L_n است. نیروی وارد به سیم ab برابر با نیروی وارد به ab' است: $F = I\ell B\sin\theta = I\ell_{ab'}B = IL_nB$



❖ **مطابق شکل مقابل، در ناحیهٔ خط‌چین میدان مغناطیسی یکنواختی به سمت راست وجود دارد. سه سیم a، b و c که حامل جریان ثابت و یکسانی هستند در این ناحیه قرار دارند. کدام مورد دربارهٔ مقایسهٔ نیروی مغناطیسی (F) وارد بر این سیم‌ها درست است؟** $(\theta_1 > \theta_2)$



۱) $F_a = F_b = F_c$ ✓

۲) $F_c > F_b > F_a = 0$

۳) $F_c > F_b > F_a \neq 0$

۴) $F_a > F_b > F_c$

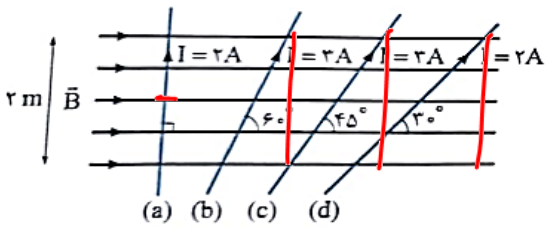
$F_a = BI\ell_a\sin\theta_2$

$F_b = BI\ell_b\sin\theta_1$

$F_c = BI\ell_c\sin\theta_2$

$\Rightarrow F_a = F_b = F_c$

❖ **در شکل مقابل، چهار سیم راست حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار گرفته‌اند. به یک متر از کدام‌یک از سیم‌های داخل میدان، نیروی مغناطیسی بیشتری توسط میدان مغناطیسی وارد می‌شود؟** *(کانون فرهنگی آموزش ۹۷)*



۱) a ✓

۲) b

۳) c

۴) d

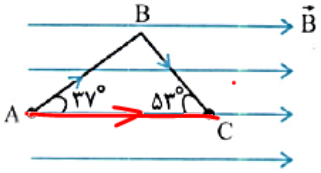
$F_a = B\times 2\times 2\sin 90^\circ = 4B$

$F_b = B\times 2\times 1\times\sin 90^\circ = \frac{2\sqrt{2}}{2}B = \frac{2\times 1.7}{2} = 2\times 0.85$

$F_c = B\times 2\times 1\times\sin 45^\circ = \frac{2\sqrt{2}}{2}B = \frac{2\times 1.4}{2} = 2\times 0.7$

$F_d = B\times 2\times 1\times\sin 0^\circ = 0$

مطابق شکل، قطعه سیم ABC حامل جریان $I = ۲A$ است و در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۰/۴T$ قرار دارد. اگر $AB = ۴cm$ و $BC = ۳cm$ باشد، بزرگی و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر قطعه سیم کدام است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$ (فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۵، مرتبط با شکل ۳-۱۳ و رابطهٔ ۳-۳)



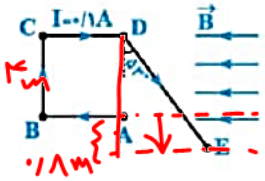
۱) $۳/۸۴\times۱۰^{-۲}N$ و عمود بر صفحهٔ کاغذ و به طرف داخل صفحه

۲) $۳/۸۴\times۱۰^{-۲}N$ و عمود بر صفحهٔ کاغذ و به طرف بیرون صفحه

۳) $۳/۸۴\times۱۰^{-۲}N$ به طرف راست

۴) صفر ✓

در شکل مقابل، $AB = CD = ۲m$، $BC = ۴m$ و $DE = ۸m$ است و اندازهٔ میدان یکنواخت به اندازهٔ $۱۰T$ و به سمت چپ می‌باشد. نیروی وارد بر قطعهٔ ABCDE چند نیوتون و در کدام جهت است؟ $(\sin ۵۳^\circ \simeq ۰/۸$، تمام سیم در میدان مغناطیسی قرار دارد.) (ریاضی شارح ۸۲)



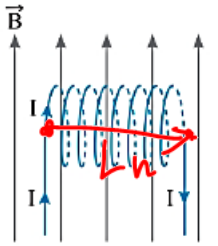
۱) ۰/۸، درون‌سو

۲) ۲/۴، برون‌سو

۳) ۲/۴، درون‌سو

۴) ۰/۸، برون‌سو

مطابق شکل سیملوله‌ای به طول ℓ، که شعاع حلقه‌های آن R و شامل N دور سیم است در میدان یکنواختی به شدت B قرار گرفته است. نیروی وارد به سیملوله چه‌قدر است؟

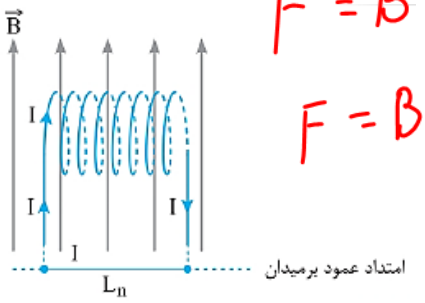


۱) صفر

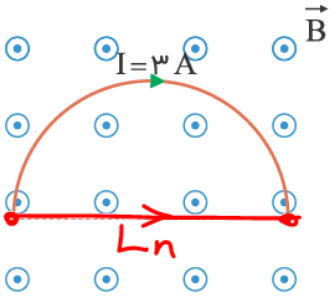
۲) $BI\ell$

۳) $BI(۲R)$

۴) $\frac{NBI\ell^۲}{R}$



❖ مطابق شکل زیر سیمی به شکل نیم‌دایره به شعاع ۵ cm در میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۰/۴ T قرار دارد. اگر از سیم جریان ۳ آمپری عبور کند، بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر آن چند نیوتون خواهد بود؟

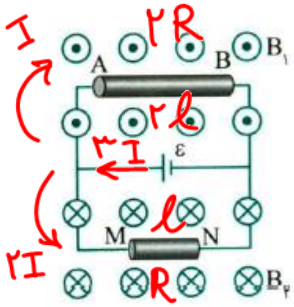


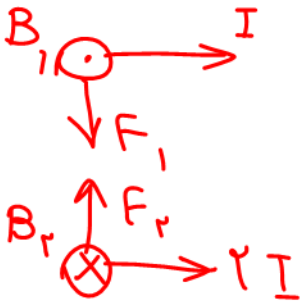
۱) ۰/۰۶
۲) ۰/۰۶π
۳) ۰/۱۲
۴) ۰/۱۲π

$F = BIL_n$

$F = \frac{۴}{۱۰} \times ۳ \times \frac{۱}{۱۰} = ۰/۱۲ N$

❖ در شکل روبه‌رو دو سیم رسانای هم‌جنس AB و MN دارای سطح مقطع یکسان بوده و طول سیم AB دو برابر طول سیم MN است. اندازهٔ دو میدان $B_۱$ و $B_۲$ برابر است. بر سیم AB و MN به‌ترتیب نیروی مغناطیسی $F_۱$ و $F_۲$ وارد می‌شود. کدام گزینه درست است؟



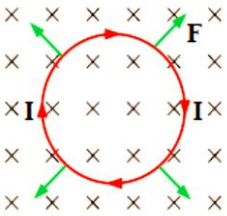


۱) $\vec{F}_۱ = ۲\vec{F}_۲$ ✗
۲) $\vec{F}_۱ = -۲\vec{F}_۲$ ✗
۳) $\vec{F}_۲ = \vec{F}_۱$ ✗
۴) $\vec{F}_۲ = -\vec{F}_۱$

$B_۱ = B_۲$

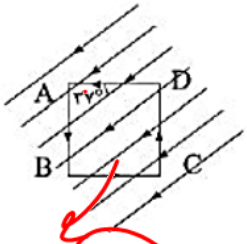
$F_۱ = B\,I \times ۲\ell = BI\ell \times ۲$

$F_۲ = B \times ۲I \times \ell = BI\ell \times ۲$



نکته: نیروی وارد برحلقهٔ بسته حامل جریان درمیدان مغناطیسی یکنواخت برابر صفر

❖ یک حلقهٔ جریان مربع مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر اندازهٔ نیروی وارد بر ضلع AB، ۴۰N باشد، اندازهٔ نیروی وارد بر ضلع BC و کل حلقه به‌ترتیب از راست به چپ چند نیوتن است؟($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)



$F_{AB} = BIl\sin ۳۷ = BIl \times ۰/۶$

$۴۰ = BIl \times ۰/۶ \rightarrow BIl = \frac{۴۰۰}{۶}$

$BIl = ۶۰$

$F_{BC} = BIl\sin ۳۷ = ۶۰ \times \frac{۴}{۵} = ۳۰\,N$

برایند نیرو: $F = ۰$

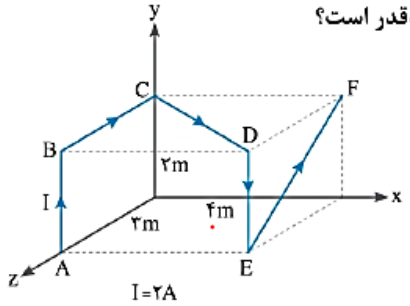
۱) $\frac{۱۶۰}{۳}$ - صفر

۲) ۳۰ - صفر

۳) $۱۶۰ - \frac{۱۶۰}{۳}$

۴) ۱۲۰ - ۳۰

❖ در شکل زیر، میدان در جهت محور yها و اندازهٔ آن ۴۰۰۰G است. نیروی وارد به کل سیم چه‌قدر است؟



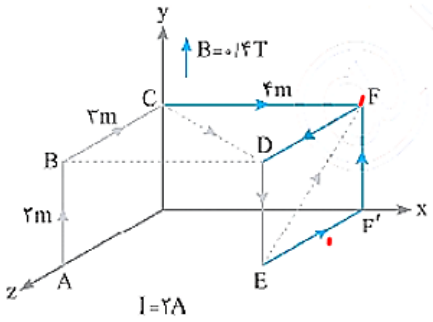
$L_n = ?$

۱) ۵/۶ N

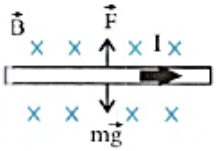
۲) ۴ N

۳) ۳/۲ N

۴) صفر



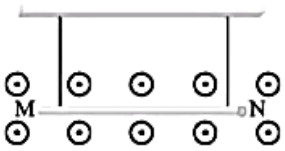
تعادل سیم حامل جریان درمیدان گرانشی ومیدان مغناطیسی

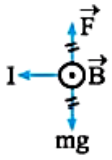


مطابق شکل، سیم راست حامل جریان را که عمود بر راستای میدان قرار گرفته است در نظر می‌گیریم. اگر فرض کنیم که سیم فقط تحت تأثیر دو نیروی حاصل از میدان مغناطیسی و وزن سیم قرار داشته باشد، آنگاه شرط تعادل آن است که این دو نیرو هم اندازه و ناهم‌سو باشند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$F = mg \Rightarrow I\ell B = mg$$

❖ **مطابق شکل، میله‌ای به طول ۱۰۰cm و جرم ۵۰g توسط دو نخ آویزان شده است و در میدان مغناطیسی با بزرگی ۰/۲T و برون‌سو قرار گرفته است. اندازه و جهت جریان به چه صورت باشد تا کشش نخ‌ها صفر باشد؟ $\left(g = 10\frac{N}{kg}\right)$**





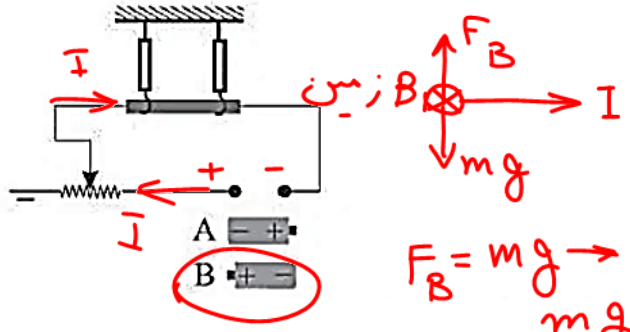
برای این‌که کشش نخ‌ها صفر شود، نیروی مغناطیسی باید طبق شکل روبه‌رو، نیروی وزن را خنثی کند. طبق قاعدهٔ دست راست، جهت جریان از N به M می‌شود.

حال برای محاسبهٔ اندازهٔ جریان به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$F = mg \Rightarrow IlB\sin\theta = mg \Rightarrow I \times ۱ \times ۰/۲ \times \sin ۹۰^\circ = ۰/۰۵ \times ۱۰ \Rightarrow ۰/۲I = ۰/۵ \Rightarrow I = ۲/۵A$$

❖ یک سیم حامل جریان I مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری متصل به سقف که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به‌طور افقی در راستای غرب به شرق قرار دارد. اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند کدام باتری را در مدار قرار دهیم و جریان چند آمپر از سیم عبور کند؟ (میدان مغناطیسی زمین یکنواخت به طرف شمال و ۰/۵mT و جرم هر متر از سیم ۰/۸ گرم و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ است.)

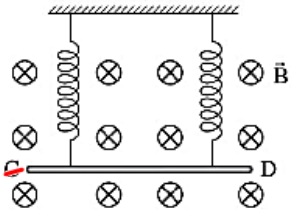
۱) A - ۱۶
۲) B - ۱۶
۳) A - ۸
۴) B - ۸



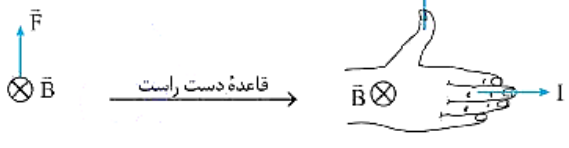
$$F_B = mg \rightarrow BI\ell = mg$$

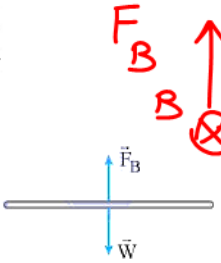
$$I = \frac{mg}{B\ell} = \frac{۰/۸\times۱۰^{-۳}\times۱۰}{۰/۵\times۱۰^{-۳}\times۱} = \frac{۸\times۱۰}{۵} = ۱۶A$$

❖ مطابق شکل روبه‌رو، میلهٔ CD به جرم ۱۶۰ گرم و طول ۸۰ سانتی‌متر به دو فنر مشابه آویخته شده و در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که اندازهٔ آن ۰/۴ تسلا است به صورت افقی قرار دارد. از میله جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله بر فنرها نیرویی وارد نشود؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ (تجربی خارج ۹۸)



۱) ۵ و از C به طرف D
۲) ۵ و از D به طرف C
۳) ۲ و از C به طرف D
۴) ۲ و از D به طرف C



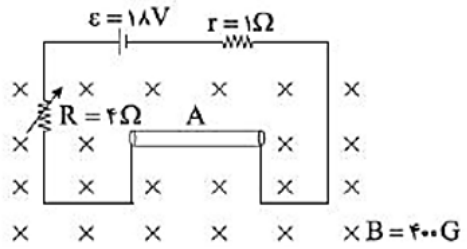


$$F = mg$$

$$BI\ell = mg \rightarrow I = ?$$

❖ در شکل زیر، سیم رسانای A به مقاومت ۴Ω و جرم ۴g، آزادانه روی دو تکیه‌گاه قرار دارد. اگر طول سیم ۴۰cm A باشد، حداکثر مقاومت متغیر را چند اهم می‌توان کاهش داد بدون آن‌که جریان مدار قطع شود؟

$\left(g = ۱۰ \frac{N}{kg}\right)$

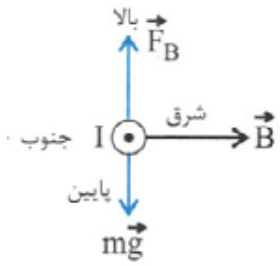


۱) ۲/۵
۲) ۲/۲
۳) ۱/۸
۴) ۴

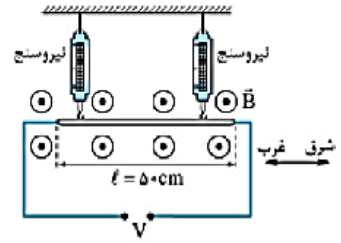
❖ اندازهٔ میدان مغناطیسی یکنواختی ۴۰۰mT و جهت آن افقی و رو به شرق است. درون این میدان مغناطیسی، سیمی فلزی به چگالی $۵ \frac{g}{cm^۳}$ و قطر مقطع ۴mm بدون تکیه‌گاه به حالت تعادل قرار دارد. حداقل جریان الکتریکی عبوری از این سیم چند آمپر و در کدام جهت است؟ ($\pi = ۳$ و $g = ۱۰ N/kg$)

(فیزیک ۲- صفحهٔ ۱۰۱، مکمل و مرتبط با مسئله ۱۰) (آزمون کانون- ۱۵ فروردین ۹۴)

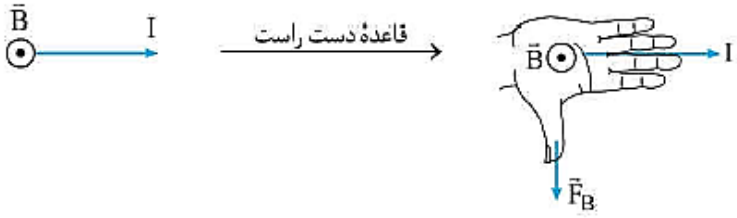
۱) ۶، جنوب
۲) ۱/۵، جنوب
۳) ۶، شمال
۴) ۱/۵، شمال



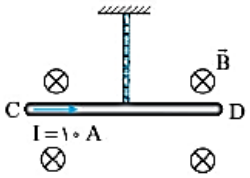
❖ سیمی به جرم ۳۰ گرم مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۰/۲\,T$ توسط دو نیروسنج مشابه در حال تعادل نگه داشته شده است. اگر جریان عبوری از سیم برابر ۲ A و به سمت شرق باشد، هر یک از نیروسنج‌ها چند نیوتون را نشان می‌دهند؟ $(g = ۱۰\,N/kg)$ *(برگرفته از کتاب درسی)*



۱) ۰/۰۵
۲) ۰/۱
۳) ۰/۵
۴) ۰/۲۵

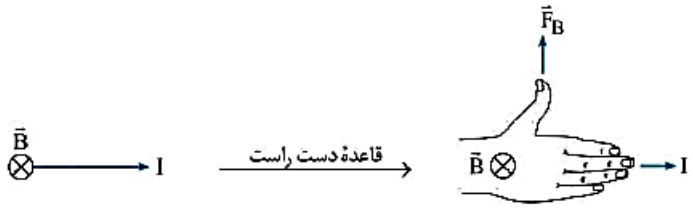


❖ مطابق شکل روبه‌رو، میلهٔ رسانای CD به طول ۲۰ cm به طور افقی در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی ۰/۰۲ T از نخ سبکی آویخته شده و در حال تعادل قرار دارد و جریان الکتریکی ۱۰ A از C به D از آن می‌گذرد. اگر بدون تغییر در اندازه، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ قرینه شود، اندازهٔ نیروی کشش نخ ..... *(کانون فرهنگی آموزش ۹۷)*

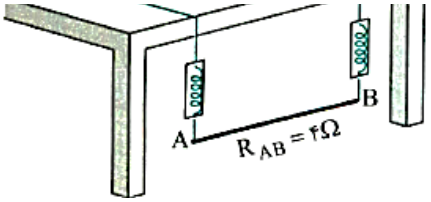


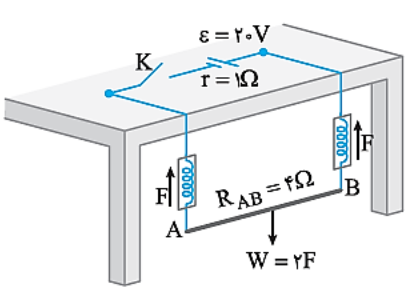
۱) ۰/۰۸ نیوتون افزایش می‌یابد.
۲) تغییر نمی‌کند.
۳) ۰/۰۴ نیوتون افزایش می‌یابد.
۴) ۰/۰۸ نیوتون کاهش می‌یابد.

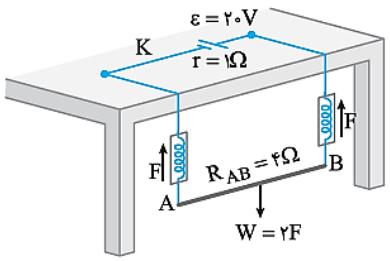
در شکل زیر مجموعه در یک میدان مغناطیسی قرار دارد و ساکم ۵۰cm است. اگر کلید K بسته شود، بدون انحراف سیم AB نیرو مغناطیسی و جهت آن کدام است؟



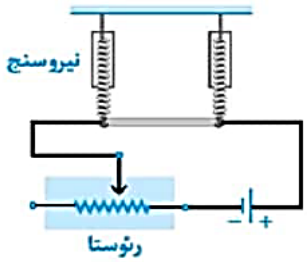
۱) ۰/۰۵T، رو به چپ
۲) ۰/۲۵T، رو به چپ
۳) ۰/۰۵T، رو به راست
۴) ۰/۲۵T، رو به راست







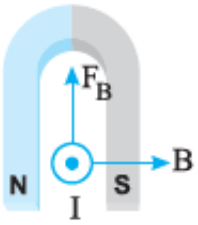
❖ مطابق شکل مقابل، یک قطعه سیم به طول ۱ متر و سطح مقطع $1mm^2$ و بـا چگـالی $5gr/cm^3$ عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت به دو نیروسنج آویخته شده است. اگر هر یک از نیروسنج‌ها با نیرویی به اندازهٔ ۲۲/۵ میلی‌نیوتون کشیده شوند و جریان عبوری از سیم ۱۰ آمپر باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی برحسب گاوس و جهت آن کدام است؟ $(g = 10N/kg)$ (متکمل غلامکانهٔ ریاضی ۸۴)



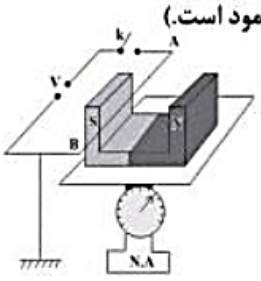
۱) ۰/۵، برون‌سو
۲) ۰/۵، درون‌سو
۳) ۲/۵، برون‌سو
۴) ۲/۵، درون‌سو

❖ در شـکل روبه‌رو سـیم، عمود بر صفحه کاغذ است و طول بخشی از سـیم که در میدان مغناطیسی آهنربا قرار دارد، ۲۰ سانتی‌متر است، میدان مغناطیسی آهنربا در این قسمت یکنواخت و برابر $0/1T$ و جرم آهنربا $200g$ است. وقتی جریان از سیم عبور نمی‌کند، فنر ۱۰ سانتی‌متر کشیده شده است و وقتی جریان از سیم عبور می‌کند، فنر نیرویی برابر $2/2N$ برای ساکن نگه داشتن آهنربا بر آن وارد می‌کند. اندازه و جهت جریان الکتریکی که از سیم می‌گذرد کدام است؟

۱) $\otimes$ ،۱۰A
۲) $\odot$ ،۱۰A
۳) $\otimes$ ،۱۱A
۴) $\odot$ ،۱۱A

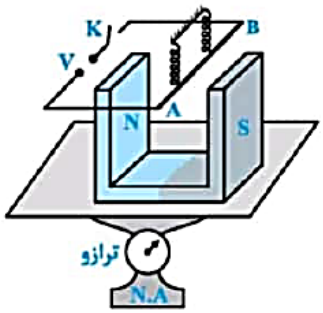


❖ در شکل زیر، قبل از بستن کلید، ترازو عدد ۱۲N را نشان می‌دهد. با بستن کلید از سیم افقـی AB در میـدان مغناطیسـی یکنواخـت جریان ۲۰A می‌گذرد. اگر پس از بستن کلید ترازو عدد ۱۰N را نشان دهد و طول سیم AB برابر ۱۰cm باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسـی یکنواخت برحسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟ (راستای سیم بر راستای بردار میدان مغناطیسی عمود است.)



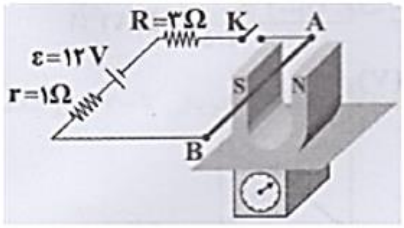
۱) ۰/۰۱، از A به B
۲) ۰/۱، از A به B
۳) ۰/۱، از B به A
۴) ۰/۰۱، از B به A

❖ در شکل مقابل، طول سیم افقی AB برابر ۲۰cm است. قبل از بستن کلید K ترازو عدد ۱۰ نیوتون و هریک از نیروسنج‌های فنری عدد ۲ نیوتون را نشان می‌دهند. وقتی کلید K بسته شود، جریان ۲۰A از سیم می‌گذرد و هریک از نیروسنج‌ها عدد ۲/۲ نیوتون را نشان می‌دهند. میدان مغناطیسی آهنربا چند تسلا است و ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ (ریاضی خارج ۸۴)



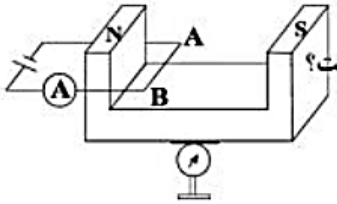
۱) ۰/۱ و ۹/۶N
۲) ۰/۱ و ۱۰/۴N
۳) ۰/۱ و ۱۰N
۴) ۰/۰۰۱ و ۱۰/۴N

❖ مطابق شکل زیر، سیم افقی AB به طول ۲۰cm در میدان مغناطیسی یکنواخت آهن‌ربایی به بزرگی ۱۰T عمود بر خط میدان مغناطیسی قرار گرفته است. در حالتی‌که کلید K باز است، ترازو عدد ۱۲N را نشان می‌دهد. اگر کلید K را ببندیم، ترازو چند نیوتون را نشان خواهد داد؟ (مقاومت الکتریکی سیم AB ناچیز است.)



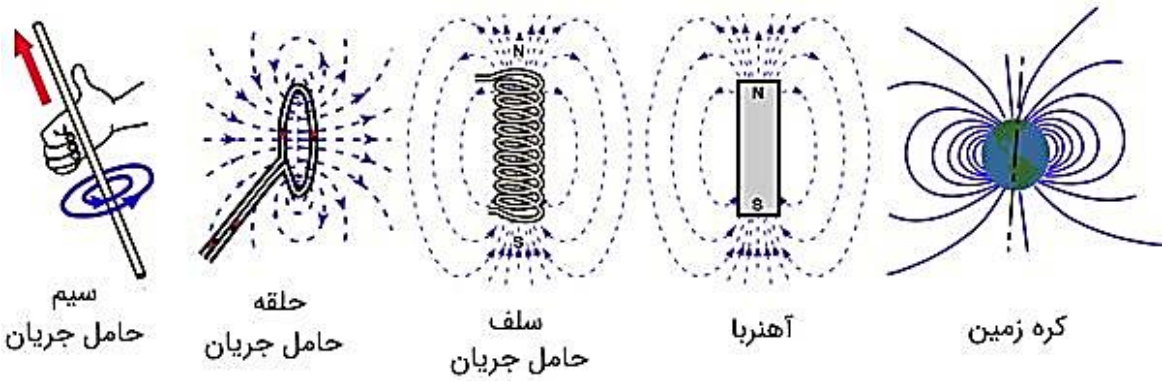
۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۱۸

❖ در شکل زیر سیم افقی AB به طول 20cm عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق و در حال تعادل است و آمپرسنج 40A و ترازو F_1 را نشان می‌دهد. با عوض کردن جای قطب‌های باتری عدد ترازو F_2 خواهد شد. اگر اختلاف F_1 و F_2 برابر 4N باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی آهنربا چند واحد SI است؟



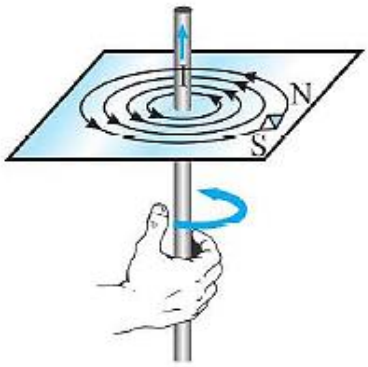
1) 1
2) 2
3) 0/25
4) 0/5

میدان های مغناطیسی در طبیعت



میدان مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان

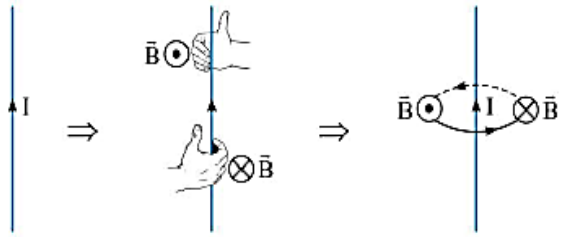
۱) اورستد دانشمند دانمارکی از اطراف عقربهٔ مغناطیسی در مجاورت سیم حامل جریان برق به این نتیجه رسید که در اطراف سیم حامل جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی وجود دارد.



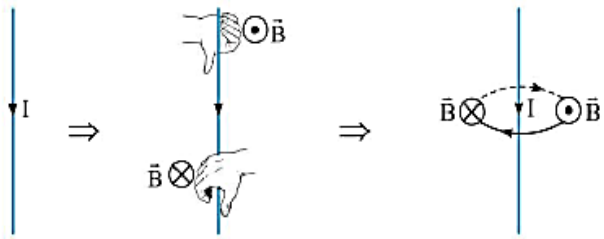
۲) اگر سیم را در دست راست خود بگیرید به‌گونه‌ای که انگشت شست در جهت جریان الکتریکی باشد، جهت خم شدن چهار انگشت دست شما جهت خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سیم را نشان می‌دهد.

۳) برای آنکه جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست حامل جریان در یک نقطه را به‌دست آوریم بهتر است، شست دست راست را در جهت جریان قرار دهیم، سپس ۴ انگشت را در جهت خط واصل بین سیم و آن نقطه در نظر بگیریم، حال با خم کردن 90° انگشت دست راست جهت میدان در آن نقطه به‌دست می‌آید.
دقت کنید همواره بردار میدان مغناطیسی بر کوتاه‌ترین خط وصل‌کنندهٔ نقطه به سیم عمود است.

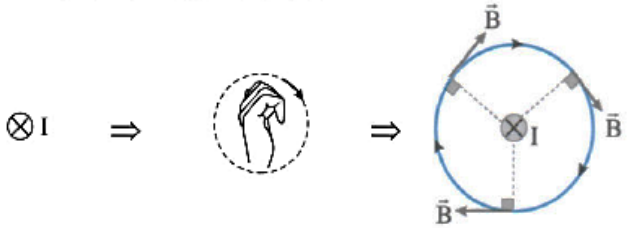
سیم در صفحهٔ کاغذ و جریان رو به بالا است.



سیم در صفحهٔ کاغذ و جریان رو به پایین است.

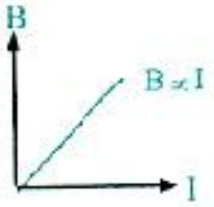


سیم عمود بر صفحهٔ کاغذ و جریان در جهت درون‌سو است.

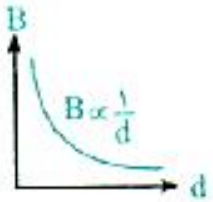


سیم عمود بر صفحهٔ کاغذ و جریان در جهت برون‌سو است.

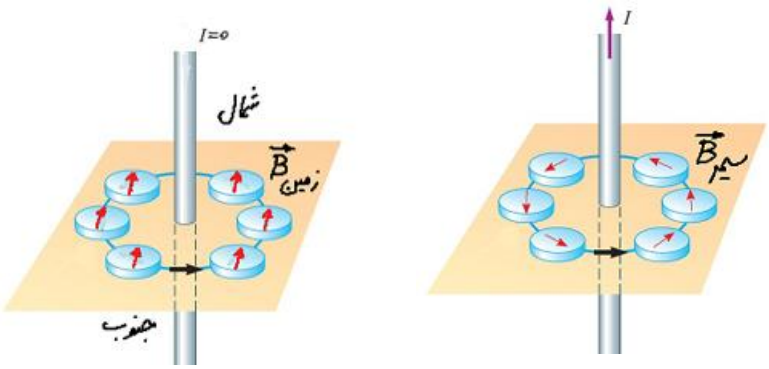
نمودار B - I در یک فاصلهٔ معین از سیم



نمودار B - d در یک جریان ثابت عبوری از سیم

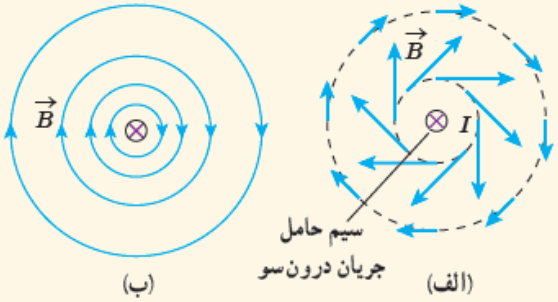


سوال: دریافت خود را از شکل های زیر بیان کنید

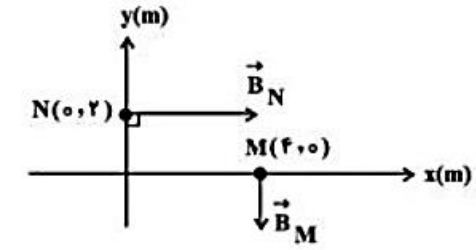


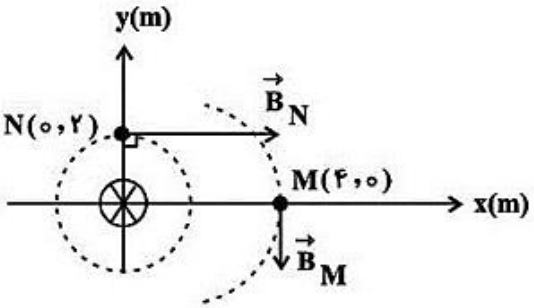
پرسش ۳ـ۷

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.



❖ مطابق شکل زیر، بردارهای میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم طویل حامل جریان مستقیم، در دو نقطهٔ M و N رسم شده است. کدام گزینه درست است؟





۱) سیم در نقطهٔ (4, 2) بر صفحه عمود است و جریان آن درون‌سو است.

۲) سیم در نقطهٔ (4, 2) بر صفحه عمود است و جریان آن برون‌سو است.

۳) سیم در نقطهٔ (0, 0) بر صفحه عمود است و جریان آن درون‌سو است.

۴) سیم در نقطهٔ (0, 0) بر صفحه عمود است و جریان آن برون‌سو است.

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 اسکوییدِ[1] ساخته شده‌اند. شکل روبه‌رو یک دستگاه اسکوید را نشان می‌دهد که در حال اندازه‌گیری میدان مغناطیسی تولید شده در مغز است.

❖ جهت جریان در سیم راست طویلی مطابق شکل روبه‌رو است. سیم و نقطهٔ A در صفحهٔ کاغذ هستند. کدام گزینه جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان در نقطهٔ A را نشان می‌دهد؟ (ریاضی ۸۲)

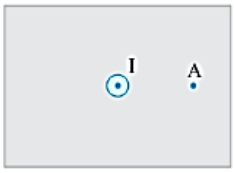
۱) ⊙

۲) ⊗

۳) ←

۴) →

❖ در شکل مقابل، جهت جریان سیمی که عمود بر صفحهٔ کاغذ قرار دارد، به صورت برون‌سو است. جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم در نقطهٔ A در کدام جهت است؟



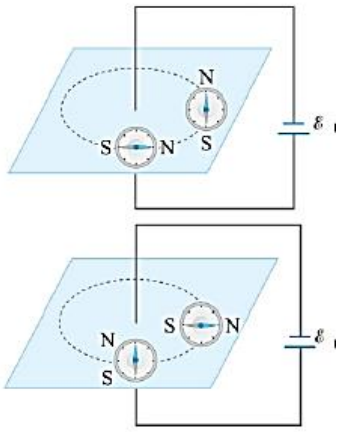
۱) ↓

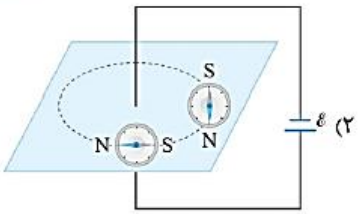
۲) ↑

۳) →

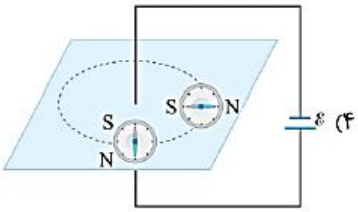
۴) ←

❖ در کدام شکل، عقربهٔ مغناطیسی درست نشان داده شده است؟ (کنکور زیرخاکی و برگرفته از آزمایش کتاب درسی)

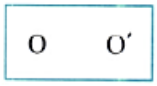
۱)


۲)


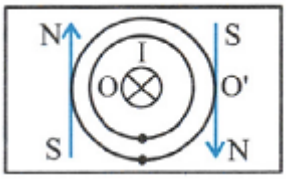
۳)

۴)


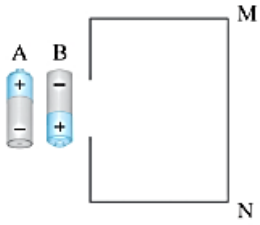
❖ مطابق شکل زیر، یک سیم مستقیم و بلند به طور عمود بر صفحهٔ افقی از نقطهٔ O گذشته و جریان در آن به طرف داخل صفحه است. یک عقربهٔ مغناطیسی را در نقطهٔ O′ قرار می‌دهیم. قطب N عقربه در کدام جهت خواهد ایستاد؟ (فیزیک ۲ – صفحهٔ ۷۷، مرتبط با آزمایش ۳-۳) (آزمون کانون – ۱۵ فروردین ۹۹)



۱) بالا
۲) پایین
۳) راست
۴) چپ

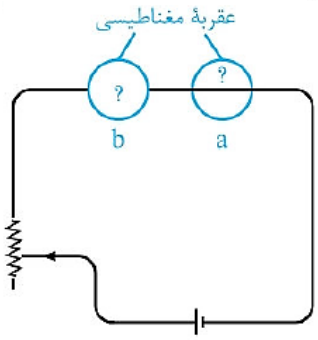


❖ در شکل مقابل عقربهٔ مغناطیسی را ..... سیم MN قرار می‌دهیم. اگر باتری ..... در مدار ببندیم، قطب N عقربه به طرف ..... منحرف می‌شود. (برگرفته از پرسش کتاب)



۱) روی ـ A ـ راست
۲) زیر ـ A ـ چپ
۳) روی ـ B ـ چپ
۴) زیر ـ B ـ چپ

❖ در شکل روبه‌رو، جهت قرار گرفتن عقربه‌های مغناطیسی a و b، به ترتیب از راست به چپ، کدام است



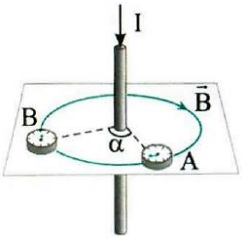
۱)

۲)

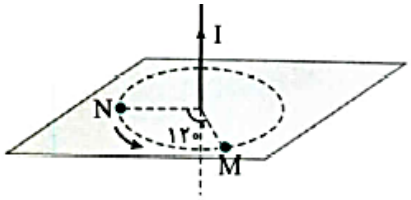
۳)

۴)

نکته۱) اگر عقربهٔ مغناطیسی مطابق شکل از A تا B به اندازهٔ زاویهٔ α جابه‌جا شود عقربه به اندازهٔ α درجه می‌چرخد.

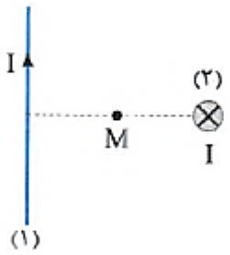


❖ در شکل روبه‌رو اگر یک قطب‌نما را در جهت نشان داده شده از نقطه N تا نقطهٔ M جابه‌جا کنیم، عقربهٔ آن چند درجه می‌چرخد؟

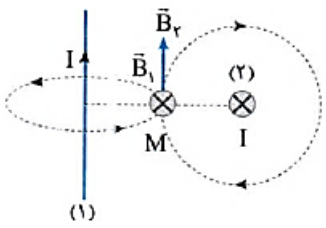


۱) ۲۴۰
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۹۰

❖ در شکل روبه‌رو، از دو سیم راست و بسیار بلند (۱) و (۲) جریان‌های مساوی عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌ها در نقطهٔ M، به ترتیب ۳ G و ۴ G باشد، بزرگی میدان مغناطیسی برایند در این نقطه چند گاوس است؟

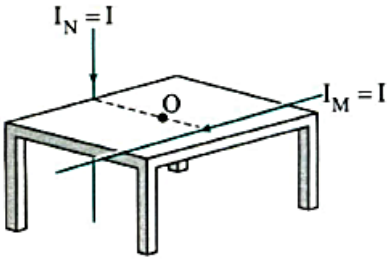


۱) ۱
۲) $\sqrt{5}$
۳) ۵
۴) ۷

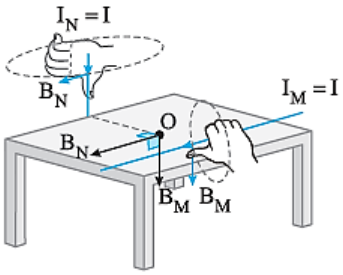


$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{9+16} = \sqrt{25} = 5\,G$$

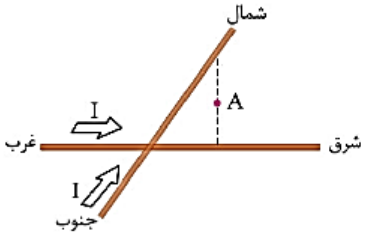
❖ در شکل روبه‌رو میدان حاصل از دو سیم در نقطهٔ O برابر $\sqrt{5}B$ و میدان حاصل از سیم M در نقطهٔ O برابر B است. میدان حاصل از سیم N در نقطهٔ O چند B است؟ آزمون مدارس برتر



۱) ۱
۲) ۲
۳) $\sqrt{3}$
۴) $\sqrt{2}$

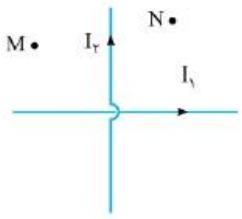


❖ از دو سیم افقی که یکی در راستای شرق ـ غرب و دیگری بالای آن، در راستای شمال ـ جنوب است، جریان الکتریکی مساوی در جهتی که در شکل مشخص شده است، می‌گذرد. کدام گزینه دربارهٔ جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطهٔA، وسط دو سیم و روی خطی عمود بر هر دو سیم، درست است؟ (ریاضی ۶۹)



۱) شمال شرقی
۲) شمال غربی
۳) جنوب شرقی
۴) جنوب غربی

❖ در شکل روبه‌رو دو سیم راست، بلند و حامل جریان در یک صفحه قرار دارند. جهت میدان مغناطیسی خالص ناشی از این دو سیم در نقاط M و N به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

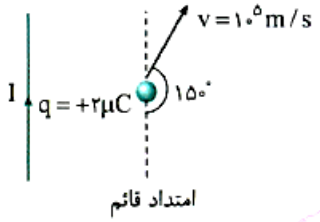


۱) $\otimes$ ، $\odot$
۲) $\odot$ ، $\odot$ یا $\otimes$
۳) $\otimes$ ، $\otimes$
۴) $\otimes$ ، $\otimes$ یا $\odot$

❖ در شکل مقابل بار نقطه‌ای q منفی است و در جهت نشان داده شده حرکت می‌کند. نیروی مغناطیسی وارد بر آن در کدام جهت است؟ (سیم و بار نقطه‌ای در این صفحه قرار دارند.) (فیزیک ۲- صفحه‌های ۷۱ و ۷۷، مرتبط با متن درس) (سراسری تجربی - ۸۸)

۱) $\otimes$
۲) $\odot$
۳) ←
۴) →

❖ در لحظهٔ نشـان داده شـده در شـکل نیروی وارد بر ذره‌ای با بار q در مجاورت سیم قائم حامل جریان، برابر $0/1N$ است. جهت نیروی وارد بر ذره و بزرگی میدان مغناطیسی سیم حامل جریان در محل ذره چند تسلا است؟



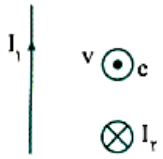
۱) نیرو با امتداد قائم زاویهٔ 30° می‌سازد، ۰/۵

۲) نیرو با امتداد قائم زاویهٔ 60° می‌سازد، ۰/۲۵

۳) نیرو با امتداد قائم زاویهٔ 30° می‌سازد، ۰/۲۵

۴) نیرو با امتداد قائم زاویهٔ 60° می‌سازد، ۰/۵

❖ در شـکل روبـه‌رو یک الکترون بین دو سـیم I_1 و I_2 به‌صورت برونسـو پرتاب می‌شـود. در این لحظـه جهت نیروی وارد بـر الکترون به کدام سمت است؟



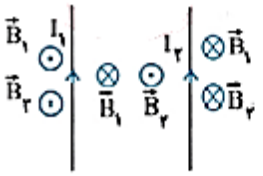
۱) ↖

۲) ↘

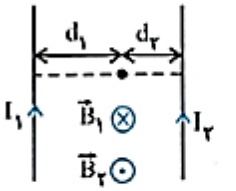
۳) ↑

۴) ↓

میدان مغناطیسی حاصل از دوسیم راست وموازی حامل جریان



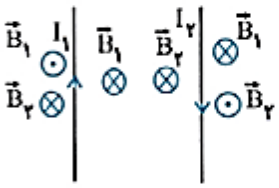
الف) جریان‌ها هم‌سو باشند ◄ در این حالت مطابق قاعدهٔ دست راست، میدان‌های بین دو سیم در صفحهٔ گذرنده از آن‌ها ناهمسو و اندازهٔ برایند میدان برابر قدرمطلق تفاضل اندازهٔ میدان حاصل از هر سیم است و سوی آن در جهت میدان قوی‌تر است و در خارج از دو سیم، میدان‌ها هم‌سو و اندازهٔ میدان برایند برابر مجموع اندازهٔ هر یک از میدان‌ها می‌باشد.



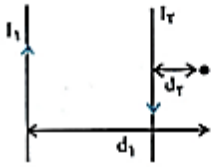
نکته

در این حالت نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برایند در آن می‌تواند صفر باشد در صفحهٔ دو سیم، بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کم‌تر قرار دارد، به‌طوری که داریم: $B_1 = B_2$

$$I_2 < I_1 \Rightarrow d_2 < d_1$$



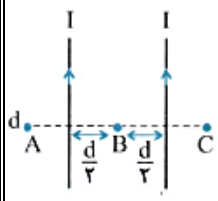
ب) جریان‌ها ناهم‌سو باشند ◄ در این حالت میدان‌های بین دو سیم هم‌سو و اندازهٔ میدان برایند، برابر مجموع اندازهٔ میدان حاصل از هر سیم می‌باشد و خارج از دو سیم میدان‌ها ناهم‌سو بوده و اندازهٔ میدان برایند، برابر قدرمطلق تفاضل آن‌هاست و سوی آن در جهت میدان قوی‌تر خواهد بود.



نکته

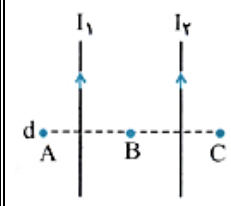
در این حالت نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برایند در آن صفر است، خارج دو سیم و در نزدیکی سیم با جریان کوچک‌تر قرار دارد.

$$I_2 < I_1 \Rightarrow d_2 < d_1$$



❖ مطابق شکل دو سیم موازی حامل جریان‌های همسو و یکسان و نقاط A، B و C در یک صفحه قرار دارند. در کدام نقطه یا نقاط برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم درون‌سو است؟ (فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۸، مکمل و مرتبط با پرسش ۳-۷)

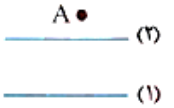
۱) فقط A
۲) فقط B
۳) فقط C
۴) A و C



❖ مطابق شکل دو سیم موازی حامل جریان‌های همسو و نقاط A، B و C در یک صفحه قرار دارند. در کدام نقطه یا نقاط برایند میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم می‌تواند صفر باشد؟ (فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۸، مکمل و مرتبط با پرسش ۳-۷)

۱) فقط A
۲) فقط B
۳) فقط C
۴) A و C

❖ از دو سیم راست، موازی و بسیار بلند در شکل زیر، جریان‌های مساوی می‌گذرد. اگر در نقطهٔ A جهت میدان مغناطیسی برایند حاصل از دو سیم درون‌سو باشد، جهت جریان سیم ... الزاما ... است.

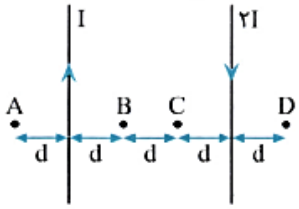


(فیزیک ۲- صفحهٔ ۱۰۲، مکمل و مرتبط با مسئله ۱۲) (آزمون کانون - ۱۵ فروردین ۹۹)

۱) (۱)- به سمت چپ
۲) (۱)- به سمت راست
۳) (۲)- به سمت راست
۴) (۲)- به سمت چپ

❖ مطابق شکل زیر، دو سیم موازی و بسیار بلند و نازک حامل جریان در صفحه قرار دارند. در مقایسهٔ بزرگی میدان مغناطیسی نقاط نشان داده شده، کدام رابطه درست است؟

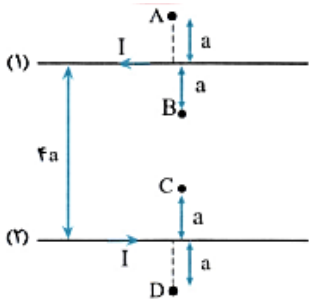
(فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۸، مکمل و مرتبط با پرسش ۳-۷) (سراسری تجربی - ۹۷)



۱) $B_B = B_C < B_A = B_D$
۲) $B_C < B_B < B_D < B_A$
۳) $B_B = B_C > B_A = B_D$
۴) $B_C > B_B > B_D > B_A$

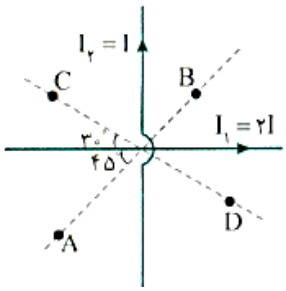
❖ در شکل زیر جریان عبوری از سیم‌های موازی (۱) و (۲)، هم‌اندازه ولی در جهت مخالف است. در کدام گزینه، مقایسهٔ درستی بین اندازهٔ میدان‌های مغناطیسی خالص (B) در نقاط A، B، C و D انجام شده است؟

(فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۸، مکمل و مرتبط با پرسش ۳-۷) (آزمون کانون - ۱۲ اردیبهشت ۹۹)

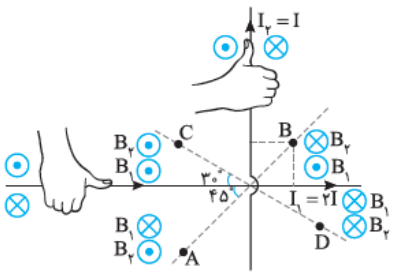


۱) $B_A = B_D > B_B = B_C$
۲) $B_A > B_B > B_C > B_D$
۳) $B_D > B_C > B_B > B_A$
۴) $B_C = B_B > B_A = B_D$

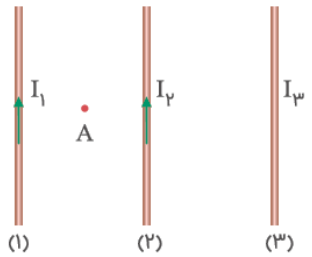
❖ در شکل روبه‌رو در کدام‌یک از نقاط A، B، C و D میدان مغناطیسی برایند ناشی از دو سیم حامل جریان I_1 و I_2 که برهم عمودند، می‌تواند صفر شود؟



۱) A و B
۲) C و D
۳) B و C
۴) در هیچ‌کدام از این نقاط میدان صفر نمی‌شود.



❖ در شکل زیر سه سیم بلند موازی حامل جریان‌های I_1 و I_2 و I_3 هستند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی در نقطهٔ A در وسط فاصلهٔ سیم ۱ و ۲ صفر باشد، کدام مورد صحیح است؟



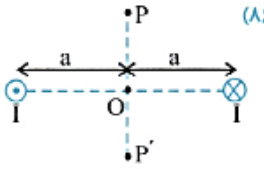
۱) جهت جریان I_3 به سمت بالا است و $I_3 > I_2$

۲) جهت جریان I_3 به سمت پایین است و $I_3 > I_2$

۳) جهت جریان I_3 به سمت بالا است و $I_2 > I_3$

۴) جهت جریان I_3 به سمت پایین است و $I_2 > I_3$

❖ **مطابق شکل از دو سیم موازی بلند جریان I می‌گذرد. بزرگی میدان ناشی از دو سیم، از نقطهٔ P تا P' چگونه تغییر می‌کند؟** (سیم‌ها عمود بر صفحه و نقطه‌ها روی صفحه‌اند.) (فیزیک ۲- صفحهٔ ۷۸، مکمل و مرتبط با پرسش ۳-۷) (سراسری خارج از کشور ریاضی-۸۶)

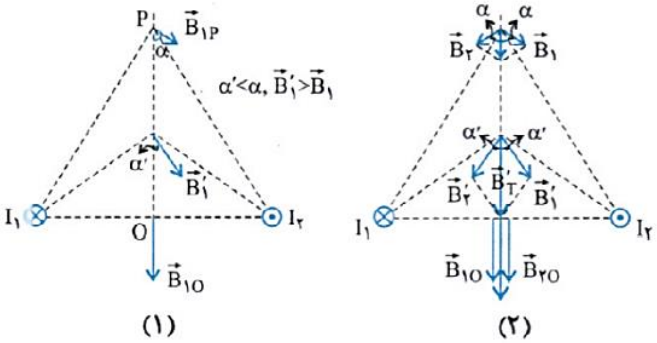


۱) کاهش می‌یابد.

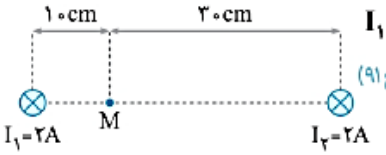
۲) افزایش می‌یابد.

۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.



❖ **در شکل مقابل، از دو سیم بلند موازی که عمود بر صفحه‌اند، در جهت نشان‌داده‌شده، جریان‌های I_1 و I_2 می‌گذرد. جهت میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ M کدام است؟** (ریاضی خارج ۹۱)

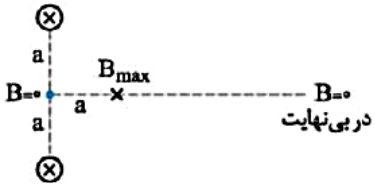


۱) ↑ ۲) ↓ ۳) ⊗ ۴) ⊙

نکته۱) برای دو سیم موازی که عمود بر صفحه هستند می‌توان از نتایج دو تست قبل نقاط خاص را به‌صورت زیر مشخص کرد. یعنی نقاطی که میدان در آن‌ها صفر یا بیشینه است.

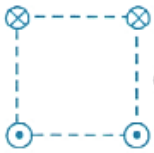
۱) جریان‌ها ناهم‌سو باشند:

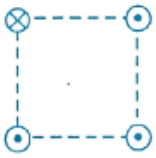
۲) جریان‌ها هم‌سو باشند:

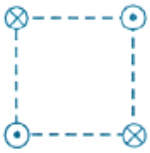


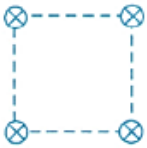
❖ شکل‌های زیر، چهار آرایش را نشان می‌دهد که در آن سیم‌های موازی حامل جریان I در گوشه‌های مربع‌های مشابه قرار گرفته‌اند و سیم‌ها بلند و همگی عمود بر صفحه‌اند. در کدام شکل بزرگی میدان مغناطیسی برایند در مرکز مربع بیش‌ترین مقدار را دارد؟

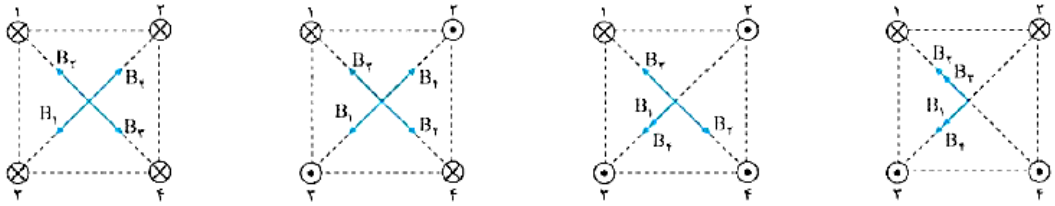
(فیزیک ۲- صفحه‌های ۷۷ و ۷۸، مرتبط با متن درس) (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۴)

۱) 

۲) 

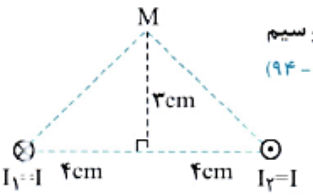
۳) 

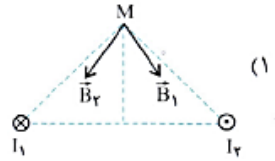
۴) 

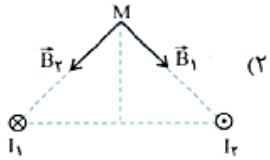


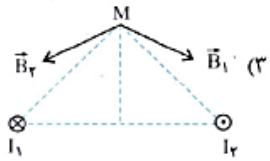
❖ دو سیم موازی بسیار بلند، حامل جریان I، مطابق شکل عمود بر صفحه قرار دارند. بردار میدان مغناطیسی هر یک از دو سیم در نقطهٔ M در کدام شکل درست است؟

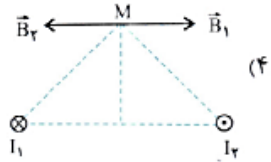
(فیزیک ۲- صفحه‌های ۷۷ و ۷۸، مرتبط با متن درس) (سراسری تجربی - ۹۴)



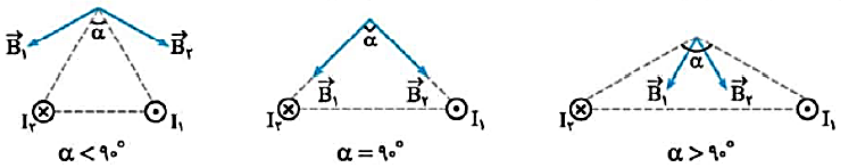
۱) 

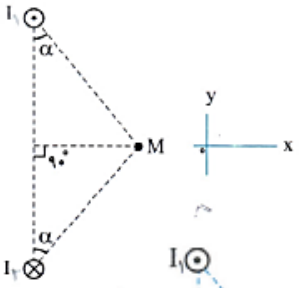
۲) 

۳) 

۴) 

طبق تست قبل، با توجه به اندازهٔ زاویهٔ α در رأس مثلث، ۳ حالت رخ می‌دهد:

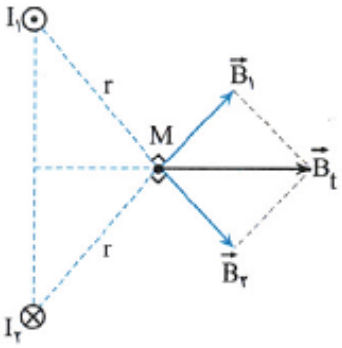




شکل مقابل، مقطع دو سیم بلند و موازی را نشان می‌دهد که بر صفحهٔ کاغذ عمودند و از آن‌ها جریان‌های برابر و در جهت‌های نشان داده شده عبور می‌کند. میدان مغناطیسی خالص (برایند) در نقطهٔ M در کدام جهت است؟

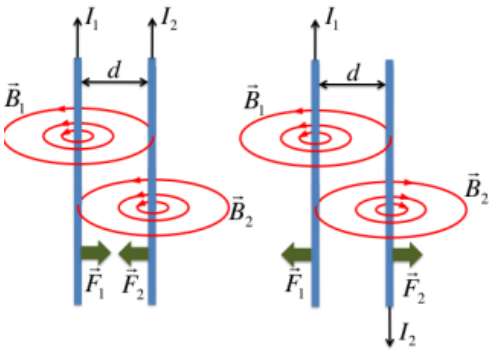
(فیزیک ۲- صفحه‌های ۷۷ و ۷۸، مرتبط با متن درس)(سراسری ریاضی- ۹۹)

۱) در جهت محور x
۲) در جهت محور y
۳) خلاف جهت محور x
۴) خلاف جهت محور y



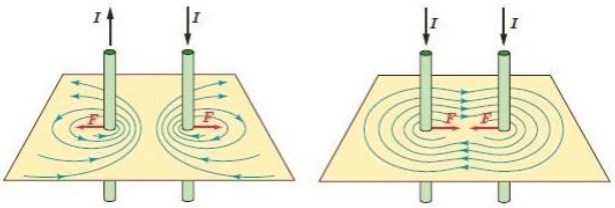
نیروی مغناطیسی بین سیم های موازی حامل جریان :

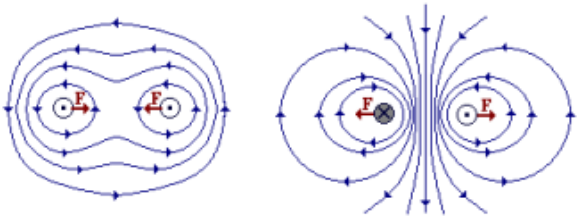
هرگاه دو سیم حامل جریان بطور موازی در کنار هم قرار بگیرند، بدلیل آنکه هرکدام در اطراف خود میدان مغناطیسی دارند طبق آزمایش به یکدیگر نیرو وارد می کنند:



۱-هرگاه جریان های دو سیم موازی هم جهت باشند ، نیروی بین آنها ربایشی است.

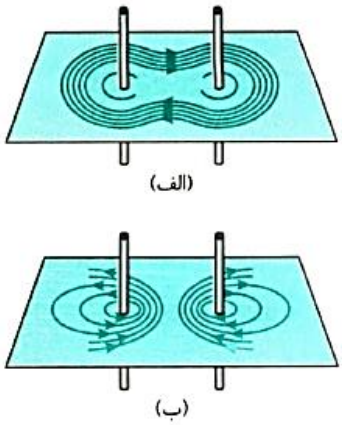
۲- هرگاه جریان های دو سیم موازی در خلاف جهت هم باشند، نیروی بین آنها رانشی است.





❖ در شـکل‌های (الف) و (ب)، خط‌های میدان مغناطیسـی برایند حاصل از دو سیم حامل جریان، نشان داده شده است. کدام گزینه درباره سوی جریان‌های هر شکل و نیروی الکترومغناطیسی بین سیم‌های هر شکل درست است؟

از کتاب درسی

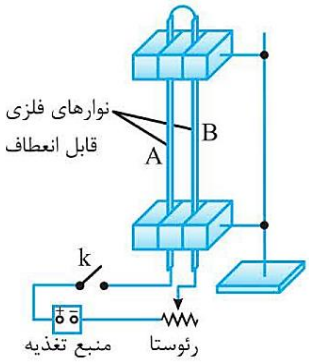


۱) شکل (الف): جریان‌ها ناهمسو و نیرو ربایشی - شکل (ب): جریان‌ها همسو و نیرو رانشی

۲) شکل (الف): جریان‌ها همسو و نیرو رانشی - شکل (ب): جریان‌ها ناهمسو و نیرو ربایشی

۳) شکل (الف): جریان‌ها همسو و نیرو ربایشی - شکل (ب): جریان‌ها همسو و نیرو رانشی

۴) شکل (الف): جریان‌ها همسو و نیرو ربایشی - شکل (ب): جریان‌ها ناهمسو و نیرو رانشی

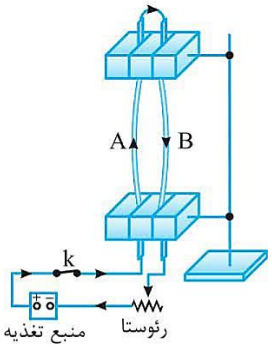


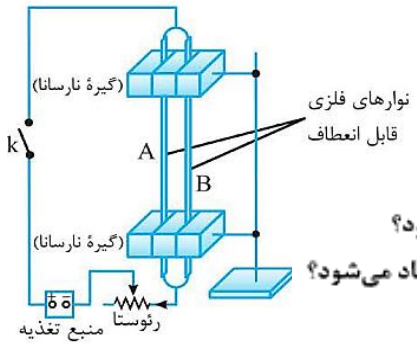
❖ در شکل مقابل، طرح آزمایشی مربوط به یک پدیدهٔ الکترومغناطیسی نمایش داده شده است:

الف) هدف از انجام این آزمایش، نشان‌دادن چه موضوعی است؟

ب) با توجه به نحوهٔ اتصال سیم‌ها به پایانه‌های باتری، پس از وصل‌کردن کلید چه مشاهده می‌شود؟

پ) اگر محل اتصال سیم‌ها به پایانه‌های باتری را جابه‌جا کنیم، آیا در نتیجهٔ آزمایش، تغییری ایجاد می‌شود؟



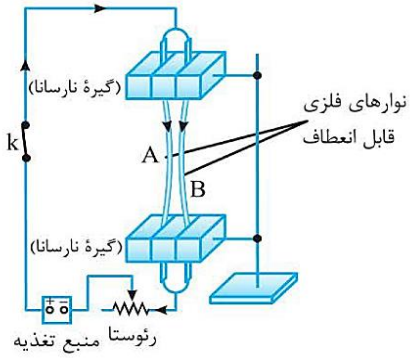


❖ در شکل مقابل، طرح آزمایشی مربوط به یک پدیدهٔ الکترومغناطیسی نمایش داده شده است:

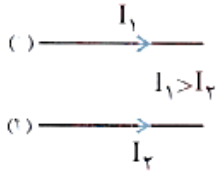
الف) هدف از انجام این آزمایش، نشان‌دادن چه موضوعی است؟

ب) با توجه به نحوهٔ اتصال سیم‌ها به پایانه‌های باتری، پس از وصل‌کردن کلید چه مشاهده می‌شود؟

پ) اگر محل اتصال سیم‌ها به پایانه‌های باتری را جابه‌جا کنیم، آیا در نتیجهٔ آزمایش، تغییری ایجاد می‌شود؟



❖ در شکل روبه‌رو دو سیم بلند (۱) و (۲)، موازی هم در یک صفحه قرار دارند و برهم نیروی مغناطیسی وارد می‌کنند. اگر نیروی وارد بر هر متر از سیم (۱)، $\vec{F}_1$ و نیروی وارد بر هر متر از سیم (۲)، $\vec{F}_2$ باشد، $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به ترتیب از راست به چپ در چه جهتی هستند و اندازه‌های آن‌ها چگونه است؟



(فیزیک ۲ - صفحهٔ ۷۹، مرتبط با شکل ۳-۱۶) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۲)

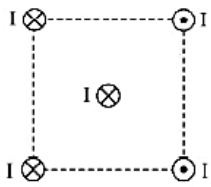
۱) $F_1 = F_2$ ، ↑ ، ↓

۲) $F_1 = F_2$ ، ↓ ، ↑

۳) $F_1 > F_2$ ، ↑ ، ↓

۴) $F_1 < F_2$ ، ↓ ، ↑

❖ چهار سیم راست و بلند، حامل جریان‌های مساوی و در جهت‌های نشان داده شده، مطابق شکل در رأس‌های یک مربع قرار دارند. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریانی که از مرکز مربع می‌گذرد، در کدام جهت است؟ *(ریاضی ۹۴ با تغییر و مشابه ریاضی ۸۹)*

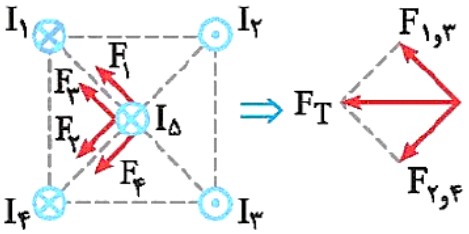


۱) ←

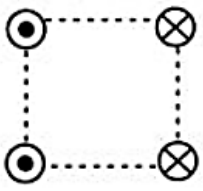
۲) →

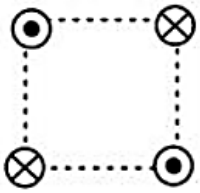
۳) ↓

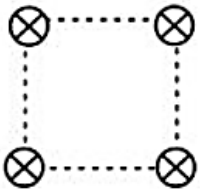
۴) ↑

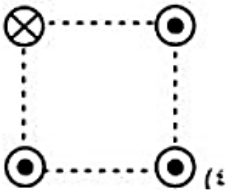


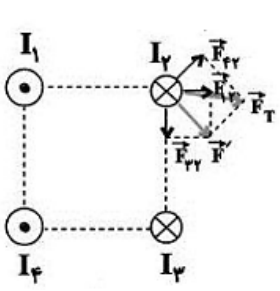
❖ در شکل‌های زیر، چهار سیم موازی و بلند حامل جریان یکسان I در رأس‌های یک مربع قرار دارند. در کدام گزینه، بزرگی نیروهای برایند وارد بر تمام سیم‌ها از طرف سیم‌های دیگر، با یکدیگر مساوی نیست؟

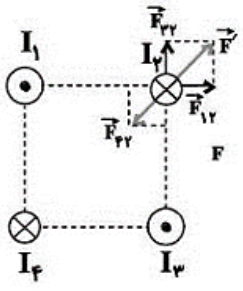
۱) 

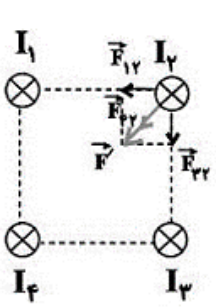
۲) 

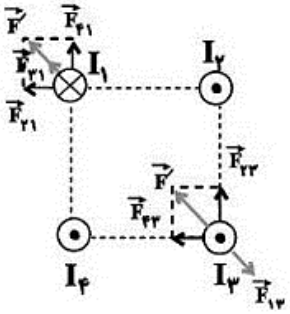
۳) 

۴) 

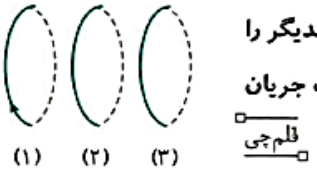
۱) 

۲) 

۳) 

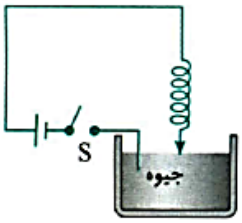
۴) 

❖ از سه حلقه (۱)، (۲) و (۳) مطابق شکل جریان‌های I_1، I_2 و I_3 عبور می‌کند. اگر دو حلقه (۱) و (۲) یکدیگر را جذب نمایند و دو حلقه (۲) و (۳) یکدیگر را دفع نمایند، جهت جریان I_2 ..... جهت جریان I_1 و جهت جریان I_3 ..... جهت جریان I_1 است.



۱) مخالف - موافق ۲) موافق - مخالف ۳) موافق - موافق ۴) مخالف - مخالف

❖ در شکل روبه‌رو با بستن کلید S، .....



۱) حلقه‌های فنر جمع شده و طول فنر کاهش یافته و در همان حالت می‌ماند.

۲) فنر نوسان می‌کند.

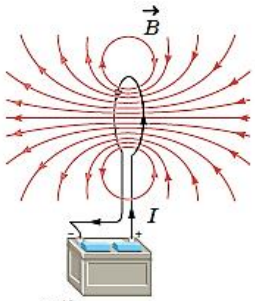
۳) طول فنر زیاد شده و در همان حالت باقی می‌ماند.

۴) تغییری حاصل نمی‌شود.

میدان مغناطیسی ناشی از یک حلقهٔ دایره ای حامل جریان

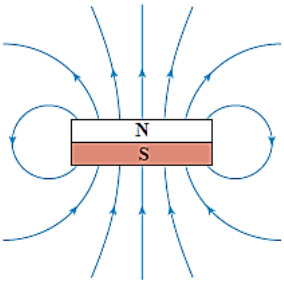
خط های میدان مغناطیسی را در اطراف یک حلقه رسانای دایرهای نشان می دهد که حامل جریان (I) است. همانطورکه دیده می شود خط های میدان مغناطیسی در ناحیه داخل حلقه به یکدیگر نزدیکترند؛ یعنی، میدان در این ناحیه قویتر است. افزون براین، در نقطه های روی محورحلقه، میدان موازی محور است.

(ب)

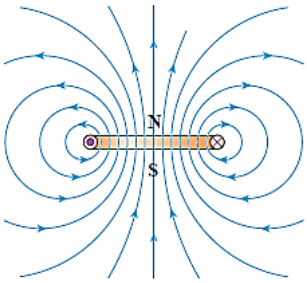


(الف)

بررسی و مقایسهٔ میدان مغناطیسی یک حلقهٔ حامل جریان و یک آهنربای تخت دایره ای شکل، نشان می دهدکه میدان مغناطیسی آنها درست مانند یکدیگر است (شکل روبرو) به همین دلیل، هر حلقهٔ حامل جریان رابه عنوان یک دو قطبی مغناطیسی در نظر می گیرند.

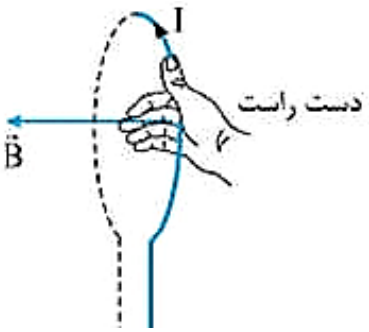


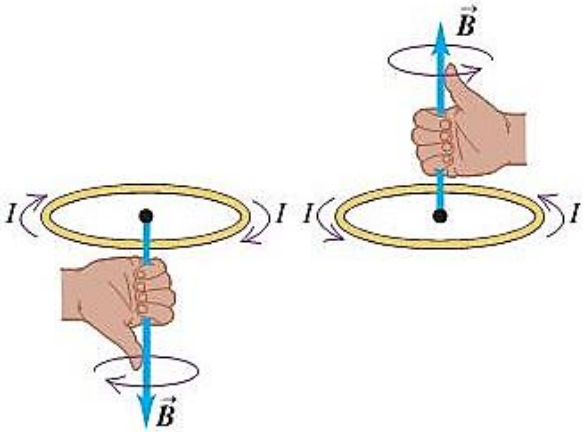
(ب) آهنربای دائم



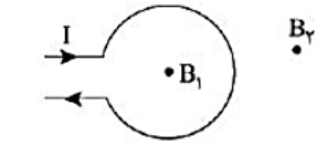
(الف) حلقهٔ حامل جریان

تعیین جهت میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقهٔ دایره ای حامل جریان





❖ شکل زیر یک حلقهٔ حامل جریان را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد جهت میدان مغناطیسی B_1 و مقایسهٔ بزرگی میدان‌های B_1 و B_2 درست است؟



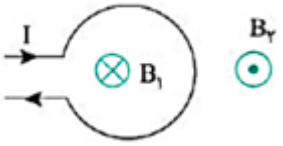
۱) $B_1 > B_2$ - ⊗

۲) $B_1 > B_2$ - ⊙

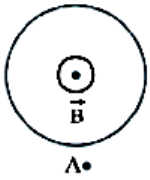
۳) $B_1 < B_2$ - ⊗

۴) $B_1 < B_2$ - ⊙

میدان مغناطیسی خارج حلقه خلاف جهت میدان مغناطیسی در داخل حلقه است: $B_1 > B_2$



❖ **شکل زیر، یک حلقهٔ حامل جریان الکتریکی را نشان می‌دهد که جهت خط‌های میدان مغناطیسی در درون آن نشان داده شده است. به‌ترتیب از راست به چپ، جهت جریان در حلقه و جهت میدان مغناطیسی در نقطهٔ A کدام است؟**



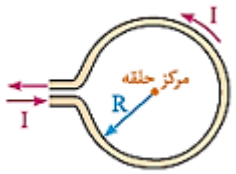
۱) ساعتگرد- برون‌سو

۲) ساعتگرد- به سمت راست

۳) پادساعتگرد- درون‌سو

۴) پادساعتگرد- به سمت چپ

اندازهٔ میدان مغناطیسی در مرکزحلقهٔ دایره ای:



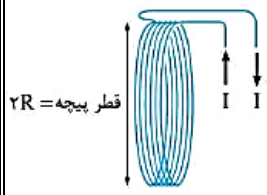
اندازهٔ میدان مغناطیسی در **مرکز** حلقهٔ دایره‌ای‌شکل حامل جریان (I) از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

$$B=\frac{\mu_{\circ} I}{2R}$$

B: بزرگی میدان مغناطیسی (T)، N: تعداد دور سیم، $\mu_{\circ}$: ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ $\left(\frac{T.m}{A}\right)$، I: مقدار جریان عبوری از پیچه (A)، R: شعاع پیچه (m)

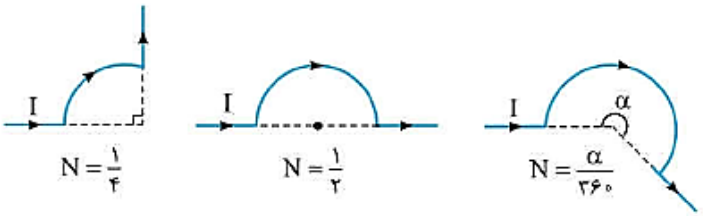
اندازهٔ میدان مغناطیسی درمرکز پیچهٔ مسطح: اگر سیم حامل جریان را به صورت N حلقه درآوریم به طوری که ضخامت حلقه‌های به هم پیچیده‌شده در برابر قطر پیچه ناچیز باشد، پیچه را پیچهٔ مسطح می‌نامیم. اندازهٔ میدان مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی، در مرکز پیچه N برابر میدان حلقه بوده و برابر است با:

$$B=\frac{\mu_{\circ} NI}{2R}$$

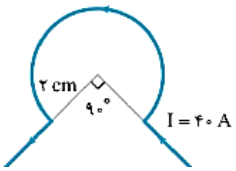


نکته۱) اگر میدان مغناطیسی ناشی از قسمتی از یک حلقه با زاویهٔ کمان α مطابق شکل را در مرکز آن بخواهیم، با یک تناسب ساده می‌توان آن را به صورت زیر به‌دست آورد:

$$B=\frac{\alpha}{360}\times\left(\frac{\mu_{\circ}}{2}\frac{I}{R}\right)$$

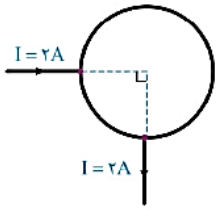


❖ در شکل روبه‌رو، بزرگی میدان مغناطیسی در نقطهٔ P چند تسلا است؟ $(\mu_{\circ}=4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A}\ ,\ \pi\simeq3)$



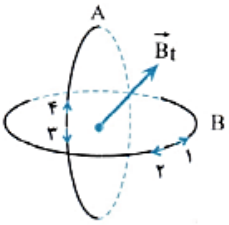
۱) 9×10^{-4}
۲) 12×10^{-4}
۳) 3×10^{-4}
۴) 4×10^{-4}

❖ یک حلقهٔ رسانا به شعاع ۱۰ سانتی‌متر، مطابق شکل در مداری قرار گرفته است. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز حلقه، چند تسلا است؟



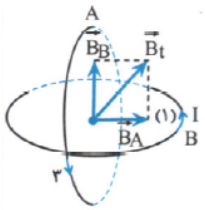
۱) صفر
۲) $1/2\times10^{-5}$
۳) $1/2\times10^{-6}$
۴) $2/4\times10^{-6}$

❖ مطابق شکل زیر، دو حلقهٔ هم‌مرکز حامل جریان، به‌صورت عمود بر هم درون هم قرار گرفته‌اند. اگر بردار میدان مغناطیسی برایند دو حلقه در مرکز آن‌ها به صورتی باشد که در شکل نشان داده شده، جهت جریان حلقه‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه است؟



(فیزیک ۲- صفحهٔ ۸۰، مکمل و مشابه پرسش ۳-۸) (آزمون کانون- ۲۹ فروردین ۹۹)

۱) ۳ و ۱
۲) ۳ و ۲
۳) ۴ و ۱
۴) ۴ و ۲

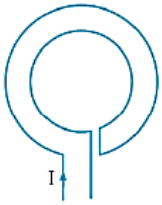


❖ پیچهٔ مسطحی شامل ۵۰ حلقه است و مساحت هر حلقهٔ آن $64\pi\ cm^2$ است. اگر جریان ۸ آمپر از آن بگذرد، اندازهٔ میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$

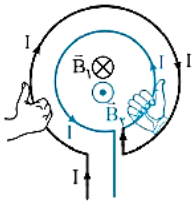
(ریاضی ۹۸)

۱) 10^{-2}
۲) $10^{-3}\pi$
۳) $1/6\times10^{-3}$
۴) $2\times10^{-3}\pi$

❖ مطابق شکل روبه‌رو، سیمی را به صورت دو حلقهٔ دایره‌ای هم‌مرکز و هم‌صفحه، به شعاع‌های ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر درآورده‌ایم و از آن جریان ۶ آمپر می‌گذرانیم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز مشترک حلقه‌ها چند گاوس و در چه جهتی است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A}\ ,\ \pi \simeq 3)$



۱) ۰/۱۲، برون‌سو
۲) ۰/۱۲، درون‌سو
۳) ۰/۰۶، درون‌سو
۴) ۰/۰۶، برون‌سو

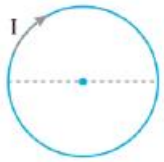


$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2R_1} = 2\times3\times10^{-7}\times\frac{1\times6}{0/3} = 0/12\times\underbrace{10^{-4}\ T}_{G} = 0/12\ G \text{ «درون‌سو»}$$

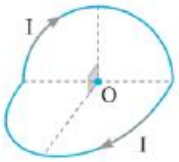
$$B_2 = \frac{\mu_0 NI}{2R_2} = 2\times3\times10^{-7}\times\frac{1\times6}{0/2} = 0/18\times\underbrace{10^{-4}\ T}_{G} = 0/18\ G \text{ «برون‌سو»}$$

برایند دو میدان، برابر $0/18 - 0/12 = 0/06$ گاوس و همسو با بردار بزرگ‌تر (یعنی برون‌سو) است.

❖ در شکل (الف) میدان مغناطیسی حلقهٔ حامل جریان در مرکز آن برابر B است. اگر حلقه را از وسط تا کنیم و به صورت شکل (ب) درآوریم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند برابر B است؟



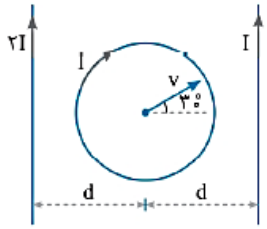
(الف)



(ب)

۱) صفر ۲) $2B$ ۳) $\sqrt{2}B$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}B$

❖ در شکل مقابل بزرگی میدان مغناطیسی سیم I در مرکز دایره برابر $10^{-2}\ T$ و بزرگی میدان مغناطیسی حلقه در مرکز آن برابر $4\times10^{-2}\ T$ است. اگر بار الکتریکی $q=2mC$ را با سرعت $10^{3}\ m/s$ از نقطهٔ O در جهت بردار v پرتاب کنیم بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر بار در این نقطه چند نیوتن است؟



۱) ۰/۰۳ ۲) ۰/۰۶
۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۱

اگر از سیمی به طول L، پیچهٔ مسطحی به شعاع R بسازیم، تعداد دور پیچه برابر است با: $N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط پیچه}}=\frac{L}{2\pi R}$

❖ با استفاده از سیم رسانای نازکی به طول $30\ m$ پیچهٔ مسطحی به شعاع $15\ cm$ ساخته‌ایم. اگر جریان $1/2\ A$ از این پیچه بگذرد، اندازهٔ میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس است؟ $(\mu_0=4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$

۱) ۲/۴ ۲) ۱/۲ ۳) ۳/۲ ۴) ۱/۶

$$N=\frac{L}{2\pi R}\Rightarrow N=\frac{30}{2\pi\times0/15}\Rightarrow N=\frac{100}{\pi}$$

$$B=\frac{\mu_0 NI}{2R}\Rightarrow B=\frac{4\pi\times10^{-7}\times\frac{100}{\pi}\times1/2}{2\times15\times10^{-2}}\Rightarrow B=16\times10^{-5}\ T=1/6\ G$$

میدان مغناطیسی ناشی از یک سیملوله حامل جریان

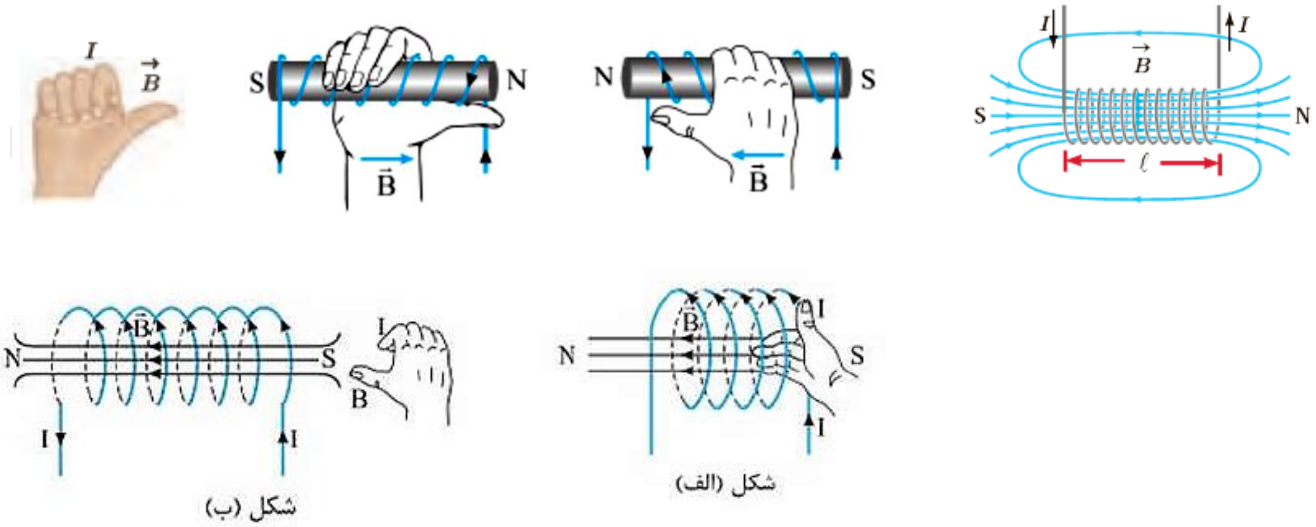
سیملوله، سیم درازی است که به صورت مارپیچی بلند، پیچیده شده است. با عبور جریان الکتریکی از سیملوله، در فضای اطراف آن میدان مغناطیسی به وجود می آید.

طرح خط های میدان مغناطیسی یک سیملولهٔ حامل جریان الکتریکی درشکل الف و پ نشان داده شده است.

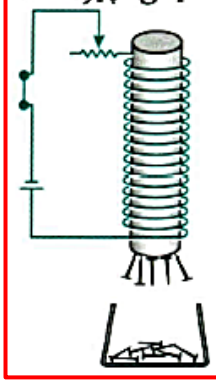
خط های میدان داخل سیملوله بسیار متراکم تر از خط های میدان در خارج آن است و این نشانگر بزرگ تر بودن میدان درداخل سیملوله است.

خط های میدان در داخل سیملوله، به ویژه در نقطه های نسبتاً دوراز لبه های آن تقریبا موازی و هم فاصله اند و این، نشانگر یکنواخت بودن میدان مغناطیسی درون سیملوله است.

جهت میدان مغناطیسی سیملوله، به کمک قاعدهٔ دست راست که در شکل نشان داده شده است تعیین می شود .



میدان مغناطیسی در داخل سیملوله بزرگ‌تر از بیرون آن است و شکل بالا و تراکم خطوط نشان دهندهٔ آن است.
اگر قطر حلقه‌های سیملوله در مقایسه با طول آن، بسیار کوچک و حلقه‌های آن، خیلی به هم نزدیک باشند، به آن سیملولهٔ آرمانی گفته می‌شود.
میدان مغناطیسی داخل یک سیملولهٔ آرمانی در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است و در خارج سیملولهٔ آرمانی میدان مغناطیسی ناچیز است.

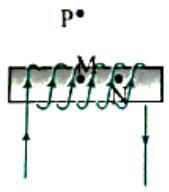


اگر داخل سیملوله یک هستهٔ آهنی قرار دهیم با عبور جریان الکتریکی از سیملوله در هستهٔ آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌شود:

الف) هرچه تعداد دورهای سیملوله در واحد طول و جریانی که از آن می‌گذرد، بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قوی‌تری است.

ب) میدان مغناطیسی سیملولهٔ بدون هستهٔ آهنی، بسیار ضعیف است و سیملوله عملاً کاربردی ندارد.

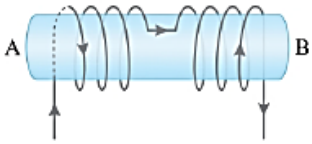
❖ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد سیملوله درست است؟



الف) بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه M بزرگ‌تر از میدان مغناطیسی در نقطهٔ P است. / ب) 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. / پ) بزرگی میدان مغناطیسی در نقاط M و N با هم برابر است.

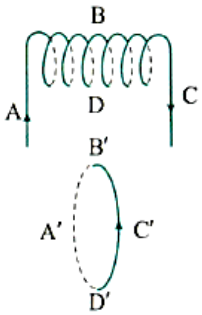
۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

❖ مطابق شکل از سیم‌پیچی جریان I می‌گذرد. دو قطب A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟



۱) S – N ۲) N – S
۳) N – N ۴) S – S

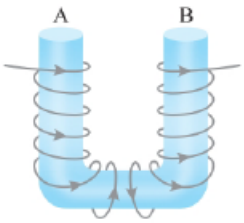
❖ در شکل‌های مقابل، یک سیملوله و یک حلقه حامل جریان که در فاصله دور از هم قرار دارند نشان داده شده است. اگر در نقاط مشخص شده عقربه مغناطیسی قرار دهیم در کدام نقاط جهت عقربه به سمت راست می‌باشد؟



از کتاب درسی

۱) A' ،C' ،B' و D'
۲) B ،D ،A و C
۳) A ،C و A' ،C'
۴) B ،D ،B' و D'

❖ با توجه به جریان عبوری از سیم‌پیچ روی هستهٔ U شکل، دو سر A و B چه قطبی هستند؟



۱) S و N

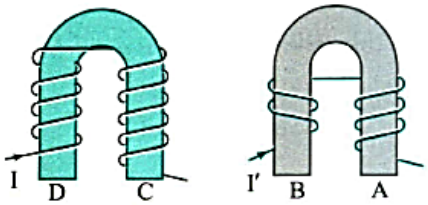
۲) N و S

۳) S و S

۴) N و N

❖ با توجه به شکل مقابل از راست به چپ نقاط A، B، C و D کدام قطب‌اند؟

کنکور دهه‌های گذشته



۱) S، S، N و S

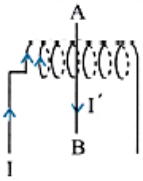
۲) N و S، S، S

۳) S و S، S، N

۴) S و N، N، N

❖ در شکل روبه‌رو سیم AB از درون سیملوله‌ای می‌گذرد و بر محور آن عمود است. اگر از سیملوله جریان I و از سیم AB جریان I′ در جهت‌های نشان داده شده بگذرد، به بخشی از سیم AB که داخل سیملوله قرار دارد، در چه جهتی نیرو وارد می‌شود؟

(فیزیک ۲ - صفحه‌های ۷۴ و ۸۱، مرتبط با متن درس) (سراسری ریاضی- ۷۷)



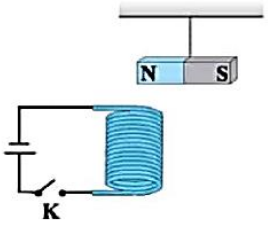
۱) عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف داخل

۲) عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف خارج

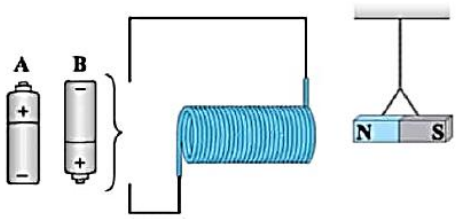
۳) به سمت چپ

۴) به سمت راست

❖ در شکل (۱)، یک آهنربای میله‌ای در بالای سیملوله آویخته شده و در شکل (۲)، یک آهنربای میله‌ای در کنار سیملوله قرار داده شده است. با وصل کردن کلید در شکل (۱)، قطب N آهنربای میله‌ای به سمت ..... می‌رود و در شکل (۲)، با قرار دادن باتری ..... در مدار، آهنربای میله‌ای آویزان شده به طرف سیملوله جذب می‌شود. (کتاب درسی)

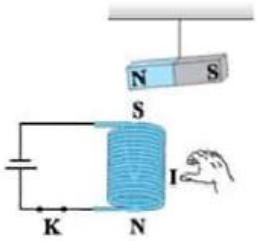


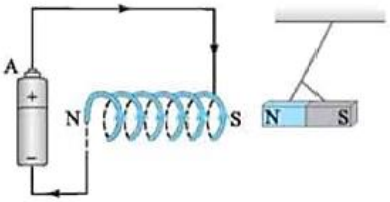
شکل (۱)



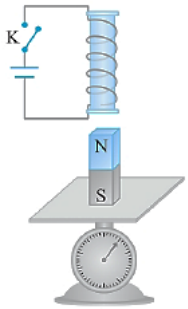
شکل (۲)

۱) بالا، A ۲) بالا، B ۳) پایین، A ۴) پایین، B





❖ در شکل زیر، با بستن کلید، عددی که ترازو نشان می‌دهد چه تغییری می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد.

۲) کاهش می‌یابد.

۳) ثابت می‌ماند.

۴) ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

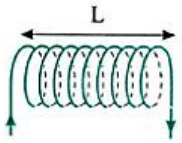
اندازهٔ میدان مغناطیسی ناشی از یک سیملوله حامل جریان

اندازهٔ میدان مغناطیسی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$B=\mu_0 \frac{N}{l} I$$

(میدان مغناطیسی: تسلا (T)، جریان: (A)، طول: (m))

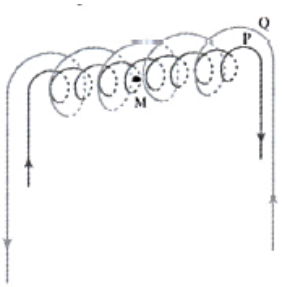
که در آن μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ و برابر $4\pi\times10^{-7}\ T.m/A$ است و N/l تعداد حلقه‌ها (N) بر واحد طول (l) است که می‌توان آن را با $N/l=n$ نشان داد. I نیز جریان عبوری از حلقه برحسب آمپر است.



❖ طول سیملوله‌ای $20cm$ است و دارای ۲۰۰ حلقه است که به صورت منظم پیچیده شده است. اگر از آن جریان الکتریکی $5A$ عبور کند، میدان مغناطیسی در داخل آن چند گاوس است؟ $(\mu_0=4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$ تجربی - ۹۳

۱) 2π ۲) 4π ۳) 20π ۴) 40π

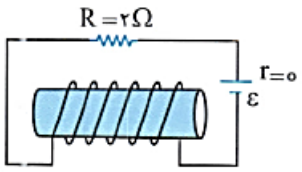
❖ مطابق شکل دو سیملولهٔ هم‌محور P و Q، طول برابر و تعداد دور متفاوت دارند، تعداد دور سیملولهٔ P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملولهٔ Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۴A از سیملولهٔ Q عبور کند، جریان چند آمپری از سیملولهٔ P عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی از دو سیملوله در نقطهٔ M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟ (فیزیک ۲- صفحهٔ ۱۰۲، مکمل و مشابه مسئلهٔ ۱۴)



۱) $\frac{3}{8}$ ۲) $\frac{8}{3}$ ۳) $\frac{1}{6}$ ۴) ۶

$$B_{net}=0 \Rightarrow B_P=B_Q \Rightarrow \frac{\mu_0 N_P I_P}{\ell_P}=\frac{\mu_0 N_Q I_Q}{\ell_Q} \rightarrow N_P I_P=N_Q I_Q \rightarrow 200\times I_P=300\times 4 \Rightarrow I_P=6A$$

❖ در شکل روبه‌رو توان مصرفی مقاومت R برابر ۸ وات است. اگر سیملوله در هر متر ۳۰ دور حلقه داشته باشد، میدان مغناطیسی داخل سیملوله و روی محور آن چند تسلا است؟ $(\mu_0=4\pi\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$ (فیزیک ۲- صفحه‌های ۵۴ و ۸۱، مرتبط با رابطه‌های ۲-۹ و ۳-۴) (سراسری ریاضی - ۸۵)



۱) $2/4\pi\times10^{-5}$ ۲) $2/4\pi\times10^{-5}$ ۳) $9/6\pi\times10^{-5}$ ۴) $9/6\pi\times10^{5}$

$$P=RI^2 \xrightarrow[R=2\Omega]{P=8W} 8=2\times I^2 \Rightarrow I=2A$$

میدان مغناطیسی درون سیملوله به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell} \xrightarrow[\ell=1m]{N=30,\ I=2A}$$

$$B=\frac{4\pi\times10^{-7}\times30\times2}{1}=2/4\pi\times10^{-5}T$$

اگر از سیمی به طول l سیملوله‌ای بسازیم که شعاع هر حلقهٔ آن R باشد، در هر حلقه به اندازهٔ محیط حلقه $2\pi R$ از سیم را استفاده کرده پس تعداد حلقه‌های سیملوله برابر می‌شود با:

$$l = N(2\pi R) \Rightarrow N = \frac{l}{2\pi R}$$

❖ با سیم روکش‌داری به طول ۱۰۰ متر سیملوله‌ای به طول $20cm$ و شعاع R ساخته‌ایم به طوری‌که اگر جریان $10A$ از سیملوله عبور دهیم میدان مغناطیسی سیملوله ۲۵ گاوس می‌شود. R چند سانتی‌متر است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A)$

خارج ریاضی - ۹۶

۱) ۰/۴ ۲) ۴۰ ۳) ۰/۲ ۴) ۲۰

❖ سیمی فلزی به طول 10 متر و مقاومت 6 اُهم را به‌صورت سیملوله‌ای به قطر $4cm$ و طول $10cm$ درمی‌آوریم. اگر دو سر سیملوله را به اختلاف پتانسیل $30V$ وصل کنیم، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاوس است؟

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

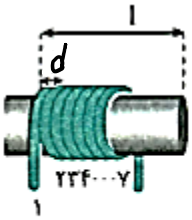
1) 250 2) 25 3) 5 4) 50

❖ یک باتری با نیروی محرکهٔ $\mathscr{E}$ و مقاومت داخلی ۲ را مطابق شکل به یک سیم‌لوله که مقاومت سیم سازندهٔ آن برابر ۲ است متصل کرده‌ایم. اگر این سیم‌لوله را از وسط نصف کنیم و یکی از دو سیم‌لولهٔ کوچک‌تر را به همین باتری متصل کنیم، اندازهٔ میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{8}{3}$

۳) $\frac{4}{3}$ ۴) ۱

اگر تمام حلقه‌های سیملوله در یک ردیف به هم چسبیده باشند طول سیملوله برابر تعداد حلقه‌ها ضربدر قطر سیم است.



d: قطر هر سیم، N: تعداد حلقه $\xrightarrow{\text{طول سیملوله}} l = N.d$

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \xrightarrow{l=Nd} B = \mu_0 \frac{N}{Nd} I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{d}$$

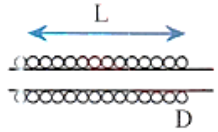
در واقع اگر حلقه‌های سیملوله به هم چسبیده باشند، میدان داخل سیملوله به تعداد حلقه‌ها یا طول سیملوله بستگی ندارد.

❖ از سیمی با قطر مقطع ۵ میلی‌متر، سیملوله‌ای ساخته‌ایم به طوری‌که حلقه‌های آن در یک ردیف و به هم چسبیده‌اند. اگر جریان ۲A از سیم عبور کند، میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاوس خواهد شد؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\,T.m/A)$

۱) ۴/۸ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۶ ۴) ۱/۲

❖ سیم روکش‌دار سیملولهٔ ایده‌آل حامل جریانی را باز کرده و با آن سیملولهٔ دیگری می‌سازیم که شعاع حلقه‌های آن نصف شعاع حلقه‌های سیملولهٔ قبلی است. اگر جریان عبوری از سیملولهٔ جدید n برابر قبلی شود، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملولهٔ جدید ۶ برابر می‌شود. مقدار n کدام است؟ (در هر دو حالت حلقه‌ها به هم چسبیده‌اند.) (فیزیک ۲- صفحهٔ ۸۱، مرتبط با رابطهٔ ۳-۴) (آزمون کانون - ۱۵ فروردین ۹۹)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱۲ ۴) ۶



میدان مغناطیسی درون سیملوله‌ای که حلقه‌های آن به هم چسبیده‌اند، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید که در آن D قطر مقطع سیم است.

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell} \xrightarrow{\ell = ND} B = \frac{\mu_0 NI}{ND} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{D}$$

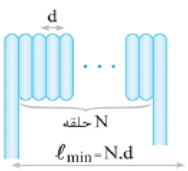
چون در حالت دوم قطر سیم یعنی D تغییر نکرده، داریم:

$$B = \frac{\mu_0 I}{D} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} \times \frac{D_1}{D_2}$$

$$\xrightarrow[\frac{B_2}{B_1}=6]{\frac{I_2}{I_1}=n,\ \frac{D_1}{D_2}=1} 6 = n \times 1 \Rightarrow n = 6$$

❖ از سیمی که طول آن ۶۲/۸ m است، سیملوله‌ای به شعاع ۲/۵ cm ساخته‌ایم، قطر سیم ۰/۵ mm است. اگر جریان ۲A از آن عبور دهیم، حداکثر بزرگی میدان یکنواخت درون سیملوله چه‌قدر است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\,T.m/A)$

۱) قابل محاسبه نیست. ۲) 16π ۳) 16×10^{-4} ۴) $16\pi\times10^{-4}$

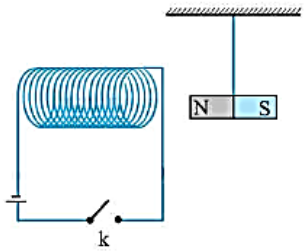


$$\begin{cases} B_{max} = \dfrac{\mu_0 NI}{\ell_{min}} \\ \ell_{min} = N.d \end{cases} \Rightarrow B_{max} = \frac{\mu_0 I}{d}$$

❖ سیمی به طول $۱/۲m$ و قطر مقطع $۱mm$ را یک‌بار به صورت سیملوله‌ای شامل یک ردیف که حلقه‌های آن کنار هم به شعاع $۱۰cm$ پیچیده در آورده و از آن جریان I عبور می‌دهیم و بار دیگر همان سیم را به شکل یک سیملوله در یک ردیف با حلقه‌های کنار هم به شعاع $۲cm$ در آورده و از آن جریان I عبور می‌دهیم. میدان روی محور سیملوله در حالت اول چند برابر حالت دوم است؟ $(\pi \approx ۳)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

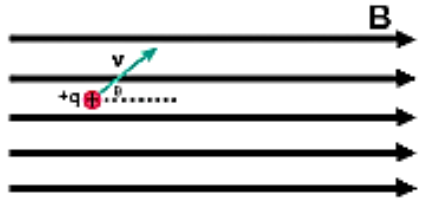
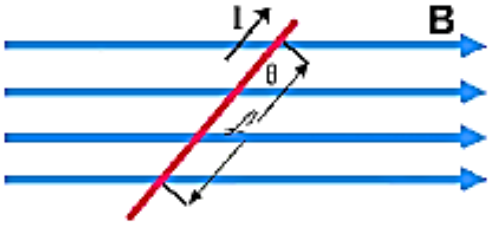
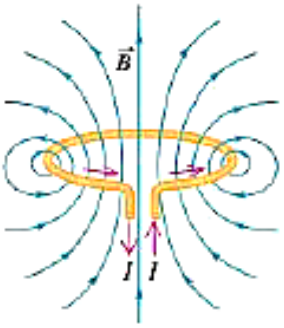
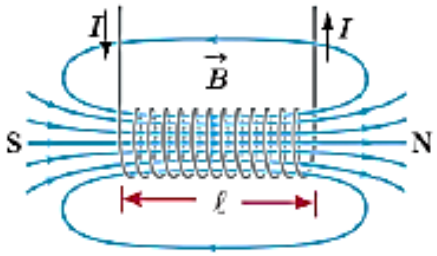
❖ مطابق شکل با استفاده از سیمی به قطر $۰/۲mm$ یک سیملولهٔ آرمانی که حلقه‌های آن کاملاً به هم چسبیده‌اند، می‌سازیم. با بستن کلید و عبور جریان ۳آمپری از سیملوله میدان مغناطیسی به بزرگی ..... میلی‌تسلا داخل آن ایجاد می‌شود و سیملوله آهنربای آویخته از نخ را ..... می‌کند. $(\mu_۰ = ۱۲\times ۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$



۱) ۱۸،جذب ۲) ۷۲، جذب

۳) ۱۸، دفع ۴) ۷۲، دفع

جدول خلاصه فرمول های فصل مغناطیس

نیروی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی		$F = \lvert q \rvert vB \sin\theta$ v : سرعت θ : زاویه بین میدان و سرعت
نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی		$F = BIL \sin\theta$ L : طول موثر سیم θ : زاویه بین میدان و جهت جریان
میدان مغناطیسی در مرکز پیچه		❶ $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ ❷ $B = \frac{\mu_0 LI}{4\pi R^2}$ R : شعاع پیچه N : تعداد دور پیچه L : طول سیم
میدان مغناطیسی روی محور سیملوله		❶ $B = \mu_0 nI$ که $n = \frac{N}{L}$ ❷ $B = \mu_0 \frac{NI}{L}$ (موسی و تیل !) n : تعداد دور در واحد طول N : تعداد دور سیملوله L : طول سیملوله

جمع بندی قاعده های تعیین جهت