هم کلاسی

Hamkelasi.ir

راهنمای پاسخ‌دهی

پرسش‌ها، تمرین‌ها، فعالیت‌ها و مسئله‌های

فصل اول

فیزیک ۲

پایه یازدهم

چاپ اول

۱۳۹۶

سخنی با همکاران

همکاران گرامی و دبیران ارجمند، متمنی است هنگام مراجعه به این مجموعه، نکات زیر را در نظر داشته باشید.

۱- در نگارش این مجموعه فرض بر این بوده است که مخاطب، دبیر فیزیک است. لذا حساسیت‌ها و ظرایفی که به لحاظ تعلیم و تربیتی برای مخاطب قرار دادن دانش‌آموز در یک متن آموزشی ضرورت دارد، در این‌جا مورد نگاه نبوده است. مثلاً گاه در پاسخ یک پرسش، بحثی نسبتاً طولانی ارائه شده است که متناسب حوصلهٔ معلم است، نه دانش‌آموز. یا ممکن است در پاسخ یک سؤال، دو یا چند راه‌حل داده شده باشد که قطعاً عرضهٔ همهٔ این پاسخ‌ها به دانش‌آموز، سبب خستگی وی می‌گردد.

۲- قطعاً اساتید بزرگوار، پاسخ‌ها و راه‌حل‌های در خورِ دیگری نیز برای سؤال‌ها و مسائل دارند که ای بسا به ملاحظاتی، پسندیده‌تر از پاسخ‌ها و توضیحات این مجموعه باشد.

۳- تجربهٔ تعاملِ تعلیم و تربیتی با دانش‌آموزان به این نتیجهٔ گران‌بها می‌انجامد که پاسخ ناتمام و ناقصی که دانش‌آموز در زمینهٔ تلاش و فعالیت علمی خود به یک پرسش می‌دهد، ارجمندتر از پاسخ تمام و کاملی است که معلم به او می‌دهد و او منفعلانه به ذهن می‌سپارد.

۴- این مجموعه براساس متن درسی کتاب رشتهٔ ریاضی چاپ۱۳۹۶فراهم شده است. با توجه به ساده‌سازی های انجام شده در متن درسی کتاب رشتهٔ تجربی، ضروری است دبیران بزرگوار، متناسب‌سازی‌های لازم را در مباحث این مجموعه، برای همزبان شدن با دانش‌آموزان رشتهٔ تجربی، شخصاً عهده‌دار شوند.

از حسن توجه و نگاه مسؤولانه همکاران سپاسگزاریم.

تهیه و تنظیم: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

ویراستار: محمدرضا شریف زاده اکباتانی

فـصل ۱

پرسش ۱-۱(صفحه۳)

بسته به این‌که روکش پلاستیکی را پیش از کشیدن بر روی ظرف غذا از رُل‌پیچ آن جـدا کـرده یـا مسـتقیما روی ظـرف غـذا بکشیم، پاسخ‌ها متنوع خواهد بود. وقتی روکش پلاستیکی را روی ظرف غذا می‌کشیم بر اثر تمـاس نزدیـک دو جسـم، بـار در فرایندی موسوم به *الکتریسیته‌دار شدن تماسی* بین دو سطح منتقل می‌شود. مثلاً ممکن است پوشـش پلاسـتیکی، بخشـی از الکترون‌های روی لبه را به سمت خود بکشد و آن بخش را باردار مثبت کند. آن‌گاه، پوشش که دارای بار منفی است و لبه کـه دارای بار مثبت است، یکدیگر را جذب خواهند کرد. البته *تماس نزدیک* در نواحی جداگانهٔ کوچکی رخ می‌دهد. وقتی دو جسم را به یکدیگر مالش می‌دهیم، تعداد این نواحیِ تماسِ نزدیک زیادتر می‌شود و بنابراین، این جاذبه هم بیشتر خواهد شد کـه بـه این، *الکتریسیته‌دار شدن مالشی* می‌گویند. اگر روکش پلاسـتیکی را پـیش از کشـیدن روی ظـرف، از رُل‌پـیچ آن جـدا کـرده باشیم، تکه‌هایی از آن در فرایندهای الکتریسیته‌دار شدن تماسی یا مالشی باردار می‌شوند. تکه‌های با الکتـرون اضـافی، بـاردار منفی و تکه‌های با کاستی الکترون، باردار مثبت هستند.(درواقع همین امر باعث تا خوردن پوشش‌های پلاستیکی یا نوارچسب بر روی خود یا رُل‌پیچ آن می‌شود.) آن‌گاه افزون بر آنچه که در بالا گفته شد، همان‌طور که در مبحث قطـبش خواهیـد دیـد ، بارهای قطبشی نیز ایجاد خواهد شد که این موجب جذب بیشتری می‌شود. افزون بر این، اگر جدایی بار ناچیزی در یک سـطح رخ داده باشد، این می‌تواند موجب ایجاد جدایی بار مشابهی در سطح مقابل نیز شود . همان‌طور که خواهیم دید به این جدایی بار، دوقطبی الکتریکی گفته می‌شود و دوقطبی‌های الکتریکی روی دو سطح، همدیگر را بر اثر نیروی جاذبـهٔ بـین مولکـولی‌ای موسوم به نیروی *وان‌درووالس* جذب می‌کنند .

تمرین ۱-۱(صفحه۵)

عـــــدد اتمـــــی، تعـــــداد پروتـــــون‌هـــــای هســـــته اســـــت و بنـــــابراین بـــــار الکتریکـــــی هســـــتهٔ اتـــــم $q_{\text{هسته}} = +۹۲e = +۹۲(۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C) = ۱/۴۷ \times ۱۰^{-۱۷}C$ می‌شود. اتم اورانیم به همین تعـداد الکتـرون دارد که مقدار آن منفیِ مقدار بالا می‌شود. بار الکتریکی اتم اورانیم (خنثی) مجموع این دو بار و بنابراین صفر است.

فعالیت ۱-۱(صفحه ۵)

در این فعالیت جالب است از دانش‌آموزان بخواهید که بکوشند نی‌ها را از انتهـای بـالایی بـه هـم تمـاس دهنـد. در آن‌صـورت درخواهند یافت که نمی‌توانند آن‌ها را بیش‌تر از فاصله‌ای به هم نزدیک کنند.

فعالیت ۱-۲(صفحه۷)

طرزکار دستگاه‌های فتوکپی (و چاپگرهای لیزری) براساس برخی اصول اولیهٔ الکتریسیتهٔ ساکن است. یک اسـتوانهٔ آلـومینیمی که با سلنیوم اندود شده است به وسیلهٔ یک الکترود، باردار مثبت می‌شود. سپس استوانه در معرض تابش نوری قرار مـی‌گیـرد که تصویری را از برگه‌ای که می‌خواهیم رونوشت آن را تهیه کنیم روی سطح استوانه ایجاد مـی‌کنـد. سـلنیوم اصـطلاحاً یـک رسانای نوری (photoconductor) است؛ یعنی در نبودِ نور، نارسانا است، و در حضور نور، رسانا می‌شود. وقتی تصویر برگهٔ موردنظر روی استوانه می‌افتد، بخش‌هایی از پوشش سلنیومیِ استوانه که نور مـی‌گیـرد، رسـانا مـی‌شـود و بـا تمـاس بـا بدنـهٔ آلومینیمی استوانه بار مثبت خود را از دست می‌دهد. به این ترتیب، تصویر برگه به‌صورت توزیعی از بار مثبت بر سطح اسـتوانه نقش می‌بندد. پس از این مرحله، استوانه در تماس با پودر سیاه‌رنگی (موسوم به *تـونر*) کـه دارای بـار منفـی شـده اسـت قـرار می‌گیرد. نیروی جاذبهٔ الکتریکی بین پودر باردار منفی و بخش‌هایی از استوانه که دارای بار مثبت است سبب می‌شود این پودر بر سطح استوانه بنشیند و تصویری سیاه رنگ از برگه به‌وسیلهٔ تونر بر سطح آن ایجاد شود. اکنون یک برگهٔ سـفید کـه بـاردار

مثبت شده است و بار مثبت آن بیشتر از بار مثبت استوانه است، روی سطح استوانه می‌پیچد و به‌این ترتیب جاذبهٔ الکتریکی بین پودر باردار منفی که روی سطح استوانه قرار دارد و سطح باردار مثبت کاغذ سفید، موجب انتقال تصویر از استوانه به کاغذ می‌شود. گام آخر، عبور کاغذ (که اینک پودر تونر تصویری بر سطح آن ایجاد کرده است) از میان غلتک‌های داغ است. اکنون تونر بر اثر گرما کاملاً بر سطح کاغذ «تثبیت» می‌گردد و بدین ترتیب فرایند فتوکپی به پایان می‌رسد.

در چاپگر لیزری به جای آنکه تصویر موردنظر را به‌وسیلهٔ اسباب اپتیکی روی سطح استوانه ایجاد کنند، یک قلم لیزری، تصویر یا متن مورد نظر را که به صورت یک فایل در حافظه رایانه ذخیره شده است، روی سطح استوانه ایجاد می‌کند.

شکل زیر مرحله‌های ایجاد یک رونوشت در دستگاه فتوکپی را از (الف) تا (ث) نشان می‌دهد. در چاپگر لیزری، مرحلهٔ (ب) با مرحلهٔ (ث) جایگزین می‌شود.

الف) باردار کردن استوانه

ب) افتادن تصویر برگه روی استوانه

پ) تماس استوانه با تونر

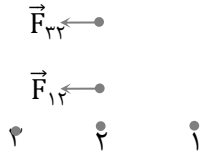
ت) انتقال تصویر از تونر به کاغذ

ث) استوانهٔ چاپگر لیزری

پرسش ۱-۲(صفحه۸)

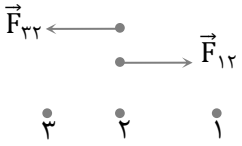
در تعیین نیروی خالص (برایند) توجه کنید که پس از مشخص کردن ذرهٔ موردنظر، نیروی ناشی از ذرات دیگر بر آن را طوری رسم می‌کنیم که **ابتدای** هر کدام از نیروها روی ذرهٔ موردنظر باشد. برای اینکه نیروها را مشخص کنیم، بارها را به‌ترتیب از سمت راست با عددهای ۱، ۲ و ۳ مشخص می‌کنیم.

الف) با رسم نیروها درمی‌یابیم که دو نیرو رو به سمت چپ بر بار میانی وارد می‌شود:



بنابراین برایند نیروی وارد بر ذرهٔ میانی رو به سمت چپ (در جهت $-\vec{i}$) می‌شود.

ب) در این وضعیت، بار ذرهٔ ۱ منفی است. اکنون نیرویی که بار شمارهٔ ۱ بر بار میانی وارد می‌کند در خلاف جهت وضعیت الف است و بنابراین سوی نیروهای $\vec{F}_{۳۲}$ و $\vec{F}_{۱۲}$ بر خلاف جهت هم می‌شود.



ولی توجه کنید که چون فاصلهٔ ذرهٔ میانی از ذره‌های کناری برابر و بزرگی بارها نیز یکسان است، بنابراین نیروهای وارد بر بار میانی، همدیگر را خنثی می‌کند.

تمرین ۱-۲(صفحه۹)

نیروی وارد بر بار $q_۲$، برایند دو نیرویی است که از طرف بارهای $q_۱$ و $q_۳$ بر آن وارد می‌شوند. برای محاسبهٔ این نیرو، نیرویی را که هریک از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ در غیاب دیگری بر بار $q_۲$ وارد می‌کند، محاسبه می‌کنیم.

فاصلهٔ بین بارهای $q_۱$ و $q_۲$ را با $r_{۱۲}$ و فاصلهٔ بین بارهای $q_۲$ و $q_۳$ را با $r_{۳۲}$ نشان می‌دهیم. با استفاده از رابطهٔ ۲-۱ داریم:

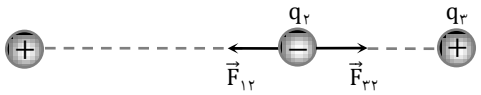
$$F_{۱۲} = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r_{۱۲}^۲}$$

$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ \mathrm{N}.\frac{\mathrm{m}^۲}{\mathrm{C}^۲})\ \frac{(۲/۵\times۱۰^{-۶}\mathrm{C})(۱/۰\times۱۰^{-۶}\mathrm{C})}{(۴/۰\mathrm{m})^۲} = ۱/۴ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N}$$

$$F_{۳۲} = k\frac{|q_۳||q_۲|}{r_{۳۲}^۲}$$

$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ \mathrm{N}.\frac{\mathrm{m}^۲}{\mathrm{C}^۲})\ \frac{(۴/۰۱\times۱۰^{-۶}\mathrm{C})(۱/۰\times۱۰^{-۶}\mathrm{C})}{(۲/۰\mathrm{m})^۲} = ۹/۰ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N}$$

نیرویی که بار $q_۱$ بر بار $q_۲$ وارد می‌کند و نیز نیرویی که بار $q_۳$ بر $q_۲$ وارد می‌کند، از نوع ربایشی (جاذبه) است.



مطابق شکل، این دو نیرو برخلاف جهت یکدیگرند و برایند آنها برابر است با:

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲} = F_{۱۲}(-\vec{i}) + F_{۳۲}(+\vec{i}) = (F_{۳۲} - F_{۱۲})\vec{i}$$

بنابراین، بزرگی $\vec{F}_T$ برابر تفاضل بزرگی آنها است:

$$F_T = F_{۳۲} - F_{۱۲} = ۹/۰ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N} - ۱/۴ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N}$$

$$= ۷/۶ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N}$$

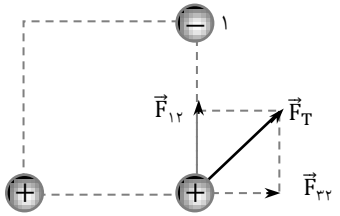
در واقع، بزرگی نیروی $\vec{F}_T$ برابر $۷/۶ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N}$ و جهت آن در سوی مثبت محور x است:

$$\vec{F}_T = (۷/۶ \times ۱۰^{-۳}\mathrm{N})\vec{i}$$

پرسش ۱-۳(صفحه۹)

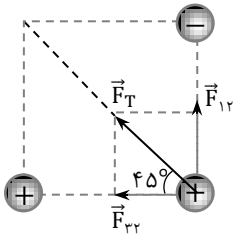
همان‌طور که گفتیم برای تعیین نیروی برایند، نخست باید ذرهٔ موردنظر را انتخاب کنیم و بردارهای نیرو را طوری رسم کنیم که ابتدای آن‌ها بر ذرهٔ مورنظر باشد، در این صورت داریم:

الف) اگر بارها را شماره‌گذاری کنیم داریم:



که در آن $F_{۱۲} = F_{۳۲}$. بنابراین $\vec{F}_T$ با جهت $+\vec{i}$ زاویهٔ ۴۵° می‌سازد.

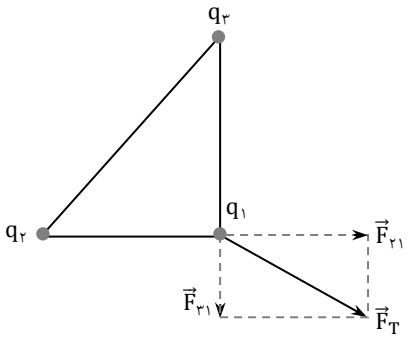
ب) اکنون علامت بار شمارهٔ ۳ منفی است و بنابراین سوی نیروی $\vec{F}_{۳۲}$ برمی‌گردد و شکلی مانند زیر داریم:



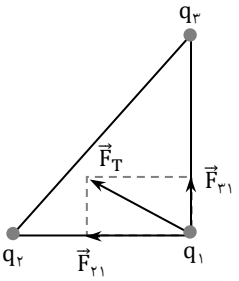
که در آن $F_{۱۲} = F_{۳۲}$. بنابراین اکنون $\vec{F}_T$ با جهت $+\vec{i}$ زاویهٔ ۱۳۵° می‌سازد.

تمرین ۱-۳(صفحه۱۰)

الف) اگر علامت بار $q_۳$ مثبت شود، سوی نیروی $\vec{F}_{۳۱}$ وارونه می‌شود و تصویری مانند زیر خواهیم داشت:



ب) اگر علامت بار $q_۲$ منفی شود، سوی نیروی $\vec{F}_{۲۱}$ وارونه می‌شود و تصویری مانند زیر خواهیم داشت:



پ) خیر. زیرا اندازهٔ نیروی برایند برابر است با

$$F_T = \sqrt{F_{۲۱}^۲ + F_{۳۱}^۲}$$

که با توجه به اینکه مقدار $F_{۲۱}$ و $F_{۳۱}$ تغییری نمی‌کنند، بزرگی نیروی برایند هم تغییر نمی‌کند.

تمرین ۱-۴(صفحه۱۴)

الف) بار پروتون $q = +e = ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$ است. بنابراین داریم:

$$E_p = k\frac{|q|}{r^۲} = (۹/۰ \times ۱۰^۹ N.\frac{m^۲}{C^۲})\frac{(۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C)}{(۵/۳\times۱۰^{-۱۱}m)^۲} = ۵/۱۳ \times ۱۰^{۱۱}\frac{N}{C}$$

خوب است این میدان را با میدان‌های داده شده در جدول ۲-۱ (صفحه ۱۱) کتاب مقایسه کنید تا به بزرگی آن پی ببرید. بزرگترین میدان داده‌شده مربوط به فروریزش الکتریکی در هواست که مرتبهٔ بزرگی آن $۱۰^۵$ بار کوچکتر از این پاسخ است.

ب) همان‌طور که در مثال پیش دیدیم، میدان الکتریکی حاصل از مولّد وان دو گراف در فاصلهٔ $۱/۵m$ از مرکز کلاهک برابر است با

$$E_v = \frac{|q|}{r^۲} = (۹/۰ \times ۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)\frac{(۱/۰\times۱۰^{-۶}C)}{(۱/۰m)^۲} = ۹/۰ \times ۱۰^۳\frac{N}{C}$$

این را باید با میدان حاصل از پروتون در فاصلهٔ نامشخص r برابر قرار دهیم و از آنجا r را پیدا کنیم:

$$E_P = \frac{|q|}{r^۲} = (۹/۰ \times ۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)\frac{(۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C)}{r^۲} = ۹/۰ \times ۱۰^۳\frac{N}{C}$$

و از آنجا که $r = ۴/۰ \times ۱۰^{-۷}m$ می‌شود. دقت کنید مرتبهٔ بزرگی این فاصله، $۱۰^{۴}$ بار بزرگتر از مرتبهٔ بزرگی شعاع اتم هیدروژن در مدل بور است. بنابراین پاسخ ب نیز مانند پاسخ الف نشان‌دهندهٔ بزرگی بسیار زیاد میدان هستهٔ اتم در محل الکترون‌های اتم است.

تمرین ۱-۵(صفحه۱۶)

در نقطهٔ O، میدان الکتریکی حاصل از هر دو بار با هم جمع می شود و جهت آن رو به سمت چپ خواهد بود. یعنی اگر بار آزمون را در نقطهٔ O قرار دهیم، نیروهای وارد بر آن ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ به سمت چپ خواهد بود و بنابراین میدان الکتریکی خالص در جهت $-\vec{i}$ است. چون بزرگی بارها یکسان و فاصلهٔ آن‌ها تا نقطهٔ O برابر است، بزرگی میدان‌ها با هم برابر است. بنابراین اندازهٔ میدان کل، دو برابر اندازهٔ هر یک از میدان‌ها است:

$$E_O = ۲E = ۲k\frac{|q|}{r^۲} = ۲(۹/۰ \times ۱۰^{۹}N.\frac{m^۲}{C^۲})\frac{(۲/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۳/۰\times۱۰^{-۲}m)^۲} = ۴/۰ \times ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$$

در نتیجه $\vec{E}_O = (-۴/۰ \times ۱۰^{۴}\frac{N}{C})\vec{i}$ می‌شود.

حال اگر بار آزمون را در نقطهٔ M قرار دهیم، دو نیرو بر آن اثر می‌کند که برخلاف جهت هم هستند. چون اندازهٔ بارها برابر ولی فاصلهٔ بار مثبت از نقطهٔ M کوچک‌تر است، نتیجه می‌گیریم که جهت میدان الکتریکی در سوی مثبت محور x $(+\vec{i})$ می‌شود.

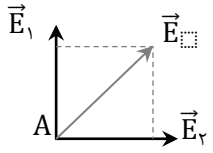
$$E_M = k\frac{|q|}{r_۱^۲} - k\frac{|q|}{r_۲^۲} = k|q|\,(\frac{۱}{r_۱^۲} - \frac{۱}{r_۲^۲})$$
$$= (۹/۰ \times ۱۰^{۹}N.\frac{m^۲}{C^۲})(۲/۰ \times ۱۰^{-۹}C)(\frac{۱}{(۳/۰ \times ۱۰^{-۲}m)^۲} - \frac{۱}{(۹/۰ \times ۱۰^{-۲}m)^۲})$$
$$= ۱۷/۷۸۴\ \frac{N}{C} \approx ۱/۸ \times ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$$

در نتیجه:

$$\vec{E}_M = (۱/۸ \times ۱۰^{۴}\frac{N}{C})\vec{i}$$

تمرین ۱-۶ (صفحه۱۷)

با گذشتن بار آزمون در نقطهٔ A، جهت میدان برایند در این نقطه را تعیین می‌کنیم.



$$\vec{E} = E_۲\vec{i} + E_۱\vec{j} = (۵/۰ \times ۱۰^{۳}\frac{N}{C})\,\vec{i} + (۵/۰ \times ۱۰^{۳}\frac{N}{C})\,\vec{j}$$

و در نتیجه:

$$E = \sqrt{E_۲^۲ + E_۱^۲} = ۷/۱ \times ۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

البته این نتیجه را می‌توانستیم براساس تقارن مسئله، با استفاده از پاسخ مثال ۱-۸ نیز به‌راحتی دریابیم.

فعالیت ۱-۳ (صفحه ۱۷)

خوب است در تکمیل این فعالیت، برای آن که طرح خطوط میدان را به صورت سه بُعدی ببینید، به جای بذر چمن از بریده‌های کوچک نخ استفاده کنید و آن‌ها را پیش از آزمایش در ظرف شیشه‌ای شفافی با عمق مناسب (مثلاً بالُن آزمایشگاه) که حاوی روغن است کاملاً هم بزنید و با استفاده از یک مولّد ولتاژ بالا، آزمایش مشابهی ترتیب دهید.

پرسش ۱-۴(صفحه ۱۹)

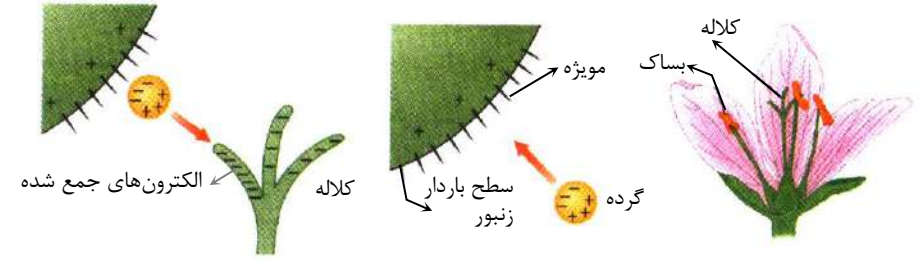
در هر نقطهٔ فضا، یک میدان الکتریکی یکتا وجود دارد که همان میدان الکتریکی خالص (برایند) است و چون میدان الکتریکی در آن نقطه از فضا یکتا است، بنابراین میدان الکتریکی برایند دیگری در آنجا وجود ندارد که تقاطع ایجاد کند.

پرسش ۱-۵ (صفحه۱۹)

نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ است، و بنابراین اگر نیروی دیگری به این بار اثر نکند، بار منفی در خلاف جهت میدان شتاب می‌گیرد. در هر سه نقطه، نیروی الکتریکی وارد بر بار $-q$ در خلاف جهت پیکان‌های خطوط میدان است.

فعالیت ۱-۴(صفحه ۱۹)

زنبورهای عسل معمولاً در حین پرواز دارای بار مثبت می‌شوند و وقتی به گردهٔ بدون باری روی بساک یک گل (شکل الف) می‌رسند که از لحاظ الکتریکی خنثی است، میدان الکتریکی آن‌ها روی گردهٔ بارهای مثبت و منفی ایجاد می‌کند، به طوری که آن سمت گرده که به طرف زنبور است باردار منفی می‌شود و به این ترتیب گرده به سوی زنبور کشیده می‌شود (شکل ب). گرده‌ها روی مویژه‌های ریز زنبور قرار می‌گیرند و سپس وقتی زنبور در اطراف کلالهٔ گل دیگری پرواز می‌کند، بارهای منفی را بر روی کلاله القا می‌کند. هرگاه نیروی الکتریکی وارد از کلاله بزرگتر از نیروی الکتریکی وارد از زنبور بر گرده باشد، گرده به سمت کلالهٔ گل کشیده می‌شود (شکل پ) و گرده افشانی صورت می‌گیرد.



الف) اجزای بساک و کلالهٔ یک گل

ب) بر اثر حضور زنبور، روی گردهٔ نزدیک بساک، بار القا شده است.

پ) الکترون‌هایی که در نوک کلاله جمع شده‌اند، گرده را جذب می‌کنند.

تمرین ۱-۷ (صفحه ۲۱)

برای این‌که نیروی الکتریکی با وزن بادکنک موازنه شود باید نیروی الکتریکی در خلاف جهت وزن بادکنک به آن وارد شود و بزرگی آن برابر با وزن بادکنک باشد:

$$F_E = mg \Rightarrow qE = mg$$

و از آنجا

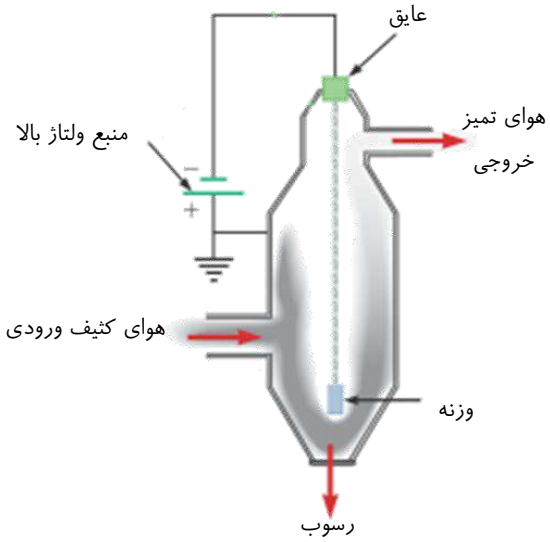
$$E = \frac{mg}{|q|} = \frac{(۱۰/۰\times۱۰^{-۳}\text{kg})(۹/۸۰\text{N/kg})}{۲۰۰\times۱۰^{-۹}\text{C}} = ۴/۹۰ \times ۱۰^{۵}\ \text{N/C}$$

با توجه به رابطهٔ $\vec{F} = q\vec{E}$ و منفی بودن q، جهت میدان الکتریکی در خلاف نیروی الکتریکی و بنابراین مستقیماً رو به پایین است.

فعالیت ۱-۵ (صفحه ۲۱)

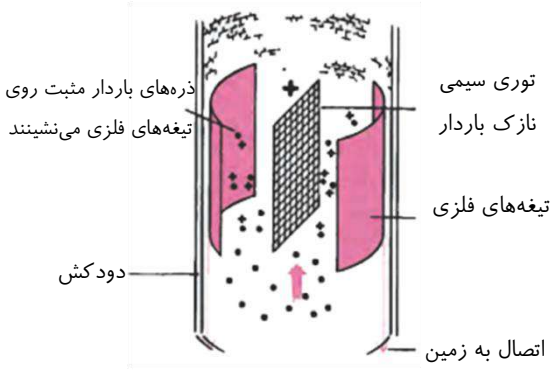
رسوب‌دهنده‌های الکتروستاتیکی یکی از کاربردهای مهم تخلیهٔ الکتریکی است. این وسیله با جداسازی ذرات از گازهای حاصل از احتراق مواد سوختی، سبب کاهش آلودگی هوا می‌شود. به‌کارگیری این وسیله، به‌خصوص در نیروگاه‌های تولید برق که از زغال‌سنگ استفاده می‌کنند و دیگر صنایعی که مقادیر قابل توجهی دود تولید می‌کنند، مفید است. رسوب‌دهنده‌هایی که امروزه به کار گرفته می‌شوند می‌توانند حدود ۹۰ درصد خاکستر و بخار موجود در دود را کاهش دهند، ولی با این حال درصد قابل توجهی از ذرات سبک‌تر از رسوب‌دهنده می‌گریزند و وارد جو می‌شوند. رسوب‌دهنده‌ها اقسام متفاوتی دارند که در اینجا به چند نوع آن‌ها می‌پردازیم.

در رسوب‌دهنده‌ای که در شکل اول می‌بینید، ولتاژ بالایی (نوعاً از ۴۰kV تا ۱۰۰kV) بین یک سیم فلزی که از وسط دودکش آن می‌گذرد و دیوارهٔ دودکش برقرار می‌شود، در حالی که دیوارهٔ دودکش به زمین متصل است. پتانسیل سیم فلزی، منفی‌تر از پتانسیل دیواره است و لذا میدان الکتریکی‌ای به وجود می‌آید که جهت آن به سمت سیم است. در نزدیکی سیم، میدان الکتریکی چنان قوی است که می‌تواند سبب تخلیهٔ الکتریکی در این فضا گردد و به این ترتیب یون‌های مثبت و منفی و تعدادی الکترون ایجاد می‌شود. الکترون‌ها و یون‌های منفی (از قبیل O_2^-) در خلاف جهت میدان الکتریکی، به سمت دیوارهٔ دودکش شتاب می‌گیرند. ذرات غبار موجود در دودی که از دودکش می‌گذرد با یون‌های منفی و الکترون‌ها برخورد کرده و با به دام انداختن آن‌ها باردار می‌شوند؛ چون بیشتر ذرات غبار باردارشدهٔ منفی هستند، این ذرات توسط میدان الکتریکی به سمت دیوارهٔ دودکش کشیده می‌شوند. با تکان دادنِ دودکش، ذرات باردارشدهٔ غبار چسبیده به دیواره پایین می‌ریزد و آنگاه از ته رسوب‌دهنده جمع‌آوری می‌شوند.



نوع دیگر رسوب‌دهنده‌ها در شکل دوم نشان داده شده است. در این رسوب‌دهنده، توری سیمی که به میزان زیادی باردار مثبت شده است بین تیغه‌های فلزی متصل به زمین قرار دارد، به‌گونه‌ای که تخلیهٔ الکتریکی مدامی بین توری و این تیغه‌ها روی می‌دهد. این تخلیه، جریان پیوسته‌ای از یون‌ها را به همراه دارد که خود را به ذره‌های غبار در گازی که از دودکش بالا

می‌رود، متصل می‌کنند. ذره‌های باردار عبوری به سوی تیغه‌های متصل به زمین رانده می‌شوند و در آنجا رسوب می‌کنند. پس از مدتی، این تیغه‌ها را با زدن ضربه می‌تکانند و به این ترتیب، ذره‌ها را جدا می‌کنند.



پاک‌کنندهٔ هوای الکتروستاتیکی دستگاه مشابه دیگری از این دست به منظور ایجاد هوای مطبوع برای مبتلایان به آلرژی است. در این دستگاه، هوای آلوده نخست از میان یک شبکهٔ توری با بار مثبت عبور داده می‌شود. ذرات آلودگی با برخورد با این شبکه باردار مثبت می‌شوند. سپس، هوا از شبکهٔ توری دیگری که باردار منفی شده است عبور می‌کند. ذرات آلاینده که پیشتر هنگام برخورد با شبکهٔ توری منفی می‌شوند و روی این شبکه رسوب می‌کنند و به این ترتیب هوای خروجی از دستگاه عاری از درصد زیادی از ذرات آلاینده است.

تمرین ۱- ۸ (صفحه۲۳)

طبق قضیهٔ کار- انرژی جنبشی داریم:

$$W_E = \Delta K$$

از طرفی رابطهٔ ۱-۸ ، $W_E = -\Delta U_E$ است و بنابراین داریم:

$$-\Delta U_E = \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A^۲) \Longrightarrow \Delta U_E = -\frac{۱}{۲}mv_B^۲$$

جهت میدان الکتریکی عوض شده است، و پروتون در جهت میدان (به طرف راست) شتاب می‌گیرد. تغییر انرژی پتانسیل آن برابر است با

$$\Delta U_E = -|q|\, Ed\cos\theta$$

که در اینجا $\theta = ۰$ است. بنابراین

$$\Delta U_E = -|q|Ed$$
$$-\frac{۱}{۲}mv_B^۲ = -|q|Ed$$

و در نتیجه

$$v_B = \sqrt{\frac{۲|q|Ed}{m_p}}$$
$$= \sqrt{\frac{۲(۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C)\,(۲/۰\times۱۰^{۳}N/C)\,(۱۰\times۱۰^{-۲}m)}{۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}kg}}$$
$$= ۱/۹۶\times۱۰^{۵}m/s \approx ۲/۰\times۱۰^{۵}m/s$$

البته این را می‌توانستیم بدون محاسبه و با توجه به پاسخ قسمت ب مثال ۱-۱۰ نیز حدس بزنیم.

تمرین ۱- ۹ (صفحه ۲۵)

در متن درس اشاره شد که ΔV مستقل از نوع بار است و اینجا می‌خواهیم آن را نشان دهیم.

الف) رابطه‌های $\Delta V = -|q|Ed\cos\theta$ و $\Delta V = \Delta U/q$ را در نظر بگیرید. اگر بار q مثبت باشد، θ همان زاویهٔ میان میدان الکتریکی و جابه‌جایی بار q و در اینجا $\theta = ۰$ است و بنابراین

$$\Delta V = -Ed$$

و اگر بار q منفی باشد، نیرو در خلاف جهت میدان اثر می‌کند و با توجه به اینکه جابه‌جایی هم‌سو با میدان است، در اینجا $\theta = \pi$ است و بنابراین

$$\Delta U = -|q|Ed\cos(\pi) = |q|Ed$$

که با توجه به منفی بودن q، داریم $|q| = -q$ و در نتیجه $\Delta U = -qEd$ می‌شود. از طرفی $\Delta V = \Delta U/q$ است و بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta V = -Ed$$

پس در هر دو حالت $\Delta V = -Ed$ شد، که به معنی کاهش پتانسیل است. بدیهی است که با حرکت در خلاف جهت میدان، $\Delta V = +Ed$ می‌شود که به معنی افزایش پتانسیل است.

ب) با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، $\theta = ۹۰^\circ$ و در نتیجه $\Delta U = ۰$ و از آنجا $\Delta V = ۰$ می‌شود.

تمرین ۱- ۱۰(صفحه ۲۵)

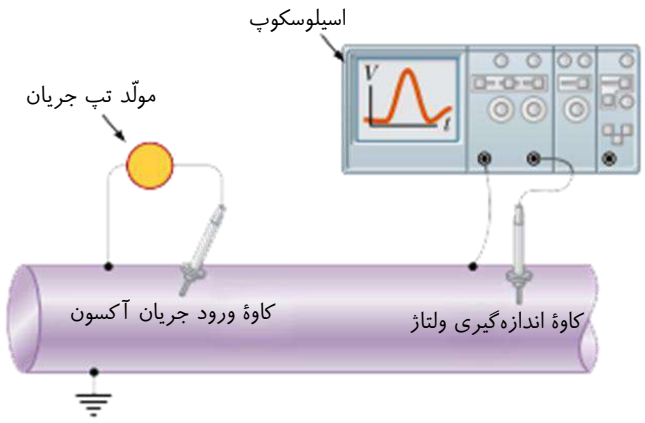
در این حالت، چون پایانهٔ مثبت را مرجع گرفته‌ایم، $V_+ = ۰$ است. بنابراین

$$\Delta V = V_+ - V_- = ۰ - V_- = ۱۲V$$

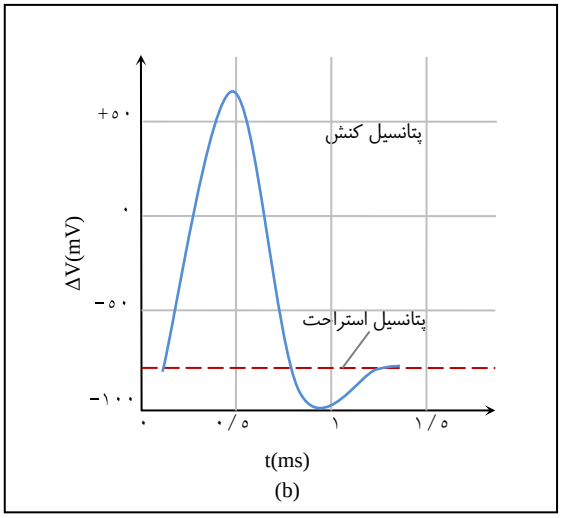
و در نتیجه $V_- = -۱۲V$ می‌شود. به عبارتی دیگر، پتانسیل پایانهٔ منفی باتری ۱۲V کمتر از پتانسیل پایانهٔ مثبت آن است.

فعالیت ۱-۶ (صفحه ۲۶)

به طور اختصار می‌توان گفت که اساساً نورون، متشکل از یک جسم سلولی است که پیام‌های الکتریکی را از طریق اتصال‌هایی به نام سیناپس که روی دندریت‌ها قرار دارند، دریافت یا ارسال می‌کنند. اگر محرک به حدّ کافی قوی باشد، نورون یک سیگنال الکتریکی را در امتداد تاری به نام اکسون ارسال می‌کند. اکسون یا تار عصبی که قطر آن ۱۰ تا ۲۰ میکرومتر است و طول آن ممکن است به یک متر برسد، سیگنال الکتریکی را به ماهیچه‌ها و نورون‌های دیگر می‌برد. در دو طرف سطح یا غشای هر نورون اختلاف پتانسیلی ناشی از وجود یون‌های منفی بیشتر در داخل غشا نسبت به خارج آن وجود دارد و اصطلاحاً به آن *نورون قطبیده* گفته می‌شود. پتانسیل داخل سلول عموماً ۶۰ تا ۹۰ میلی ولت، منفی‌تر از خارج آن است. این اختلاف پتانسیل، *پتانسیل استراحت* نورون نامیده می‌شود. وقتی نورون تحریک می‌شود، در محل تحریک، تغییر لحظه‌ای بزرگی در پتانسیل استراحت رخ می‌دهد. این تغییر پتانسیل که *پتانسیل کنش* نام دارد، به صورت سیگنالی در امتداد اکسون منتشر می‌شود. تحریک می‌تواند از طریق عواملی از قبیل گرما، سرما، نور، صوت و بو، به وجود آید. اگر تحریک، الکتریکی باشد فقط در حدود ۲۰mV در دو طرف غشا لازم است تا پتانسیل کنش را راه بیندازد. پتانسیل کنش با سرعتی حدود ۳۰m/s امتداد اکسون منتشر می‌شود. در شکل اول تصویری نمایشی از چگونگی آشکارسازی پتانسیل کنش نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می کنید در سمت چپ تحریکی الکتریکی ایجاد



شده است که در سمت راست پتانسیل کنش حاصل از آن به صورت تابعی از زمان حاصل شده است. در شکل دوم اختلاف پتانسیل درون و بیرون غشای نورون در یک نقطه روی اکسون به صورت تابعی از زمان رسم شده است.



اختلاف پتانسیل درون و بیرون غشای نورون در یک نقطه روی اکسون به صورت تابعی از زمان

در این مورد مقاله‌ای تحت عنوان درآمدی بر فیزیولوژی اعضای در صفحهٔ ۴۰ شماره ۶۲ مجلهٔ رشد آموزش فیزیک چاپ شده است که پس از آن می‌توان مقالهٔ دیگری تحت عنوان مدل‌سازی سلول عصبی با مدارهای الکتریکی را مطالعه نمود که در صفحهٔ ۳۶ شمارهٔ ۷۷ همان مجله به چاپ رسیده است.

تمرین ۱-۱۱(صفحه ۲۷)

چون بار $+q$ در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده است و نیروی الکتریکی هم‌سو با میدان است، $\theta = ۱۸۰^{\circ}$ و $W_E = F_E d\cos\theta$ منفی می‌شود. با توجه به اینکه $\Delta K = ۰$ است، $W_{\text{خارجی}} = -W_E$ می‌شود و بنابراین کار نیروی دست مثبت است.

ب) کار نیروی خارجی برای $\Delta K = ۰$ برابر $q\Delta V$ است. بنابراین، چون کار نیروی خارجی مثبت شده است، و بار جابه‌جا شده نیز مثبت است، بار $+q$ به نقطه‌ای با پتانسیل بالاتر حرکت کرده است.

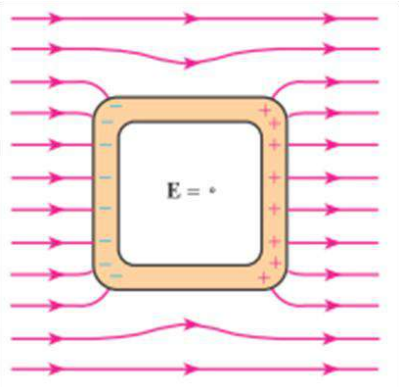
روش دیگر آن بود که نخست قسمت ب و سپس قسمت الف را پاسخ دهیم. در آن صورت با توجه به تمرین ۱-۹ می‌دانیم با حرکت بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی V افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه بار مثبت است و با استفاده از رابطهٔ $W_{\text{خارجی}} = q\Delta V$، درمی‌یابیم کار نیروی دست مثبت است.

تبصره.توجه کنید حرکت بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی، مشابه با گرانش است که با حرکت در خلاف جهت میدان گرانشی، در آنجا پتانسیل گرانشی U زیاد می‌شود.

فعالیت ۱-۷ (صفحه ۲۹)

الف) قفس فاراده از موارد جالبی است که می‌توان دانش‌آموزان را تشویق کرد که با جست‌وجوی واژهٔ «Faraday's cage» به مطالب و تصاویر جالبی دست یابند و آن‌ها را به کلاس ارائه کنند. در هر حال همان‌طور که در متن فعالیت آمده، قفس فارادی در واقع به انواع و اقسام مجموعه‌هایی گفته می‌شود که بر مبنای آزمایش فاراده موجب حفاظت الکتروستاتیکی می‌شوند. در

واقع همان‌طور که در درس مطرح شد اگر یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار دهیم، الکترون‌های آزاد رسانا طوری روی سطح خارجی آن توزیع می‌شوند که میدان ناشی از آن‌ها اثر میدان خارجی درون رسانا را خنثی و میدان خالص درون رسانا را صفر کنند. همچنین دیدیم بار خارجی روی جسم رسانا طوری روی آن توزیع می‌شود که میدان الکتریکی آن صفر شود.



همان‌طور که گفته شد از این فیزیک برای ساختن محافظ‌های الکتروستاتیکی استفاده می‌کنند. مثلاً فرض کنید می‌خواهیم یک دستگاه حساس الکترونیکی را از یک میدان الکتریکی نامطلوب حفظ کنیم. به این منظور دستگاه را درون یک جعبهٔ رسانا قرار می‌دهیم یا آن را با ورقه‌ای نازک از ماده‌ای رسانا می‌پوشانیم. میدان الکتریکی خارجی، نحوهٔ توزیع الکترون در پوشش رسانا را تغییر می‌دهد به طوری که میدان کل در هر نقطهٔ درون این جعبه، صفر شود. البته توزیع جدید بار، شکل خطوط میدان در مجاورن آن را نیز تغییر می‌دهد. بنابراین، عملاً شکلی مانند شکل ۱-۳۱ کتاب خواهیم داشت، با این تفاوت که درون این شکل‌ها را خالی در نظر بگیرید تا بدین ترتیب، محلی برای ایجاد حفاظ ایجاد شود.

ب) چنین اتومبیلی درست مثل یک قفس فاراده، عمل می‌کند. بنابراین، اگر آذرخشی به اتومبیلی اصابت کند، بار روی سطح خارجی بدنهٔ اتومبیل، باقی می‌ماند. (درمواقع اضطراری، موقع خروج از اتومبیلی که به هر دلیلی دچار اصطلاحاً برق‌گرفتگی شده است، توجه کنید یک دست بر بدنه و پا روی زمین نباشد، بلکه باید جفت پا به بیرون بپرید.) همچنین توجه کنید که اگر بدنهٔ اتومبیل لاستیکی و یا سقف آن تاشو (و یا نارسانا) باشد، ممکن است هیچ محافظتی ایجاد نشود.

هواپیماها نیز به همین ترتیب، برای سرنشینان خود محافظت ایجاد می‌کنند، اما با این وجود، هواپیماها آسیب‌پذیرتر از اتومبیل‌ها هستند.

ب) دانش‌آموزان باید بر مبنای اصولی که در قسمت الف بیان شد، به طراحی چنین وسایلی بپردازند یا با وسایل موجود مانند مایکروفر (در این مورد آزمایش‌های جالبی در اینترنت پیدا می‌شود)، تلفن همراه و ... این نظریه‌ها را محک بزنند. مثلاً تلفن همراه خود را در ظرفیا پوشش فلزی سربسته‌ای قرار دهند و به آن زنگ بزنند و ... در مولد واندوگراف نیز همین اصول به کار رفته و بار توسط یک قطعهٔ رسانا از تسمه به روی کلاهک منتقل می‌شود و در نتیجه بار روی کلاهک و میدان اطراف آن به‌سرعت بزرگ‌تر و بزرگ‌تر می‌شود. با خود واندوگراف نیز می‌توان آزمایش‌های جالبی را طراحی کرد. مثلاً یکی از آزمایش‌های مشهور این است که نخست یک الکتروسکوپ توسط واندوگراف باردار کنیم و مشاهده کنیم عقربهٔ آن منحرف می‌شود. بعد با قرار دادن همان الکتروسکوپ در درون یک قفس فلزی همین آزمایش را تکرار می‌کنیم و درمی‌یابیم این بار عقربهٔ آن منحرف نمی‌شود.

همچنین می‌توان کاغذهای کوچک دوتا شده‌ای را روی توری قرار داد، طوری که یک تای کاغذ درون و تای دیگر آن بیرون توری قرار گیرد. خواهید دید پس از باردار کردن توری، فقط کاغذهای روی آن از توری فاصله می‌گیرند.

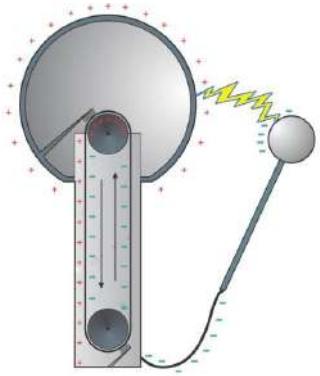
فعالیت ۱-۸ (صفحه ۳۰)

پس از رفت و برگشت‌های متوالی، گلوله‌ها در فاصلهٔ معینی از دو طرف دوک می‌ایستند به طوری که گلوله‌ای که با توک تیز تماس پیدا کرده است در زاویهٔ بیشتری نسبت به امتداد قائم قرار می‌گیرد که همان‌طور که در خوب است بدانید تخلیهٔ هاله‌ای(صفحه ۳۱) اشاره کردیم نشان‌دهندهٔ قوی‌تر بودن میدان الکتریکی در نقاط نوک‌تیز است. به عبارتی، چگالی سطحی بیشتر بارها در نوک تیز به میدان الکتریکی بیشتری می‌انجامد.

تبصره. می‌دانیم بار الکتریکی گلوله‌ها در تماس با مولکول‌های هوا کم‌کم تخلیه می‌شود به‌تدریج به حالت اولیه (راستای قائم) برمی‌گردند. سپس گلوله‌ها دوباره با دوک برخورد کرده و باردار می‌شوند و همان مراحل تکرار می‌گردد. ولی گلوله‌ای که به سر نوک تیز تماس پیدا کرده است چون بار بسیار بیشتری دارد زمان بیشتری هم طول می‌کشد تا بارهای خود را در هوا تخلیه کند و به حالت قائم بازگردد و دوباره باردار و دور شود. اما گلوله‌ای که از قسمت پهن بار دریافت کرده، بارش کمتر است و زمان کمتری طول می‌کشد تا بی‌بار شود و به حالت قائم بازگردد. این فرایند آن‌قدر ادامه می‌یابد تا بار جسم دوکی کاملاً تخلیه شود.

فعالیت ۱- ۹ (صفحه ۳۱)

هدف اصلی برقگیر این است که مسیری ساده برای انحراف ضربهٔ یک آذرخش به سمت زمین را مهیا کند. بنابراین، برای آنکه برقگیر عمل کند باید به قسمت مرطوب و رسانای زیر سطح زمین، متصل گردد. برای عمل کردن برقگیر، میلهٔ آن باید از بالاترین نقطهٔ ساختمان بالاتر باشد. در آن صورت، نشان داده شده است که برقگیر، محافظتی شبیه یک قیف وارونه ایجاد می‌کند که رأس آن در نوک برقگیر است و آذرخشی که وارد این مخروط فرضی می‌شود، به جای برخورد با ساختمان، با برقگیر برخورد می‌کند.



برخی بر این باورند که انتهای بالای برقگیر باید تیز باشد. این باور مبتنی بر این واقعیت است که یک نوک تیز میدان قوی‌تری نسبت به یک نوک پهن ایجاد می‌کند و بنابراین موجب محافظت بیشتری می‌شود. اما استدلال مغایر آن، این است که یک نوک تیز، یونیدگی مولکول‌های هوای اطراف برقگیر را افزایش می‌دهد که این خود باعث کاهش اثر حفاظتی برقگیر می‌شود. در هر حال آزمایش‌ها نشان داده است که غالباً آذرخش به نوکی نسبتاً پهن بیشتر از یک نوک تیز ضربه می‌زند. به این منظور آزمایش زیر را در نظر بگیرید که با یک اسباب آزمایشگاهی این رویداد را شبیه‌سازی می‌کند. نخست کلاهک مولّد وان‌دوگراف به تنهایی در نزدیکی گویی فلزی با دستهٔ عایق قرار دارد که خود توسط سیمی به زمین مولّد وان‌دوگراف متصل است. کلاهک مولّد شبیه یک ابر باردار و گوی فلزی شبیه رأس یک ساختمان بلند است. وقتی مولّد روشن باشد، کلاهک مولد هر چند ثانیه یک بار به گوی فلزی جرقه‌ای بزرگ می‌زند که هم صدای آن شنیده می‌شود و هم نور آن دیده می‌شود. این شبیه ضربهٔ آذرخش به یک نوک پهن یا رأس یک ساختمان است.

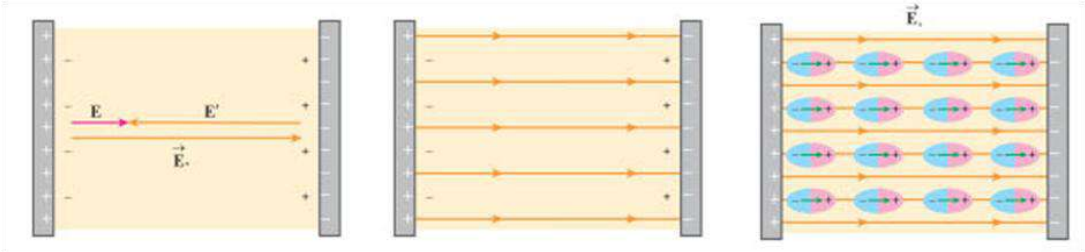
در قسمت دوم آزمایش، میلهٔ نوک تیز L شکلی را که با سیم به زمین مولد وصل شده است، در بالای مولّد قرار می‌دهیم. این میلهٔ نوک تیز L شکل، مشابه میلهٔ برق‌گیر است، در حضور میلهٔ نوک تیز، یک تخلیهٔ بار تدریجی بین کلاهک مولّد و این میله رخ می‌دهد و دیگری خبری از جرقه‌های بین کلاهک مولّد و گوی فلزی نخواهد بود. در این حالت اگر فضای آزمایشگاه را تاریک کنیم، هالهٔ روشنی در نزدیکی نوک تیز میله مشاهده خواهید کرد که نشانهٔ تخلیهٔ تدریجی بار است. جالب است که این

پدیده حتی در حالتی که میله نوک تیز در فاصلهٔ دورتری از کلاهک، نسبت به فاصلهٔ گوی فلزی تا کلاهک، باشد همچنان رخ خواهد داد. به عبارتی، میلهٔ نوک تیز، با تخلیهٔ تدریجی، گوی را از برخورد جرقه محافظت کرده است.

پرسش ۱- ۶ (صفحه ۳۶)

به این پرسش به دو صورت می‌توان پاسخ داد. یک روش، با توجه به طرح درس کتاب است و اینکه بگوییم چون ظرفیت خازن با حضور دی‌الکتریک افزایش می‌یابد، بنابراین طبق رابطهٔ $V = Q/C$ ، با توجه به اینکه بار تغییر نکرده است، اختلاف پتانسیل باید کاهش یابد.

اما توضیح دقیق‌تر و علمی ماجرا آن است که همان‌طور که در متن درس اشاره شد، وقتی دی‌الکتریک قطبی در میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن قرار می‌گیرد، مولکول‌های دو قطبی آن در جهت میدان الکتریکی همردیف می‌شوند و وقتی یک دی‌الکتریک غیرقطبی در این میدان قرار گیرد، مولکول‌های آن در راستای میدان قطبیده می‌شوند. چه در مورد دی‌الکتریک‌های قطبی و چه در مورد دی‌الکتریک‌های غیرقطبی، دو قطبی‌های مولکولی در فضای بین دو صفحهٔ خازن میدانی الکتریکی ایجاد می‌کنند، به طوری که میدان الکتریکی حاصل از آن‌ها می‌کوشند میدان الکتریکی خارجی را تضعیف کنند. به عبارتی، میدان الکتریکی ناشی از بارهای قطبیده در خلاف جهت میدان الکتریکی خارجی است و بدین ترتیب برای خازنی که به باتری وصل نیست، میدان الکتریکی برایند داخل دی‌الکتریک ضعیف‌تر از میدان الکتریکی اولیه می‌شود. به عبارتی، حضور دی‌الکتریک در فضای بین دو صفحهٔ خازن، میدان الکتریکی اولیه را تضعیف می‌کند. بنابراین، وقتی خازن به باتری وصل نیست، میدان اولیهٔ بین صفحه‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها نیز کاهش پیدا می‌کند. شکل زیر همردیف شدن مولکول‌های یک دی‌الکتریک قطبی را در میدان دو صفحهٔ خازن نشان می‌دهد.



الف) مولکول‌های دوقطبی در حضور میدان الکتریکی خارجی $\vec{E}_0$ همردیف شده‌اند.

ب) این همردیفی، بارهایی سطحی را روی دو وجه دی‌الکتریک ایجاد می‌کند که موجب تضعیف میدان الکتریکی

پ) میدان الکتریکی E' حاصل از بارهای سطحی در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}_0$ است. میدان الکتریکی برایند $\vec{E}$ در جهت $\vec{E}_0$ و کوچک‌تر از آن شده است.

فعالیت ۱- ۱۰(صفحه ۳۷)

در این کیسه‌های هوا، حسگرِ کیسهٔ هوا خازنی است که از دو صفحهٔ فلزی کوچک و نزدیک به هم ساخته شده است که بارهای $+Q$ و $-Q$ دارند. وقتی اتومبیل ناگهان متوقف می‌شود، صفحهٔ عقبی که سبک‌تر است به سمت صفحهٔ سنگین‌تر جلویی حرکت می‌کند. این حرکت موجب تغییر ظرفیت خازن (نسبت Q به اختلاف پتانسیل Vی بین صفحه‌ها) می‌شود و یک مدار الکتریکی این تغییر را آشکارسازی کرده و کیسه‌های هوا را به کار می‌اندازد.

تمرین ۱- ۱۲(صفحه ۳۸)

با استفاده از رابطهٔ ۱ — ۱۸ داریم:

$$C = k\varepsilon.\frac{A}{d} = ۳/۰(۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}F/m)\frac{۱/۰\times۱۰^{-۱۰}m^۲}{۱۰/۰\times۱۰^{-۹}m} = ۲/۶۶ \times ۱۰^{-۱۳}F \approx ۰/۲۷pF$$

حال با استفاده از تعریف ظرفیت، بار Q را به دست می‌آوریم:

$$Q = C\,\Delta V = (۲/۶۶ \times ۱۰^{-۱۳}F)(۰/۰۸۵V) = ۲/۲۶ \times ۱۰^{-۱۴}C \approx ۲/۳ \times ۱۰^{-۱۴}C$$

بزرگی بار هر یون در هر طرف غشاء برابر $۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$ است. بنابراین تعداد یون‌ها برابر است با

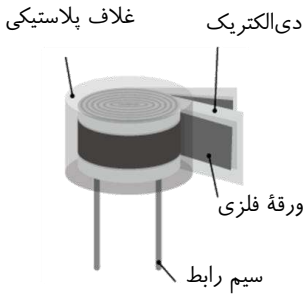
$$\text{تعداد یون‌ها} = \frac{۲/۲۶\times۱۰^{-۱۴}C}{۱/۶۰\times۱۰^{-۹}C/ion} = ۱/۴۱ \times ۱۰^{۵} \text{ یون}$$

که با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل با دو رقم با معنا داده شده است آن را باید به صورت $۱/۴ \times ۱۰^{۵}$ یون بیان کرد.

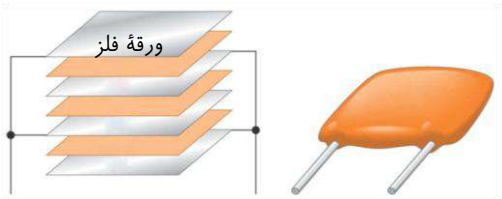
فعالیت ۱- ۱۱(صفحه ۳۸)

خازن‌ها انواع متعددی دارند؛ زیرا برای کاربردهای مختلفی ساخته می‌شوند. در اینجا با چند نمونه خازن آشنا می‌شوید.

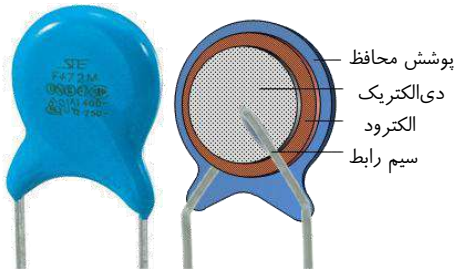
خازن‌های میکا: بین ورقه‌های فلزی نازک قلعی، ورقه‌های نازک میکا قرار می‌دهند و ورقه‌های قلع را یک در میان به یکدیگر وصل می‌کنند. ظرفیت این خازن‌ها حدود ۵۰ تا ۵۰۰ پیکوفاراد است.



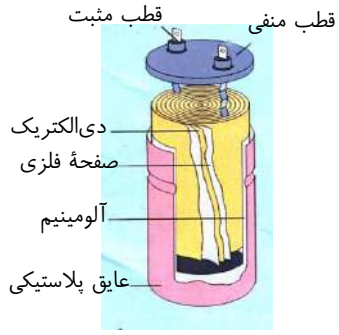
خازن‌های ورقه‌ای: این خازن‌ها از دو ورقهٔ قلع یا آلومینیم تشکیل شده‌اند که بین آن‌ها دو ورقهٔ دی‌الکتریک مانند کاغذ یا پلاستیک جا داده می‌شود. این ورق‌ها را لوله می‌کنند و به صورت یک استوانه در می‌آورند و در محفظه‌ای پلاستیکی قرار می‌دهند. ظرفیت این نوع خازن‌ها از $۱nF$ تا $۱\mu F$ است.



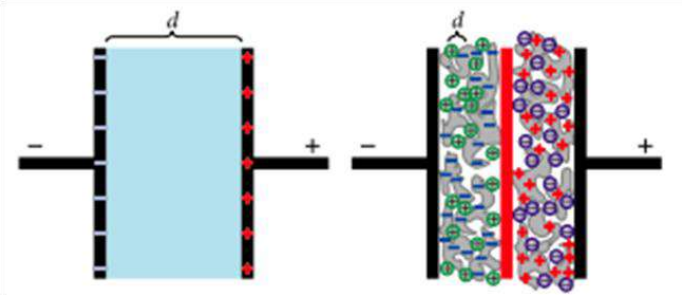
خازن‌های سرامیکی: دی‌الکتریک این خازن‌ها سرامیک است که با استفاده از انواع سیلیکات‌ها در دمای بالا تهیه می‌شود. ثابت دی‌الکتریک این خازن‌ها زیاد و در حدود ۱۰۰۰ است. خازن‌های سرامیکی به شکل عدس تهیه می‌شوند و حجم آن‌ها کم است. صفحه‌های رسانای آن‌ها نیز با ذوب نقره در دو طرف سرامیک تهیه می‌شود. ظرفیت این خازن‌ها حدود ده‌ها نانوفاراد (nF) است.



خازن‌های الکترولیتی: این خازن‌ها از یک صفحهٔ فلزی اندود شده با اکسید آلومینیوم، به طوری که صفحهٔ فلزی قطب مثبت خازن و لایهٔ اکسید، دی‌الکتریک آن باشد، تشکیل شده است. الکترولیت جامد یا مایع (که غالباً کاغذی آغشته به مایع الکترولیت است) به عنوان قطب منفی خازن عمل می‌کند. ظرفیت این خازن‌ها بالاست و تا حدود $۰/۱F$ می‌رسد.



اَبَرخازن: این نوع خازن‌ها از موادی مانند زغال فعال[1] پر شده‌اند که خود درون نوعی الکتریک قرار گرفته‌اند. زغال‌ها پس از قرار گرفتن در دو سوی خازن که توسط غشای عایق و نفوذپذیری به نام *جداکننده* از هم جدا شده‌اند بارهایی با علامت مخالف می‌گیرند. با توجه به نفوذپذیری جداکننده، یون‌های موجود در الکترولیت از غشای جداکننده عبور می‌کنند به طوری که یون‌های منفی در سمت زغال‌های باردار مثبت و یون‌های مثبت در سمت زغال‌های باردار منفی قرار می‌گیرند. هر یک از جفت بارهای مثبت و منفی زغال- یون به مثابه خازنی با فاصلهٔ جدایی d است که میلیون‌ها بار کوچک‌تر از فاصلهٔ جدایی صفحه‌های یک خازن معمولی است. از طرفی ساختار میکروسکوپی زغال‌های فعال اسفنجی‌شکل است، به طوری که در مقایس نانو سطح تماس بسیار بزرگی با یون‌ها دارند و بدین ترتیب مساحت Aی صفحه‌های این خازن نیز به مراتب بزرگ‌تر از مساحت سطح یک خازن معمولی است. بنابراین این خازن‌ها ظرفیت‌های بسیار بزرگی از مرتبهٔ کیلوفاراد دارند که میلیون‌ها برابر ظرفیت خازن‌های معمولی است. یکی از ویژگی‌های این خازن‌ها آن است که خیلی سریع‌تر از باتری‌های شارژشدنی، شارژ می‌شوند و می‌توان آن‌ها را به دفعاتی تا هزاران بار بیشتر از باتری‌ها شارژ کرد. همین ویژگی است که باعث استفاده از این خازن‌ها در وسایل نقلیهٔ الکتریکی می‌شود.



خازن تخت　　اَبَرخازن

طرحی از ساختار یک اَبَر خازن در مقایسه با یک خازن تخت معمولی. به تفاوت dها توجه کنید. در عمل این تفاوت به مراتب بیشتر است. d در یک اَبَر خازن از مرتبهٔ نانومتر است.

خازن‌های متغیر: دی‌الکتریک این خازن‌ها معمولاً هواست در ساختمان آن‌ها دو نوع صفحهٔ فلزی، یک دسته ثابت و دستهٔ دیگر متحرّک به کار رفته است که هر دو دسته، روی یک محور قرار گرفته‌اند؛ ولی صفحه‌های متحرّک روی این محور می‌چرخند. صفحه‌ها به شکل نیم‌دایره‌اند و با چرخیدن صفحه‌های متحرّک، مساحت خازن کم و زیاد می‌شود. این نوع خازن‌ها در گیرنده‌های رادیویی به کار می‌رفته است. نماد مداری این خازن‌های به صورت ⊣⊢ است.

[1] Activated charcoal

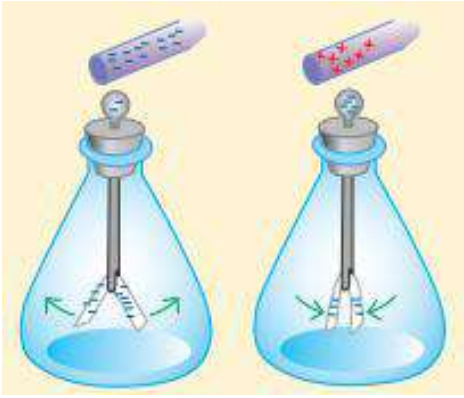
پرسش و تمرین‌های فصل ۱

۱– این تمرین مروری است بر آن‌چه در کتاب علوم تجربی پایهٔ هشتم تدریس شده و خوب است دانش‌آموزان به مرور آن مطالب تشویق شوند.

الف) میلهٔ پلاستیکی یا میلهٔ شیشه‌ای باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک می‌کنیم و با فاصله گرفتن صفحات آن، به باردار بودن میله‌ها پی می‌بریم.

ب) نخست مثلاً توسط یک میلهٔ پلاستیکی باردار الکتروسکوپ را از طریق تماس میله با کلاهک آن باردار می‌کنیم. حال اگر به کلاهک الکتروسکوپ باردار، میلهٔ رسانا را (در حالی که آن را با دست خود گرفته‌ایم) تماس دهیم الکتروسکوپ تخلیه می‌شود، ولی میلهٔ عایق نمی‌توان الکتروسکوپ را تخلیه کند.

پ) اکنون باید میلهٔ باردار شیشه‌ای یا پلاستیکی را به الکتروسکوپ باردار شده نزدیک کنیم. اگر الکتروسکوپ پیشتر باردار منفی شده باشد با نزدیک شدن میلهٔ باردار منفی صفحه‌های آن بیشتر فاصله می‌گیرند، در حالی که نزدیک شدن میلهٔ باردار مثبت صفحات را به هم نزدیک می‌کند و اگر الکتروسکوپ پیشتر باردار مثبت شده باشد، برعکس.



(ب) (الف)

۲– الف) بار الکتریکی در پارچهٔ پشمی به همان اندازه، ولی با علامت مثبت می‌شود.

ب) با توجه به اینکه $q = ne$ است، از این‌جا می‌توانیم تعداد n الکترون‌های منتقل شده را بیابیم:

$$n = \frac{۱۲/۸\times۱۰^{-۹}C}{۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C} = ۸/۰۰ \times ۱۰^{۱۰}$$

۳– الف) بار الکتریکی اتم کربنِ خنثی، صفر است، ولی هستهٔ اتم کربن ۶ پروتون دارد و بنابراین بار آن برابر $q = +۶e$ می‌شود که در آن $e = ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$ است: $q = ۶(۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C) = ۹/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$.

ب) بار اتم کربن یک بار یونیده $+۱e$ است.

۴– چون اندازهٔ گوی‌ها با هم برابر است و هر دو رسانا هستند، پس از تماس گوی‌ها بارهای یکسانی در آن‌ها ظاهر می‌شود. بنابراین پس از تماس گوی‌ها داریم

$$q = \frac{q_۱+q_۲}{۲} = \frac{۴/۰nC-۶/۰nC}{۲} = -۱/۰nC$$

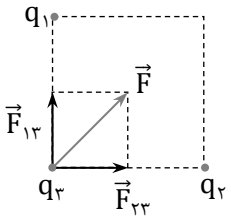
و در نتیجه نیروی بین دو گوی چنین می‌شود:

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = k\frac{|q|^2}{r^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})\frac{(1/0\times10^{-9}C)^2}{(0/30m)^2}$$
$$= 1/0 \times 10^{-7}N$$

همان‌طور که گفتیم، پس از تماس، بار گوی‌ها یکسان می‌شود و بنابراین همدیگر را دفع می‌کنند. یعنی نیرو، رانشی است.

۵– نخست، نیروی وارد بر بار q_3 را رسم می‌کنیم. از آن‌جا داریم

$$\vec{F} = F_{23}\vec{i} + F_{13}\vec{j}$$



که با توجه به اینکه $q_1 = q_2$ و فاصلهٔ بارها از q_3 یکسان است، $F_{23} = F_{13}$ است و از قانون کولن داریم:

$$F_{23} = F_{13} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})\frac{(5\times10^{-6}C)(0/2\times10^{-6}C)}{(3m)^2}$$
$$= 0/001N = 1mN$$

در نتیجه نیروی خالص وارد بر بار q_3 چنین می‌شود:

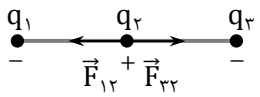
$$\vec{F} = (1mN)\vec{i} + (1mN)\vec{j}$$

می‌توانیم بزرگی این نیرو را نیز محاسبه کنیم

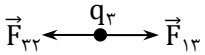
$$F = \sqrt{(0/001N)^2 + (0/001N)^2} = 1/41 \times 10^{-3}N \approx 1mN$$

توجه کنید چون داده‌های مسئله فقط با یک رقم معنی‌دار داده شده‌اند، پاسخ نهایی نیز باید با یک رقم معنی‌دار، به صورت $F = 1mN$ ، گزارش شود.

۶– نیروهای وارد بر بار q_2 مانند شکل زیر می‌شود:



همان‌طور که می‌بینیم $\vec{F}_{12}$ در خلاف جهت $\vec{F}_{32}$ است و چون بارهای q_1 و q_3 و فاصلهٔ آن‌ها از q_2 یکسان است، بنابراین $F_{12} = F_{32}$ ، و در نتیجه نیروی خالص وارد بر q_2 برابر صفر می‌شود. اما در مورد q_3 داریم:



دوباره نیروها در خلاف جهت هم هستند، ولی چون فاصلهٔ بارهای $q_۲$ و $q_۳$ کمتر از فاصلهٔ بارهـای $q_۱$ و $q_۳$ اسـت و همچنـین $|q_۱| > |q_۳|$ ، است $|\vec{F}_{۲۳}| > |\vec{F}_{۱۳}|$ خواهد بود و نیروی برایند در خلاف جهت مثبـت محـور x وارد مـی‌شـود. بزرگـی ایـن نیروها با استفاده از قانون کولن برابر است با

$$F_{۲۳} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲}$$
$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۵/۰\times۱۰^{-۹}C)(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۰/۰۸۰m)^۲}$$
$$= ۲/۸ \times ۱۰^{-۵}N$$
$$F_{۱۳} = k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^۲}$$
$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۰/۱۶m)^۲}$$
$$= ۵/۶۲ \times ۱۰^{-۶}N$$

بنابراین $\vec{F}$ چنین می‌شود:

$$F \approx (۵/۶۲ \times ۱۰^{-۶}N)\vec{i} - (۲/۸ \times ۱۰^{-۵}N)\vec{i}$$
$$\approx ۲/۲ \times ۱۰^{-۵}(-\vec{i})$$

۷– الف) از برابر قرار دادن بزرگی نیروی الکتریکی دافعهٔ کولنی و نیروی وزن که در خلاف جهت هم‌اند داریم:

$$mg = k\frac{q^۲}{r^۲}$$

و از آنجا

$$q = \sqrt{\frac{mg\,r^۲}{k}}$$
$$= \sqrt{\frac{(۲/۵\times۱۰^{-۳}kg)(۹/۸\frac{N}{kg})(۰/۰۱m)^۲}{۹/۰\times۱۰^۹\ N.\frac{m^۲}{C^۲}}}$$
$$= ۱/۶۵ \times ۱۰^{-۸}C \approx ۱۶nC$$

ب) با استفاده از رابطهٔ $q = ne$ داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{۱/۶۵\times۱۰^{-۸}C}{۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C} \approx ۱۰^{۱۱}$$ الکترون

خوب است توجه کنید پاسخ‌های به‌دست آمده در این مسئله فقط تخمین‌هایی از مقادیر واقعی هستند؛ زیرا همان‌طـور کـه در متن درس بیان کردیم شرط استفاده از قانون کولن آن است که فاصلهٔ بین دو جسم باردار، خیلی بزرگتر از ابعـاد هریـک از دو جسم باشد و گوی‌هایی که بتوانند بار ۱۶nC را روی خود نگه دارند باید شعاعی در حدود چند سانتی‌متر داشته باشند تا هوای پیرامون‌شان دستخوش فرو ریزش نگردد. وقتی این گوی‌ها در فاصلهٔ ۱cm از هم باشند، شرط ذره‌ای بودن برآورده نمی‌شود.

۸– با توجه به یکنواخت بودن میدان الکتریکی و با توجه به اینکه $\vec{F} = q\vec{E}$ است، نیروی وارد بر ذره در هر دو نقطه برابر است.

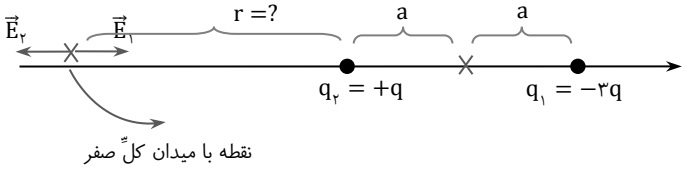
۹– الف) هر پروتون را می‌توان به‌صورت یک ذرهٔ باردار درنظر گرفت. بنابراین بزرگی نیروی دافعهٔ الکترومتاتیکی دارد بر یکی، از سوی دیگری با قانون کولن داده می‌شود:

$$F = k\frac{|q_p||q_p|}{r^2} = k\frac{|q_p|^2}{r^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 N.\frac{m^2}{C^2})\frac{(1/60\times10^{-19}C)^2}{(4/0\times10^{-15}m)^2}$$
$$= 14/4N \approx 14N$$

ب) هسته شامل ۲۶ پروتون است. بنابراین $q_{هسته} = 26e$ و داریم:

$$E = k\frac{q_{هسته}}{R^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 N.\frac{m^2}{C^2})\frac{26(1/60\times10^{-19}C)}{(1/0\times10^{-10}m)^2}$$
$$= 3/744 \times 10^{12}\frac{N}{C} \approx 3/7 \times 10^{12}\frac{N}{C}$$

۱۰– توجه کنید برای بررسی این موضوع باید بار آزمون را در سه نقطهٔ سمت چپ $+q$ ، در حدّواسط $+q$ و $-3q$، و در سمت راست $-3q$ قرار دهیم. اگر بار آزمون را در سمت راست $-3q$ یا در حدّواسط بارهای $+q$ و $-3q$ قرار دهیم، امکان ایجاد تعادل، و صفر شدن میدان الکتریکی وجود ندارد؛ چرا که اگر بار آزمون (مثبت) را در سمت راست $-3q$ قرار دهیم یک نیروی دافعه از سوی $+q$ و یک نیروی جاذبه از سوی $-3q$ دریافت می‌کند. اما نیروی جاذبهٔ حاصل از بار $-3q$ به دلیل آنکه ناشی از اندازهٔ بار بزرگ‌تری است و نیز در فاصلهٔ کم‌تری از بار $+q$ قرار دارد، امکان ندارد با نیروی دافعهٔ حاصل از $+q$ به تعادل درآید و خنثی شود. اما در خطّ واصل بارهای $+q$ و $-3q$ ، سوی نیروهای وارد از بارهای $+q$ و $-3q$ در یک جهت است و اصلاً حالتی متصور نیست که این دو نیرو، همدیگر را خنثی کنند. تنها می‌ماند سمت چپ بار $+q$. در این سمت، نیروی دافعهٔ حاصل از بار $+q$ و نیروی جاذبهٔ حاصل از بار $-3q$ برخلاف جهت یکدیگرند، اما برخلاف وضعیتی که در سمت راست بار $-3q$ هستیم، هر دو پارامتر بزرگی بار و اندازهٔ فاصله، به نفع یک نیرو چربش ندارد. در حالی که بار $+q$ کوچک‌تر است، اما در عوض فاصلهٔ آن هم کم‌تر است و در حالی که فاصلهٔ $-3q$ زیاد است، اما در عوض بزرگی بار آن هم زیاد است.
می‌توانیم محل دقیق صفر شدن میدان کل را نیز به‌دست آوریم. همان‌طور که دیدیم، میدان کل در سمت چپ بار $+q$ می‌تواند صفر باشد. با توجه به اینکه میدان‌های $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ هم‌اندازه و در خلاف سوی یکدیگرند، خواهیم داشت:



$$E_1 = E_2$$
$$k\frac{|q_1|}{r_1^2} = k\frac{|q_2|}{r_2^2}$$
$$k\frac{3q}{(r+2a)^2} = k\frac{q}{r^2}$$

و در نتیجه

$$\frac{\sqrt{3}}{r+2a} = \frac{1}{r}$$

و از آنجا

$$r = \frac{2}{\sqrt{3}-1}a \simeq (\sqrt{3}+1)a$$

$\approx ۲/۷a$

یعنی نقطهٔ با میدان کل صفر رویم حور x ، در سمت چپ بار $+q$ ، و در فاصلهٔ $r = (\sqrt{۳}+۱)a$ ، از بار $+q$ واقع است.

تبصره. ما سه حالت روی محور را در قسمت الف بررسی کردیم، اگر بار آزمون را در هر نقطه‌ای غیر از محور شکل قرار دهیم و خطوط میدان را رسم کنیم، درخواهیم یافت که در هر نقطه یک میدان برایند غیر صفر خواهیم داشت و امکان ندارد میدان الکتریکی صفر شود.

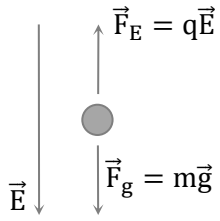
البته در کتاب‌های پیشرفته‌تر، پایداری تعادل بار آزمون در نقطهٔ میدان صفر نیز بررسی می‌شود. به این ترتیب که آیا با جابه‌جا کردن بار آزمون از نقطهٔ با میدان صفر، آیا بار دوباره به محلّ خود (نقطهٔ تعادل) بازمی‌گردد یا خیر. ثابت می‌شود که در حالت کلی، در نقطهٔ با میدان الکتریکی صفر، و صرفاً با حضور نیروهای کولنی، تعادل پایدار نداریم و از این واقعیت به عنوان قضیهٔ Earnshaw یاد می‌شود، به عبارتی، قضیهٔ Earanshaw در حالت کلی بیان می‌دارد که در الکتروستاتیک تعادل پایدار نداریم.

(ب) جهت نیروهای وارد بر بار آزمون واقع بر مبدأ هر دو در سوی مثبت محور x است و بنابراین، بزرگی میدان‌های الکتریکی در نقطهٔ O با هم جمع می‌شود:

$$E = k\frac{q}{a^۲}\vec{i} + k\frac{۳q}{a^۲}\vec{i}$$
$$= ۴k\frac{q}{a^۲}\vec{i}$$

بنابراین، بزرگی میدان الکتریکی برایند در مبداء مختصات $E = ۴k\frac{q}{a^۲}$، و جهت در سوی مثبت محور x است.

۱۱– چون نیروی گرانشی رو به پایین بر ذره اثر می‌کند، نیروی الکتریکی باید در خلاف جهت آن و رو به بالا باشد. می‌دانیم نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است. بنابراین نوع بار باید حتماً منفی باشد و شکلی مانند زیر داریم.



از شرط تعادل نیروها داریم

$$|q|E = mg$$
$$|q| = \frac{mg}{E} = \frac{(۲/۰\times۱۰^{-۳})(۱۰\frac{N}{kg})}{(۵/۰\times۱۰^{۵}\frac{N}{C})}$$
$$= ۴/۰ \times ۱۰^{-۸}C = ۴۰nC$$

۱۲– از تقارن شکل واضح است که همهٔ میدان‌های حاصل از بارهای روی دو مربع همدیگر را دوبه دو خنثی می‌کند، به جز دو باری که در وسط دو ضلع سمت چپ و راست مربع بزرگ قرار دارند. در این صورت، میدان الکتریکی در نقطهٔ P، برایند میدان‌های حاصل از میدان این دو بار می‌شود. توجه کنید برای بررسی جهت میدان، باید بار آزمون (مثبت) را در نقطهٔ P قرار

دهیم. بار آزمون توسط هر دو بار جذب می‌شود، اما چون بار سمت چپ بزرگ‌تر است، جهت میدان برایند به‌سوی آن است. بنابراین، خواهیم داشت:

$$\vec{E}_P = k\frac{2q}{d^2}(-\vec{i}) + k\frac{q}{d^2}(\vec{i})$$
$$= \frac{kq}{d^2}(-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ P برابر با $E_p = k\frac{q}{d^2}$، و جهت رو به سمت چپ است.

۱۳– از متن درس آموختیم که خطوط میدان الکتریکی در جهت نیروی وارد بر بار آزمون هستند و بنابراین برای بار مثبت، رو به خارج و برای بار منفی، رو به داخل می‌شود. پس بار q_1 مثبت و بار q_2 منفی است. همچنین آموختیم در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خطوط میدان الکتریکی فشرده‌ترند. بنابراین، با توجه به فشردگی بیشتر خطوط میدان الکتریکی در نزدیکی بار q_1، درمی‌یابیم بزرگی بار q_1 بیشتر است. این را می‌توان از تعداد خطوط میدان خروجی از بار q_1 و ورودی به بار q_2 نیز دریافت. به عبارتی، هرچه تعداد خطوط خروجی از یک بار مثبت (یا ورودی به یک بار منفی) بیش‌تر باشد، به معنی بزرگ‌تر بودن، اندازهٔ آن بار است.

۱۴– با توجه به آنچه از متن درس آموختیم، درمی‌یابیم همهٔ موارد غیر از مورد (ت) نادرست‌اند. در ادامه، دلایل ارائه می‌شود.

شکل الف:

یکی از موارد نادرست در این شکل آن است که برای هر دو بار مثبت و منفی، خطوط میدان را رو به بیرون گرفته است. در حالی‌که می‌دانیم برای بار منفی باید خطوط میدان رو به داخل باشد.

شکل ب:

یکی از موارد نادرست در این شکل آن است که خطوط میدان، در نقاط غیرواقع بر خط واصل دو بار، جهت میدان برایند را به‌درستی نشان نمی‌دهند، یعنی خطوط میدان آغاز شده از بار مثبت، فقط جهت میدان ناشی از بار مثبت را نشان می‌دهند، و خطوط میدان ختم شده به بار منفی، فقط جهت میدان ناشی از بار منفی را نشان می‌دهند.

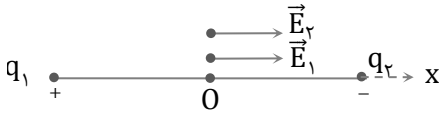
شکل پ:

خطای این شکل، در نادرستی جهت خطوط میدان است. در این شکل، خطوط از بار منفی آغاز و به بار مثبت ختم شده‌اند، که درست نیست.

شکل ت:

این شکل صحیح است. در این شکل، خطوط میدان دو قطبی الکتریکی را می‌بینند. شکل ۱- ۱۸، کتاب، نمایش سه بعدی همین خطوط را نشان می‌دهد. همچنین در پرسش ۱- ۵، کتاب، رسم دو بعدی این خطوط را دیدید. در فعالیت ۱-۳ کتاب نیز، طرحی واقعی از خطوط میدان دوقطبی الکتریکی را مشاهده کردید.

۱۵– الف) با قرار دادن بار آزمون در نقطهٔ O درمی‌یابیم که میدان‌های حاصل از بارهای q_1 و q_2 در یک جهت (سوی $+\vec{i}$) هستند.

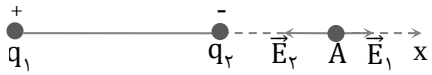


بنابراین در نقطهٔ O داریم:

$$\vec{E}_O = \vec{E}_۱ + \vec{E}_۲ = ۲\vec{E}_۱ = ۲k\frac{q_۱}{r^۲}\vec{i}$$
$$= ۲(۹/۰ \times ۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)\frac{(۱/۰ \times ۱۰^{-۹} C)}{(۰/۰۳۰ m)^۲}\vec{i}$$
$$= (۲/۰ \times ۱۰^۴ N/C)\,\vec{i}$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ O برابر با $۲/۰ \times ۱۰^۴ N$ و جهت آن به طرف راست $(+\vec{i})$ است.

در نقطه A، میدان‌ها در خلاف جهت یکدیگرند و بنابراین بزرگی میدان‌ها از کم می‌شود.



$$\vec{E}_A = \vec{E}_۲ + \vec{E}_۱$$

که چون $q_۲$ به نقطهٔ A نزدیک‌تر است $E_۲ > E_۱$ می‌شود و میدان الکتریکی برایند در جهت $-\vec{i}$ خواهد بود:

$$\vec{E}_A = (E_۲ - E_۱)(-\vec{i})$$
$$= (\frac{kq}{r_۲^۲} - \frac{kq}{r_۱^۲})(-\vec{i})$$
$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)(۱/۰ \times ۱۰^{-۹} C)(\frac{۱}{(۰/۰۳۰ m)^۲} - \frac{۱}{(۰/۰۹۰ m)^۲})(-\vec{i})$$
$$= ۸/۹ \times ۱۰^۳ N/C\,(-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ A برابر $E_A = ۸/۹ \times ۱۰^۳ \frac{N}{C}$ ، جهت آن به طرف چپ $(-\vec{i})$ است.

ب) خیر. در پاسخ پرسش ۱۰ استدلال کردیم که برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، نقطه‌ای که در آن میدان الکتریکی برایند صفر باشد، خارج از فاصلهٔ بین دو بار، و در طرف بار با اندازهٔ کوچک‌تر است. با توجه به این‌که در این مسئله، اندازهٔ دو بار مساوی است، مرور آن استدلال به شما نشان می‌دهد چنین نقطه‌ای در فضای پیرامون این دو بار وجود ندارد، که میدان خالص در آن صفر باشد.

۱۶– الف) نیرو از رابطهٔ $F_E = |q|E$ به‌دست می‌آید. بنابراین چون میدان، یکنواخت است نیروی الکتریکی وارد بر بار q در تمام نقاط مسیر برابر است با

$$F_E = (۵۰ \times ۱۰^{-۹} C)(۸/۰ \times ۱۰^۵ N/C) = ۴/۰ \times ۱۰^{-۲} N$$

ب) کار نیروی الکتریکی از رابطهٔ $W = |q|Ed\cos\theta$ به دست می‌آید. بنابراین در مسیر AB که $\theta = ۹۰^\circ$ است $W_{AB} = ۰$ می‌شود، ولی در مسیر BC جابه‌جایی در خلاف جهت نیروی الکتریکی و $\theta = ۱۸۰^\circ$ است داریم:

$$W_{BC} = -|q|Ed$$
$$= -(۵۰ \times ۱۰^{-۹} C)(۸/۰ \times ۱۰^۵ N/C)(۰/۴۰ m)$$
$$= -۰/۰۱۶ J$$

کار نیروی الکتریکی در مسیر ABC برابر با حاصل جمع کار نیروی الکترکیی در مسیرهای AB و BC است، و بنابراین برابر همان $-۰/۰۱۶ J$ می‌شود.

پ) می‌دانیم $\Delta U_E = -W_E$ است و بنابراین $\Delta U_E = ۰/۰۱۶$ می‌شود.

۱۷– الف) چون بار آزمون در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده است و نیروی الکتریکی وارد به میدان هم‌سو با میدان است، $\theta = ۱۸۰^\circ$ و درنتیجه کار نیروی الکتریکی طبق رابطهٔ $W_E = |q|Ed\cos\theta$، مقداری منفی می‌شود.

ب) چون $\Delta K = ۰$ است، مجموع کار نیروی خارجی (W_{ext}) و کار نیروی الکتریکی (W_E) برابر صفر است و بنابراین کار نیروی خارجی، مثبت است.

پ) طبق رابطهٔ $\Delta U = -W_E$ چون $W_E < ۰$ شده است، $\Delta U > ۰$ می‌شود. پس انرژی پتانسیل زیاد می‌شود.

ت) با توجه به رابطهٔ $\Delta V = \Delta U_E/q$ و مثبت بودن ΔU و q ، ΔV نیز مثبت می‌شود. از طرفی $\Delta V = V_B - V_A$ است. چون $\Delta V > ۰$ است، بنابراین پتانسیل B از پتانسیل A بیش‌تر است.

تبصره. روش دیگر حل چنین مسائلی است که بگوییم وقتی بار مثبت را برخلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌دهیم، انرژی پتانسیل گرانشی زیاد می‌شود. این اظهارنظر در تشابه با گرانش است که وقتی در خلاف جهت میدان گرانشی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل زیاد می‌شود. این اظهارنظر در تشابه با گرانش است که وقتی در خلاف جهت میدان گرانشی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل گرانشی زیاد می‌شود. افزایش انرژی پتانسیل (برای بار مثبت) و با توجه به رابطهٔ $V = \frac{U_E}{q}$، به معنی افزایش پتانسیل است. می‌دانیم به ازای $\Delta K = ۰$ انرژی پتانسیل به کار نیروی خارجی مثبت می‌انجامد و با توجه به این‌که $W_{ext} = -W_E$ می‌شود، کار میدان الکتریکی منفی است.

یک پرسش تکمیلی که می‌توان برای این پرسش مطرح کرد این است که بار را در مسیرهای غیرمستقیمی از A به B نزدیک کرد و دوباره همین پرسش‌ها را مطرح کرد.

۱۸– در شکل الف، در پیرامون همهٔ نقاط مسیر A تا B، خطوط میدان متراکم‌تر از دو شکل دیگر است و بنابراین میدان الکتریکی قوی‌تر و نیروی وارد به پروتون در این حالت بیش‌تر از بقیهٔ حالت‌ها است و با توجه به این‌که $\vec{a} = \vec{F}/m$ است، شتاب پروتون نیز بیشتر می‌شود. بنابراین، سرعت نهایی پروتون نیز در جابه‌جایی یکسان، بیش‌تر می‌شود. البته خوب بود مسئله ترتیب سرعت‌ها را نیز می‌پرسید. در این صورت، سرعت پروتون در نقطهٔ B برای آرایش (ب) بیش‌تر از آرایش (پ) می‌شد، زیرا فاصلهٔ خطوط میدان همهٔ نقاط مسیر در شکل پ، در مقایسه با دو شکل دیگر از همه بیشتر است که این به معنی ضعیف‌تر بودن میدان در مقایسه با دو شکل دیگر است. (در حل چنین مسائلی توجه کنید که خطوط میدان در همهٔ شکل‌ها با مقیاس یکسانی رسم شده باشند.)

۱۹– با استفاده از رابطهٔ $|\Delta V| = Ed$، میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} = \frac{۱۰۰V}{۲/۰۰\times۱۰^{-۲}m} = ۵/۰۰ \times ۱۰^{۳}\ V/m$$

در متن درس اشاره کردیم که با حرکت در سوی خطوط میدان، از پتانسیل الکتریکی بیش‌تر به سمت پتانسیل الکتریکی کم‌تر می‌رویم. همچنین دیدیم خطوط میدان از بارهای مثبت آغاز و به بارهای منفی ختم می‌شود. بنابراین، صفحهٔ باردار مثبت در پتانسیل بالاتری نسبت به صفحهٔ منفی قرار دارد.

۲۰– (الف) با استفاده از رابطهٔ $\Delta U = q\Delta V$ داریم:

$$\Delta U = q(V_۲ - V_۱)$$
$$= (-۴۰ \times ۱۰^{-۹}C)\big(-۱۰V - (-۴۰V)\big) = -۱/۲ \times ۱۰^{-۶}J = -۱/۲\mu J$$

چون $\Delta U < ۰$ شده است، پس انرژی پتانسیل الکتریکی بار q کاهش یافته است.

ب) چون از انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاسته شده است و بار آزادانه حرکت می‌کند، بنابراین از پایستگی انرژی نتیجه می‌گیریم که بر انرژی جنبشی بار افزوده می‌شود و لحظه‌به‌لحظه سرعت آن زیاد می‌شود.

۲۱– در متن درس دیدیم وقتی یک رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، بارهای الکتریکی روی سطح رسانا به گونه‌ای القا می‌شوند که میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود. بنابراین، با نزدیک کردن کره به آونگ باردار، روی کره بارهای مثبت و منفی مشابه شکل زیر القا می‌شود، به‌طوری‌که سطح نزدیک به آن دارای بار منفی و سطح دور از آن، دارای بار مثبت می‌گردد. اما توجه کنید بارهای منفی به آونگ نزدیک‌ترند، پس نیروی جاذبهٔ وارد به آونگ بیش‌تر از نیروی دافعهٔ وارد بر آن می‌شود و کره، آونگ را جذب می‌کند. اگر فاصلهٔ کره از آونگ کم باشد، آونگ با کره تماس پیدا می‌کند. اکنون اگر گلولهٔ آونگ هم رسانا باشد، کره و آونگ یک جسم رسانا را تشکیل می‌دهند که باید کلّ بار روی سطح آن‌ها پخش شود تا میدان الکتریکی خالص داخل آن صفر باشد. پس به بیانی ساده، آونگ بارهای منفی کره را خنثی می‌کند و آونگ و کره هر دو دارای بار مثبت می‌شوند و بنابراین آونگ از کره دفع می‌گردد.

۲۲– این پدیده نیز بر اثر القأ صورت می‌گیرد. براده‌های ریز آلومینیومی بدون بار مثل یک رسانای خنثی هستند که در میدان الکتریکی حاصل از صفحهٔ پلاستیکی باردار قرار گرفته‌اند. بسته به اینکه بار صفحهٔ پلاستیکی، مثبت یا منفی باشد، در سطح مقابل آن در براده‌ها، بار منفی یا مثبت القا می‌شود که این با توجه به توضیحی که در پاسخ پرسش ۲۱ ارائه شد، موجب جذب براده‌ها به صفحهٔ پلاستیکی می‌شود.

۲۳– با فرض آنکه بار q به‌یکنواخت روی شش وجه مکعبی ماهواره توزیع شده باشد، روی هر وجه آن باری به اندازهٔ $q/۶$ قرار می‌گیرد. بنابراین، چگالی سطحی بار چنین می‌شود:

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{q/۶}{a^۲} = \frac{(۲/۰\times۱۰^{-۹}C)/۶}{(۰/۴۰m)^۲} = ۲/۰ \times ۱۰^{-۹}\frac{C}{m^۲} \approx ۲/۱ \times ۱۰^{-۹}\frac{C}{m^۲}$$

۲۴– ظرفیت خازن فقط به شکل هندسی خازن (و جنس عایق آن) نه به بار اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها بستگی دارد. بنابراین الف) و ب) هیچ تأثیری بر ظرفیت خازن ندارند.

۲۵– بار خازن از رابطهٔ $Q = CV$ به‌دست می‌آید. با توجه به اینکه ظرفیت خازن ثابت است، بنابراین برای نمو (تغییر) Q داریم:

$$\Delta Q = C\Delta V = C(V_۲ - V_۱)$$

و از آنجا:

$$C = \frac{\Delta Q}{V_۲ - V_۱} = \frac{۱۵\times۱۰^{-۶}C}{۴۰V - ۲۸V} = ۱/۲۵ \times ۱۰^{-۶}F \approx \mu F$$

۲۶– وقتی دی‌الکتریکی قطبی مانند آب در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی هم‌ردیف شوند، به‌طوری که سرِ منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی، و سرِ مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی قرار گیرند. بنابراین وقتی آب در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، مولکول‌های دوقطبی با میدان هم‌سو می‌شوند و مثلاً اگر بادکنک بار منفی پیدا کرده باشد، سرِ مثبت مولکول‌های دوقطبی در برابر آن قرار می‌گیرد. بادکنکِ منفی، سرِ مثبت هر مولکول را جذب و سرِ منفی همان مولکول را دفع می‌کند. با

توجه به مقایسهٔ فاصلهٔ سرهای مثبت و منفی هر مولکول تا بادکنک، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه و این باعث جذب آن به طرف بادکنک می‌شود.

۲۷– برای مولکول‌های دوقطبی موجود در کاغذ (مثل مولکول‌های آب)، پاسخ همان پاسخ پرسش ۲۶ است. برای مولکول‌های غیرمولکول‌های غیرقطبی موجود در کاغذ، همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، وقتی در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرند، مولکول‌ها بر اثر القا، قطبیده می‌شوند و اصطلاحاً مولکول قطبیده می‌شود. میدان الکتریکی باعث می‌شود مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا شوند، به‌طوری که سرِ منفی آن‌ها در اینجا در مقابل بار مثبت شیشه قرار گیرد و بدین‌ترتیب جذب آن شود.

۲۸– از ظرفیت یک خازن تخت، مساحت صفحه‌های Aی آن را به دست می‌آوریم:

$$A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{(1/0\,F)(1/0\times10^{-3}\,m)}{(8/85\times10^{-12}\frac{F}{m})} = 1/1\times10^{8}\,m^2$$

توجه کنید این مساحت، متناظر با مساحت مربعی به ضلع حدوداً $10\,km$ است. حجم چنین خازنی دست‌کم برابر $Ad = 1/1\times10^{5}\,m^2$ است، یعنی مکعبی به ضلع تقریبی $50\,m$. بنابراین امکان ساختن چنین خازنی *به طریق معمول* ناممکن و یا دست‌کم غیرمعقول است.

جالب است بدانید یکی از شوخی‌ها رایج در قدیم این بود که برخی از اساتید به دانشجویان خود می‌گفتند: «برو از آزمایشگاه یک خازن $1\,F$ بیاور!» البته امروزه می‌توان خازن‌های یک فارادی یا حتی بزرگتری را به ضلع فقط چند سانتی‌متر ساخت. شگرد آن این است که فضای میان صفحه‌ها با مواد مناسبی پر شود. مثلاً آبر خازن‌ها که در فعالیت ۱-۱۱ به آن پرداختیم، از این دست است.

۲۹– توجه کنید که در این مسئله، خازن همچنان به باتری بسته شده است و بنابراین اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های آن تغییری نمی‌کند. پس گزینهٔ (ب) نادرست است. با دو برابر کردن فاصلهٔ بین صفحه‌ها، ظرفیت خازن طبق رابطهٔ $C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$ نصف می‌شود و بنابراین گزینهٔ (پ) نیز نادرست است. با توجه به اینکه ظرفیت خازن کاهش می‌یابد، در حالی که اختلاف پتانسیل ثابت است، بار خازن طبق رابطهٔ $Q = CV$ کاهش پیدا می‌کند و بنابراین گزینهٔ (ت) نیز نادرست است.

تنها گزینهٔ درست، گزینهٔ (الف) است، چرا که طبق رابطهٔ $|\Delta V| = Ed$ ، با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل ثابت است و فاصلهٔ صفحه‌ها دو برابر می‌شود، E نصف می‌شود.

۳۰– با استفاده از رابطه‌های $C = kC_0$ و $C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$، داریم:

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$= (4/9)(8/85\times10^{-12}\,\frac{F}{m})\frac{(1/00\,m)^2}{(0/500\times10^{-3}\,m)} = 8/67\times10^{-8}\,F \approx 87\,nF$$

۳۱– جرقهٔ حاصل بزرگتر می‌شود. این انرژی از کاری حاصل می‌شود که با افزایش فاصلهٔ صفحات خازن (بر علیه جاذبهٔ الکتریکی صفحه‌ها) توسط ما ایجاد شده است. روش دیگر آن است که بگوییم ظرفیت خازن کم شده است، ولی بار تغییر نکرده است. طبق رابطهٔ $V = \frac{Q}{C}$، این به معنی افزایش اختلاف پتانسیل است. افزایش ولتاژ، خود به معنی افزایش اختلاف

انرژی پتانسیل الکتریکی است. این را به طور مستقیم از رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$ نیز می‌توانستیم دریابیم. پس هنگام تخلیهٔ خازن، جرقهٔ پرانرژی‌تر و بزرگتری خواهیم داشت.

۳۲- با توجه به اینکه بار و ظرفیت خازن در مسئله دخالت دارند از رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$ برای انرژی خازن استفاده می‌کنیم. اما پیش از آن بهتر است نگاهی به مفهوم این مسئله بیندازیم. اگر خازن در ابتدا بدون بار باشد، تصور آن ساده‌تر است. مثلاً تصور کنید با استفاده از یک «موچین سحرآمیز» الکترون‌ها را از یک صفحهٔ خازن برداشته و به نوبت به صفحهٔ دیگر منتقل می‌کنیم. بر اثر این کار میدانی الکتریکی بین صفحه‌ها برقرار می‌شود و جالب است که این میدان در جهتی است که با انتقال بیشتر بار مخالفت می‌کند. بنابراین، وقتی بار بر روی صفحه‌های خازن بیشتر و بیشتر می‌شود، مجبورید برای انتقال بارهای بیشتر، به طور مدام کارهای بیشتری انجام دهید. البته در عمل می‌دانید که این کار توسط باتری صورت می‌گیرد. بنابراین، ما در اینجا مسئله‌ای کاملاً ذهنی داریم و عملاً داریم فرض می‌کنیم که با یک موچین سحرآمیز بارها را حرکت می‌دهیم و البته لحظه‌ای بینابینی در حین این روند را درنظر گرفته‌ایم، یعنی پس از اینکه موچین سحرآمیز با باردار کردن صفحه‌ها، میدان الکتریکی ایجاد کرده است و داریم به لحظه‌ای توجه می‌کنیم که موچین در حال بردن $+۳/۰\,mC$ بار از صفحهٔ منفی به صفحهٔ مثبت است.

بنابراین، اگر بار صفحه‌ها را در پیش از این لحظه Q در نظر بگیریم، پس از لحظهٔ موردنظر بار به $Q + \Delta Q$ تبدیل شده است. در نتیجه، تغییر انرژی پتانسیل با استفاده از رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$ چنین می‌شود:

$$\Delta U = \frac{(Q+\Delta Q)^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} =$$
$$\frac{\Delta Q^2 + 2Q\Delta Q}{2C} = \frac{(۳/۰\times۱۰^{-۳}C)^2 + 2q(۳/۰\times۱۰^{-۳}C)}{2(۱۲\times۱۰^{-۶}F)} =$$
$$۰/۳۷۵ + Q(۰/۲۵ \times ۱۰^۳) = ۸$$

و در نتیجه $Q = ۳/۰۵ \times ۱۰^{-۲}C \approx ۳/۱mC$ می‌شود.

هم کلاسی

Hamkelasi.ir

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها وتمرین ها

فصل دوم(جریان الکتریکی)

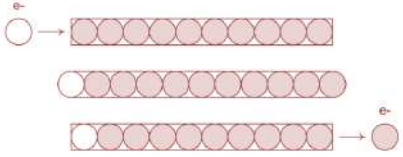
فیزیک یازدهم تجربی

دیماه ۱۳۹۶

فعالیت۲- ۱

سرعت سوق الکترون های آزاددر یک رسانا می تواندبه کندی سرعت حرکت یک حلزون باشد .اگر سرعت سوق الکترون ها این قدر کم است، پس چرا وقتی کلید برق را می زنیم چراغ های خانه به سرعت روشن می شوند؟

راهنمایی:شیلنگ شفافی را در نظر بگیریدوقتی شیر را باز می کنید، هنگامی که شیلنگ پر از آب است،آب بلافاصله ازسردیگر شیلنگ جاری می شود؛ ولی اگر لکه ای رنگی را درون آب چکانده باشیم، می بینیم این لکهٔ رنگی به آهستگی در آب حرکت می کند.



پاسخ:

با توجه به این که سیم رسانا مجموعه‌ای از اتم‌های دارای الکترون‌های آزاد است،(مشابه شیلنگ پرازآب)به محض برقراری اختلاف پتانسیل دردو سر سیم، میدان الکتریکی در کل طول سیم ایجادشده و الکترون‌های آزاد،از جمله نزدیکترین الکترون‌ها به چراغ، شروع به حرکت می‌کنند وجریان درلامپ وهمچنین درکل سیم برقرار شده و لامپ روشن می‌شود.

تمرین ۲-۱

در رابطهٔ $\Delta q = I\,\Delta t$ اگر Iبرحسب آمپرو Δtبرحسب ساعت باشدیکای Δq،آمپر-ساعت می شود.باتری خودروها باآمپر-ساعت (Ah) و باتری گوشی های همراه با میلی آمپر-ساعت (mAh)مشخص می شود. هرچه آمپر ساعتِ یک باتری بیشتر باشد حداکثر باری که باتری می تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

الف)باتری استاندارد خودرویی،۵۰ Ah است.اگراین باتری جریان متوسط ۵ A را فراهم سازد، چقدر طول می کشد تا خالی شود؟

ب)آمپر-ساعت نوعی از باتری های قلمی(AA) ،برابر۱۰۰۰ mAh است. اگراین باتری جریان متوسط ۱۰۰μA را فراهم سازد، چه مدت طول می کشد تا خالی شود؟

پاسخ:

الف)

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۵۰}{۵} = ۱۰\,h$$

ب)

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱۰۰۰\ mAh}{۱۰۰\mu A} = \frac{۱۰۰۰\times ۱۰^{-۳}\ Ah}{۱۰۰\times ۱۰^{-۶}\ A} = ۱۰,۰۰۰\,h$$

تمرین ۲-۲

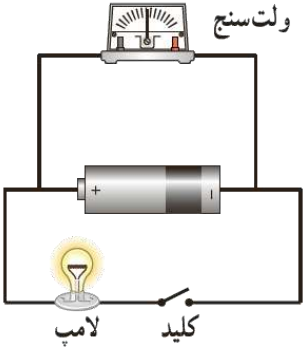
سیم کشی خانه هامعمولاً باسیم های مسی ای صورت می گیردکه قطری برابر با ۲/۰۳۲mm دارد.مقاومت ۱۰۰m ازاین سیم ها در دمای اتاق چقدر است؟

$\rho = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m$

پاسخ:

$$\begin{cases} r = \dfrac{۲/۰۳۲mm}{۲} = ۱/۰۱۶mm \\ L = ۱۰۰m \qquad A = \pi r^{۲} = ۳/۱۴ \times (۱/۰۱۶ \times ۱۰^{-۳})^{۲} = ۳/۲۴ \times ۱۰^{-۶} m^{۲} \\ R = ? \qquad R = \rho \dfrac{L}{A} \rightarrow R = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \times \dfrac{۱۰۰}{۳/۲۴ \times ۱۰^{-۶}} \approx ./۵۲\Omega \\ \rho = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m \end{cases}$$

فعالیت۲- ۲



به کمک یک باتری،سیم های رابط،لامپ کوچک،ولت سنج وکلید، مداری همانند شکل روبه رو درست کنید.قبل از بستن کلیدعددی راکه ولت سنج نشان می دهد بخوانید.
سپس کلید را ببندید و دوباره عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید.درکدام حالت ولت سنج عدد بزرگ تری را نشان می دهد؟ چرا؟
در ادامه با علت تفاوت این دو عدد آشنا خواهید شد.

پاسخ:

قبل از بستن کلید،ولت سنج،نیروی محرکۀمولد را نشان می دهد بعد ازبستن ولت سنج عددی کمتر از حالت قبل نشان می دهد.

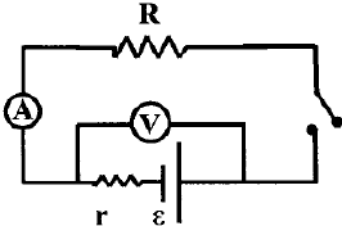
زیرا در حالتی که کلید باز است جریان درمداروجودنداردو افت پتانسیل صفر خواهد شد.

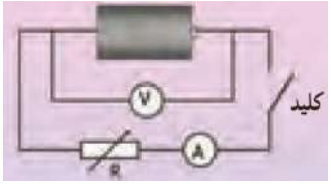
$$V = \varepsilon - rI \quad \Rightarrow \quad V = \varepsilon$$

اگر کلید را ببندیم لامپ روشن می شود جریان صفر نیست $V = \varepsilon - rI$

فعالیت ۲-۳:کار در کلاس

تفاوت یک باتری نو و فرسوده عمدتاً درمقدار مقاومت داخلی آن است که می تواندکمتر از یک اُهم برای باتری نو تا چند هزار اُهم برای باتری فرسوده باشد.برای اندازه گیری مقاومت داخلی یک باتری مدار ساده ای متشکل از یک باتری، یک کلیدقطع و وصل، و یک مقاومت یا لامپ کوچک را سوار کنید. نخست درحالی که کلیدقطع است، ولتاژ دو سر باتری را با یک ولت سنج اندازه بگیریدوآن گاه پس ازبستن کلید،دوباره ولتاژ دو سر باتری را اندازه بگیرید.همچنین در این حالت، جریان عبوری ازمدار را نیزبایدبه کمک یک آمپرسنج اندازه بگیرید.اکنون با استفاده ازرابطهٔ $V_b - V_a = \varepsilon - Ir$ مقاومت داخلی باتری را محاسبه کنید(البته در یک اندازه گیری دقیق تر معمولاً از یک مقاومت متغیر استفاده می شود و مقاومت داخلی پس ازچندین اندازه گیری محاسبه می شود) **آزمایش را یک بار برای باتری نو و یک بار برای باتری فرسوده انجام دهید.**



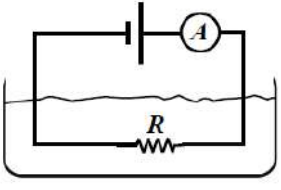


پاسخ:

مداری مانند شکل روبه رو می بندیم،هنگامی که کلید قطع است ولتاژ دوسر باتری را اندازه می گیریم،چون مقاومت درونی ولت سنج ایدال بینهایت است و جریان صفر است . ولتاژ اندازه گیری شده برابر (ε)حال کلید را بسته ومجددا مقدار ولتاژ وهمچنین جریان را از روی ولت سنج وآمپرسنج می خوانیم با توجه به رابطه (V=ε-rI)که درآنV ولتاژ اندازه گرفته توسط ولت سنج است .مقاومت درونی باتری را محاسبه کنیم،می توانیم با مقاومت های مختلف این آزمایش را تکرارکنیم وبرای به دست آوردن مقداردقیق تر از نتایج حاصل میانگین بگیریم .

فعالیت ۲-۴

قانون ژول بیان می دارد گرمای تولید شده توسط جریانIای عبوری ازیک مقاومتRدرمدت tبرابر $R\,I^2t$ است.این قانون را می توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که درفیزیک دهم با آن آشنا شدید تحقیق کرد. اسباب این آزمایش در شکل نشان داده شده است. دربارهٔ چگونگی این آزمایش تحقیق کنید.



پاسخ:

مقاومت رسانارا با اهم سنج اندازه گرفته وآن را در ظرفی محتوی آب قرار می دهیم. شدت جریان را توسط آمپرسنج اندازه گرفته و انرژی مصرفی را برای مدت زمان معین از $U = R.I^2.t$ می یابیم.درهمین زمان با اندازه گیری دمای آب وبا استفاده از $Q = m.C.\Delta\theta$ گرما را به دست می آوریم. مشاهده می شود که تقریباً U با Qبرابر است

فعالیت ۲- ۵

همانند شکل با یک اهم متر، مقاومت رشتهٔسیم داخل لامپ ۱۰۰واتی را اندازه گیری کنید. سپس با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{V^2}{R}$ وبا داشتن مشخصات روی لامپ، مقاومت آن را در حالت روشن محاسبه کنید. چرا مقدار اندازه گیری شده با مقدارمحاسبه شده متفاوت است؟نتیجه را پس از گفت و گوی گروهی،گزارش دهید.

پاسخ:

مقاومت رشته ی سیم داخل یک لامپ ۱۰۰ واتی را با اهم سنج اندازه می گیریم. سپس با استفاده ازرابطهٔ $R = \frac{V^2}{P}$ مقاومت لامپ را بدست می آوریم،این عدد بیشتر از مقاومت لامپ درحالت خاموش است

مقاومت لامپ (خاموش) با اهم سنج $R_1 = ۳۸\Omega$

مقاومت لامپ درمدار بسته $P = \frac{V^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{V^2}{P} \Rightarrow R_2 = \frac{۲۲۰^2}{۱۰۰} = ۴۸۴\Omega$

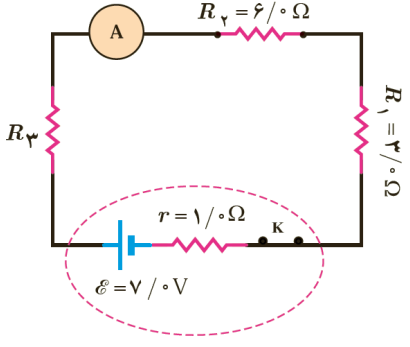
زیرا با اتصال لامپ به ولتاژی باعث افزایش دما درلامپ شده با افزایش دما،ارتعاشات اتمها نیزافزایش یافته درنتیجه برخورد الکترون‌ها با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی زیادترشده و مقاومت رسانا نیزدربرابر عبورجریان زیادمی شود

تمرین ۲-۳

در شکل روبه رو، سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی به یک باتری وصل شده اندومقاومت آمپرسنج صفر است(آمپرسنج آرمانی)اگر مقاومت معادل مقاومت های R_1، R_2 و R_3برابربا $13/0\Omega$ باشد:

الف)مقاومت R_3چقدر است؟ ب)جریانی را که آمپرسنج نشان می دهد به دست آورید.

پ) توان خروجی باتری چقدر است.



پاسخ:

الف) $R_T = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow 13 = 6 + 3 + R_3 \rightarrow R_3 = 4\Omega$

ب) $I = \dfrac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \dfrac{7}{13+1} \rightarrow I = /5A$

پ) $P_{مولد} = \varepsilon I - rI^2 = 7\times/5 - 1\times/5^2 = 3/25W$

$P_{مقاومت} = RI^2$

$P_1 = 3\times/5^2 = /75W$

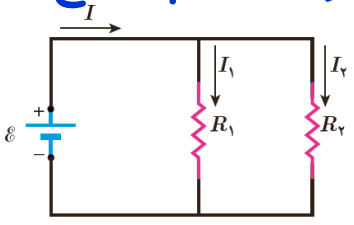
$P_2 = 6\times/5^2 = 1/5W$

$P_3 = 4\times/5^2 = 1W$

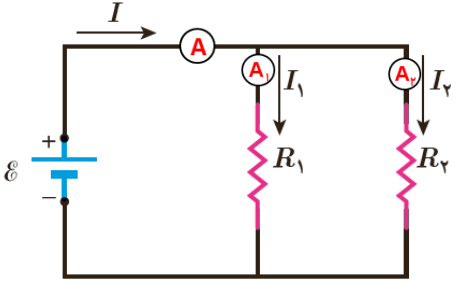
$/75 + 1/5 + 1 = 3/25W \rightarrow P_{مولد} = P_1 + P_2 + P_3$

فعالیت ۲- ۶

مداری مانند مدار مثال ۲-۸(در شکل رو به رو، یک باتری آرمانی اختلاف پتانسیل $\mathcal{E}=۱۲V$ را به دوسرمقاومت های $R_۱=۴\Omega$ و $R_۲=۶\Omega$ اعمال می کند) ببندید و در هر شاخهٔ آن، یک آمپرسنج قرار دهید. با خواندن آمپرسنج ها، رابطهٔ بین جریان ها را بررسی کنید.



پاسخ:



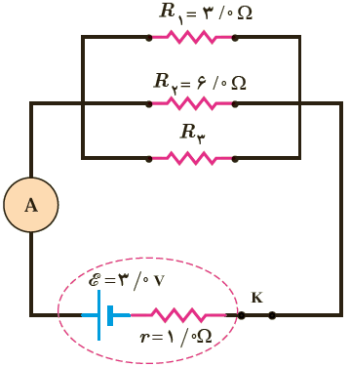
$$R=\frac{V}{I} \Rightarrow I=\frac{V}{R}\begin{cases} I_۱=\frac{۱۲}{۴}=۳A & \text{آمپرسنج اول} \\ I_۲=\frac{۱۲}{۶}=۲A & \text{آمپرسنج دوم} \end{cases} \Rightarrow I_۱+I_۲=۵A$$

$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۴} \Rightarrow \frac{۱}{R_T}=\frac{۲+۳}{۱۲} \Rightarrow R_T=۲/۴\Omega$$

$$I_T=\frac{V}{R_T} \Rightarrow I_T=\frac{۱۲}{۲/۴} \Rightarrow I_T=۵A \quad \text{آمپرسنج اصلی}$$

تمرین ۲-۶

در شکل روبه رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب $۱/۶\Omega$ باشد،الف) مقاومت $R_۳$ چقدراست؟ ب)جریانی که آمپرسنج نشان می دهد را به دست آورید. پ) توان خروجی باتری چقدر است؟



پاسخ:

الف)

$$\frac{۱۰}{۱۶}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R_۳} \rightarrow \frac{۱۰}{۱۶}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{R_۳} \rightarrow \frac{۱}{R_۳}=\frac{۵}{۸}-\frac{۴}{۸} \rightarrow R_۳=۸\Omega$$

ب)

$$I=\frac{\varepsilon}{R_T+r} \rightarrow I=\frac{۳}{۱/۶+۱} \rightarrow I=۱/۱۵A$$

پ)

$$P=\varepsilon I-rI^۲=۳\times۱/۱۵-۱\times۱/۱۵^۲\approx۱۲/۳w$$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱ –در کدام یک از شکل های زیر، لامپ روشن می شود؟

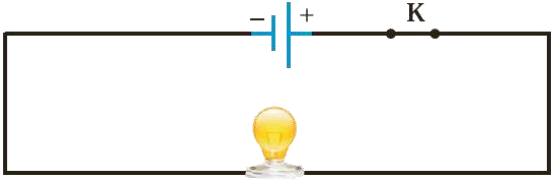
پاسخ:

لامپ مدار الف،در مسیر عبور جریان مدار قرار ندارد.پس خاموش می ماند.

لامپ مدارب ،جریانی درمدار ایجادنمی شود.چون مسیربسته ای برای عبور جریان نداریم، پس خاموش می ماند.

لامپ مدار پ، روشن می شود،زیرا به دوسر لامپ اختلاف پتانسیل متصل است و جریان الکتریکی نیزاز فیلامان لامپ می گذرد.

۲-درمدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۴V ومقاومت آن ۵ Ω است. در مدت ۵ دقیقه چه تعداد الکترون از لامپ می گذرد؟



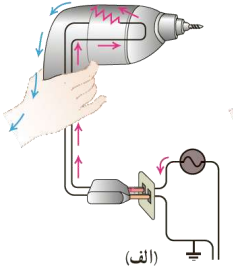
پاسخ:

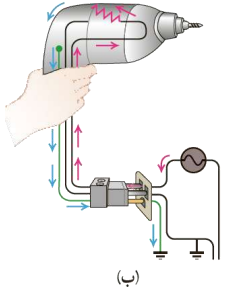
$$\begin{cases} V = ۴v \\ R = ۵\Omega \\ t = ۵ \times ۶۰ = ۳۰۰s \\ n = ? \\ e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} c \end{cases} \quad R = \frac{V}{I} \Rightarrow I = \frac{۴}{۵} = ./۸A$$

$$\begin{cases} I = \frac{q}{t} \\ q = ne \end{cases} \Rightarrow I = \frac{ne}{t} \Rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{./۸ \times ۳۰۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} \Rightarrow n = ۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}$$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۳-بررسی کنید اگر متهٔ برقی(دریل) معیوبِ شکل های زیررا با دوشاخه (شکل الف)یا سه شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیَم، چه رخ می دهد؟





پاسخ:

شخص دچار برق گرفتگی می شود.

شخص دچار برق گرفتگی نمی شود.

درمتهٔ معیوب اگرروکش عایق یکی ازسیم ها از بین رفته باشد وبا بدنه اتصال داشته باشد کسی که به آن دست می زند دچار برق گرفتگی می شود اما اگر متهٔ سیم اتصال به زمین داشته باشد.جریان الکتریکی به جای عبوراز بدن شخص ازاتصال به زمین(سیم ارت)عبور می کند ودیگر شخص دچار برق گرفتگی نمی شود.(چون مقاومت این سیم در مقایسه با مقاومت بدن شخص خیلی کمتر است)

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۴-آذرخش مثالی جالب از جریان الکتریکی در پدیده های طبیعی است. در یک آذرخش نوعی $۱\times۱۰^{۹}J$ انرژی تحت اختلاف پتانسیل $۵\times۱۰^{۷}V$ در بازه زمانی $۰/۲\ s$ آزاد می شود. با استفاده از این اطلاعات الف)مقدار بار کل منتقل شده بین ابرو زمین، ب)جریان متوسط در یک یورش آذرخش و پ) توان الکتریکی آزاد شده در $۰/۲\ s$ را به دست آورید.

پاسخ:

$$\begin{cases}\Delta U = ۱۰^{۹}J\\ \Delta V = ۵\times۱۰^{۷}V\\ \Delta t = ./۲s\\ \Delta q = ?\\ \bar{I} = ?\\ P = ?\end{cases}$$

الف) $\Delta U = \Delta q.\Delta V \Rightarrow \Delta q = \frac{\Delta U}{\Delta V} \Rightarrow \Delta q = \frac{۱۰^{۹}}{۵\times۱۰^{۷}} = ۲۰C$

ب) $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{۲۰}{./۲} \Rightarrow \bar{I} = ۱۰۰A$

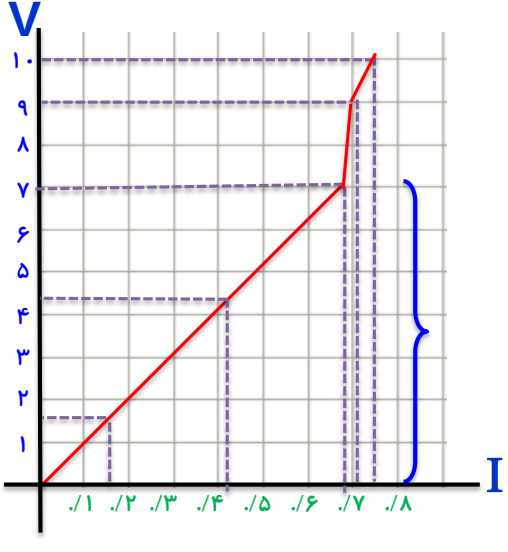
پ) $P = \frac{\Delta U}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{۱۰^{۹}}{./۲} \Rightarrow P = ۵\times۱۰^{۹}W$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

شمارهٔ آزمایش	عدد ولت‌سنج (V)	عدد آمپرسنج (A)
۱	صفر	صفر
۲	۱/۶	۰/۱۶
۳	۴/۴	۰/۴۳
۴	۷/۰	۰/۶۸
۵	۹/۰	۰/۷۲
۶	۱۰/۰	۰/۷۵

۵-در آزمایش تحقیق قانون اهم، نتایج جدول زیر به دست آمده است.نمودار ولتاژ بر حسب جریان را رسم کنیدو با فرض ثابت ماندن دما تعیین کنید در چه محدوده ای رفتار این مقاومت از قانون اهم پیروی می کند.

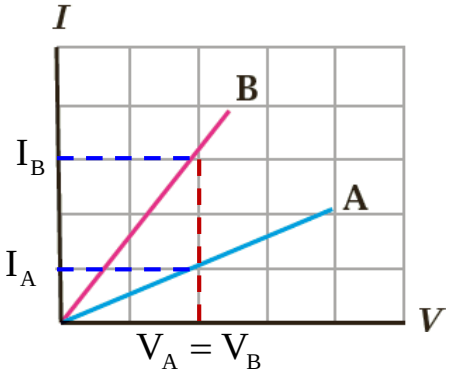
پاسخ:



درمحدودهٔ ولتاژ ۰ تا ۷ولت

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۶-شکل زیرنمودار I-Vرا برای دو رسانایAوBنشان می دهد.مقاومت کدامیک بیشتر است؟ چرا؟



پاسخ:

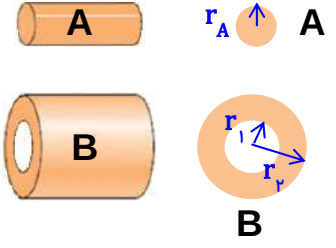
$$\left.\begin{array}{l} V_A = V_B \\ I_B \rangle I_A \\ R \propto \frac{1}{I} \end{array}\right\} R_A \rangle R_B \Rightarrow m \propto \frac{1}{R}$$

به ازای ولتاژ ثابت،جریان عبوری ازرسانای Aکمتراز رسانای Bمی باشد،وچون مقاومت با جریان رابطه عکس دارد،پس مقاومت A بیشتر ازمقاومتB است.

در نمودار I-Vهر چه شیب نمودار کمترباشد.مقاومت رسانا بیشترخواهدبود.

۷-دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده اندوطول یکسانی دارند.رسانای A سیم توپری به قطر ۱mm است.رسانایBلوله ای توخالی به شعاع خارجی۲mm وشعاع داخلی ۱mm است.مقاومت رسانای Aچندبرابرمقاومت رسانایBاست؟

پاسخ:



$$\begin{cases} L_A = L_B \\ \rho_A = \rho_B \\ r_A = ./۵mm \\ r_{B۲} = ۲mm \\ r_{B۱} = ۱mm \\ \dfrac{R_A}{R_B} = ? \end{cases}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R \propto \frac{۱}{A}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{A_{B۲} - A_{B۱}}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\pi r_{B۲}^{۲} - \pi r_{B۱}^{۲}}{\pi r_A^{۲}} = \frac{۲^{۲} - ۱^{۲}}{./۵^{۲}} = \frac{۴-۱}{./۲۵} = ۱۲$$

۶۲ کتاب

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۸-در ماشین های چمن زنی برقی برای مسافت های حداکثر تا ۳۵m ازسیم های مسی نمرهٔ ۲۰(قطر ۰/۰۸cm)وبرای مسافت های طولانی تراز سیم های ضخیم ترنمرهٔ ۱۶(قطر ۰/۱۳cm) استفاده می کنند تا بدین ترتیب مقاومت سیم را تا آنجا که ممکن است کوچک نگه دارند.
الف) مقاومت یک سیم ۳۰ متری ماشین چمن زنی چقدر است؟ ب)مقاومت یک سیم ۷۰ متری ماشین چمن زنی چقدر است؟(دمای سیم ها را $20^\circ C$ درنظر بگیرید.)

$\rho = ۱/۶۹ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m$

پاسخ:

$r_۱ = \frac{./۰۸cm}{۲} = ./۰۴cm$

$L_۱ = ۳۰m$

$R_۱ = ?$

$R_۱ = ۱/۶۹ \times ۱۰^{-۸} \times \frac{۳۰}{۳/۱۴ \times (./۰۴ \times ۱۰^{-۲})^۲} = \frac{۱/۶۹ \times ۳۰ \times ۱۰^{-۸}}{۵ \times ۱۰^{-۷}} \approx ۱\Omega$

$r_۲ = \frac{./۱۳cm}{۲} = ./۰۶۵cm$

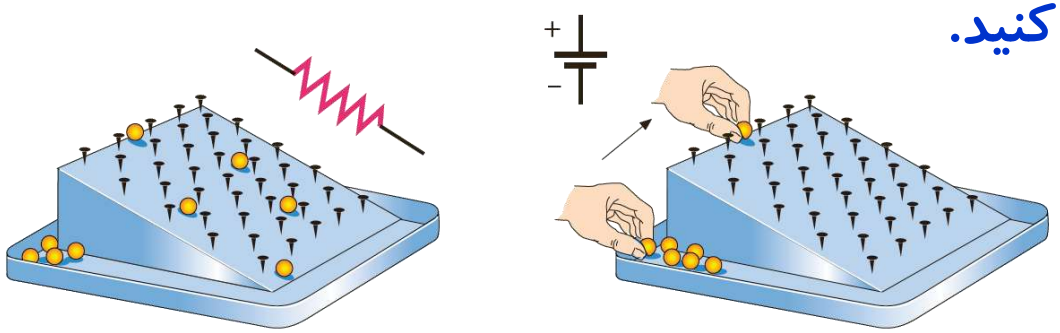
$L_۲ = ۷۰m$

$R_۲ = ?$

$R_۲ = ۱/۶۹ \times ۱۰^{-۸} \times \frac{۷۰}{۳/۱۴ \times (./۰۶۵ \times ۱۰^{-۲})^۲} = \frac{۱/۶۹ \times ۷۰ \times ۱۰^{-۸}}{۱/۳ \times ۱۰^{-۶}} \approx ./۸۹\Omega$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

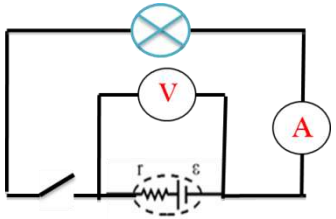
۹-شکل زیر یک مشابهت سازی مکانیکی برای درک مقاومت و نیروی محرکهٔ الکتریکی را نشان می دهدکه درآن بر سطح شیب داری میخ هایی تعبیه شده وتیله ها از ارتفاع بالای سطح شیب دار رها می شوند و سپس دوباره به بالای سطح شیب دارباز گردانده می شوند. این مشابهت سازی مکانیکی را توجیه کنید.



پاسخ:

کاری که ما برای بالای بردن گلوله ها انجام می دهیم ،همانند؛کارنیروی محرکهٔ مولد برای انتقال بار الکتریکی ازیک پایانهٔمولدبه پایانهٔدیگروسطح شیبدار هم همانند؛مدار الکتریکی است.دریک مسیررفت تمام انرژیی که ما به گلوله دادیم یا مولد به الکترونها داده است،به علت مقاومت میخ یا مقاومت اتم ها دربرابر الکترونها از بین رفته وبه پایین سطح شیبدار می رسد،در مرحلهٔ بعد بازهم این عمل تکرار می شود.

۱۰-یک باتری را درنظربگیرید که وقتی به مداربسته نیست پتانسیل دوسرش برابر۱۲V است.وقتی یک مقاومت۱۰Ω به این باتری بسته شود،اختلاف پتانسیل دو سر باتری به۱۰/۹V کاهش می یابد.مقاومت داخلی باتری چقدر است؟



پاسخ:

$I_1 = 0$

$V_1 = 12V$

$R = 12\Omega$

$V_2 = 10/9V$

$r = ?$

$I_2 = ?$

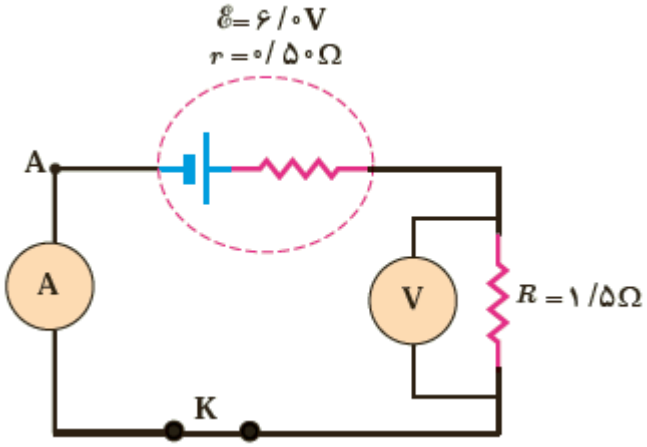
$V_1 = \varepsilon - rI_1 \rightarrow V_1 = \varepsilon = 12v$

$V_2 = RI_2 \rightarrow 10/9 = 10I_2 \rightarrow I_2 = \frac{10/9}{10} = 1/09A$

$V_2 = \varepsilon - rI_2 \rightarrow 10/9 = 12 - r \times 1/09 \rightarrow r \times 1/09 = 1/1 \rightarrow r \approx 1\Omega$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۱-در شکل زیر آمپرسنج و ولت سنج چه عددهایی را نشان می دهند؟



پاسخ:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow I=\frac{۶}{۱/۵+./۵} \rightarrow I=۳A$$

$$V=RI \rightarrow V=۱/۵\times./۵ \rightarrow V=۷/۵V$$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۲-دو لامپ رشته ای دراختیار داریم که جنس و طول رشتهٔآنها یکسان است، ولی رشتهٔ لامپBضخیم ترازرشتهٔ لامپAاست. وقتی لامپ ها به ولتاژ یکسانی وصل شوند، کدام لامپ پرنورتر خواهد بود و چرا؟

پاسخ:

$$\begin{cases} \rho_1 = \rho_1 \\ L_1 = L_2 \\ A_B \rangle A_A \\ \dfrac{P_B}{P_A} = ? \end{cases}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_B}{A_A} \rangle 1 \rightarrow R_A \rangle R_B$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{P_B}{P_A} = \frac{R_A}{R_B} \rangle 1 \rightarrow P_B \rangle P_A$$

چون مقطع رشتهٔلامپBضخیم تراست،پس مقاومتش کمتربوده وباوصل کردن این دولامپ، به ولتاژ یکسان وباتوجه به اینکه توان با مقاومت رابطهٔ عکس دارد،در نتیجه توان لامپB بیشتربوده و نور لامپ Bبیشترخواهد بود.

۷۶۹۳کتکانلیب

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۳-بر روی وسیله های الکتریکی،اعداد مربوط به ولتاژ وتوان نوشته می شود. برای دو وسیلهٔ زیر، الف)سیم های اتصال به برق آنها باید بتواند حداقل چه جریانی را از خود عبور دهد؟ب)مقاومت الکتریکی هر وسیله در حالت روشن چقدر است؟

کتری برقی، ۲۲۰V، ۲۴۰۰W

اتوی برقی، ۲۲۰V، ۸۵۰W

پاسخ:

الف)

$$P = VI \rightarrow I = \frac{P}{V}$$

کتری: $I_1 = \frac{۲۴۰۰}{۲۲۰} \rightarrow I_1 = ۱۰/۹A$

اتو: $I_2 = \frac{۸۵۰}{۲۲۰} \rightarrow I_2 = ۳/۸۶A$

ب)

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P}$$

کتری: $R_1 = \frac{۲۲۰^2}{۲۴۰۰} \rightarrow R_1 \approx ۲۰/۱۷\Omega$

اتو: $R_2 = \frac{۲۲۰^2}{۸۵۰} \rightarrow R_2 \approx ۵۶/۹۴\Omega$

۶۳ کتاب

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۴-تلویزیون و یکی از لامپ های خانهٔ خودرا درنظر بگیریدوفرض کنیدکه هرکدام روزی ۸ ساعت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ولت روشن باشد.

الف)انرژی الکتریکی مصرفی هرکدام در یک دورهٔ یک ماهه (۳۰ روز) چند kWhاست؟ (توان مصرفی هر وسیله را از روی آن بخوانید)

پاسخ:

$$\begin{cases} P_۱ = ۲۰۰w = ./۲kw \\ P_۲ = ۱۰۰w = ./۱kw \\ V = ۲۲۰v \\ t = ۸h \\ U_{ماه} = ? \end{cases}$$

$$U_{ماه} = Pt_{ماه}$$

تلویزیون $U_{۱ماه} = ./۲ \times ۸ \times ۳۰ = ۴۸Kwh$

درهر شبانه روز

لامپ $U_{۲ماه} = ./۱ \times ۸ \times ۳۰ = ۲۴Kwh$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۴-ب)بهای برق مصرفی هرکدام از قرارهرکیلووات ساعت ۵۰تومان در یک دورهٔ یک ماهه چقدر می شود؟

پاسخ:

$U_{\text{ماه}۱} = ۴۸\text{Kwh}$ تلویزیون

$U_{\text{ماه}۲} = ۲۴\text{Kwh}$ یک لامپ

? = بهای برق مصرفی ماهیانه

$۱\text{Kwh} \cong ۵۰\text{تومان}$

بهای برق مصرفی تلویزیون $= ۴۸\text{Kwh} \times \frac{۵۰\text{تومان}}{۱\text{Kwh}} = ۲۴۰۰\text{تومان}$

بهای برق مصرفی یک لامپ $= ۲۴\text{Kwh} \times \frac{۵۰\text{تومان}}{۱\text{Kwh}} = ۱۲۰۰\text{تومان}$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۴-پ)اگردرشهرشما هرخانه یک لامپ ۱۰۰وات اضافی را به مدت۳ ساعت درشب روشن کند،درطول یک ماه تقریباًچند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی اضافی مصرف می شود؟

پاسخ:

$P = ۱۰۰w = ./۱kw$

$t_{کل} = ۳ \times ۳۰h = ۹۰h$

تعدادخانه $= ۲۰,۰۰۰$ خانه

$U_{ماه} = ?$

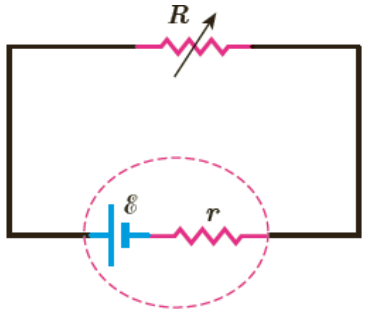
برای یک خانه $U_{ماه} = Pt_{ماه}$

$U_{ماه} = ./۱ \times ۹۰ = ۹KWh$

برای یک شهر $U_{کل} = ۲۰,۰۰۰ \times ۹ = ۱۸۰,۰۰۰KWh$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۵-در شکل زیر،الف)نیروی محرکهٔ الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = ۵A$ برابر$۹/۵W$و به ازای $I_۲ = ۷A$ برابر$۱۲/۶ W$ است، محاسبه کنید.



پاسخ:

$$\begin{cases} V = \varepsilon - rI \\ P = VI \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{I} = \varepsilon - rI$$

$$\begin{cases} I_۱ = ۵A \\ P_۱ = ۹/۵W \\ I_۲ = ۷A \\ P_۲ = ۱۲/۶W \\ \varepsilon = ? \\ r = ? \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{۹/۵}{۵} = \varepsilon - ۵r \\ \frac{۱۲/۶}{۷} = \varepsilon - ۷r \end{cases} \xrightarrow{\times(-۱)} \begin{cases} \varepsilon - ۵r = ۱/۹ \\ \varepsilon - ۷r = ۱/۸ \end{cases}$$

$$۲r = ./۱ \Rightarrow r = \frac{./۱}{۲} = ./۰۵\Omega$$

$$\begin{cases} \varepsilon - ۵r = ۱/۹ \\ r = ./۰۵\Omega \end{cases} \Rightarrow \varepsilon - ۵ \times ./۰۵ = ۱/۹ \Rightarrow \varepsilon = ./۲۵ + ۱/۹ = ۲/۱۵\Omega$$

۱۶-لامپ های یک درخت زینتی، به طورمتوالی متصل شده اند. اگر یکی از لامپ ها بسوزد، چه اتّفاقی می افتد؟ به نظرشما چرا همهٔ چراغ های خودرو (چراغ های جلو، عقب و ...)به طور موازی بسته می شوند؟

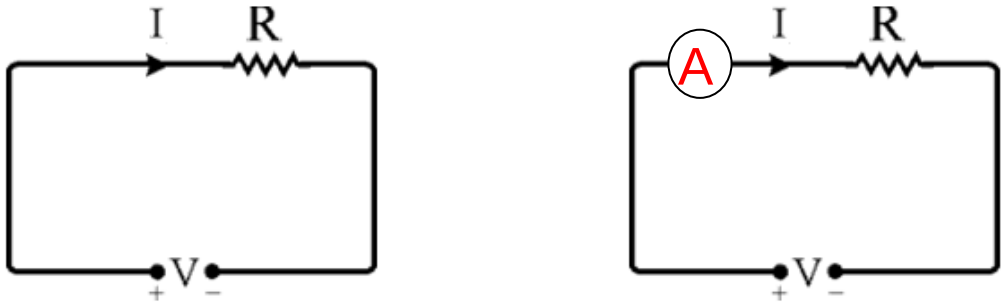
پاسخ:

دراتصال متوالی وقتی یک لامپ می سوزد،مسیرعبورجریان ازآن جزء مدارقطع می شود. واین باعث،قطع جریان درکلّ مدار و خاموش شدن همهٔ لامپ ها می شود.

چراغ های خودرو به طور موازی بسته می شودتاباسوختن یک لامپ همهٔ لامپ ها خاموش نشوند؛ همچنین دراتصال موازی نورلامپ هابیشترین روشنایی دارند؛زیرا پتانسیل دوسر همهٔلامپها یکی است،در حالی که در اتصال متوالی، این پتانسیل به نسبت مقاومت هرلامپ تقسیم می شود.

درمدار موازی نور لامپی بیشتر است که توان مصرفی بیشتری دارد . $(P\uparrow=\frac{V^{۲}}{R\downarrow})$

۱۷-مقاومت یک آمپرسنج برای اندازه گیری جریان دریک مدارباید چگونه باشد تا جریان اندازه گیری شده توسط آمپرسنج باجریان قبل از قرار دادن آمپرسنج، نزدیک به هم باشد؟

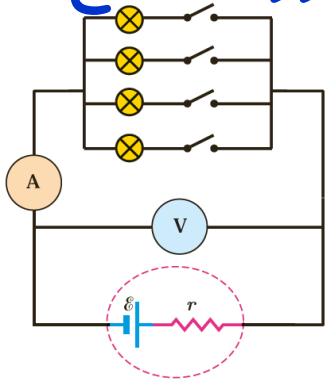


پاسخ:

مقاومت آمپرسنج باید بسیارناچیز باشد. اگرآمپرسنج مقاومت داشته در اثر افت پتانسیل در آمپرسنج مقداری ازجریان طبق رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{(R+R_A+r)}$ تلف شده ودیگرمقدارجریان با حالتی که آمپرسنج در مدار نباشد برابر نیست .

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۱۸-درشکل روبه رو،تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده اند وهرلامپ با کلیدی همراه است.بررسی کنیدکه بابستن کلیدها یکی پس از دیگری،عددهایی که آمپرسنج وولت سنج نشان می دهند،چه تغییری می کند؟



پاسخ:

با بستن هرکلیدتعدادمقاومتهای موازی بیشترشده مقاومت معادل کمترمی شود. $\downarrow R_T = \frac{R}{n} \uparrow$

موقعی که مقاومت معادل کاهش می یابد، آمپرسنج طبق رابطهٔ $\uparrow I = \frac{\varepsilon}{\downarrow R_T + r}$ عدد بیشتری رانشان می دهد.

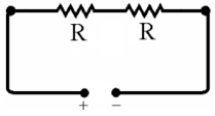
باافزایش جریان،عددی که ولت سنج نشان می دهدمطابق رابطهٔ $\downarrow V = \varepsilon - rI \uparrow$ کاهش می یابد.

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

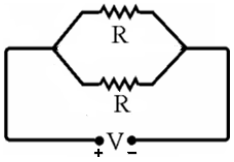
۱۹-دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متوالی وبار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ V وصل می کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

پاسخ:

با توجه به رابطه توان $P=\frac{V^۲}{R}$ ابتدا مقاومت معادل هر مدار را محاسبه کرده،سپس برهم تقسیم می کنیم



$$R_T = R + R = ۲R \Rightarrow R_T = ۲R$$

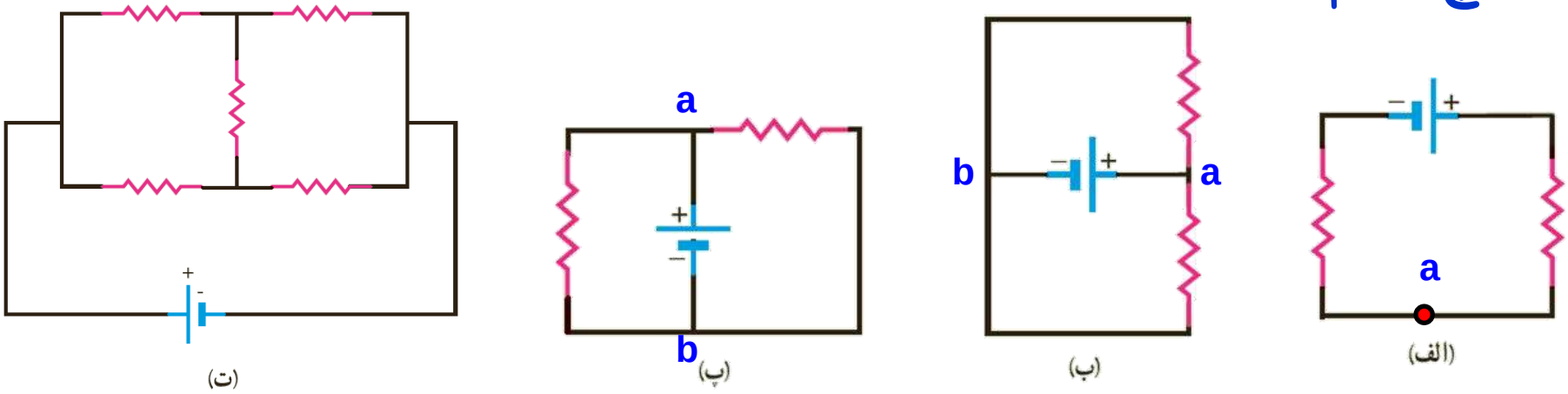


$$\frac{۱}{R'_T} = \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} = \frac{۲}{R} \Rightarrow R'_T = \frac{R}{۲}$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{V^۲}{R'_T}}{\frac{V^۲}{R_T}} = \frac{R_T}{R'_T} = \frac{۲R}{\frac{R}{۲}} \Rightarrow \frac{P'}{P} = ۴$$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۲۰-در شکل های زیر، آیا مقاومت ها به طور متوالی بسته شده اند یا موازی و یا هیچ کدام؟



پاسخ:

درشکل الف مقاومت ها به طور متوالی بسته شده اند.(مقاومت هادریک نقطه یکسان متصل شده اند)

در شکل های ب و پ مقاومت ها به طور موازی بسته شده اند.(دو سرتمام مقاومت‌های دردونقطه a و b متصل شده اند)

در شکل ت مقاومت ها بصورت ترکیبی بسته شده اند.

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

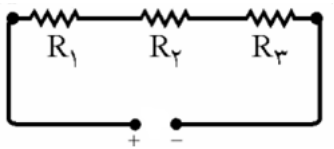
۲۱-سه مقاومت مشابه ۱۲ اُهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگربه طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

$R_۱ = ۱۲\Omega$

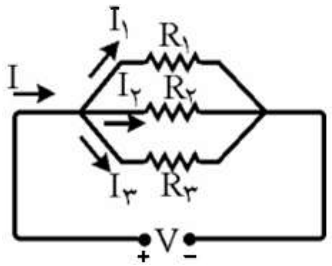
$R_۲ = ۱۲\Omega$

$R_۳ = ۱۲\Omega$

پاسخ:



$$R_T = ۱۲+۱۲+۱۲ \rightarrow R_T = ۳۶\Omega \rightarrow I_۱ = I_۲ = I_۳ = \frac{V}{R_T} = \frac{۱۲}{۳۶} = \frac{۱}{۳}A$$

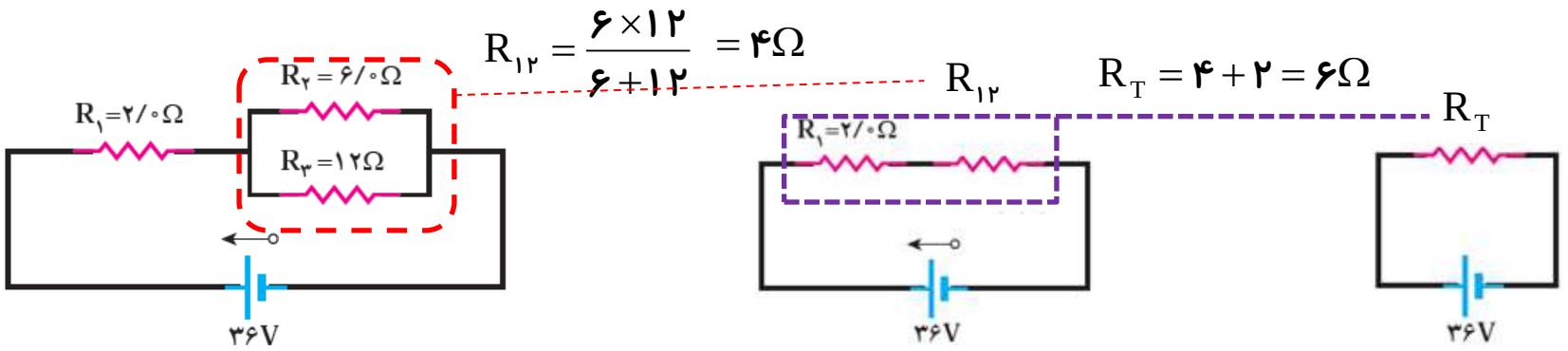


$$I = \frac{V}{R} \begin{cases} I_۱ = \frac{۱۲}{۱۲} = ۱A \\ I_۲ = \frac{۱۲}{۱۲} = ۱A \\ I_۳ = \frac{۱۲}{۱۲} = ۱A \end{cases}$$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۲۲-دو مقاومت موازی۶اُهمی و۱۲اُهمی به طور متوالی به یک مقاومت۲اُهمی وصل شده است.اکنون، مجموعۀمقاومت ها را به دو سریک باتری آرمانی ۳۶ ولتی می بندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ اُهمی را محاسبه کنید.

پاسخ:

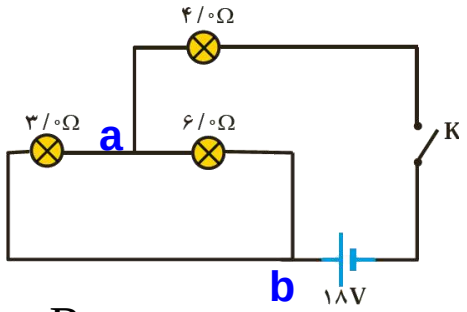


$$I_T = I_۱ = I_{۲۳} = \frac{V}{R_T} = \frac{۳۶}{۶} = ۶A \Rightarrow V_۲ = V_{۲۳} = R_{۲۳}I_{۲۳} \Rightarrow V_{۲۳} = ۶\times۴ = ۲۴V$$

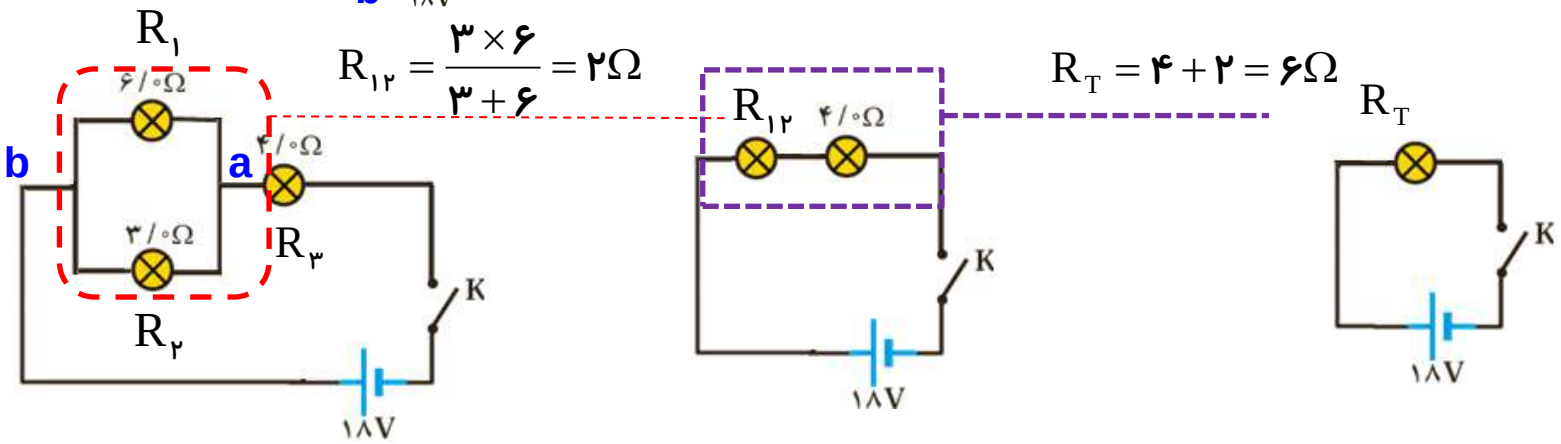
$$P_۲ = \frac{V_{۲۳}^{۲}}{R_۲} \Rightarrow P_۲ = \frac{۲۴^{۲}}{۶} \Rightarrow P_۲ = ۹۶W$$

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۲۳-در شکل زیر، وقتی کلید بسته شود چه جریانی از هر لامپ رشته ای می گذرد؟



پاسخ:



$$I_T = I_۳ = \frac{V}{R_T} = \frac{۱۸}{۶} = ۳A$$

$$V_{۱۲} = R_{۱۲} I_{۱۲} \rightarrow V_{۲۳} = ۲ \times ۳ = ۶V \xrightarrow{V_۱ = V_۲ = V_{۱۲}} \begin{cases} I_۱ = \frac{V_۱}{R_۱} = \frac{۶}{۶} = ۱A \\ I_۲ = \frac{V_۲}{R_۲} = \frac{۶}{۳} = ۲A \end{cases}$$

۶۴ کتاب

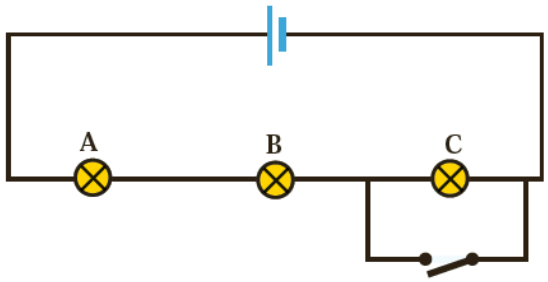
۲۴-لامپ هایA،BوCدرشکل زیرهمگی یکسان اند.با بستن کلید،کدامیک از تغییرات زیردراختلاف پتانسیل رخ می دهد؟(ممکن است بیش از یک پاسخ درست باشد)

الف)اختلاف پتانسیل دو سرAوBتغییرنمی کند.

ب)اختلاف پتانسیل دو سرCبه اندازهٔ ۵۰ ٪ کاهش می یابد.

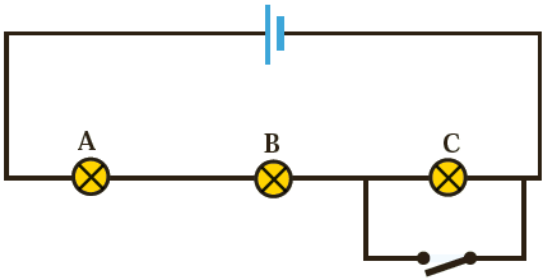
پ)هریک از اختلاف پتانسیل هایAوBبه اندازهٔ ۵۰ ٪ افزایش می یابد.

ت) اختلاف پتانسیل دو سرCبه صفر کاهش می یابد.



پرسش ها و مسئله های فصل۲:

پاسخ:



الف)بابستن کلیدواتصال کوتاه،لامپCازمدارحذف می شودوچون جریان الکتریکی ازمقدار $\frac{\varepsilon}{۳R}$ به $\frac{\varepsilon}{۲R}$ افزایش می یابد اختلاف پتانسیل هرکدام از مقاومت های مشابه AوB از $\frac{\varepsilon}{۳}$ به $\frac{\varepsilon}{۲}$ افزایش می یابد.

نادرست

ب)قبل ازبستن کلید $V_{۱C}=\frac{\varepsilon}{۳}$ وبعدازبستن کلید $V_{۲C}=۰$ می شودیعنی ۱۰۰٪ اختلاف پتانسیلCکاهش می یابد.

نادرست

پ)اختلاف پتانسیل دوسرمقاومت ها از $V_{۱A}=V_{۱B}=\frac{\varepsilon}{۳}$ به $V_{۲A}=V_{۲B}=\frac{\varepsilon}{۲}$ می رسد(۵۰درصد افزایش)می یابد

درست

درصد تغییرات اختلاف پتانسیل $=\frac{V_{۲A}-V_{۱A}}{V_{۱A}}=\frac{\frac{\varepsilon}{۲}-\frac{\varepsilon}{۳}}{\frac{\varepsilon}{۲}}=\frac{\frac{\varepsilon}{۶}}{\frac{\varepsilon}{۲}}=\frac{۳}{۶}\times۱۰۰\%=۵۰\%$

ت)بابستن کلیددوسرمقاومت هم پتانسیل شده و اتصال کوتاه رخ می دهد و اختلاف پتانسیل دوسرآن صفر می شود

درست

پرسش ها و مسئله های فصل۲:

۲۵-در سیم کشی منازل،همهٔمصرف کننده ها به طور موازی متصل می شوند. یک اتوی۱۱۰۰W ،یک نان برشته کن ۱۸۰۰W،پنج لامپ رشته ای۱۰۰ W و یک بخاری۱۱۰۰Wبه پریزهای یک مدار سیم کشی خانگی۲۲۰Vکه حداکثر می تواند جریان۱۵ A را تحمل کند وصل شده اند. آیا این ترکیب مصرف کننده ها باعث پریدن فیوز می شود یا خیر؟

پاسخ:

$P_۱ = ۱۱۰۰W$

$P_۲ = ۱۸۰۰W$

$P_۳ = ۱۰۰W$ ۵لامپ

$P_۴ = ۱۱۰۰W$

$V_۱ = V_۲ = V_۳ = ۲۲۰V$

$I_{max} = ۱۵A$

توان کل $P_T = P_۱ + P_۲ + ۵P_۳ + P_۴$

$P_T = ۱۱۰۰ + ۱۸۰۰ + ۵ \times ۱۰۰ + ۱۱۰۰ = ۴۵۰۰W$

$P_T = VI_T \Rightarrow I_T = \frac{P_T}{V} = \frac{۴۵۰۰}{۲۲۰} = ۲۰/۴۵A$

این جریان بزرگتر ازبیشینهٔجریانی است که مدار قادربه تحمل آن است.بنابراین فیوز خواهد پرید.

پاسخ راه دوم:

مدارسیم کشی موازی است تنهاعاملی که درلامپ هاوبخاری ثابت باقی می ماند.ولتاژ است.

$$P_1 = 1100\,W$$
$$P_2 = 1800\,W$$
$$P_3 = 100\,W \quad \text{۵لامپ}$$
$$P_4 = 1100\,W$$
$$V_1 = V_2 = V_3 = 220\,V$$
$$I_{max} = 15A$$

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P}$$

مقاومت اتوی: $R_1 = \frac{220^2}{1100} = 44\Omega$

مقاومت نان برشته کن: $R_2 = \frac{220^2}{1800} \approx 27\Omega$

مقاومت ۱لامپ: $R_3 = \frac{220^2}{100} = 484\Omega$

مقاومت بخاری: $R_4 = \frac{220^2}{1100} = 44\Omega$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{44} + \frac{1}{27} + \frac{1}{44} + \frac{5}{484}$$

مقاومت ۵لامپ

$$\frac{1}{R_T} = \frac{297 + 484 + 297 + 5 \times 27}{13068}$$

$$R_T \approx 10/77\Omega \Rightarrow I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{220}{10/77} \approx 20/4A$$

این جریان بزرگتر ازبیشینهٔجریانی است که مدار قادربه تحمل آن است.بنابراین فیوز خواهد پرید.

موفق وپیروز باشید

هم کلاسی

Hamkelasi.ir

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها وتمرین ها

فصل سوم(مغناطیس والقای الکترومغناطیسی)

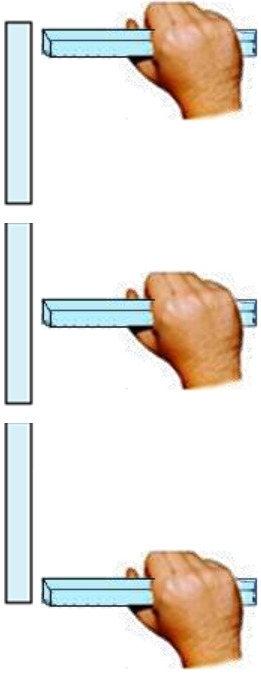
فیزیک یازدهم تجربی

بهمن ۱۳۹۶

اساتیدکارگروه : آقچه لی ، کردکتولی زینالی

پرسش۳- ۱

فرض کنیددو میلهٔکاملاً مشابه،یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید.با گفت وگو درگروه خود، روشی را پیشنهادکنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیلهٔ دیگر، بتوان میله ای را که از جنس آهنرباست مشخص کرد.

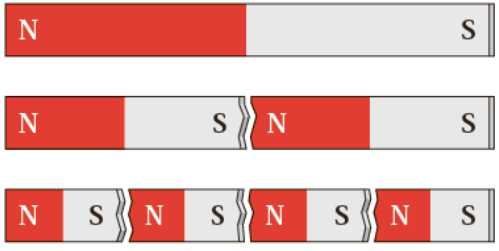


پاسخ:

یکی ازمیله ها را در دست می گیریم ودر سه وضعیت بر ابتدای میله ، وسط میله و انتهای میله می گذاریم اگر ربایش درسه وضعیت یکسان باشد آن میله ای که در دست ماست آهن رباست. اگر ربایش یکسان نباشد یعنی دردو سرمیله خاصیت مغناطیسی زیاد و در وسط خاصیت مغناطیسی بسیار کم باشد آن میله که در دست ماست آهن است.

پرسش۳- ۲

۱ - دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.



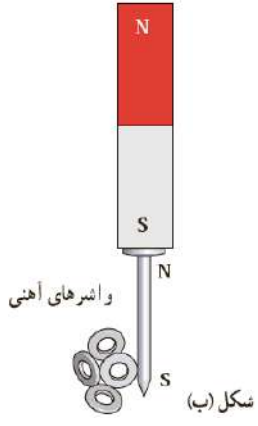
شکل (الف)

پاسخ:

اگرآهنربایی را از وسط نصف کنیم ، هر قسمت دارای دو قطبN و S است و اگر این تقسیم بندی ادامه یابد، به مولکولهایی از آهنربا می رسیم که خاصیت مغناطیسی دارند آنها رادوقطبی مغناطیسی می نامند،این دو قطبی های مغناطیسی منشاء مغناطیسی مواد می باشند.

پرسش۳- ۲

۲-درعلوم هشتم با پدیدۀ القای مغناطیسی آشنا شدید.با توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهیدو بیان کنیدچرا درپدیدۀ القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟



پاسخ:

با نزدیک کردن آهن ربا به یک قطعه آهنی(فرومغناطیس)براثرپدیدۀ القای مغناطیسی در قطعه،قطب های ناهمنام ایجاد می شود، در نتیجه درالقای مغناطیسی همواره قطعه جذب آهن ربا می شود

فعالیت۳-۱

یکی از قطب های یک آهنربای میله ای را به یک عقربهٔ مغناطیسی نزدیک کنیدآنچه را می بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب نما چه اتفاقی می افتد؟ دلیل آن را شرح دهید. در صورتی که قطب نما در اختیار ندارید، یک

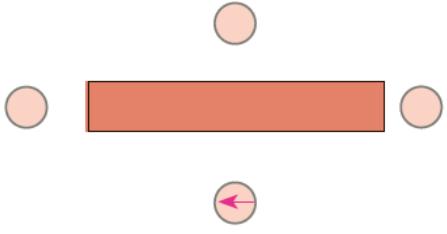
پاسخ:

در این آزمایش با نزدیک کردن آهن ربا به عقربه مغناطیسی می چرخدوپس ازدور کردن در جهت شمال مغناطیسی زمین قرار می گیرد.آهن ربا و قطب نما با قطب های مشخص شده با نزدیک شدن به یکدیگر قطب های ناهمنام همدیگر را می ربایند پس با نزدیک کردن قطبNآهن ربا قطبSقطب نما به سمت آن می چرخدو با دور کردن آهن ربا عقربه قطب نما تحت تاثیر میدان مغناطیسی زمین در راستای تقریبی شمال-جنوب قرار می گیرد

به

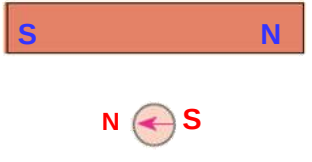
پرسش۳-۳

ا – شکل روبه رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می دهد. (الف)کدام سرآهنربا قطب Nو کدام سر قطب Sاست؟



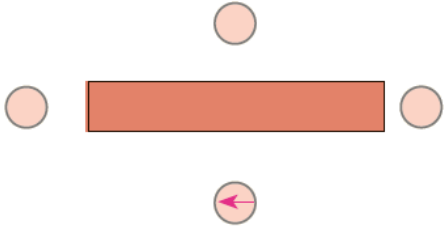
پاسخ:

الف)سمت راست میله قطب Nو سمت چپ میله قطب S است.



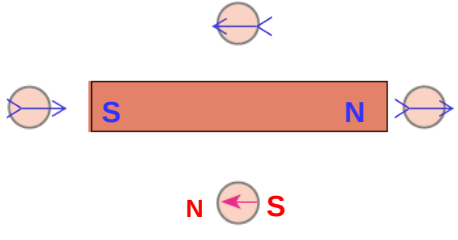
پرسش۳-۳

ا – شکل روبه رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می دهد.(ب)جهت گیری عقربه های مغناطیسی را در دیگر مکان های روی شکل تعیین کنید.



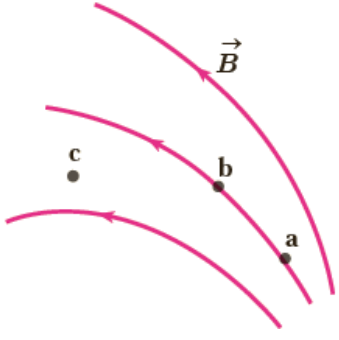
پاسخ:

ب)عقربهٔمغناطیسی همواره مماس برخطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا قرارمی گیرد با داشتن قطب ها و رسم خطوط میدان در خارج آهن ربا(از Nبه S)جهت گیری عقربه را تعیین می کنیم

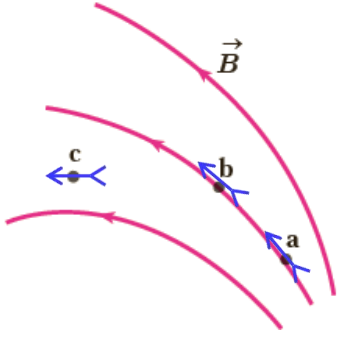


پرسش۳-۳

۲-شکل روبه رو،خط های میدان مغناطیسی درناحیه ای از فضا را نشان می دهد. بردارمیدان مغناطیسی را درهریک از نقطه های روی شکل رسم کنید.به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.



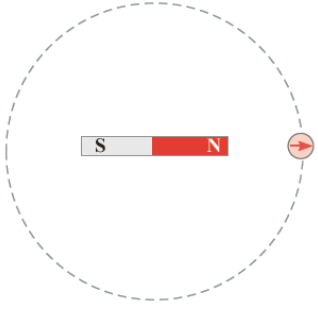
پاسخ:



چون تراکم خطوط میدان مغناطیسی در نقطهٔ a بیشتراز نقطهٔb است پس: $B_a \rangle B_b \rangle B_c$

فعالیت۳- ۲

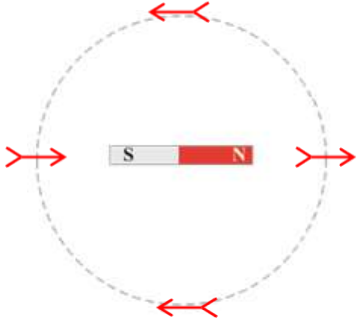
یک آهنربای میله ای را روی سطح افقی میزی قراردهید.یک قطب نما یاعقربهٔ مغناطیسی را مقابل یکی از قطب های آهنربا قرار دهید.روی مسیری دایره ای شکل دور آهنربا،عقربه را به آرامی حرکت دهید(شکل زیر)بررسی کنید پس از یک دور حرکت، عقربه چند درجه می چرخد.



پاسخ:

در هرربع دایره عقربه ۱۸۰درجه می چرخد برای یک حرکت کامل دور دایره،عقربه ۷۲۰ درجه می چرخد

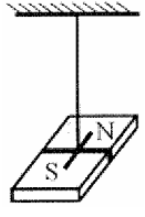
$$۴\times۱۸۰^{\circ}=۷۲۰^{\circ}$$

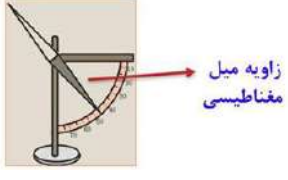


فعالیت۳-۳

وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را ازوسط آن آویزان می کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی گیردو امتدادآن با سطح افقی زمین زاویه می سازد. به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می شود.برای یافتن شیب مغناطیسی محلی که در آن زندگی می کنیددرست به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربهٔ مغناطیسی بزرگ،نخی را ببندید وآن را آویزان کنید. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه ای را اندازه بگیرید که امتدادسوزن یاعقربهٔ مغناطیسی با راستای افق می سازد.عددبه دست آمده،شیب مغناطیسی محل زندگی شماست.چنانچه در آزمایشگاه مدرسه شیب سنج مغناطیسی موجود باشد می توانید از آن نیز استفاده کنید.

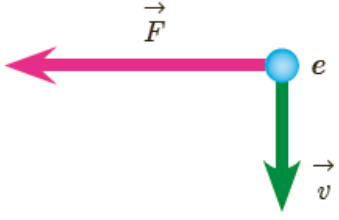
پاسخ:





پرسش۳- ۴

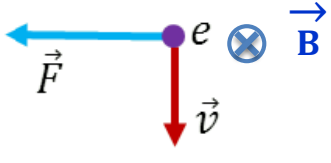
الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل، جهت میدان $\vec{B}$ کدام است؟



☐ بالا ☐ راست ☐درون سو ☐برون سو

پاسخ:

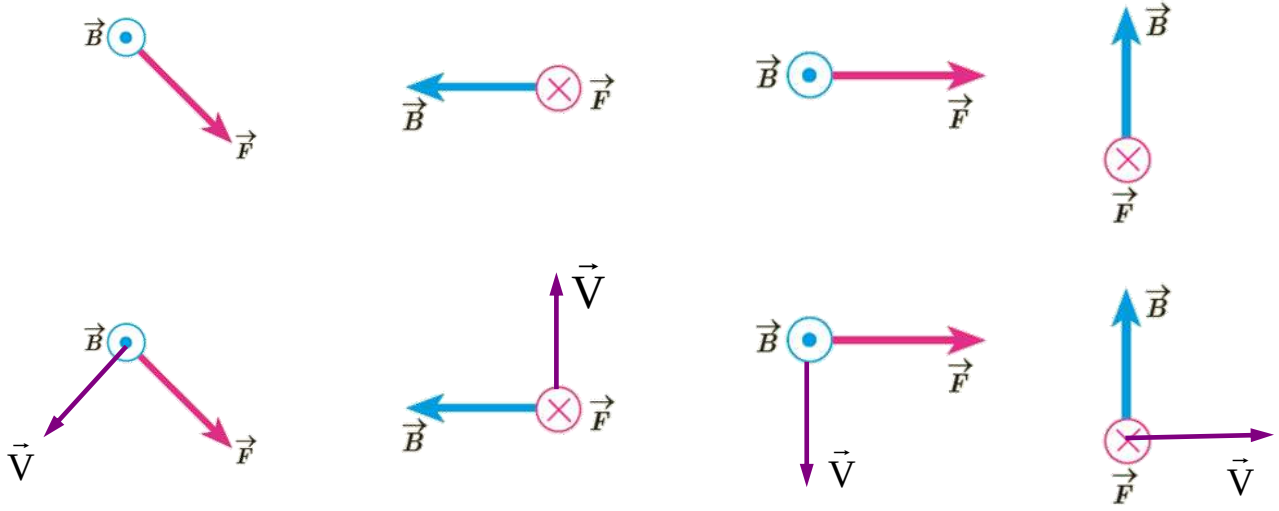
میدان مغناطیسی درون سو



پرسش۳- ۴

۷-نیروی مغناطیسی F واردبر الکترونی که در میدان مغناطیسی B در حرکت است، در شکل زیر،نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛درهریک از حالت های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.

پاسخ:



تمرین۳- ۱

۱-برپروتونی که با زاویهٔ $\theta=۳۰^\circ$نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $B = ۳۲۰\,G$ درحرکت است نیرویی به اندازهٔ $F = ۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}\,N$واردمی شود. تندی پروتون چند کیلومتربرثانیه است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} |q| = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,c \\ \theta = ۳۰^\circ \\ B = ۳۲۰\times۱۰^{-۴}\,T \\ F = ۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}\,N \\ V = ? \end{cases}$$

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

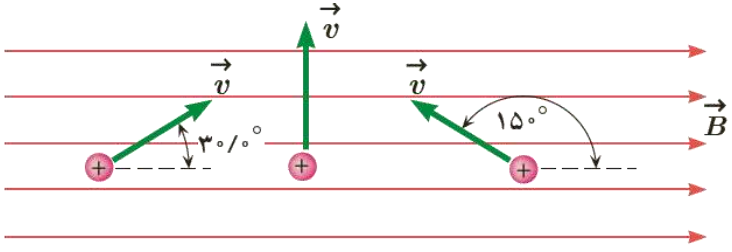
$$v = \frac{F}{|q|B\sin\theta}$$

$$v = \frac{۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۳۲۰\times۱۰^{-۴}\sin۳۰^\circ}$$

$$v = ۲\times۱۰^{۷}\,\frac{m}{s} = ۲\times۱۰^{۴}\,\frac{km}{s}$$

تمرین۳- ۱

۲- سه ذرّه، هر کدام با بار $q = ۶/۱۵\mu C$ و تندی $v = ۴۶ m/s$، درمیدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $B = ./۱۶۵ T$ در حرکت اند(شکل زیر)اندازهٔ نیروی واردبر هر ذرّه را حساب کنید.



پاسخ:

$$\sin(\pi-\theta)=\sin\theta$$

$$\sin(۱۸۰-۳۰)=\sin ۳۰=./۵$$

$|q| = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\,c$

$V = ۴۶\,\frac{m}{s}$

$B = ./۱۶۵ T$ $\quad F=|q|vB\sin\theta$

$F = ?$

$\theta_۱ = ۳۰^\circ \Rightarrow F_۱ = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times./۱۶۵\sin ۳۰^\circ \Rightarrow F_۱ \approx ۲/۳۳\times۱۰^{-۵}\,N$

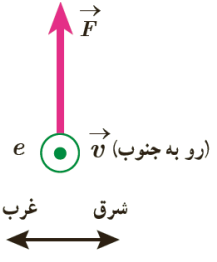
$\theta_۲ = ۹۰^\circ \Rightarrow F_۲ = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times./۱۶۵\sin ۹۰^\circ \Rightarrow F_۲ \approx ۴/۶۷\times۱۰^{-۵}\,N$

$\theta_۳ = ۱۵۰^\circ \Rightarrow F_۳ = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times./۱۶۵\sin(۱۸۰-۳۰^\circ) \Rightarrow F_۳ \approx ۲/۳۳\times۱۰^{-۵}\,N$

تمرین۳- ۱

۳-الکترونی با تندی $۲/۴ \times ۱۰^{۵} m/s$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازهٔنیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. الف)اگر جهت این نیروی بیشینه، رو به بالا و اندازهٔ آن برابر $۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴} N$باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.
ب)اندازهٔ میدان الکتریکی چقدرباشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟

پاسخ:



$$\begin{cases} V = ۲/۴ \times ۱۰^{۵} \frac{m}{s} \\ \sin ۹۰ = ۱ \\ q = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C \\ F_{MAX} = ۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴} N \\ B = ? \\ E = ? \end{cases}$$

$$F = qvB\sin\alpha$$

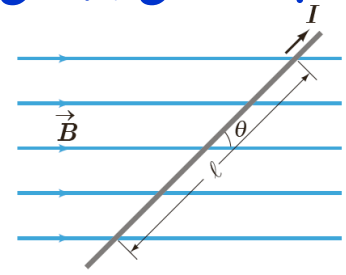
$$B = \frac{F_{MAX}}{qv\sin ۹۰}$$

$$B = \frac{۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۲/۴ \times ۱۰^{۵} \times ۱} \Rightarrow B = ۱/۷۷T$$ در جهت غرب

$$F = Eq \Rightarrow E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴/۲۵ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$$

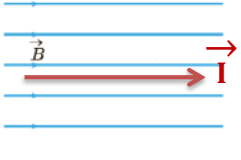
پرسش۳-۵

۱-اگر در شکل ۳-۱۳ سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می شود؟

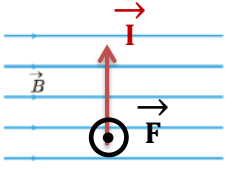


پاسخ:

$$\left.\begin{array}{l} F = BIL\sin\alpha \\ \alpha = ۰^\circ \end{array}\right\} \quad F = BIL \times ۰ = ۰N$$



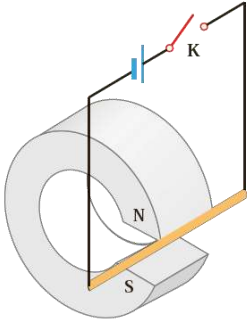
$$\left.\begin{array}{l} \alpha = ۹۰^\circ \\ \sin ۹۰ = ۱ \end{array}\right\} \quad F_{max} = BIL\sin ۹۰ = BIL$$



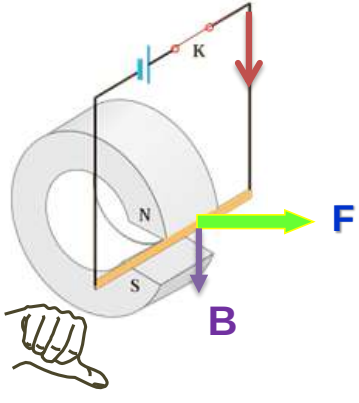
در حالتی که سیم در امتداد میدان مغناطیسی قرار بگیرد نیرو صفر است و در صورتی که عمود به میدان باشد بیشینه می شود

پرسش۳-۵

۲-یک میلهٔرسانا به پایانه های یک باتری وصل شده و مطابق شکل درفضای بین قطب های یک آهنربایCشکل آویزان شده است ومی تواندآزادانه نوسان کند. با بستن کلید K، چه اتفاقی برای میلهٔ رسانا رخ می دهد؟ توضیح دهید.



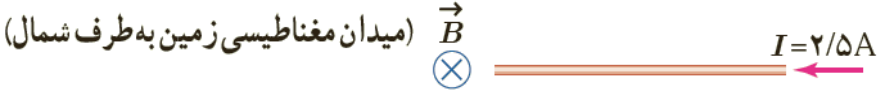
پاسخ:



با توجه به جهت جریان در میله و جهت میدان مغناطیسی در فضای بین قطب های آهنربا، از قاعدهٔدست راست جهت نیروی وارد بر میله را پیدا کنیدبا بستن کلیدk میله به ، طرف راست حرکت می کند.

تمرین۳- ۲

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



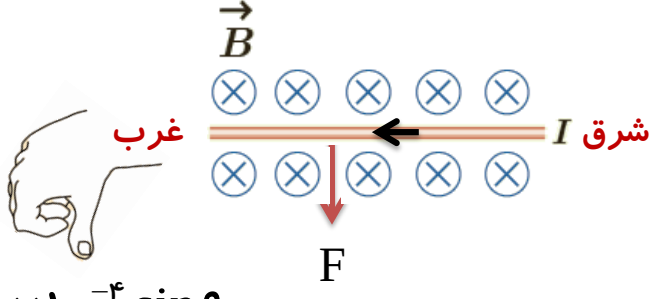
پاسخ:

$$\begin{cases} L = ۲/۴m \\ I = ۲/۵A \\ B = ./۴۵ \times ۱۰^{-۴} T \\ F = ? \\ \alpha = ۹۰^{\circ} \end{cases}$$

$$F = BIL\sin\alpha$$

$$F = ۲/۴ \times ۲/۵ \times ./۴۵ \times ۱۰^{-۴} \sin ۹۰$$

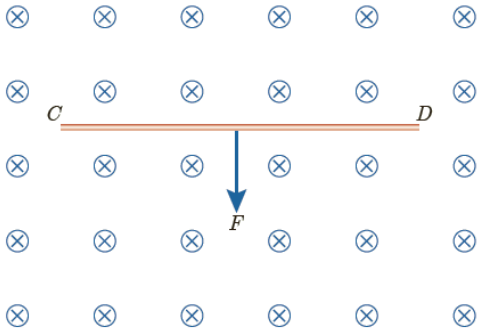
$$F = ۲/۷ \times ۱۰^{-۴} N$$



تمرین۳- ۲

۲-سیم رسانایCDبه طول۲mمطابق شکل زیر عمود برمیدان مغناطیسی درون سو با اندازهٔ T ۰/۵قرار گرفته است؛ اگراندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر۱N باشد، جهت ومقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.

پاسخ:

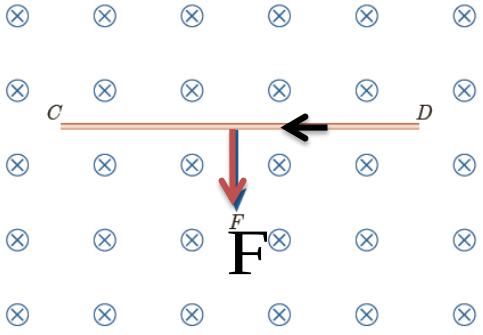


$$\begin{cases} L = ۲m \\ B = ./۵T \\ F = ۱N \\ \alpha = ۹۰^{\circ} \\ I = ? \end{cases}$$

$$۱ = ./۵ \times I \times ۲ \sin ۹۰$$

$$۱ = I \sin ۹۰$$

$$I = ۱A$$

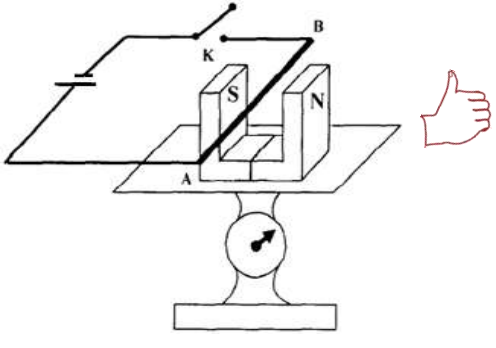


فعالیت۳- ۴

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

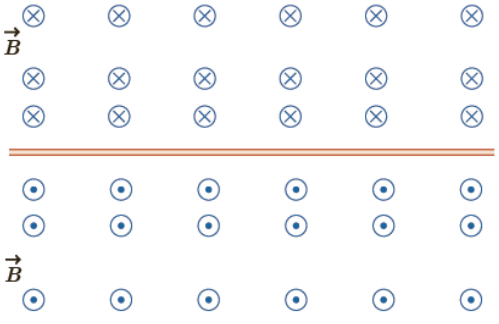
پاسخ:

مطابق شکل سیم را در دهانهٔ یک آهنربای نعلی شکل قرار می دهیم عددی که نیروسنج نشان می دهدبرابر وزن آهنرباست. پس از وصل کلید عددی که نیروسنج نشان می دهد تغییرکرده وافزایش می یابد.مقدارتغییر عدد ترازو نشان دهندهٔ نیرویی است که میدان و سیم به هم وارد می کنند.

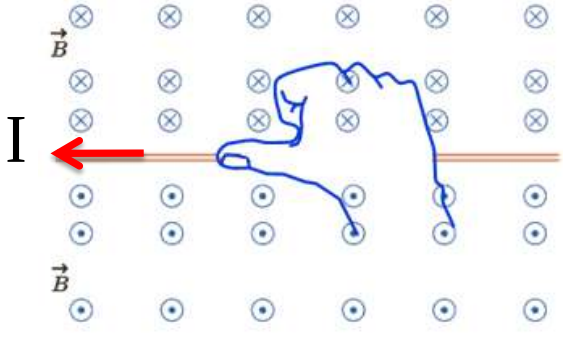


پرسش۳- ۶

شکل روبه رو، جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم افقی و مستقیم حامل جریان را نشان می دهد. در ناحیهٔبالای سیم، جهت میدان مغناطیسی درون سو و در ناحیهٔ پایین آن برون سو است. جهت جریان را در سیم تعیین کنید.



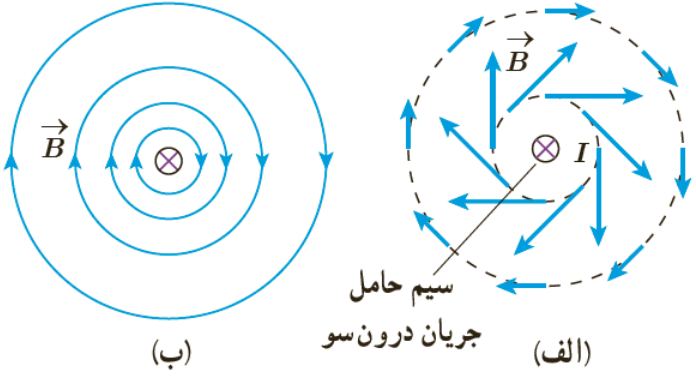
پاسخ:



جهت جریان با توجه به قاعده دست راست به سمت چپ می باشد

پرسش۳-۷

۱-دریافت خود را از شکل های الف وب بیان کنید.دربیان خود،به چگونگی تغییر جهت و اندازهٔ میدان $\vec{B}$ در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.



پاسخ:

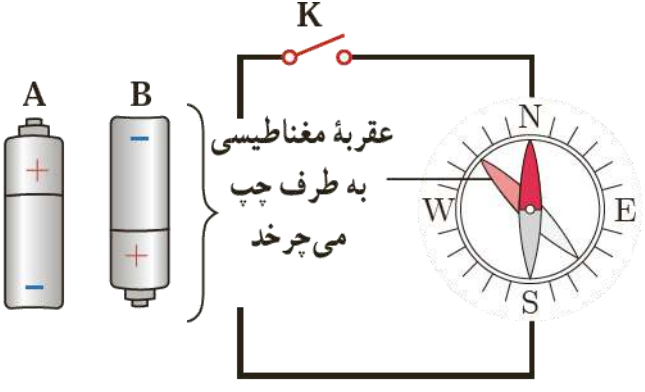
الف)بردار میدان مغناطیسی درهرنقطه مماس وهم جهت با خط میدان درآن نقطه است درفاصله های مساوی از سیم اندازه میدان یکسان است . وبادور شدن ازسیم اندازه میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان کاهش یافته است

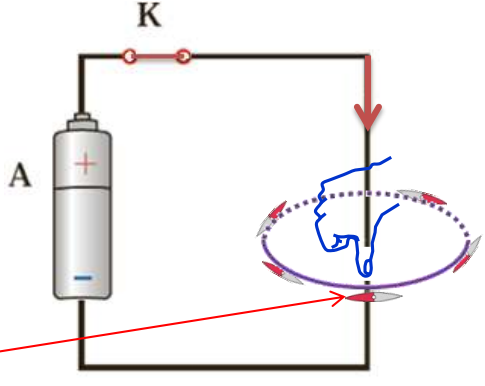
ب)جهت میدان مغناطیسی طبق قانون دست راست مشخص می شود.میدان مغناطیسی دراطراف سیم بصورت دایره های متحد المرکز است ودر نزدیک سیم خطوط میدان بهم نزدیکتر و میدان قویتر است و بالعکس

پرسش۳-۷

۲-کدام باتری را درمدار شکل زیرقراردهیم تا پس ازبستن کلیدK، عقربه قطب نما که روی سیم قرار دارد، در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت شروع به چرخش کند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

پاسخ:



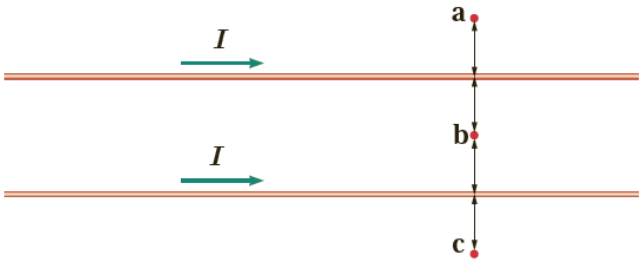


عقربهٔ روی سیم قراردارد

با توجه به جهت قراردادی جریان باتری A باید درمدار قرار گیرد تا عقربهٔ مغناطیسی روی سیم به طرف چپ بچرخد.

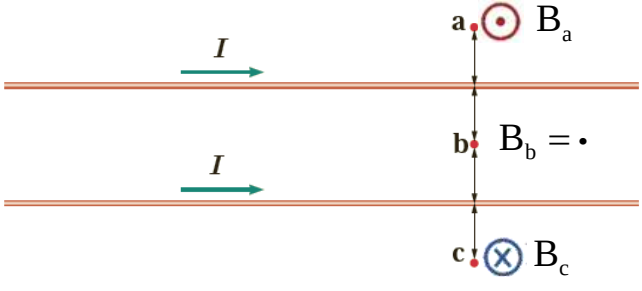
پرسش۳-۷

۳-جهت میدان مغناطیسی برایند(خالص)را ناشی از سیم های موازی و بلند حامل جریان را درهر یک از نقطه های b، a و c پیدا کنید. نقطهٔ bدر فاصلهٔ مساوی از دو سیم قرار دارد.



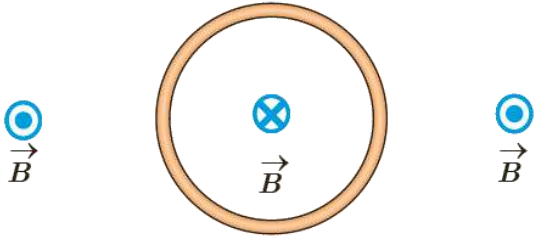
پاسخ:

میدان مغناطیسی برآیندرنقطه های a،bوcبه ترتیب برون سو،صفرودرن سو می باشد.



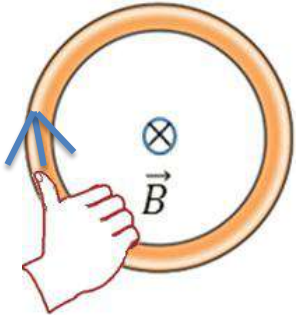
پرسش۳- ۸

شکل روبه رو،یک حلقهٔحامل جریان را نشان می دهدکه جهت خط های میدان مغناطیسی درون وبیرون آن نشان داده شده است.جهت جریان را دراین حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

جهت جریان ساعتگرد



تمرین۳- ۳

سیملوله ای آرمانی به طول۴۰cmچنان طراحی شده است که جریان بیشینه ای به شدّت۱/۲Aمی تواندازآن بگذرد.با عبوراین جریان ازسیملوله،اندازهٔ میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه ها۲۷۰G می شود. تعداد دورهای سیملوله چقدر باید باشد؟

پاسخ:

$$\begin{cases} L = ./۴m \\ I = ۱/۲A \\ B = ۲۷۰\times ۱۰^{-۴}T \\ N = ۲۰۰۰ \end{cases}$$

$$B = \mu_{.}\frac{N}{L}I \quad (N\ ?)$$

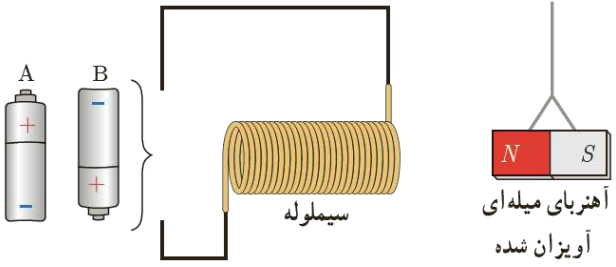
$$N = \frac{BL}{\mu_{.}I}$$

$$N = \frac{۲۷۰\times ۱۰^{-۴}\times ./۴}{۴\times ۳/۱۴\times ۱۰^{-۷}\times ۱/۲}$$

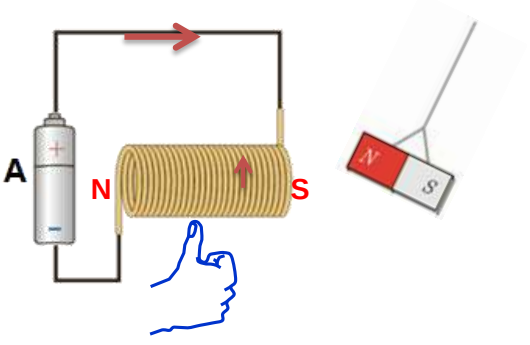
$$N \approx ۷۱۶۵$$

پرسش۳- ۹

کدام باتری را درمدارشکل زیر قرار دهیم تا آهنربای میله ای آویزان شده به طرف سیملوله جذب شود؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



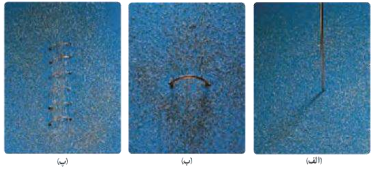
پاسخ:



برای جذب شدن آهن ربا به سمت سیملوله باید قطب نزدیک سیملوله S باشدباتوجه به قاعده دست راست جریان از بالا باید وارد سیملوله شده وازپایین خارج شود که این جریان را باتری A می تواند ایجاد کند.

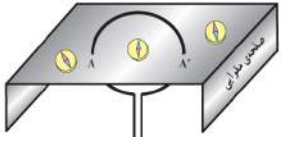
فعالیت۳-۵

آزمایشی را طراحی و اجرا کنیدکه به کمک آن بتوان با استفاده از برادهٔآهن، طرح خط های میدان مغناطیسی را در اطراف یک سیم بلند(شکل الف)، یک حلقهٔ دایره ای (شکل ب) و یک سیملولهٔ حامل جریان(شکل پ) ایجاد کرد.

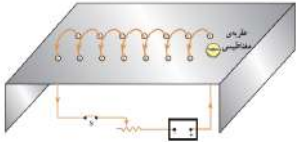


پاسخ:

تعدادی عقربه مغناطیسی(یا براده های آهن) در اطراف سیم راست حامل جریان الکتریکی قرار دهیم،ملاحظه می شود عقربه مغناطیسی(یا براده های آهن) دراطراف سیم،روی مسیرهای دایره ای جهت گیری می کنند.



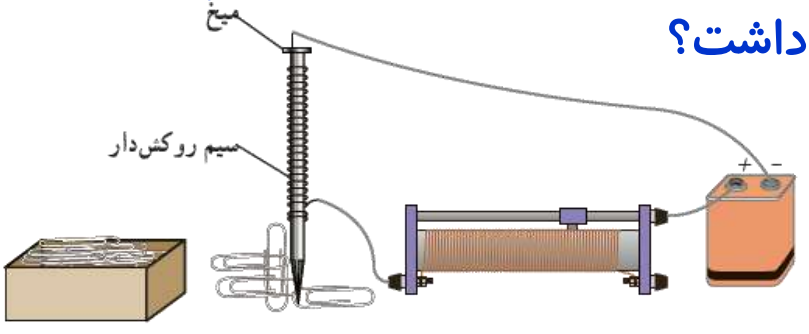
یک مقوا را ازوسط حلقهٔدایره ای حامل جریان عبور می دهیم سپس تعدادی عقربه مغناطیسی مطابق شکل دراطراف حلقهٔقرار می دهیم،می بینیم جهت عقربه درداخل وخارج حلقهٔ مخالف هم خواهند بود



در داخل سیم لوله براده ای آهن هم ردیف شده و خطوط موازی تشکیل داده اند که نشان دهنده میدان یکنواخت در درون سیم لوله دور از لبه هااست و تجمع براده ها در داخل سیم لوله بیشتر از خارج آن است که نشان دهنده میدان مغناطیسی قوی در داخل سیملوله است

فعالیت۳- ۶

قسمتی از سیم نازک روکش داری را دورمیخ آهنی نسبتاً بلندی بپیچیدومداری مطابق شکل تشکیل دهید. با تغییر مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار را تغییر دهید. الف)بررسی کنید برای جریان های متفاوت،آهنربای الکتریکی چه تعداد گیره فلزی رامی تواند بلند کند. ب) اگر تعداد دورهای سیم دوبرابر شود، نتیجهٔ کار چه تفاوتی خواهد داشت؟



پاسخ:

الف)اگر جریان عبوری از سیملوله زیاد باشد ،چون میدان مغناطیسی ایجاد شده درمیخ آهنی افزایش می یابد، درنتیجه تعدادگیره های بیشتری جذب می کند.وبا کاهش جریان نیز میدان مغناطیسی کاهش یافته وگیره های کمتری جذب می کند

ب)چون میدان مغناطیسی با تعداد دورها متناسب است پس با افزایش تعداد دورها ، میدان مغناطیسی نیز افزایش یافته و تعداد گیره های بیشتری جذب خواهد کرد.

فعالیت۳- ۷

یک لولهٔ آزمایش را تا نزدیکی لبهٔ آن از الکل طبی(اتانول ۹۶ درجه)پر کنید. درلوله را ببندید و آن را به طور 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 گفت وگو بگذارید.

پاسخ:

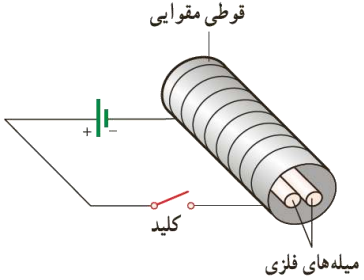
در این آزمایش الکل دیامغناطیس توسط آهن ربا رانده می شود و این رانده شدن سبب جذب حباب درون الکل به آهن ربا خواهد شد .

پرسش۳- ۱۰

دو میلهٔ فلزی بلند مطابق شکل روبه رو درون سیملوله ای که دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است قرار دارند.با بستن کلیدوعبور جریان از این سیملوله،مشاهده می شودکه دو میله از یکدیگردور می شوند. وقتی کلید باز وجریان در مدار قطع می شود، میله ها به محل اولیه باز می گردند.

الف) چرا با عبور جریان از پیچه، میله ها از یکدیگر دور می شوند؟

ب)با دلیل توضیح دهید میله های فلزی از نظر مغناطیسی در کدام دسته قرار می گیرند.



پاسخ:

الف)براثرعبور جریان ازسیملوله،میدان مغناطیسی درون پیچه، سبب مغناطیسی شدن میله ها ودرنتیجه دور شدن آنها از هم می شود. ب)چون پس از بستن کلید میله ها از هم دور شده اند،بایدازجنس فرومغناطیس نرم باشند. توجه کنید پس از باز کردن کلید، دوباره میله ها به محل اولیه برمی گردند و این نشان می دهد که پس از باز کردن کلیدمیله ها خاصیت مغناطیسی را در خود نگه نمی دارند و از جنس فرومغناطیس نرم هستند.

تمرین۳-۴

الف)حلقه ای به مساحت $25cm^2$درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازهٔ $0/03T$ قراردارد(شکل الف)شارمغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.ب)اگر مطابق شکل ب وبدون تغییر $\vec{B}$،مساحت سطح حلقه رابه $10cm^2$برسانیم، شار مغناطیسی عبوری ازحلقه رادراین وضعیت به دست آورید.پ)اگراین تغییرشاردربازهٔزمانی$\Delta t=0/2s$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.

پاسخ:

$$A_1=25\times10^{-4}\,m^2$$

$$B=0/03T \qquad \phi=BA\cos\theta$$

$$\theta=0^\circ$$

الف

$$\phi_1=? \;\Rightarrow\; \phi_1=0/03\times25\times10^{-4}\times\cos0^\circ \;\Rightarrow\; \phi_1=7/5\times10^{-5}\,wb$$

$$A_2=10\times10^{-4}\,m^2$$

ب

$$\phi_2=? \;\Rightarrow\; \phi_2=0/03\times10\times10^{-4}\times\cos0^\circ \;\Rightarrow\; \phi_2=3\times10^{-5}\,wb$$

$$\Delta t=0/2s$$

پ

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=? \;\Rightarrow\; \frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{3\times10^{-5}-7/5\times10^{-5}}{0/2} \;\Rightarrow\; \frac{\Delta\phi}{\Delta t}=-22/5\times10^{-5}\,\frac{wb}{s}$$

پرسش۳-۱۱

کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه(Wb/s) است؟

V/A □ V □ A □ Ω □

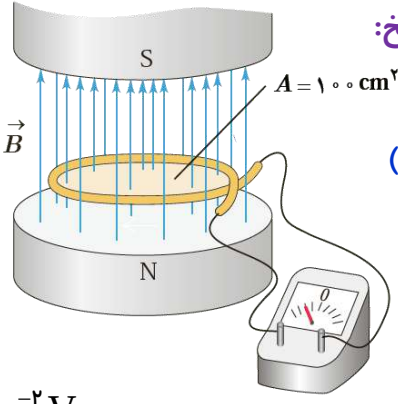
پاسخ:

ولت V

تمرین۳-۵

۱-میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبه روکه برسطح حلقه عمود است با زمان تغییر می کند و در مدت۰/۴۵s از۰/۲۸T ، رو به بالا،به۰/۱۷T ، رو به پایین می رسد. در این مدت،الف)نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.ب)اگر مقاومت حلقه۱۰ Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

پاسخ:



$N = ۱$

$\theta = ۰^\circ$

$\Delta t = ۰/۴۵s$

$B_۱ = ۰/۲۸T$

$B_۲ = -۰/۱۷T$

$A_۱ = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}\ m^۲$

$\bar{\varepsilon} = ?$ ➡

$R = ۱۰\Omega$

$\bar{I} = ?$ ➡

الف)

$$\Delta B = B_۲ - B_۱ = -۰/۱۷ - ۰/۲۸ = -۰/۴۵T$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{Bمتغییر}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱ \times ۱۰^{-۲} \times \frac{-۰/۴۵}{۰/۴۵} \times \cos ۰^\circ \Rightarrow \bar{\varepsilon} = ۱۰^{-۲}V$$

ب)

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{I} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰} \Rightarrow \bar{I} = ۱۰^{-۳}A = ۱mA$$

تمرین ۳-۵

۲-مساحت هرحلقهٔ پیچه ای $۳۰\,cm^۲$وپیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگردر مدت $۰/۰۲\,s$ پیچه بچرخدوسطح حلقه ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود،نیروی محرکهٔ متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازهٔ میدان زمین را $۰/۵\,G$ درنظر بگیرید.

پاسخ:

$$A = ۳۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$$

$$N = ۱۰۰۰$$

$$\alpha_۱ = ۹۰^\circ \rightarrow \theta_۱ = ۰^\circ$$

$$B = ./۵\times۱۰^{-۴}\,T$$

$$\Delta t = ./۰۲\,s$$

$$\alpha_۲ = ۰^\circ \rightarrow \theta_۲ = ۹۰^\circ$$

$$\bar{\varepsilon} = ?$$

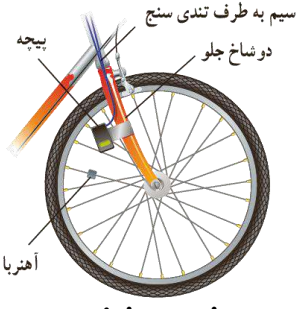
$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\theta\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = -NAB\frac{(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰\times۳۰\times۱۰^{-۴}\times./۵\times۱۰^{-۴}\times\frac{(\cos۹۰^\circ - \cos۰^\circ)}{./۰۲}$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱۵\times۱۰^{-۵}\times\frac{(۰-۱)}{./۰۲} \rightarrow \bar{\varepsilon} = ۷/۵\times۱۰^{-۳}\,v$$

پرسش۳-۱۲

تندی سنج دوچرخه های مسابقه ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است.آهنربا به یکی از پره های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است(شکل زیر)دو سر پیچه با سیم های رسانا به نمایشگر تندی سنج(که در واقع نوعی رایانهٔ کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی سنج دوچرخه چگونه کار می کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت و گو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید

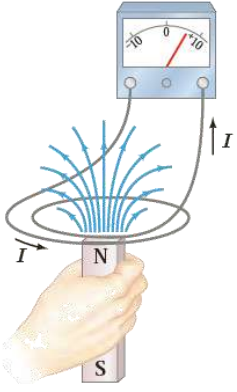


پاسخ:

عبورآهنربا ازجلوی پیچهٔمتصل به دوشاخ جلوی دوچرخه،سبب تغییرشارمغناطیسی عبوری ازپیچه ودرنتیجه القای جریان می شود.این جریان توسط یک رایانهٔکوچک خوانده می شود وباتوجه به تعدادمرتبه ای که این جریان القایی دریک زمان مشخص(مثلاً یک دقیقه)توسط رایانه ثبت می شود و همچنین با توجه به قطر چرخ که در رایانه وجود دارد، سرعت سنج دوچرخه کار می کند.

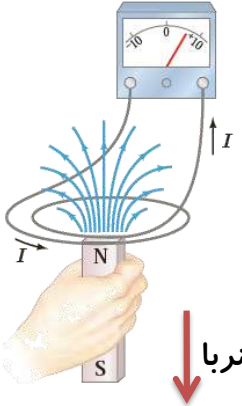
پرسش۳-۱۳

۱-با توجه به جهت جریان القایی در مدار شکل الف،توضیح دهید که آیا آهنربا رو به بالا حرکت می کند یا رو به پایین.



(الف)

پاسخ:



حرکت آهنربا

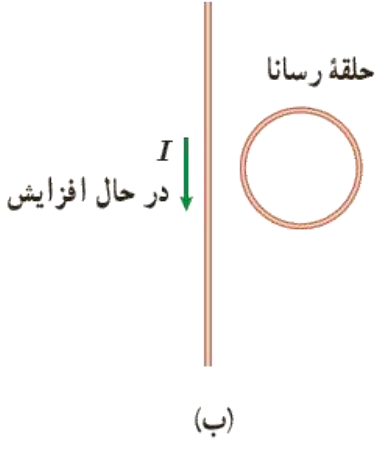
(الف)

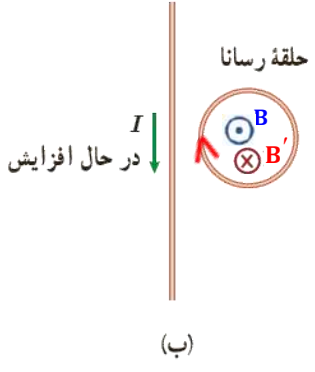
درشکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل(ب) جهت جریان القایی را در حلقهٔ ساعتگرد است.

پرسش۳-۱۳

۲-شکل ب سیم بلند ومستقیمی را نشان می دهد که جریان عبوری از آن در حال افزایش است. جهت جریان القایی رادرحلقهٔ رسانای مجاور سیم تعیین کنید.

پاسخ:

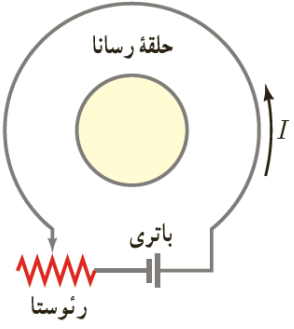




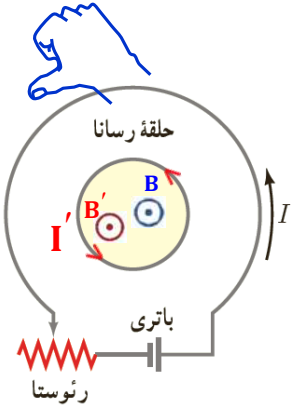
درشکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل(ب) جهت جریان القایی را در حلقهٔ ساعتگرد است.

پرسش۳-۱۳

۳-اگر درمدار شکل زیرمقاومت رئوستا افزایش یابد،جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجادمی شود؟

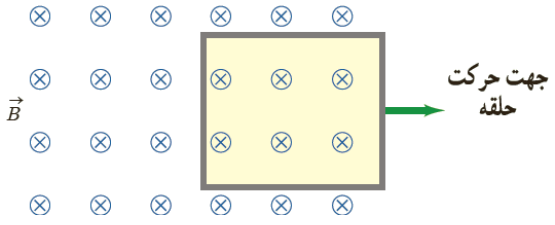


پاسخ:

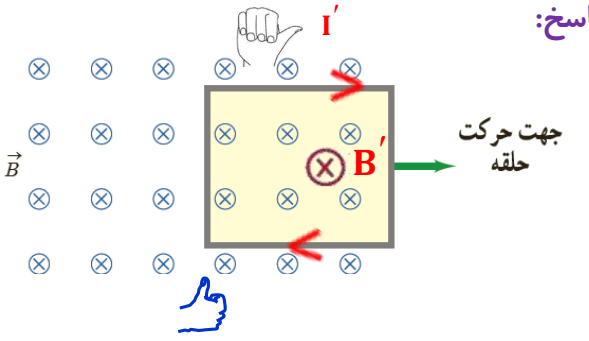


با افزایش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدارکاهش می یابدودر نتیجه شار عبوری از حلقهٔ رسانا نیز کاهش می یابد. با توجه به جهت جریان و میدان مغناطیسی ناشی از مدار، جریان القایی در جهت پادساعتگرد در حلقهٔ رسانا به وجود می آید.

۴-حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می کشیم و ازمیدان مغناطیسی درون سویی خارج می کنیم.جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



پاسخ:



با خروج قاب میدان مغناطیسی وشار عبوری ازآن کاهش می یابد وطبق قانون لنز برای مخالفت با تغییرشار،B' القا شده در مرکز قاب هم جهت با B و جریان القایی ساعتگرد است.

تمرین۳-۶

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است.الف) جریان در دو لحظهٔ $t_۱=۲ms$ و $t_۲=۸ms$ چقدراست؟

پاسخ:

الف)

$$\left.\begin{aligned} I &= ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t &= ۲\times۱۰^{-۳}s \end{aligned}\right\} I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۲\times۱۰^{-۳} = ۴\times۱۰^{-۳}\sin\frac{\pi}{۲} = ۴\times۱۰^{-۳}A$$

$$\left.\begin{aligned} I &= ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t &= ۸\times۱۰^{-۳}s \end{aligned}\right\} I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۸\times۱۰^{-۳} = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲\pi = ۰$$

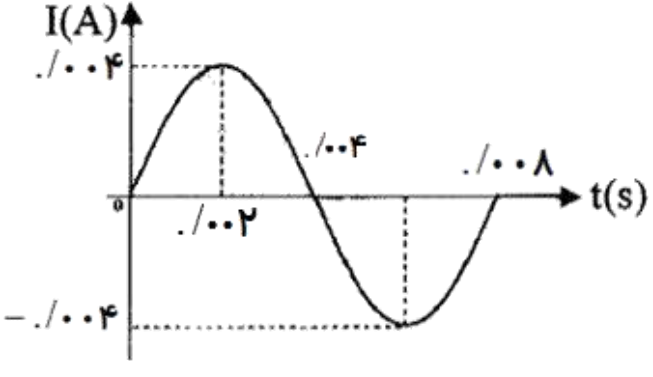
تمرین۳-۶

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است. ب)دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان زمان را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

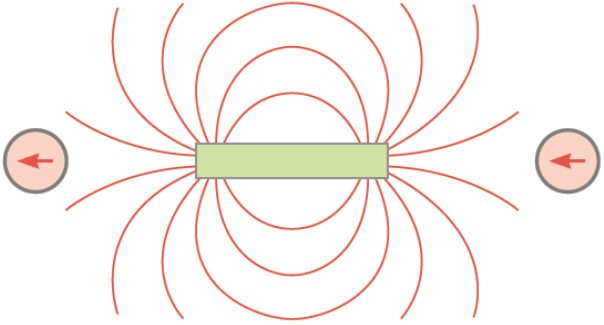
پاسخ:

$$I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t$$

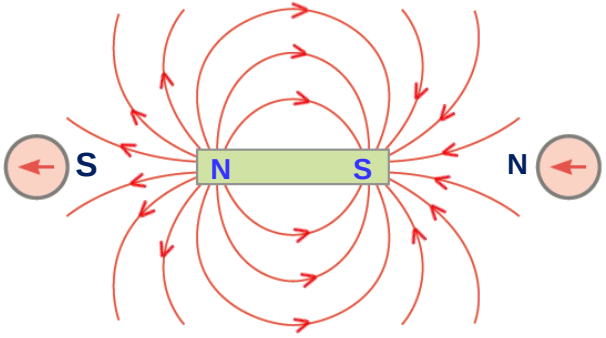
$$۲۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۲۵۰\pi} = ./۰۰۸s$$



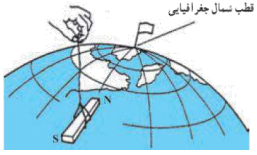
۱-با توجه به جهت گیری عقربه های مغناطیسی در شکل زیر،قطب های آهنربای میله ای و جهت خط های میدان مغناطیسی را تعیین کنید



پاسخ:



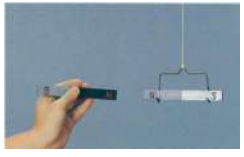
۲-الف)آهنربای میله ای با قطب های نامشخص دراختیارداریم.دست کم دو روش را برای تعیین قطب های این آهنربا بیان کنید.



پاسخ:

۱-با نخ آویزان کردن

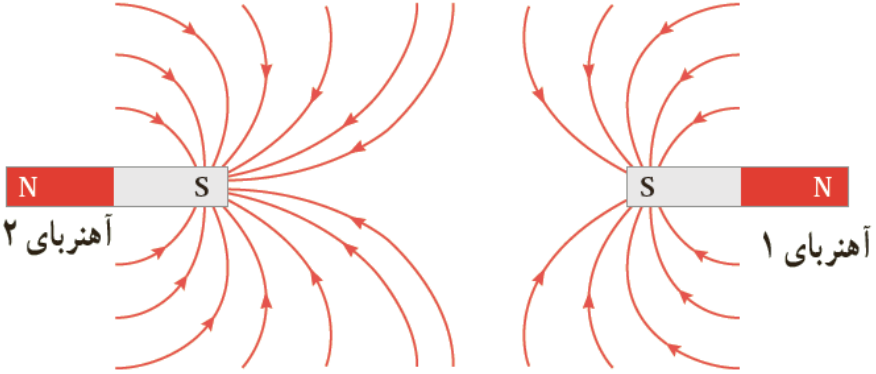
آهن ربا رابانخ آویزان می کنیم پس از چند نوسان درامتداد شمال و جنوب جغرافیایی می ایستد قطبی که طرف شمال رانشان می دهد N و طرف دیگرS است.



۲-استفاده از یک آهن ربای باقطب معلوم

آهنربایی که قطب های مشخص دارد به آن نزدیک و از روی تاثیر قطب های N و S بر یکدیگر قطب های آهن ربا مشخص می شود.

۲-ب)خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیرنشان داده شده است. اندازهٔ میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب های آهنرباها با هم مقایسه کنید.



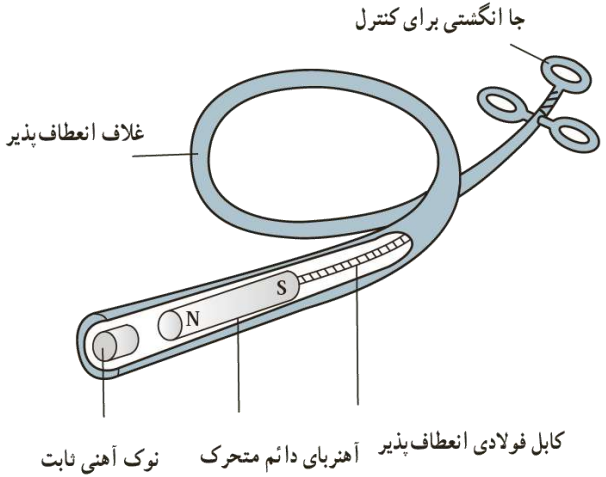
پاسخ:

چون تعدادخطوط و تراکم خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربای ۲بیشترازتراکم خطوط میدان آهن ربای ۱ است پس $B_{۱} \rangle B_{۲}$ است

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

الف)هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می شود چه اتفاقی می افتد؟

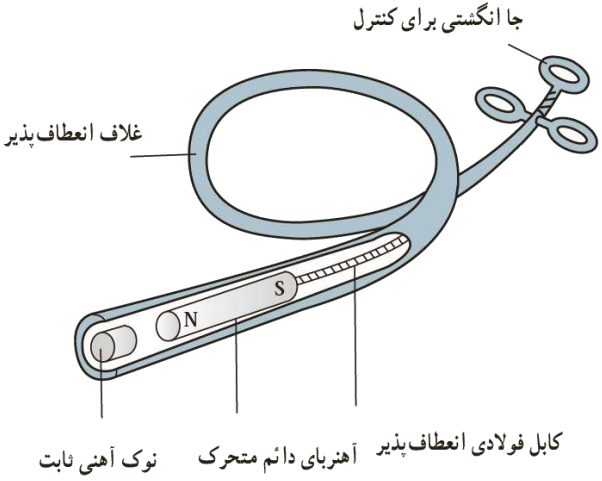


پاسخ:

الف) در اثر القای مغناطیسی ،نوک ثابت آهنی ،آهن ربا می شود

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

ب)ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟

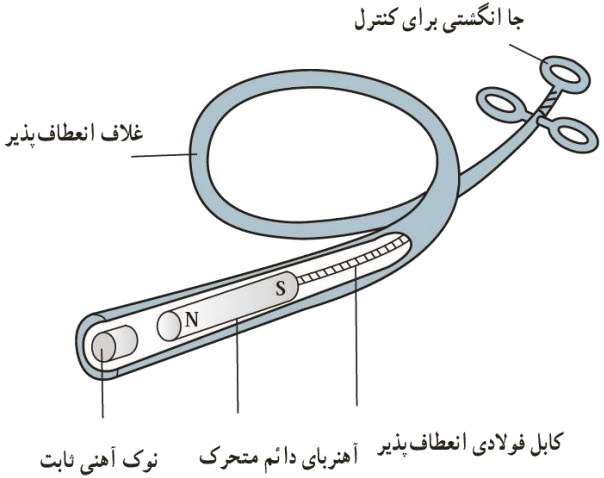


پاسخ:

ب)نوک ثابت ازجنس آهنی،بانزدیک کردن آهن ربای دائمی به آن سریعاًخاصیت مغناطیسی پیدا می کند وبا دور کردن آهن ربای دائمی خاصیت آهن ربایی خود را به سرعت از دست می دهد.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد. پ)این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلزبلعیده شده هدایت کرد؛چرا غلاف باید انعطاف پذیر باشد؟

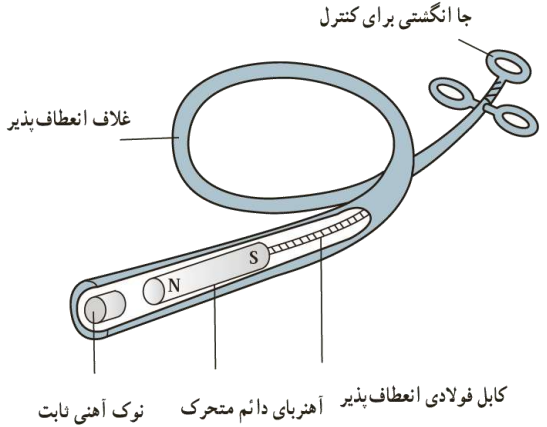


پاسخ:

پ)چون مجرای گوارشی انحنا دارد،این غلاف باید بتواند بدون آسیب به این مجرا وارد آن شود،درنتیجه باید انعطاف پذیر باشد.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

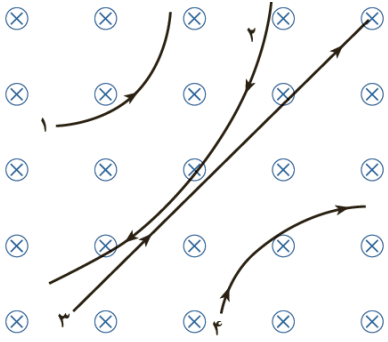
۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.ت)پزشک می خواهدیک گیرهٔ آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد؛ کدام یک رامی توان بیرون آورد؟ چرا؟



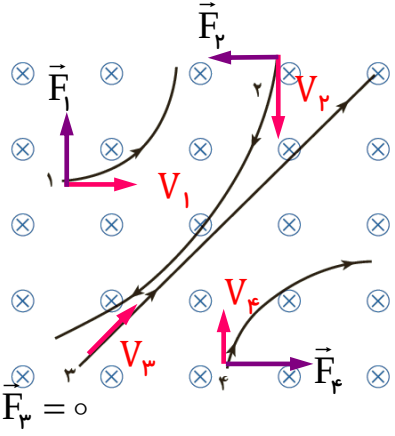
پاسخ:

ت)گیره آهنی کاغذ از جنس فرومغناطیس نرم است، زود آهن ربا شده و جذب نوک ثابت آهنی می شود و بیرون کشیده می شودولی آلومینیم پارا مغناطیس است و نمی توان به سهولت خاصیت مغناطیسی در آن القا کرد و به میدان مغناطیسی بسیار قوی نیاز است پس با این روش جذب نوک ثابت نخواهد شد.

۴-چهارذرّه هنگام عبور ازمیدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. دربارهٔ نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟

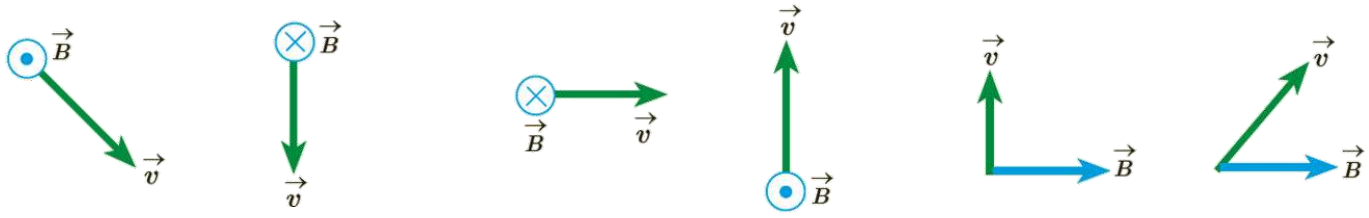


پاسخ:

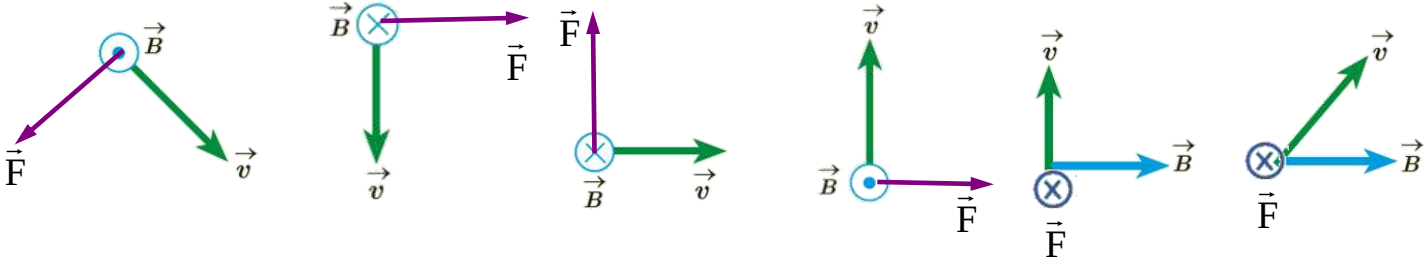


با توجه به قانون دست راست نوع بارذرهٔ ۱مثبت،نوع بارذرهٔ۲منفی،چون ذرهٔ۳ انحرافی ندارد خنثی است و نوع بار ذرهٔ۴ منفی است.

۵-جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هریک از حالت های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.

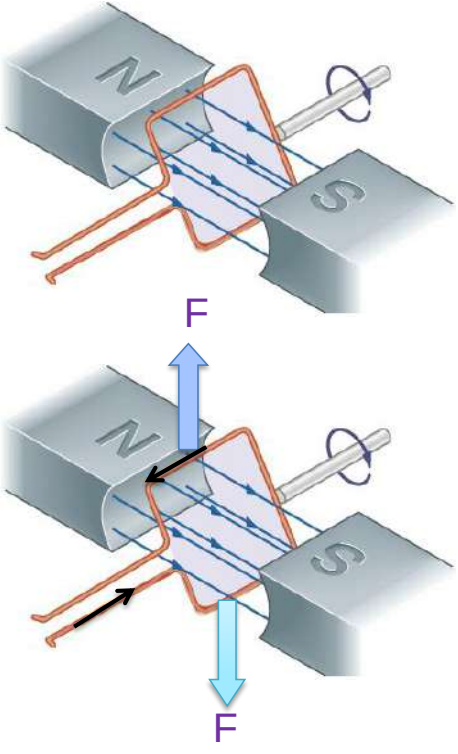


پاسخ:



۶-حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.

پاسخ:



۷-پروتونی با تندی $۴/۴\times۱۰^{۶}\,m/s$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $۱۸mT$ در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت B، زاویهٔ ۶۰° می سازد.

الف) اندازهٔ نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید.

ب)اگر تنها این نیرو بر پروتون وارد شود، شتاب پروتون را حساب کنید. (بار الکتریکی پروتون $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ وجرم آن $۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}kg$ در نظر بگیرید)

پاسخ:

$$\begin{cases} q=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}c \\ V=۴/۴\times۱۰^{۶}\ \frac{m}{s} \\ B=۱۸\times۱۰^{-۳}T \\ \alpha=۳۰^{\circ} \\ F=? \\ a=? \\ m=۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}Kg \end{cases}$$

الف)

$$F=qvB\sin۶۰^{\circ}$$

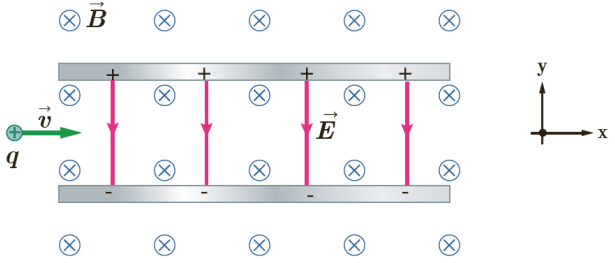
$$F=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۴/۴\times۱۰^{۶}\times۱۸\times۱۰^{-۳}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

$$F=۱/۰۹\times۱۰^{-۱۴}\,N$$

ب)

$$F=ma \Rightarrow a=\frac{F}{m}=\frac{۱/۰۹\times۱۰^{-۱۴}}{۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}} \Rightarrow a\approx۶/۶\times۱۰^{۱۳}\ \frac{m}{s^{۲}}$$

۸-ذرهٔباردارمثبتی باجرم ناچیزوباسرعتVدرامتدادمحورxواردفضایی می شود که میدان های یکنواخت E وBوجود دارد(شکل زیر)اندازهٔ این میدان ها برابر E=۴۵۰N/C وB=./۱۸Tاست.تندی ذره چقدر باشد تا درهمان امتداد محورx به حرکت خود ادامه دهد؟



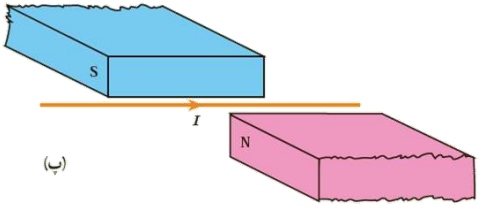
پاسخ:

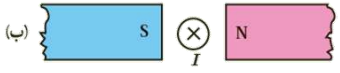
$$\begin{cases} E = ۴۵۰\frac{N}{C} \\ B = ./۱۸T \\ V = ? \end{cases}$$

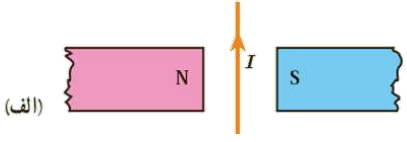
$$F_E = F_B \rightarrow Eq = qvB\sin ۹۰$$

$$V = \frac{E}{B} \rightarrow V = \frac{۴۵۰}{./۱۸} = ۲۵۰۰\frac{m}{s}$$

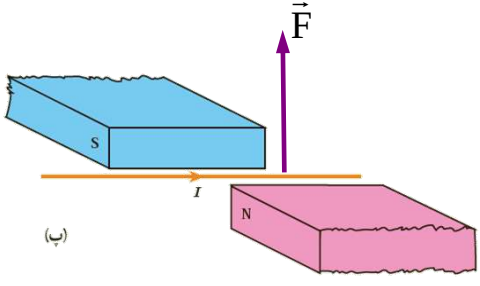
۹-جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل های الف، ب و پ با استفاده از قاعدهٔ دست راست بیابید.

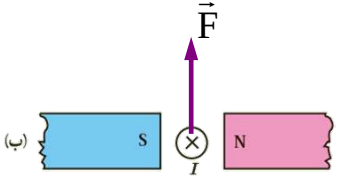


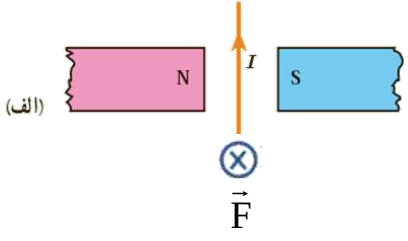




پاسخ:



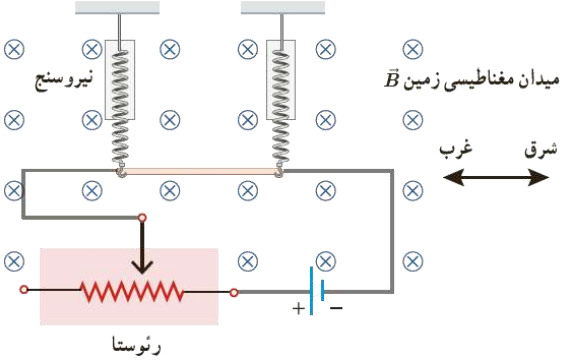




پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۰-یک سیم حامل جریان۶/ ۱آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی ودر راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ ۰/۰۵ mT بگیرید.

الف)اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.



پاسخ:

$I = ۱/۶ A$

$B = ۵ \times ۱۰^{-۵} T$

$L = ۱۰ m$

$F = ?$

$\alpha = ۹۰^{\circ}$

$Sin ۹۰^{\circ} = ۱$

$F = BIL \sin \alpha$

$F = ۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۱/۶ \times ۱ \times \sin ۹۰$

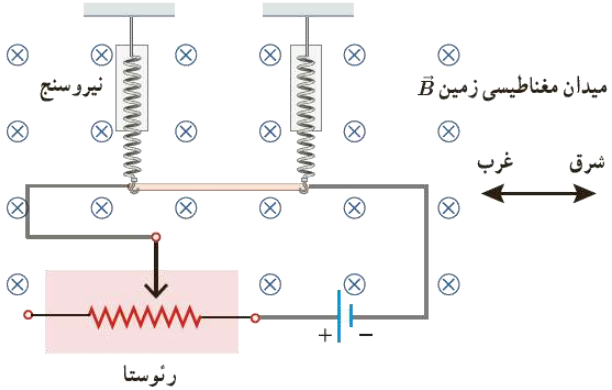
$F = ۸ \times ۱۰^{-۵} N$

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۰-یک سیم حامل جریان۶/ ۱آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی ودر راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ ۰/۰۵ mT بگیرید.

ب)اگر بخواهیم نیروسنج ها عدد صفررا نشان دهند، چه جریانی ودر چه جهتی باید ازسیم عبور کند؟ جرم هر متر ازطول این سیم ۸ گرم است (g = ۹/۸ N/kg)

پاسخ:



$$F = mg$$

$$BIL\sin ۹۰ = mg$$

$$۵\times ۱۰^{-۵}\times I\times ۱\times ۱ = ۸\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰$$

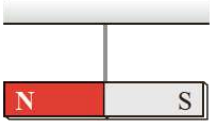
$$I = \frac{۸\times ۱۰^{-۲}}{۵\times ۱۰^{-۵}}$$

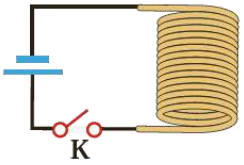
$$I = ۱۶۰۰A$$

عبورچنین جریان بزرگی از این سیم درعمل امکان پذیرنیست.بنابراین،نمی توان انتظار داشت نیروسنج ها عدد صفر را نشان دهند.

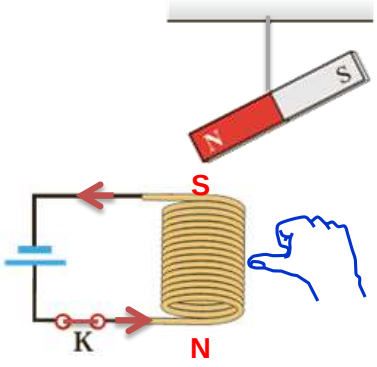
پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۱-یک آهنربای میله ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله ای آویزان شده است.توضیح دهیدبا بستن کلیدKچه تغییری دروضعیت آهنربا رخ می دهد.



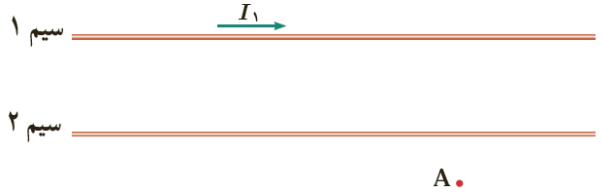


پاسخ:

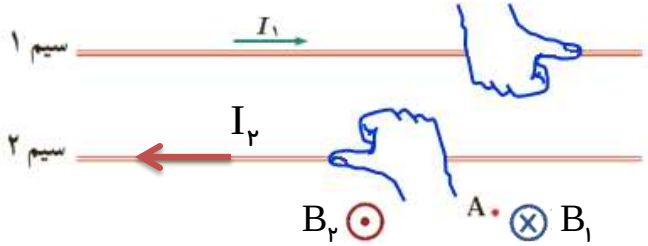


با وصل کلید جریان ایجاد شده درسیملوله به سمت چپ بوده وبا توجه به قانون دست راست قطب های ناهمنام سیملوله مجاور قطب های آهن ربای میله ای قرار می گیرد، که دراین وضعیت قطب N آهن ربای میله ای به سمت پایین کشیده می شود

۱۲-شکل زیر،دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می دهد. اگر میدان مغناطیسی برایند حاصل از این سیم ها درنقطهٔ A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۲ پیدا کنید.



پاسخ:



میدان مغناطیسی سیم ۱ درنقطهٔA درون سو است برای اینکه برایندمیدان مغناطیسی در این نقطه صفر شودبایدمیدان مغناطیسی سیم۲ برون سو باشدباکمک قانون دست راست جهت جریان به سمت چپ می شود.

۱۳-سیملوله ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دوریک لولهٔ پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ m پیچیده شده است.اگرجریان گذرنده از سیملوله ۰/۸ A باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید. $\mu_{\cdot} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ T.m/A$

پاسخ:

$N = ۲۵۰$

$L = ./۱۴ m$

$I = ./۸ A$

$B = ?$

$\mu_{\cdot} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ T.m/A$

$$B = \mu_{\cdot} \frac{N}{L} I$$

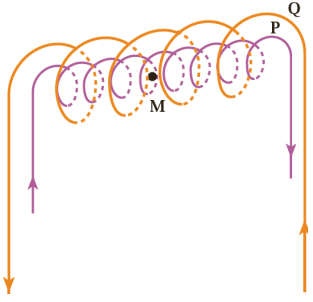
$$B = ۴ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۵۰}{./۱۴} \times ./۸$$

$$B = ۱/۸ \times ۱۰^{-۳} T = ۱/۸ mT$$

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۴-در شکل زیردو سیملولهٔ P و Q هم محورند و طول برابردارند.تعداد دور سیملولهٔP برابر ۲۰۰ وتعداد دورسیملولهٔ Q برابر ۳۰۰ است.اگرجریان ۱A از سیملولهٔ Q عبور کند، ازسیملولهٔ P چه جریانی باید عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله درنقطهٔ M(روی محور دو سیملوله)صفرشود؟

پاسخ:

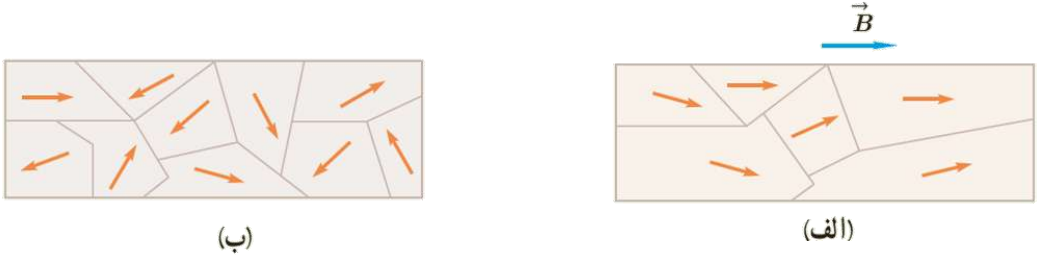


$$\begin{cases} L_P = L_Q \\ N_P = ۲۰۰ \\ N_Q = ۳۰۰ \\ I_Q = ۱A \\ I_P = ? \\ B_T = ۰ \end{cases}$$

$$B_P = B_Q \xrightarrow{B = \mu . \frac{N}{L} I} \mu.(\frac{N_P}{L_P})I_P = \mu.(\frac{N_Q}{L_Q})I_Q \rightarrow N_P I_P = N_Q I_Q$$

$$۲۰۰ \times I_P = ۳۰۰ \times ۱ \rightarrow I_P = \frac{۳۰۰}{۲۰۰} \rightarrow I_P = ۱/۵A$$

۱۵-شکل الف حوزه های مغناطیسی مادۀفرومغناطیسی را درون میدان خارجی Bنشان می دهد.شکل ب همان ماده پس ازحذف میدان B نشان می دهد.نوع مادۀ فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.



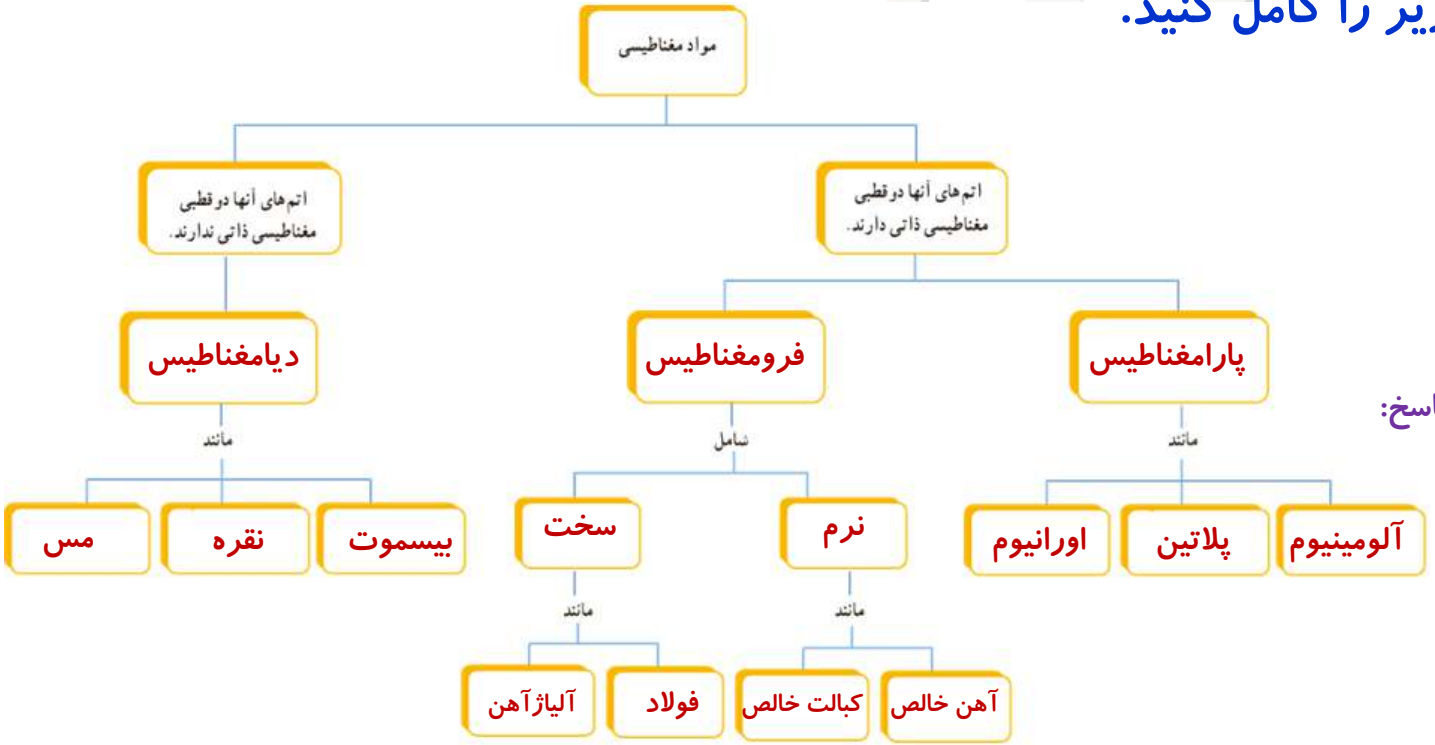
پاسخ:

شکل الف و ب ، مادۀ فرومغناطیسی نرم

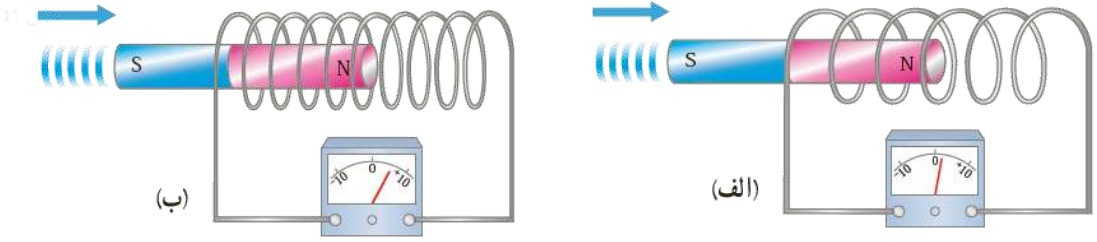
زیرا بلافاصله بعد از حذف میدان خارجی علاوه برکاهش حجم حوزه ها،جهت میدان حوزه ها به حالت کاتوره ای خود برمی گردنددرنتیجه برآیند میدان ها دراین مواد صفرشده و دیگرخاصیت آهن ربایی ندارند.

۱۶-باتوجه به آنچه دربخش ویژگی های مغناطیسی مواد دیدید،نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.

پاسخ:



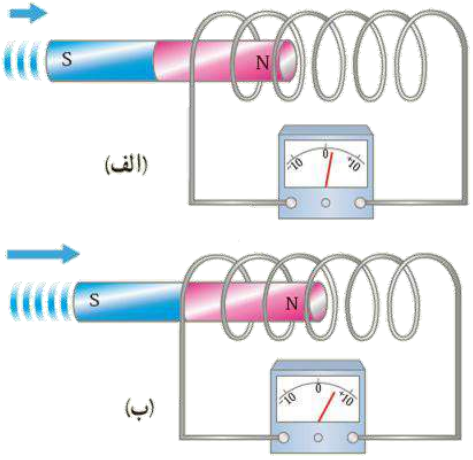
۱۷-دوسیملوله با حلقه های بامساحت یکسان ولی باتعداددورمتفاوت رامطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از این شکل ها بنویسید. (آهنرباها مشابه اند و با تندی یکسانی به طرف سیملوله ها حرکت می کنند)



پاسخ:

درشکل الف و ب با ورود آهن ربا به پیچه نیرو محرکه و جریانی در آن القا شده است با این تفاوت که در شکل ب که تعداد دور های پیچه بیشتر از الف است نیرو محرکه وجریان بزرگتری القا می شود.

۱۸-دوسیملولهٔمشابه رامطابق شکل های زیربه ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خودرا ازشکل های زیربنویسید. (آهنرباها مشابه اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می کنند)

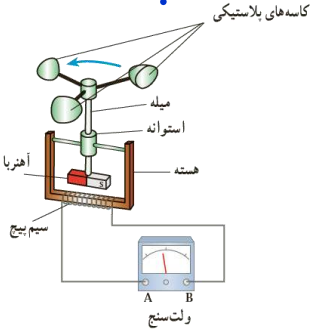


پاسخ:

درشکل (ب) سرعت حرکت آهنربا و در نتیجه آهنگ تغییر شار بیشتر از شکل الف است بنابراین نیروی محرکهٔ القایی بیشتر است

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۹-شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می دهد. اگراین بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میلهٔآن می چرخد و ولت سنج عددی را نشان می دهد.الف)چرا چرخش میله سبب انحراف عقربهٔولت سنج می شود؟ب)آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت سنج نشان می دهد تغییرمی کند؟ چرا؟ پ)برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.



پاسخ:

الف)با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیزمی چرخدو سبب تغییر شار مغناطیسی درفضای اطراف خودمی شود. این امرسبب القای جریانی در سیم پیچ می شود.ب)با افزایش سرعت،آهنگ تغییر شار مغناطیسی نیز افزایش می یابد و در نتیجه جریان بزرگتری درسیم پیچ القا می شود.پ)استفاده ازسیم پیچی باتعداد دور بیشتروآهنربای قوی تربا‌روغن کاری دستگاه وکاهش اصطکاک همچنین استفاده از ولت سنج دقیق تر می تواند سبب بهبود و افزایش دقت دستگاه شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۰-سطح حلقه های پیچه ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است،عمودبرمیدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن ۰/۰۴۰T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت ۰/۰۱ s. تغییر می کند و به ۰/۰۴۰ T درخلاف جهت اولیه می رسد.اگرسطح هرحلقهٔ پیچه ۵۰cm² باشد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

پاسخ :

$$\begin{cases} N = ۱۰۰۰ \\ B_۱ = ./۰۴T \\ B_۲ = -./۰۴T \end{cases} \Rightarrow \Delta B = B_۲ - B_۱ = -./۰۴ - ./۰۴ = -./۰۸T$$

$$\Delta t = ۱۰^{-۲}s$$

$$\theta = ۰$$

$$A = ۵۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$$

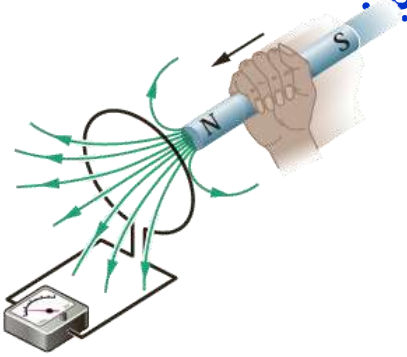
$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{متغییر B}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

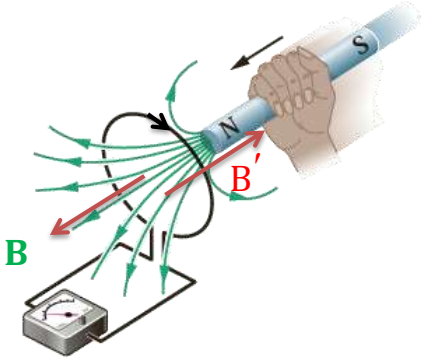
$$\bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times \frac{-۸ \times ۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۲}} \cos ۰ \Rightarrow \bar{\varepsilon} = ۴۰v$$

۱۰۳کتاب

۲۱-قطب N یک آهنربا را مطابق شکل روبه رو به یک حلقهٔ رسانا نزدیک می کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.

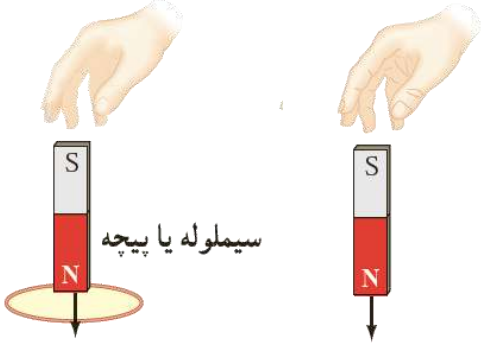


پاسخ:



چون آهن ربا درحال نزدیک شدن به حلقه است شارمغناطیسی افزایش می یابد درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان مغناطیسی آهن ربا خواهد بود با استفاده از قاعده دست راست برای حلقه ،جهت جریان در حلقه ساعتگرد خواهدبود.

۲۲-دوآهنربای میله ای مشابه رامطابق شکل،به طورقائم ازارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می کنیم به طوری که یکی ازآنها ازحلقهٔ رسانایی عبور می کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرورفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگرمقایسه کنید(تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید)

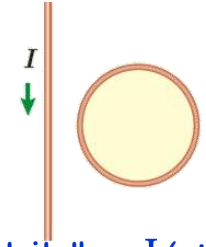


پاسخ:

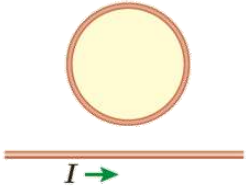
آهنربا هنگام عبور از حلقهٔ رسانا، با مخالفتی روبه رو می شود که منشأ آن به جریان القایی درحلقه مربوط است.بنابراین،آهنربایی که از حلقه می گذرد،کمتر درزمین فرو می رود .

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

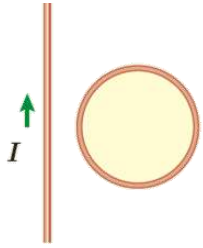
۲۳-جهت جریان القایی را در هریک از حلقه های رسانای نشان داده شده در شکل های زیر تعیین کنید.



الف) Iدر حال افزایش



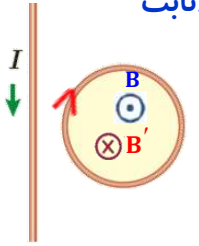
ب) Iدر حال کاهش



پ) Iثابت

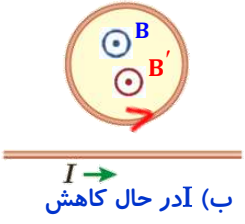
پاسخ:

الف-شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه برون سو ودرحال افزایش است طبق قانون لنز،شارمغاطیسی حلقه بایدبا افزایش شارمخالفت کندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی ،ساعتگرد رابوجودمی آورد.



الف) Iدر حال افزایش

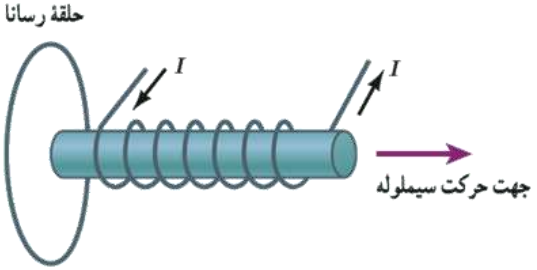
ب-شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه برون سو ودرحال کاهش است طبق قانون لنز،شارمغاطیسی حلقه باید با کاهش شارمخالفت کندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی ،پادساعتگرد رابوجود می آورد.



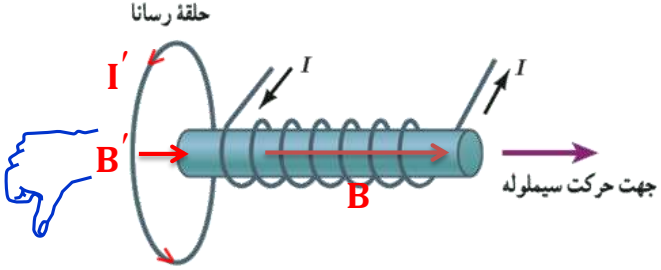
ب) Iدر حال کاهش

پ-چون جریان ثابت است شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه ثابت بوده وجریان القایی صفرمی شود

۲۴-شکل زیر سیملولهٔ حامل جریانی را نشان می دهد که درحال دور شدن از یک حلقهٔ رساناست. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.

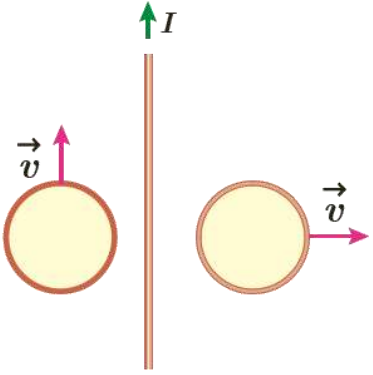


پاسخ:

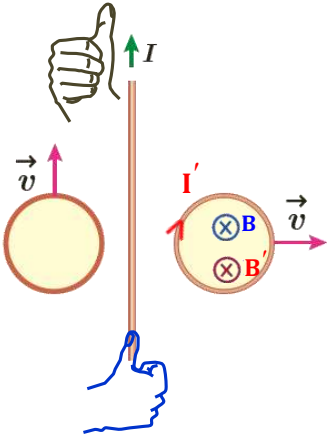


با دورشدن سیم لوله شارمغناطیسی کاهش می یابد.درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت با میدان مغناطیسی سیم لوله(به سمت راست)خواهد بود. با توجه به قاعده دست راست برای حلقه جریان القایی (برای ناظردرسمت سیملوله)در جهت پادساعتگرد می شود.

۲۵-دو حلقۀرسانا درنزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می کنند.جهت جریان القایی را در هرحلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.

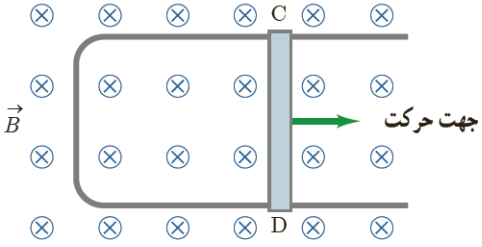


پاسخ:

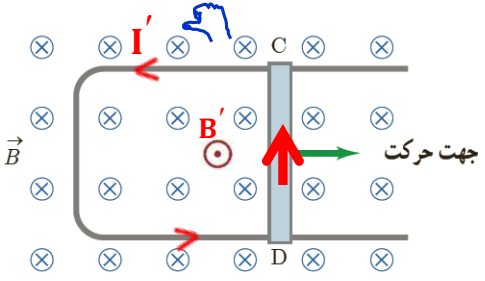


درحلقۀ سمت چپ،چون به موازات سیم درازحامل جریان ثابت Iحرکت می کند، جریانی القا نمی شود. شار عبوری ازحلقه درهرلحظه اززمان ثابت است وتغییری نمی کند.درحلقۀسمت راست،جریان درجهت ساعتگرد القا می شود تا کاهش شار عبوری از آن جبران شود.

۲۶-شکل زیررسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت B که عمود برصفحهٔ شکل و رو به داخل صفحه است نشان می دهد. وقتی میلهٔ فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟



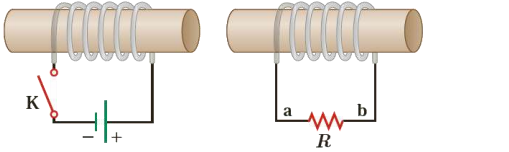
پاسخ:



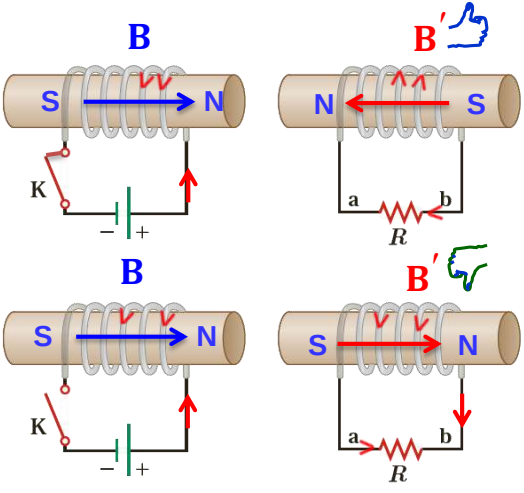
با حرکت میله فلزی به سمت راست میدان عبوری از مساحت قاب افزایش وشار افزایش می یابد طبق قانون لنز برای مخالفت با افزایش شار جریان پاد ساعتگرد در قاب ایجاد می شود.

۲۷-در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت R در هریک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:

الف)در لحظهٔ بستن کلید K، ب)در لحظهٔ باز کردن کلید .



پاسخ:



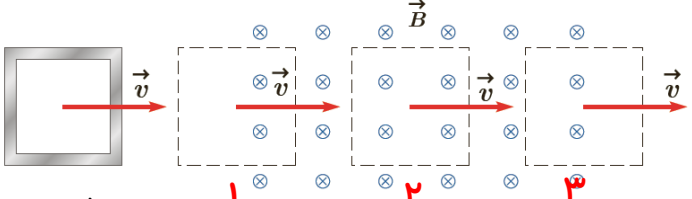
الف-بابستن کلیدشارمغناطیسی افزایش می یابدمیدان سیم لوله ها خلاف جهت هم می شود.درنتیجه جریان درمقاومت R ازb به a می باشد

ب-بابازکردن کلیدشارمغناطیسی کاهش می یابدمیدان سیم لوله ها هم جهت هم می شود.درنتیجه جریان درمقاومت R ازaبهbمی باشد

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۸-حلقهٔرسانای مربعی شکل،به طول ضلع $۱۰\,cm$وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازهٔ $۲۰\,mT$و سپس از آن خارج می شود.الف)در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟مقدارشار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

ب)درکدام وضعیت ها شار گذرنده از حلقه تغییر می کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

$a = ۱۰^{-۱}\,m \Rightarrow A = a^۲ \Rightarrow A = ۱۰^{-۲}\,m^۲$

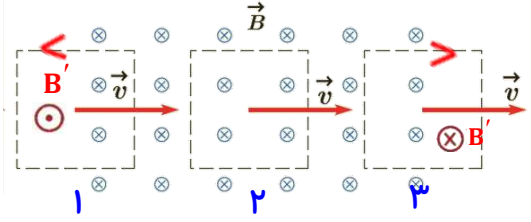
$B = ۲۰\,mT \quad \phi = BA\cos\theta \Rightarrow \phi_{max} = ۲۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{-۲}\cos۰^\circ \Rightarrow \phi_{max} = ۲\times۱۰^{-۴}\,wb$

$\theta = ۰^\circ$

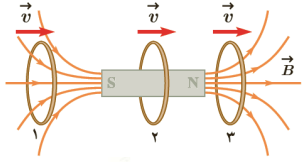
$\Delta\phi = ?$

الف) در۲بیشترین شارمغناطیسی ازحلقه می گذرد.

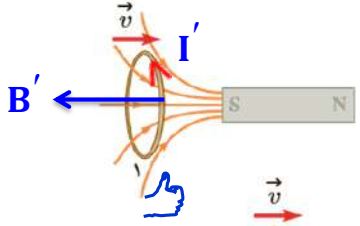
ب) درشکل ۱و ۳هنگام ورود و خروج قاب به میدان مغناطیسی شار مغناطیسی تغییر می کند.طبق قاعده دست راست وقانون لنزجهت جریان القایی درشکل ۱پادساعتگرد ودرشکل۳ ساعتگرد است.



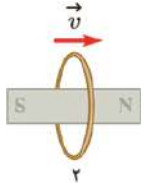
۲۹-حلقهٔ رسانایی به طرف یک آهنربای میله ای حرکت می کند.شکل زیر، حلقه را درسه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می دهد.جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.



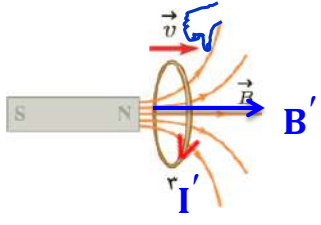
پاسخ:



حالت۱-بانزدیک شدن حلقه به آهن رباشارمغناطیسی افزایش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان آهن ربا است بنابر این جریان مطابق شکل است .

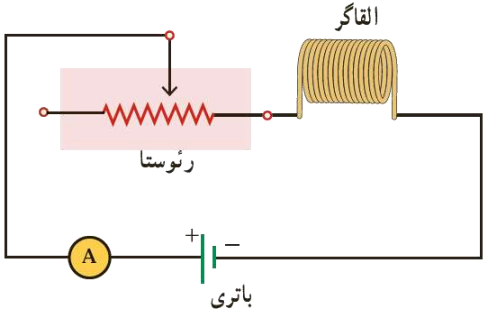


حالت۲-تغییرات شارمغناطیسی دراین حالت نداریم،بنابراین جریان هم در حلقه القاء نمی شود.



حالت۳-بادور شدن حلقه ازآهن ربا شارمغناطیسی کاهش می یابددر نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت میدان آهن ربا است بنابر این مطابق شکل است

۳۰-شکل زیرمداری را نشان می دهد؛شامل یک القاگر(سیملوله)باتری،رئوستا وآمپرسنج که به طورمتوالی به یکدیگربسته شده اند.اگربخواهیم بدون تغییر ولتاژباتری،انرژی ذخیره شده درالقاگررازیاد کنیم چه راهی پیشنهادمی کنید؟



پاسخ:

انرژی ذخیره شده در القاگراز رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}$ به دست می آید.با کاهش مقاومت رئوستا،جریان عبوری از مدارو در نتیجه القاگر افزایش می یابد. دراین صورت انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.با قراردادن یک هستهٔ فرومغناطیسی نرم درون القاگر(سیملوله)، ضریب خودالقایی آن افزایش می یابدودرنتیجه انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.

۳۱-جریان متناوبی که بیشینهٔ آن A ۲ و دورهٔ آن s ۰/۰۲۰ است، از یک رسانای ۵ اهمی می گذرد.الف)اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی محرکهٔ القایی چقدر است؟ ب)در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۴۰۰}s$ جریان چقدر است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} I_{max}=۲A \\ T=./۰۲s \\ R=۵\Omega \\ t=? \\ \varepsilon=? \\ t=\frac{۱}{۴۰۰}s \\ I=? \end{cases}$$

الف)

$$I=I_m\sin\omega t \Rightarrow I=۲\sin\frac{۲\pi}{./۰۲}t \Rightarrow I=۲\sin۱۰۰\pi t$$

$$\left.\begin{matrix} I=۲\sin۱۰۰\pi t \\ I=۲A \end{matrix}\right\} ۲=۲\sin۱۰۰\pi t \Rightarrow \sin\frac{\pi}{۲}=\sin۱۰۰\pi t \Rightarrow t=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

$$\left.\begin{matrix} \varepsilon=RI \Rightarrow \varepsilon=۱۰\sin۱۰۰\pi t \\ t=\frac{۱}{۲۰۰}s \end{matrix}\right\} \varepsilon=۱۰\sin\frac{۱۰۰\pi}{۲۰۰} \Rightarrow \varepsilon=۱۰V$$

ب)

$$\left.\begin{matrix} I=۲\sin۱۰۰\pi t \\ t=\frac{۱}{۴۰۰}s \end{matrix}\right\} I=۲\sin\frac{۱۰۰\pi}{۴۰۰} \Rightarrow I=۲\sin\frac{\pi}{۴}=۲\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}=\sqrt{۲}A$$

با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز :

عظیم آقچه جلی

افشین کردکتولی

شهریار زینالی

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی : بهمن ماه ۱۳۹۶

موفق وپیروز باشید