فصل سوم

مغناطیس

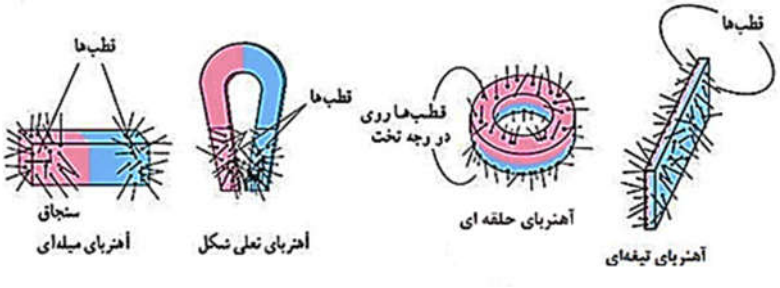
۳- فصل سوم میدان مغناطیسی و نیروهای مغناطیسی

۳-۱-مغناطیس و قطب‌های مغناطیسی

مغناطیس از نام نوعی سنگ معدن آهن به نام مگنتیت (Fe_3O_4) گرفته شده است.

در قطب‌های آهنربا، خاصیت مغناطیسی بیشتر از جاهای دیگر است، یعنی اگر آهنربا نزدیک مقداری براده‌ی آهن شود، براده‌های آهن در قطب‌ها بیشتر جذب می‌شوند.

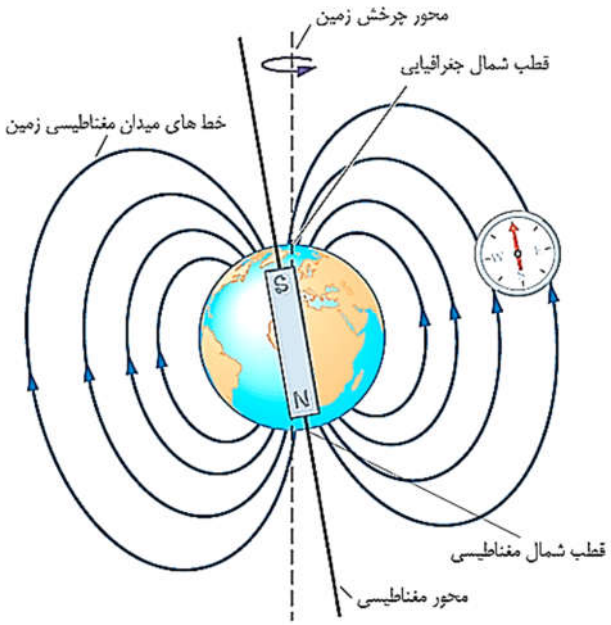
آهنرباهارا با توجه به نوع کاربردی که دارند به شکل‌های مختلف میله‌ای، نعلی شکل، تیغه‌ای و ... می‌سازند.



۳-۲-نام‌گذاری قطب‌های آهنربا

هرگاه آهنربایی در یک محل از سقف آویزان شود، همواره در یک جهت مشخص می‌ایستد یعنی در راستای تقریبی شمال جنوب جغرافیایی محل می‌ایستد.

در این صورت قطبی که به سمت شمال جغرافیایی متمایل است قطب شمال یا N و قطبی از آهنربا که به سمت جنوب جغرافیایی متمایل است قطب جنوب یا S نام دارد.

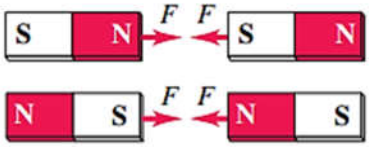


کره‌ی زمین مانند یک آهنربا عمل می‌کند که قطب S آن در شمال جغرافیایی و قطب N آن در جنوب جغرافیایی است.

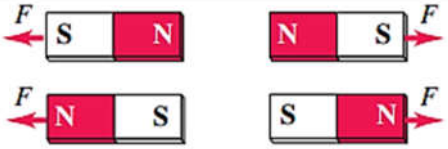
به همین دلیل است که قطب آهنربای آویخته شده از یک محل به سمت شمال جغرافیایی زمین(جنوب مغناطیسی زمین S) متمایل می‌شود و قطب S آن به سمت جنوب جغرافیایی(شمال مغناطیسی زمین N) متمایل می‌گردد.

۳-۲-۱- اثر قطب‌های آهنربا بر یکدیگر

هر گاه دو آهنربا که قطب‌های آنها شناسایی شده است، به هم نزدیک شوند



قطب‌های ناهمنام همدیگر را جذب می‌کنند

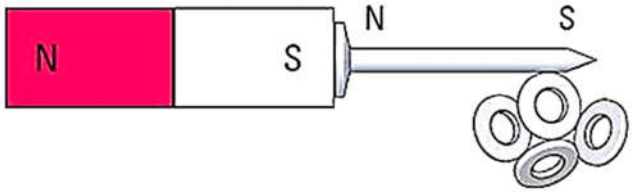


قطب‌های همنام همدیگر را دفع می‌کنند.

۳-۳-القای خاصیت مغناطیسی

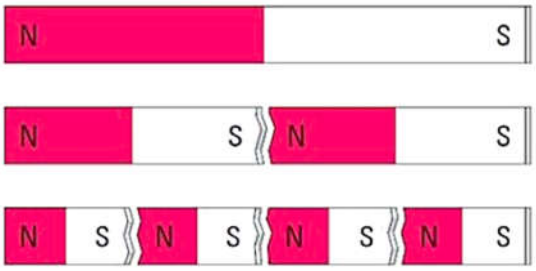
اگر آهنربایی میخ آهنی را جذب کند و به آهنربا بچسبد می‌تواند میخ دیگری را نیز جذب کند

در اینصورت می‌گوییم میخ اول خود آهنربا شده است به این پدیده **القای خاصیت مغناطیسی** گویند.



هنگامی که در یک قطعه‌ی آهنی را خاصیت آهنربایی القا می‌شود، سری از قطعه آهنی که نزدیک به آهنربا است، قطبی مخالف آن سر آهنربا می‌شود تا توسط آن جذب شود.

اگر آهنربایی به دو قسمت تقسیم شود، هر یک از قسمت‌ها به یک آهنربای جداگانه تبدیل می‌شود در نتیجه تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد.



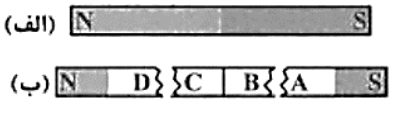
سوال ۳-۱

وقتی قطعه‌ای از جنس کبالت از طریق پدیده‌ی القا، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند، القاکننده ... قطعه کبالت را ... .

۱) همواره - می‌راند.
۲) ممکن است - براند.
۳) همواره - می‌رباید.
۴) ممکن است - برباید.

سوال ۳-۲

اگر در شکل روبه‌رو، شکل (ب) شکسته شده‌ی تیغه‌ی آهنربای فولادی (الف) باشد، قسمت‌های A، B، C و D به ترتیب کدامند؟ (سراسری تجربی ۷۹)



۱) N، S، N و S

۲) N، S، S و N

۳) S، خنثی، خنثی و N

۴) N، خنثی، خنثی و S

سوال ۳-۳

یک آهن و یک آهنربا که از نظر ظاهر کاملاً مشابهند، در اختیار داریم. تنها با ملاحظه‌ی نیروی این دو بر یکدیگر، کدام گزینه درباره‌ی تشخیص آهن از آهنربا و تشخیص نوع قطب‌های آهنربا درست است؟ (سراسری ریاضی ۷۹، کتاب درسی)

۱) آهنربا مشخص شده ولی قطب‌ها مشخص نمی‌شود.

۲) آهنربا و قطب‌هایش مشخص می‌شود.

۳) نه آهنربا و نه قطب‌ها مشخص نمی‌شود.

۴) اظهارنظر قطعی میسر نیست.

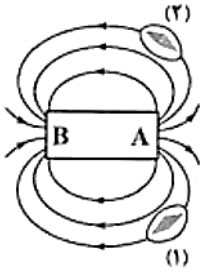
سوال ۳-٤

هنگامی که آهنربا در نزدیکی یک عقربه‌ی مغناطیسی قرار می‌گیرد، عقربه می‌چرخد تا ..... قرار گیرد و قطب ..... آن سوی میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد. (آزمایشی سنجش ۸۹)

۱) عمود بر میدان مغناطیسی، N ۲) در امتداد میدان مغناطیسی، S ۳) عمود بر میدان مغناطیسی، S ۴) در امتداد میدان مغناطیسی، N

سوال ۳-۵

در شکل مقابل، قطب‌های A و B به‌ترتیب کدام‌اند (از راست به چپ) و کدام عقربه‌ی مغناطیسی درست قرار گرفته است؟ (S ◀ N) (سراسری ریاضی ۸۸ خارج از کشور)



۱) S و N، (۱)

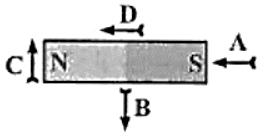
۲) N و S، (۱)

۳) N و S، (۲)

۴) S و N، (۲)

سوال ۳-٦

در شکل روبه‌رو در اطراف یک آهنربای معمولی تیغه‌ای، کدام عقربه جهت میدان مغناطیسی را درست نشان می‌دهد؟ (آزمایشی سنجش ۸۴)



۱) A

۲) B

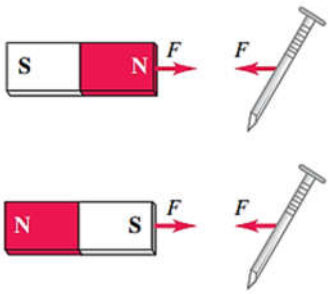
۳) C

۴) D

۳-٤-میدان مغناطیسی

اگر یک میخ آهنی، به یک آهنربا نزدیک نزدیک شود، آهنربا میخ را جذب می‌کند.

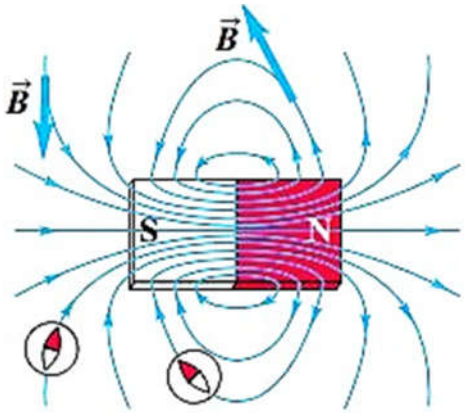
در فضای اطراف هر آهنربا خاصیتی وجود دارد، به این خاصیت میدان مغناطیسی گفته می‌شود.



میدان مغناطیسی کمیتی برداری است و با نماد $\vec{B}$ نمایش داده می‌شود. برای بیان میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضا باید اندازه و جهت آن مشخص باشد.

هر چه از آهنربا دور شویم، اندازه‌ی میدان مغناطیسی ضعیف‌تر می‌شود و هر چه به آهنربا نزدیک‌تر شویم اندازه‌ی میدان مغناطیس قوی‌تر می‌شود.

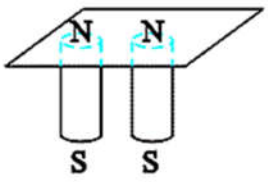
برای تعیین جهت میدان مغناطیسی از عقربه مغناطیسی(قطب‌نما) استفاده می‌شود.



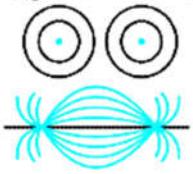
طبق شکل خطوط میدان از قطب N آهنربا **خارج** می‌شوند و به قطب S آهنربا **وارد** می‌شوند.

سوال ۳-۷

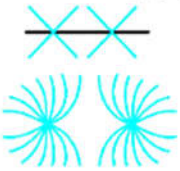
دو آهنربای میله‌ای را مطابق شکل، زیر یک صفحه‌ی کاغذ قرار داده و روی صفحه براده‌های آهن می‌پاشیم. خطوط میدان مغناطیسی به‌صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر در می‌آید؟



(۱)



(۲)



(۳)

(۴)

۳-٤-۱- خطوط میدان مغناطیسی

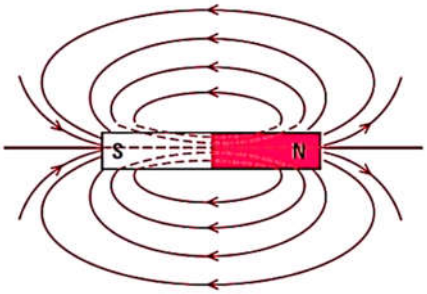
خطوط دارای این ویژگی هستند:

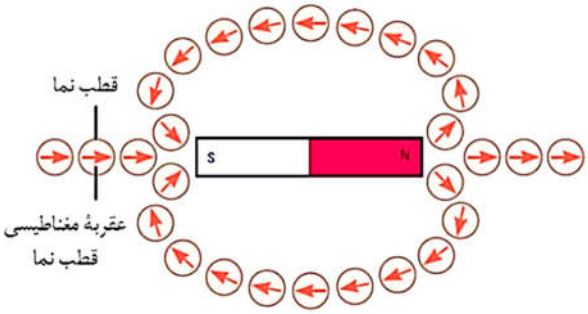
جهت خطوط، جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند.

خط مماس بر این خطوط میدان مغناطیسی در هر نقطه جهت میدان مغناطیسی را در آن نقطه نشان می‌دهد.

تراکم خطوط در هر ناحیه نشانگر **بزرگی میدان مغناطیسی** در آن محدوده می‌باشد.

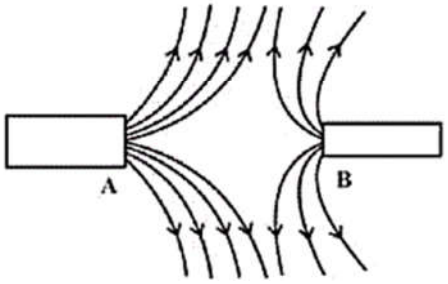
تراکم بیش‌تر خطوط نشان‌دهنده‌ی قوی‌تر بودن میدان مغناطیسی است.





سوال ۳-۸

شکل زیر، خط‌های میدان مغناطیسی ناشی از دو آهنربای میله‌ای A و B را نشان می‌دهد. به‌ترتیب از راست به چپ، قطب مشخص شده‌ی آهنربای A قطب . . . و آهنربای . . . ضعیف‌تر است.



۱) A , S

۲) B , S

۳) A , N

۴) B , N

سوال ۳-۹

جهت میدان مغناطیسی در نقطه‌ی A که فقط حاصل اثر دو آهنربای مشابه می‌باشد، کدام است؟

(سراسری ریاضی ۷۷)

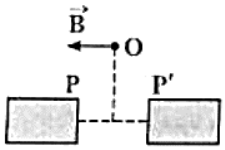
۱) ↓

۲) ↑

۳) ←

۴) →

سوال ۳-۱۰



P' و P دو قطب از دو آهنربای تیغه‌ای هستند. اگر میدان مغناطیسی در نقطه‌ی O روی عمودمنصف PP' به صورت بردار B باشد، در این صورت P' و P به ترتیب از راست به چپ عبارتند از: (سراسری ریاضی ۷۴)

۱) N، N

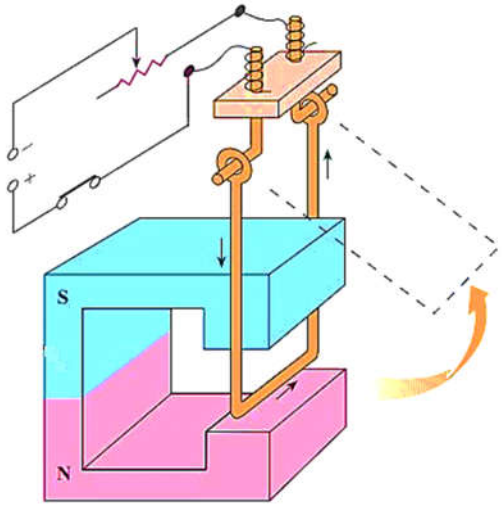
۲) S، N

۳) N، S

۴) S، S

۳-۵-نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

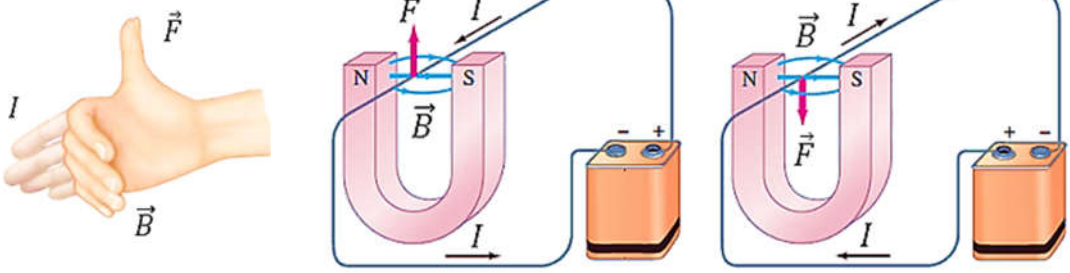
اورستد دانشمند دانمارکی طی آزمایشاتی که انجام داد به این نتیجه رسید:



هرگاه یک سیم حامل جریان در معرض میدان مغناطیسی حاصل از آهنربایی قرار گیرد به آن نیرویی وارد می‌شود.

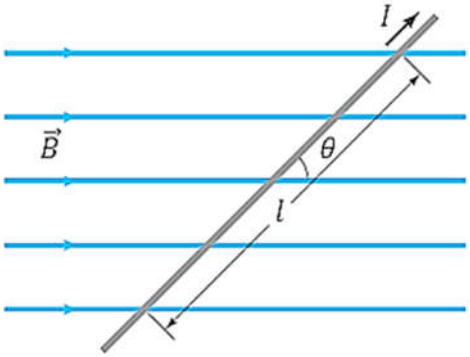
اورستد فهمید نیرویی که بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی وارد می‌شود **بر راستای جریان و نیز بر میدان مغناطیسی عمود** است.

جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را می‌توان با استفاده از قاعده دست راست پیدا کرد.



۳-۵-۱- اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

$$F = BIl\sin\theta \Rightarrow \begin{cases} \theta = \dfrac{\pi}{2} \Rightarrow F = BIl \\ \theta = 0 \Rightarrow F = 0 \\ \theta = \dfrac{3\pi}{2} \Rightarrow F = -BIl \end{cases}$$



سوال ۳-۱۱

سیم راست طویلی که از آن جریان ۵A می‌گذرد در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به‌شدت ۰/۰۲ تسلا قرار دارد. اگر راستای سیم با خطوط میدان زاویه‌ی ۳۰ درجه بسازد، نیرویی که از طرف میدان بر هر سانتی‌متر از سیم وارد می‌شود چند نیوتون است؟ (سراسری ریاضی ۸۲)

۱) 5×10^{-2} ۲) 5×10^{-4} ۳) $5\sqrt{3}\times10^{-2}$ ۴) $5\sqrt{3}\times10^{-4}$

سوال ۳-۱۲

سیمی عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}=0/4\vec{i}+0/3\vec{j}$ تسلا قرار دارد، اگر از سیم شدت جریان ۵ آمپر عبور کند. نیروی وارد بر ۱۰ سانتی‌متر از آن چند نیوتون خواهد بود؟ (آزاد ریاضی ۷۸)

۱) ۰/۴ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۳/۵

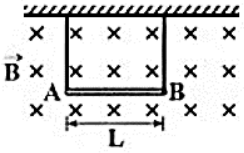
سوال ۳-۱۳

معادله‌ی میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B}=0/2\vec{i}+0/3\vec{j}$ است. در آن میدان یکنواخت، از سیم راست و بلندی که منطبق بر محور x ها است جریان الکتریکی ثابت ۲۰ آمپر می‌گذرد. اندازه‌ی نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر هر متر از سیم وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (آزمایشی سنجش ۸۳)

۱) $3\sqrt{5}$ ۲) $2\sqrt{13}$ ۳) ۴ ۴) ۶

سوال ۳-۱۴

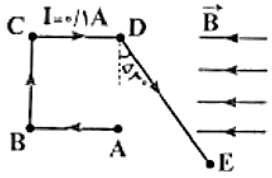
در شکل مقابل، میله‌ی همگن AB به طول L و جرم m توسط دو ریسمان سبک از سقف آویزان است. در این محیط میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر صفحه و به سمت داخل صفحه، با شدت B وجود دارد. جهت جریان عبوری از میله و مقدار آن کدام باشد تا در ریسمان‌ها نیرویی ایجاد نشود؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) از A به B، $I=\frac{mg}{BL}$ ۲) از A به B، $I=\frac{BL}{mg}$

۳) از B به A، $I=\frac{mg}{BL}$ ۴) از B به A، $I=\frac{BL}{mg}$

سوال ۳-۱۵



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

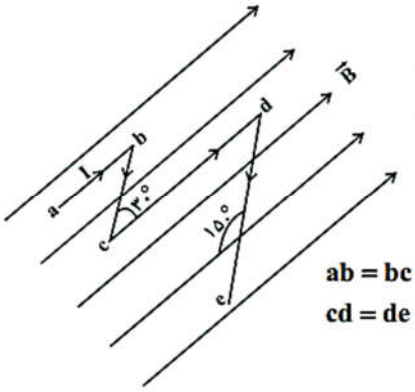
۱) ۰/۸، درون‌سو

۲) ۲/۴، برون‌سو

۳) ۲/۴، درون‌سو

۴) ۰/۸، برون‌سو

سوال ۳-۱۶ (آزمون قلم‌چی آذر ماه ۹۵)



در شکل روبه‌رو، قطعه سیم شکسته‌ی abcde در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۰/۴T$ قرارگرفته است و از آن جریان الکتریکی به‌شدت $۱۰A$ می‌گذرد. نیروی وارد بر این سیم چند نیوتون و در چه جهتی است؟ (قطعات ab و cd موازی با خطوط میدان هستند.)

$ab = bc = ۱۰cm$

$cd = de = ۲۰cm$

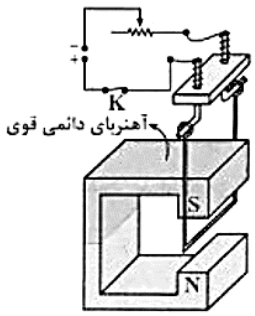
۱) ۶۰N، برون‌سو

۲) ۶N، درون‌سو

۳) ۰/۶N، برون‌سو

۴) ۰/۰۶N، درون‌سو

سوال ۳-۱۷



اگر در آزمایش شکل روبه‌رو، کلید K را وصل کنیم، نیروی وارد بر قسمت افقی میله‌ی U شکل به کدام سمت خواهد بود؟ (آزمایشی سنجش ۸۳)

۱) بالا

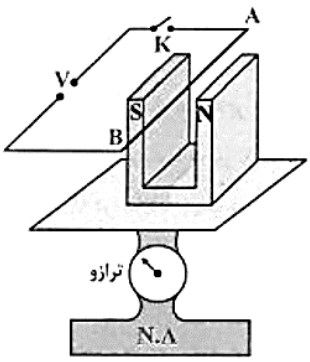
۲) پایین

۳) چپ

۴) راست

سوال ۳-۱۸

در شکل روبه‌رو سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق است و قبل از بستن کلید K ترازو عدد ۱۰ نیوتون را نشان می‌دهد. وقتی کلید K بسته شود، از سیم جریان ۲۰ آمپر می‌گذرد و ترازو عدد ۸ نیوتون را نشان می‌دهد. اگر طول سیم AB برابر ۱۰ سانتی‌متر باشد، اندازه‌ی میدان مغناطیسی برحسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۴، کتاب درسی)



۱) ۰/۰۱ و از A به B

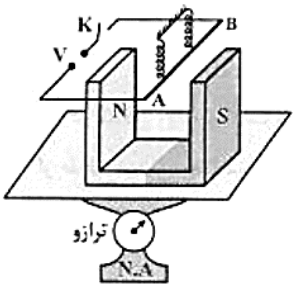
۲) ۱ و از B به A

۳) ۱ و از A به B

۴) ۰/۰۱ و از B به A

سوال ۳-۱۹

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؟ (سراسری ریاضی ۸۴ خارج از کشور)



۱) ۰/۱ و ۹/۶N

۲) ۰/۱ و ۱۰/۴N

۳) ۰/۱ و ۱۰N

۴) ۰/۰۰۱ و ۱۰/۴N

سوال ۳-۲۰

جهت میدان مغناطیسی یکنواخت $5\times10^{-3}T$ افقی و رو به شمال است. از یک سیم راست افقی جریان ۲۰A در جهت مشرق می‌گذرد. بر قسمتی از این سیم به طول ۲m، چند نیوتون نیرو و در چه جهتی وارد می‌شود؟ (سراسری تجربی ۸۱، سراسری تجربی ۷۵)

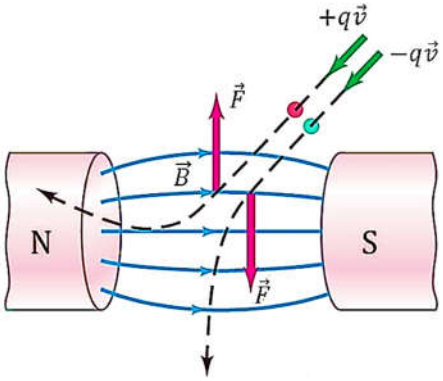
۱) ۰/۲ و بالا ۲) ۰/۲ و پایین ۳) ۰/۱ و بالا ۴) ۰/۱ و پایین

۳-۶-نیروی مغناطیسی وارد بر یک ذره باردار متحرک درون میدان مغناطیسی

در بخش قبل دیده شد که بر سیم حامل جریان الکتریکی در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.

جریان الکتریکی درواقع حرکت بارهای الکتریکی است و صفر شدن جریان در یک رسانا به‌طور متوسط به معنای توقف حرکت بارهای الکتریکی است.

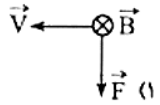
پس می توان نتیجه گرفت که نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی، درواقع بر بارهای متحرکی وارد می‌شود که در سیم جریان الکتریکی را به‌وجود می‌آورند.

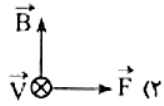


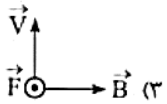
$$F = qvB\sin\theta \Rightarrow \begin{cases} \theta = \dfrac{\pi}{2} \Rightarrow F = qvB \\ \theta = 0 \Rightarrow F = 0 \\ \theta = \dfrac{3\pi}{2} \Rightarrow F = -qvB \end{cases}$$

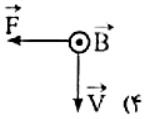
سوال ۳-۲۱

یک الکترون با سرعت $\vec{V}$ عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ حرکت می‌کند و به آن نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود. کدام شکل وضعیت این سه بردار را درست نشان می‌دهد؟ (سراسری ریاضی ۸۳)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

سوال ۳-۲۲

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.) (سراسری ریاضی ۸۶ خارج از کشور)

۱) $\vec{V}\nwarrow$

۲) $\vec{V}\rightarrow$

۳) $\vec{V}\nearrow$

۴) گزینه‌های (۲) و (۳) می‌توانند درست باشند.

سوال ۳-۲۳

شتاب پروتونی که با سرعت $360\,m/s$ تحت زاویه‌ی 53° نسبت به خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۱/۲۵ میلی تسلا در حال حرکت است، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (از وزن پروتون صرف‌نظر شود، بار پروتون $1/6\times10^{-19}C$، جرم $1/6\times10^{-27}$ کیلوگرم و $\cos53^\circ = 0/6$ می‌باشد.) (کتاب درسی)

۱) $3/6\times10^{7}$

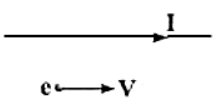
۲) $3/6\times10^{6}$

۳) $3/6\times10^{8}$

۴) $3/6\times10^{5}$

سوال ۳-۲۴

یک الکترون مطابق شکل به موازات سیم دراز حامل جریان الکتریکی در حرکت است. در این لحظه نیروی وارد بر الکترون به کدام جهت است؟ (سراسری تجربی ۸۷ خارج از کشور، سراسری تجربی ۸۸)



۱) $\odot$

۲) $\otimes$

۳) $\downarrow$

۴) $\uparrow$

سوال ۳-۲۵

در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۰۴ تسلا 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 است و به کدام جهت است؟ (سراسری تجربی ۸۵)

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

سوال ۳-۲۶

در یک مکان، میدان مغناطیسی یکنواخت و جهت آن رو به شمال است. اگر در این مکان ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت و در راستای قائم رو به پایین پرتاب شود، نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر آن وارد می‌شود به کدام سمت خواهد شد؟ (سراسری ریاضی ۸۵ خارج از کشور)

۱) شمال ۲) جنوب ۳) مغرب ۴) مشرق

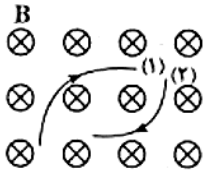
سوال ۳-۲۷

ذره‌ای به جرم ۰/۰۲ گرم با بار الکتریکی $4\mu C$ با سرعت $200 m/s$ به سمت مغرب و افقی حرکت می‌کند. جهت و اندازه‌ی میدان مغناطیسی (برحسب تسلا) که قادر است مسیر ذره را در همان‌جهت و افقی نگه دارد کدام است؟ $(g = 10 m/s^2)$ (سراسری ریاضی ۸۵)

۱) شمال، ۰/۲۵ ۲) جنوب، ۰/۲۵ ۳) مشرق، ۲/۵ ۴) مغرب، ۲/۵

سوال ۳-۲۸

مسیر انحراف دو ذره‌ی باردار (۱) و (۲) در شکل روبه‌رو نشان داده شده است. نوع بار هر یک از این ذرات به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (آزمایشی سنجش ۸۷)



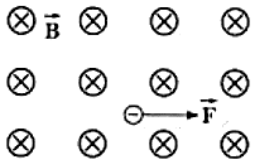
۱) مثبت ـ مثبت ۲) منفی ـ منفی

۳) مثبت ـ منفی ۴) منفی ـ مثبت

سوال ۳-۲۹

در شکل روبه‌رو، الکترونی با سرعت V در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی در حرکت است. نیروی الکترومغناطیس وارد بر الکترون در یک لحظه نشان داده شده است. از آن لحظه، قسمتی از مسیر حرکت الکترون در میدان کدام است؟

(سراسری ریاضی ۸۷ خارج از کشور)



۱)

۲)

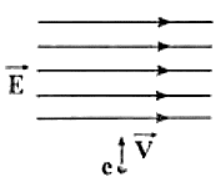
۳)

۴)

سوال ۳-۳۰

شکل روبه‌رو الکترونی را هنگام عبور از میدان الکتریکی یکنواخت نشان می‌دهد. برای آن‌که ذره بدون انحراف از این میدان بگذرد از میدان مغناطیسی یکنواخت استفاده شده است، میدان مغناطیسی باید ..... باشد.

(سراسری ریاضی ۸۴)



۱) موازی راستای $\vec{V}$ و همسو با آن

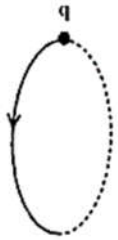
۲) موازی راستای $\vec{E}$ و در خلاف جهت آن

۳) عمود بر صفحه‌ی شکل و به سمت بیرون صفحه

۴) عمود بر صفحه‌ی شکل و به سمت داخل صفحه

سوال ۳-۳۱

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



۱) $\rightarrow$

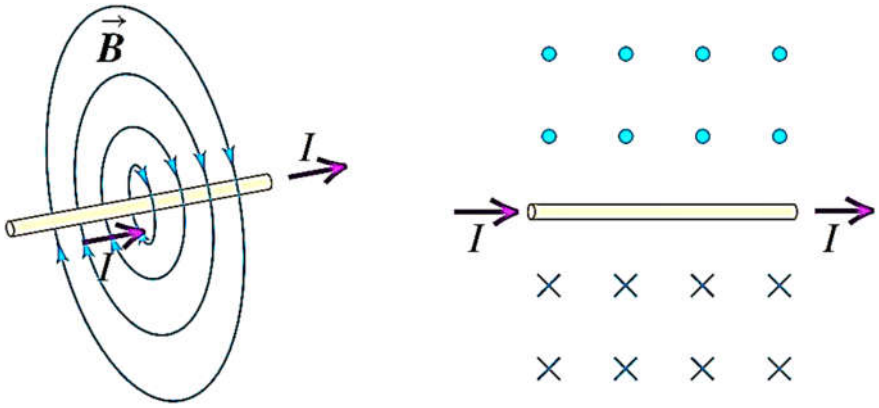
۲) $\leftarrow$

۳) $\odot$

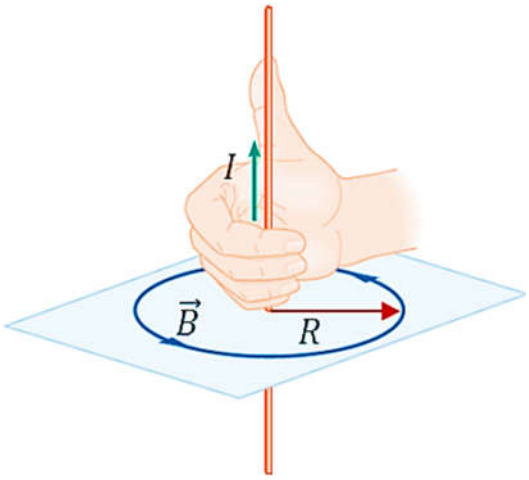
۴) $\otimes$

۳-۷-میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم راست

اورستد مشاهده کرد که عقربه‌ی مغناطیسی در کنار سیم حامل جریان منحرف می‌شود یعنی عبور جریان الکتریکی از سیم راست باعث ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف سیم می‌شود.



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



$$|\vec{B}| = B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \quad , \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

μ_0: تراوایی مغناطیسی خلاء

سوال ۳-۳۲

از یک سیم راست و طویل، جریان الکتریکی ۴۰ آمپر می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری از سیم چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\, T.m/A)$ (سراسری تجربی ۸۶)

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۰۰۴ ۴) ۰/۰۰۸

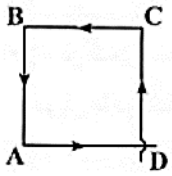
سوال ۳-۳۳

بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی به شدت ۲ آمپر که از سیم نازک، دراز و مستقیمی می‌گذرد، در نقطه‌ای به فاصله‌ی R از سیم برابر B_1 است. اگر شدت جریان ۴ آمپر شود، بزرگی میدان مغناطیسی در فاصله‌ی $\frac{R}{2}$ از سیم چند برابر حالت اول می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) ۴ (آزاد پزشکی ۸۶)

سوال ۳-۳۴

جریان پیوسته از مدار مربع شکل ABCD مطابق شکل می‌گذرد، بردار میدان مغناطیسی در مرکز مربع:



(آزاد تجربی ۶۳)

۱) صفر است.

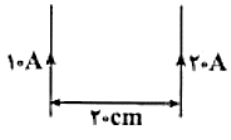
۲) در صفحه‌ی کاغذ است.

۳) عمود بر صفحه‌ی کاغذ رو به بیرون است.

۴) عمود بر صفحه‌ی کاغذ به سمت درون صفحه است.

سوال ۳-۳۵

شکل روبه‌رو دو سیم راست و طویل حامل جریان الکتریکی را نشان می‌دهد. میدان مغناطیسی حاصل در وسط فاصله‌ی بین دو سیم چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A)$



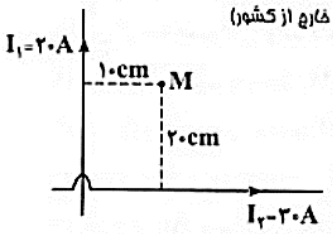
(سراسری تجربی ۸۳)

۱) 2×10^{-5} ۲) 6×10^{-5}

۳) $2\pi \times 10^{-5}$ ۴) $6\pi \times 10^{-5}$

سوال ۳-۳۶

در شکل روبه‌رو، دو سیم مستقیم و بلند، حامل جریان‌های I_1 و I_2 هستند و نقطه‌ی M در صفحه‌ی دو سیم قرار دارد. میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه M در کدام جهت و چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A)$



(سراسری ریاضی ۸۸ خارج از کشور)

۱) 10^{-5}, $\odot$

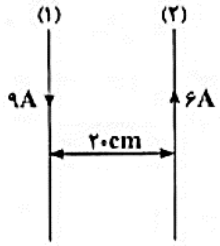
۲) 10^{-5}, $\otimes$

۳) 7×10^{-5}, $\otimes$

۴) 7×10^{-5}, $\odot$

سوال ۳-۳۷

در شکل مقابل، دو سیم طویل (۱) و (۲) در یک صفحه قرار دارند. میدان مغناطیسی حاصل از این جریان‌ها در روی صفحه در چند سانتی‌متری از سیم (۱) برابر صفر است؟ (سراسری ریاضی ۸۵ خارج از کشور، سراسری تجربی ۸۲)



۱) ۳۰

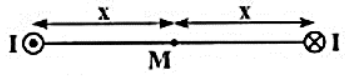
۲) ۶۰

۳) $\frac{۲۰}{۳}$

۴) $\frac{۴۰}{۳}$

سوال ۳-۳۸

از دو سیم نازک، دراز و مستقیم که عمود بر صفحه قرار دارند، جریان‌هایی مطابق شکل زیر می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از دو سیم در نقطه‌ی M برابر $B_۱$ است. اگر یکی از سیم‌ها، در همان راستا به اندازه‌ی $\frac{x}{۲}$ به نقطه‌ی M نزدیک‌تر می‌شود، بزرگی میدان در نقطه‌ی M چند برابر $B_۱$ می‌شود؟ (سراسری ریاضی ۸۹ خارج از کشور)



۱) ۳

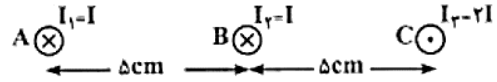
۲) $\frac{۱}{۳}$

۳) $\frac{۲}{۳}$

۴) $\frac{۳}{۲}$

سوال ۳-۳۹

شکل زیر مقطع سه سیم حامل جریان را که بر صفحه‌ی کاغذ عمودند، نشان می‌دهد. در کدام‌یک از نقاط زیر، میدان مغناطیسی حاصل از سه سیم می‌تواند صفر باشد؟ (سراسری ریاضی ۸۸)



۱) روی عمودمنصف پاره‌خط AC

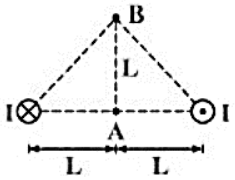
۲) بین A و B و روی پاره‌خط AB

۳) بین B و C و روی پاره‌خط BC

۴) خارج از AC و سمت راست C روی امتداد AC

سوال ۳-۴۰

شکل روبه‌رو مقطع دو سیم حامل جریان را که بر صفحه‌ی کاغذ عمودند، نشان می‌دهد. میدان مغناطیسی در نقطه‌ی A روی عمود منصف، چند برابر نقطه‌ی B می‌باشد؟ (سراسری ریاضی ۸۳ خارج از کشور)



۱) ۱

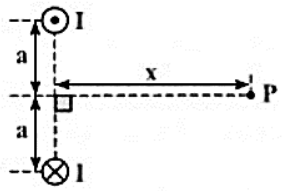
۲) ۴

۳) ۲

۴) $\sqrt{2}$

سوال ۳-۴۱

از دو سیم موازی بلند، جریان I مطابق شکل می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از دو سیم در نقطه‌ی P کدام است؟ (سیم‌ها عمود بر صفحه گذشته‌اند و نقطه‌ی P روی صفحه است.) (سراسری ریاضی ۸۷)



۱) $\frac{\mu_0 Ia}{2\pi(a^2+x^2)}$

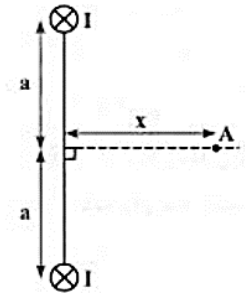
۲) $\frac{\mu_0 Ix}{2\pi(a^2+x^2)}$

۳) $\frac{\mu_0 Ix}{\pi(a^2+x^2)}$

۴) $\frac{\mu_0 Ia}{\pi(a^2+x^2)}$

سوال ۳-۴۲

مطابق شکل دو سیم راست و بلند و موازی به فاصله‌ی 2a از یک‌دیگر قرار دارند و از آن‌ها جریان‌های مساوی و هم‌سو می‌گذرد. روی عمودمنصف خط واصل دو سیم، میدان مغناطیسی در نقطه‌ی A بیشینه است. x چند برابر a است؟ (سراسری ریاضی ۹۰)



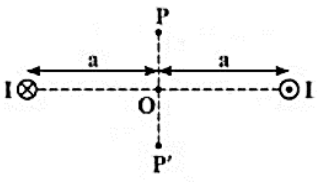
۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۲) ۲

۳) $\sqrt{2}$

۴) ۱

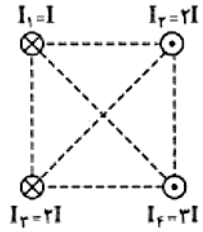
سوال ۳-۴۳



مطابق شکل از دو سیم موازی بلند جریان I می‌گذرد. بزرگی میدان ناشی از دو سیم، از نقطه‌ی P تا P' چگونه تغییر می‌کند؟ (سیم‌ها عمود بر صفحه و نقطه‌ها روی صفحه‌اند.) (سراسری ریاضی ۸۷ خارج از کشور)

۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

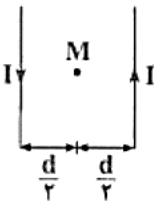
سوال ۳-۴۴



شکل مقابل مقطع چهار سیم حامل جریان که بر صفحه‌ی کاغذ عمودند را نشان می‌دهد. در صورتی که اندازه‌ی میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۱) در مرکز مربع برابر B باشد، اندازه‌ی میدان مغناطیسی کل، در مرکز مربع چند برابر B و در کدام جهت می‌باشد؟

۱) $\leftarrow ,۲\sqrt{۲}B$
۲) $\downarrow ,۲\sqrt{۲}B$
۳) $\leftarrow ,۴\sqrt{۲}B$
۴) $\downarrow ,۴\sqrt{۲}B$

سوال ۳-۴۵

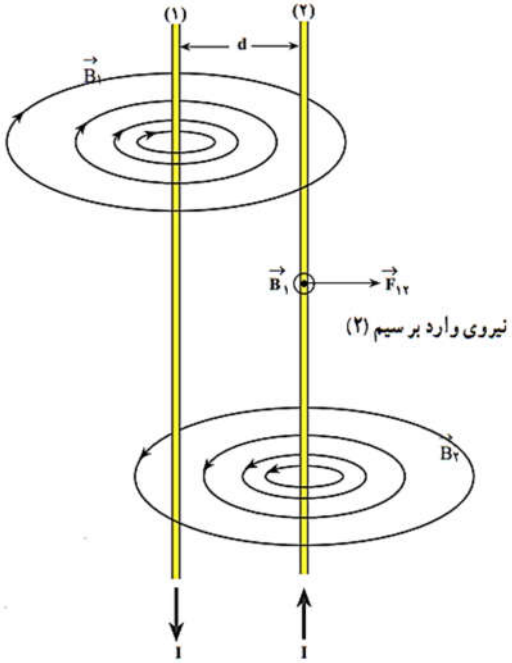


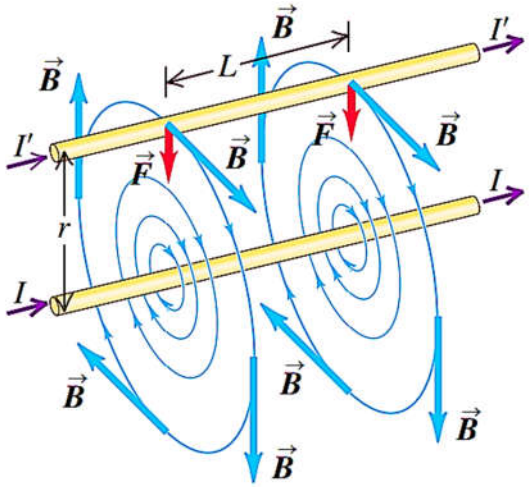
از دو سیم مستقیم و موازی مطابق شکل، جریان‌های الکتریکی یکسان می‌گذرد و اندازه میدان مغناطیسی حاصل از هر سیم در محل سیم دیگر برابر B است. اگر یکی از سیم‌ها را به اندازه $\frac{d}{۴}$ به نقطه‌ی M نزدیک کنیم، میدان مغناطیسی برایند در نقطه‌ی M چقدر تغییر می‌کند؟ (آزمایشی سنجش ۸۶)

۱) ۶B
۲) ۴B
۳) ۳B
۴) ۲B

۳-۸-نیرو بین دو سیم حامل جریان موازی

هرگاه از دو سیم **نازک**، **موازی**، **مستقیم** و **بسیار بلند** که به فاصله **یک متر** از یکدیگر در خلأ قرار دارند، **جریان‌های مساوی** به‌گونه‌ای عبور کند که بر **یک متر از طول هریک از سیم‌ها** نیرویی برابر 2×10^{-7} نیوتون وارد شود، جریانی که از هریک از سیم‌ها می‌گذرد، برابر یک **آمپر** است.





$B_1 = \dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$: میدان مغناطیسی ناشی از سیم شماره ۱

$B_2 = \dfrac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$: میدان مغناطیسی ناشی از سیم شماره ۲

$$\begin{cases} F_{12} = B_1 I_2 l \sin\theta \\ B_1 = \dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \end{cases} \xrightarrow{\sin 90^\circ = 1} F_{12} = \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}\right) I_2 l \longrightarrow F_{12} = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_1 I_2}{d}\right) l$$

$$|F_{12}| = |F_{21}|$$

سوال ۳-٤٦

دو سیم بلند، موازی به فاصله‌ی ۲۰cm از یک‌دیگر قرار دارند و از هر یک جریانی به شدت ۲A می‌گذرد. بزرگی نیرویی که از طرف یک سیم به یک متر از سیم دیگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\,T.m/A)$ (سراسری تجربی ۸۶ خارج از کشور)

۱) 4×10^{-5} ۲) 4×10^{-6} ۳) 8×10^{-5} ۴) 8×10^{-6}

سوال ۳-۴۷

از دو سیم بلند و موازی d_1 و d_2 جریان‌های الکتریکی I_1 و I_2 می‌گذرد. اگر جریان I_1 دو برابر جریان I_2 باشد، نیرویی که سیم d_1 بر یک متر از سیم d_2 وارد می‌کند، چند برابر نیرویی است که سیم d_2 بر یک متر از سیم d_1 وارد می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۲ (سراسری تجربی ۸۷، سراسری ریاضی ۷۷)

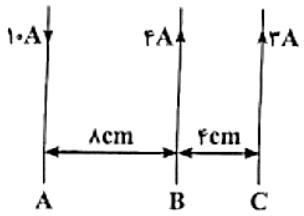
۳) $\sqrt{2}$ ۴) $\frac{1}{2}$

سوال ۳-۴۸

از دو سیم افقی و موازی A و B که به فاصله‌ی ۰/۲۵ متر از یک‌دیگر قرار دارند، شدت جریان‌های $I_A = I_B = 6\,A$ عبور می‌کند و از طرف هر سیم بر یک متر از سیم دیگر نیروی جاذبه‌ی F وارد می‌شود. اگر در سیم A جریان را به اندازه‌ی یک آمپر کاهش دهیم، برای آن که نیروی جاذبه‌ی بین دو سیم تغییر پیدا نکند، جریان سیم B را چند آمپر باید افزایش دهیم؟ (سراسری ریاضی ۹۰)

۱) ۱ ۲) ۱/۲ ۳) ۲/۲ ۴) ۲

سوال ۳-۴۹

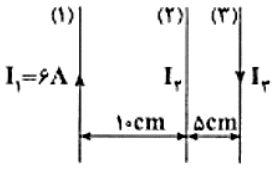


از سه سیم راست و موازی و دراز، جریان‌هایی مطابق شکل عبور می‌کند. نیروی وارد بر هر متر از سیم C چند نیوتون و در چه جهتی است؟ (سیم‌ها در یک صفحه و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ T.m/A$ است.) (سراسری ریاضی ۸۷ خارج از کشور)

۱) 9×10^{-5}، به سمت چپ ۲) 9×10^{-5}، به سمت راست

۳) 10^{-5}، به سمت راست ۴) 10^{-5}، به سمت چپ

سوال ۳-۵۰

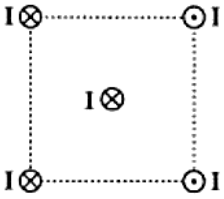


از سیم‌های راست و موازی، جریان‌هایی مطابق شکل عبور می‌کند. شدت جریان سیم (۲) چند آمپر و در چه جهتی باشد تا نیرویی از طرف دو سیم دیگر به سیم (۳) وارد نشود؟ (سیم‌ها در یک صفحه‌اند.) (سراسری ریاضی ۸۷)

۱) ۲، ↑ ۲) ۲، ↓

۳) $\frac{1}{2}$، ↑ ۴) $\frac{1}{2}$، ↓

سوال ۳-۵۱



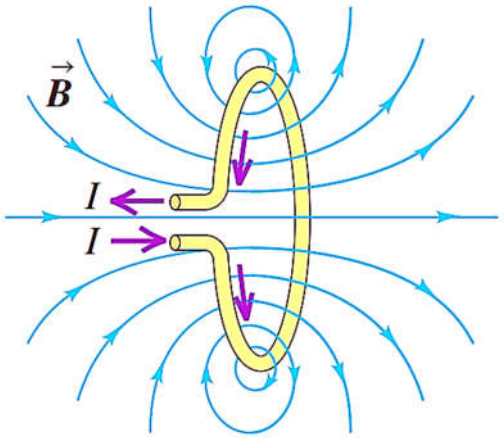
چهار سیم راست و بلند حامل جریان‌های مساوی و در جهت‌های نشان داده شده، در رأس‌های یک مربع مطابق شکل قرار دارند. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریانی که از مرکز مربع می‌گذرد، در کدام جهت است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)

۱) ← ۲) →

۳) ↓ ۴) ↑

۳-۹- میدان مغناطیسی ناشی از یک حلقه حامل جریان I

هرگاه سیم حامل جریانی به‌صورت یک حلقه ساخته شود، میدان مغناطیسی ناشی از آن در نقاط درون حلقه به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد.

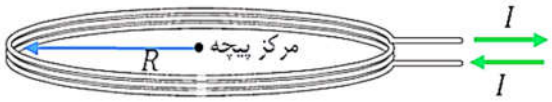


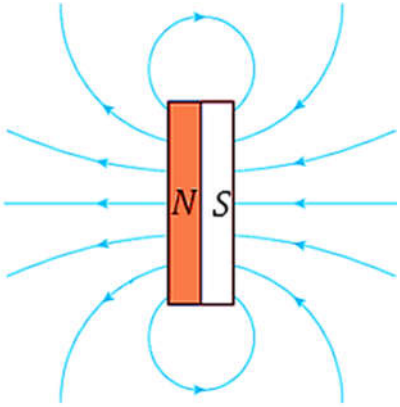
$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

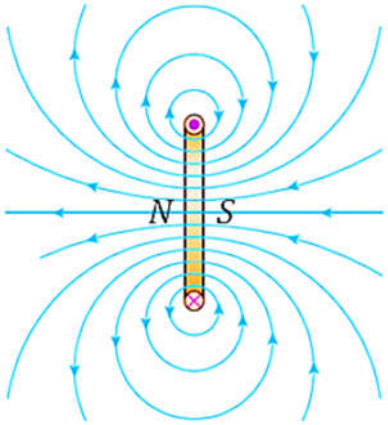
پیچه‌ی مسطح

میدان مغناطیسی ناشی از N حلقه به شعاع R

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







سوال ۳-۵۲

میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ای به شعاع ۳۰ سانتی‌متر که از آن جریان ۵ آمپر می‌گذرد، تقریباً چند تسلا است؟

۱) 10^{-5} ۲) 10^{-7} ۳) 2×10^{-5} ۴) 3×10^{-7} (سراسری تجربی ۷۳)

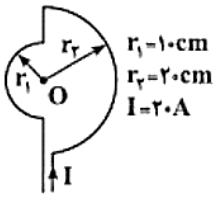
سوال ۳-۵۳

با استفاده از ۲ متر سیم نازک، پیچه‌ی مسطحی به شعاع R_1 ساخته‌ایم که با عبور جریان I_1، میدان مغناطیسی در مرکز آن B_1 است. حال اگر با استفاده از همان ۲ متر سیم، پیچه‌ای به شعاع $R_2=\frac{1}{2}R_1$ بسازیم و همان جریان I_1 را از آن بگذرانیم، اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند برابر B_1 خواهد شد؟ (سراسری تجربی ۸۵ خارج از کشور)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

سوال ۳-۵۴

میدان مغناطیسی در مرکز مدار مقابل (O) برابر چند گاوس است؟ ($\mu_0=4\pi\times10^{-7}\ T.m/A$)



(آزمون‌های سراسری گاج)

۱) $0/6\pi$

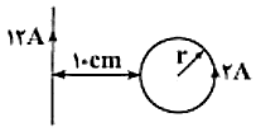
۲) $6\pi\times10^{-5}$

۳) $3\pi\times10^{-5}$

۴) $0/3\pi$

سوال ۳-۵۵

در شکل مقابل برایند میدان مغناطیسی سیم بلند حامل جریان ۱۲A و حلقه‌ی حامل جریان ۲A، در مرکز حلقه برابر صفر است. شعاع حلقه چند سانتی‌متر است؟ ($\pi=3$) (سراسری تجربی ۸۹ خارج از کشور)



۱) ۵ ۲) ۱۰

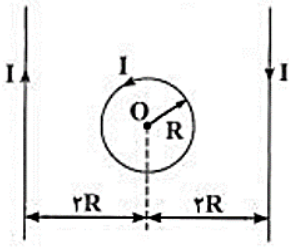
۳) ۱۵ ۴) ۲۰

سوال ۳-۵۶

دو حلقه‌ی هم‌مرکز به شعاع‌های ۱۰cm و ۵cm که در هریک جریان ۰/۵ آمپر جاری است، به‌صورت عمود بر هم قرار دارند. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل، در مرکز حلقه‌ها چند تسلا است؟ ($\mu_0=12\times10^{-7}\ T.m/A$) (سراسری تجربی ۹۰)

۱) 3×10^{-6} ۲) 9×10^{-6} ۳) $3\sqrt{3}\times10^{-6}$ ۴) $3\sqrt{5}\times10^{-6}$

سوال ۳-۵۷



در شکل روبه رو یک حلقه به شعاع R و دو سیم بلند موازی حامل جریان I، هر سه در یک صفحه قرار دارند. میدان مغناطیسی برایند در مرکز حلقه به کدام سو است؟ (سراسری ریاضی ۹۰ خارج از کشور)

۱) ⊗

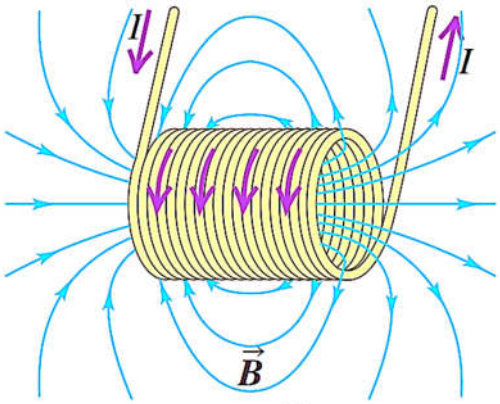
۲) ⊙

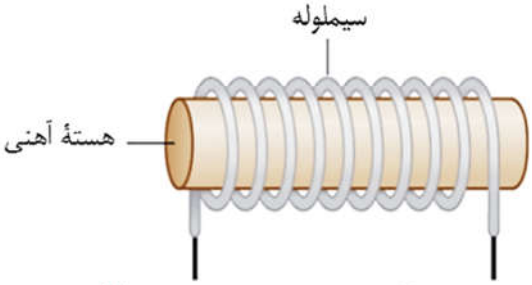
۳) ↓

۴) میدان مغناطیسی در مرکز حلقه صفر است.

۳-۱۰- میدان مغناطیسی ناشی از یک سیم‌لوله

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

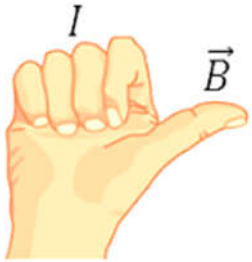


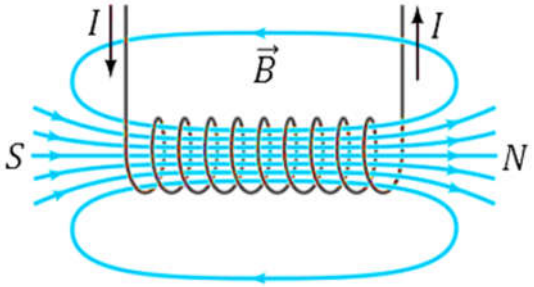


اگر درون سیم‌لوله هسته‌ی آهنی وجود داشته باشد

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

k: ضریب نفوذپذیری هسته





خطوط میدان داخل سیم‌لوله بسیار متراکم‌تر از خط‌های میدان در خارج آن است یعنی میدان مغناطیسی در داخل سیم‌لوله بزرگ‌تر است.

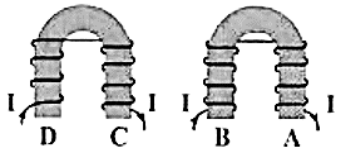
خطوط میدان در داخل سیم‌لوله در نقطه‌های نسبتاً دور از لبه‌ها، تقریباً **موازی** و **هم‌فاصله** هستند یعنی میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله **یکنواخت** است.

اگر شعاع سیم‌لوله در مقایسه با طول آن، کوچک و حلقه‌های سیم‌لوله، خیلی به هم نزدیک باشند، میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است.

جهت میدان مغناطیسی در داخل سیملوله خلاف جهت میدان مغناطیسی در خارج آن است.

سوال ۳-۵۸

با توجه به شکل، از راست به چپ نقاط A و B و C و D کدام قطب‌اند؟ (سراسری تجربی ۷۵)



۱) S، N، S، S
۲) N، S، S، S
۳) S، S، S، N
۴) S، N، N، N

سوال ۳-۵۹

از سیملوله‌ای که دارای هسته‌ی آهنی است، مطابق شکل جریان I می‌گذرد. دو انتهای A و B به‌ترتیب از راست به چپ به کدام قطب تبدیل می‌شوند؟ (سراسری ریاضی ۷۵)

۱) S - N
۲) N - S
۳) N - N
۴) S - S

سوال ۳-۶۰

طول سیملوله A دو برابر طول سیملوله B و تعداد حلقه‌های آن نصف تعداد حلقه‌های B است. اگر شدت جریانی که از این دو سیملوله می‌گذرد برابر باشد و شدت میدان مغناطیسی حاصل از این دو جریان درون سیملوله‌ها را به ترتیب با B_A و B_B نمایش دهیم، نسبت $\frac{B_A}{B_B}$ چه‌قدر است؟ (آزاد تجربی ۷۵)

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

سوال ۳-۶۱

می‌خواهیم سیملوله‌ای بدون هسته‌ی آهنی بسازیم که وقتی جریان ۲A از آن می‌گذرد میدان مغناطیسی ۰/۰۱۲T داخل آن برقرار شود. در هر سانتی‌متر سیملوله چند دور سیم لازم است؟ $(\mu_0 = ۱۲\times۱۰^{-۷}\ T.m/A)$ (سراسری ریاضی ۸۷)

۱) ۲۰
۲) ۵۰
۳) ۲۰۰
۴) ۵۰۰

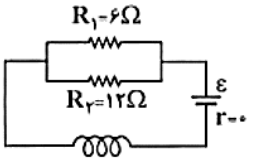
سوال ۳-۶۲

میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله‌ای به طول ۰/۳ متر که دارای ۳۰۰ حلقه است، چند برابر میدان مغناطیسی در مرکز پیچه‌ی مسطحی با تعداد ۳۰۰ حلقه و به شعاع ۳۰ سانتی‌متر است؟ (شدت جریان در هر دو یکسان است.) (سراسری ریاضی ۸۶)

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

سوال ۳-۶۳

در شکل روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R_1 برابر ۲۴ وات می‌باشد. اگر سیملوله درهر متر ۱۰۰۰ دور حلقه داشته باشد، میدان مغناطیسی حاصل در داخل سیملوله چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\, T.m/A)$

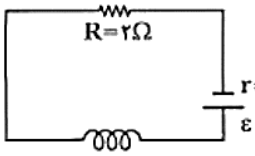


(سراسری ریاضی ۸۸)

۱) $1/2\pi \times 10^{-3}$
۲) $1/2\pi \times 10^{4}$
۳) $4\pi \times 10^{4}$
۴) $8\pi \times 10^{-3}$

سوال ۳-۶۴

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



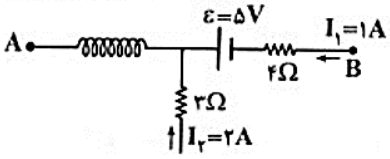
(سراسری ریاضی ۸۵)

۱) $2/4\pi \times 10^{5}$
۲) $2/4\pi \times 10^{-5}$
۳) $9/6\pi \times 10^{-5}$
۴) $9/6\pi \times 10^{5}$

سوال ۳-۶۵

در شکل روبه‌رو، طول سیملوله ۳۰cm و تعداد حلقه‌های آن ۵۰۰ دور است. میدان مغناطیسی داخل سیملوله چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\, T.m/A)$

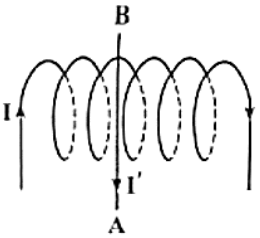
(سراسری ریاضی ۸۴)



۱) $0/2\pi$
۲) 20π
۳) $2\pi \times 10^{-2}$
۴) $2\pi \times 10^{-3}$

سوال ۳-۶۶

در شکل روبه‌رو، سیم AB از درون سیملوله می‌گذرد و بر محور آن عمود است. اگر از سیملوله جریان I و از سیم AB جریان I' در جهت‌های نشان داده شده بگذرد، بر سیم AB در چه جهتی نیرو وارد می‌شود؟



(سراسری ریاضی ۷۷)

۱) عمود بر صفحه‌ی کاغذ به طرف داخل
۲) عمود بر صفحه‌ی کاغذ به طرف خارج
۳) به سمت چپ
۴) به سمت راست

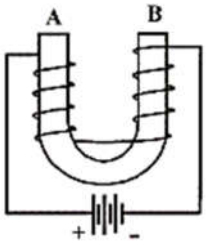
سوال ۳-۶۷

شدت میدان مغناطیسی یکنواخت در داخل سیملوله‌ای توخالی ۰/۰۵ تسلا است و ذره‌ای با بار الکتریکی 10^{-5} کولن در درون سیملوله و به موازات میدان مغناطیسی با سرعت $10^{2}\ m/s$ در حرکت است. نیرویی که از طرف میدان بر بار الکتریکی وارد می‌شود چند نیوتون است؟ (آزمایشی سنجش ۸۴)

۱) صفر ۲) $2/5\times10^{-5}$ ۳) 5×10^{-3} ۴) 5×10^{-5}

سوال ۳-۶۸

با توجه به شکل زیر دو قطب A و B به ترتیب کدام‌اند؟



۱) S و N
۲) S و S
۳) N و S
۴) N و N

۳-۱۱- خواص مغناطیسی مواد

برخی مواد خاصیت آهنربایی دارند، و برخی مواد دیگر هنگامی که در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند خاصیت آهنربایی القا می‌شود.

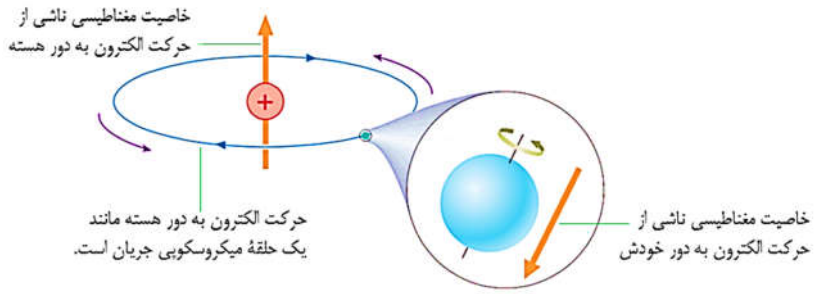
منشأ خاصیت مغناطیسی مواد ناشی از اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی آنهاست.

الکترون علاوه بر **چرخیدن به دور هسته**، به **دور خودش** نیز می‌چرخد. در واقع منشأ خاصیت مغناطیسی اتم ناشی از این دو نوع حرکت است.

هر الکترون چرخان درون اتم، یک آهنربای بسیار ریز است.

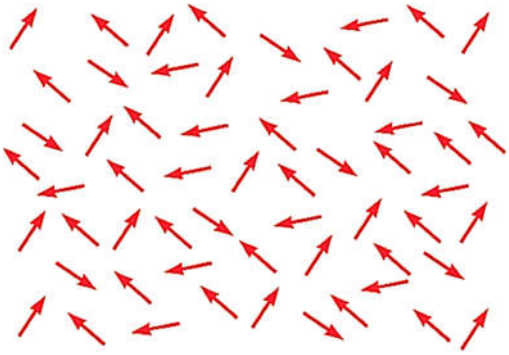
اگر اتم، یک زوج الکترون داشته باشد که در یک جهت بچرخند، آهنربای قوی‌تری را به‌وجود می‌آورند.

اگر این زوج الکترون در جهت‌های مخالف یکدیگر بچرخند، برخلاف هم عمل و خاصیت مغناطیسی یکدیگر را خنثی می‌کنند.



موادی که اتم‌ها یا مولکول‌های سازنده‌ی آنها دارای خاصیت مغناطیسی باشند را **مواد مغناطیسی** می‌نامند.

ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی مواد (اتم‌ها یا مولکول‌ها) آهنرباهای بسیار ریزی هستند که به آنها **دوقطبی مغناطیسی** گفته می‌شود.

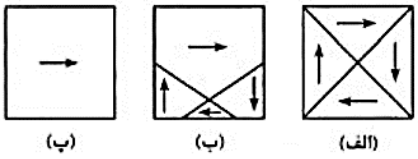


دوقطبی‌های مغناطیسی با یک پیکان کوچک نشان داده می‌شوند.

هر کدام از **دوقطبی‌های مغناطیسی** جهت‌گیری متفاوتی دارد و هرکدام از آنها وابسته به یک اتم یا مولکول است.

سوال ۳-۶۹

شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) ماده‌ی فرومغناطیسی را نشان می‌دهند که به‌ترتیب در میدان مغناطیسی خارجی، ..... قرار دارند. (سراسری تجربی ۸۸ خارج از کشور، کتاب درسی)



۱) صفر، ضعیف و قوی

۲) قوی، ضعیف و صفر

۳) قوی، صفر و ضعیف

۴) ضعیف، قوی و صفر

۳-۱۱-۱- مواد پارامغناطیس

دوقطبی‌های مغناطیسی در یک ماده پارامغناطیسی سمت‌گیری **مشخص** و **منظمی** ندارند و در جهت‌های کاتوره‌ای قرار دارند در نتیجه این مواد خاصیت مغناطیسی ندارند.

اگر **مواد پارامغناطیس** درون یک میدان مغناطیسی قرار داده شوند، دوقطبی‌ها مانند عقربه‌های مغناطیسی در نزدیکی آهنربا رفتار می‌کنند؛ یعنی در راستای خط‌های میدان مغناطیسی منظم می‌شوند.
هرچه میدان مغناطیسی قوی‌تر باشد، تعداد بیشتری از این دوقطبی‌های مغناطیسی با میدان هم‌خط می‌شوند. درنتیجه، خاصیت مغناطیسی ماده بیشتر می‌شود

اگر آهنربا از این مواد دور شود، دوقطبی‌های مغناطیسی دوباره و به سرعت به وضعیت کاتوره‌ای در غیاب میدان برمی‌گردند. مواد پارامغناطیسی در میدان‌های مغناطیسی قوی تا حدودی خاصیت مغناطیسی موقت پیدا می‌کنند.
اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی هستند.

سوال ۳-۷۰

کدام گزینه در مورد مواد پارامغناطیسی نادرست است؟

۱) دو قطبی مغناطیسی دارند اما حوزه‌ی مغناطیسی ندارند.

۲) جهت‌گیری دو قطبی‌ها در این مواد کاملاً منظم است.

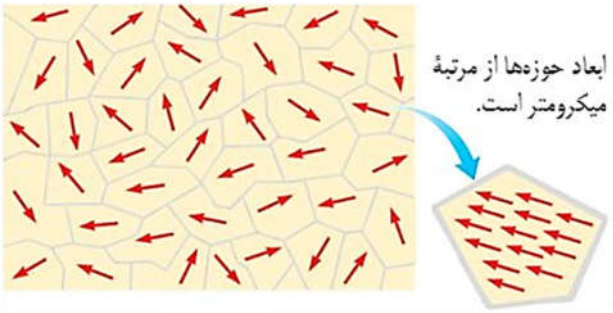
۳) در یک میدان مغناطیسی خارجی، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند.

۴) با حذف میدان مغناطیسی خارجی، خاصیت مغناطیسی در آن‌ها محو می‌شود.

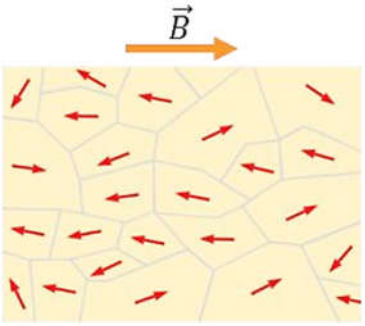
۳-۱۱-۲- مواد فرومغناطیسی

در مواد فرومغناطیس، دوقطبی‌های مغناطیسی خودبه‌خود با دوقطبی‌های مجاور خود هم‌خط هستند.
همه‌ی بخش‌های مغناطیسی در یک ماده فرومغناطیسی در یک راستا قرار ندارند.
این مواد از بخش‌های بسیار کوچکی به نام **حوزه‌ی مغناطیسی** تشکیل شده‌اند. ابعاد حوزه‌های مغناطیسی در مواد فرومغناطیسی تقریباً از $10^{-6}\,m$ تا $10^{-4}\,m$ است. هر حوزه‌ی مغناطیسی از تعداد بسیار زیادی اتم تشکیل شده است.

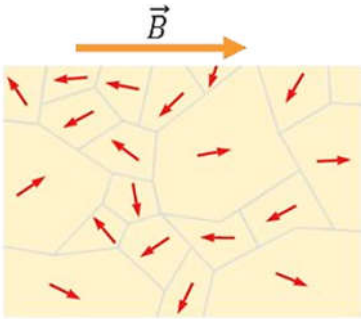
دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه به‌طور کامل، هم‌خط هستند ولی سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه با حوزه‌های مجاور آن تفاوت دارد.



مواد فرومغناطیس وقتی درون یک میدان مغناطیسی قرار داده می‌شوند **خاصیت آهنربایی** پیدا می‌کنند.
میدان مغناطیسی خارجی باعث می‌شود، دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرند و با میدان خارجی $\vec{B}$ هم‌جهت شوند.



میدان مغناطیسی خارجی **ضعیف**



میدان مغناطیسی خارجی **قوی**

جهت دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌هایی که سمت‌گیری آنها نسبت به میدان مناسب است یعنی با میدان خارجی هم‌جهت هستند رشد می‌کنند و حجم آنها زیاد می‌شود.
جهت دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌هایی که سمت‌گیری آنها نسبت به میدان مناسب نیست یعنی در خلاف جهت میدان خارجی کوچک و حجم آنها کم می‌شود.
یعنی مرز بین حوزه‌ها جابه‌جا می‌شود درنتیجه ماده در مجموع، خاصیت آهنربایی پیدا می‌کند.

۳-۱۱-۲-۱- مواد فرومغناطیس نرم

در برخی از مواد فرومغناطیسی مانند آهن، کبالت و نیکل در صورتی که خالص باشند، حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و درنتیجه به آسانی آهنربا می‌شوند و خاصیت آهنربایی خود را نیز به راحتی از دست می دهند. این مواد را **فرومغناطیسی نرم** می‌نامند.

از مواد فرومغناطیس نرم در **هسته سیملوله‌ها** استفاده می‌شود.

با حذف میدان مغناطیسی خارجی، مواد فرومغناطیس نرم خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند و به همین دلیل از مواد فرومغناطیس نرم برای ساختن **آهنرباهای غیردائم(موقت)** استفاده می‌کنند.

۳-۱۱-۲-۲- مواد فرومغناطیس سخت

برخی مواد دیگر مانند فولاد (آهن + دو درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل به سختی آهنربا می‌شوند؛ یعنی حجم حوزه‌ها در آنها به سختی تغییر می‌کند. این مواد را **فرومغناطیسی سخت** می‌نامند.

در مواد **فرومغناطیس سخت** برای افزایش حجم حوزه‌هایی که با میدان خارجی سمت‌گیری مناسبی دارند به **میدان‌های مغناطیسی خارجی قوی‌تری** نیاز است.

در مواد فرومغناطیس سخت، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها پس از حذف میدان خارجی به آسانی به حالت اول باز نمی‌گردد.

با حذف میدان مغناطیسی خارجی، مواد فرومغناطیسی سخت، سهم قابل توجهی از خاصیت آهنربایی خود را **حفظ می‌کنند**. به همین دلیل از مواد **فرومغناطیس سخت** برای ساختن آهنرباهای **دائمی** استفاده می‌شود.