

ایران نوشته

- دانلود نمونه سوالات امتحانی

- دانلود گام به گام

- دانلود آزمون گام به گام و حل و سنجش

- دانلود فیلم و مقاله انگلیزی

- دانلود و مشاوره



IranTooshe.ir



@irantooshe



IranTooshe



به نام خدا

پاسخ فعالیت ها و تمرین ها

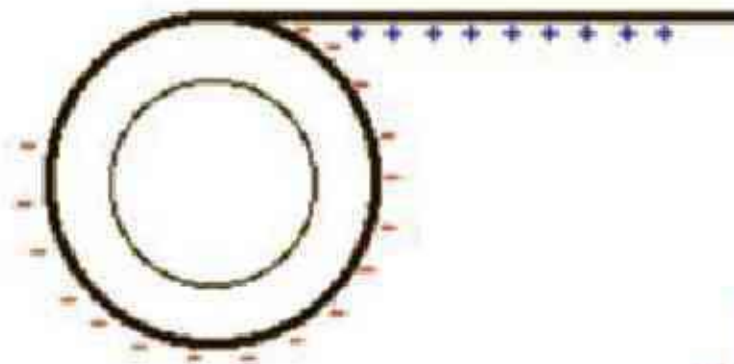
فصل اول (الکتریسیته ساکن)

فیزیک یازدهم ریاضی - فیزیک

شهریور ۱۳۹۶



چرا وقتی روکش پلاستیکی را روی یک ظرف غذا می کشید و آن را در لبه های ظرف فشار می دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می ماند؟



پاسخ:

به هنگام جدا کردن روکش پلاستیکی از لوله‌ی پیچیده شده‌ی آن (به روش مالش) قسمت‌هایی از آن بردار می‌شود. روکش بردار شده می‌تواند لبه‌های ظرف پلاستیکی را قطبیده کند و نیروی جاذبه‌ی بین آنها باعث ثابت باقی ماندن روکش شود.

عدد اتمی اورانیوم $Z = 92$ است. بار الکتریکی هستهٔ اتم اورانیم چقدر است؟
مجموع بار الکتریکی الکترون های اتم اورانیم (خنثی) چه مقدار است؟
بار الکتریکی اتم اورانیم (خنثی) چقدر است؟

پاسخ:

هستهٔ اورانیوم ۹۲ پروتون دارد **بار الکتریکی هسته** برابر است با :

$$q_1 = +ne = +92 \times 1/6 \times 10^{-19} = +1/472 \times 10^{-17} \text{C}$$

اتم اورانیوم در حالت عادی ۹۲ الکترون نیز دارد **بار الکتریکی منفی** اش برابر است با :

$$q_2 = -ne = -92 \times 1/6 \times 10^{-19} = -1/472 \times 10^{-17} \text{C}$$

بنابراین **بار الکتریکی اتم** اورانیوم در حالت عادی صفر است. و اتم اورانیوم در حالت عادی خنثی است.

$$q_{\text{اتم}} = q_1 + q_2 = 0$$

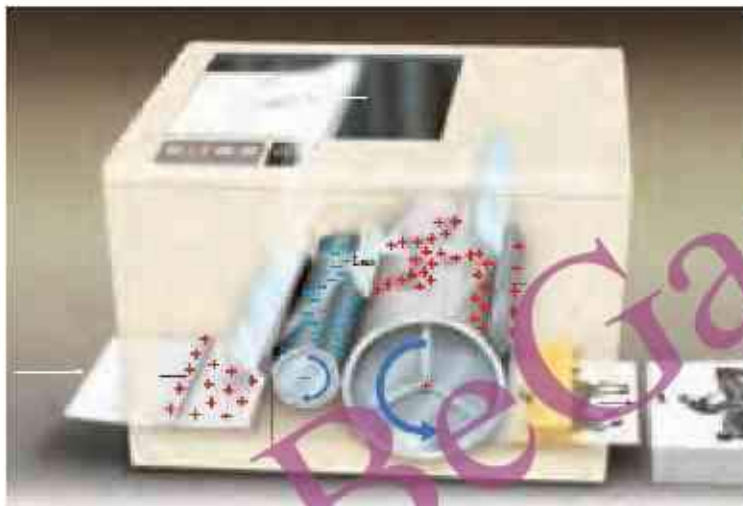
مطابق شکل دو نی پلاستیکی را از نزدیکی یک انتهای آنها خم کنید و پس از مالش دادن با پارچه ای پشمی نزدیک یکدیگر قرار دهید. اگر نی ها به خوبی باردار شده باشند نیروی دافعه آنها را می توانید به وضوح بر روی انگشتان خود حس کنید.



پاسخ:

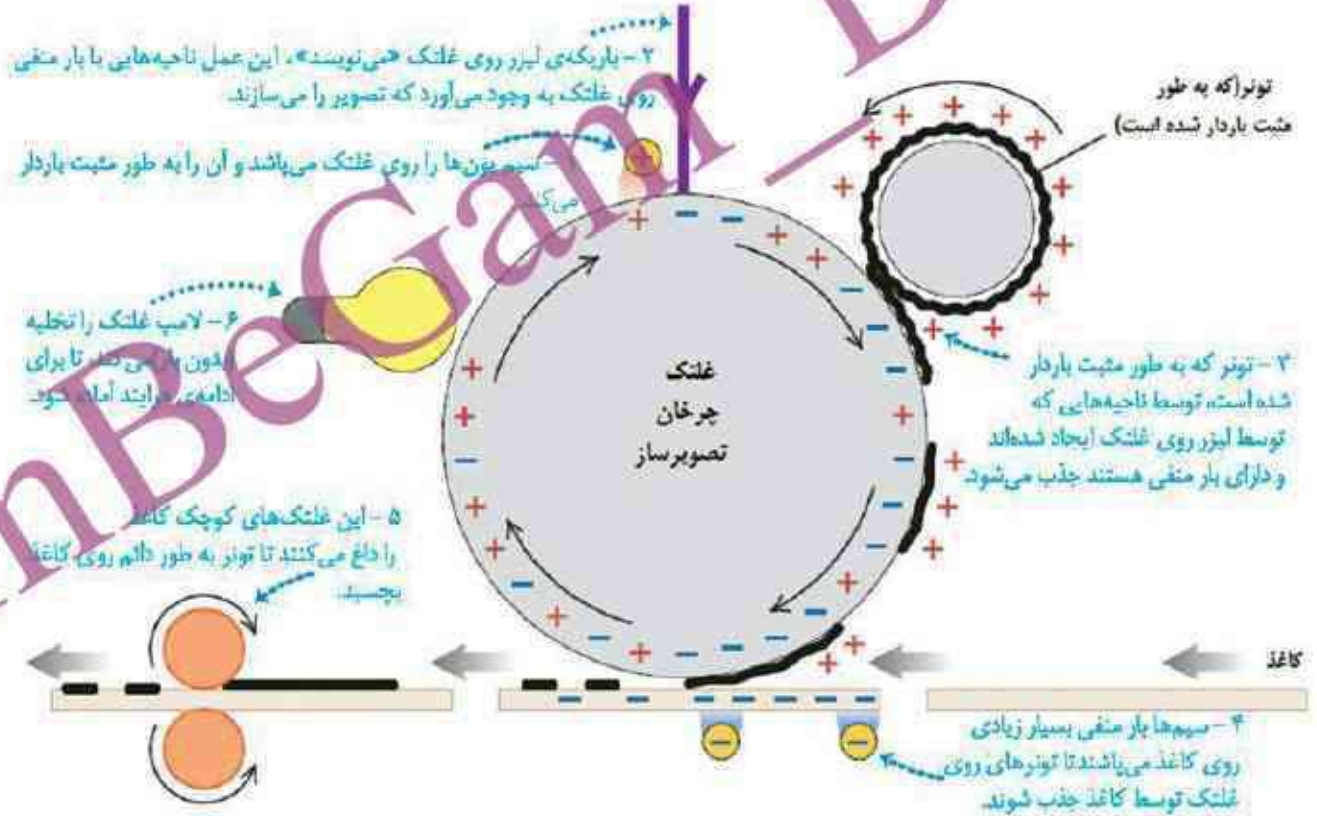
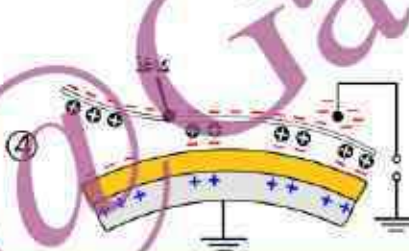
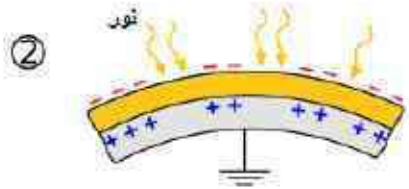
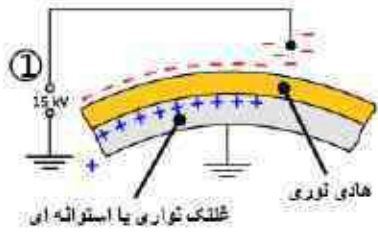
نی های پلاستیکی در اثر مالش با پارچه پشمی هر دو دارای بار منفی می شوند و همچنین دو جسم باردار همانام بر یکدیگر نیروی الکتریکی وارد کرده و یکدیگر را می رانند.

شکل روبه رو تصویری از مرحله های ایجاد یک رونوشت در دستگاه فتوکپی را نشان می دهد. در مورد چگونگی کار دستگاه های فتوکپی تحقیق کنید.

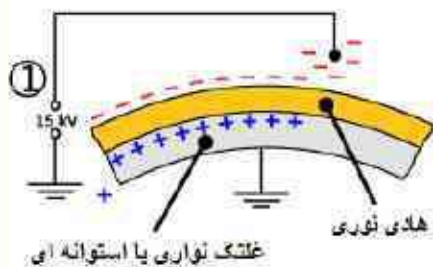


پاسخ:

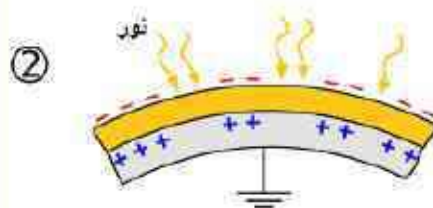
پاسخ فعالیت ۱-۲: نحوه عملکرد یک چاپگر لیزری به طور طرح وار نشان می دهد که در آن از نیروهای بین جسم باردار استفاده می شود در ابتدا غلتک چرخان تصویر ساز به طور مثبت باردار می شود همچنان که غلتک می چرخد، یک باریکه لیزر روی ناحیه های انتخاب شده ای از غلتک فرود می آید و این ناحیه ها را به طور منفی باردار می کند. ذره تونر که دارای بار مثبت هستند به این ناحیه ها که توسط لیزر درج شده اند می چسبند. وقتی یک تکه کاغذ در تماس با غلتک قرار گیرد، ذره های تونر به آن می چسبند و تصویر مورد نظر روی آن تشکیل می شود.



۱- ابتدا روی غلتک نواری یا استوانه‌ای درام (Drum) یک بار الکتروسیسته یکنواخت ساکن قرار دارد که ولتاژ بین دو سر آن معمولاً ۶۰۰-۷۰۰ ولت می‌باشد. سطح غلتک با هادی نوری پوشیده شده است. در گذشته هادی نوری با روکش سلنیوم پوشیده شده بود که با بار مثبت شارژ می‌شد. اما به دلیل سمی بودن آن، امروزه از هادی‌های نوری آلی با بار منفی استفاده می‌شود.



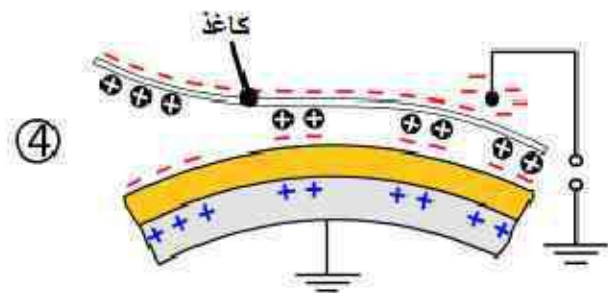
۲- در دستگاه کپی از نور استفاده می‌شود و به این خاطر است که به آن دستگاه فتوکپی می‌گویند بنابراین باریکه نور شدیدی از کاغذی که روی شیشه دستگاه کپی قرار داده شده است عبور می‌کند. قسمت‌های سفید کاغذ نور را منعکس کرده و هنگامی که نور منعکس شده به سطح درام برخورد می‌کند آن قسمت سطح باردار درام خنثی می‌شود. نواحی تیره سطح کاغذمانند: متن و تصاویر (نور را منعکس نمی‌کنند) جذب می‌کنند و در نتیجه نواحی با بار منفی روی درام باقی می‌ماند.



۳- درون دستگاه فتوکپی پودر سیاه رنگ بسیار ظریفی به نام تونر موجود است. پودر تیره تونر که با بار مثبت شارژ شده‌اند به بارهای منفی که روی درام باقی مانده‌اند می‌چسبند (بارهای غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند). در واقع درام می‌تواند به صورت انتخابی شارژ شود. در نتیجه فقط قسمت‌هایی از آن تونر را جذب می‌کند. جایی که کاغذ اصلی سیاه است روی درام الکتروسیسته ساکن ایجاد می‌کند اما جایی که سفید است ایجاد نمی‌کند و یک تصویر از مدرک روی آن شکل می‌گیرد.



۴- سطح کاغذ با الکتروسیسته ساکن منفی شارژ می شود و تونر باردار مثبت از سطح درام به سطح کاغذ جذب می شود. تونر به دما حساس است و در نتیجه هنگامی که ذرات نرم تونر از درام جدا و جذب کاغذ می شوند با استفاده از گرما به سطح کاغذ می چسبند و به این ترتیب یک کپی ایجاد می شود.



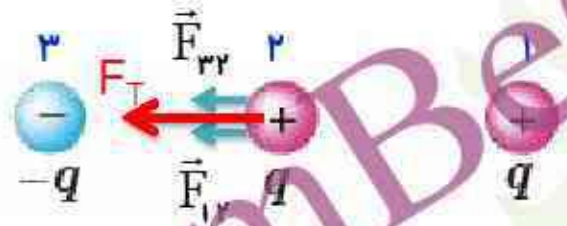
در مرحله آخر، هادی نوری باید پاک شده و برای کپی بعدی آماده شود. این عمل به طور عادی به وسیله در معرض نور قرار دادن آن و خروج بارهای الکتریکی باقی مانده و نیز حذف تونرهای اضافی به وسیله یک تیغه، انجام می شود.

سه ذره باردار مانند شکل روبه رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصله بارهای سمت راست و چپ از بار میانی برابر است. الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.

ب) اگر ذره سمت راست به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروهای الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟



پاسخ:

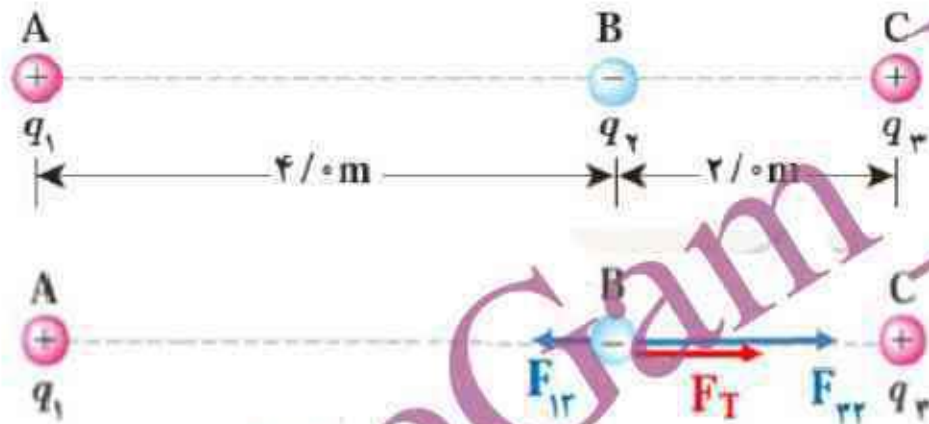


الف) $F_{32} = F_{12} \Rightarrow F_T = 2F_{32}$



ب) $F_{32} = -F_{12} \Rightarrow F_T = 0$

در مثال ۱-۳ (سه ذره با بارهای $q_1 = +2/5 \mu\text{C}$ ، $q_2 = -1 \mu\text{C}$ و $q_3 = +4 \mu\text{C}$ در نقطه های A، B و C مطابق شکل زیر ثابت شده اند) نیروی خالص وارد بر بار q_2 را به دست آورید.



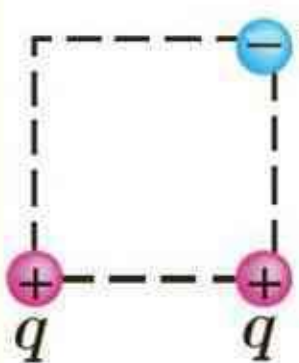
پاسخ:

$$F_{12} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2} \rightarrow F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{2/5 \times 10^{-6} \times |-1 \times 10^{-6}|}{4^2} \rightarrow \vec{F}_{12} = -1/4 \times 10^{-3} \vec{i}$$

$$F_{32} = k \frac{|q_3| |q_2|}{r_{32}^2} \rightarrow F_{32} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times |-1 \times 10^{-6}|}{2^2} \rightarrow \vec{F}_{32} = +9 \times 10^{-3} \vec{i}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} \rightarrow \vec{F}_T = -1/4 \times 10^{-3} \vec{i} + 9 \times 10^{-3} \vec{i}$$

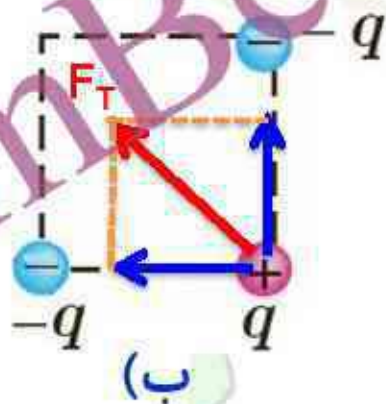
سه ذره باردار مطابق شکل در گوشه های یک مربع قرار دارند.



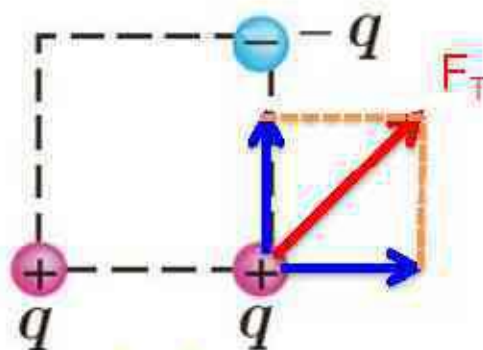
الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

ب) اگر ذره سمت چپ پایینی به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟

پاسخ:



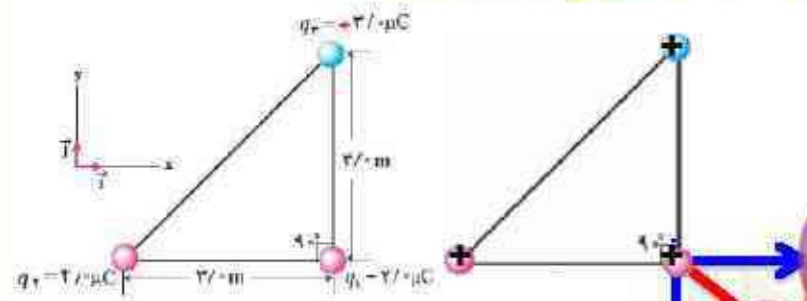
(ب)



(الف)

در مثال ۱-۴ الف) اگر علامت بار q_3 تغییر کند جهت نیروی برآیند وارد بر q_1 چگونه خواهد شد؟ ب) اگر علامت بار q_2 تغییر کند، جهت نیروی برآیند وارد بر q_1 چگونه خواهد شد؟ پ) آیا بزرگی نیروی برآیند وارد بر q_1 در قسمت های الف و ب با مقداریه دست آمده در مثال ۱-۴ متفاوت است؟

پاسخ:



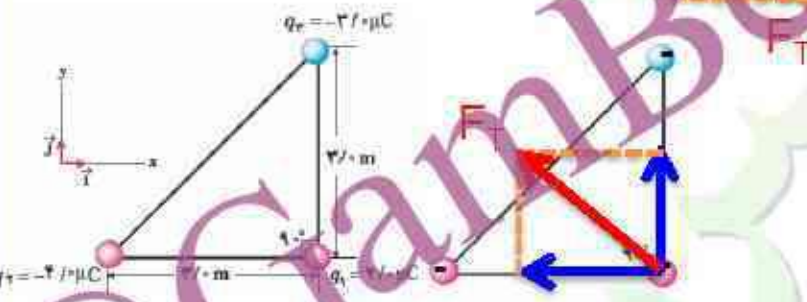
الف)
$$\vec{F}_{q_1} = 8 \times 10^{-3} \vec{i}$$

$$\vec{F}_{q_2} = -6 \times 10^{-3} \vec{j}$$

$$\vec{F}_T = 8 \times 10^{-3} \vec{i} - 6 \times 10^{-3} \vec{j}$$

الف)

ب)



ب)
$$\vec{F}_{q_1} = -8 \times 10^{-3} \vec{i}$$

$$\vec{F}_{q_2} = +6 \times 10^{-3} \vec{j}$$

$$\vec{F}_T = -8 \times 10^{-3} \vec{i} + 6 \times 10^{-3} \vec{j}$$

پ) با توجه به این که اندازه بارها و همچنین فاصله های آنها تغییر نکرده، اندازه هر یک از نیروها و همچنین

اندازه نیروی برآیند وارد بر q_1 نیز تغییر نمی کند.
$$|\vec{F}_T| = \sqrt{(8 \times 10^{-3})^2 + (-6 \times 10^{-3})^2} = \sqrt{(-8 \times 10^{-3})^2 + (6 \times 10^{-3})^2}$$

طبق مدل بور برای اتم هیدروژن، در حالت پایه فاصله الکترون از پروتون هسته برابر با $5/3 \times 10^{-11} \text{ m}$ است. الف) اندازه میدان الکتریکی ناشی از پروتون هسته در این فاصله را تعیین کنید. ب) در چه فاصله ای از پروتون هسته، بزرگی میدان الکتریکی برابر با بزرگی میدان الکتریکی حاصل از مولد واندوگراف مثال پیش در فاصله 1 m از مرکز کلاهک آن

$$\text{است؟} \quad K = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$



پاسخ:

(الف)

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow E = \frac{9 \times 10^9 \times 1/6 \times 10^{-19}}{(5/3 \times 10^{-11})^2} \Rightarrow E = \frac{14/4 \times 10^{-10}}{28/0.9 \times 10^{-22}} \Rightarrow E = 5/13 \times 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

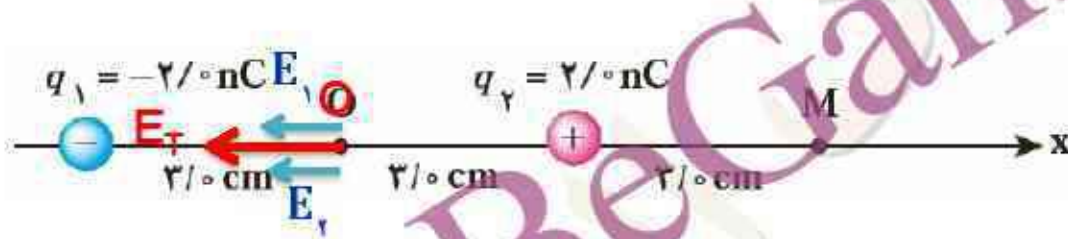
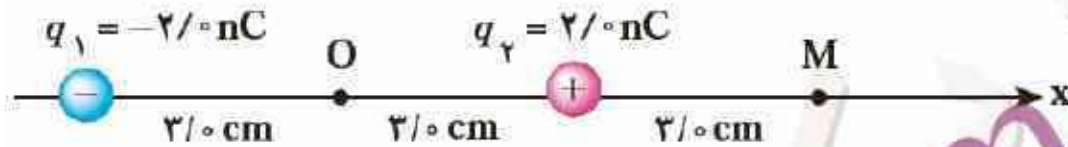
(ب)

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow r^2 = k \frac{q}{E} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{kq}{E}} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 1/6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^3}}$$

$$r = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

شکل زیر، آرایشی ازدو بار الکتریکی هم اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصله دو بار از هم 6cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه های O و M به دست آورید. $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

پاسخ:



$$E = K \frac{|q|}{r^2}$$

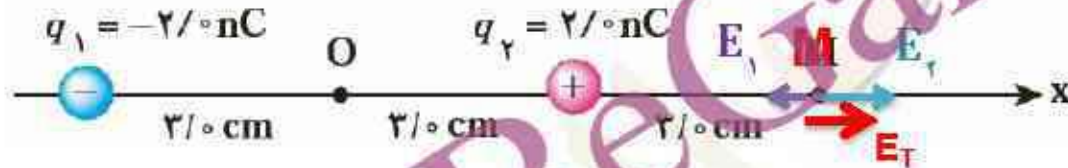
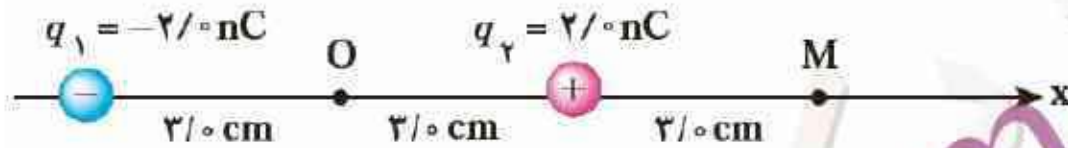
$$E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times |-2 \times 10^{-9}|}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{18}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_1 = 2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{18}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_2 = 2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_r = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E}_r = -2E_1 \vec{i} = -2 \times 2 \times 10^4 \vec{i} = -4 \times 10^4 \vec{i} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

شکل زیر، آرایشی ازدو بار الکتریکی هم اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصله دو بار از هم 6cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه های O و M به دست آورید. $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

پاسخ:



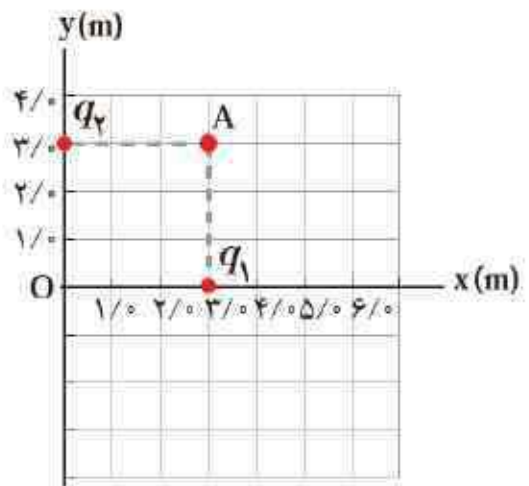
$$E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times |-2 \times 10^{-9}|}{(9 \times 10^{-2})^2} = \frac{1 \text{ N}}{81 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_1 = .1/2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{1 \text{ N}}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_2 = 2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E}_T = E_2 \vec{i} - E_1 \vec{i} = (2 \times 10^4 - .1/2 \times 10^4) \vec{i} = 1/8 \times 10^4 \vec{i} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

میدان الکتریکی خالص حاصل از آرایش بار مثال ۱-۸ را در نقطه A تعیین کنید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \quad (q_1 = q_2 = 5 \mu C)$$

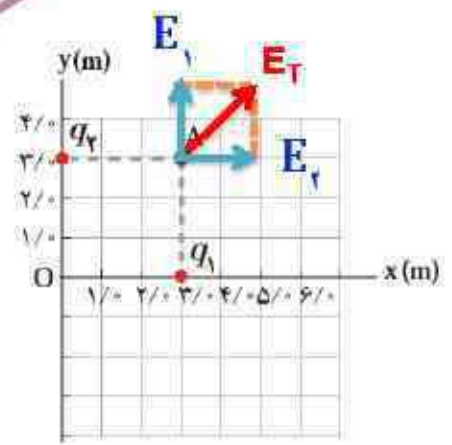


پاسخ:

$$E_1 = E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{3^2} = \frac{45 \times 10^3}{9} \Rightarrow E_1 = 5 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

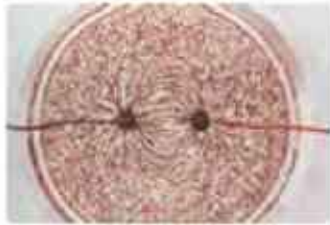
$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E}_T = E_1 \vec{i} + E_2 \vec{j} \Rightarrow \vec{E}_T = 5 \times 10^3 (\vec{i} + \vec{j})$$

$$E_T = 5\sqrt{2} \times 10^3 \frac{N}{C}$$



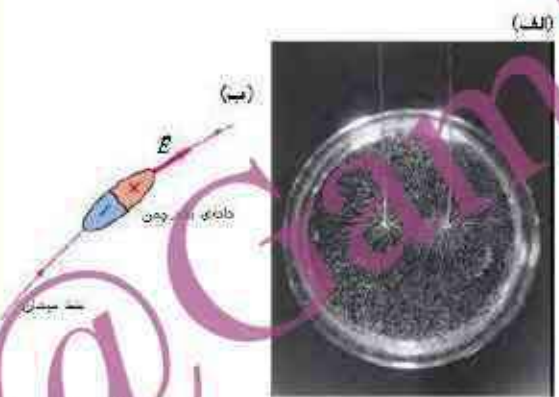
فعالیت (۱-۳ کار در کلاس)

درون یک ظرف شیشه ای یا پلاستیکی با عمق کم، مقداری پارافین مایع یا روغن کرچک به عمق حدود ۰/۵ cm بریزید و داخل آن دو الکتروود نقطه ای قرار دهید. الکتروودها را با سیم به پایانه های مثبت و منفی یک مولد ولتاژ بالا، مانند مولد وان دو گراف وصل کنید. روی سطح پارافین، مقدار کمی بذر چمن یا خاکشیر پاشید. مولد را روشن کنید. اکنون به سمت گیری دانه ها در فضای بین دو الکتروود توجه کنید. شکل سمت گیری دانه ها در این فضا را رسم کنید.



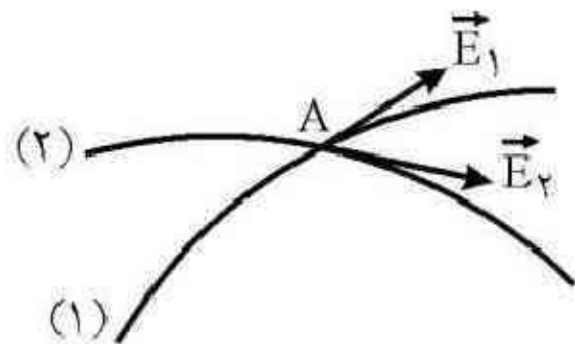
پاسخ:

خط های میدان الکتریکی ناشی از دو بار نقطه ای مساوی. این نقش توسط دانه های بذر چمن شناور روی مایع در بالای دو سیم باردار تشکیل شده است



(شکل الف) میدان الکتریکی باعث قطبش دانه های بذرمی شود که به نوبه خود موجب می شود که دانه ها با میدان هم خط شوند (شکل ب)

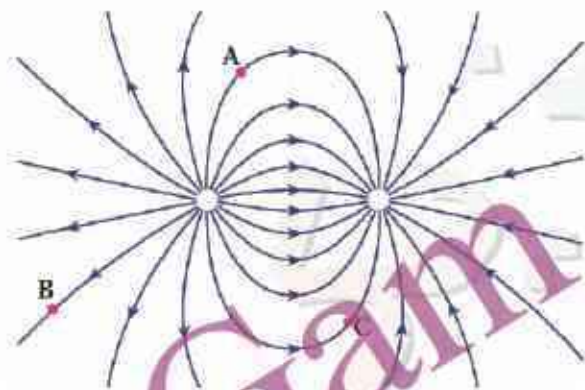
به نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی کنند؟



پاسخ:

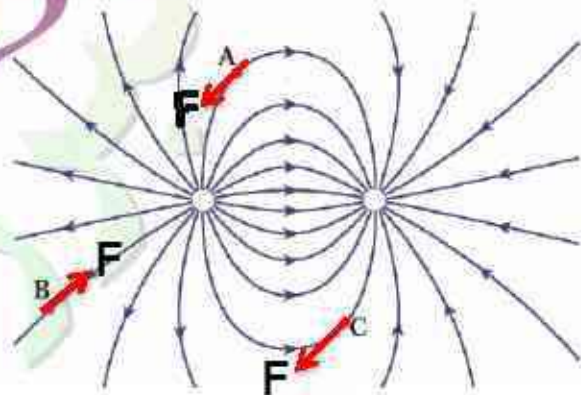
فرض می کنیم که خطوط میدان در یک نقطه **همدیگر را قطع** می کنند، یعنی در آن نقطه دو جهت برای میدان وجود دارد به طوری که اگر بار آزمون را در آن نقطه قرار دهیم، همزمان در دو جهت شروع به حرکت می کند که این امکان پذیر نیست، پس خطوط میدان همدیگر را قطع نمی کنند.

بار q - را در نقطه های A, B و C از میدان الکتریکی غیریکنواخت شکل روبه رو قرار دهید و جهت نیروی الکتریکی وارد بر این بار منفی را تعیین کنید.

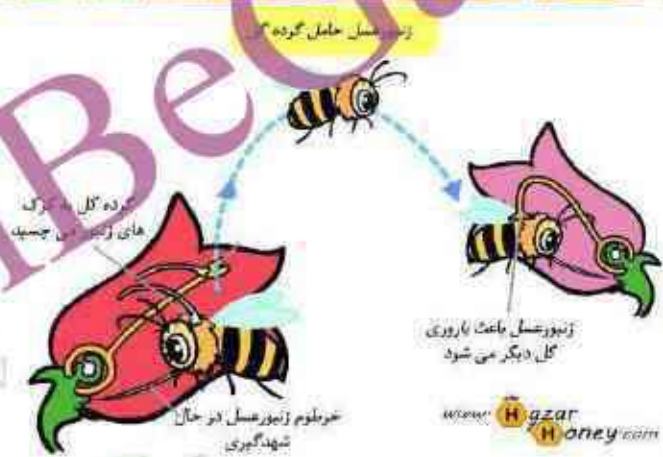


پاسخ:

نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در **خلاف جهت میدان الکتریکی** که در هر نقطه مماس بر خطوط میدان الکتریکی است.



تولیدمثل برخی از گل ها به زنبورهای عسل وابسته است. گرده ها به واسطه میدان الکتریکی، از یک گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می شوند. در این باره تحقیق کنید.

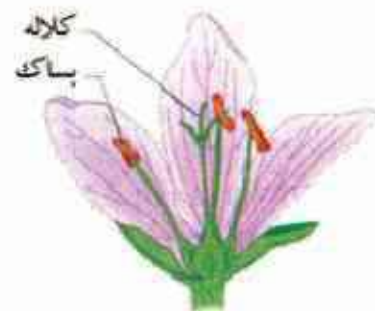


@GamBe

تولید مثل برخی از گل ها به زنبورهای عسل وابسته است. گرده ها به واسطه میدان الکتریکی، از یک گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می شوند. در این باره تحقیق کنید.

پاسخ:

زنبورهای عسل معمولاً در حین پرواز دارای بار الکتریکی مثبت می شوند و وقتی به گرده بدون بار روی بساک یک گل می رسند میدان الکتریکی آنهاروی گرده بارهای مثبت و منفی القامی کند به طوری که آن سمت گرده که به طرف زنبور است دارای بار منفی می شود و گرده به زنبور کشیده شده و گرده هاروی موپژه های ریز زنبور قرار می گیرند وقتی زنبور در اطراف گل دیگری پرواز می کند بارهای منفی روی کلاله القا می کند و اگر نیروی وارد از کلاله بزرگتر از نیروی وارد از زنبور بر گرده باشد گرده به سمت کلاله کشیده و گرده افشانی صورت می گیرد.



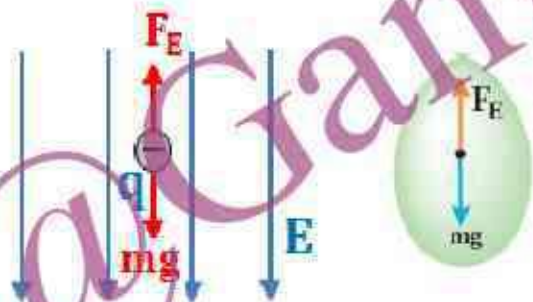
روی سطح بادکنکی به جرم 0.1 g ابار الکتریکی 200 nC - ایجاد می کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که **بادکنک معلق بماند**، تعیین کنید. از نیروی شناوری وارد به

بادکنک چشم پوشی کنید. $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$.

پاسخ:

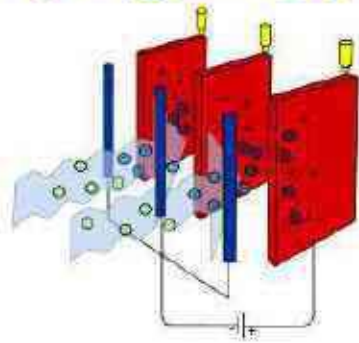
با توجه به این که بادکنک تحت اثر نیروهای وزن و الکتریکی در حالت تعادل قرار می گیرد و می دانیم که نیروی وزن در امتداد قائم رو به پایین است، نیروی الکتریکی در امتداد قائم رو به بالا و هم اندازه با وزن بادکنک است. پس:

$$F_E = mg \rightarrow E|q| = mg \rightarrow E = \frac{1.0 \times 10^{-3} \times 1.0}{200 \times 10^{-9}} \rightarrow E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$



از طرفی می دانیم که نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در خلاف جهت میدان است، پس راستای میدان قائم و جهت آن رو به پایین است.

رسوب دهنده الکترواستاتیکی (ESP) دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه ها و نیروگاه ها بالا می آید جدا می سازد. رسوب دهنده ها انواع مختلفی دارند. در مورد اساس کار این رسوب دهنده ها تحقیق کنید. شکل های زیر تأثیر رسوب دهنده را در کاهش آلودگی هوای ناشی از یک دودکش نشان می دهد.

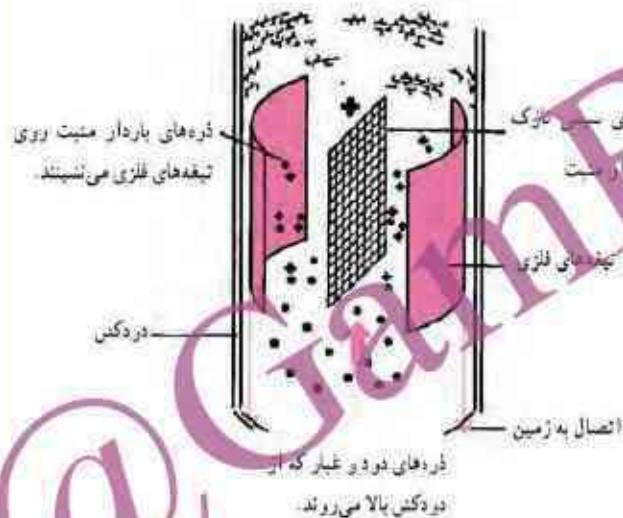


پاسخ:

رسوب دهنده الکترواستاتیکی با ایجاد یک **میدان الکتریکی**، ذرات موجود در گاز (عموماً هوا) را از آن جدا می سازد. این فیلتر طی دو مرحله عمل جداسازی ذرات را انجام می دهد. در مرحله اول ذرات معلق در هوا پس از عبور از ناحیه کوچکی در فیلتر به نام **کروناي تخلیه** است و با نور بنفش مشخص می شود باردار می شوند. در مرحله دوم این ذرات که به بار اشباع خود رسیده اند، توسط یک میدان الکتریکی قوی از جریان هوا جدا گردیده و بسوی یک الکتروود که جهت خنثی سازی بار این ذرات بکار می رود حرکت کرده و در آنجا با از دست دادن بار خود بر روی یک بستر مناسب (تیغه های در نظر گرفته شده) ته نشین می شوند. تیغه ها را هر چند روز یک بار با ضربه زدن به وسیله یک چکش بزرگ و مخصوص که جزء فیلتر است، می تکانند تا دوباره آماده به کار شوند.

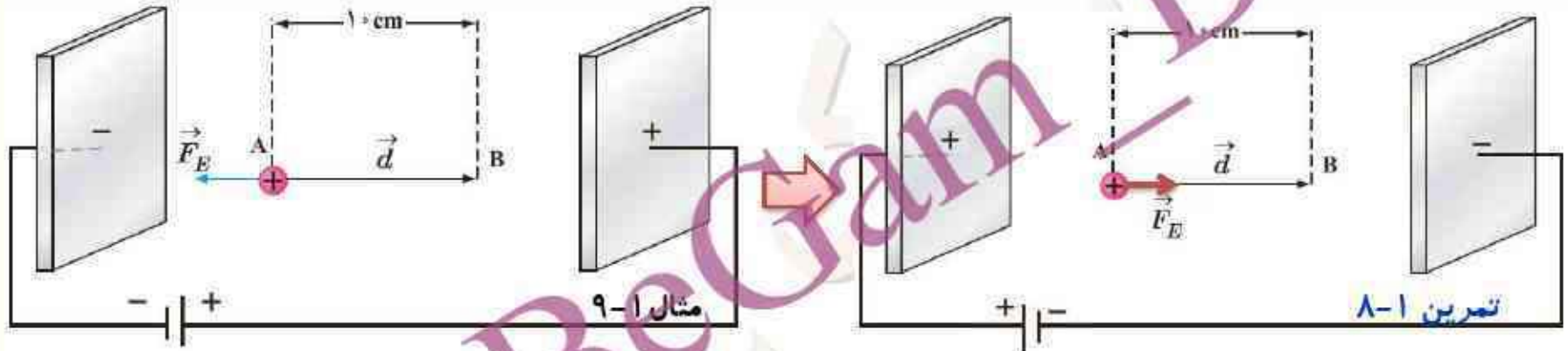
رسوب دهنده الکتروستاتیکی (ESP) دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه ها و نیروگاه ها بالا می آید جدا می سازد. رسوب دهنده ها انواع مختلفی دارند. در مورد اساس کار این رسوب دهنده ها تحقیق کنید. شکل های زیر تأثیر رسوب دهنده را در کاهش آلودگی هوای ناشی از یک دودکش نشان می دهد.

پاسخ:



شکل زیر چگونگی کار یک رسوب دهنده الکتروستاتیکی را نشان می دهد. توری سیمی که به میزان زیادی باردار مثبت شده است بین تیغه های فلزی متصل به زمین قرار دارد، به گونه ای که تخلیه الکتریکی مداومی بین توری این تیغه ها روی می دهد. این تخلیه، جریان پیوسته ای از یون ها را به همراه دارد که خود را به ذره های غبار در گازی که از دودکش بالا می رود، متصل می کنند. ذره های باردار عبوری به سوی تیغه های متصل به زمین رانده می شوند و در آنجا رسوب می کنند. پس از مدتی این تیغه ها را با زدن ضربه می تکانند و به این ترتیب ذره ها را جدا می کنند.

در مثال ۱-۹ (در یک میدان الکتریکی یکنواخت، $E = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$ پروتون از نقطه A با سرعت v_0 در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب شده است. پروتون سرانجام در نقطه B توقف می شود. بار پروتون $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن $1/67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است) اگر جای قطب های باتری عوض شود و پروتون را در نقطه A از حالت سکون رها کنیم، پروتون با چه تندی ای به نقطه B می رسد؟



پاسخ:

$$\Delta U_E = -W_E = -Eqd \cos \alpha = -2 \times 10^3 \times 1/6 \times 10^{-19} \times 1 \times \cos 0 = -3/2 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$\Delta K = -\Delta U_E \Rightarrow K_B - K_A = 3/2 \times 10^{-17} \Rightarrow \frac{1}{2} \times 1/67 \times 10^{-27} \times v_B^2 = 3/2 \times 10^{-17}$$

$$v_B^2 = \frac{2 \times 3/2 \times 10^{-17}}{1/67 \times 10^{-27}} \Rightarrow v_B^2 = 3/83 \times 10^{10} \Rightarrow v_B = 1/96 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 2 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

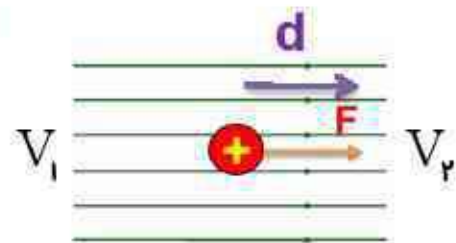
الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.

پاسخ:

$$\Delta U = -E|q|d \cos \theta \quad \text{و} \quad \Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

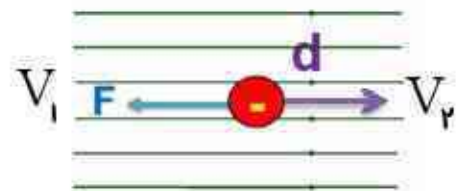
اگر بار مثبت q را در جهت میدان جابه جا کنیم.

$$\Delta V = \frac{-E|q|d \cos \theta}{q} = -Ed \Rightarrow \Delta V < 0 \Rightarrow V_2 < V_1$$



اگر بار منفی q را در جهت میدان جابه جا کنیم.

$$\Delta V = \frac{-E|q|d \cos \theta}{-q} = -Ed \Rightarrow \Delta V < 0 \Rightarrow V_2 < V_1$$



نتیجه:

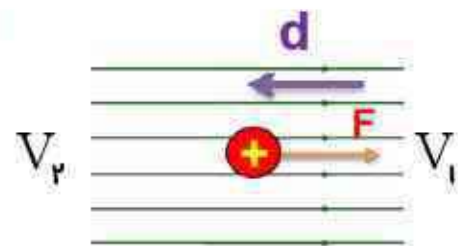
در هر دو حالت $V_2 < V_1$ می باشد، این یعنی پتانسیل الکتریکی در جهت میدان کاهش می یابد و به علامت بار منتقل شده بستگی ندارد.

الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.

پاسخ:

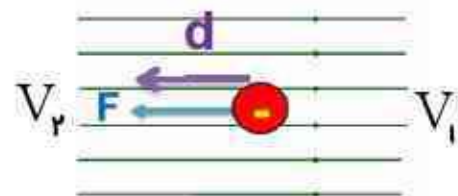
اگر بار مثبت q را در خلاف جهت میدان جابه جا کنیم.

$$\Delta V = \frac{-E|q|d \cos 180^\circ}{q} = +Ed \Rightarrow \Delta V > 0 \Rightarrow V_2 > V_1$$



اگر بار منفی q را در جهت خلاف میدان جابه جا کنیم.

$$\Delta V = \frac{-E|q|d \cos 0^\circ}{-q} = +Ed \Rightarrow \Delta V > 0 \Rightarrow V_2 > V_1$$



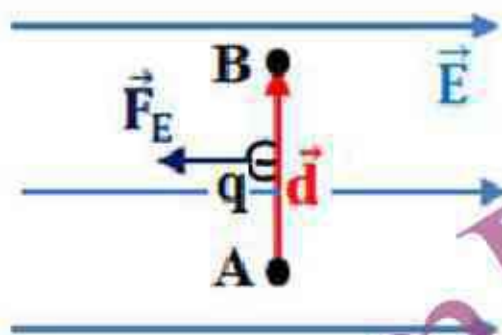
نتیجه:

در هر دو حالت $V_2 > V_1$ می باشد، این یعنی پتانسیل الکتریکی در خلاف جهت میدان افزایش می یابد.

ب) نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی کند.

پاسخ:

ب) اگر بار در راستای عمود بر خط‌های میدان حرکت کند، کار انجام شده توسط میدان الکتریکی صفر است و بنابراین ΔV صفر است.



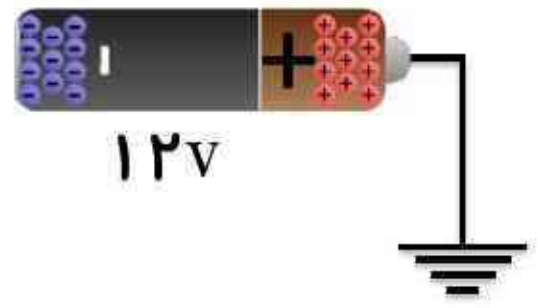
$$W_E = Fd \cos 90^\circ = 0 \quad \xrightarrow{W_E = -\Delta U_E = 0} \quad V_B - V_A = 0 \quad \rightarrow \quad V_B = V_A$$

اگر پایانه مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را مرجع پتانسیل در نظر بگیریم، پتانسیل پایانه منفی آن چند ولت خواهد شد؟

پاسخ:

اگر پتانسیل پایانه مثبت را با V_+ و پتانسیل پایانه منفی را با V_- نشان دهیم، در این صورت:

$$\begin{cases} V_+ = 0 \\ \Delta V = 12\text{V} \\ V_- = ? \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta V = V_+ - V_- \\ 12 = 0 - V_- \\ V_- = -12\text{V} \end{cases}$$



عمل مغز اساساً بر مبنای کنش ها و فعالیت های الکتریکی است. سیگنال های عصبی چیزی جز عبور جریان های الکتریکی نیست. مغز این سیگنال ها را دریافت می کند و اطلاعات به صورت سیگنال های الکتریکی در امتداد اعصاب گوناگون منتقل می شوند. هنگام انجام هر عمل خاصی، سیگنال های الکتریکی زیادی تولید می شوند. این سیگنال ها حاصل کنش الکتروشیمیایی در یاخته های عصبی موسوم به نورون هستند. درباره چگونگی کار نورون ها تحقیق و به کلاس گزارش کنید.

پاسخ:



نورون یک سلول قابل تحریک است که اطلاعات را با ارسال سیگنال الکتریکی و شیمیایی پردازش و منتقل

می کند. هر نورون دارای یک جسم سلولی، دندریت‌ها، و یک آکسون و پایانه‌های سیناپسی است. از لحاظ عملکردی یک نورون شامل بخش گیرنده (دندریت‌ها)، بخش ادغام (جسم سلولی) و بخش انتقال دهنده پیام عصبی (آکسون‌ها) می‌باشد. در هر نورون همه اطلاعات پردازش شده در یک جهت حرکت می‌کند، که به این اصطلاح قطبیدگی می‌گویند.

همه نورون‌ها فعالیت‌شان هم الکتریکی است و هم شیمیایی. ارسال سیگنال شیمیایی از طریق سیناپس‌ها روی می‌دهد. نورون‌ها اجزای اصلی سیستم عصبی می‌باشند.

نورون‌ها دو نوعند، نورون‌های حسی و نورون‌های حرکتی

نورون‌های حسی به لامسه، صدا، نور، و بسیاری از محرک‌های دیگر که بر روی سلول‌های اندام‌های حسی تاثیر می‌گذارند، پاسخ داده و سیگنال‌ها را به نخاع و مغز ارسال می‌کنند. پیام‌های عصبی شیمیایی پس از اینکه از آکسون‌ها به دندریت‌ها منتقل می‌شوند به پیام‌های الکتریکی تبدیل شده و به سایر پیام‌های الکتریکی دریافت شده از سیناپس‌های دیگر اضافه یا از آن کم می‌گردند و در نهایت بر اساس برآیند این پیام‌های الکتریکی در مورد اینکه پیام عصبی به محل دیگری منتقل گردد یا نه تصمیم‌گیری می‌شود.

نورون‌های حرکتی سیگنال‌ها را از مغز و نخاع دریافت کرده و به اندام‌های مختلف منتقل می‌کنند، انقباضات عضله را به وجود آورده و بر روی غده‌ها تاثیر می‌گذارند.

در شکل زیر الف) با فرض آنکه بار q + در ابتدا و انتهای جابه جایی ساکن باشد، آیا کار نیروی دست، مثبت است یا منفی؟

ب) آیا بار q + به نقطه ای با پتانسیل بیشتر حرکت کرده است یا به نقطه ای با پتانسیل کمتر؟ توضیح دهید.



پاسخ:

الف) کار نیروی دست مثبت است، زیرا نیروی دست با جابه جایی هم جهت است

$$W_{\text{خارجی}} = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ > 0$$

ب) با توجه به رابطه $W_{\text{خارجی}} = q \cdot \Delta V$ که در آن q و $W_{\text{خارجی}}$ هر دو مثبت هستند، ΔV نیز مثبت است، پس :

$$\Delta V > 0 \Rightarrow V_2 - V_1 > 0 \Rightarrow V_2 > V_1$$

یعنی بار q + به نقطه ای با پتانسیل بیشتر منتقل شده است.

الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می بینید که نوعی از قفس فاراده است. در مورد قفس فاراده و کاربردهایش تحقیق و به کلاس گزارش کنید.



پاسخ:

الف) قفس فاراده یک قفس یا فضای بسته ساخته شده از فلز یا رسانای الکتریکی دیگر است. مایکل فاراده در یک آزمایش، فردی را در یک قفس رسانای بزرگ قرار داد و آن را توسط مولدواندوگراف تا حدی باردار کرد که بارهای الکتریکی به صورت جرقه از گوشه های آن جریان پیدا کردند و با وجود جرقه هایی که بین قفس و مولد زده می شود، فرد درون قفس هیچ آسیبی نمی بیند. **این آزمایش نشان داد که بار الکتریکی یک رسانای بسته روی سطح خارجی آن قرار می گیرد و بار خالصی در رسانا قرار نمی گیرد.** قفس فاراده علاوه بر اینکه محافظی در برابر امواج بیرونی است، به امواج درون خود نیز اجازه خروج نمی دهد. قفس فاراده در برابر نفوذ امواج رادیویی و تابش الکترومغناطیس نیز مقاوم است و این امواج نمی توانند به داخل آن نفوذ کنند.

ب) تحقیق کنید چرا معمولاً شخصی که در داخل اتومبیل یا هواپیماست از خطر آذرخش در امان می ماند.



پاسخ:

ب) در هنگام برخورد آذرخش به اتومبیل یا هواپیما، بدنه فلزی آن به صورت یک قفس فاراده (مانند رسانای خنثای منزوی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار دهیم، الکترون های آزاد رسانا طوری روی سطح خارجی آن توزیع می شوند که اثر میدان خارجی درون رسانا را خنثی و میدان خالص درون رسانا را صفر کنند.) عمل می کند و مانع رسیدن امواج الکتریکی به سرنشینان درون اتومبیل یا مسافران هواپیما می شود.

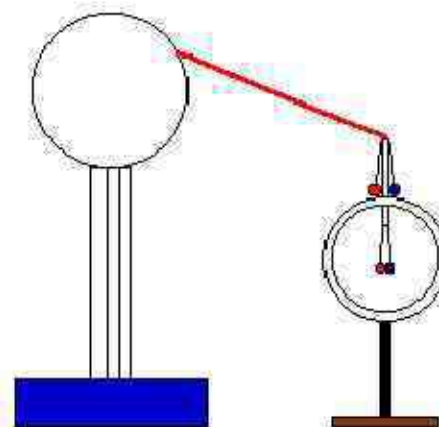
پ) با اعضای گروه خود آزمایش های دیگری را طراحی و اجرا کنید که نشان دهد بار اضافی داده شده به رسانا، روی سطح خارجی آن قرار می گیرد.

پاسخ:

پ) مطابق شکل دو آونگ الکتریکی مشابه با سیم های اتصال رسانا را برداشته و یکی را به داخل و دیگری را به خارج استوانه رسانا متصل می کنیم. سپس استوانه را به یک مولد واندوگراف متصل می کنیم، مشاهده می کنیم که گلوله های آونگ بیرونی همدیگر را دفع می کنند، ولی برای آونگ داخلی این اتفاق نمی افتد. این مسئله نشان می دهد که **بار خالص یک رسانای فلزی در سطح خارجی آن قرار می گیرد.**



به طرف ماشین مولد الکتریسته ساکن



دو قطعه ورقه آلومینیمی نازک به ابعاد $3\text{cm} \times 4\text{cm}$ را مچاله کنید و به سرهای دو تکه نخ هم اندازه به طول 30cm وصل کنید. پس از آنکه جسم فلزی دوکی شکل را با مولدوان دوگراف باردار کردید، یکی از آونگ ها را مقابل نوک تیز و دیگری را مقابل بخش پهن دوک بیاویزید. چه مشاهده می کنید؟ مشاهده خود را توجیه کنید.



پاسخ:

مشاهده می کنیم که آونگی که به قسمت نوک تیز جسم نزدیک می شود، بیشتر از آونگ دیگر دفع شده و در زاویه بیشتری نسبت به امتداد قائم قرار می گیرد که این نشان دهنده قوی تر بودن میدان الکتریکی در نقاط نوک تیز است و در نقاطی که میدان الکتریکی قوی تر است، چگالی سطحی بار در آن قسمت نیز بیشتر است.

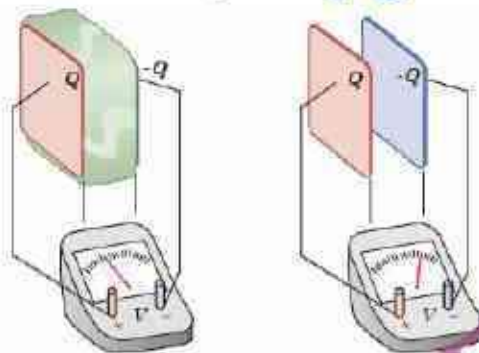
در مورد برق گیرهای ساختمان تحقیق کنید و بررسی کنید آنها چگونه ساختمان‌ها را از گزند آذرخش در امان نگه می‌دارند.



پاسخ:

برق گیر ساختمان: سیمی بلند و نوک تیز است که یک سر آن در بالاترین نقطه ساختمان مورد حفاظت نصب می‌شود تا با برخورد صاعقه با این میله از برخورد مستقیم صاعقه به ساختمان جلوگیری شود. ته سیم کاملاً به زمین متصل می‌شود تا بار الکتریکی حاصل از آذرخش توسط آن به زمین منتقل شود. برای این منظور معمولاً سیم به یک صفحه فلزی لحیم شده و درون زمین تا سطح آب زیر زمینی فرو برده می‌شود.

در شکل زیر صفحه های باردار یک خازن تخت را که بین آنها هواست، به ولت سنج وصل می کنیم. با وارد کردن دی الکتریک در بین صفحه ها، اختلاف پتانسیل دو صفحه کاهش می یابد. علت آن را توضیح دهید. (توجه کنید که این آزمایش با بیشتر ولت سنج های معمولی و رایج ممکن نیست.)



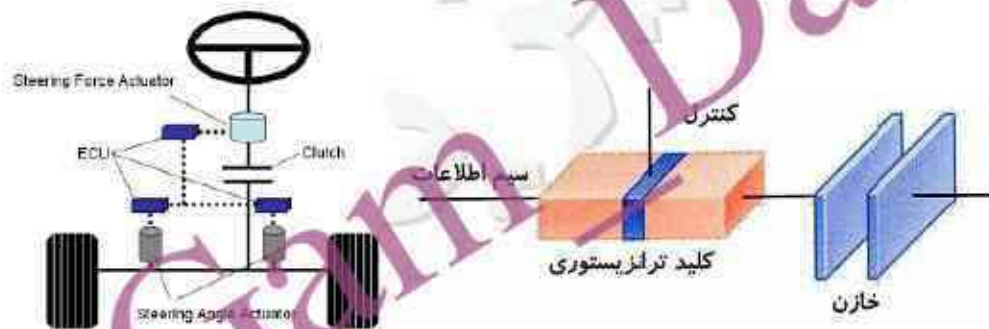
پاسخ:

باتوجه قانون پایستگی بار الکتریکی، بار خازن ثابت ولی با ورود دی الکتریک میدان الکتریکی **کاهش** می یابد و چون اختلاف پتانسیل با میدان الکتریکی رابطه مستقیم دارد در نتیجه **اختلاف پتانسیل** بین دو صفحه نیز **کاهش** می یابد

$$E = \frac{V}{d} \quad \text{و } q \text{ ثابت}$$

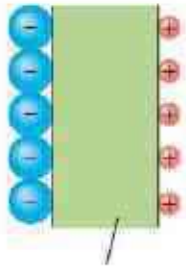
در حسگر کیسه‌هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می‌شود. درباره‌ی چگونگی عملکرد این حسگرها تحقیق کنید و نتیجه‌آن را به کلاس گزارش دهید.

پاسخ:



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

یک یاخته عصبی (نورون) را می توان با یک خازن تخت مدل سازی کرد، به طوری که غشای سلول به عنوان دی الکتریک و یون های باردار با علامت مخالف که در دو طرف غشا هستند به عنوان بارهای روی صفحه های خازن عمل کنند **ظرفیت** یک سلول عصبی و **تعداد یون** های لازم (با فرض آن که هر یون یک باریونیده باشد) برای آنکه یک اختلاف پتانسیل 85mV ایجاد شود چقدر است؟ فرض کنید غشا دارای ثابت دی الکتریک $k=3$ ، ضخامت 1.0nm و مساحت سطح $1.0 \times 10^{-10}\text{m}^2$ است.



پاسخ:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = 3 \times 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{1.0 \times 10^{-10}}{1.0 \times 10^{-9}} \Rightarrow C = 2.655 \times 10^{-13} \text{ F} \quad \text{ظرفیت سلول عصبی}$$

$$Q = CV \Rightarrow Q = 2.655 \times 10^{-13} \times 85 \times 10^{-3} \Rightarrow Q \approx 2.26 \times 10^{-14} \text{ C} \quad \text{بار سلول عصبی}$$

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{Q}{e} = \frac{2.26 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1.41 \times 10^5 \quad \text{تعداد یون های سلول عصبی}$$

خازن ها انواع متعددی دارند؛ زیرا برای کاربردهای مختلفی طراحی و ساخته می شوند. دربارهٔ خازن های مختلف مانند خازن های ورقه ای، میکا، سرامیکی، الکترولیتی، خازن های متغیر، اَبَر خازن ها و ظرفیت آنها تحقیق کنید. هر گروه می تواند روی یک نوع خازن تحقیق کند.

پاسخ:

خازن های ورقه ای این خازن ها از دو ورقهٔ قلع یا آلومینیوم تشکیل شده اند که بین آنها دو ورقهٔ دی الکتریک مانند کاغذ یا پلاستیک جا داده می شود. این ورق ها را لوله می کنند و به صورت یک استوانه درمی آورند و در محفظه ای پلاستیکی قرار می دهند. ظرفیت این نوع خازن ها از 1 nF تا $1\text{ }\mu\text{F}$ است.

خازن های میکا بین ورقه های فلزی نازک قلعی، ورقه های نازک میکا قرار می دهند و ورقه های قلع را یک در میان به یکدیگر وصل می کنند. ظرفیت این خازن ها حدود 50 تا 500 پیکوفاراد است.

خازن های سرامیکی دی الکتریک این خازن ها سرامیک است که با استفاده از انواع سیلیکات ها در دمای بالا تهیه می شود. ثابت دی الکتریک این خازن ها زیاد و در حدود 1000 است. خازن های سرامیکی به شکل عدس تهیه می شوند و حجم آنها کم است. صفحه های رسانای آنها نیز با ذوب نقره در دو طرف سرامیک تهیه می شود. ظرفیت این خازن ها حدود ده نانوفاراد 10 nF است.



غلاف پلاستیکی دی الکتریک



ورقه فلزی سیم رابط



سیم رابط دی الکتریک سیم رابط

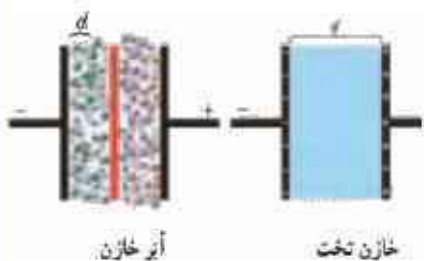


خازن های الکترولیتی: این خازن ها از یک صفحه فلزی اندود شده با اکسید آلومینیوم، به طوری که صفحه فلزی قطب مثبت خازن ولایه اکسید، دی الکتریک آن باشد، تشکیل شده است. الکترولیت جامد یا مایع (که غالباً کاغذی آغشته به مایع الکترولیت است) به عنوان قطب منفی خازن عمل می کند. ظرفیت این خازن ها بالاست و تا حدود $1F$ می رسد.

خازن های متغیر: دی الکتریک این خازن ها معمولاً هواست. در ساختمان آنها دو نوع صفحه فلزی، یک دسته ثابت و دسته دیگر متحرک به کار رفته است که هر دو دسته، روی یک محور قرار گرفته اند؛ ولی صفحه های متحرک روی این محور می چرخند. صفحه ها به شکل نیم دایره اند و با چرخیدن صفحه های متحرک، مساحت خازن کم و زیاد می شود. این نوع خازن ها در گیرنده های رادیویی به کار می رفته است



آبر خازن: این نوع خازن ها از موادی مانند زغال فعال پر شده اند که خود درون نوعی الکترولیت قرار گرفته اند. زغال ها پس از قرار گرفتن در دوسوی خازن که توسط غشای عایق و نفوذپذیری به نام جداکننده از هم جدا شده اند بارهایی با علامت مخالف می گیرند. با توجه به نفوذپذیری جداکننده، یون های موجود در الکترولیت از غشای جداکننده عبور می کنند به طوری که یون های منفی در سمت زغال های باردار مثبت و یون های مثبت در سمت زغال های باردار منفی قرار می گیرند. هر یک از جفت بارهای مثبت و منفی زغال یون به مثابه خازنی با فاصله جدایی d است که میلیون ها بار کوچک تر از



فاصله جدایی صفحه های یک خازن معمولی است. از طرفی ساختار میکروسکوپی زغال های فعال اسفنجی شکل است به طوری که در مقیاس نانوسطح تماس بسیار بزرگی بایون ها دارند و بدین ترتیب مساحت A صفحه های این خازن تیریه مراتب بزرگ تر از مساحت سطح یک خازن معمولی است. بنابراین این خازن ها ظرفیت های بسیار بزرگی از مرتبه کیلوفاراد دارند که میلیون ها برابر خازن های معمولی هستند. یکی از ویژگی های این خازن ها آن است که خیلی سریع تر از باتری های شارژ شدن می شوند و می توان آنها را به دفعاتی تا هزاران بار بیشتر از این باتری ها شارژ کرد. همین ویژگی است که باعث استفاده از این خازن ها در وسایل نقلیه الکتریکی می شود.

۱- چگونه توسط یک الکتروسکوپ می توانیم تشخیص دهیم که:



الف) یک میله باردار است یا نه؟

ب) میله رساناست یا عایق؟

پ) نوع بار میله باردار چیست؟

پاسخ:

الف) جسم را با کلاهک الکتروسکوپ **نزدیک** می کنیم، اگر ورقه انحراف پیدا کند، جسم بار الکتریکی دارد. در غیر این صورت بار الکتریکی ندارد.

ب) جسم را با کلاهک باردار الکتروسکوپ **تماس** داده اگر ورقه ها بهم بچسبند جسم رسانا و اگر انحراف ورقه تغییر نکند، جسم عایق است.

پ) جسم باردار را به آرامی به **الکتروسکوپ باردار** با بار مشخص **نزدیک** می کنیم اگر

انحراف ورقه **بیشتر** شود. بار جسم و الکتروسکوپ **هم علامت** هستند و اگر انحراف ورقه

کمتر شود بار جسم و الکتروسکوپ مخالف هم می باشند.

۲- یک میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله پلاستیکی $12/8 \text{ nC}$ - می شود.

الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه پشمی چقدر است؟

ب) تعداد الکترون های منتقل شده از پارچه پشمی به میله پلاستیکی را محاسبه کنید.

پاسخ:

الف) بار الکتریکی پارچه پشمی $12/8 \text{ nC}$ + خواهد بود.

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{|q|}{e} \Rightarrow n = \frac{12/8 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 8 \times 10^{10} \quad \text{ب)}$$

۳-الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن (${}^{12}_6\text{C}$) چند کولن است؟
 ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^+) چقدر است؟

پاسخ:

الف) هسته اتم کربن ۶ پروتون دارد **بار الکتریکی هسته** برابر است با:

$$q_1 = +ne = +6 \times 1/6 \times 10^{-19} = 9/6 \times 10^{-19} \text{C}$$

اتم کربن در حالت عادی ۶ الکترون نیز دارد **بار الکتریکی منفی** اش برابر است با:

$$q_2 = -ne = -6 \times 1/6 \times 10^{-19} = -9/6 \times 10^{-19} \text{C}$$

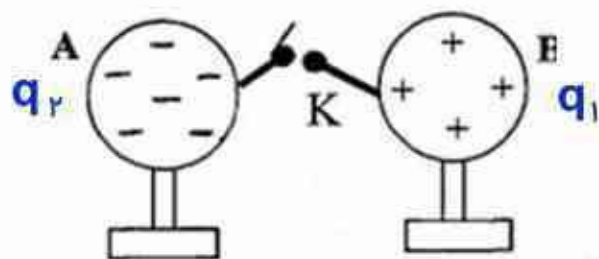
اتم کربن در حالت عادی خنثی است. $q_{\text{اتم}} = q_1 + q_2 = 0$

ب) اتم کربن (C^+) دارای ۵ الکترون ولی داخل هسته آن ۶ پروتون وجود دارد.

$$q_{\text{اتم یونیده}} = -5e + 6e = +1e = +1/6 \times 10^{-19} \text{C}$$

۴- دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = 4\text{nC}$ و $q_2 = -6\text{nC}$ را با هم تماس می دهیم و سپس تا فاصله $r = 3.0\text{cm}$ از هم دور می کنیم. نیروی برهم کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

پاسخ:



$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{+4 + (-6)}{2} \rightarrow q'_1 = q'_2 = -1\text{nC}$$

بعد از اتصال
دو کره ی رسانای

$$F' = k \frac{|q'_1| |q'_2|}{r^2} \rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{|-1 \times 10^{-9}|^2}{(3 \times 10^{-1})^2} \rightarrow F' = 10^{-7}\text{N}$$

رانشی است.

۵- سه ذره باردار q_1, q_2, q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع 3m ثابت شده اند. اگر $q_1 = q_2 = -5\mu\text{C}$ و اگر $q_3 = +2\mu\text{C}$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 باشد بر حسب بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} تعیین کنید. $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$



پاسخ:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$r_{13} = r_{23} = 3\text{m}$$

$$q_1 = q_2 = -5\mu\text{C}$$

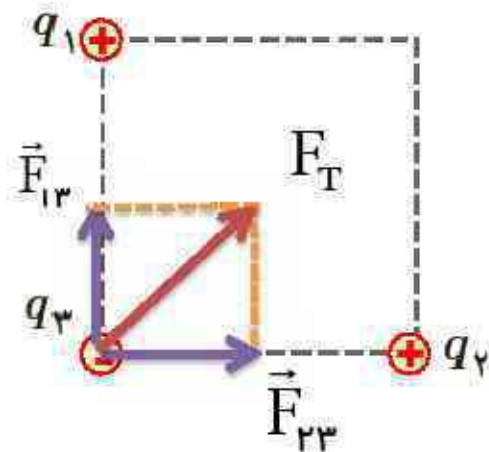
$$\vec{F}_T = ?$$

$$F_{13} = F_{23} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r_{13}^2}$$

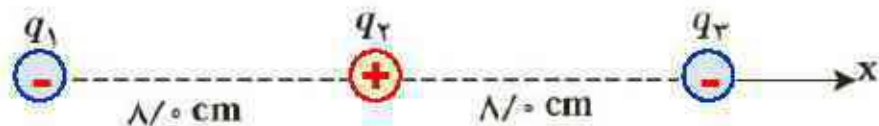
$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{3^2} = 10^{-3} \text{N}$$

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

$$\vec{F}_T = 10^{-3} \vec{i} + 10^{-3} \vec{j}$$

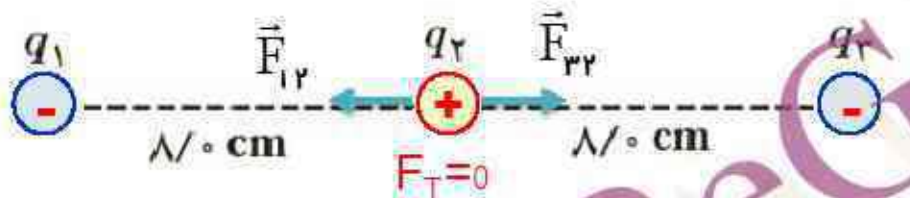


۶- بارهای الکتریکی نقطه ای $q_1 = -4nC$ ، $q_2 = +5nC$ و $q_3 = -4nC$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید.



پاسخ:

نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2



$$F_{12} = F_{22} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_{12}^2} \rightarrow F_T = F_{12} - F_{22} = 0$$



نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_3

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{(16 \times 10^{-2})^2} = 1.56 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-9}}{(\lambda \times 10^{-2})^2} = 2.25 \times 10^{-5} \text{ N}$$

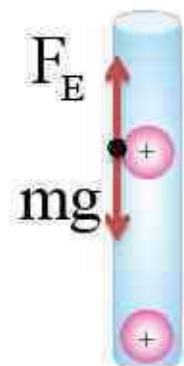
$$F_T = F_{23} - F_{12} \rightarrow F_T = 2.25 \times 10^{-5} - 1.56 \times 10^{-5}$$

$$F_T = 2.25 \times 10^{-5} \text{ N}$$

۷- در شکل روبه رو، دو گوی مشابه به جرم $2/5g$ و بار یکسان مثبت q در فاصله 1 cm از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. (الف) اندازه بار q را به دست آورید.



(ب) تعداد الکترون های کنده شده از هر گوی چقدر است؟



پاسخ:

(الف)

$$m = 2/5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$r = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$q_1 = q_2 = q = ?$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

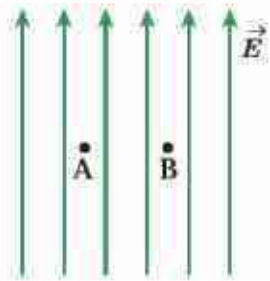
$$F_E = W \rightarrow k \frac{q^2}{r^2} = mg \rightarrow q^2 = \frac{mgr^2}{k}$$

$$q^2 = \frac{2/5 \times 10^{-3} \times 10 \times (10^{-2})^2}{9 \times 10^9} = \frac{25}{9} \times 10^{-16} \xrightarrow[\text{می گیریم}]{\text{از طرفین جذر}} q = \frac{5}{3} \times 10^{-8} \text{ C}$$

(ب)

$$q = ne \rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{5/3 \times 10^{-8}}{1/6 \times 10^{-19}} \approx 1 \times 10^{11}$$

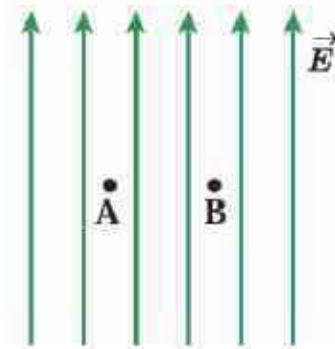
۸- یک ذره باردار را یک بار در نقطه A و بار دیگر در نقطه B قرار می دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذره باردار در این دو نقطه وارد می شود را مقایسه کنید.



پاسخ:

چون میدان الکتریکی یکنواخت و ثابت است، بنابراین نیروی وارد بر ذره باردار در تمام نقاط واقع در این میدان یکسان می باشد.

$$\left. \begin{array}{l} F = Eq_0 \\ q_0 \text{ یک ذره باردار در دو نقطه قرار گرفته} \\ E_A = E_B = \text{ثابت} \end{array} \right\} F_A = F_B$$



۹- هسته آهن شعاعی در حدود $m \times 10^{-15} \times 4$ دارد و پروتون های آن ۲۶ عدد است.

(الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $m \times 10^{-15} \times 4$

از هم قرار دارند چقدر است؟ (ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله

$m \times 10^{-10} \times 1$ از مرکز هسته چقدر است؟ (بار الکتریکی پروتون $C \times 10^{-19} \times 1/6$)

پاسخ:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

$$r = 4 \times 10^{-15} m$$

$$q_p = 1/6 \times 10^{-19} C$$

$$F = ?$$

$$r' = 1 \times 10^{-10} m$$

$$q' = 26 \times 1/6 \times 10^{-19} C$$

$$E = ?$$

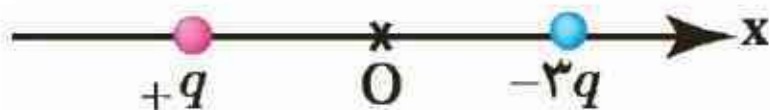
$$F = k \frac{|q_p|^2}{r^2} \rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{(1/6 \times 10^{-19})^2}{(4 \times 10^{-15})^2} \rightarrow F = 14/4 N$$

$$E = k \frac{|q'|}{r'^2} \rightarrow E = 9 \times 10^9 \times \frac{26 \times 1/6 \times 10^{-19}}{(1 \times 10^{-10})^2} \rightarrow E = 3/7 \times 10^{12} \frac{N}{C}$$

(الف)

(ب)

۱۰- شکل زیر، دو ذره باردار را نشان می دهد که در جای خود روی محور x ثابت شده اند. بارها در فاصله a یکسان از مبدأ مختصات (نقطه O) قرار دارند. الف) در کجای این محور (غیر از بی نهایت) نقطه ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برابر با صفر است؟

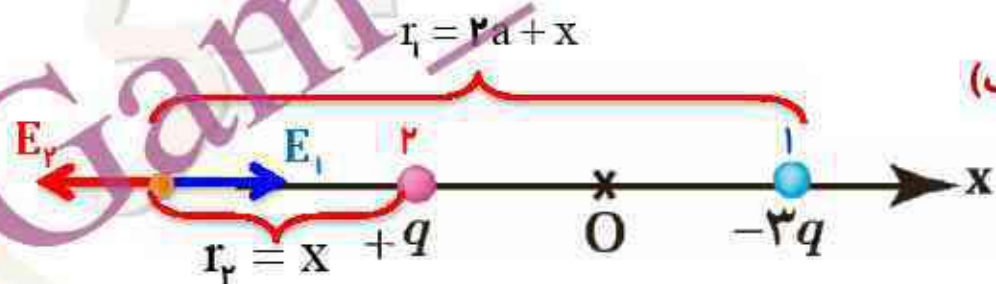


پاسخ:

الف)

شرط صفر شدن
میدان الکتریکی
برآیند

$$|E_1| = |E_2| \Rightarrow \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k|q_2|}{r_2^2}$$



$$\frac{kq}{x^2} = \frac{k3q}{(2a+x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{3}{(2a+x)^2} \Rightarrow (2a+x)^2 = 3x^2 \xrightarrow[\text{جذر می گیریم}]{\text{از طرفین تساوی}} 2a+x = \pm\sqrt{3}x = \pm 1/\sqrt{x}$$

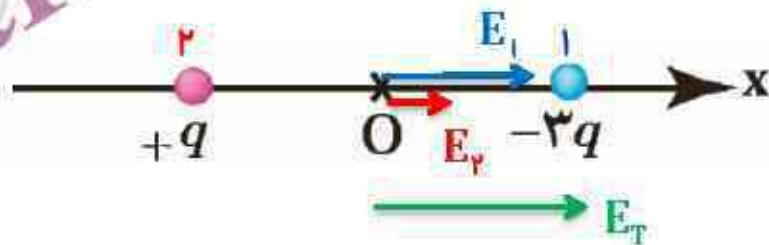
$$\begin{cases} 2a+x = 1/\sqrt{x} \Rightarrow x = 2/85a & \text{ق ق} \\ 2a+x = -1/\sqrt{x} \Rightarrow x = -./\sqrt{4}a & \text{غ ق ق} \end{cases}$$

۱۰- شکل زیر، دو ذره باردار را نشان می دهد که در جای خود روی محور X ثابت شده اند. بارها در فاصله a یکسان از مبدأ مختصات (نقطه O) قرار دارند. (ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات را بیابید.



پاسخ:

$$\begin{cases} E_1 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} \rightarrow E_1 = \frac{3kq}{a^2} \\ E_2 = \frac{k|q_2|}{r_2^2} \rightarrow E_2 = \frac{kq}{a^2} \end{cases}$$



$$\vec{E}_T = E_1 \vec{i} + E_2 \vec{i} = \frac{3kq}{a^2} \vec{i} + \frac{kq}{a^2} \vec{i} = \frac{4kq}{a^2} \vec{i}$$

۱۱- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5 \times 10^5 \text{ N/C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره باردار به جرم 2 g معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

پاسخ:

نیروی وزن و نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر ذره وارد می شود باید باهم مساوی و در خلاف جهت یکدیگر باشند

$$E = 5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$m = 2 \text{ g} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$q = ?$$

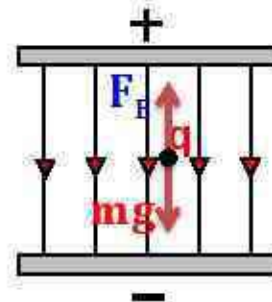
$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_E = E|q|$$

$$F_g = W = mg$$

$$E|q| = mg \rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^5}$$

$$\rightarrow |q| = 4 \times 10^{-8} \text{ C} = 4 \mu\text{C}$$



چون نیرو و میدان الکتریکی خلاف جهت هم هستند، پس بار الکتریکی ذره منفی است.

۱۲- شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می دهد. مربع ها که در نقطه P هم مرکزند، هم ردیف نیستند. ذره ها روی محیط مربع به فاصله d یا d/۲ از هم قرار گرفته اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه P چیست؟



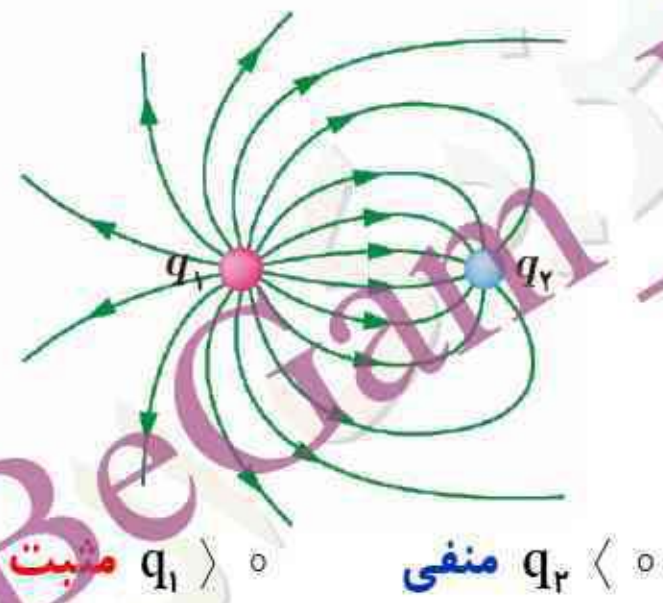
پاسخ:

با توجه به تقارن شکل، همه میدان های حاصل از بارها در نقطه P همدیگر را دو به دو خنثی می کنند، به جز دو باری که در وسط دو ضلع سمت چپ و راست مربع بزرگ قرار دارند.

$$\begin{cases} E_1 = \frac{k|q_1|}{r^2} \rightarrow E_1 = \frac{k2q}{d^2} \\ E_2 = \frac{k|q_2|}{r^2} \rightarrow E_2 = \frac{kq}{d^2} \end{cases} \rightarrow \vec{E}_T = E_1 \vec{i} + E_2 \vec{i} = -\frac{2kq}{d^2} \vec{i} + \frac{kq}{d^2} \vec{i} = -\frac{kq}{d^2} \vec{i}$$

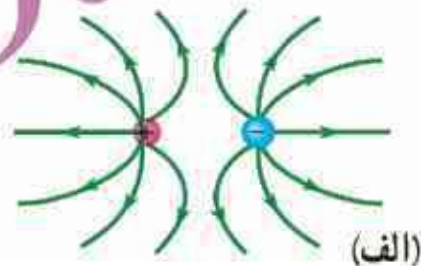
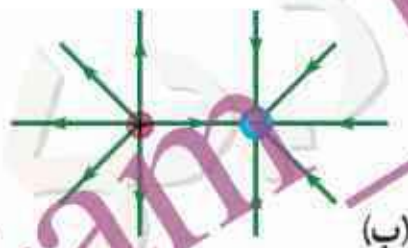
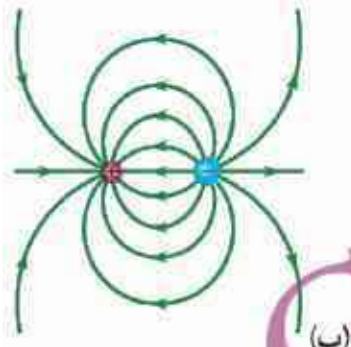
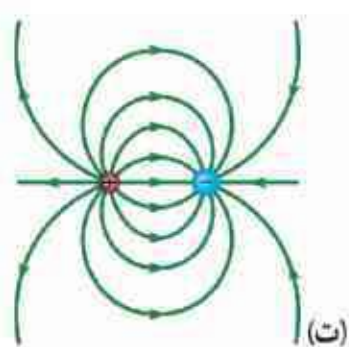
۱۳- خطوط میدان الکتریکی برای دو کرهٔ رسانای باردار کوچک در شکل روبه رو نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازهٔ آنها را مقایسه کنید.

پاسخ:



چون تراکم خطوط میدان الکتریکی اطراف بار q_1 بیشتر از بار q_2 است پس اندازهٔ بار الکتریکی $|q_1| > |q_2|$ است

۱۴- در شکل های زیر، اندازه دو بار، یکسان ولی علامت آنها مخالف هم است. کدام آرایش های خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



پاسخ:

الف) نادرست- زیرا خطوط میدان الکتریکی دو بار ناهمنام ربایشی است، نه رانشی

ب) نادرست- خطوط میدان اطراف دو قطبی الکتریکی باید انحای معین داشته باشد.

پ) نادرست- جهت خطوط میدان برای بارها مثبت و منفی برعکس رسم شده است.

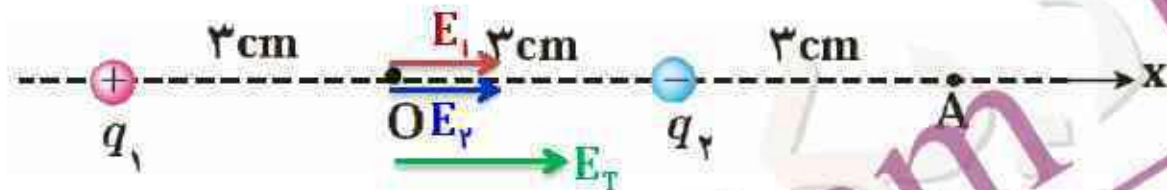
ت) **درست**- جهت و انحای خطوط میدان، صحیح رسم شده است.

۱۵- دو بار الکتریکی نقطه ای غیرهمنام $q_1 = +1 \text{ nC}$ و $q_2 = -1 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله 6 cm از یکدیگر قرار دارند.

(الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه های O و A به دست آورید.

پاسخ:

(الف)



میدان الکتریکی در نقطه O

$$E_1 = E_2 = k \frac{|q_1|}{r^2} \rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} \rightarrow E_1 = 1 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \rightarrow \vec{E}_T = 2\vec{E}_1 = 2 \times 10^4 \vec{i} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$



میدان الکتریکی در نقطه A

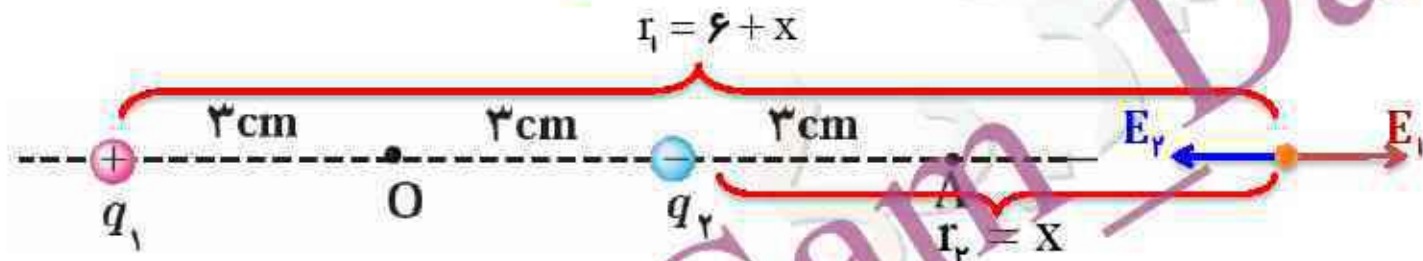
$$\left. \begin{aligned} E_1 &= 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2} \rightarrow E_1 = 1.11 \times 10^4 \\ E_2 &= 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} \rightarrow E_2 = 1 \times 10^4 \end{aligned} \right\} \vec{E}_T = E_1 \vec{i} - E_2 \vec{i} = 1.11 \times 10^4 \vec{i} + (-1 \times 10^4 \vec{i}) = -0.11 \times 10^4 \vec{i}$$

۱۵- دو بار الکتریکی نقطه ای غیرهمنام $q_1 = +1nC$ و $q_2 = -1nC$ مطابق شکل زیر به فاصله $6cm$ از یکدیگر قرار دارند.

(ب) آیا بر روی محور، نقطه ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟

پاسخ:

(ب)



شرط صفر شدن
میدان الکتریکی
برآیند

$$|E_1| = |E_2| \rightarrow \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k|q_2|}{r_2^2}$$

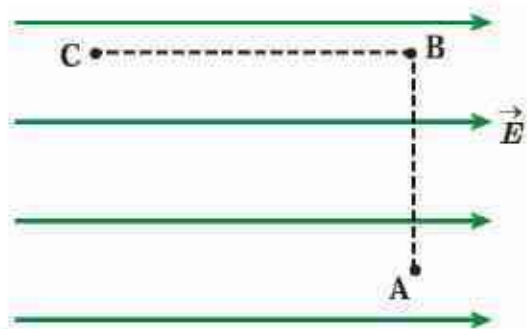
$$\frac{kq}{(6+x)^2} = \frac{kq}{x^2} \rightarrow \frac{1}{(6+x)^2} = \frac{1}{x^2} \rightarrow x^2 = (6+x)^2 \xrightarrow[\text{جذر می گیریم}]{\text{از طرفین تساوی}} x = \pm(6+x)$$

$$\begin{cases} x = 6+x \rightarrow 0 \neq 6 & \text{غ ق ق} \\ x = -6-x \rightarrow 2x = -6 \rightarrow x = -3cm & \text{غ ق ق} \end{cases}$$

نتیجه:

خطوط میدان الکتریکی مربوط به دو قطبی طوری است که در هیچ مکانی، میدان برآیند صفر نمی شود (به غیر از بینهایت)

۱۶- مطابق شکل زیر، بار $q = + 5.0 \text{ nC}$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $8 \times 10^5 \text{ N/C}$ نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه جایی کنیم. اگر $AB = .2 \text{ m}$ و $BC = .4 \text{ m}$ باشد، مطلوب است:



(الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q
 (ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه جایی انجام می دهد،
 (پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه جایی.

پاسخ:

(الف)

$$q = +5.0 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$E = 8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$F = ?$$

$$F = E|q| \rightarrow F = 8 \times 10^5 \times 5.0 \times 10^{-9} \rightarrow F = 4 \times 10^{-2} \text{ N}$$

(ب)

$$d_{AB} = .2 \text{ m}$$

$$\overset{\text{مسیر}}{A \rightarrow B} \left\{ W_F = Fd_{AB} \cos \theta \rightarrow W_F = 4 \times 10^{-2} \times .2 \cos 90^\circ = 0 \right.$$

$$d_{BC} = .4 \text{ m}$$

$$\overset{\text{مسیر}}{B \rightarrow C} \left\{ W_F = Fd_{BC} \cos \theta \rightarrow W_F = 4 \times 10^{-2} \times .4 \cos 180^\circ = -1/6 \times 10^{-2} \text{ J} \right.$$

$$W_F = ?$$

$$\Delta U = ?$$

$$\Delta U = -W_F \rightarrow \Delta U = 1/6 \times 10^{-2} \text{ J} = 16 \text{ mJ}$$

(پ)

۱۷- در شکل زیر ذرهٔ باردار مثبت و کوچکی را از حالت سکون، از نقطهٔ A به سمت کرهٔ باردار که روی پایهٔ عایقی قرار دارد، نزدیک می کنیم و در نقطهٔ B قرار می دهیم.

الف) در این جابه جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟

ب) کاری که ما در این جابه جایی انجام می دهیم مثبت است یا منفی؟

پ) انرژی پتانسیل ذرهٔ باردار در این جابه جایی چگونه تغییر می کند؟

ت) پتانسیل نقطه های A و B را با هم مقایسه کنید.

پاسخ:

الف) منفی

ب) مثبت

پ) انرژی پتانسیل زیاد می شود.

ت) پتانسیل B از A بیشتر است.

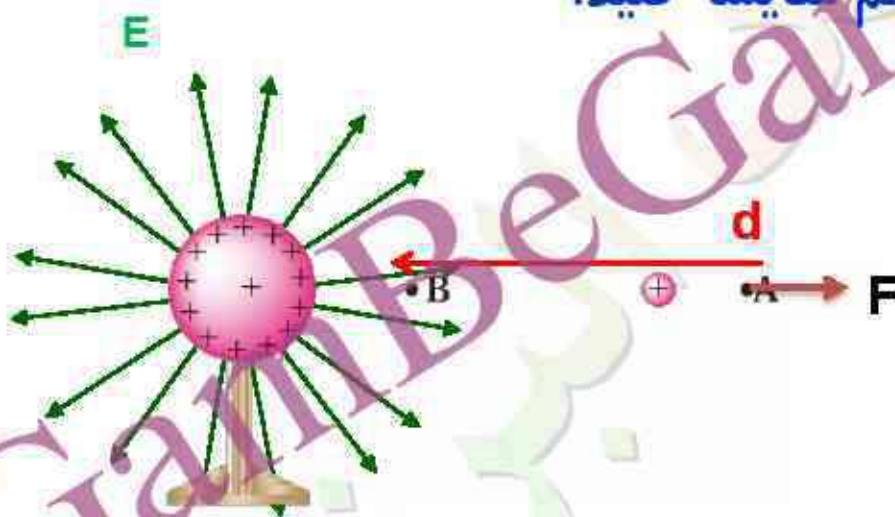
نکته:

اگر ذرهٔ باردار را از نقطهٔ A در مسیرهای متفاوتی به نقطهٔ B نزدیک کنیم کار ما و کار میدان الکتریکی در تمام مسیرها

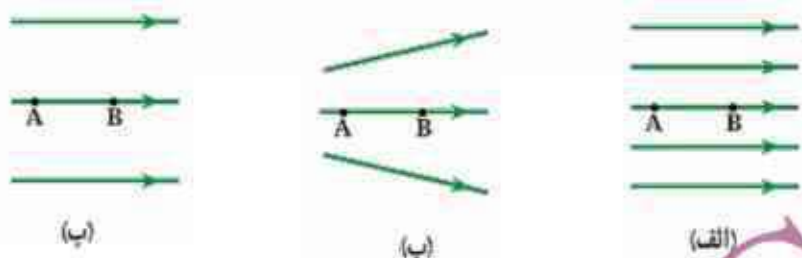
یکسان خواهد بود.



•B •A



۱۸- شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می گیرد. نقطه های A و B در هر سه آرایش در فاصله های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید.



پاسخ:

در شکل الف، در کل مسیر میدان یکنواخت بوده و تعداد خطوط میدان بیشتر و به یکدیگر نزدیکترند پس همواره بزرگی نیرو ثابت بیشتری به ذره وارد می شود.

در شکل ب میدان غیر یکنواخت بوده و در ابتدای مسیر نیروی بزرگ ولی در طی مسیر نیروی کوچکی به ذره وارد می شود.

در شکل پ، در کل مسیر میدان یکنواخت و تعداد خطوط میدان کمتر از بقیه است، بنابراین یک نیروی ثابت و کوچکی به ذره وارد می شود.

$$E_{Aالف} = E_{Aب} > E_{Aج} \quad \left. \begin{array}{l} W_{Eالف} > W_{Eب} > W_{Eج} \\ E_{Bالف} > E_{Bب} > E_{Bج} \end{array} \right\} \xrightarrow{W = K_B - K_A} V_{Bالف} > V_{Bب} > V_{Bج}$$

تندی نهایی پروتون در شکل الف بیشتر از شکل های دیگر است

۱۹- دو صفحه رسانا با فاصله 2 cm را موازی یکدیگر قرار می دهیم و آنها را به اختلاف پتانسیل 100 V وصل می کنیم. در نتیجه، یکی از صفحه ها به طور منفی و دیگری به طور مثبت باردار می شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی به وجود می آید. اندازه این میدان الکتریکی را حساب کنید و با توجه به جهت خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه توضیح دهید که کدامیک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

پاسخ:

$$\begin{cases} V = 100\text{ V} \\ d = 2 \times 10^{-2}\text{ m} \\ E = ? \end{cases} \quad E = \frac{V}{d} \rightarrow E = \frac{100}{2 \times 10^{-2}} = 5000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

صفحه متصل به پایانه مثبت پتانسیل بیشتری نسبت به صفحه متصل به پایانه منفی دارد.

۲۰- بار الکتریکی $q = -40 \text{ nC}$ از نقطه ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40 \text{ V}$ تا نقطه ای با پتانسیل $V_2 = -10 \text{ V}$ آزادانه جابه جا می شود. الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می کند؟ ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، در مورد چگونگی تبدیل انرژی بار q در این جابه جایی توضیح دهید.

پاسخ:

الف)

$$q = -40 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$V_1 = -40 \text{ V}$$

$$V_2 = -10 \text{ V}$$

$$\Delta U = ?$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow \Delta U = q(V_2 - V_1)$$

$$\Delta U = -40 \times 10^{-9} (-10 + 40) = -1200 \times 10^{-9} \text{ J} = -1/2 \mu\text{J}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش می یابد.

ب) کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این جابه جایی باعث افزایش انرژی جنبشی آن خواهد شد.

۲۱- یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می افتد.



نیروی دافعه کولنی > نیروی جاذبه کولنی

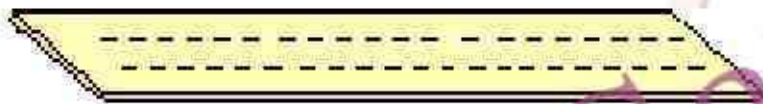
پاسخ:



آونگ بارداری در کره رسانا بار القاء می کند با توجه به این که بارهای ناهمنام نزدیکتر قرار دارند نیروی جاذبه از دافعه قویتر است و سبب جذب آونگ می شود و آونگ به طرف کره رسانا منحرف می شود. در صورت تماس با کره قسمتی از بارهای آونگ به کره منتقل شده و به علت همنام شدن بار آونگ و کره، آونگ از کره دور می شود.

۲۲- یک صفحه پلاستیکی باردار (تلق یا ورق باردار) را به براده های ریز آلومینیمی بدون بار نزدیک می کنیم. مشاهده می شود که براده ها به طرف صفحه پلاستیکی جذب می شوند. علت این پدیده را توضیح دهید.

تلق باردار



پاسخ:

نیروی دافعه کولنی > نیروی جاذبه کولنی

القای بار در براده ها



وقتی صفحه پلاستیکی باردار را به براده های ریز آلومینیمی بدون بار نزدیک کنیم، الکترون آزاد در براده ها حرکت می کند. به طوری که بخش نزدیک صفحه پلاستیکی بارناهمنام و بخش دورتر صفحه پلاستیکی بارهمنام می شود و چون نیروی جاذبه کولنی به علت فاصله کمتر بیشتر از نیروی دافعه است، در نتیجه براده ها جذب صفحه پلاستیکی می شود

۲۳- وقتی ماهواره ای به دور زمین می چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می شود. این بارها ممکن است موجب آسیب رساندن به قطعات الکترونیکی ماهواره شود. فرض کنید ماهواره ای در اثر عبور از یکی از لایه های جو دارای بار الکتریکی $q = 2 \text{ nC}$ شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع 40 cm است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید. (از تجمع بار بر روی لبه ها چشم پوشی شود).



پاسخ:

مساحت هر وجه آن a^2 مساحت کل وجه ها $6a^2$ می شود.

$$\sigma = \frac{Q}{A} \rightarrow \sigma = \frac{Q}{6a^2} = \frac{2 \times 10^{-9}}{6 \times 0.4^2} \approx 2 \times 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

۲۴- اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می کند؟
الف) بار آن دو برابر شود.

پاسخ:

الف) ظرفیت خازن **به ساختمان خازن** بستگی دارد، با دو برابر کردن بار الکتریکی خازن، ولتاژ دو سر خازن نیز دو برابر شده و چون ظرفیت خازن برابر تقسیم مقدار بار به اختلاف پتانسیل است و این نسبت ثابت است، در نتیجه **ظرفیت خازن ثابت** می ماند

$$C = \frac{Q}{V} \quad \begin{matrix} Q' = 2Q \\ V' = 2V \end{matrix} \quad C' = \frac{Q'}{V'} = \frac{2Q}{2V} = C$$



۲۴-۱ اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می کند؟
 ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه های آن سه برابر شود.

پاسخ:

ب) مانند قسمت قبل با سه برابر کردن اختلاف پتانسیل میان صفحه ها، بارالکتریکی خازن نیز سه برابر شده و چون ظرفیت خازن برابر تقسیم مقدار بار به اختلاف پتانسیل است و این نسبت ثابت است، در نتیجه **ظرفیت خازن ثابت** می ماند

$$C = \frac{Q}{V} \quad \begin{matrix} Q' = 3Q \\ V' = 3V \end{matrix} \quad C' = \frac{Q'}{V'} = \frac{3Q}{3V} = C$$

۲۵- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه یک خازن را از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می دهیم. اگر با این کار ۱۵ میکروکولن برابر ذخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید.

پاسخ:

$$V_1 = 28V$$

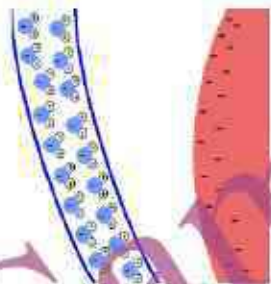
$$V_2 = 40V$$

$$\Delta Q = 15 \mu C$$

$$C = ?$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \rightarrow C = \frac{15}{(40 - 28)} = \frac{15}{12} \rightarrow C = 1/25 \mu F$$

۲۶- بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده ایم. توضیح دهید چرا آب به جای اینکه به طور قائم فرو ریزد، خمیده می شود؟



نیروی دافعه کولنی > نیروی جاذبه کولنی

پاسخ:

وقتی بادکنک باردار منفی را به باریکه آب نزدیک کنیم چون مولکولهای آب قطبی هستند. اتمها و مولکولهای آن در میدان الکتریکی بادکنک آرایش جدیدی می گیرند به طوری که بخش مثبت مولکولهای آب به طرف بادکنک کشیده و بخش منفی مولکولهای آب دور می شود و چون نیروی جاذبه کولنی به علت فاصله کمتر بیشتر از نیروی دافعه است، در نتیجه مسیر باریکه آب منحرف می شود

۲۷- با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله باردار، خرده های کاغذ را می رباید؟



نیروی دافعه کولنی > نیروی جاذبه کولنی

پاسخ:

وقتی میله باردار منفی را به خرده های کاغذ بدون بار نزدیک کنیم، مرکز بارهای مثبت و منفی آنها و مولکولهای خرده های کاغذ از هم جدا شده و اتم یا مولکول قطبیده می شود، بخش مثبت اتم قطبیده شده به طرف میله کشیده و بخش منفی از میله دور می شود و چون نیروی جاذبه کولنی به علت فاصله کمتر قوی تر از نیروی دافعه کولنی است، بنابراین این خرده های کاغذ جذب میله باردار می شود.

۲۸- ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات 1.0 mm که بین صفحه های آن هوا قرار دارد برابر 1.0 F است. مساحت صفحه های این خازن چقدر است؟

از این مسئله چه نتیجه ای می گیرید؟ $\epsilon_r = 1/85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$

پاسخ:

$$d = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$C = 1 \text{ F} \quad C = \kappa \epsilon_r \frac{A}{d} \quad A = \frac{Cd}{\kappa \epsilon_r} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 1/85 \times 10^{-12}} \quad A = 1/1 \times 10^9 \text{ m}^2$$

$$\kappa = 1$$

$$A = a^2 \quad a = \sqrt{10^9} = 10^4 \text{ m} = 10 \text{ km}$$

$$A = ?$$

$$\epsilon_r = 1/85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

نتیجه می گیریم ظرفیت ۱ فاراد برای خازن بسیار زیاد است و ساخت چنین خازنی نیاز به مساحت بسیار بزرگی داریم که عملاً امکان پذیر نمی باشد.

۲۹- یک خازن تخت به یک **باتری بسته** شده است تا باردار شود. پس از مدتی، در حالی که باتری همچنان به خازن متصل است، **فاصله** بین صفحه های خازن را **دو برابر** می کنیم. کدام یک از موارد زیر **درست** است؟

الف) میدان الکتریکی میان صفحه ها نصف می شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه ها نصف می شود.

پ) ظرفیت خازن دو برابر می شود.

ت) بار روی صفحه ها تغییر نمی کند.

پاسخ:

الف) **درست**: طبق رابطه $E = \frac{V}{d}$ با توجه به ثابت بودن V و **دو برابر شدن** d ، میدان الکتریکی نصف می شود.

ب) **نادرست**: چون ولتاژ مولد **تغییر نکرده** لذا اختلاف پتانسیل دو سر خازن **ثابت** می ماند.

پ) **نادرست**: طبق رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ با **دو برابر شدن** فاصله خازن، ظرفیت خازن نصف می شود.

ت) **نادرست**: طبق رابطه $C = \frac{Q}{V}$ با توجه به ثابت بودن V و نصف شدن ظرفیت، بار روی صفحات نیز نصف می شود.

۳۰- مساحت هریک از صفحه های خازن تختی، $1/0.0 \text{ m}^2$ و فاصله دو صفحه از

هم، 0.5 mm است. عایقی با ثابت دی الکتریک $4/9$ بین دو صفحه قرار داده

شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید. $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$

پاسخ:

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$d = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\kappa = 4/9$$

$$C = ?$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C = 4/9 \times 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{1}{0.5 \times 10^{-3}}$$

$$C = 86/7 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$C \approx 87 \text{ nF}$$

۳۱- دو صفحه خازن تخت بارداری را به هم وصل می کنیم. در نتیجه جرقه ای زده می شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه حاصل بزرگ تر از قبل می شود، یا کوچک تر و یا تغییری نمی کند؟ توضیح دهید.



پاسخ:

جرقه با انرژی خازن متناسب است، در اینجا مقدار بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات خازن ثابت است، با دو برابر شدن فاصله صفحات، ظرفیت خازن نصف و طبق رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ انرژی ذخیره شده در خازن، دو برابر شده و جرقه شدیدتر می شود

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{d' = 2d} \frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} \rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{d}{2d} = \frac{1}{2} \rightarrow C' = \frac{1}{2}C$$

$$U = \frac{Q^2}{2C} \xrightarrow{C' = \frac{1}{2}C} \frac{U'}{U} = \frac{C}{C'} \rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{C}{\frac{1}{2}C} = 2 \rightarrow U' = 2U$$

۳۲- ظرفیت خازنی ۲ میکروفاراد و بارالکتریکی آن q است. اگر 3.0 mC بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه ۸ زیاده می شود. q را محاسبه کنید.

پاسخ راه اول:

$$C = 12 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$Q_1 = q = ?$$

$$Q_2 - Q_1 = +3 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$\Delta U = 8 \text{ J}$$

$$q = ?$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{Q_2^2}{2C} - \frac{Q_1^2}{2C}$$

$$8 = \frac{1}{2 \times 12 \times 10^{-6}} (Q_2 - Q_1)(Q_2 + Q_1)$$

$$192 \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-3} (2q + 3 \times 10^{-3})$$

$$\frac{192 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-3}} = (2q + 3 \times 10^{-3})$$

$$64 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3} = 2Q_1 \quad \Rightarrow \quad 61 \times 10^{-3} = 2q$$

$$Q_2 = q + 3 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$q = 30.5 \times 10^{-3} \text{ C} = 30.5 \text{ mC}$$

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها و تمرین ها

فصل دوم (جریان الکتریکی)

فیزیک یازدهم ریاضی - فیزیک

شهریور ۱۳۹۶



سرعت سوق الکترون های آزاد در یک رسانا می تواند به 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 شفاف را در نظر بگیرید وقتی شیر را باز می کنید، هنگامی که شیلنگ پر از آب است، آب بلافاصله از سردیگر شیلنگ جاری می شود؛ ولی اگر لکه ای رنگی را درون آب چکانده باشیم، می بینیم این لکه رنگی به آهستگی در آب حرکت می کند.



پاسخ:

با توجه به این که سیم رسانا مجموعه ای از اتم های دارای الکترون های آزاد است، (مشابه شیلنگ پر از آب) به محض برقراری اختلاف پتانسیل در دو سر سیم، میدان الکتریکی در کل طول سیم ایجاد شده و الکترون های آزاد، از جمله نزدیکترین الکترون ها به چراغ، شروع به حرکت می کنند و جریان در لامپ و همچنین در کل سیم برقرار شده و لامپ روشن می شود.

در رابطه $\Delta q = I \Delta t$ اگر I بر حسب آمپر و Δt بر حسب ساعت باشد یکای Δq ، آمپر-ساعت می شود. باتری خودروها با آمپر-ساعت (Ah) و باتری گوشی های همراه با میلی آمپر-ساعت (mAh) مشخص می شود. هرچه آمپر ساعت 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. اگر این باتری جریان متوسط ۵ A را فراهم سازد، چقدر طول می کشد تا خالی شود؟

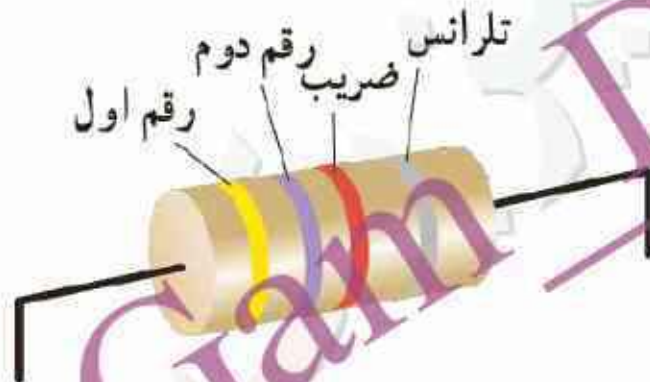
ب) آمپر-ساعت نوعی از باتری های قلمی (AA)، برابر ۱۰۰۰ mAh است. اگر این باتری جریان متوسط $100 \mu A$ را فراهم سازد، چه مدت طول می کشد تا خالی شود؟

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \rightarrow \Delta t = \frac{50}{5} = 10 \text{ h} \quad \text{الف)}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \rightarrow \Delta t = \frac{1000 \text{ mAh}}{100 \mu A} = \frac{1000 \times 10^{-3} \text{ Ah}}{100 \times 10^{-6} \text{ A}} = 10000 \text{ h} \quad \text{ب)}$$

مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل، و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت، چقدر است؟

سیاه	۰	
قهوه ای	۱	
قرمز	۲	
نارنجی	۳	
زرد	۴	
سبز	۵	
آبی	۶	
بنفش	۷	
خاکستری	۸	
سفید	۹	
طلایی	۰/۰۵	
نقره ای	۰/۱	



پاسخ:

رنگ چهارم نقره‌ای است، بنابراین تلرانس این مقاومت ۱۰ درصد است

$$R = \overline{ab} \times 10^n \pm 10\% \text{ مقاومت}$$

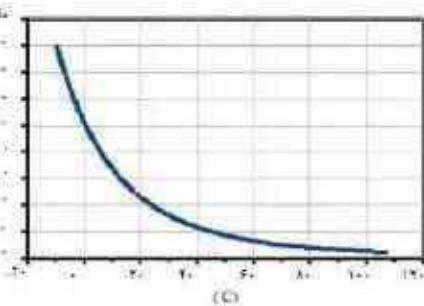
$$R = 47 \times 10^2 \Omega \pm 0.1 \times 47 \times 10^2 \Omega$$

$$4230 \Omega < R < 5170 \Omega$$

ترمیستورها به دو نوع NTC و PTC تقسیم بندی می شوند. در مورد ساختار و کارکرد آنها تحقیق کرده و به کلاس گزارش دهید.

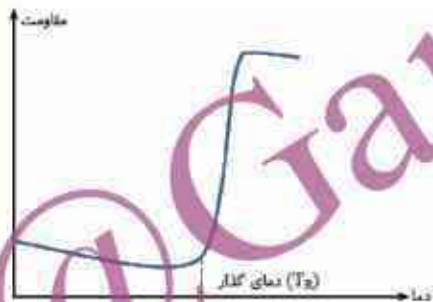
پاسخ:

NTCها از نیم رساناهای خالص مانند سیلیسیم یا ژرمانیم ساخته شده اند. که با افزایش دما بر تعداد حامل های بار آن ها افزوده می گردد بدین ترتیب از مقاومت آن ها کاسته می شود. به عبارت دیگر، ضریب دمایی مقاومت ویژه α ی آنها منفی است.

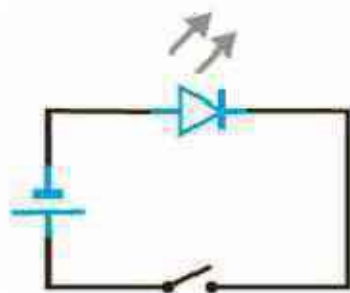


PTC از سیلیسیموم غیر خالص ساخته شده است که با افزودن یک ناخالصی به سیلیسیموم، ویژگی رسانش الکتریکی پیدا کرده است. این نوع PTCها مانند فلزات رفتار کرده و مقاومت آنها با افزایش دما زیاد می شود. به عبارت دیگر، ضریب دمایی مقاومت ویژه آنها مثبت است.

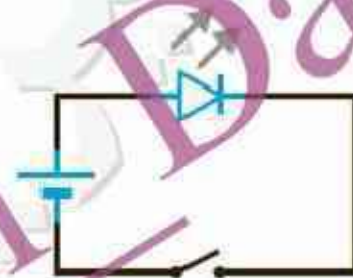
نوع دیگر از **PTC**ها، رفتار ویژه ای دارد، به طوری که ضریب دمایی مقاومت ویژه آنها تا پیش از دمای گذار (نقطه کوری نیز می گویند) اندکی منفی است و پس از آن در یک محدوده دمایی 60°C تا 120°C تغییر چشمگیری می کند و به شدت مثبت می گردد.



در کدام شکل با بستن کلید، LED روشن می شود؟



ب



الف

پاسخ:

چون جهت جریان دیود در مدار شکل الف با جهت جریان مولد یکسان است در نتیجه دیود اجازه عبور جریان را می دهد.

به کمک یک باتری، سیم های رابط، لامپ کوچک، ولت سنج و کلید، مداری همانند شکل روبه رو درست کنید. قبل از بستن کلید عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید.

سپس کلید را ببندید و دوباره عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید. در کدام حالت ولت سنج عدد بزرگ تری را نشان می دهد؟ چرا؟

در ادامه با علت تفاوت این دو عدد آشنا خواهید شد.

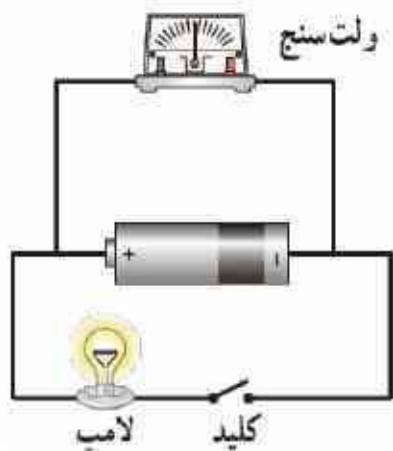
پاسخ:

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

زیرا در حالتی که کلید باز است جریان در مدار وجود ندارد و افت پتانسیل صفر خواهد شد.

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow V = \varepsilon$$

اگر کلید را ببندیم لامپ روشن می شود جریان صفر نیست

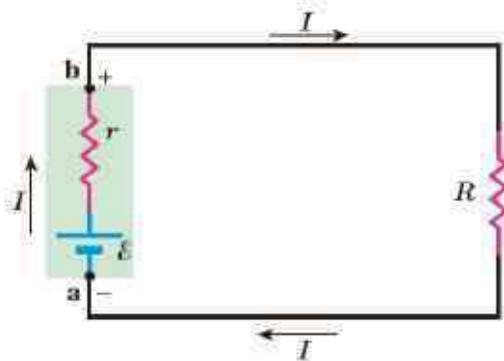
$$V = \varepsilon - rI$$


میدان الکتریکی درون باتری از قطب مثبت به سمت قطب منفی است. توضیح دهید چرا وقتی از قطب مثبت باتری به سمت قطب منفی آن می رویم، پتانسیل کاهش می یابد و بالعکس.

پاسخ:

کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار مثبت انجام می دهد تا از قطب منفی به قطب مثبت برود را نیروی محرکه مولد که برابر با اختلاف پتانسیل دو سر قطب ها است. چون کار مثبت است پس پتانسیل افزایش و اگر کار منفی باشد یعنی واحد بار مثبت از قطب مثبت به منفی برود ، پتانسیل کاهش می یابد.

مثال بالا) در مدار شکل زیر فرض کنید $r=2\Omega$ ، $\varepsilon=12V$ و $R=4\Omega$ باشد. الف) جریان عبوری از مدار چقدر است؟ ب) اختلاف پتانسیل دو سرباطری را محاسبه کنید. را با حرکت در خلاف جهت جریان نشان داده شده حل و نتیجه را با پاسخ مثال مقایسه کنید.



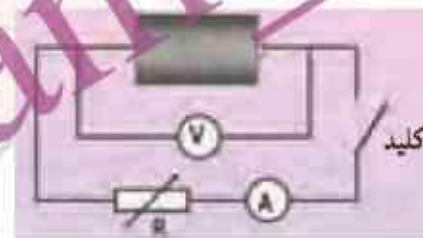
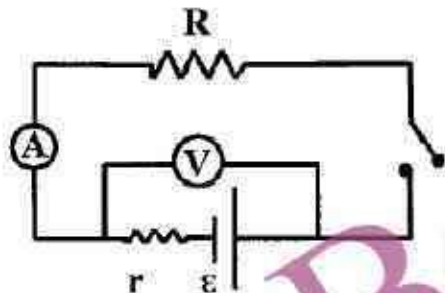
پاسخ:

$$V_a + IR + Ir - \varepsilon = V_a \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{12}{4+2} \rightarrow I = 2A \quad \text{الف)}$$

$$V_b + Ir - \varepsilon = V_a \rightarrow V_b + 2 \times 2 - 12 = V_a \rightarrow V_b - V_a = 8V \quad \text{ب)}$$

اعداد بدست آمده با مثال حل شده برابر است پس نتیجه می کنیم، که جهت بررسی تاثیری روی مقدار جریان و اختلاف پتانسیل ندارد

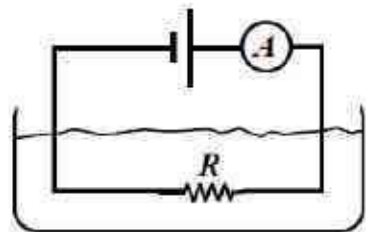
تفاوت یک باتری نو و فرسوده عمدتاً در مقدار مقاومت داخلی آن است که می تواند کمتر از یک اهم برای باتری نو تا چند هزار اهم برای باتری فرسوده باشد. برای اندازه گیری مقاومت داخلی یک باتری مدار ساده ای متشکل از یک باتری، یک کلید قطع و وصل، و یک مقاومت یا لامپ کوچک را سوار کنید. نخست در حالی که کلید قطع است، ولتاژ دو سر باتری را با یک ولت سنج اندازه بگیرید و آن گاه پس از بستن کلید، دوباره ولتاژ دو سر باتری را اندازه بگیرید. همچنین در این حالت، جریان عبوری از مدار را نیز باید به کمک یک آمپرسنج اندازه بگیرید. اکنون با استفاده از رابطه $V_b - V_a = \varepsilon - Ir$ 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 از چندین 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 دو سر 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 و مجدداً مقدار ولتاژ و همچنین جریان را از روی ولت سنج و آمپرسنج می خوانیم با توجه به رابطه $(V = \varepsilon - Ir)$ که در آن V ولتاژ اندازه گرفته توسط ولت سنج است. مقاومت درونی باتری را محاسبه کنیم، می توانیم با مقاومت های مختلف این آزمایش را تکرار کنیم و برای به دست آوردن مقدار دقیق تر از نتایج حاصل میانگین بگیریم.

قانون ژول بیان می دارد گرمای تولید شده توسط جریان I عبوری از یک مقاومت R در مدت t برابر $R I^2 t$ است. این قانون را می توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که در فیزیک دهم با آن آشنا شدید تحقیق کرد. اسباب این آزمایش در شکل نشان داده شده است. درباره چگونگی این آزمایش تحقیق کنید.



پاسخ:

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

الف) همانند شکل با یک اهم متر، مقاومت رشته سیم داخل لامپ ۱۰۰ واتی را اندازه گیری کنید. سپس با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و با داشتن مشخصات روی لامپ، مقاومت آن را در حالت روشن محاسبه کنید. نتیجه محاسبه را با مقدار اندازه گیری شده مقایسه کنید. و 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 از رابطه $R = \frac{V^2}{P}$ مقاومت لامپ را بدست می آوریم. این عدد بیشتر از مقاومت لامپ در حالت خاموش است

$R_1 = 38 \Omega$ مقاومت لامپ (خاموش) با اهم سنج

$$P = \frac{V^2}{R_p} \Rightarrow R_p = \frac{V^2}{P} \Rightarrow R_p = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$$

مقاومت لامپ در مدار بسته

ب) اکنون با استفاده از نتیجه به دست آمده، دمای رشته سیم داخل لامپ را در حال روشن برآورد کنید (رشته سیم لامپ از جنس تنگستن و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $^{-3}C^{-1} \times 10^{-3} \times 4/5$ است)

پاسخ:

فرض می کنیم دمای اتاق در هنگام اندازه گیری $20^{\circ}C$ و مقاومت لامپ 38Ω است.

$$\theta_1 = 20^{\circ}C$$

$$R_1 = 38\Omega$$

$$\alpha = 4/5 \times 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}C}$$

$$R_p = 484\Omega$$

$$\theta_p = ?$$

$$\Delta R = \alpha R \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{\Delta R}{\alpha R_1} = \frac{R_p - R_1}{\alpha R_1}$$

$$\Delta\theta = \frac{484 - 38}{0.0045 \times 40} \approx 2478^{\circ}C \rightarrow \theta_p - \theta_1 = 2478 \rightarrow$$

$$\theta_p - 20 = 2478 \rightarrow \theta_p = 2498^{\circ}C$$

اگر لامپ های رشته ای (التهابی) را با لامپ های LED جایگزین کنیم، در خواهیم یافت که در مصرف انرژی تفاوت چشمگیری حاصل می شود. مثلاً در حالی که لامپ هالوژن یک کلاه ایمنی چند باتری را در ۳ ساعت مصرف می کند، نوع LED همان لامپ، آن باتری ها را در ۳۰ ساعت به مصرف می رساند. دلیل این اختلاف را بیان کنید.

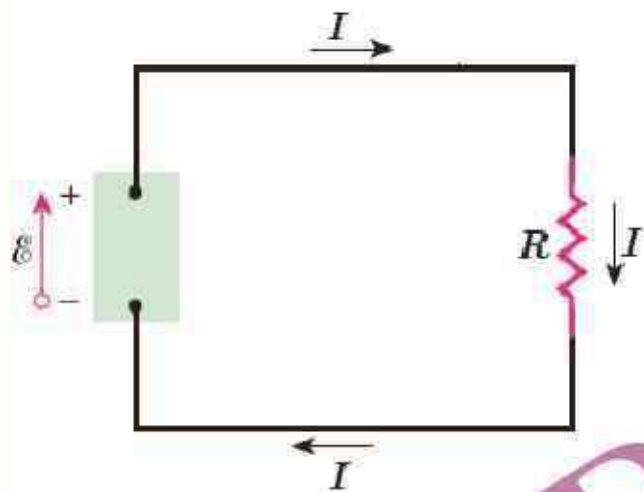


پاسخ:

توان مصرفی LED کمتر از لامپ رشته ای است. مقاومت فیلامان لامپ رشته ای در برابر عبور جریان زیاد است؛ در کسری از یک ثانیه، چون مقاومت آن افزایش می یابد، انرژی الکتریکی بیشتری به انرژی درونی تبدیل می شود، در حالی که لامپ های LED به هنگام افزایش دما، حامل های بار افزایش و مقاومت ویژه رسنا کاهش می یابد، در نتیجه انرژی الکتریکی کمتری به انرژی درونی تبدیل می شود.

با توجه به قانون ژول و تعریف نیروی محرکه الکتریکی، برای یک حلقه ساده شامل یک باتری و یک مقاومت نشان دهید که قاعده حلقه یا قانون ولتاژها چیزی جز پایستگی انرژی نیست

پاسخ:



ابتدا قانون حلقه را در جهت ساعتگرد برای مدار مقابل می نویسیم.

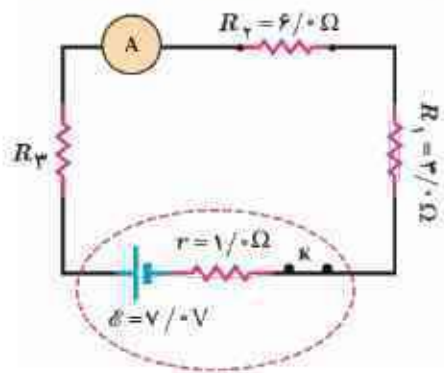
دو طرف معادله را در $q = It$ ضرب می کنیم. $\varepsilon - IR = 0$

$$\varepsilon q - RI^2 t = 0 \rightarrow \varepsilon q = RI^2 t$$

در این رابطه، εq مقدار کاری است که مولد روی بار q انجام می دهد تا در مولد از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر منتقل شود و $RI^2 t$ مقدار انرژی مصرفی در مقاومت به ازای عبور بار q از آن است. در واقع انرژی داده شده به مدار (کار) با انرژی مصرفی آن برابر است که این همان پایستگی انرژی می باشد.

در شکل روبه رو، سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی به یک باتری وصل شده اند و مقاومت آمپرسنج صفر است (آمپرسنج آرمانی) اگر مقاومت معادل مقاومت های R_1 ، R_2 و R_3 برابر با $13/0 \Omega$ باشد:

الف) مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریانی را که آمپرسنج نشان می دهد به دست آورید.
پ) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت های R_1 ، R_2 و R_3 در مدار برابر است.



پاسخ:

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

ب) $I = \frac{\epsilon}{R_T + r} \Rightarrow I = \frac{7}{13 + 1} \Rightarrow I = 0.5 A$

الف)

ب)

پ)

$P_{\text{مولد}} = \epsilon I - I^2 r = 7 \times 0.5 - 1 \times 0.5^2 = 3.25 W$

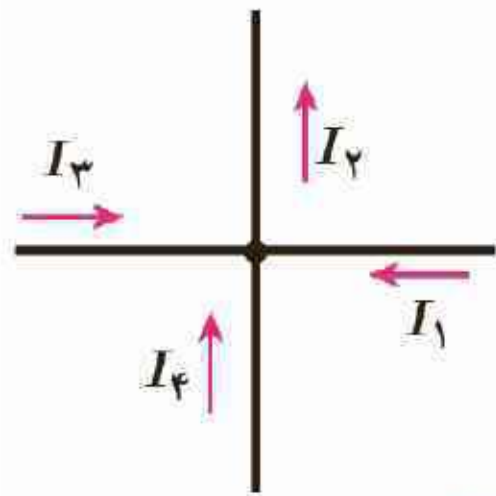
$P_1 = 3 \times 0.5^2 = 0.75 W$

$P_2 = 6 \times 0.5^2 = 1.5 W$

$P_3 = 4 \times 0.5^2 = 1 W$

$0.75 + 1.5 + 1 = 3.25 W \Rightarrow P_{\text{مولد}} = P_1 + P_2 + P_3$

برای نقطه انشعاب نشان داده شده در شکل، رابطه بین جریان‌ها را بنویسید.

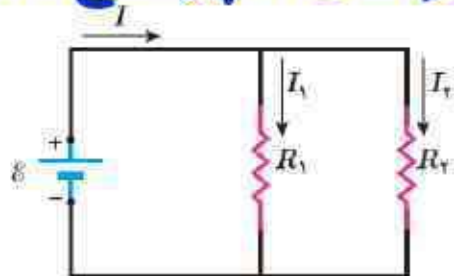


پاسخ:

بر اساس قانون گره مجموع جریان‌های ورودی به گره ($I_1 + I_3 + I_4$) با مجموع جریان‌های خروجی از گره (I_2) برابر است.

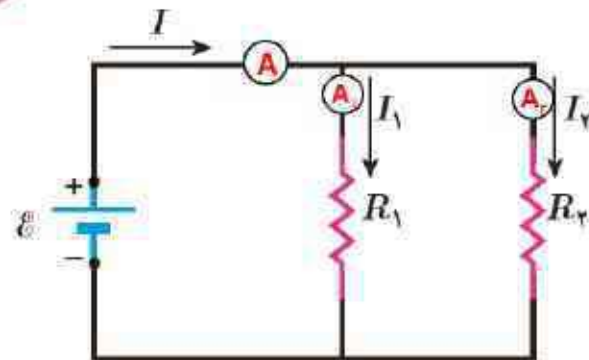
$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2$$

مداری مانند مدار مثال ۲-۱۲ (در شکل رو به رو، یک باتری آرمانی اختلاف پتانسیل $\mathcal{E} = 12V$ را به دو سر مقاومت های $R_1 = 4\Omega$ و $R_2 = 6\Omega$ اعمال می کند) ببندید و در هر شاخه آن، یک آمپرسنج قرار دهید. با خواندن آمپرسنج ها، رابطه بین جریان ها را بررسی کنید.



پاسخ:

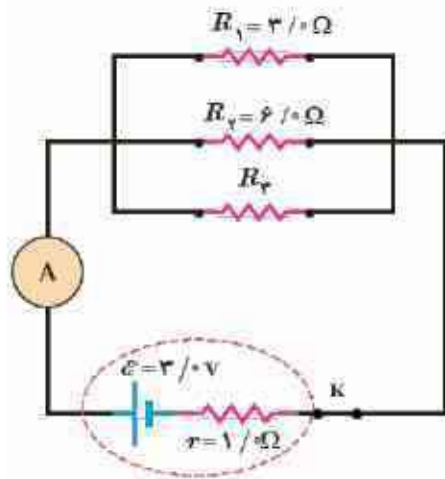
$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{12}{4} = 3A \text{ آمپرسنج اول} \\ I_2 = \frac{12}{6} = 2A \text{ آمپرسنج دوم} \end{array} \right. \rightarrow I_1 + I_2 = 5A$$



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{2+3}{12} \rightarrow R_T = 2/4\Omega$$

$$I_T = \frac{V}{R_T} \rightarrow I_T = \frac{12}{2/4} \rightarrow I_T = 5A \text{ آمپرسنج اصلی}$$

در شکل زوبه رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب $1/6 \Omega$ باشد، الف) مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریانی که آمپرسنج نشان می دهد را به دست آورید.



پاسخ:

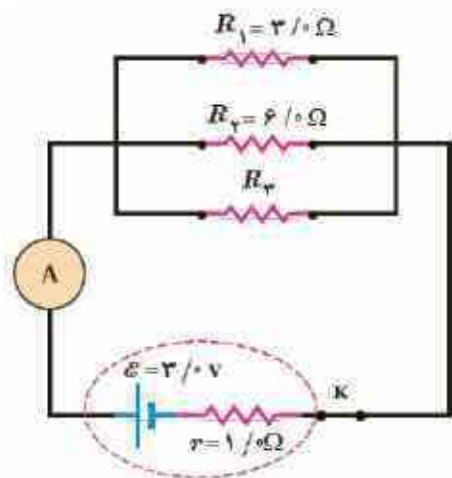
الف)

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_3} = \frac{5}{8} - \frac{4}{8} \rightarrow R_3 = 8 \Omega$$

ب)

$$I = \frac{\epsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \frac{3}{1/6 + 1} \rightarrow I = 1/15 A$$

در شکل زوبه رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب $1/6 \Omega$ باشد، پ نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت های R_1 ، R_2 و R_3 برابر است.



پاسخ:

(پ)

$$V = \varepsilon - rI = 3 - 1 \times 1/15 = 1/15 \text{ V}$$

$$\left\{ \begin{aligned} I_1 &= \frac{V_1}{R_1} = \frac{1/15}{3} \approx ./.62 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{V_2}{R_2} = \frac{1/15}{6} \approx ./.3 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{V_3}{R_3} = \frac{1/15}{8} \approx ./.23 \text{ A} \end{aligned} \right.$$

$$P_{\text{مولد}} = \varepsilon I - rI^2 = 3 \times 1/15 - 1 \times (1/15)^2 \approx 2/13 \text{ W}$$

$$P_1 = 3 \times (.62)^2 = 1/15 \text{ W}$$

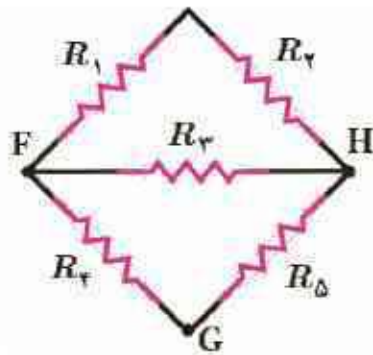
$$P_2 = 6 \times (.3)^2 = ./.54 \text{ W}$$

$$P_3 = 8 \times (.23)^2 \approx ./.42 \text{ W}$$

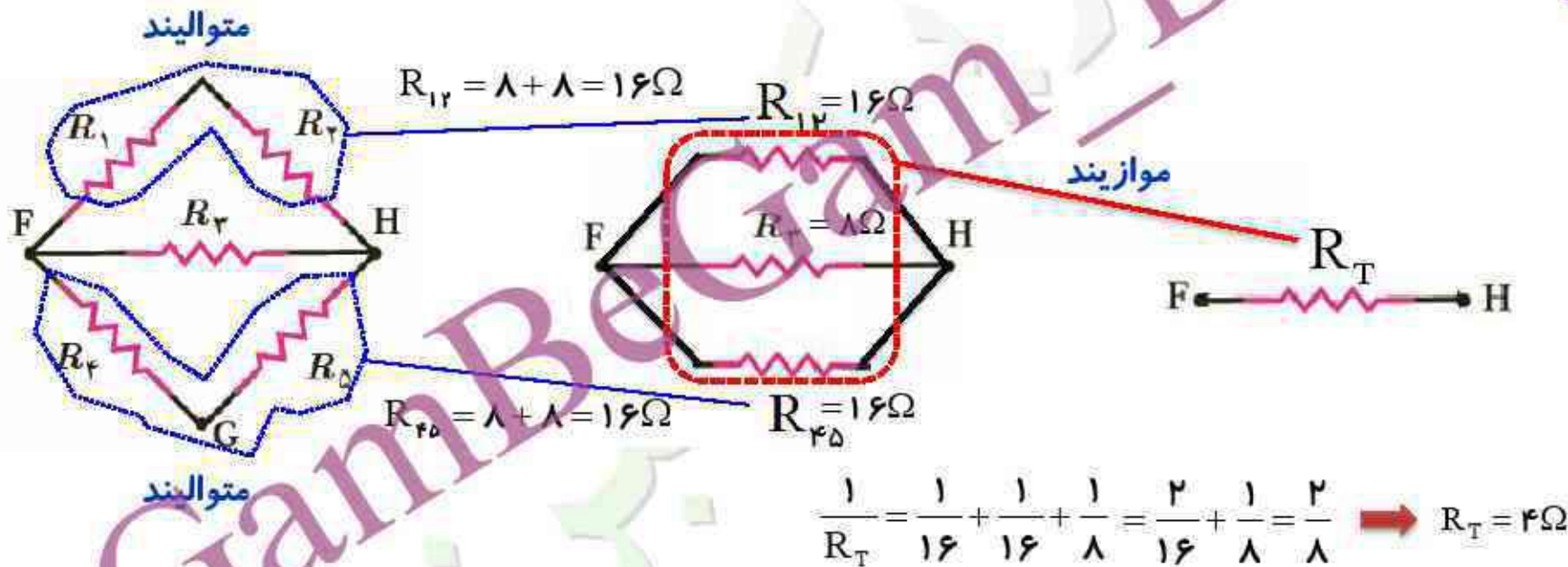
$$1/15 + ./.54 + ./.42 = 2/11 \text{ W} \Rightarrow P_{\text{مولد}} = P_1 + P_2 + P_3$$

علت بوجود آمدن اختلاف ناچیز، گرد کردن اعداد اعشاری است.

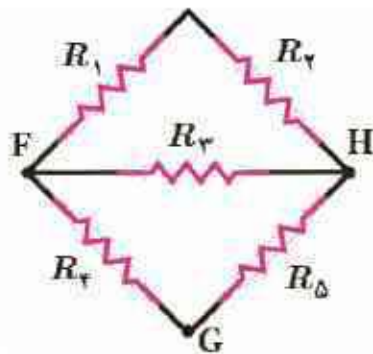
شکل روبه رو پنج مقاومت ۸ اهمی را نشان می دهد.
الف) مقاومت معادل بین نقطه های F و H چقدر است؟



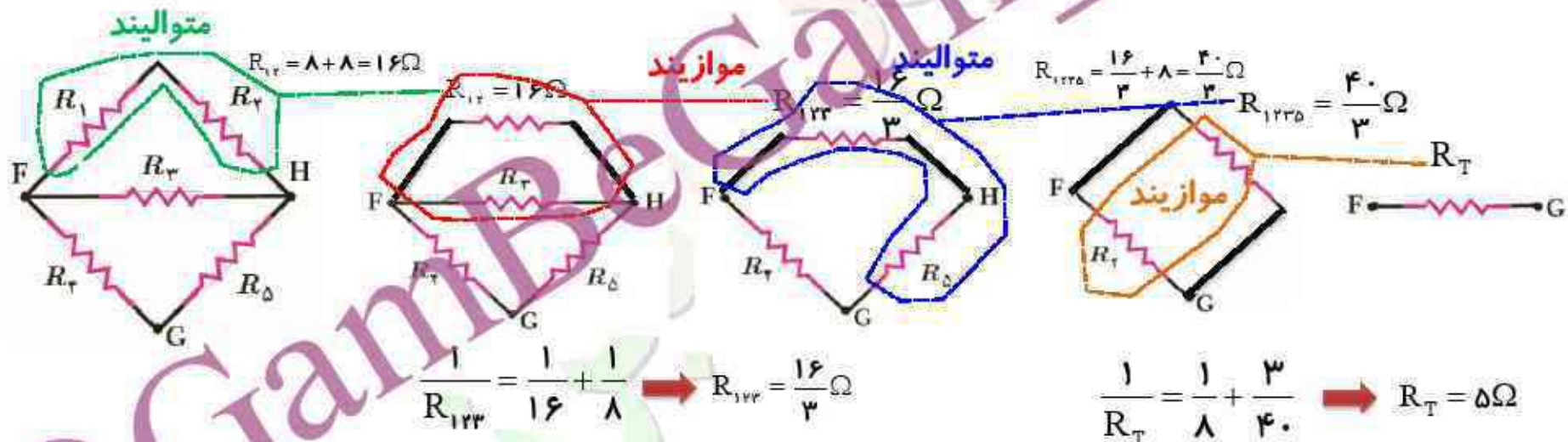
پاسخ:



شکل روبه رو پنج مقاومت ۸ اهمی را نشان می دهد.
 (ب) مقاومت معادل بین نقطه های F و G چقدر است؟



پاسخ:



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



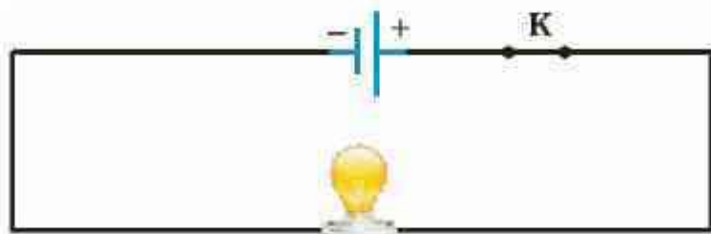
پاسخ:

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

لامپ مدار ب، جریانی در مدار ایجاد نمی شود. چون مسیر بسته 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 نیز از فیلامان لامپ می گذرد.

۲- در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۴V و مقاومت آن 5Ω است. در مدت ۵ دقیقه چه تعداد الکترون از لامپ می گذرد؟



پاسخ:

$$V = 4V$$

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{4}{5} = .8A$$

$$R = 5\Omega$$

$$t = 5 \times 60 = 300s$$

$$I = \frac{q}{t}$$

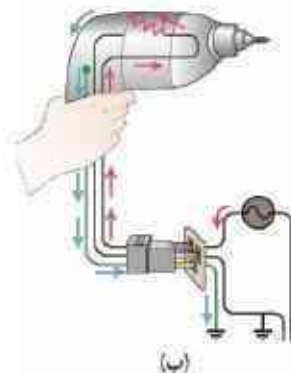
$$n = ?$$

$$I = \frac{ne}{t} \rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{.8 \times 300}{1.6 \times 10^{-19}} \rightarrow n = 1.5 \times 10^{21}$$

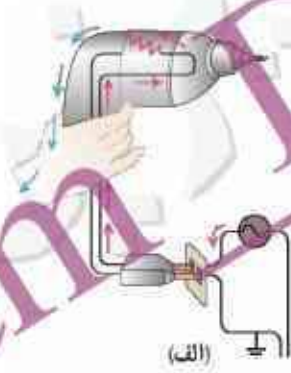
$$q = ne$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19}C$$

۳- بررسی کنید اگر متۀ برقی (دریل) معیوب شکل های زیر را با دوشاخه (شکل الف) یا سه شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیم، چه رخ می دهد؟



(ب)



(الف)

پاسخ:

شخص دچار برق گرفتگی نمی شود.

شخص دچار برق گرفتگی می شود.

در متۀ معیوب اگر روکش عایق یکی از سیم ها از بین رفته باشد و با بدنه اتصال داشته باشد کسی که به آن دست می زند دچار برق گرفتگی می شود اما اگر متۀ سیم اتصال به زمین داشته باشد. جریان الکتریکی به جای عبور از بدن شخص از اتصال به زمین (سیم ارت) عبور می کند و دیگر شخص دچار برق گرفتگی نمی شود. (چون مقاومت این سیم در مقایسه با مقاومت بدن شخص خیلی کمتر است)

۴- آذرخش مثالی جالب از جریان الکتریکی در پدیده های طبیعی است. در یک آذرخش

نوعی 1×10^9 انرژی تحت اختلاف پتانسیل 5×10^7 V در بازه زمانی 0.2 S آزاد می شود. با

استفاده از این اطلاعات الف) مقدار بار کل منتقل شده بین ابر و زمین، ب) جریان متوسط در

یک یورش آذرخش و پ) توان الکتریکی آزاد شده در 0.2 S را به دست آورید.

پاسخ:

$$\Delta U = 1.0^9 \text{ J}$$

$$\Delta V = 5 \times 10^7 \text{ V}$$

$$\Delta t = .2 \text{ s}$$

$$\Delta q = ?$$

$$\bar{I} = ?$$

$$P = ?$$

$$\Delta U = \Delta q \cdot \Delta V \rightarrow \Delta q = \frac{\Delta U}{\Delta V} \rightarrow \Delta q = \frac{1.0^9}{5 \times 10^7} = 20 \text{ C}$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \bar{I} = \frac{20}{.2} \rightarrow \bar{I} = 100 \text{ A}$$

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{1.0^9}{.2} \rightarrow P = 5 \times 10^9 \text{ W}$$

الف)

ب)

پ)

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

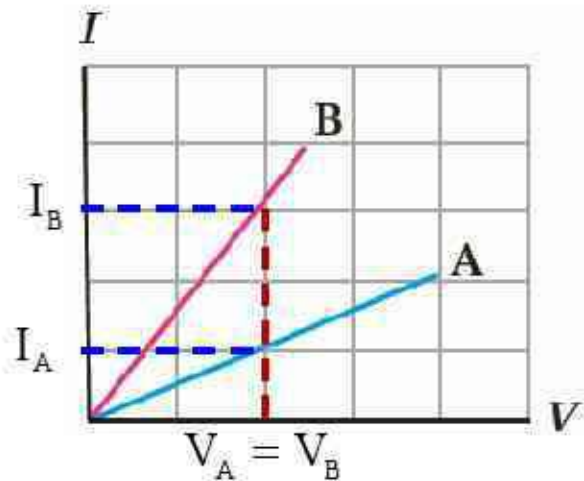
شماره آزمایش	عدد ولت سنج (V)	عدد آمپر سنج (A)
۱	صفر	صفر
۲	۱/۶	۰/۱۶
۳	۴/۴	۰/۴۳
۴	۷/۰	۰/۶۸
۵	۹/۰	۰/۷۲
۶	۱۰/۰	۰/۷۵



پاسخ:

در محدوده ولتاژ ۰ تا ۷ ولت

۶- شکی زیر نمودار $I-V$ را برای دو رسانای A و B نشان می دهد. مقاومت کدامیک بیشتر است؟ چرا؟



$$V_A = V_B$$

$$I_B > I_A$$

$$R \propto \frac{1}{I}$$

$$R_A > R_B$$

$$\rightarrow m \propto \frac{1}{R}$$

پاسخ:

به ازای ولتاژ ثابت، جریان عبوری از رسانای A کمتر از رسانای B می باشد، و چون مقاومت با جریان رابطه عکس دارد، پس مقاومت A بیشتر از مقاومت B است. در نمودار $I-V$ هر چه شیب نمودار کمتر باشد، مقاومت رسانا بیشتر خواهد بود.

۷- دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر ۱ mm است. رسانای B لوله ای توخالی به شعاع خارجی ۲ mm و شعاع داخلی ۱ mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

$$L_A = L_B$$

$$\rho_A = \rho_B$$

$$r_A = .5 \text{ mm}$$

$$r_{B2} = 2 \text{ mm}$$

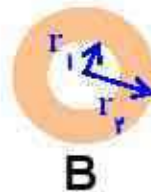
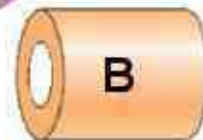
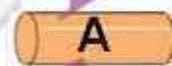
$$r_{B1} = 1 \text{ mm}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = ?$$

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R \propto \frac{1}{A}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{A_{B2} - A_{B1}}{A_A} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\pi r_{B2}^2 - \pi r_{B1}^2}{\pi r_A^2} = \frac{2^2 - 1^2}{.5^2} = \frac{4 - 1}{.25} = 12$$



پاسخ:

۸- در ماشین های چمن زنی برقی برای مسافت های حداکثر تا ۳۵m از سیم های مسی نمره ۲۰ (قطر ۰.۰۸cm) و برای مسافت های طولانی تر از سیم های ضخیم تر نمره 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°C در نظر بگیرید.)

$$\rho = 1/69 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$r_1 = \frac{.08 \text{ cm}}{2} = .04 \text{ cm}$$

$$L_1 = 30 \text{ m}$$

$$R_1 = ?$$

$$R_1 = 1/69 \times 10^{-8} \times \frac{30}{3/14 \times (.04 \times 10^{-2})^2} = \frac{1/69 \times 30 \times 10^{-8}}{5 \times 10^{-7}} \approx 1 \Omega$$

$$r_2 = \frac{.13 \text{ cm}}{2} = .065 \text{ cm}$$

$$L_2 = 70 \text{ m}$$

$$R_2 = ?$$

$$R_2 = 1/69 \times 10^{-8} \times \frac{70}{3/14 \times (.065 \times 10^{-2})^2} = \frac{1/69 \times 70 \times 10^{-8}}{1/3 \times 10^{-6}} \approx .89 \Omega$$



پاسخ:

۹- مقاومت رشته‌ی درونی یک برشته‌کن (توستر) که از جنس نیکروم است، در حالت روشن (دمای 1200°C) برابر $44\ \Omega$ است. مقاومت این رشته در دمای 20°C چقدر است؟ (از تغییر طول و قطر رشته در اثر تغییر دما چشم‌پوشی شود)

$$\alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

پاسخ:

$$\theta_2 = 1200^{\circ}\text{C}$$

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$R_2 = 44\ \Omega$$

$$44 = R_1 (1 + 4 \times 10^{-4} \times 1180)$$

$$\theta_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$44 = R_1 (1 + . / 472)$$

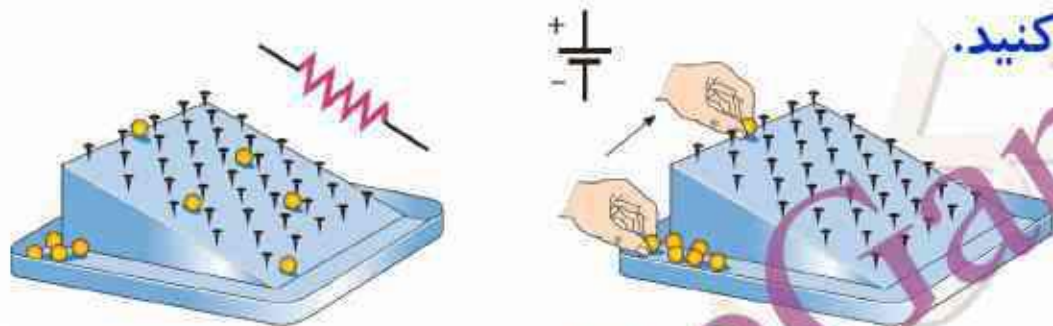
$$R_1 = ?$$

$$44 = 1 / 472 R_1$$

$$\alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

$$R_1 \approx 29 / 9\ \Omega$$

۱۰- شکل زیر یک مشابهت سازی مکانیکی برای درک مقاومت و نیروی محرکه الکتریکی را نشان می دهد که در آن بر سطح شیب داری میخ هایی تعبیه شده و تپله ها از ارتفاع بالای سطح شیب دارها می شوند و سپس دوباره به بالای سطح شیب دار باز گردانده می شوند. این مشابهت سازی مکانیکی را توجیه کنید.



پاسخ:

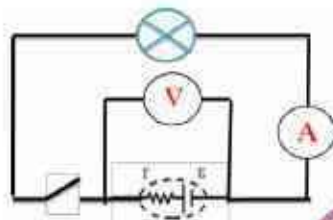
کاری که ما برای بالای بردن گلوله ها انجام می دهیم، همانند کار نیروی محرکه مولد برای انتقال بار الکتریکی از یک پایانه مولد به پایانه دیگر و سطح شیب دار هم همانند مدار الکتریکی است. در یک مسیر رفت تمام انرژی که ما به گلوله دادیم یا مولد به الکترونها داده است، به علت مقاومت میخ یا مقاومت اتم ها در برابر الکترونها از بین رفته و به پایین سطح شیب دار می رسد، در مرحله بعد باز هم این عمل تکرار می شود.

۱۱- اختلاف پتانسیل دو سر باتری خودروهای سواری برابر ۱۲ ولت است. اگر هشت باتری قلمی ۱/۵ ولتی را به طور متوالی به یکدیگر وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه آنها نیز برابر ۱۲ ولت می شود. توضیح دهید چرا در خودروها به جای باتری خودرو از هشت باتری قلمی استفاده نمی شود.

پاسخ:

برای روشن شدن خودرو نیاز به جریان زیاد است که باتری های قلمی چون مقاومت داخلی زیادی دارند نمی توانند جریان لازم برای استارت خودرو را تامین کنند به عبارت دیگر، با اینکه نیروی محرکه مجموعه باتری ها ۱۲ V است، ولی به دلیل افزایش مقاومت داخلی، جریان عبوری کاهش می یابد و استارت خوردن خودرو دچار مشکل می شود.

۱۲- یک باتری را در نظر بگیرید که وقتی به مدار بسته نیست پتانسیل دوسرش برابر ۱۲V است. وقتی یک مقاومت 0.1Ω به این باتری بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر باتری به $10/9V$ کاهش می یابد. مقاومت داخلی باتری چقدر است؟



پاسخ:

$$I_1 = 0$$

$$V_1 = 12V \quad V_1 = \varepsilon - rI_1 \rightarrow V_1 = \varepsilon = 12V$$

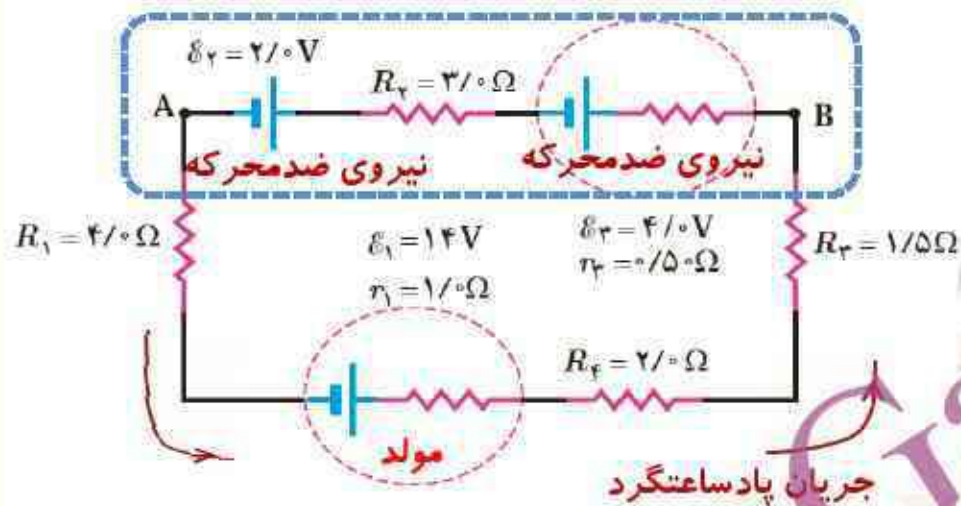
$$R = 0.1\Omega \quad V_2 = RI_2 \rightarrow 10/9 = 0.1 \cdot I_2 \rightarrow I_2 = \frac{10/9}{0.1} = 1/0.9A$$

$$V_2 = 10/9V \quad V_2 = \varepsilon - rI_2 \rightarrow 10/9 = 12 - r \times 1/0.9 \rightarrow r \times 1/0.9 = 1/1 \rightarrow r \approx 0.9\Omega$$

$$r = ?$$

$$I_2 = ?$$

۱۳- در مدار شکل زیر جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را محاسبه کنید. ($V_B - V_A$)



پاسخ:

نیروی ضد محرکه $\epsilon_1 > \epsilon_2 + \epsilon_3$ نیروی محرکه

$$14 > 4 + 2$$

$$I = \frac{\sum \epsilon - \sum \epsilon'}{\sum R + \sum r} \rightarrow I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2 - \epsilon_3}{(r_1 + r_3 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4)} \rightarrow I = \frac{14 - 2 - 4}{(1 + .5 + 4 + 3 + 1.5 + 2)} = \frac{8}{12} \rightarrow I = .66 A$$

برای پیدا کردن اختلاف پتانسیل دو نقطه در جهت ساعتگرد از نقطه A به نقطه B بررسی می کنیم.

$$V_A + \epsilon_2 + R_2 I + \epsilon_3 + r_3 I = V_B \rightarrow V_A + 2 + 3 \times .66 + 4 + .5 \times .66 = V_B \rightarrow V_A + 8/31 = V_B$$

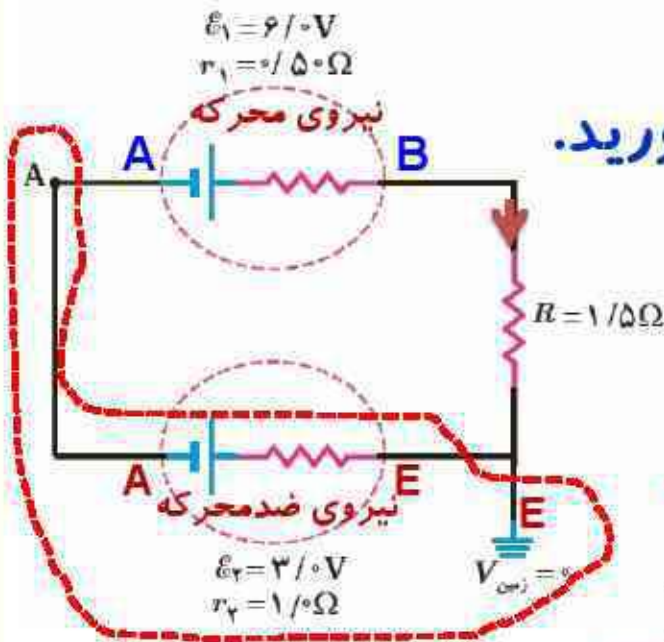
$$V_B - V_A = 8/31 V$$

۱۴- در شکل زیر

(الف) اختلاف پتانسیل دو سر مولدها را به دست آورید.
 (ب) پتانسیل نقطه A را تعیین کنید.

پاسخ:

(الف)



نیروی ضد محرکه ϵ_2 / ϵ_1 نیروی محرکه

$$I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{(r_1 + r_2 + R)} \Rightarrow I = \frac{6 - 3}{(.5 + 1 + 1.5)}$$

$$\Rightarrow I = 1A$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد ۱

اختلاف پتانسیل دو سر مولد ۲

(ب) برای پیدا کردن پتانسیل نقطه A در جهت پادساعتگرد از نقطه A به نقطه E بررسی می کنیم.

$$V_A + 3 + 1 \times 1 = V_E \Rightarrow V_A + 4 = 0 \Rightarrow V_A = -4V$$

۱۵- دو لامپ رشته ای در اختیار داریم که جنس و طول رشته آنها یکسان است، ولی رشته لامپ B ضخیم تر از رشته لامپ A است. وقتی لامپ ها به ولتاژ یکسانی وصل شوند، کدام لامپ پرنورتر خواهد بود و چرا؟

پاسخ:

$$\rho_1 = \rho_1$$

$$L_1 = L_2$$

$$A_B > A_A$$

$$\frac{P_B}{P_A} = ?$$

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

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

چون مقطع رشته لامپ B ضخیم تر است، پس مقاومتش کمتر بوده و با وصل کردن این دو لامپ، به ولتاژ یکسان و با توجه به اینکه توان با مقاومت رابطه عکس دارد، در نتیجه توان لامپ B بیشتر بوده و نور لامپ B بیشتر خواهد بود.

۱۶- بر روی وسیله های الکتریکی، اعداد مربوط به ولتاژ و توان نوشته می شود. برای دو وسیله 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؟



اتوی برقی، ۸۵۰W، ۲۲۰V



کتری برقی، ۲۴۰۰W، ۲۲۰V

پاسخ:

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

الف)

$\left\{ \begin{array}{l} \text{کتری} \\ \text{اتو} \end{array} \right.$	$I_1 = \frac{2400}{220} \rightarrow I_1 = 10.9A$
	$I_2 = \frac{850}{220} \rightarrow I_2 = 3.86A$

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

ب)

$\left\{ \begin{array}{l} \text{کتری} \\ \text{اتو} \end{array} \right.$	$R_1 = \frac{220^2}{2400} \rightarrow R_1 \approx 20.17\Omega$
	$R_2 = \frac{220^2}{850} \rightarrow R_2 \approx 56.94\Omega$

۱۷- لامپ یک چراغ قوه معمولی با ولتاژ ۲/۹V کار می‌کند. در این حالت جریان ۰/۳A از آن می‌گذرد. اگر مقاومت رشته تنگستنی این لامپ در دمای اتاق (۲۰ °C) برابر ۱/۱Ω باشد، دمای این رشته وقتی که لامپ روشن است، چقدر می‌شود؟ $\alpha = . / 0.045 \frac{1}{^\circ\text{C}}$



پاسخ:

$$V = 2.9 \text{ V}$$

$$I = 0.3 \text{ A}$$

$$\theta_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$R_1 = 1.1 \Omega$$

$$\theta_2 = ?$$

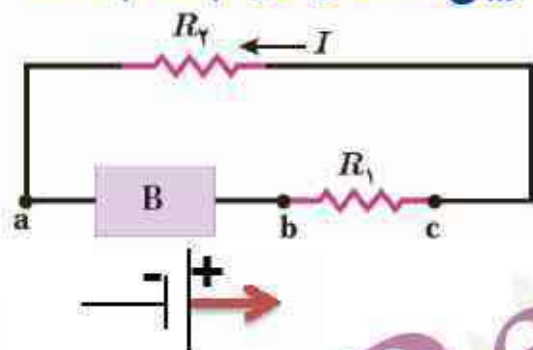
$$\alpha = . / 0.045 \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$R_2 = \frac{V}{I} \rightarrow R_2 = \frac{2.9}{0.3} \approx 9.67 \Omega$$

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = \frac{\Delta R}{R_1 \alpha} = \frac{9.67 - 1.1}{0.045 \times 1.1} = 1731^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \Delta \theta \rightarrow \theta_2 = 20 + 1731 \rightarrow \theta_2 = 1751^\circ\text{C}$$

۱۸- شکل زیر جریان I را در یک مدار تک حلقه ای با باتری B و مقاومت های R_1 و R_2 (و سیم هایی با مقاومت ناچیز) نشان می دهد. الف) قطب های پایانه های B را مشخص کنید. در نقاط a ، b ، c ، ب) بزرگی جریان، پ) پتانسیل الکتریکی و ت) انرژی پتانسیل الکتریکی حامل های بار مثبت را به گونه ای مرتب کنید که بیشترین مقدار در ابتدا باشد.



پاسخ:

الف) در مدار الکتریکی تک حلقه ای، جریان الکتریکی از پایانه مثبت به طرف پایانه منفی می باشد
 $V_a = V_-$
 $V_b = V_+$

ب) در یک مدار تک حلقه ای بار الکتریکی که در واحد زمان از نقاط a ، b و c می گذرند، برابرند.
 $I_b = I_c = I_a$

پ) در جهت جریان، پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.
 $V_b > V_c > V_a$

ت) انرژی پتانسیل الکتریکی متناسب با پتانسیل الکتریکی است. بنابراین داریم:
 $U_b > U_c > U_a$

۱۹- تلویزیون و یکی از لامپ های خانه خود را در نظر بگیرید و فرض کنید که هر کدام روزی ۸ ساعت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت روشن باشد.
 الف) انرژی الکتریکی مصرفی هر کدام در یک دوره یک ماهه (۳۰ روز) چند kWh است؟ (توان مصرفی هر وسیله را از روی آن بخوانید)

پاسخ:

$$P_1 = 200 \cdot w = . / 2 \text{kw}$$

$$U_{\text{ماه}} = P t_{\text{ماه}}$$

$$P_2 = 100 \cdot w = . / 1 \text{kw}$$

$$U_{1 \text{ ماه}} = . / 2 \times 8 \times 30 = 48 \text{Kwh}$$

تلویزیون

$$V = 220 \cdot v$$

$$t = 8 \text{h}$$

در هر شبانه روز

$$U_{\text{ماه}} = ?$$

$$U_{2 \text{ ماه}} = . / 1 \times 8 \times 30 = 24 \text{Kwh}$$

لامپ

۱۹- ب) بهای برق مصرفی هر کدام از قرار هر کیلووات ساعت ۵۰ تومان در یک دوره یک ماهه چقدر می‌شود؟



پاسخ:

$$U_{\text{ماه ۱}} = 48 \text{Kwh}$$

تلویزیون

$$\text{بهای برق مصرفی تلویزیون} = 48 \text{Kwh} \times \frac{\text{تومان } 50}{1 \text{Kwh}} = 2400 \text{تومان}$$

$$U_{\text{ماه ۲}} = 24 \text{Kwh}$$

یک لامپ

$$\text{بهای برق مصرفی ماهیانه یک لامپ} = 24 \text{Kwh} \times \frac{\text{تومان } 50}{1 \text{Kwh}} = 1200 \text{تومان}$$

$$1 \text{Kwh} \cong 50 \text{تومان}$$

۱۹- اگر در شهر شما هر خانه یک لامپ ۱۰۰ وات اضافی را به مدت ۳ ساعت در شب روشن کند، در طول یک ماه تقریباً چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی اضافی مصرف می شود؟

پاسخ:

$$P = 100 \text{ W} = 0.1 \text{ kW}$$

$$U_{\text{ماه}} = Pt_{\text{ماه}} \quad \text{برای یک خانه}$$

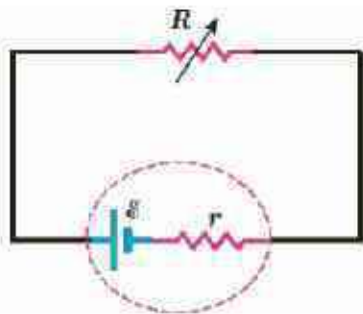
$$t_{\text{کل}} = 3 \times 3 \text{ h} = 9 \text{ h}$$

$$U_{\text{ماه}} = 0.1 \times 9 = 0.9 \text{ kWh}$$

$$U_{\text{کل}} = 20000 \times 0.9 = 18000 \text{ kWh} \quad \text{برای یک شهر} \quad \text{خانه} = 20000 = \text{تعداد خانه}$$

$$U_{\text{ماه}} = ?$$

۲۰- در شکل زیر، الف) نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = 5A$ برابر $9/5W$ و به ازای $I_2 = 7A$ برابر $12/6W$ است، محاسبه کنید.



پاسخ:

$$\left. \begin{aligned} V &= \varepsilon - rI \\ P &= VI \end{aligned} \right\} \frac{P}{I} = \varepsilon - rI$$

$$I_1 = 5A$$

$$P_1 = 9/5W$$

$$I_2 = 7A$$

$$P_2 = 12/6W$$

$$\varepsilon = ?$$

$$r = ?$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{9/5}{5} &= \varepsilon - 5r \\ \frac{12/6}{7} &= \varepsilon - 7r \end{aligned} \right\} \times (-1) \rightarrow \left\{ \begin{aligned} \varepsilon - 5r &= 1/9 \\ \varepsilon - 7r &= 1/8 \end{aligned} \right.$$

$$2r = .1 \rightarrow r = \frac{.1}{2} = .05\Omega$$

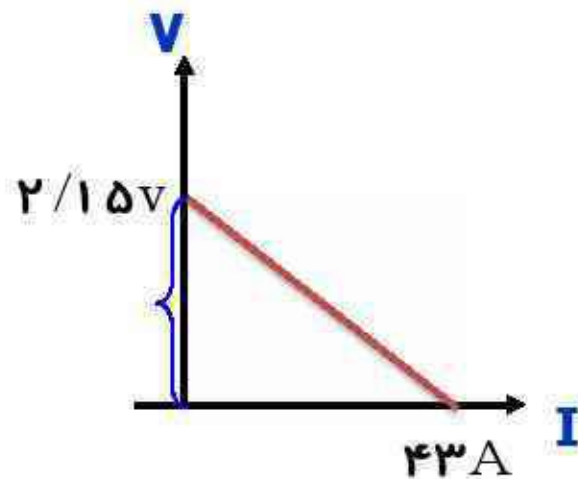
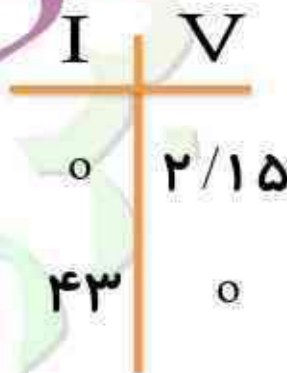
$$\left. \begin{aligned} \varepsilon - 5r &= 1/9 \\ r &= .05\Omega \end{aligned} \right\} \varepsilon - 5 \times .05 = 1/9 \rightarrow \varepsilon = .25 + 1/9 = 2/15\Omega$$

۲۰- در شکل زیر، الف) نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = 5A$ برابر $9/5W$ و به ازای $I_2 = 7A$ برابر $12/6W$ است، محاسبه کنید. ب) نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب جریان گذرنده از آن را رسم کنید.

$$\begin{cases} r = ./.5\Omega \\ \varepsilon = 2/15\Omega \\ V = ? \end{cases}$$

$$V = \varepsilon - rI$$

$$V = 2/15 - ./.5I$$



پاسخ:

۲۱- لامپ های یک درخت زینتی، به طور متوالی متصل شده اند. اگر یکی از لامپ ها بسوزد، چه اتفاقی می افتد؟ به نظر شما چرا همه چراغ های خودرو (چراغ های جلو، عقب و ...) به طور موازی بسته می شوند؟

پاسخ:

در اتصال متوالی وقتی یک لامپ می سوزد، مسیر عبور جریان از آن جزء مدار قطع می شود. و این باعث قطع جریان در کل مدار و خاموش شدن همه لامپ ها می شود.

چراغ های خودرو به طور موازی بسته می شود تا با سوختن یک لامپ همه لامپ ها خاموش نشوند؛ همچنین در اتصال موازی نور لامپ های بیشترین روشنایی دارند؛ زیرا پتانسیل دوسر همه لامپها یکی است، در حالی که در اتصال متوالی، این پتانسیل به نسبت مقاومت هر لامپ تقسیم می شود.

در مدار موازی نور لامپی بیشتر است که توان مصرفی بیشتری دارد. $(P \uparrow = \frac{V^2}{R \downarrow})$

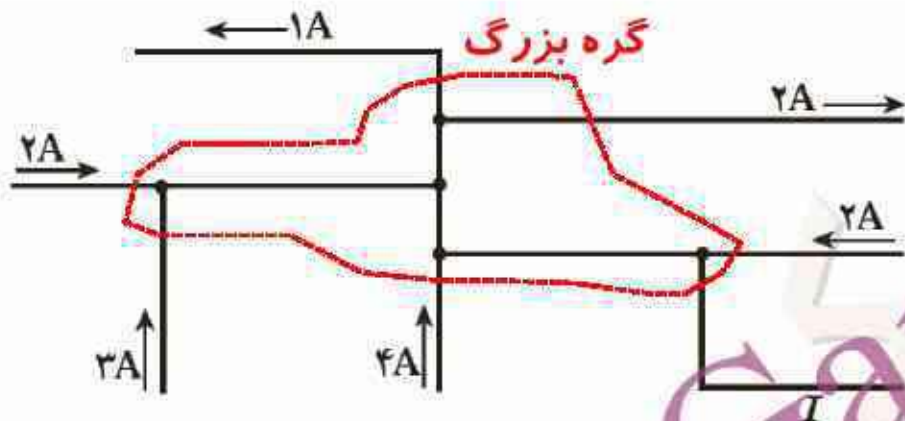
۲۲- مقاومت یک آمپرسنج برای اندازه گیری جریان در یک مدار باید چگونه باشد تا جریان اندازه گیری شده توسط آمپرسنج با جریان قبل از قرار دادن آمپرسنج، نزدیک به هم باشد؟



پاسخ:

مقاومت آمپرسنج باید بسیار ناچیز باشد. اگر آمپرسنج مقاومت داشته در اثر افت پتانسیل در آمپرسنج مقداری از جریان طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{(R + R_A + r)}$ تلف شده و دیگر مقدار جریان با حالتی که آمپرسنج در مدار نباشد برابر نیست.

۲۳- شکل زیر بخشی از یک مدار را نشان می دهد. بزرگی و جهت جریان I در سیم پایین سمت راست چیست؟



پاسخ:

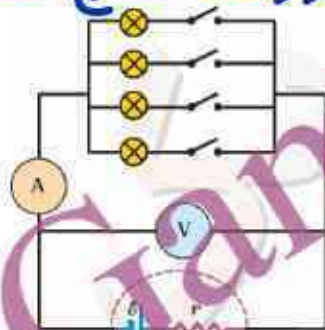
جریان ورودی به گره را با علامت مثبت و جریان خروجی از گره را با علامت منفی در نظر می گیریم جواب جریان I اگر مثبت بود ورودی به گره بوده و اگر منفی بدست آمد خروجی از گره خواهد بود.

$$(+3) + (+2) + (+4) + (+2) + (-1) + (-2) + I = 0$$

$$11 - 3 + I = 0$$

جهت جریان به سمت راست می باشد. $I = -8A$

۲۴- در شکل روبه رو، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که بابتن کلیدها یکی پس از دیگری، عددهایی که آمپر سنج و ولت سنج نشان می دهند، چه تغییری می کند؟



پاسخ:

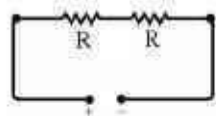
با بستن هر کلید تعداد مقاومت های موازی بیشتر شده مقاومت معادل کمتر می شود. $R_T = \frac{R}{n}$ **عدد بیشتری** موقعی که مقاومت معادل کاهش می یابد، آمپر سنج طبق رابطه $I = \frac{\epsilon}{R_T + r}$ **کاهش** را نشان می دهد.

با افزایش جریان، عددی که ولت سنج نشان می دهد مطابق رابطه $V = \epsilon - rI$ **کاهش** می یابد.

۲۵- دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متوالی و بار 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؟

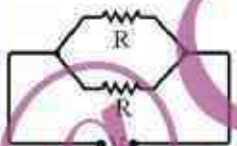
پاسخ:

با توجه به رابطه توان $P = \frac{V^2}{R}$ ابتدا مقاومت معادل هر مدار را محاسبه کرده، سپس برهم تقسیم می کنیم



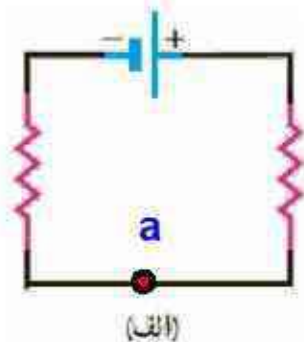
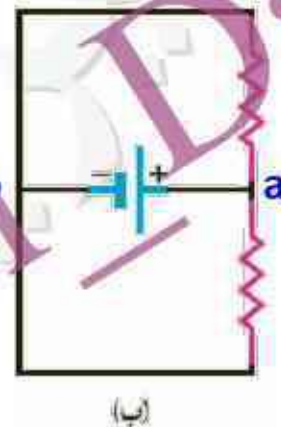
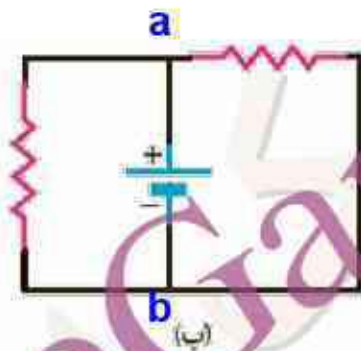
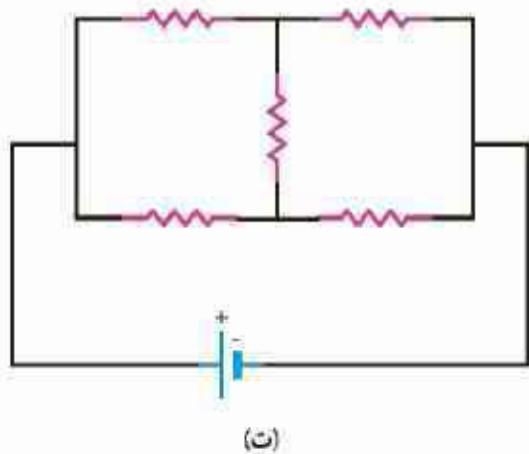
$$R_T = R + R = 2R \rightarrow R_T = 2R$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{V^2}{R'_T}}{\frac{V^2}{R_T}} = \frac{R_T}{R'_T} = \frac{2R}{\frac{R}{2}} \rightarrow \frac{P'}{P} = 4$$



$$\frac{1}{R'_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \rightarrow R'_T = \frac{R}{2}$$

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



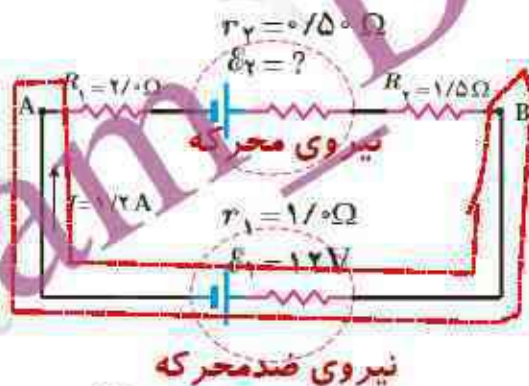
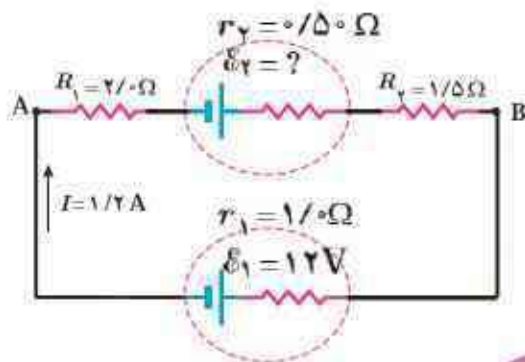
پاسخ:

در شکل الف مقاومت ها به طور متوالی بسته شده اند. (مقاومت ها در یک نقطه یکسان متصل شده اند)
 در شکل های ب و پ مقاومت ها به طور موازی بسته شده اند. (دو سر تمام مقاومت های در دو نقطه a و b متصل شده اند)
 در شکل ت مقاومت ها بصورت ترکیبی بسته شده اند.

۲۷- در مدار شکل زیر جریان در جهت نشان داده شده $1/2A$ است.

الف) نیروی محرکه \mathcal{E}_γ و $V_A - V_B$ چقدر است؟

ب) انرژی مصرف شده در R_1 و R_2 در مدت ۵ ثانیه چقدر است؟



پاسخ:

الف)

$$I = \frac{\sum \mathcal{E} - \sum \mathcal{E}'}{\sum R + \sum r} \rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_\gamma - \mathcal{E}_1}{(R_1 + R_2 + r_1 + r_\gamma)} \rightarrow 1/2 = \frac{\mathcal{E}_\gamma - 12}{(2 + 1/5 + 1 + 0/5)} \rightarrow 1/2 \times 5 = \mathcal{E}_\gamma - 12 \rightarrow \mathcal{E}_\gamma = 18V$$

$$V_B - r_1 I + \mathcal{E}_1 = V_A \rightarrow V_B - 1 \times 1/2 - 12 = V_A \rightarrow V_B - 13/2 = V_A \rightarrow V_A - V_B = -13/2V$$

$$U = Pt \rightarrow U = RI^2 t \begin{cases} U_1 = 2 \times 1/2^2 \times 5 = 14/4J \\ U_2 = 1/5 \times 1/2^2 \times 5 = 10/8J \end{cases}$$

ب)

۲۸- سه مقاومت مشابه ۱۲ اهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. در

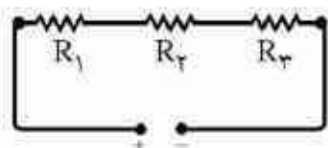
هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

$$R_1 = 12\Omega$$

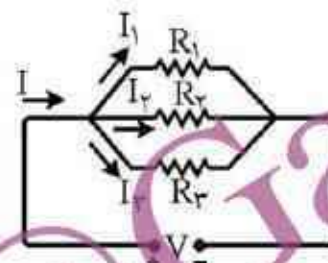
$$R_2 = 12\Omega$$

$$R_3 = 12\Omega$$

پاسخ:



$$R_T = 12 + 12 + 12 \rightarrow R_T = 36\Omega \rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = \frac{V}{R_T} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} A$$



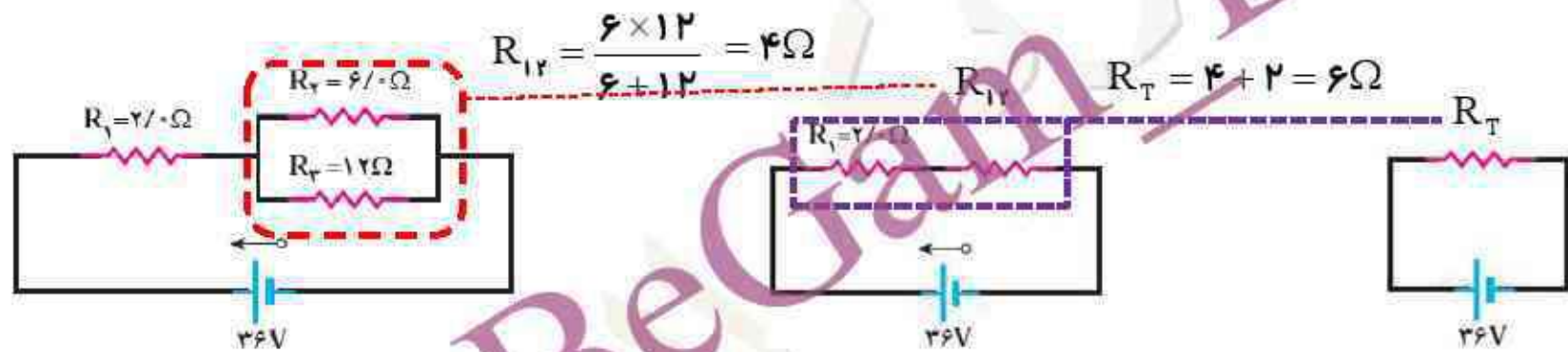
$$I = \frac{V}{R}$$

$$I_1 = \frac{12}{12} = 1A$$

$$I_2 = \frac{12}{12} = 1A$$

$$I_3 = \frac{12}{12} = 1A$$

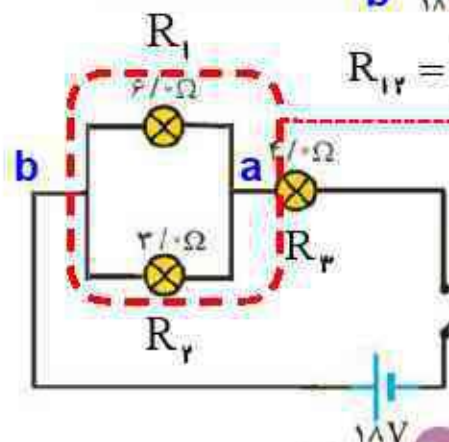
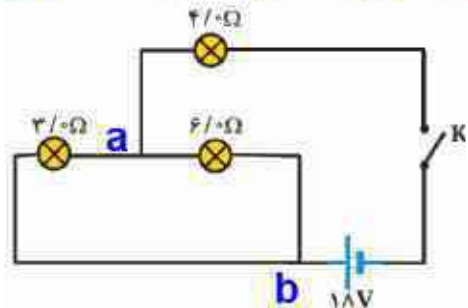
۲۹- دو مقاومت موازی ۶ اهمی و ۱۲ اهمی به طور متوالی به یک مقاومت ۲ اهمی وصل شده است. اکنون، مجموعه مقاومت‌ها را به دو سریک باتری آرمانی ۳۶ ولتی می‌بندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی را محاسبه کنید.



$$I_T = I_1 = I_{23} = \frac{V}{R_T} = \frac{36}{6} = 6A \quad \rightarrow \quad V_2 = V_{23} = R_{23} I_{23} \quad \rightarrow \quad V_{23} = 6 \times 4 = 24V$$

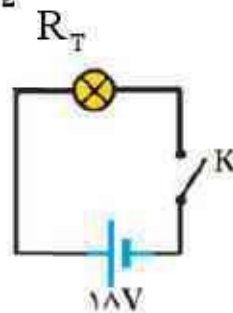
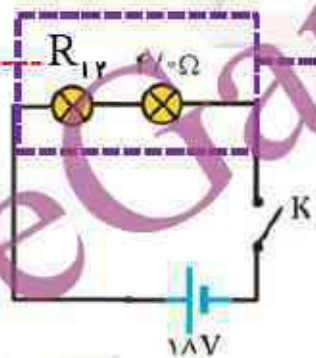
$$P_2 = \frac{V_{23}^2}{R_2} \quad \rightarrow \quad P_2 = \frac{24^2}{6} \quad \rightarrow \quad P_2 = 96W$$

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



$$R_{12} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$$

$$R_T = 4 + 2 = 6 \Omega$$

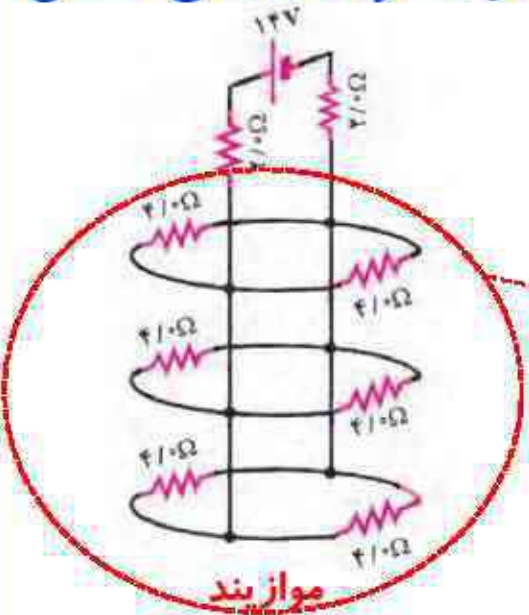


پاسخ:

$$I_T = I_3 = \frac{V}{R_T} = \frac{18}{6} = 3 \text{ A}$$

$$V_{12} = R_{12} I_{12} \rightarrow V_{12} = 2 \times 3 = 6 \text{ V} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6}{6} = 1 \text{ A} \\ I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{3} = 2 \text{ A} \end{array} \right.$$

۳۱- جریانی که از منبع نیروی محرکه آرمانی و هر یک از مقاومت های شکل زیر می گذرد، حقدر است؟



$$R' = \frac{R}{n} = \frac{4}{3} = \frac{2}{3} \Omega$$

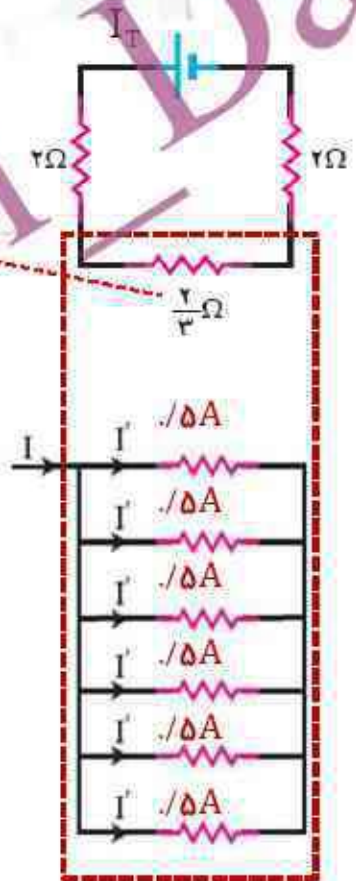
$$R_T = R_1 + R_1 + R'$$

$$R_T = 2 + 2 + \frac{2}{3} = \frac{14}{3} \Omega$$

$$I_T = \frac{\epsilon}{R_T + r} = \frac{12}{\frac{14}{3} + 0} = 3 \text{ A}$$

$$I_T = I_1 = I_2 = 3 \text{ A}$$

$$6I' = 3 \rightarrow I' = \frac{3}{6} = .5 \text{ A}$$



$$R' = \frac{R}{n}$$

$$R' = \frac{4}{6}$$

$$R' = \frac{2}{3} \Omega$$

پاسخ:

۳۲- لامپ های A، B و C در شکل زیر همگی یکسان اند. با بستن کلید، کدامیک از تغییرات

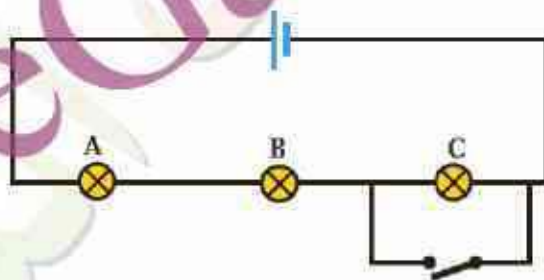
زیر در اختلاف پتانسیل رخ می دهد؟ (ممکن است بیش از یک پاسخ درست باشد)

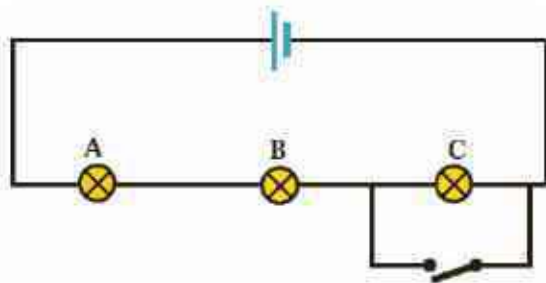
(الف) اختلاف پتانسیل دو سر A و B تغییر نمی کند.

(ب) اختلاف پتانسیل دو سر C به اندازه ۵۰٪ کاهش می یابد.

(پ) هر یک از اختلاف پتانسیل های A و B به اندازه ۵۰٪ افزایش می یابد.

(ت) اختلاف پتانسیل دو سر C به صفر کاهش می یابد.





الف) بابتستن کلید و اتصال کوتاه لامپ C از مدار حذف می شود و چون جریان الکتریکی از مقدار $\frac{\epsilon}{3R}$ به $\frac{\epsilon}{2R}$ افزایش می یابد اختلاف پتانسیل هر کدام از مقاومت های مشابه A و B از $\frac{\epsilon}{3}$ به $\frac{\epsilon}{2}$ افزایش می یابد.

نادرست

ب) قبل از بستن کلید $V_{IC} = \frac{\epsilon}{3}$ و بعد از بستن کلید $V_{IC} = 0$ می شود یعنی ۱۰۰٪ اختلاف پتانسیل C کاهش می یابد.

نادرست

پ) اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ها از $V_{IA} = V_{IB} = \frac{\epsilon}{3}$ به $V_{IA} = V_{IB} = \frac{\epsilon}{2}$ می رسد (۵۰ درصد افزایش) می یابد

$$\text{درصد تغییرات اختلاف پتانسیل} = \frac{V_{IA} - V_{IA}}{V_{IA}} = \frac{\frac{\epsilon}{2} - \frac{\epsilon}{3}}{\frac{\epsilon}{3}} = \frac{\frac{\epsilon}{6}}{\frac{\epsilon}{3}} = \frac{3}{6} \times 100\% = 50\%$$

درست

ت) بابتستن کلید دو سر مقاومت هم پتانسیل شده و اتصال کوتاه رخ می دهد و اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر می شود

درست

۳۳- در سیم کشی منازل، همه مصرف کننده ها به طور موازی متصل می شوند. یک اتوی $1100W$ ، یک نان برشته کن $1800W$ ، پنج لامپ رشته ای $100W$ و یک بخاری $1100W$ به پریزهای یک مدار سیم کشی خانگی $220V$ که حداکثر می تواند جریان $15A$ را تحمل کند وصل شده اند. آیا این ترکیب مصرف کننده ها باعث پریدن فیوز می شود یا خیر؟

پاسخ:

$$P_1 = 1100W$$

$$P_2 = 1800W$$

$$P_3 = 100W \quad \text{لامپ ۵}$$

$$P_4 = 1100W$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 220V$$

$$I_{max} = 15A$$

توان کل $P_T = P_1 + P_2 + 5P_3 + P_4$

$$P_T = 1100 + 1800 + 5 \times 100 + 1100 = 4500W$$

$$P_T = VI_T \rightarrow I_T = \frac{P_T}{V} = \frac{4500}{220} = 20.45A$$

این جریان بزرگتر از بیشینه جریانی است که مدار قادر به تحمل آن است. بنابراین فیوز خواهد پرید.

مدارسیم کشی موازی است تنها عاملی که در لامپ ها و بخاری ثابت باقی می ماند. ولتاژ است.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 1100 \text{ W} \\ P_2 = 1800 \text{ W} \\ P_3 = 100 \text{ W} \text{ لامپ 5} \\ P_4 = 1100 \text{ W} \\ V_1 = V_2 = V_3 = 220 \text{ V} \\ I_{\text{max}} = 15 \text{ A} \end{array} \right.$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{220^2}{1100} = 44 \Omega \\ R_2 = \frac{220^2}{1800} \approx 27 \Omega \\ R_3 = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega \\ R_4 = \frac{220^2}{1100} = 44 \Omega \end{array} \right.$$

مقاومت اتوی

مقاومت نان برشته کن

مقاومت لامپ

مقاومت بخاری

مقاومت 5 لامپ

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

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

$$R_T \approx 10.77 \Omega \rightarrow I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{220}{10.77} \approx 20.4 \text{ A}$$

این جریان بزرگتر از پیشینه جریانی است که مدار قادر به تحمل آن است. بنابراین فیوز خواهد پرید.

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها و تمرین ها

فصل سوم (مغناطیس)

فیزیک یازدهم ریاضی - فیزیک

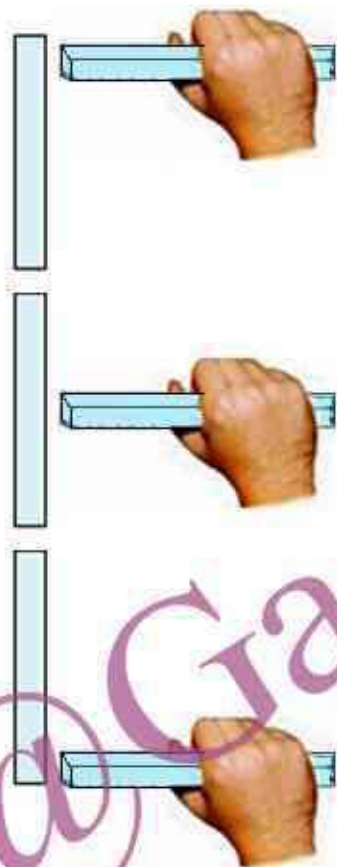
آذر ۱۳۹۶

بسم الله الرحمن الرحيم

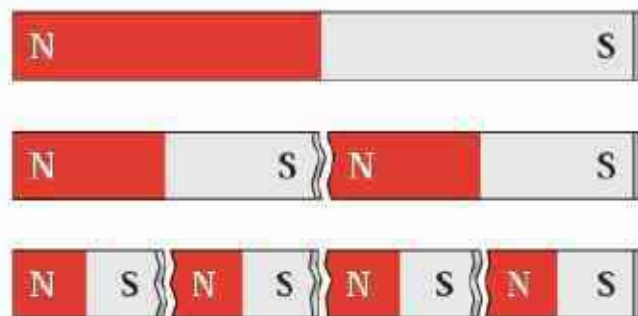
فرض کنید دو میله کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. با گفت و گو در گروه خود، روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیله دیگر، بتوان میله ای را که از جنس آهنرباست مشخص کرد.

پاسخ:

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



۱- دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.

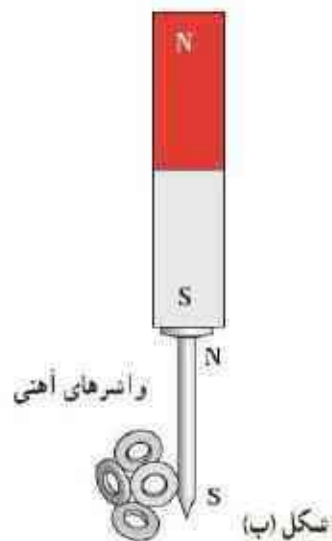


شکل (الف)

پاسخ:

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

۲- در علوم هشتم با پدیده القای مغناطیسی آشنا شدید. با توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهید و بیان کنید چرا در پدیده القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟



پاسخ:

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

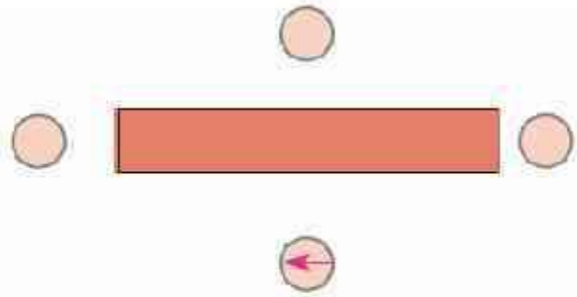
یکی از قطب های یک آهنربای میله ای را به یک عقربه مغناطیسی نزدیک کنید آنچه را می بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب نما چه اتفاقی می افتد؟ دلیل آن را شرح دهید. در صورتی که قطب نما در اختیار ندارید، یک سوزن ته گرد مغناطیسی شده را روی سطح آب، درون ظرفی شناور سازید. به این ترتیب، سوزن ته گرد مانند عقربه مغناطیسی یک قطب نما رفتار می کند.



پاسخ:

در این آزمایش با نزدیک کردن آهن ربا به عقربه مغناطیسی می چرخد و پس از دور 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 قطب N آهن ربا قطب S قطب نما به سمت آن می چرخد و با **دور کردن آهن ربا** عقربه قطب نما تحت تاثیر میدان مغناطیسی زمین در راستای تقریبی شمال-جنوب قرار می گیرد

۱- شکل روبه رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربه مغناطیسی را نشان می دهد. (الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟

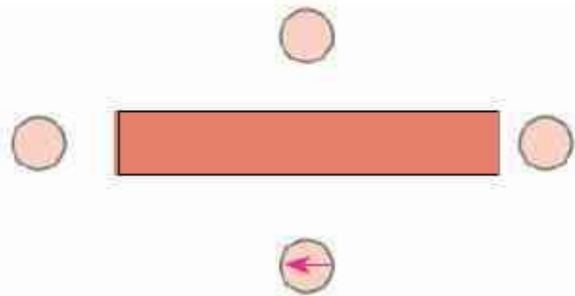


پاسخ:

(الف) سمت راست میله قطب N و سمت چپ میله قطب S است.



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

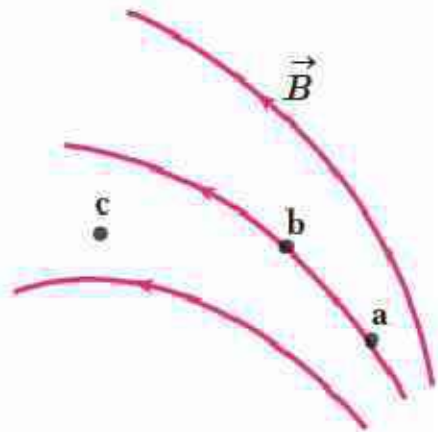


پاسخ:

(ب) عقربه مغناطیسی همواره مماس بر خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا قرار می گیرد با داشتن قطب ها و رسم خطوط میدان در خارج آهن ربا (از N به S) جهت گیری عقربه را تعیین می کنیم

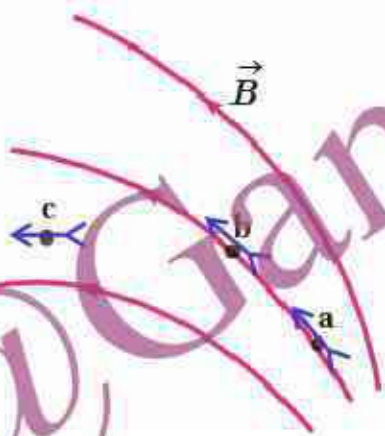


۲- شکل روبه رو، خط های میدان مغناطیسی در ناحیه ای از فضا را نشان می دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک از نقطه های روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.



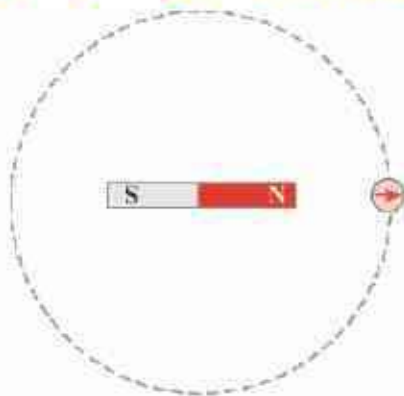
پاسخ:

چون تراکم خطوط میدان مغناطیسی در نقطه a بیشتر از نقطه b است پس: $B_a > B_b > B_c$



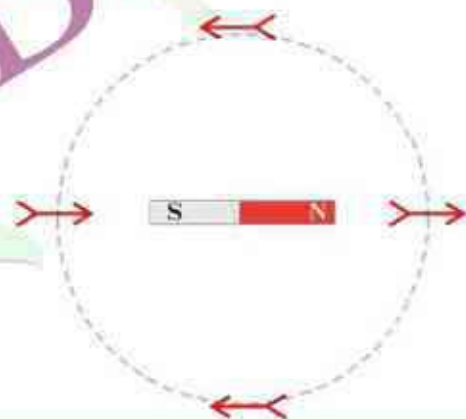
یک آهنربای میله ای را روی سطح افقی میزی قرار دهید. یک قطب نما یا عقربه مغناطیسی را مقابل یکی از قطب های آهنربا قرار دهید. روی مسیری دایره ای شکل دور آهنربا، عقربه را به آرامی حرکت دهید (شکل زیر) بررسی کنید پس از یک دور حرکت، عقربه چند درجه می چرخد.

پاسخ:



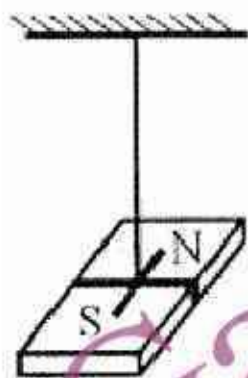
در هر ربع دایره عقربه ۱۸۰ درجه می چرخد برای یک حرکت کامل دور دایره، عقربه ۷۲۰ درجه می چرخد

$$4 \times 180^\circ = 720^\circ$$



وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربه مغناطیسی را از وسط آن آویزان می کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی گیرد و امتداد آن 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 کنید درست به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربه مغناطیسی بزرگ، نخ می رابندید و آن را آویزان کنید. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه ای را اندازه بگیرید که امتداد سوزن یا عقربه مغناطیسی با راستای افق می سازد. عدد به دست آمده، شیب مغناطیسی محل زندگی شماست. چنانچه در آزمایشگاه مدرسه شیب سنج مغناطیسی موجود باشد می توانید از آن نیز استفاده کنید.

پاسخ:



۱- برپروتونی که با زاویه $\theta = 30^\circ$ نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه $B = 320 \text{ G}$ در حرکت است نیرویی به اندازه $F = 5/12 \times 10^{-14} \text{ N}$ وارد می شود. تندی پروتون چند کیلومتر بر ثانیه است؟

پاسخ:

$$|q| = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$B = 320 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$F = 5/12 \times 10^{-14} \text{ N}$$

$$v = ?$$

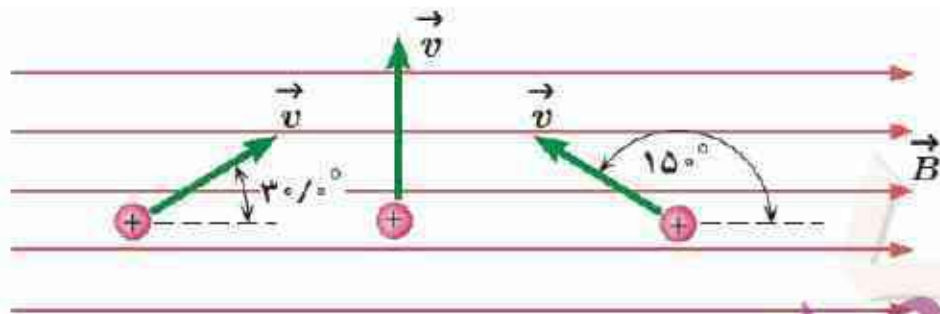
$$F = |q|vB \sin \theta$$

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

$$v = \frac{5/12 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19} \times 320 \times 10^{-4} \sin 30^\circ}$$

$$v = 2 \times 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \times 10^4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

۲- سه ذره، هر کدام با بار $q = 6/15 \mu\text{C}$ و تندی $v = 46 \text{ m/s}$ در میدان مغناطیسی
یکنواختی به اندازه $B = .165 \text{ T}$ در حرکت اند (شکل زیر) اندازه نیروی وارد بر
هر ذره را حساب کنید.



پاسخ:

$$|q| = 6/15 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$v = 46 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$B = .165 \text{ T}$$

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

$$F = ?$$

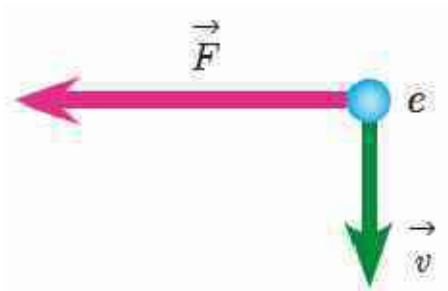
$$\theta_1 = 30^\circ \rightarrow F_1 = 6/15 \times 10^{-6} \times 46 \times .165 \sin 30^\circ \rightarrow F_1 \approx 2/33 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\theta_2 = 90^\circ \rightarrow F_2 = 6/15 \times 10^{-6} \times 46 \times .165 \sin 90^\circ \rightarrow F_2 \approx 4/67 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\theta_3 = 15^\circ \rightarrow F_3 = 6/15 \times 10^{-6} \times 46 \times .165 \sin(180 - 15^\circ) \rightarrow F_3 \approx 2/33 \times 10^{-5} \text{ N}$$

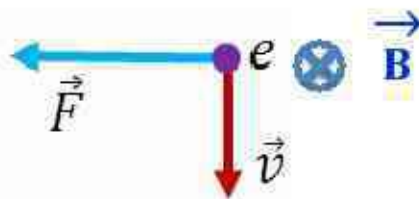
الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل، جهت میدان \vec{B} کدام است؟

- بالا
 راست
 درون سو
 برون سو

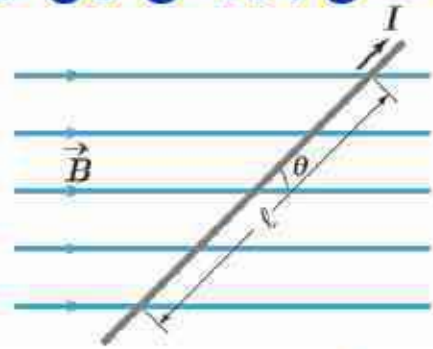


پاسخ:

میدان مغناطیسی درون سو



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؟



$$F = BIL \sin \alpha$$

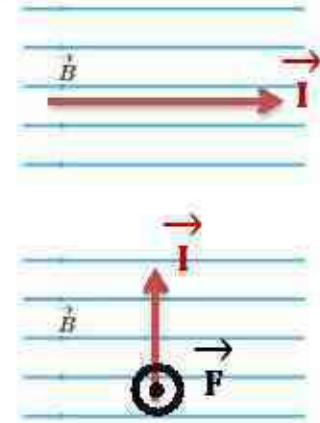
$$\alpha = 0^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$F = BIL \times 0 = 0 \text{ N}$$

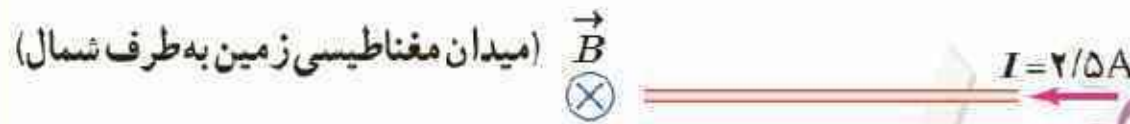
$$F_{\max} = BIL \sin 90^\circ = BIL$$



پاسخ:

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

سیم مستقیمی به طول $2/4$ m حامل جریان $2/5$ A از شرق به غرب است. اندازه میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم 45 G. و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.



پاسخ:

$$L = 2/4 \text{ m}$$

$$I = 2/5 \text{ A}$$

$$B = 45 \times 10^{-4} \text{ T}$$

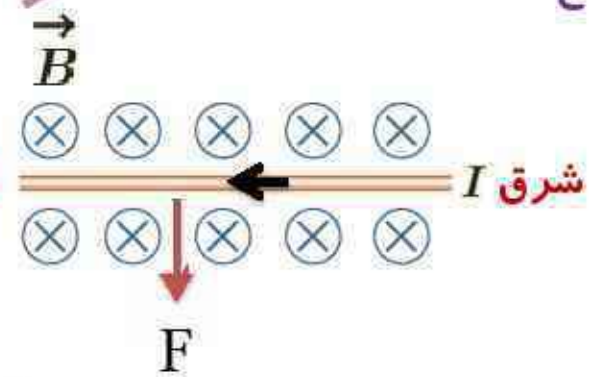
$$F = ?$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$F = 2/4 \times 2/5 \times 45 \times 10^{-4} \sin 90^\circ$$

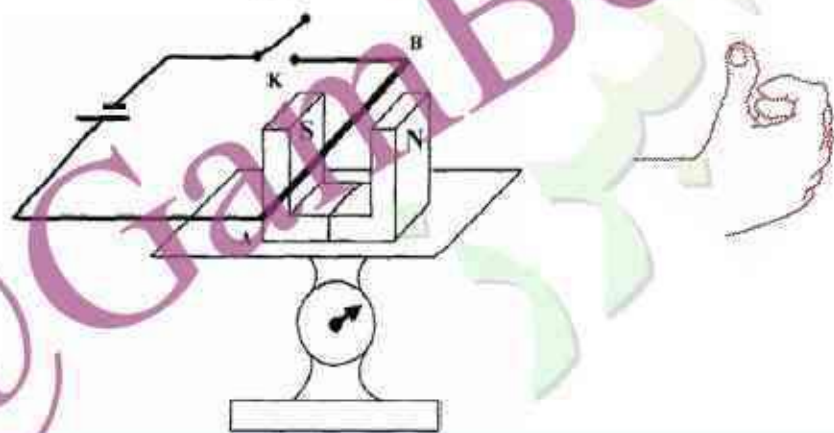
$$F = 2/7 \times 10^{-4} \text{ N}$$



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 از ترازوهای دیجیتال (رقمی) با دقت ۰.۱g استفاده کنید.

پاسخ:

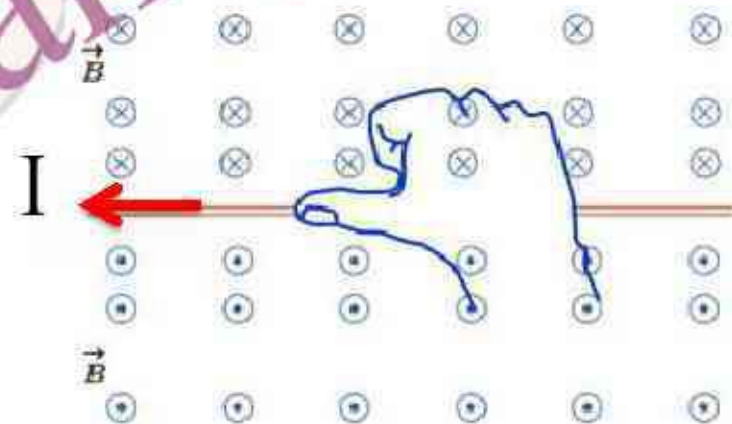
مطابق شکل سیم را در دهانه یک آهنربای نعلی شکل قرار می دهیم عددی که نیروسنج نشان می دهد برابر وزن آهنرباست. پس از وصل کلید عددی که نیروسنج نشان می دهد تغییر کرده و افزایش می یابد. مقدار تغییر عدد ترازو نشان دهنده نیرویی است که میدان و سیم به هم وارد می کنند.



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

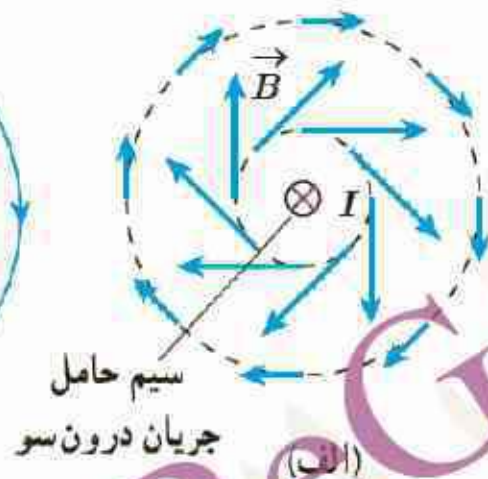
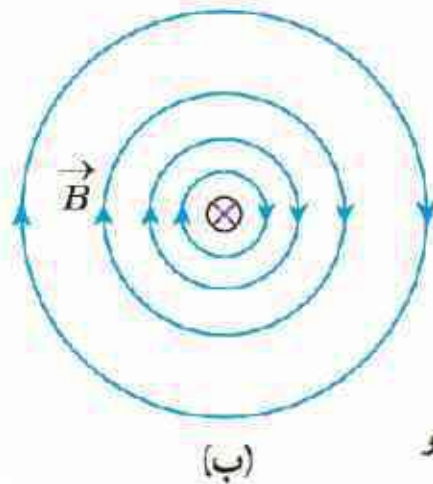


پاسخ:



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

دریافت خود را از شکل های الف و ب بیان کنید. در بیان خود، به چگونگی تغییر جهت و اندازه میدان \vec{B} در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.

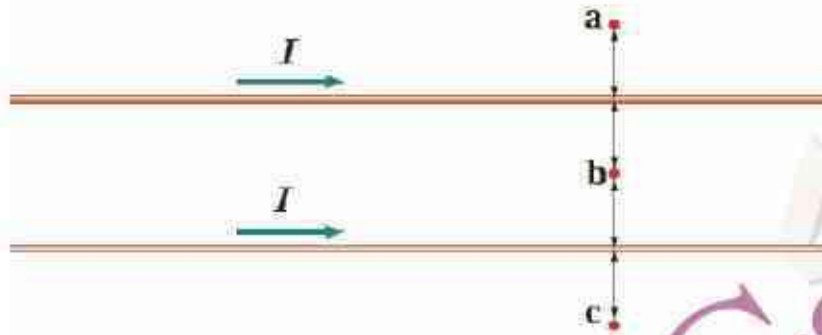


پاسخ:

الف) بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس و هم جهت با خط میدان در آن نقطه است در فاصله های مساوی از سیم اندازه میدان یکسان است. و با دور شدن از سیم اندازه میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان کاهش یافته است

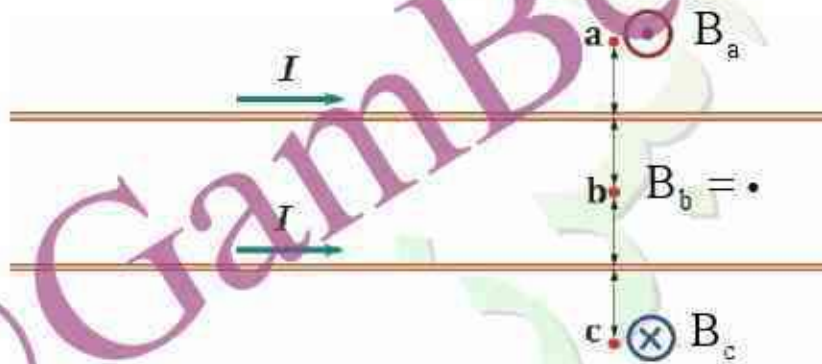
ب) جهت میدان مغناطیسی طبق قانون دست راست مشخص می شود. میدان مغناطیسی در اطراف سیم بصورت دایره های متحد المركز است و در نزدیک سیم خطوط میدان بهم نزدیکتر و میدان قویتر است و بالعکس

جهت میدان مغناطیسی برآیند (خالص) را ناشی از سیم های موازی و بلند حامل جریان را در هر یک از نقطه های a ، b و c پیدا کنید. نقطه b در فاصله مساوی از دو سیم قرار دارد.

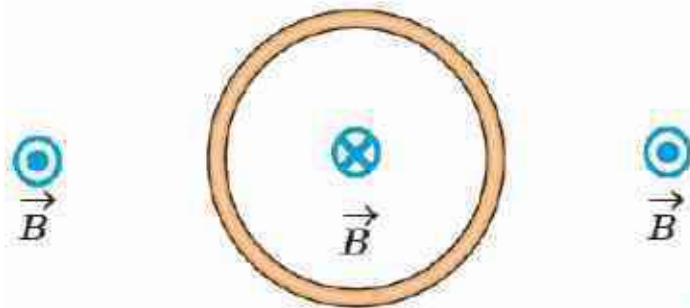


پاسخ:

میدان مغناطیسی برآیند در نقطه های a ، b و c به ترتیب برون سو، صفر و درن سو می باشد.

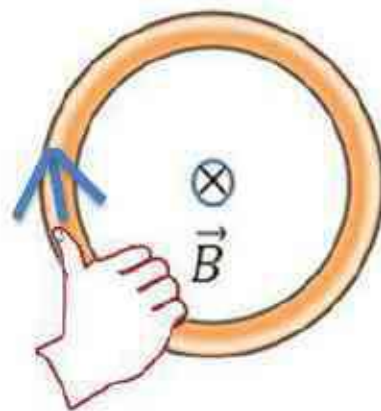


شکل روبه رو، یک حلقه حامل جریان را نشان می دهد که جهت خط های میدان مغناطیسی درون و بیرون آن نشان داده شده است. جهت جریان را در این حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

جهت جریان ساعتگرد



اندازهٔ میدان مغناطیسی دور سر انسان حدود $G \times 10^{-8}$ اندازه گیری شده است. اگرچه جریان هایی که این میدان را به وجود می آورند بسیار پیچیده اند، ولی با در نظر گرفتن این جریان ها به صورت تک حلقه ای دایره ای به قطر 16 cm (پهنای یک سرنوعی) می توان مرتبهٔ بزرگی میدان مغناطیسی را تخمین زد. جریان لازم برای ایجاد این میدان در مرکز حلقه چقدر است؟

$$B = 3 \times 10^{-8} \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$N = 1 \text{ دور}$$

$$R = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

$$I = ?$$

$$\pi \approx 3$$

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

$$I = \frac{2BR}{\mu_0 N}$$

$$I = \frac{2 \times 3 \times 10^{-10} \times 8 \times 10^{-2}}{4 \times 3 \times 10^{-7}}$$

$$I \approx 4 \times 10^{-7} \text{ A} = 4 \mu\text{A}$$

پاسخ:



سیملوله ای آرمانی به طول 40 cm چنان طراحی شده است که جریان بیشینه ای به شدت $1/2 \text{ A}$ می تواند از آن بگذرد. با عبور این جریان از سیملوله، اندازه میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه ها 270 G می شود. تعداد دورهای سیملوله چقدر باید باشد؟

پاسخ:

$$L = . / 4 \text{ m}$$

$$I = 1/2 \text{ A}$$

$$B = 270 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$N = \dots$$

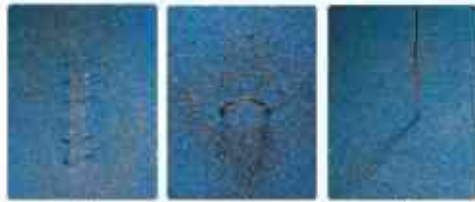
$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} I$$

$$N = \frac{BL}{\mu \cdot I}$$

$$N = \frac{270 \times 10^{-4} \times . / 4}{4 \times 3 / 14 \times 10^{-7} \times 1/2}$$

$$N \approx 7165$$

آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان با استفاده از براده آهن، طرح خط های میدان مغناطیسی را در اطراف یک سیم بلند (شکل الف)، یک حلقه دایره ای (شکل ب) و یک سیملوله حامل جریان (شکل پ) ایجاد کرد.

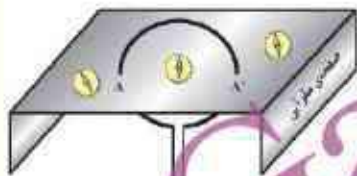


پاسخ:

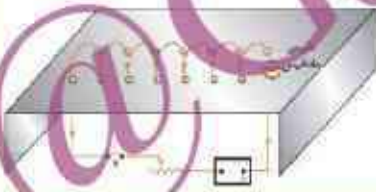
تعدادی عقربه مغناطیسی (یا براده های آهن) در اطراف سیم راست حامل جریان الکتریکی قرار دهیم. ملاحظه می شود عقربه مغناطیسی (یا براده های آهن) در اطراف سیم، روی مسیرهای دایره ای جهت گیری می کنند.



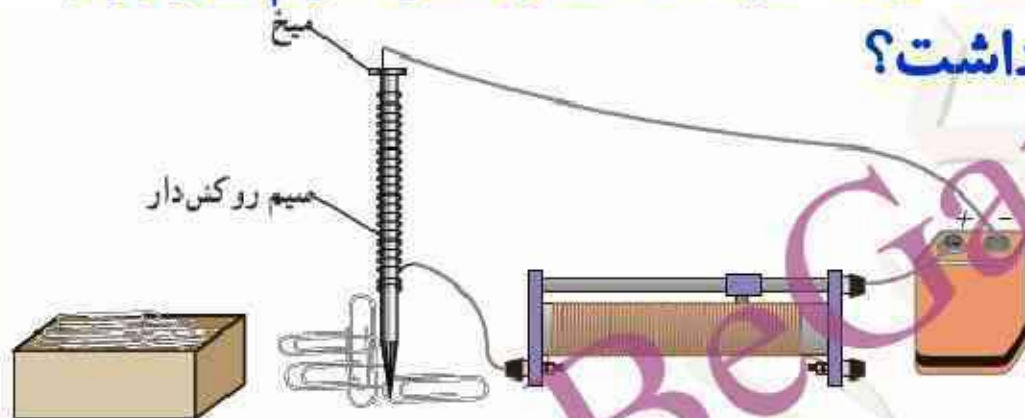
یک مقوا را از وسط حلقه دایره ای حامل جریان عبور می دهیم سپس تعدادی عقربه مغناطیسی مطابق شکل در اطراف حلقه قرار می دهیم، می بینیم جهت عقربه در داخل و خارج حلقه مخالف هم خواهند بود



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 ها است و تجمع براده ها در داخل سیم لوله بیشتر از خارج آن است که نشان دهنده میدان مغناطیسی قوی در داخل سیملوله است



قسمتی از سیم نازک روکش داری را دورمیخ آهنی نسبتاً بلندی پیچید و مدار را 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 را می تواند بلند کند. ب) اگر تعداد دورهای سیم دو برابر شود، نتیجه کار چه تفاوتی خواهد داشت؟



پاسخ:

الف) اگر جریان عبوری از سیملوله زیاد باشد، چون میدان مغناطیسی ایجاد شده درمیخ آهنی افزایش می یابد، در نتیجه تعداد گیره های بیشتری جذب می کند. و با کاهش جریان نیز میدان مغناطیسی کاهش یافته و گیره 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.

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



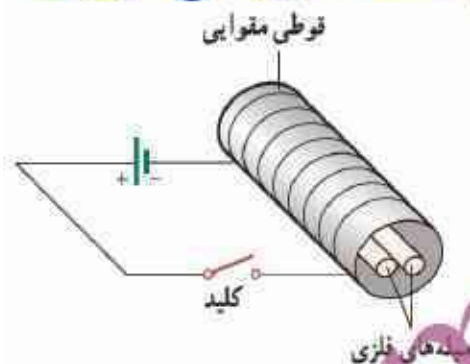
پاسخ:

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 .

دو میله فلزی بلند مطابق شکل روبه رو درون سیملوله ای که دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است قرار دارند. با بستن کلید و عبور جریان از این سیملوله، مشاهده می شود که دو میله از یکدیگر دور می شوند. وقتی کلید باز و جریان 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:

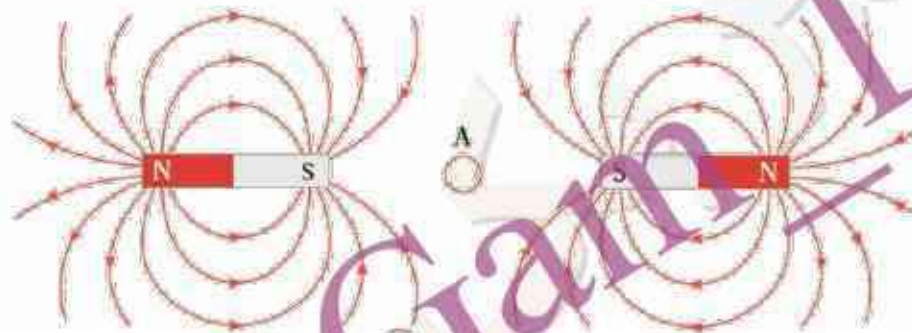
الف) بر اثر عبور جریان از سیملوله، میدان مغناطیسی درون پیچه، سبب مغناطیسی شدن میله ها و در نتیجه دور شدن آنها از هم می شود. ب) چون پس از بستن کلید میله ها از هم دور شده اند، باید از جنس فرومغناطیس نرم باشند. توجه کنید پس از باز کردن کلید، دوباره میله ها به محل اولیه برمی گردند و این نشان می دهد که پس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

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:

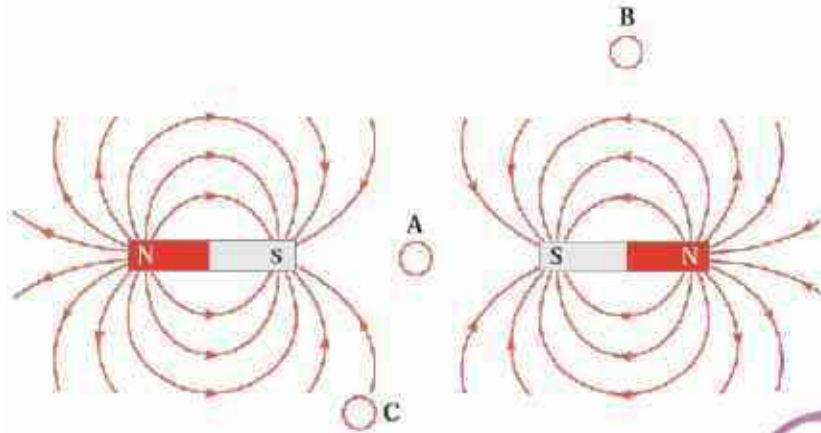
۲- شکل زیر، خط های میدان مغناطیسی رادرنزدیکی دو آهنربای میله ای نشان می دهد. الف) درباره میدان مغناطیسی در نقطه A چه می توان گفت؟



پاسخ:

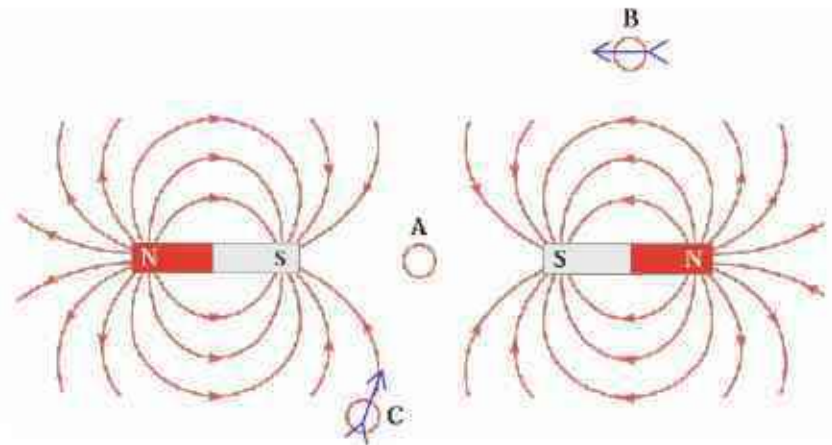
چون در نقطه A خطوط میدان مغناطیسی وجود ندارد پس میدان مغناطیسی برآیند در این نقطه صفر بوده و برای این عقربه فقط میدان مغناطیسی زمین اثر کرده و در راستای شمال و جنوب مغناطیسی زمین قرار می گیرد.

۲-ب) با رسم شکل نشان دهید عقربه قطب نما در نقطه های B و C به ترتیب در کدام جهت قرار می گیرد؟



پاسخ:

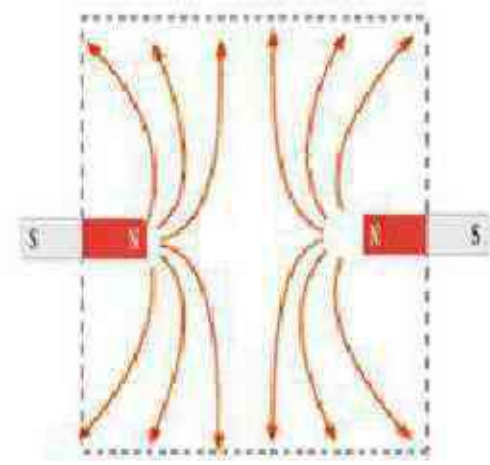
عقربه در این نقاط، مماس و هم جهت با خطوط میدان مغناطیسی قرار می گیرد.



۲- پ) اگر مانند شکل زیر یکی از آهنرباها را بچرخانیم تا جای قطب های آن عوض شود، خط های میدان مغناطیسی را در ناحیه نقطه چین رسم کنید.



پاسخ:



۳-الف) آهنربای میله ای با قطب های نامشخص در اختیار داریم. دست کم دو روش را برای تعیین قطب های این آهنربا بیان کنید.



پاسخ:

۱- با نخ آویزان کردن

آهن ربا را با نخ آویزان می کنیم پس از چند نوسان در امتداد شمال و جنوب جغرافیایی می ایستد قطبی که طرف شمال را نشان می دهد N و طرف دیگر S است.



۲- استفاده از یک آهن ربا با قطب 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.

۳-ب) خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. اندازه میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب های آهنرباها با هم مقایسه کنید.



پاسخ:

چون تعداد خطوط و تراکم خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربای ۲ بیشتر از تراکم خطوط میدان آهن ربای ۱ است پس $B_2 > B_1$ است

۴- کودکی یک قطعه 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

۴- کودکی یک قطعه 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 از جنس آهنی، بانزدیک کردن آهن ربای دائمی به آن سر به خاصیت مغناطیسی پیدا می کند و با دور کردن آهن ربای دائمی خاصیت آهن ربایی خود را به سرعت از دست می دهد.

۴- کودکی یک قطعه کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد. پ (این وسیله را باید به درون گوی کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد؛ چرا غلاف باید انعطاف پذیر باشد؟



پاسخ:

پ (چون مجرای گوارشی انحنای دارد، این غلاف باید بتواند بدون آسیب به این مجرا وارد آن شود، در نتیجه باید انعطاف پذیر باشد.

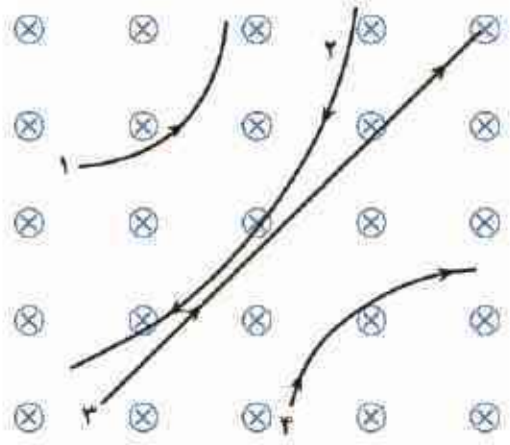
۴- کودکی یک قطعه کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد. ت) پزشک می خواهد یک گیره آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گوی کودک بیرون بیاورد؛ کدام یک را می توان بیرون آورد؟ چرا؟



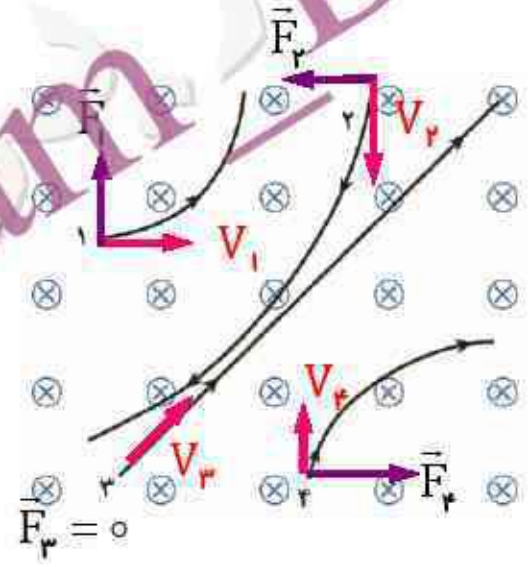
پاسخ:

ت) گیره آهنی کاغذ از جنس فرومغناطیس نرم است، زود آهن ربا شده و جذب نوک ثابت آهنی می شود و بیرون کشیده می شود ولی آلومینیم پارامغناطیس 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.

۵- چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. درباره نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟

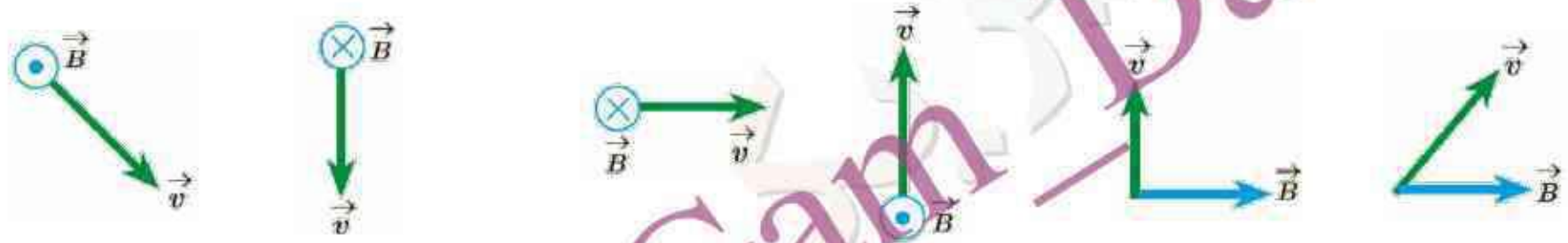


پاسخ:

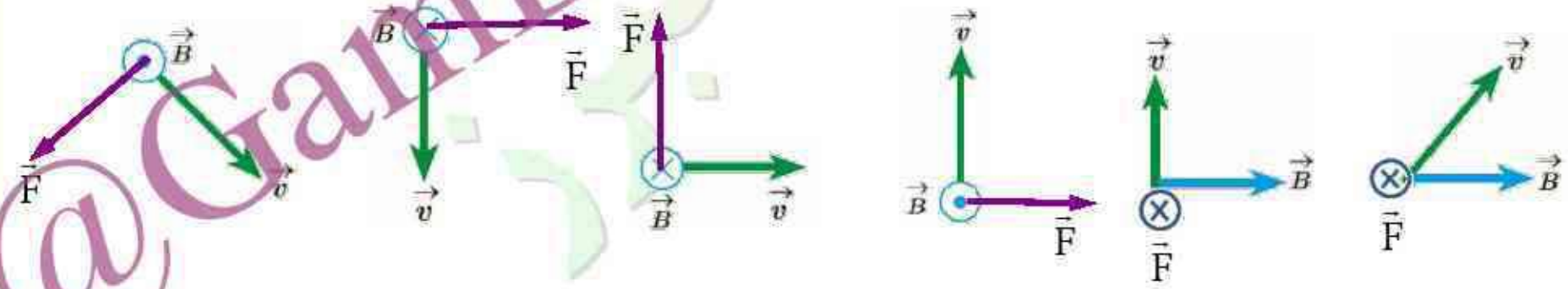


با توجه به قانون دست راست نوع بار ذره ۱ مثبت، نوع بار ذره ۲ منفی، چون ذره ۳ انحرافی ندارد خنثی است و نوع بار ذره ۴ منفی است.

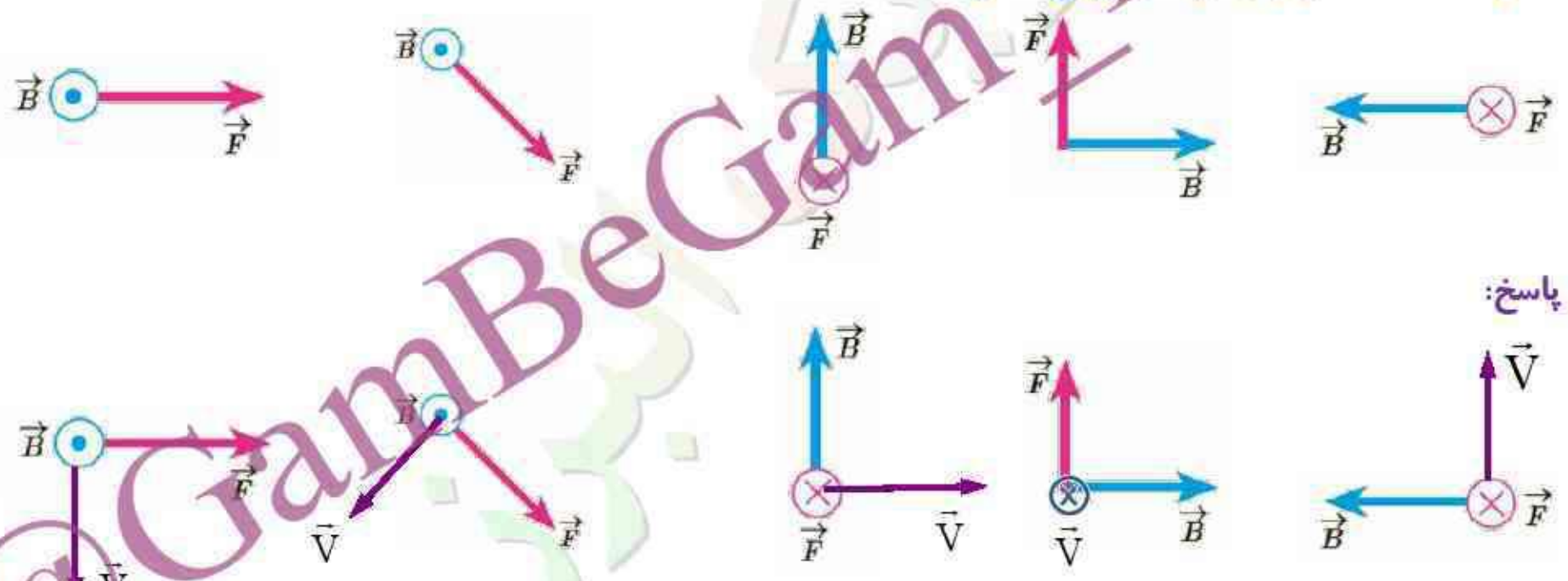
۶- جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هر یک از حالت های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.



پاسخ:

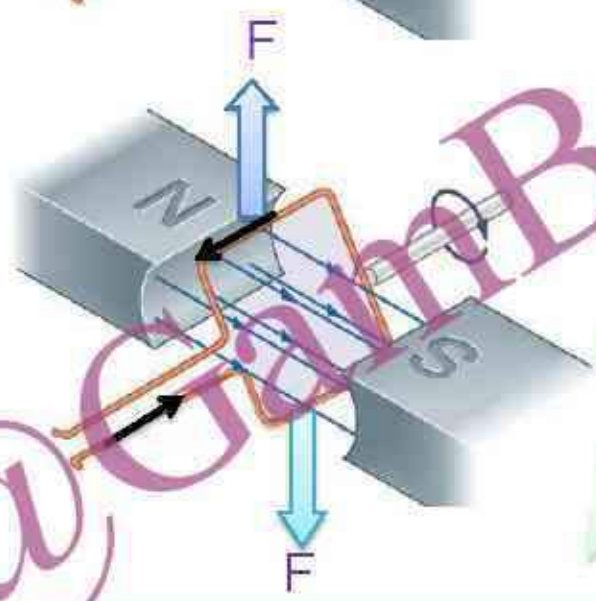
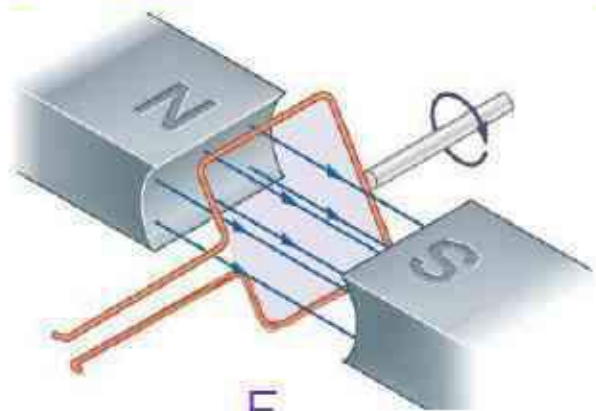


۷- نیروی مغناطیسی F وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی B در حرکت است، در شکل زیر، نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛ در هر یک از حالت های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.



پاسخ:

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



پاسخ:

۹- پروتونی با تندی $1.06 \times 10^6 \text{ m/s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه 18 mT در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت B ، زاویه 60° می سازد. (الف) اندازه 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 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ در نظر بگیرید)

پاسخ:

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$v = 1.06 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$B = 18 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$F = ?$$

$$a = ?$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$F = qvB \sin 60^\circ$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 1.06 \times 10^6 \times 18 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$F = 1.09 \times 10^{-14} \text{ N}$$

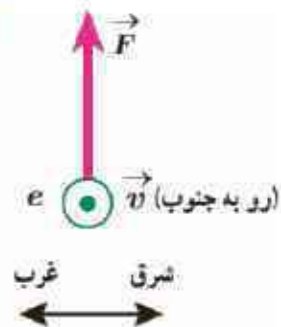
$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{1.09 \times 10^{-14}}{1.67 \times 10^{-27}} \rightarrow a \approx 6.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(الف)

(ب)

۱۰- الکترونی با تندی $۲/۴ \times 10^5 \text{ m/s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازه نیروی 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 اندازه آن برابر $۶/۸ \times 10^{-۱۴} \text{ N}$ باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید. ب) اندازه میدان الکتریکی چقدر باشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟

پاسخ:



$$V = ۲/۴ \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = qvB \sin \alpha$$

$$\sin 90 = 1$$

$$B = \frac{F_{\text{MAX}}}{qv \sin 90}$$

$$q = 1/۶ \times 10^{-۱۹} \text{ C}$$

$$B = \frac{۶/۸ \times 10^{-۱۴}}{1/۶ \times 10^{-۱۹} \times ۲/۴ \times 10^5 \times 1} \rightarrow B = 1/۷۷ \text{ T} \text{ در جهت غرب}$$

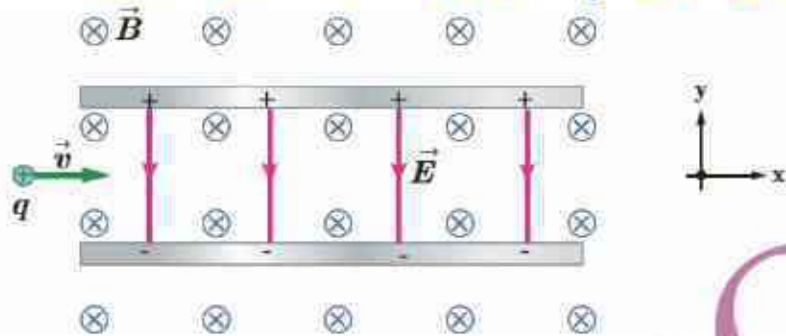
$$F_{\text{MAX}} = ۶/۸ \times 10^{-۱۴} \text{ N}$$

$$B = ?$$

$$F = Eq \rightarrow E = \frac{F}{q} \rightarrow E = \frac{۶/۸ \times 10^{-۱۴}}{1/۶ \times 10^{-۱۹}} = ۴/۲۵ \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E = ?$$

۱۱- ذره باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت v در امتداد محور x وارد فضایی می شود که میدان های یکنواخت E و B وجود دارد (شکل زیر) اندازه این میدان ها برابر $E = 450 \text{ N/C}$ و $B = 1.8 \text{ T}$ است. تندی ذره چقدر باشد تا در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟



پاسخ:

$$E = 450 \cdot \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$F_E = F_B$$

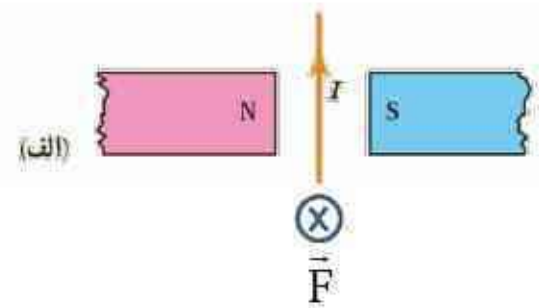
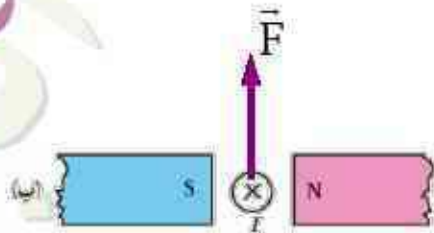
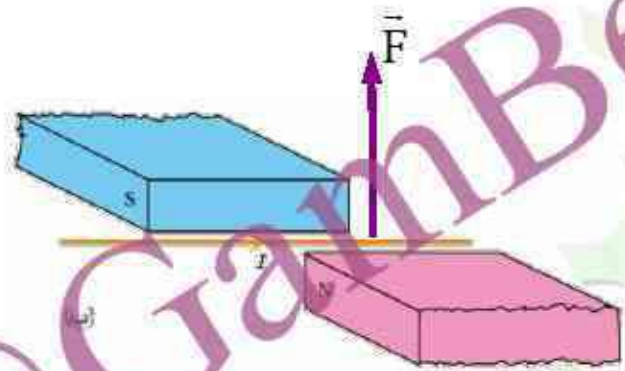
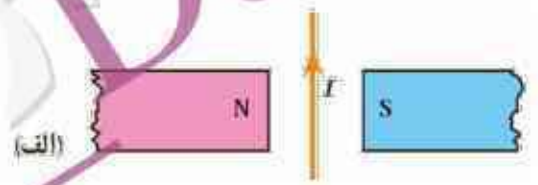
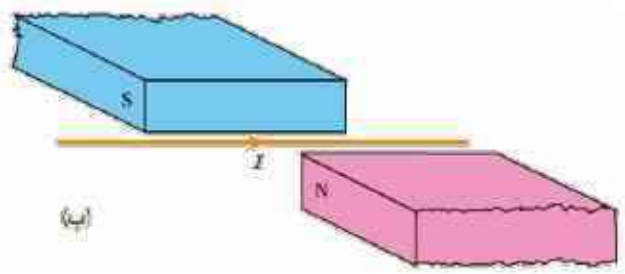
$$E = vB \sin 90^\circ$$

$$B = 1.8 \text{ T}$$

$$v = ?$$

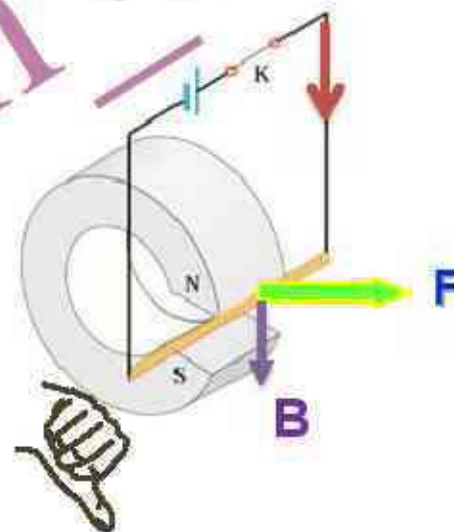
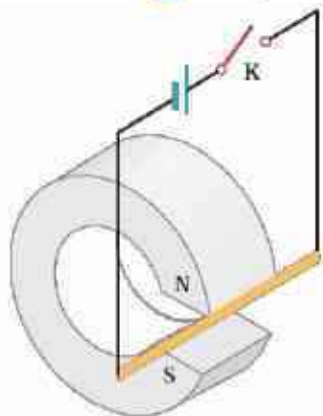
$$v = \frac{E}{B} \rightarrow v = \frac{450}{1.8} = 250 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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



پاسخ:

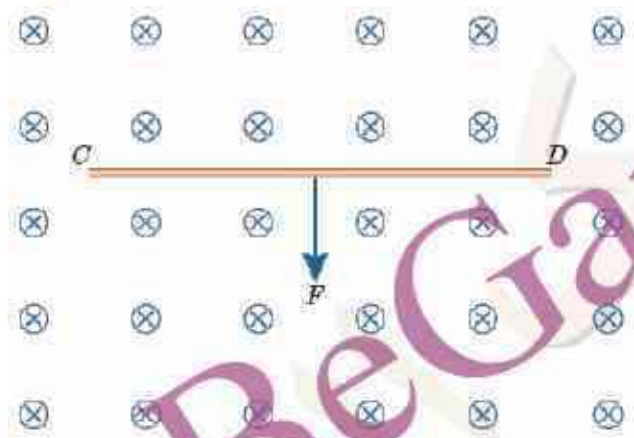
۱۳- یک میله رسانا به پایانه های یک باتری وصل شده و مطابق شکل در فضای بین قطب های یک آهنربای C شکل آویزان شده است و می تواند آزادانه نوسان کند. با بستن کلید K، چه اتفاقی برای میله رسانا رخ می دهد؟ توضیح دهید.



پاسخ:

با توجه به جهت جریان در میله و جهت میدان مغناطیسی در فضای بین قطب های آهنربا، از قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر میله را پیدا کنید با بستن کلید K میله به طرف راست حرکت می کند.

۱۴- سیم رسانای CD به طول ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی درون سوب با اندازه ۵/۰ T قرار گرفته است؛ اگر اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر ۱N باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.



پاسخ:

$$L = 2\text{m}$$

$$B = 5.0\text{T}$$

$$F = 1\text{N}$$

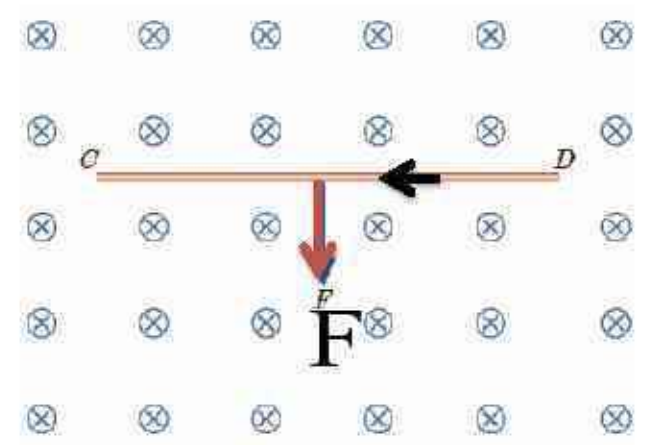
$$\alpha = 90^\circ$$

$$I = ?$$

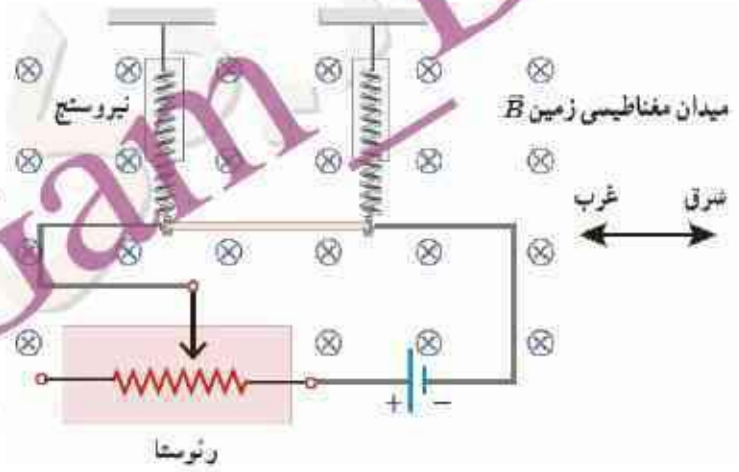
$$F = B \times I \times L \times \sin 90^\circ$$

$$F = I \sin 90^\circ \times L \times B$$

$$I = \frac{F}{L \times B}$$



۱۵- یک سیم حامل جریان ۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنی که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی و در راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنواخت، به طرف شمال و اندازه ۰/۰۵ mT بگیرد.
الف) اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.



پاسخ:

$$I = 1/6 \text{ A}$$

$$B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$F = 5 \times 10^{-5} \times 1/6 \times 1 \times \sin 90^\circ$$

$$F = 8 \times 10^{-5} \text{ N}$$

۱۵- یک سیم حامل جریان ۶/۱ آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنی که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی و در راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنواخت، به طرف شمال و اندازه 0.5 mT بگیرد.

ب) اگر بخواهیم نیروسنج ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم ۸ گرم است ($g = 9/8 \text{ N/kg}$)

$$F = mg$$

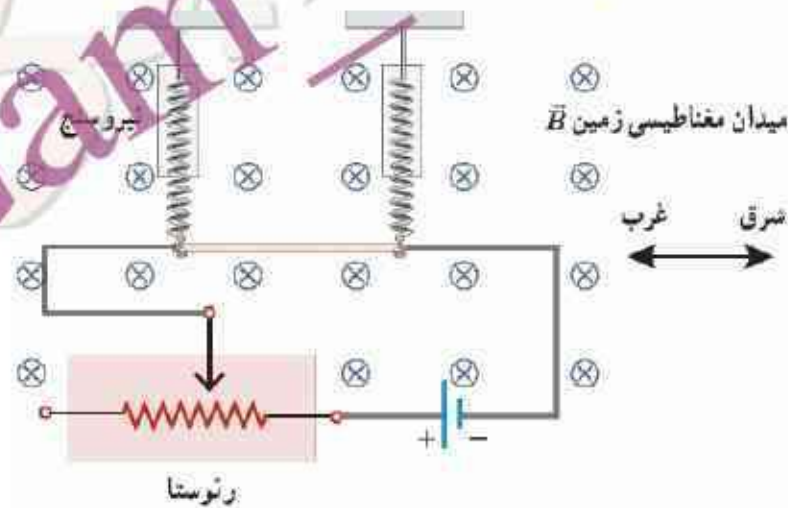
$$BIL \sin 90^\circ = mg$$

$$5 \times 10^{-5} \times I \times 1 \times 1 = 8 \times 10^{-3} \times 1$$

$$I = \frac{8 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-5}}$$

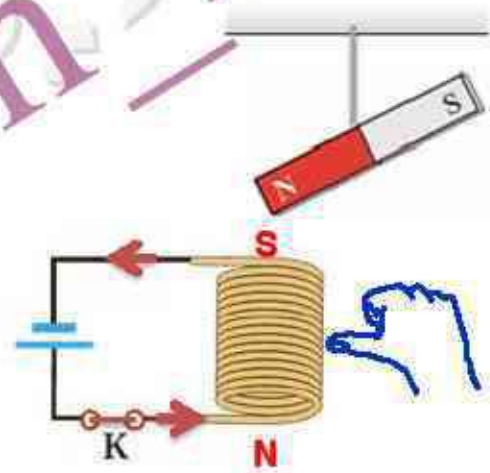
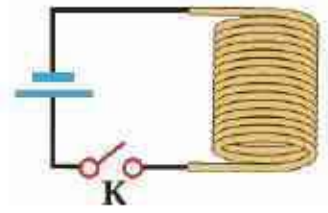
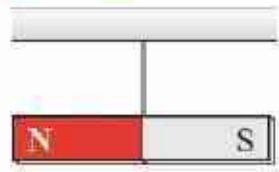
$$I = 1600 \text{ A}$$

پاسخ:



عبور چنین جریان بزرگی از این سیم در عمل امکان پذیر نیست. بنابراین، نمی توان انتظار داشت نیروسنج ها عدد صفر را نشان دهند.

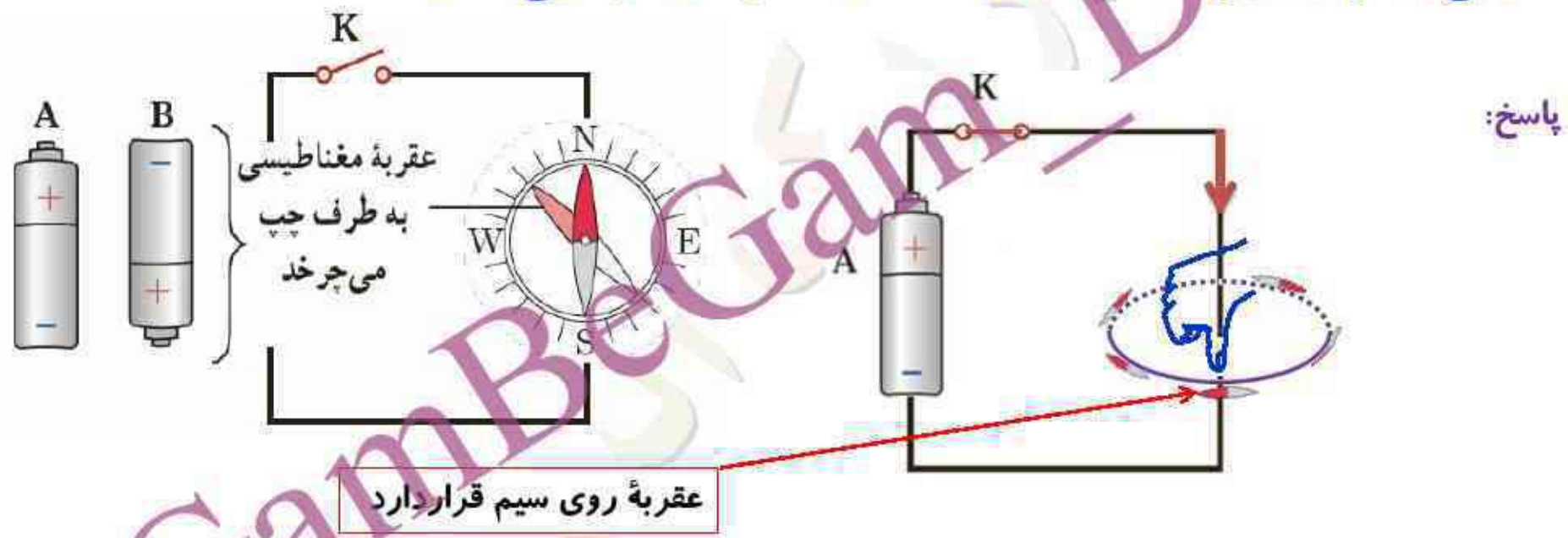
۱۶- یک آهنربای میله ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله ای آویزان شده است. توضیح دهید با بستن کلید K چه تغییری در وضعیت آهنربا رخ می دهد.



پاسخ:

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

۱۷- کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا پس از بستن کلید K، 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.



با توجه به جهت قراردادی جریان باتری A باید در مدار قرار گیرد تا عقربه مغناطیسی روی سیم به طرف چپ بچرخد.

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



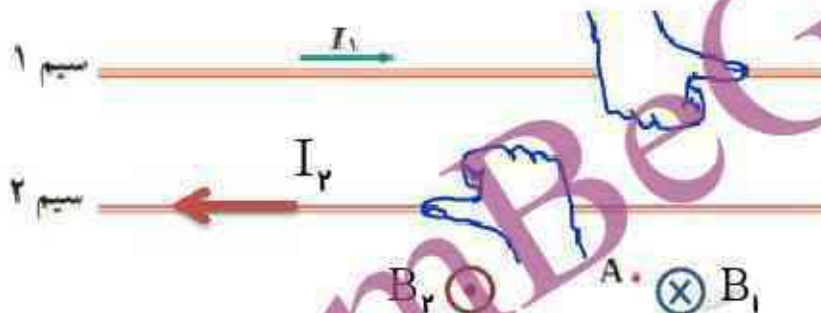
برای جذب شدن آهن ربا به سمت سیملوله باید قطب نزدیک سیملوله S باشد با توجه به قاعده دست راست جریان از بالا باید وارد سیملوله شده و از پایین خارج شود که این جریان را باتری A می تواند ایجاد کند.

۱۹- شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می دهد. اگر میدان مغناطیسی برایند حاصل از این سیم ها در نقطه A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۱ پیدا کنید.



A.

پاسخ:



میدان مغناطیسی سیم ۱ در نقطه A درون سو است برای اینکه برایند میدان مغناطیسی در این نقطه صفر شود باید میدان مغناطیسی سیم ۲ برون سو باشد با کمک قانون دست راست جهت جریان به سمت چپ می شود.

۲۰- سیملوله ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دوریک لوله پلاستیکی توخالی به طول ۱۴ m / پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیملوله A / ۸ باشد،

اندازه میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$

پاسخ:

$$N = 250$$

$$L = 14 \text{ m}$$

$$I = 8 \text{ A}$$

$$B = ?$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

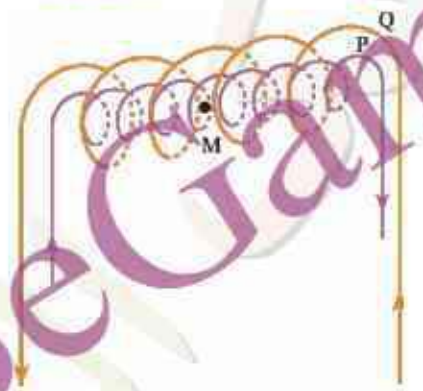
$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

$$B = 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times \frac{250}{14} \times 8$$

$$B = 1.8 \times 10^{-3} \text{ T} = 1.8 \text{ mT}$$

۲۱- در شکل زیر دو سیملوله P و Q هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۱A از سیملوله Q عبور کند، از سیملوله P چه جریانی باید عبور کند تا برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟

پاسخ:



- $L_P = L_Q$
- $N_P = 200$
- $N_Q = 300$
- $I_Q = 1A$
- $I_P = ?$
- $B_T = 0$

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

$$B_P = B_Q \rightarrow \mu \cdot \left(\frac{N_P}{L_P}\right) I_P = \mu \cdot \left(\frac{N_Q}{L_Q}\right) I_Q \rightarrow N_P I_P = N_Q I_Q$$

$$200 \times I_P = 300 \times 1 \rightarrow I_P = \frac{300}{200} \rightarrow I_P = 1.5A$$

۲۲- شکل الف حوزه های مغناطیسی ماده فرومغناطیسی را درون میدان خارجی B نشان می دهد. شکل ب همان ماده پس از حذف میدان B نشان می دهد. نوع ماده فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.

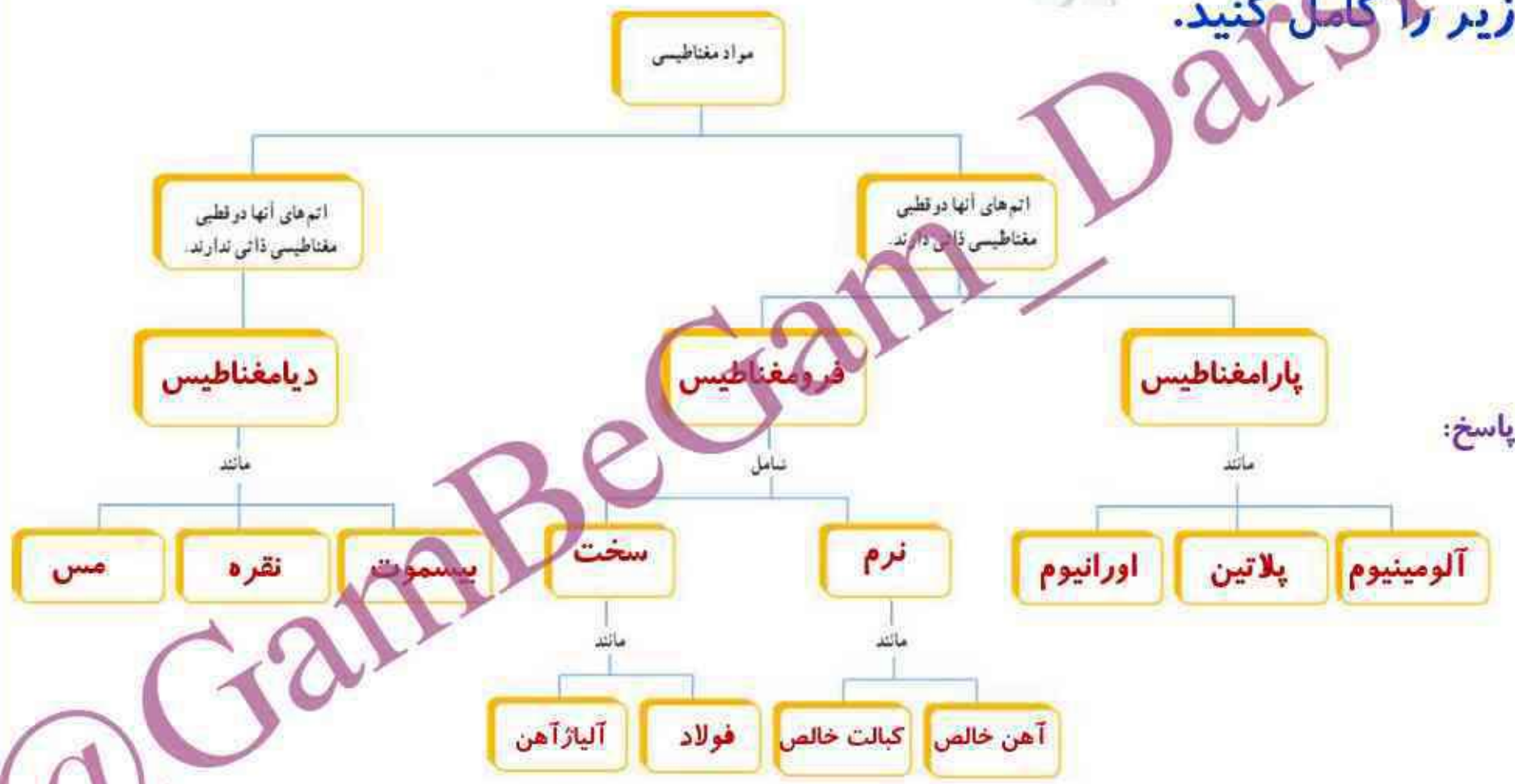


پاسخ:

شکل الف و ب ، ماده فرومغناطیسی نرم

زیرا بلافاصله بعد از حذف میدان خارجی علاوه بر کاهش حجم حوزه ها جهت میدان حوزه ها به حالت کاتوره ای خود برمی گردند در نتیجه برآیند میدان ها در این مواد صفر شده و دیگر خاصیت آهن ربایی ندارند.

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



پاسخ:

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها و تمرین ها

فصل چهارم (القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب)

فیزیک یازدهم ریاضی - فیزیک

آذرماه ۱۳۹۶



الف) حلقه ای به مساحت 25 cm^2 درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه 0.3 T قرار دارد (شکل الف) شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید. ب) اگر مطابق شکل ب و بدون تغییر \vec{B} ، مساحت سطح حلقه را به 10 cm^2 برسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در این وضعیت به دست آورید. ب) اگر این تغییر شار در بازه زمانی $\Delta t = 0.2 \text{ s}$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.



پاسخ:

$$A_1 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$B = 0.3 \text{ T} \quad \Phi = BA \cos\theta$$

$$\theta = 0^\circ$$

$$\Phi_1 = ? \rightarrow \Phi_1 = 0.3 \times 25 \times 10^{-4} \times \cos 0^\circ \rightarrow \Phi_1 = 7.5 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

الف

$$A_2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi_2 = ? \rightarrow \Phi_2 = 0.3 \times 10 \times 10^{-4} \times \cos 0^\circ \rightarrow \Phi_2 = 3 \times 10^{-5} \text{ wb}$$

ب

$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = ? \rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{3 \times 10^{-5} - 7.5 \times 10^{-5}}{0.2} \rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -22.5 \times 10^{-5} \frac{\text{wb}}{\text{s}}$$

پ

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

Ω

A

V

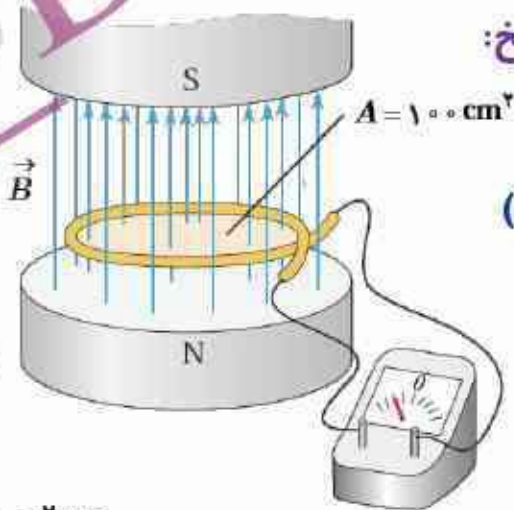
V/A

پاسخ:

ولت V

میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبه رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر می کند و در مدت ۰/۴۵s از ۰/۲۸T ، رو به بالا، به ۰/۱۷T ، رو به پایین می رسد. در این مدت، الف) نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را به دست آورید. ب) اگر مقاومت حلقه ۱.۰ Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

پاسخ:



الف)

$$N = 1$$

$$\theta = 0^\circ$$

$$\Delta t = 0.45 \text{ s}$$

$$B_1 = 0.28 \text{ T}$$

$$B_2 = 0.17 \text{ T}$$

$$A_1 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \bar{\epsilon} = -1 \times 10^{-2} \times \frac{-0.45}{0.45} \times \cos 0^\circ \rightarrow \bar{\epsilon} = 10^{-2} \text{ V}$$

$$\bar{\epsilon} = ?$$

$$R = 1.0 \Omega$$

$$\bar{I} = ?$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = -0.17 - 0.28 = -0.45 \text{ T}$$

$$\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{تغییر } B} \bar{\epsilon} = -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} \rightarrow \bar{I} = \frac{10^{-2}}{1.0} \rightarrow \bar{I} = 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

ب)

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 رایانه 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:

عبور آهنربا از جلوی پیچه متصل به دو شاخ جلوی دوچرخه، سبب تغییر شار مغناطیسی عبوری از پیچه و در نتیجه القای جریان می شود. این جریان توسط یک رایانه کوچک خوانده می شود و با توجه به تعداد مرتبه ای که این جریان القایی در یک 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.

الف) با توجه به جهت جریان القایی در مدار شکل الف، توضیح دهید که آیا آهنربا رو به بالا حرکت می‌کند یا رو به پایین. ب) شکل ب سیم بلند و مستقیمی را نشان می‌دهد که جریان عبوری از آن در حال افزایش است. جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای مجاور سیم تعیین کنید.

پاسخ:



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

۱- تعداد حلقه های سیملوله ای بدون هسته، به طول $2/8 \text{ cm}$ و سطح 10 cm^2 چه تعداد باشد تا ضریب القاوری آن 1 H شود؟

پاسخ:

$$K = 1$$

$$l = 2/8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$A = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N = ?$$

$$L = 1 \text{ H}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$$

$$L = \frac{AK\mu_0 N^2}{l}$$

$$N^2 = \frac{lL}{AK\mu_0}$$

$$N^2 = \frac{2/8 \times 10^{-2} \times 1}{10^{-3} \times 1 \times 4 \times 3/14 \times 10^{-7}}$$

$$N^2 = 22 \times 10^6 \rightarrow N \approx 4/7 \times 10^3$$

۲- دو سیملوله بدون هسته با سطح مقطع و تعداد دور یکسان را در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیملوله ها دو برابر دیگری باشد، ضریب القاوری اش چند برابر دیگری است؟

پاسخ:

$$K = 1$$

$$A_r = A_1$$

$$N_r = N_1$$

$$l_r = 2l_1$$

$$L_r = ? L_1$$

$$\frac{L_r}{L_1} = \frac{A_r}{A_1} \times \frac{K_r}{K_1} \times \frac{l_1}{l_r} \times \left(\frac{N_r}{N_1} \right)^2$$

$$\frac{L_r}{L_1} = \frac{l_1}{2l_1}$$

$$L_r = \frac{1}{2} L_1$$

سیملولهٔ آرمانی بدون هسته ای به طول 22cm و با حلقه هایی به مساحت $44\text{cm}^2/0$ ، شامل $N=2000$ حلقهٔ نزدیک به هم است و جریان $1/7\text{A}$ از آن می گذرد. ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده در سیملوله را حساب کنید.

پاسخ:

$$K = 1$$

$$l = 22 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$A = 44 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N = 2000$$

$$L = ?$$

$$I = 1/7 \text{ A}$$

$$U = ?$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$$

$$L = \frac{AK\mu_0 N^2}{l}$$

$$L = \frac{. / 44 \times 10^{-4} \times 1 \times 4 \times 3 / 14 \times 10^{-7} \times (2 \times 10^3)^2}{22 \times 10^{-2}}$$

$$L \approx 1 \times 10^{-3} \text{ H} = 1 \text{ mH}$$

$$U_L = \frac{1}{2} LI^2 \rightarrow U_L = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 1/7^2$$

$$U_L = 1/445 \times 10^{-3} \text{ J} = 1/445 \text{ mJ}$$

معادله جریان زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یگاهاى I به صورت
 $I = (4 \times 10^{-3}) \sin 250 \pi t$ (است. الف) جریان در دو لحظه $t_1 = 2 \text{ ms}$ و $t_2 = 8 \text{ ms}$

چقدر است؟

پاسخ:

$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 250 \pi t$$

$$t = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 250 \pi \times 2 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \sin \frac{\pi}{2} = 4 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 250 \pi t$$

$$t = 8 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 250 \pi \times 8 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \sin 2\pi = 0$$

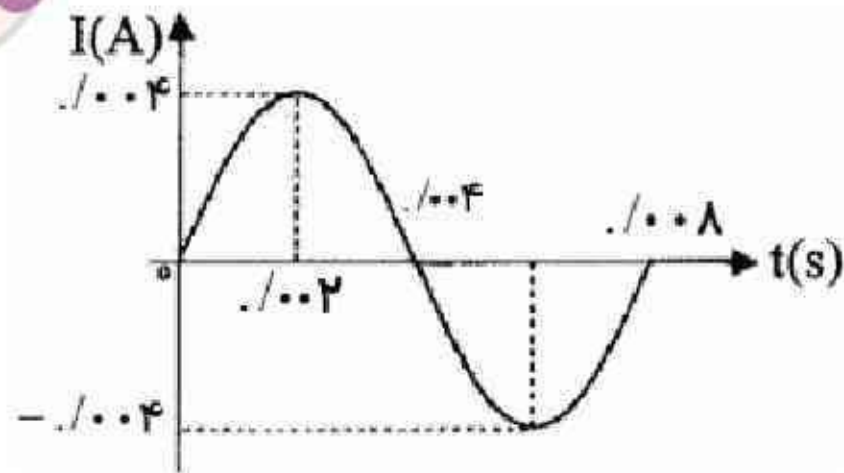
(الف)

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یگاهاهی A به صورت $I = (4 \times 10^{-3}) \sin 250 \cdot \pi t$ است. ب) دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان زمان را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

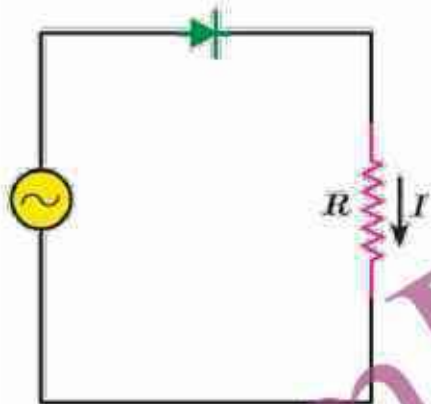
$$I = 4 \times 10^{-3} \sin 250 \cdot \pi t$$

پاسخ:

$$250 \cdot \pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi}{250 \cdot \pi} = \dots \cdot 8 \text{ s}$$



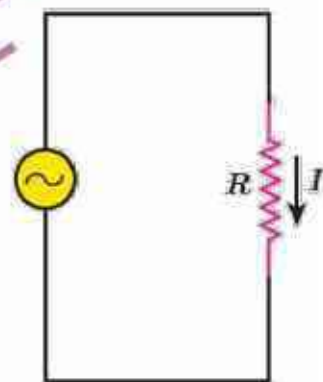
در فصل ۲ دیدیم که دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می دهد و در جهت دیگر مانع عبور جریان می شود. به همین دلیل آن را یکسوکنندهٔ جریان می نامند. نمودار شکل ب، تغییرات جریان بر حسب زمان را برای مدار شکل الف نشان می دهد. پس از گفت و گو در گروه خود، نمودار تغییرات جریان بر حسب زمان را برای مدار شکل پ رسم کنید.



(ب)

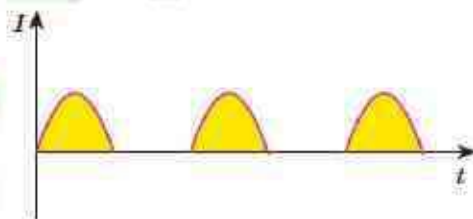


(ب)



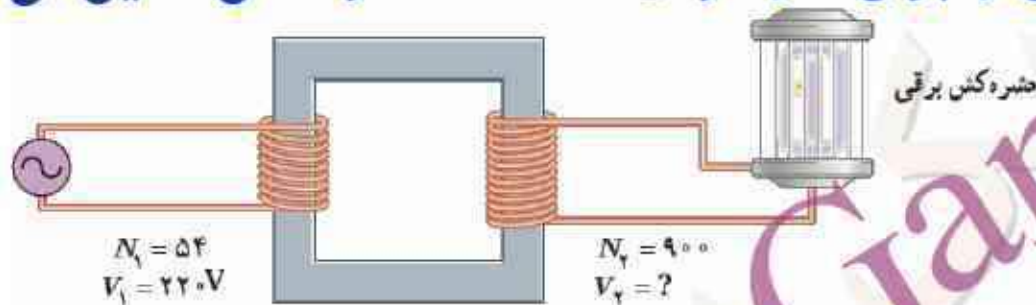
(الف)

پاسخ:



برخی از وسیله های برقی، مانند حشره کش برقی، برای کار کردن نیاز به ولتاژهای بالا از مرتبه چند هزار ولت دارند. شکل زیر تبدیلی را نشان می دهد که ولتاژ لازم را برای کار یک دستگاه حشره کش برقی فراهم می کند. اگر تعداد دور اولیه مبدل $N_1 = 54$ و تعداد دور ثانویه $N_2 = 900$ باشد، ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره کش تأمین می کند؟

پاسخ:



$$N_1 = 54$$

$$V_1 = 220\text{V}$$

$$N_2 = 900$$

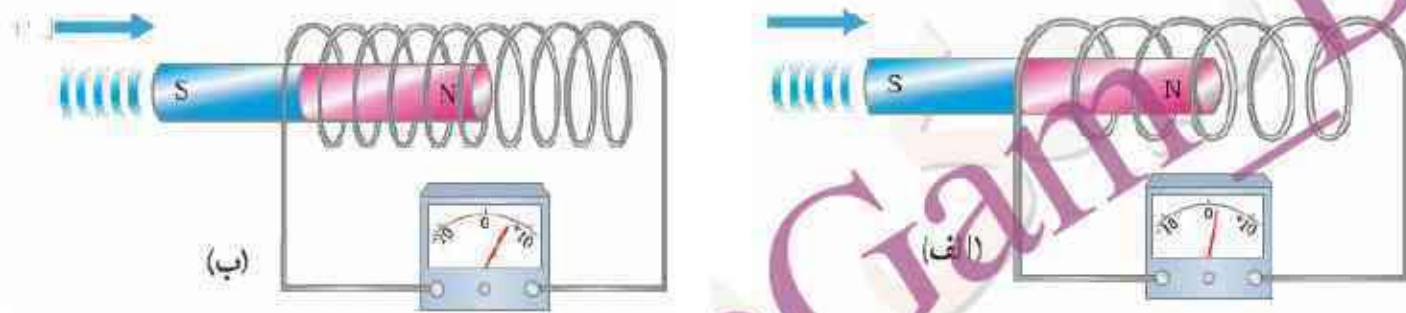
$$V_2 = ?$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{V_2}{220} = \frac{900}{54}$$

$$V_2 \approx 3667\text{V}$$

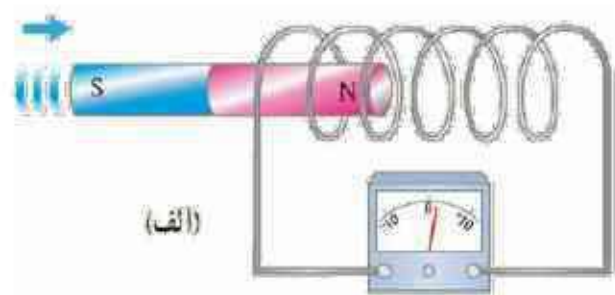
۱- دو سیملوله با حلقه های بامساحت یکسان ولی با تعداد دور متفاوت را مطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از این شکل ها بنویسید. (آهنرباها مشابه اند و با تنیدی یکسانی به طرف سیملوله ها حرکت می کنند)



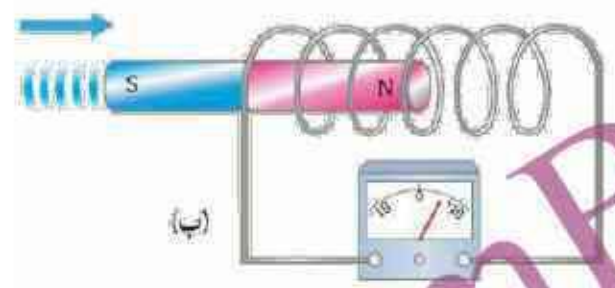
پاسخ:

در شکل 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 و جریان بزرگتری القا می شود.

۲- دو سیملوله مشابه را مطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از شکل های زیر بنویسید. (آهنرباها مشابه اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می کنند)



(الف)



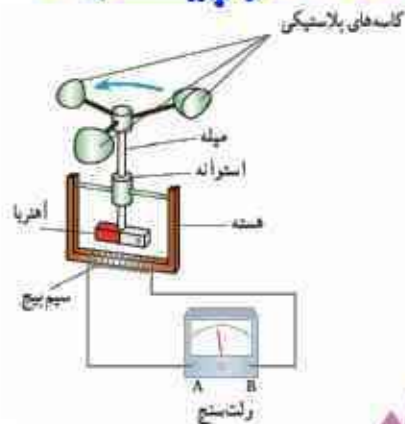
(ب)

پاسخ:

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

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

پاسخ:



الف) با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیز می چرخد و سبب تغییر شار مغناطیسی در فضای اطراف خود می شود. این امر سبب القای جریانی در سیم پیچ می شود. ب) با افزایش سرعت، آهنگ تغییر شار مغناطیسی نیز افزایش می یابد و در نتیجه جریان بزرگتری در سیم پیچ القا می شود. پ) استفاده از سیم پیچی با تعداد دور بیشتر و آهنربای قوی تر باروغن کاری دستگاه و کاهش اصطکاک همچنین استفاده از ولت سنج دقیق تر می تواند سبب بهبود و افزایش دقت دستگاه شود.

۴- سطح حلقه های پیچه ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن $T \cdot 0.4$ و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت 1 s تغییر می کند و به $T \cdot 0.4$ در خلاف جهت اولیه می رسد. اگر سطح هر حلقه پیچه 50 cm^2 باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

پاسخ:

$$N = 1000$$

$$B_1 = 0.4 \text{ T}$$

$$B_2 = -0.4 \text{ T}$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = -0.4 - 0.4 = -0.8 \text{ T}$$

$$\Delta t = 1 \text{ s}$$

$$\theta = 0$$

$$A = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

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

$$\bar{\varepsilon} = -1000 \times 50 \times 10^{-4} \times \frac{-0.8 \times 10^{-2}}{1} \cos 0 \rightarrow \bar{\varepsilon} = 4 \text{ V}$$

۵- مساحت هر حلقه پیچه ای 30 cm^2 و پیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در

ابتدا سطح پیچه ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت 0.2 s

پیچه بچرخد و سطح حلقه ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود، نیروی محرکه

متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازه میدان زمین را 0.5 G در نظر بگیرید.

پاسخ:

$$A = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N = 1000$$

$$\alpha_1 = 90^\circ \rightarrow \theta_1 = 0^\circ$$

$$B = 0.5 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$

$$\alpha_2 = 0^\circ \rightarrow \theta_2 = 90^\circ$$

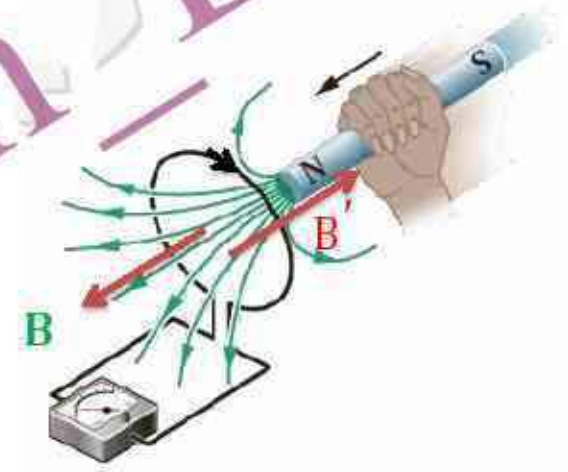
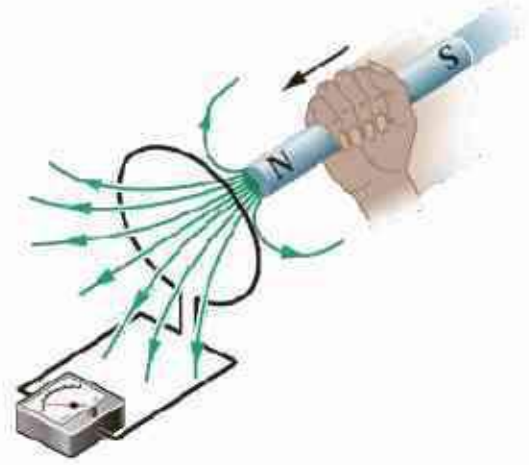
$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{متغییر } \theta} \bar{\varepsilon} = -NAB \frac{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = -1000 \times 30 \times 10^{-4} \times 0.5 \times 10^{-4} \times \frac{(\cos 90^\circ - \cos 0^\circ)}{0.2}$$

$$\bar{\varepsilon} = -15 \times 10^{-5} \times \frac{(0 - 1)}{0.2} \rightarrow \bar{\varepsilon} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

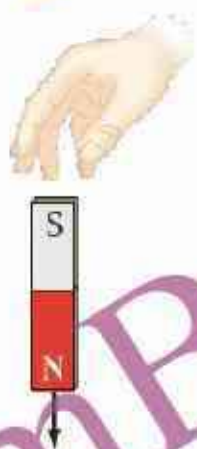
۶- قطب N یک آهنربا را مطابق شکل روبه رو به یک حلقه رسانا نزدیک می کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.



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

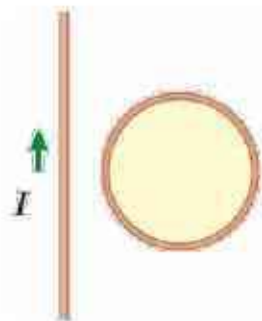
۷- دو آهنربای میله ای مشابه را مطابق شکل، به طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می کنیم به طوری که یکی از آنها از حلقه رسانایی عبور می کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرورفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگر مقایسه کنید (تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید)

پاسخ:

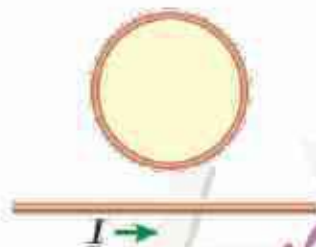


آهنربا هنگام عبور از حلقه رسانا، با مخالفتی روبه رو می شود که منشأ آن به جریان القایی در حلقه مربوط است. بنابراین، آهنربایی که از حلقه می گذرد، کمتر در زمین فرو می رود.

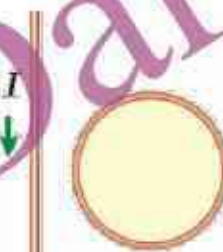
۸- جهت جریان القایی را در هر یک از حلقه های رسانای نشان داده شده در شکل های زیر تعیین کنید.



(پ) آثابت



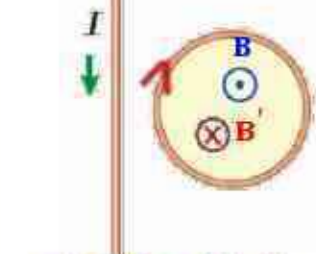
(ب) آدر حال کاهش



(الف) آدر حال افزایش

پاسخ:

الف- شارمغناطیسی سیم بلند در درون حلقه برون سو و در حال افزایش است طبق قانون لنز، شارمغناطیسی حلقه باید با افزایش شار مخالفت کند با توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی، ساعتگرد را بوجود می آورد.



(الف) آدر حال افزایش

ب- شارمغناطیسی سیم بلند در درون حلقه برون سو و در حال کاهش است طبق قانون لنز، شارمغناطیسی حلقه باید با کاهش شار مخالفت کند با توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی، پادساعتگرد را بوجود می آورد.



(ب) آدر حال کاهش

پ- چون جریان ثابت است شارمغناطیسی سیم بلند در درون حلقه ثابت بوده و جریان القایی صفر می شود

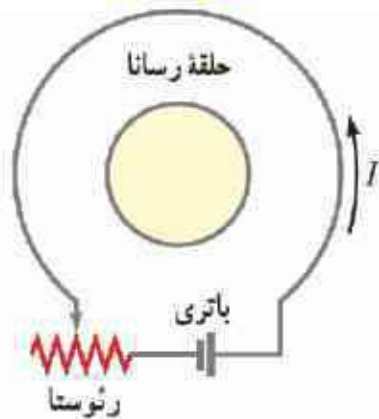
۹- شکل زیر سیملوله حامل جریانی را نشان می دهد که در حال دور شدن از یک حلقه رساناست. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



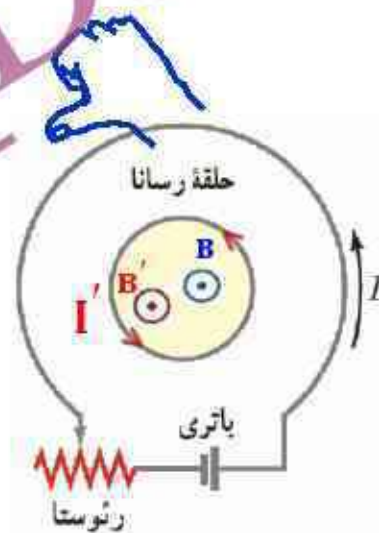
پاسخ:

با دور شدن سیم لوله شارمغناطیسی کاهش می یابد. در نتیجه 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 ناظر در سمت سیملوله) در جهت پادساعتگرد می شود.

۱۰- اگر در مدار شکل زیر مقاومت رثوستا افزایش یابد، جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می شود؟



پاسخ:



با افزایش مقاومت رثوستا، جریان عبوری از مدار کاهش می یابد و در 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.

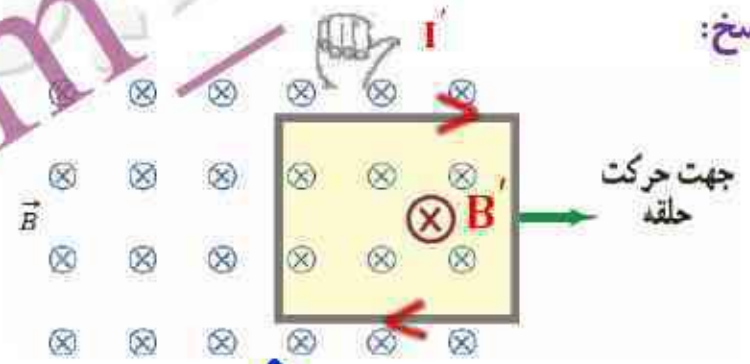
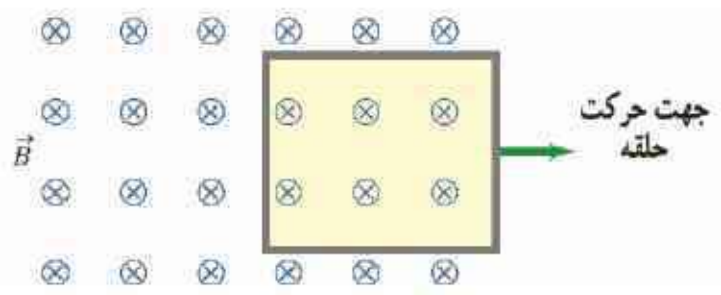
۱۱- دو حلقهٔ رسانا در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می کنند جهت جریان القایی را در هر حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



پاسخ:

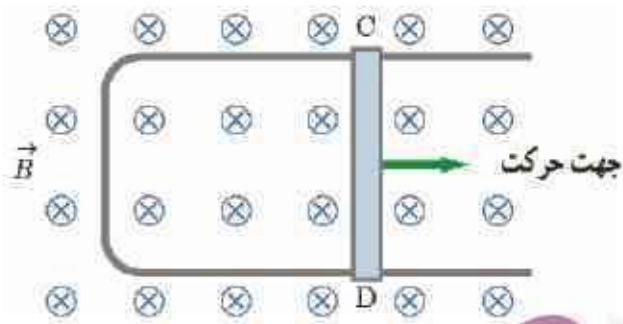
در حلقهٔ سمت چپ، چون به موازات سیم دراز حامل جریان ثابت I حرکت می کند، جریانی القا نمی شود. شار عبوری از حلقه در هر لحظه از زمان ثابت است و تغییری نمی کند. در حلقهٔ سمت راست، جریان در جهت ساعتگرد القا می شود تا کاهش شار عبوری از آن جبران شود.

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

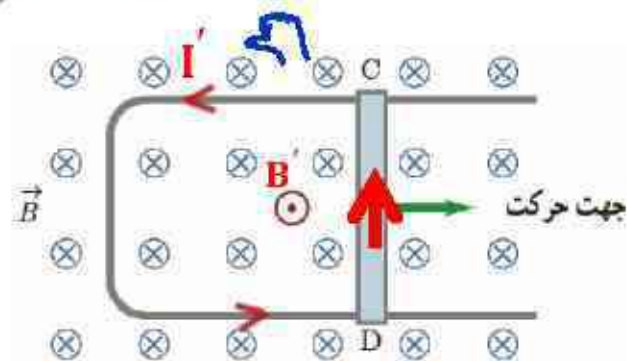


با خروج قاب میدان مغناطیسی و شار عبوری از آن کاهش می یابد و طبق قانون لنز برای مخالفت با تغییر شار، B' القا شده در مرکز قاب هم جهت با B و جریان القایی ساعتگرد است.

۱۳- شکل زیر رسانای لاشکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت B که عمود بر صفحه شکل و رو به داخل صفحه است نشان می دهد. وقتی میله فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟

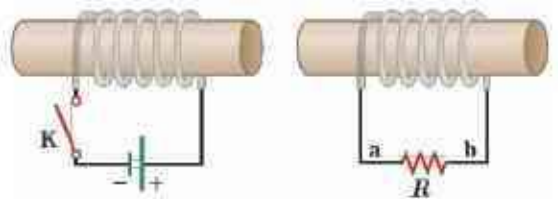


پاسخ:

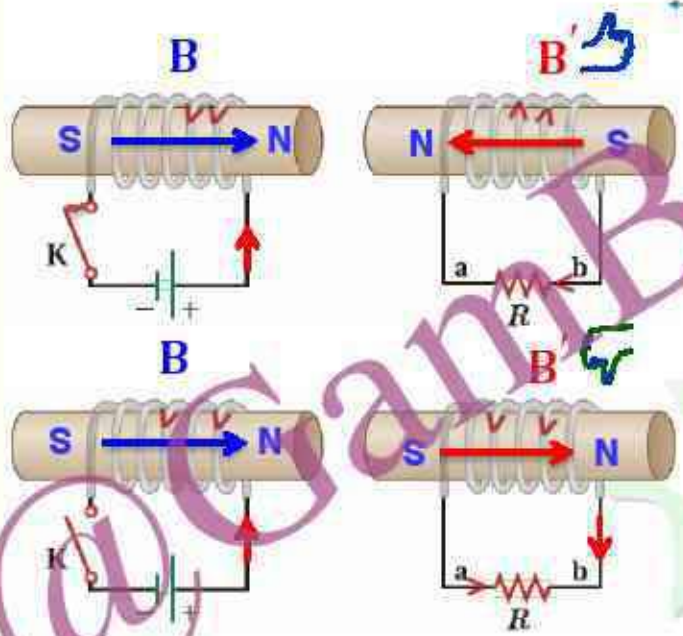


با حرکت میله فلزی به سمت راست میدان عبوری از مساحت قاب افزایش و شار افزایش می یابد طبق قانون لنز برای مخالفت با افزایش شار جریان پاد ساعتگرد در قاب ایجاد می شود.

۱۴- در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت R در هر یک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:
 الف) در لحظه بستن کلید K ، ب) در لحظه باز کردن کلید.



پاسخ:



الف- با بستن کلید شار مغناطیسی افزایش می یابد میدان سیم لوله ها خلاف جهت هم می شود. در نتیجه جریان در مقاومت R از b به a می باشد

ب- با باز کردن کلید شار مغناطیسی کاهش می یابد میدان سیم لوله ها هم جهت هم می شود. در نتیجه جریان در مقاومت R از a به b می باشد

۱۵- حلقه رسانای مربعی شکل، به طول ضلع 10 cm وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازه 20 mT و سپس از آن خارج می شود. الف) در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟ مقدار شار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

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

پاسخ:



$$a = 10^{-1} \text{ m} \Rightarrow A = a^2 \Rightarrow A = 10^{-2} \text{ m}^2$$

الف) در بیشترین شار مغناطیسی از حلقه می گذرد.

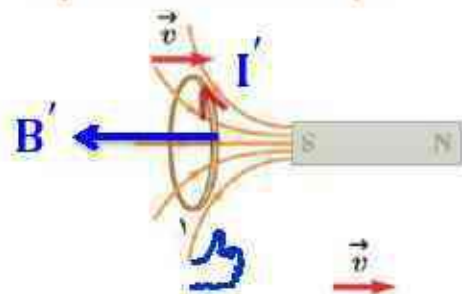
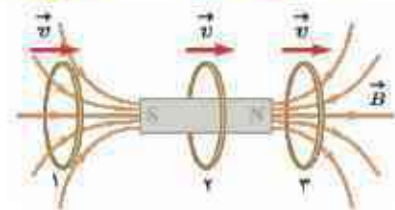
$$B = 20 \text{ mT} \quad \phi = BA \cos \theta \Rightarrow \phi_{\max} = 20 \times 10^{-3} \times 10^{-2} \cos 0^\circ \Rightarrow \phi_{\max} = 2 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

ب) در شکل ۱ و ۳ هنگام ورود و خروج قاب به میدان مغناطیسی شار مغناطیسی تغییر می کند. طبق قاعده دست راست و قانون لنز جهت جریان القایی در شکل ۱ پادساعتگرد و در شکل ۳ ساعتگرد است.



$\theta = 0^\circ$
 $\Delta\phi = ?$

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



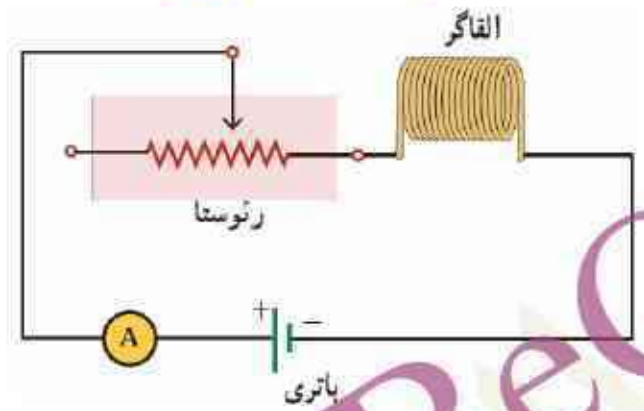
پاسخ:

حالت ۱- بانزدیک شدن حلقه به آهن ربا شار مغناطیسی افزایش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان آهن ربا است بنابراین این جریان مطابق شکل است .

حالت ۲- تغییرات شار مغناطیسی در این حالت نداریم، بنابراین جریان هم در حلقه القاء نمی شود.

حالت ۳- با دور شدن حلقه از آهن ربا شار مغناطیسی کاهش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت میدان آهن ربا است بنابراین این مطابق شکل است

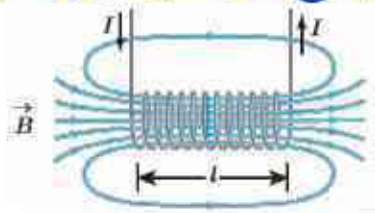
۱۷- شکل زیر مدار را نشان می دهد؛ شامل یک القاگر (سیملوله) باتری، رئوستا و آمپرسنج که به طور متوالی به یکدیگر بسته شده اند. اگر بخواهیم بدون تغییر ولتاژ باتری، انرژی ذخیره شده در القاگر را زیاد کنیم چه راهی پیشنهاد می کنید؟



پاسخ:

انرژی ذخیره شده در القاگر از رابطه $U = \frac{1}{2} LI^2$ به دست می آید. با کاهش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار و در نتیجه القاگر افزایش می یابد. در این صورت انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود. با قراردادن یک هسته فرومغناطیسی نرم درون القاگر (سیملوله)، ضریب خودالقایی آن افزایش می یابد و در نتیجه انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.

۱۸- مساحت هر حلقه و طول سیملوله شکل زیر به ترتیب 20 cm^2 و 80 cm است. اگر این سیملوله از ۱۰۰۰ حلقه نزدیک به هم تشکیل شده باشد، الف) ضریب خودالقایی آن را پیدا کنید. ب) چه جریانی از سیملوله بگذرد تا در



میدان مغناطیسی آن 4 Wb انرژی ذخیره شود؟ پاسخ:

- $A = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
- $l = 80 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $N = 1000$
- $K = 1$
- $L = ?$
- $U = 4 \text{ J}$
- $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$

$$L = \frac{AK\mu_0 N^2}{l}$$

$$L = \frac{20 \times 10^{-4} \times 1 \times 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times (1000)^2}{80 \times 10^{-2}}$$

$$L = 3.14 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$U_L = \frac{1}{2} LI^2 \rightarrow I^2 = \frac{2U_L}{L}$$

$$I^2 = \frac{2 \times 4}{3.14 \times 10^{-3}} \approx 255 \rightarrow I \approx 16 \text{ A}$$

۱۹- جریان متناوبی که بیشینه آن 2 A و دوره آن 0.02 s است، از یک رسانای $5\ \Omega$ می گذرد. الف) اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟ ب) در لحظه $t = \frac{1}{400}\text{ s}$ جریان چقدر است؟

پاسخ:

- $I_{\max} = 2\text{ A}$
- $T = 0.02\text{ s}$
- $R = 5\ \Omega$
- $t = ?$
- $\varepsilon = ?$
- $t = \frac{1}{400}\text{ s}$
- $I = ?$

$I = I_m \sin \omega t \rightarrow I = 2 \sin \frac{2\pi}{T} t \rightarrow I = 2 \sin 100\pi t$

الف)

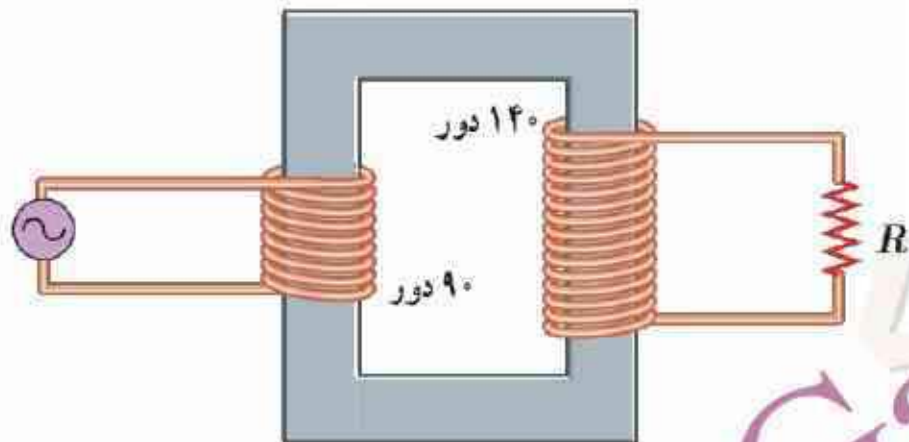
$I = 2 \sin 100\pi t$
 $2 = 2 \sin 100\pi t \rightarrow \sin \frac{\pi}{2} = \sin 100\pi t \rightarrow t = \frac{1}{200}\text{ s}$

$I = 2\text{ A}$
 $\varepsilon = RI \rightarrow \varepsilon = 10 \sin 100\pi t$
 $\varepsilon = 10 \sin \frac{100\pi}{200} \rightarrow \varepsilon = 10\text{ V}$

ب)

$I = 2 \sin 100\pi t$
 $I = 2 \sin \frac{100\pi}{400} \rightarrow I = 2 \sin \frac{\pi}{4} = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}\text{ A}$

۲۰- در مبدل آرمانی شکل زیر، اگر بیشینه ولتاژ دوسر مقاومت R برابر ۷ V باشد، بیشینه ولتاژ مولد چقدر است؟



$$V_2 = 7\text{ V}$$

$$N_2 = 140$$

$$N_1 = 90$$

$$V_1 = ?$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{7}{V_1} = \frac{140}{90}$$

$$V_1 = 4.5\text{ V}$$

پاسخ:

ایران توشه

- دانلود نمونه سوالات امتحانی
- دانلود گام به گام
- دانلود آزمون گاج و قلم چی و سنجش
- دانلود فیلم و مقاله انگلیزی
- کنکور و مشاوره

 IranTooshe.ir

 [@irantooshe](https://t.me/irantooshe)

 [IranTooshe](https://www.instagram.com/IranTooshe)

