Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

فصل سوم

مغناطیس

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

راهنمای تدریس : افزون بر کاربردی که در شروع فصل به آن پرداختیم کاربردهای دیگری از آهنربا و مغناطیس در زندگی و فناوری وجود دارد که می‌توانید به برخی از آنها اشاره کنید و برخی را نیز می‌توانید به‌صورت فعالیت‌های فردی یا گروهی به دانش‌آموزان واگذار کنید. کاربرد آهنربا و مغناطیس در خودروها و در تصفیه آب از جمله فعالیت‌های پیشنهادی به دانش‌آموزان می‌تواند باشد.

فصل ۳

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

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

۳ـ۱ مغناطیس و قطب‌های مغناطیسی

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

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

پرسش ۳ـ۱

فرض کنید دو میلهٔ کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. بااگفت‌وگو 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.

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

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

شکل ۳ـ۱ سنگ آهنربای طبیعی. تالس که اعتقاد از به جنبان پدر علم بریان یاد می‌شود، مادهٔ کانی مگنتیت (Fe_3O_4) را که ویژگی آهنربایی دارد می‌شناخت.

شکل ۳ـ۲ اثر گذشته‌های دور، برای جهت‌یابی در دریانوردی از قطب‌نما استفاده می‌شده است.

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

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

۸۲

پرسش ۳ـ۱

این پرسش به‌صورت فعالیت ساده‌ای در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ انجام شده است که می‌توانید آن را در سایت گروه فیزیک مشاهده کنید.

از آنجا که خاصیت مغناطیسی در وسط یک میلهٔ آهنربایی به حداقل ممکن می‌رسد می‌توان به سادگی میلهٔ آهنربایی و میلهٔ معمولی را از آن تشخیص داد. یکی از میله‌ها را به‌طور افقی در دست خود نگه می‌داریم و میلهٔ دیگری را به دو سر و وسط آن نزدیک می‌کنیم. اگر میله فقط از دو سر آن آویزان شود، و از وسط آن رها شود، نشان می دهد که میلهٔ افقی آهنرباست.

توجه

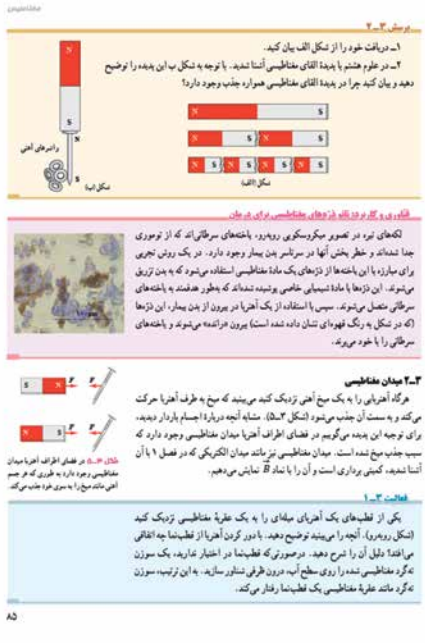
در شکل ۳ـ۴ باید توجه کنید که قسمتی از سوزن که پس از کشیده شدن آهنربا، از آن جدا می‌شود، قطب مخالف آهنربا در آن القا می‌شود.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

پرسش ۳ــ۲

از آنجا که پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی در علوم سال هشتم به دانش‌آموزان آموزش داده شده است، لذا در این پرسش صرفاً جهت یادآوری مروری بر این پدیده شده است.

در پرسش ۱، دانش‌آموزان باید به پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی اشاره کنند و دلیل وصل شدن میخ و واشرهای آهنی را ناشی از این پدیده بدانند.



۳ــ۲ میدان مغناطیسی

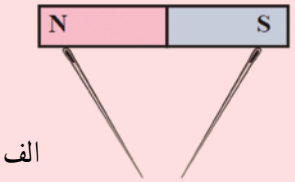
راهنمای تدریس : از آنجا که دانش‌آموزان در فصل اوّل به اندازهٔ کافی با مفهوم میدان الکتریکی و خطوط وابسته به آنها آشنا شده‌اند این بخش را با مشابهت‌سازی می‌توانید دنبال کنید.

پرسش پیشنهادی

نیروی مغناطیسی وارد بر عقربه مغناطیسی از طرف زمین، بزرگ‌تر، کوچک‌تر یا مساوی با نیروی مغناطیسی‌ای است که از طرف عقربهٔ مغناطیسی بر زمین وارد می‌شود؟

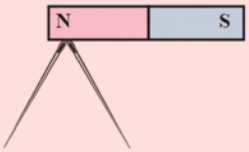
جواب : مساوی است.

پرسش پیشنهادی : الف) بگویید که چرا دو سوزن که به دو سر یک آهنربا آویزان باشند به یکدیگر متمایل می‌شوند؟



الف

ب) چرا انتهای دو سوزن که به یک قطب یک آهنربا آویزان باشند، یکدیگر را دفع می‌کنند؟



ب

پاسخ : الف) در اثر خاصیت القای مغناطیسی دو سر سوزن‌ها، قطب‌های مخالف می‌شوند و به طرف یکدیگر می‌آیند.

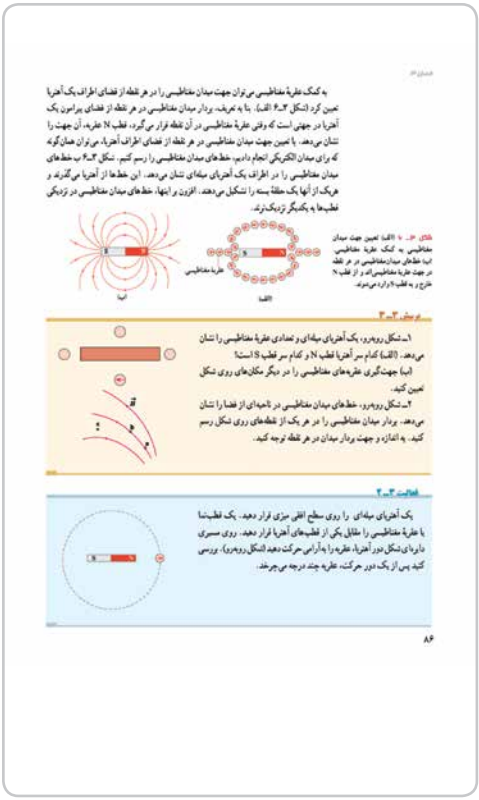
ب) دو انتهای سوزن‌ها قطب‌های همنام شده و یکدیگر را دفع می‌کنند.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

پرسش ۳ــ۳

۱ــ با توجه به شکل ۳ــ۶ الف،دانش‌آموزان به سادگی می‌توانند جهت عقربه‌های مغناطیسی را در پرسش ۱ تعیین کنند.

۲ــ همان‌طور که اشاره کردیم چون دانش‌آموزان در فصل ۱ به اندازهٔ کافی با مفهوم میدان، خطوط میدان و ویژگی‌های آن آشنا شدند به سادگی می‌توانند به این پرسش پاسخ دهند. در این پرسش تنها سه خط از خطوط میدان رسم شده است و خط عبوری از نقطه c رسم نشده است (نکته‌ای که باید دوباره به دانش‌آموزان گوشزد شود). با توجه به فاصلهٔ خطوط از یکدیگر، اندازهٔ میدان به ترتیب بزرگی در نقطه‌های a، b و c است. به همین دلیل هنگام رسم بردار میدان $\vec{B}$، که باید بر خطوط مماس باشد، باید به اندازهٔ بردار $\vec{B}$ هم توجه کنند.



فعالیت ۳ــ۲

این فعالیت نیز به‌صورت فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ در سایت گروه فیزیک موجود است که می‌توانید مشاهده کنید. در ضمن این فعالیت در کلاس درس نیز باید توسط دانش‌آموزان انجام شود و پس از انجام آن نتیجه را گزارش کنند. (پاسخ نهایی فعالیت : ۷۲۰ درجه).

آزمایش ۳ــ۱

علاوه بر روشی که در آزمایش آمده است به روش دیگری که در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ در سایت گروه فیزیک موجود است می‌توانید این آزمایش را به کمک دانش‌آموزان دنبال کنید.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

فعالیت ۳ــ۳

این فعالیت با روش ساده و هوشمندانه‌ای در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ انجام شده است و در سایت گروه فیزیک موجود است.

شکل‌های زیر چند نمونه شیب‌سنج را نشان می‌دهد که ممکن است در آزمایشگاه مدرسه شما نیز یک نمونه از آنها موجود باشد.

دانستنی برای معلم

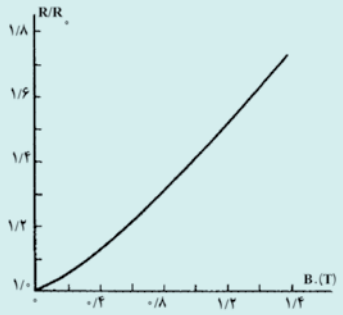
میدان مغناطیسی زمین

نخستین‌بار سر ویلیام گیلبرت عنوان کرد که زمین آهنربای بزرگی است که قطب و استوای مغناطیسی دارد. در آن زمان تصور می شد که میدان مغناطیسی زمین ناشی از آهنربای بزرگ درون آن است. می‌دانیم، بخش درونی زمین به‌طور عمده از نیکل و آهن مذاب تشکیل شده که دمای آن دست کم حدود ۲۲۰۰ درجهٔ سلسیوس است و می‌تواند آزادانه از طریق هم‌رفت حرکت کند. در نتیجه ، این فرضیه که بخش درونی زمین به‌طور دائم مغناطیسی شده باشد، بعید است. از سوی دیگر، میدان مغناطیسی زمین کاملاً مانا نیست. قطب شمال مغناطیسی اکنون در شمال کانادا قرار دارد، ولی در طول سال‌ها دیده شده که این قطب به آهستگی حرکت می کند. علاوه‌بر این، خاصیت مغناطیسی مشاهده شده در صخره‌های آهن‌دار در پوستهٔ زمین نشان می‌دهد که گاهی جهت میدان مغناطیسی زمین به‌طور کامل وارون شده است. زمین و حداقل سه سیاره از چهار سیارهٔ منظومهٔ غول‌پیکر شمسی، دارای میدان مغناطیسی هستند. برای اینکه سیاره بتواند میدان مغناطیسی داشته باشد، لازم است دارای مرکز رسانای الکتریسیته باشد و به سرعت بچرخد؛ به طوری که مایع در آنها به چرخش درآید. کرهٔ ماه و کرهٔ مریخ مرکز مایع ندارند، بنابراین فاقد میدان مغناطیسی هستند.

همهٔ شواهد این باور را تأیید می کنند که میداان مغناطیسی زمین به جای اینکه از آهنربای دائمی سرچشمه گرفته باشد، می‌تواند از جریان‌های الکتریکی که به دور هستهٔ نیکل ــ آهنی این سیاره می‌چرخند، به وجود آمده باشد. جریان الکتریکی در داخل زمین می‌تواند درست به‌گونهٔ جریانی که در یک پیچه برقرار است، میدان مغناطیسی ایجاد کند. اگر به دلیلی جهت این جریان الکتریکی تغییر کند، جهت میدان مغناطیسی نیز وارون خواهد شد.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

مثال : در نمودار شکل زیر R مقاومت بیسموت در میدانی به بزرگی B و $R_{\circ}$ مقاومت آن در خارج میدان انتخاب شده است.



شکل (۹۷)

با استفاده از نمودار بزرگی میدانی را تعیین کنید که مقاومت مارپیچ بیسموت در آن ۲۶Ω و در خارج آن ۲۰Ω است.

پاسخ :

$$R / R_{\circ} = \frac{۲۶}{۲۰} = ۱/۳$$

$$R = ۲۶\Omega$$

$$R_{\circ} = ۲۰\Omega$$

با توجه به نمودار $B = ۰/۸\mathrm{T}$ است.

۳ـ۳ نیرویی وارد بر ذرهٔ باردار در میدان مغناطیسی

راهنمای تدریس : در این قسمت دانش‌آموزان باید افزون بر آشنایی با تعیین جهت نیرویی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در حضور میدان مغناطیسی $\vec{B}$ ، با محاسبهٔ اندازهٔ این نیرو که در رابطهٔ ۳ـ۱ آمده است با حل تمرین‌های مختلف آشنا شوند.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

تمرین ۳ــ۱

۱ $\theta = ۳۰^\circ , B = ۳۲۰\,G = ۳/۲۰ \times ۱۰^{-۲}\,T$

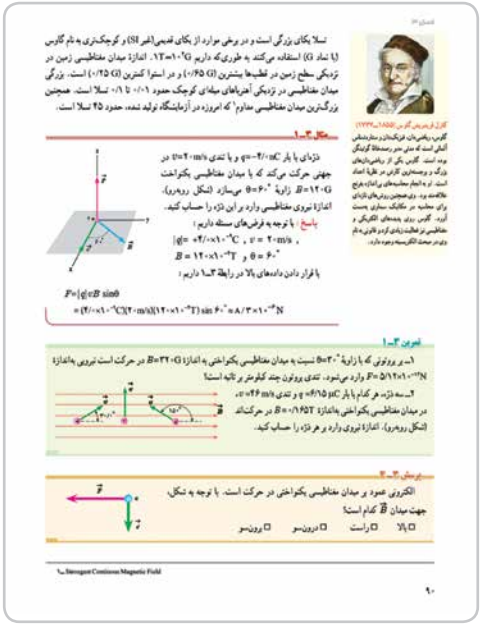
$F = ۵/۱۲ \times ۱۰^{-۱۴}\,N , v = ?$

$F = qvB\sin\theta$

$۵/۱۲ \times ۱۰^{-۱۴}\,N = (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,C)\,v$

$(۳/۲۰ \times ۱۰^{-۲}\,T)\sin ۳۰^\circ$

$\Rightarrow v = ۲/۰ \times ۱۰^{۷}\,m/s$



پرسش ۳ــ۴

با توجه به قاعدهٔ درست و با توجه به این که بار الکترون منفی است، جهت میدان $\vec{B}$ به‌صورت درون‌سو است.

۳ــ۴ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حاوی جریان

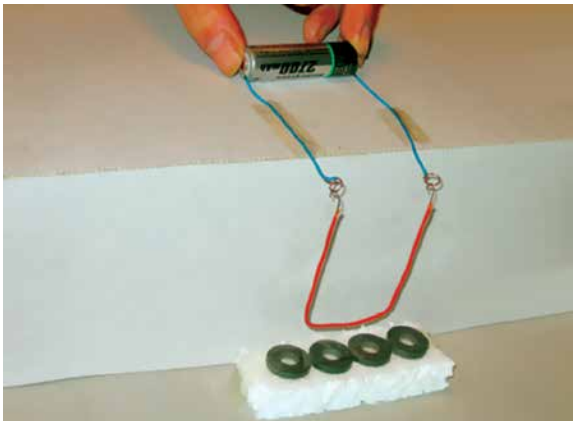
Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

راهنمای تدریس

از آنجا که دانش‌آموزان در علوم هشتم با موتورهای الکتریکی و همچنین در بخش قبل با نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک درون میدان مغناطیسی آشنا شده‌اند، لذا توجه دانش‌آموزان به طرح سادهٔ موتور الکتریکی در شکل ۳ــ۱۱ می‌تواند شروع مناسبی برای این بخش باشد. دانش‌آموزان باید به جهت حرکت حامل بار درون سیم رسانا، قطب‌های باتری و جهت میدان $\vec{B}$ که حلقهٔ رسانا درون آن قرار دارد توجه کنند. این شکل به کمک آزمایش، در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ نیز انجام شده است که در سایت گروه فیزیک می‌توانید مشاهده کنید.

آزمایش ۳ــ۲

این آزمایش را هم به کمک روشی که در کتاب درسی آمده است می‌توانید انجام دهید (در صورت داشتن وسایل مشابه) یا می‌توانید با وسایل ساده‌تری مطابق آزمایشی که در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ انجام شده است دنبال کنید. (شکل زیر).



Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

برای بررسی رابطهٔ ۳ــ۳، آزمایشی پیشنهاد می‌شود (شکل زیر) که شرح کامل آن را به همراه اجرا می‌توانید در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ در سایت گروه فیزیک مشاهده کنید.

عامل‌های مؤثر بر نیروی مغناطیسی وارد بر سیم راست رسانای حامل جریان :

آزمایش‌های مشابه آزمایش ۳ــ۲ نشان می‌دهند که نیروی مغناطیسی وارد بر یک سیم رسانای حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت، به عامل‌های مختلفی بستگی دارد که این عامل‌ها در رابطهٔ زیر بیان شده‌اند :

$$F = IlB\sin\theta \qquad (۳ــ۳)$$

در این رابطه l طول بخشی از سیم رسانا است که در میدان مغناطیسی یکنواخت B قرار دارد. زاویه‌ای را که امتداد سیم با خطوط میدان مغناطیسی می‌سازد با θ نشان داده‌ایم (شکل ۳ــ۱۲).

پرسش ۳ــ۵

اگر در شکل ۳ــ۱۲ سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟ در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می‌شود؟

مثال ۳ــ۲

یک سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۲۰۰G در راستای قرار دارد که با جهت میدان زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. اگر جریان عبوری از سیم ۵/۰A باشد، بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر ۱/۰m از این سیم را حساب کنید.

پاسخ : با توجه به فرض‌های مسئله داریم :

$B = ۲۰۰\times۱۰^{-۴}\,T$ ، $\theta = ۳۰°$ ، $I = ۵/۰A$ و $l = ۱/۰m$

با قرار دادن داده‌های بالا در رابطهٔ ۳ــ۳ داریم :

$F = IlB\sin\theta = (۵/۰A)(۱/۰m)(۲۰۰\times۱۰^{-۴}T)\sin۳۰° = ۰/۱۰N$

تمرین ۳ــ۲

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

(میدان مغناطیسی زمین به طرف شمال)

فعالیت ۳ــ۲

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی درون میدان مغناطیسی را اندازه‌گیری کرد. در صورت لزوم، برای اجرای این آزمایش می‌توانید از ترازوهای دیجیتال (رقمی) با دقت ۰/۰۱g استفاده کنید.

۹۳

پرسش ۳ــ۵

با توجه به فرض پرسش، سیم حامل جریان در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، در این صورت $\theta = ۰$ و در نتیجه $\sin\theta = ۰$ و نیرویی بر سیم حامل جریان از طرف میدان $\vec{B}$ وارد نمی‌شود. اگر راستای سیم حامل جریان عمود بر میدان $\vec{B}$ قرار گیرد، در این صورت $\theta = ۹۰°$ و $\sin۹۰° = ۱$ خواهد بود و در نتیجه نیروی وارد بر سیم حامل جریان از طرف میدان $\vec{B}$ بیشینه است.

تمرین ۳ــ۲

$l = ۲/۴m$, $I = ۲/۵A$, $B = ۰/۴۵G$, $V = ۹۰°$

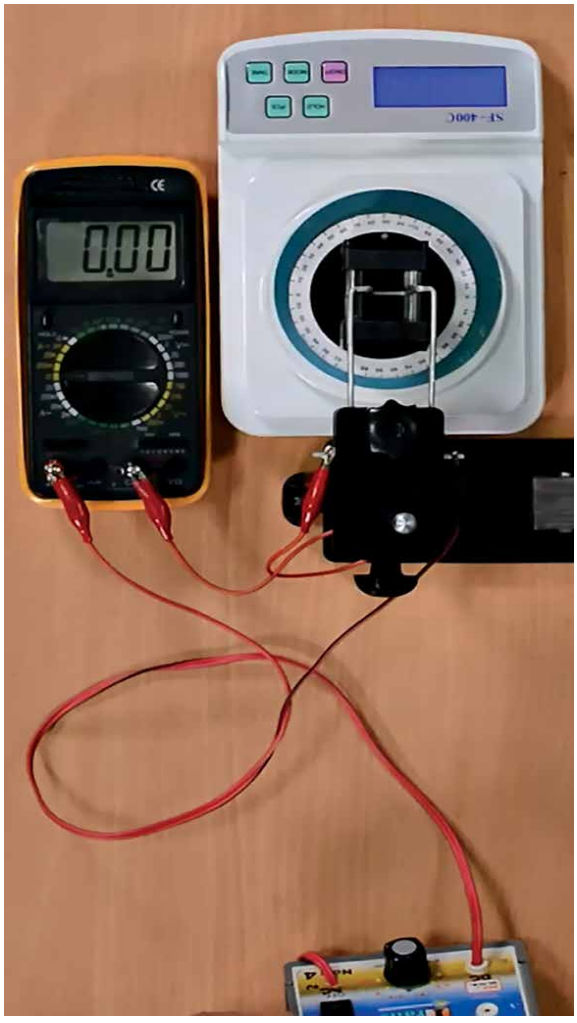
$$F = IlB\sin\theta = (۲/۵A)\,(۲/۴m)$$
$$(۰/۴۵\times۱۰^{-۴}\,T)\sin۹۰°$$
$$F = ۲/۷\times۱۰^{-۴}\,N$$

با توجه به شکل داده شده در تمرین، جهت نیروی مغناطیسی درون صفحه و روبه پایین صفحه خواهد بود.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

فعالیت ۳ــ۴

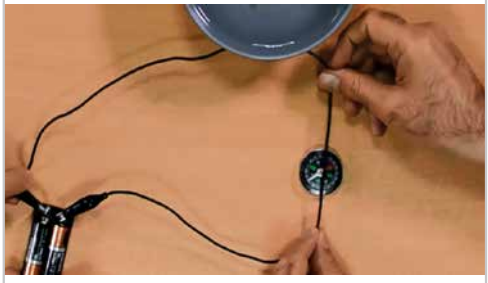
طرح آزمایش مرتبط با این فعالیت را می‌توانید در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ مشاهده کنید. شکل روبه‌رو نمای روبه بالایی از وسایل به‌کار رفته در این آزمایش را نشان می‌دهد.



Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

۳ــ۵ میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی

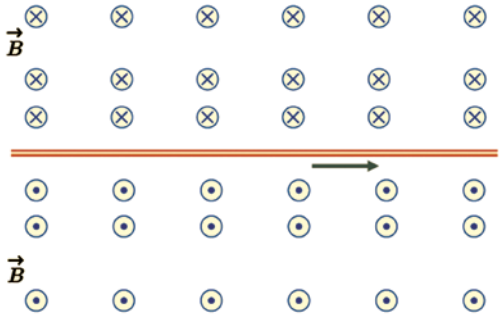
راهنمای تدریس : تا اینجا مقدمات لازم برای بررسی میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی در بخش‌های قبل بررسی شده است. لذا ضرورت دارد که دانش‌آموزان آشنایی و تسلط کافی به محتوای بخش‌های قبلی داشته باشند. انجام آزمایش اورستد را که به نوعی آثار مغناطیسی جریان الکتریکی را نشان می‌دهد، می‌توان به شکل‌های مختلفی انجام داد که در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ موجود است و از طریق سایت گروه فیزیک می‌توانید آنها را مشاهده کنید. بنابراین پس از اشاره مختصری در خصوص این آزمایش و زمینه‌های تاریخی آن، شرایط را برای فعالیت گروهی دانش‌آموزان و انجام این آزمایش فراهم کنید.



Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

پرسش ۳ــ۶

با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت جریان مشخص می‌شود (شکل زیر).



پرسش ۳ــ۷

انتظار می‌رود با توجه به مفهوم میدان و خطوط میدان، دانش‌آموزان در پاسخ به این پرسش به موارد زیر اشاره کنند :

شکل الف) خطوط میدان مماس بر مسیر میدان هستند و در فاصلهٔ مساوی از سیم حامل جریان، اندازهٔ میدان $\vec{B}$ ثابت است ولی جهت آن تغییر می‌کند. با افزایش فاصله از سیم حامل جریان، اندازهٔ میدان $\vec{B}$ نیز کاهش می‌یابد.

شکل ب) در این شکل به نوعی دیگر، کاهش اندازهٔ میدان $\vec{B}$ با افزایش فاصله از سیم حامل جریان نشان داده شده است و افزایش فاصله بین خطوط میدان دایروی، نیز به همین نکته اشاره دارد.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

تمرین ۳ــ۳

در نقطهٔ a، میدان‌های ناشی از هر دو سیم حامل جریان برون سو است و برآیند آن نیز برون سو است.

در نقطهٔ b، میدان ناشی از سیم بالایی درون سو و میدان ناشی از سیم پایینی، برون سو است، لذا با توجه به اینکه فاصله b از دو سیم یکسان و جریان مساوی از دو سیم می‌گذرد، برآیند میدان در نقطهٔ b صفر است.

در نقطهٔ c، میدان ناشی از دو سیم و همچنین میدان برآیند درون سو است.

در شکل ۳ــ۱۶، خطوط میدان $\vec{B}$ اطراف دو سیم حامل جریان با توجه به الگوی دو ذرهٔ باردار رسم شده است. لازم است دانش‌آموزان توجه کنند که خطوط رسم شده حاصل میدان برآیند دو سیم حامل جریان است.

پرسش ۳ــ۸

با استفاده از قاعدهٔ دست راست و با توجه به جهت خطوط میدان $\vec{B}$ درون و بیرون حلقه، جهت جریان عبوری از حلقه، ساعت‌گرد است.

توجه

در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲، آزمایش پیشنهادی در خصوص نحوهٔ کار بلندگوها آمده است که می‌توانید آن را در سایت گروه فیزیک مشاهده کنید. چنانچه فرصت کافی داشته باشید، اجرای این آزمایش در کلاس درس می‌تواند ارتباط خوبی بین مفاهیمی که در این فصل مطرح شده است، کاربرد آنها را فراهم کند.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

تمرین ۳ــ۴

$B = ۳ \times ۱۰^{-۸}\,G = ۳ \times ۱۰^{-۱۲}\,T$

$R = ۸cm = ۸ \times ۱۰^{-۲}\,m$

$I = ?$

$$B = \frac{\mu_۰ I}{۲R}$$

$$۳ \times ۱۰^{-۱۲} T = \frac{(۴\pi \times ۱۰^{-۷}\,T.m/A)}{(۲ \times ۸ \times ۱۰^{-۲}\,m)} I$$

$$\Rightarrow I \approx ۳/۸ \times ۱۰^{-۳} A = ۳/۸mA$$

تمرین ۳ــ۵

$l = ۴۰/۰cm\ ,\ I = ۱/۲A$

$B = ۲۷۰G = ۲/۷ \times ۱۰^{-۲}\,T$

$N = ?$

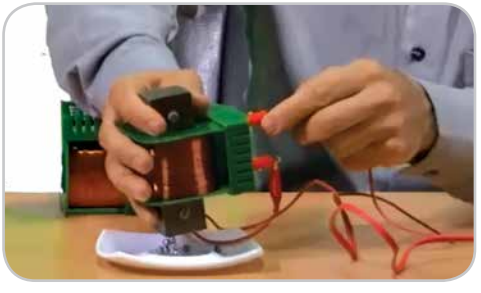
$$B = \frac{\mu_۰ NI}{l}$$

$$۲/۷ \times ۱۰^{-۲} T = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷}\,T.m/A)N(۱/۲A)}{۰/۴۰m}$$

$$\Rightarrow N \approx ۷۰۰۰ \text{ دور}$$

فعالیت ۳ــ۶

آزمایشی مشابه این فعالیت در مجموعهٔ فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ انجام شده است که می‌توانید از نتایج و شیوهٔ آن نیز استفاده کنید.



Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

۳ــ۶ ویژگی‌های مغناطیسی مواد

راهنمای تدریس : به‌طور کلی اتم‌های مواد یا به‌طور ذاتی دارای دوقطبی مغناطیسی‌اند یا فاقد آن هستند. توجه به این نگاه که اساس تقسیم مواد از لحاظ مغناطیسی است و در تمرین پایانی فصل نیز به‌صورت نقشهٔ مفهومی به آن پرداخته شده است، اهمیت زیادی دارد.

توجه

تقسیم‌بندی از لحاظ مغناطیسی، با توجه به چگونگی وجود آنها در طبیعت انجام می‌شود. برای مثال هیدروژن به‌صورت اتمی، دارای دوقطبی مغناطیسی ذاتی است ولی نکتهٔ قابل توجه این است که هیدروژن به‌صورت تک اتمی در طبیعت وجود ندارد و به‌صورت مولکولی H_2 در طبیعت یافت می شود. به همین دلیل هیدروژن جزو مواد دیامغناطیس رده‌بندی می‌شود.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

عامل گشتاور دوقطبی ذاتی اتم‌ها به چرخش الکترون‌ها دور خودشان (حرکت اسپینی) و چرخش الکترون‌ها دور هسته (حرکت مدار) مربوط می شود. به عبارت دیگر گشتاور دوقطبی ذاتی اتم‌ها دارای دو مماس گشتاور اسپینی و گشتاور مداری است که سهم گشتاور اسپینی در این میان، خیلی بیشتر از سهم گشتاور مداری است.

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

به این ترتیب، می‌توان گفت مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند. فولاد، پلاتین، آلومینیم، منیزیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی‌اند.

فعالیت ۳ــ۷

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

مواد دیامغناطیسی : اتم‌های مواد دیامغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت، به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند. به عبارت دیگر، هیچ یک از اتم‌های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود. در فصل بعد با دلایل این موضوع، با تفصیل بیشتری آشنا خواهید شد.

مواد فرومغناطیسی : نوع دیگری از مواد به نام مواد فرومغناطیسی وجود دارد که اتم‌های آنها به‌طور ذاتی دارای دوقطبی مغناطیسی هستند. آهن، نیکل، کبالت و بسیاری از آلیاژهای دارای این عنصرها فرومغناطیس‌اند. برهم‌کنش‌های قوی بین دوقطبی‌های مغناطیسی در این مواد موجب می‌شود که این دوقطبی‌ها، حتی در نبود میدان خارجی، در ناحیه‌هایی که حوزه‌های مغناطیسی نامیده می‌شود، همسو شوند. نمونه‌ای از ساختار حوزه‌ها در مواد فرومغناطیسی در شکل ۳ـ۲۳ الف نشان داده شده است. درون هر حوزه تقریباً از مرتبه 10^{17} اتم وجود دارد که دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به آنها هم‌جهت‌اند.

مواد فرومغناطیسی را می‌توان با قرار دادن در یک میدان مغناطیسی خارجی قوی، از میدان مغناطیسی خارجی و حوزه‌های مغناطیسی باعث می‌شود که دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرند و جهت آنها به جهت میدان خارجی متمایل شود. به این ترتیب، حوزه‌هایی که نسبت به میدان همسو هستند، رشد می‌کنند و حجمشان زیاد می‌شود. از سوی دیگر حجم حوزه‌های

فعالیت ۳ــ۷

در انجام این فعالیت باید به‌گونه‌ای 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 می‌کشید، به دلیل دیامغناطیس بودن الکل، الکل در جهت مخالف حرکت آهنربا، حرکت می‌کند و به نظر می‌رسد که حباب هوا در جهت حرکت آهنربا حرکت می‌کند. این فعالیت را به‌طور عمودی، مطابق آنچه در فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ انجام داده‌ایم، دنبال کنید. در این فیلم افزون بر مواد یا مغناطیس، آزمایش برای مواد پارامغناطیس نیز انجام شده است.

آلومینیم به‌عنوان یک ماده پارامغناطیس، به آرامی به طرف آهنربای قوی حرکت می‌کند.

شیشه به عنوان یک مادهٔ دیامغناطیس، به آرامی از آهنربای قوی دور می‌شود.

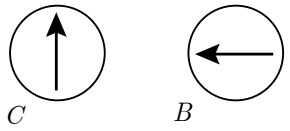
Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

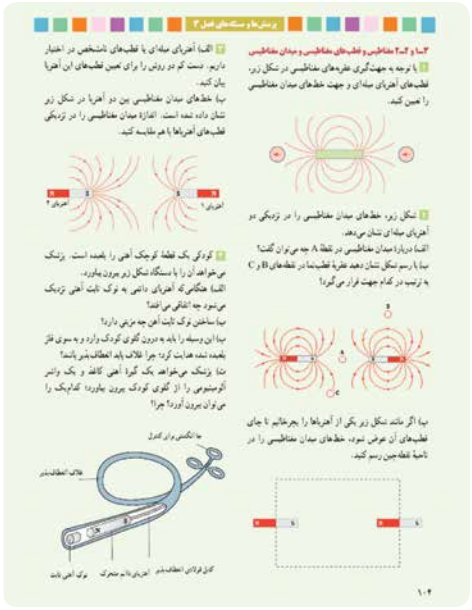
راهنمای پاسخ‌یابی پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۳

۱ دانش‌آموزان با توجه به شکل ۳ـ۶ دیدند، جهت قطب‌های آهنربا به سادگی تعیین می‌شود.

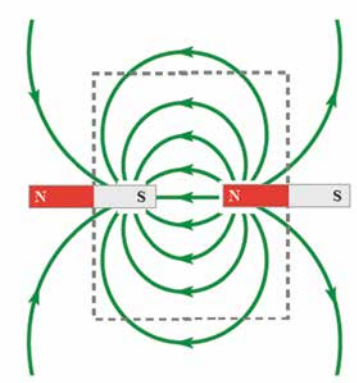
۲ الف) اندازهٔ میدان در نقطه A حداقل ممکن و نزدیک به صفر است.

ب)





پ)



۳ الف) ۱ـ استفاده از یک آهنربا با قطب‌های مشخص

۲ـ استفاده از قطب نما

ب) با توجه به تراکم خطوط میدان در مجاورت قطب‌ها آهنربای ۲، اندازه میدان $\vec{B}$ این آهنربا از آهنرباهای (۲) بیشتر است.

۴ الف) نوک ثابت آهنی بر اثر پدیدهٔ القای مغناطیسی، به آهنربا تبدیل می‌شود.

ب) به علت آنکه آهن مادهٔ فرومغناطیس نرم است به راحتی به آهنربا تبدیل می‌شود و قادر خواهد بود قطعهٔ بلعیده شده را جذب و به بیرون بکشد.

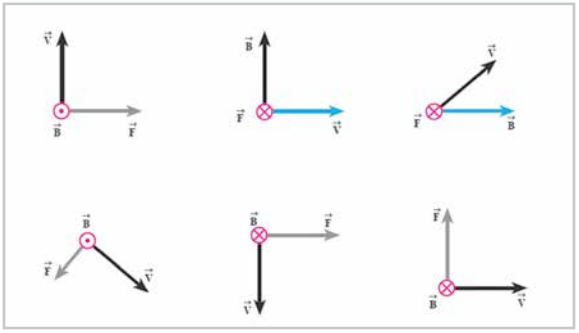
پ) به علت اینکه مجرای گلو دارای فرورفتگی و برآمدگی است.

ت) گیرهٔ آهنی کاغذ را می‌توان بیرون آورد زیرا مادهٔ فرومغناطیس نرم است و جذب آهنربا می‌شود.

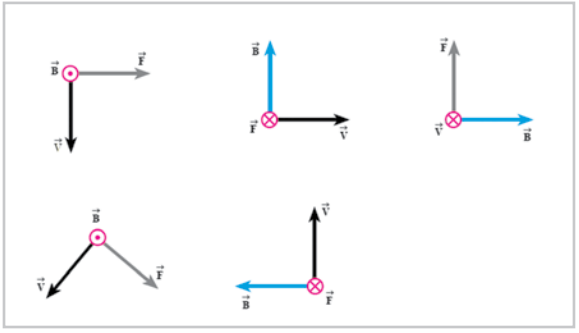
۵ با استفاده از قاعدهٔ دست راست، نوع بار هر ذره را تعیین می‌کنیم زیرا ذرهٔ ۱ بار مثبت، ذره‌های ۲ و ۴ بار منفی و ذرهٔ ۳ چون از مسیر خود منحرف نشده است، خنثی است.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

۶



۷



۸ پاد ساعتگرد

۹ $V = ۴/۴ \times ۱۰^{۶}\ \text{m/s}\ ,\ B = ۱۸\text{mT}\ ,\ \theta = ۶۰^{\circ}$

الف) $F = qvB\sin\theta = (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ c) = (۴/۴ \times ۱۰^{۶}\ \text{m/s}) \times (۱۸ \times ۱۰^{-۳}\ T)\ \sin ۶۰^{\circ} \approx ۲/۵ \times ۱۰^{-۱۵}\ N$

ب)

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{-۱۵}\ N}{۱/۷ \times ۱۰^{-۲۷}\ kg} = ۱/۴ \times ۱۰^{۱۲}\ m/s^{۲}$$

۱۰ $v = ۲/۴ \times ۱۰^{۵}\ \text{m/s}\ ,\ F_{max} = ۶/۸۷۱ \times ۰^{-۱۴}\ N\ ,\ B = ?$

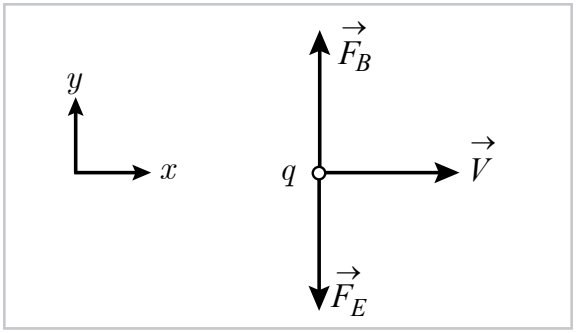
$F = qvB\sin\theta \Rightarrow ۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}\ N = (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ c)(۲/۴ \times ۱۰^{۵}\ \text{m/s})\ B$

$\Rightarrow B \simeq ۱/۷\ \text{T}$

چون اندازهٔ نیروی وارد بر الکترون بیشینه فرض شده است $\sin\theta = ۱$ گرفته‌ایم. جهت میدان به سمت غرب است (به بار منفی الکترون توجه شود).

۱۱ برای اینکه ذرهٔ باردار در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد، مطابق شکل باید $F_E = F_B$. در این صورت داریم

$$qE = qvB \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{۴۵۰N}{۰/۱۸T} = ۲۵۰۰\ m/s$$

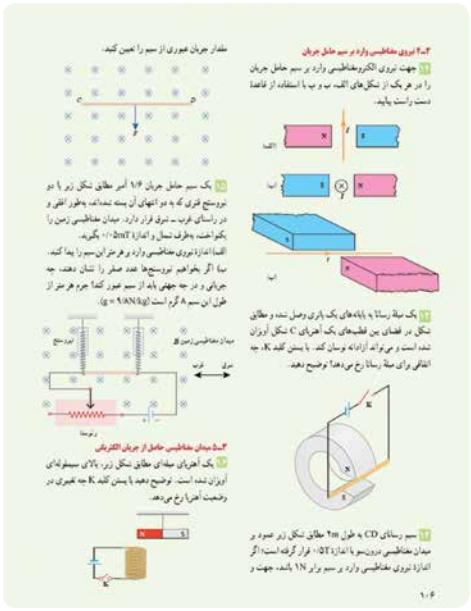


۱۲ با استفاده از قاعده دست راست، جهت نیرو

الف) به سمت داخل صفحه (درون سو) است.

ب) به سمت بالا.

پ) به سمت بالا.



۱۳ میله در همان لحظهٔ وصل کلید، روبه جلو پرتاب می‌شود. دانش‌آموزان با توجه به قاعدهٔ دست راست و جهت جریان و میدان $\vec{B}$، باید جهت نیروی وارد بر میله را تعیین کنند.

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

۱۴ $l = ۲\text{m}\ ,\ B = ۰/۵\ \text{T}\ ,\ F = ۱\text{N}\ ,\ I = ?$

$F = IlB\sin\theta \Rightarrow ۱\text{N} = I(۲\text{m})\,(۰/۵\text{T})\sin۹۰^\circ$

$\Rightarrow I = ۱\,A$

جهت جریان از D به C است.

۱۵ $I = ۱/۶\,A\ ,\ B = ۰/۰۵\text{mT} = ۰/۰۵ \times ۱۰^{-۳}\ \text{T}$

الف) $F = IlB\sin\theta = (۱/۶A)\,(۱\text{m})\,(۰/۰۵ \times ۱۰^{-۳}\ \text{T})\sin۹۰^\circ$

$= ۸ \times ۱۰^{-۵} N$

ب) $F = mg \Rightarrow IlB\sin\theta = mg$

$I(۱\text{m})\,(۰/۰۵ \times ۱۰^{-۳})\sin۹۰^\circ = (۸ \times ۱۰^{-۳}\ \text{kg})\,(۹/۸\text{N/kg})$

$\Rightarrow I = ۱۵۶۸\,A$

که جریان بسیار بزرگی است.

۱۶ با بستن کلید، سیملوله آهنربا می‌شود و با توجه به جهت جریان در آن، پایین سیملوله قطب N و بالای آن قطب S می‌شود. بنابراین قطب N آهنربای آویزان به طرف سیملوله کشیده می‌شود.

۱۷ با قرار دادن باتری A درون مدار، جهت خطوط میدان حاصل از سیم حامل جریان سبب انحراف عقربهٔ مغناطیسی به طرف چپ می‌شود.

۱۸ باتری A، با توجه به جهت جریان در سیملوله، سمت راست سیملوله قطب S می‌شود و آهنربای آویزان را به سمت خود جذب می‌کند.

۱۹ جهت میدان $\vec{B}$ ناشی از سیم ۱ در نقطه A درون‌سو است. بنابراین باید جهت میدان ناشی از سیم ۲ در نقطه A برون‌سو باشد تا برآیند آنها بتواند صفر شود.

بنابراین باید جهت جریان در سیم ۲، بر خلاف جهت جریان در سیم ۱ باشد.

۲۰ $N = ۲۵۰$ حلقه $,\ l = ۰/۱۴\text{m}\ ,\ I = ۰/۸\text{A}\ ,\ B = ?$

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{l} = \frac{(۴\pi \times ۱۰^{-۷}\,T.\text{m/A})(۲۵۰)(۰/۸\,\text{A})}{۰/۱۴\text{m}} \approx ۱/۸ \times ۱۰^{-۳}\,\text{T}$$

۲۱ $N_P = ۲۰۰\ ,\ N_Q = ۳۰۰\ ,\ I_Q = ۱\,A\ ,\ I_P = ?$

$l_P = l_Q$

شرط صفر بودن برآیند میدان $\vec{B}$ ناشی از دو سیملوله در نقطهٔ M عبارت است از

$$B_P = B_Q \Rightarrow \frac{\mu_۰ N_P I_P}{l_P} = \frac{\mu_۰ N_Q I_Q}{l_Q}$$

$$\Rightarrow ۲۰۰ I_P = ۳۰۰ \times ۱\,\text{A} \Rightarrow I_P = \frac{۲}{۳}\,\text{A}$$

Hamkelasi.ir T.me/ihamkelasi

۲۲ چون پس از حذف $\vec{B}$ ، جهت‌گیری حوزه‌های مغناطیسی مادهٔ فرومغناطیسی به‌طور کاتوره‌ای درآمده است نوع مادهٔ فرومغناطیس، نرم است.

۲۳ با توجه به آنچه در بخش ویژگی‌های مغناطیسی مواد دیدید، نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.