

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و فازان



۱- بار الکتریکی  
بار الکتریکی از مهم‌ترین ویژگی‌های ماده است. همان‌طور که ماده‌ی بدون جرم بی‌معنی است، ماده‌ی بدون بار هم بی‌معنی است.

ممکن است این سؤال پیش آید که مواد خنثی چه موادی هستند؟ پاسخ این است که اتم‌های مواد از سه نوع ذره‌ی بنیادی به نام‌های الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده‌اند و الکترون‌ها منفی، پروتون‌ها مثبت و نوترون‌ها خنثی می‌باشند. امروزه اثبات شده است که نوترون‌ها نیز از ذرات مثبت و منفی تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین ویژگی بارهای الکتریکی رانش بارهای همنام و رباش بارهای غیر هم نام است.

۲- پایستگی بار الکتریکی  
برای باردار کردن یک جسم باید به آن الکترون بدھیم یا از آن الکترون بگیریم. پس برای باردار شدن یک جسم باید جسم دومی هم باردار شود، البته با بار مخالف. طبق این قانون بار الکتریکی نه از بین می‌رود نه به وجود می‌آید، بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

۳- بار الکتریکی در اجسام باردار  
همه‌ی اجسام دارای بار الکتریکی هستند. این بارها به صورت منفی (در الکترون‌ها) و به صورت مثبت (در پروتون‌ها) قرار دارد. نکته‌ی مهم این است که در اکثر اجسام مقدار بارهای منفی و مثبت (تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها) برابر است و این رو خنثی (بدون بار) به نظر می‌رسند.  
جسم باردار جسمی است که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌هایش برابر نباشد. اگر تعداد الکترون‌ها بیشتر باشد جسم دارای بار منفی و اگر تعداد پروتون‌ها بیشتر باشد جسم دارای بار مثبت است.  
در گذشته تصور بر این بود که بارهای مثبت (پروتون‌ها) جایه‌جا می‌شوند ولی امروزه اثبات شده است که انتقال بار فقط از طریق الکترون انجام می‌پذیرد.

بار الکترون فوق العاده ناچیز و برابر  $C = 10^{-19}$  می‌باشد. علامت کولن یکای بار الکتریکی است. اگر  $n$  تعداد الکترون یا پروتون اضافی باشد، مقدار بار جسم ( $q$ ) بر حسب کولن از رابطه زیر به دست می‌آید:  

$$q = ne$$

$n$  حتماً عددی صحیح است. برای الکترون‌های اضافی می‌توان  $n$  را منفی و برای پروتون‌های اضافی مثبت در نظر گرفت.

۴- کوانتمی بودن بار  
همان‌طور که گفته شد بار الکتریکی از زیاد شدن یا کم شدن الکترون‌های ماده به وجود می‌آید. از ظاهر سخن چنین برمی‌آید که جسم نمی‌تواند به عنوان مثال  $1/5$  الکترون از دست بدهد یا بگیرد. برای همین بود که در رابطه‌ی  $q = ne$  گفته شد که  $n$  باید عددی صحیح باشد. به عبارت دیگر بار الکتریکی جسم باید مضرب صحیحی از بار الکترون باشد. یعنی به عنوان مثال  $C = 10^{-19} \times 1/6$  و  $C = 10^{-19} \times 3/2$  می‌تواند باشد و مقادیر میانی این ارقام را نمی‌تواند پذیرد. یعنی بار هیچ ماده‌ای مثلاً  $10^{-19} \times 2$  کولن نخواهد شد.

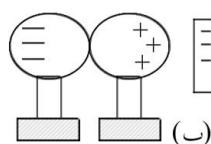
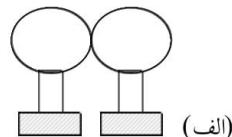
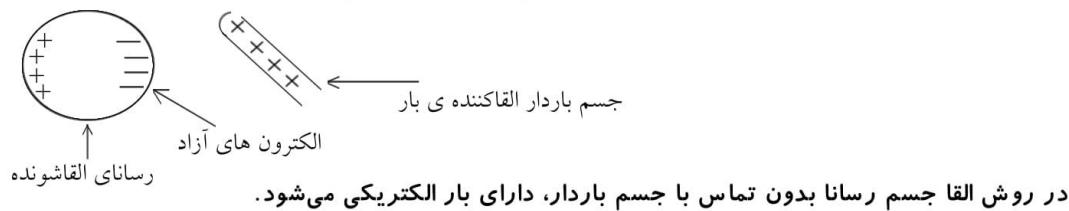
## مبحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و فازان

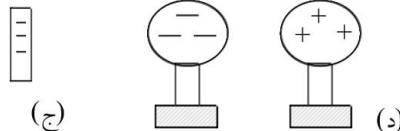
۵- جسم رسانا و نارسانا  
 الکترون‌ها در اتم توسط هسته جذب می‌شوند. مقدار این جاذبه در اتم‌های مختلف یکسان نیست. در بعضی مواد این جاذبه بسیار زیاد است و در نتیجه الکترون‌ها در مدار خود ثابت هستند و از آن دور نمی‌شوند. در این اجسام هر نقطه از جسم باردار شود بار در همان جا می‌ماند. به این اجسام **narسانا** می‌گویند.  
 در گروه مقابله اجسامی هستند که الکترون‌های آن‌ها به راحتی در ماده جابه‌جا می‌شود و از مدار یک هسته به مدار هسته‌ی بعدی می‌روند. به این الکترون‌ها **آزاد گفته** می‌شود. الکترون‌های آزاد سبب می‌شوند بار الکتریکی بتواند در جسم شارش پیدا کند. به اجسامی که دارای الکtron آزاد هستند و الکتریسیته از آن‌ها شارش می‌یابد **رسانا** می‌گویند.  
 اجسام رسانا را به علت شارش بار نمی‌توان به روش مالش باردار نمود.

۶- القای بار الکتریکی  
 بارهای هم نام هم دیگر را دفع می‌کنند و بارهای نامنام جاذبه دارند. اگر جسم بارداری را به یک رسانا نزدیک کنیم (مثل دارای بار مثبت) الکترون‌های آزاد رسانا توسط جسم باردار جذب می‌شود و به یک سو کشیده می‌شود. بدین ترتیب یک رسانا دارای بار مثبت و سر دیگر دارای بار منفی می‌شود.  
 در این فرآیند رسانا یا نارسانا بودن القا کننده بار مهم نیست، ولی جسم القا شونده باید رسانا باشد.



۷- باردار کردن دو کره با بار مخالف به روش القا

- ۱ - دو کره‌ی رسانا را به هم می‌چسبانیم.
- ۲ - جسم باردار را به یکی از کره‌ها نزدیک می‌کنیم.
- ۳ - دو کره را از هم جدا می‌کنیم.
- ۴ - جسم باردار را از کره دور می‌کنیم.



## مبحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و فازن**

۸- آذرخش یا تخلیه‌ی الکتریکی  
ابرها در اثر مالش با هوا دارای بار الکتریکی می‌شوند. در اکثر موارد سطح زیرین ابر بار منفی دارد. زمانی که دو سمت ابر با بارهای ناهمان به هم نزدیک می‌شوند تخلیه‌ی الکتریکی انجام می‌شود که حاصل آن نور و صدای شدید (رعد و برق) یا همان آذرخش است.

گاهی تخلیه‌ی الکتریکی بین ابر و زمین انجام می‌شود. برای جلوگیری از آثار مخرب آذرخش یک میله‌ی بلند را روی ساختمان‌های مرتفع نصب می‌کنند و با کابل مسی ضخیم آن را به عمق زمین می‌کشند. بدین ترتیب بار تخلیه شده به زمین منتقل شده و به ساختمان و ساکنین آن صدمه نمی‌زند.

۹- تمرکز بار در رسانا  
بار در نقاط نوک تیز بهتر جمع می‌شود، در نتیجه تخلیه از طریق این نقاط بهتر انجام می‌گیرد. از این خاصیت در رسانای آذرخش، چرخ الکتریکی، آونگ الکتریکی، تخلیه‌ی بار جمع شده در بدنه‌ی هواپیما و ... استفاده می‌شود.

۱۰- اختلاف پتانسیل الکتریکی  
دو مخزن آب را که در ارتفاع‌های غیر مساوی قرار دارند با هم ارتباط می‌دهیم. آب از مخزن بالاتر به مخزن پایین منتقل می‌شود. در این مساله جرم آب مخزن‌ها اهمیت ندارد.  
دو کره‌ی هم اندازه و دارای بار نامساوی را به هم اتصال می‌دهیم. بار از کره‌ی دارای بار بیشتر به کره‌ی دارای بار کمتر می‌رود. چرا که پتانسیل کره‌ی پربارتر بیشتر از دیگری است.  
دو کره‌ی نامساوی و هم‌بار را با هم اتصال می‌دهیم. بار از کره‌ی کوچکتر به کره‌ی بزرگ‌تر منتقل می‌شود. چرا که پتانسیل کره‌ی کوچک‌تر بیشتر از دیگری است.  
پتانسیل الکتریکی در اصل انرژی هر ذره‌ی باردار در جسم می‌باشد. در انتقال بار از یک رسانا به رسانای دیگر مقدار بار هیچ اهمیتی ندارد، بلکه انرژی الکتریکی هر ذره است که دارای اهمیت است.  
به اختلاف انرژی الکتریکی هر ذره‌ی باردار در دو وضعیت مختلف، اختلاف پتانسیل الکتریکی گفته می‌شود.  
اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو جسم، عامل شارش بار الکتریکی از یک جسم به جسم دیگر است.  
یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی ولت (V) است. پتانسیل الکتریکی جسم به نوع و اندازه‌ی بار و شکل هندسی جسم بستگی دارد.

۱۱- ولتاژ اسمی دستگاه  
برای کار هر وسیله‌ی الکتریکی باید بین دو سر آن اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شود. روی هر وسیله‌ی الکتریکی دو عدد، مثلاً  $V = 220$  و  $W = 60$  نوشته شده است. عبارت  $V$  به این معنا است که مناسب‌ترین اختلاف پتانسیل برای کار این وسیله  $220$  ولت می‌باشد. اختلاف پتانسیل مناسب هر دستگاه به ساختمان درونی دستگاه بستگی دارد و به آن ولتاژ اسمی دستگاه می‌گویند.

۱۲- بار الکتریکی  
واحد بار الکتریکی «کولن» نام دارد که با نماد  $C$  نشان داده می‌شود. اندازه‌ی بار الکترون یا پروتون که با نماد  $e$  نشان داده می‌دهیم برابر است با:

$$e = 1/16 \times 10^{-19} C$$

۱۳- اتم خنثی  
در حالت عادی تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی هر اتم با تعداد الکترون‌های آن اتم برابر است، لذا در حالت عادی اتم از نظر الکتریکی خنثی است.

**بحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی****جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و فازن****-۱۴ از دست دادن الکترون**

جسمی که  $n$  الکtron از دست می‌دهد، تعداد الکترون‌هایش کمتر از تعداد پروتون‌هایش می‌شود و جسم به اندازه  $ne$  بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند.  
 $q = + ne$  : بار الکتریکی جسمی که  $n$  الکtron از دست داده است.

**-۱۵ گرفتن الکtron**

جسمی که  $n$  الکtron گرفته است، تعداد الکترون‌هایش بیشتر از تعداد پروتون‌هایش می‌شود و جسم به اندازه  $ne$  بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند.  
 $q = - ne$  : بار الکتریکی جسمی که  $n$  الکtron گرفته است.

**-۱۶ باردار شدن اجسام بر اثر مالش**

در اثر مالش دو جسم خشی به یکدیگر، اجسام دارای بار الکتریکی هماندازه با علامت مخالف می‌شوند.

**-۱۷ جسم رسانا**

در موادی که تعداد الکترون‌های آزاد آن بسیار زیاد است بار الکتریکی به آسانی شارش پیدا می‌کند، که آن‌ها را **رسانای الکتریکی** می‌نامند.  
 در کلیه‌ی فلزها، کربن، بدن انسان، سطح زمین و ... بار الکتریکی شارش پیدا می‌کند (جریان می‌باید) و آن‌ها رسانای الکتریکی هستند.

**-۱۸ نارسانا**

در اجسامی که الکترون‌ها به سختی به هسته‌ی اتم وابسته‌اند، تعداد الکترون‌های آزاد بسیار ناچیز است و در این اجسام الکترون‌ها نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند. این اجسام، که بار الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهند، **narسانای الکتریکی یا عایق نامیده** می‌شوند.  
 در جسم‌هایی مانند شیشه، پلاستیک، چینی، ابریشم، چوب، همه‌ی گازها از جمله هوا خشک و ... بار الکتریکی شارش پیدا نمی‌کند (جریان نمی‌باید) و این مواد نارسانا هستند.

**-۱۹ پایستگی بار الکتریکی**

بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود و فقط از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود، این بیان را پایستگی بار الکتریکی می‌نامیم.

**-۲۰ باردار کردن الکتروسکوپ**

اگر جسم بارداری را به یک الکتروسکوپ تماس دهیم، الکتروسکوپ دارای باری با همان علامت می‌شود.

**-۲۱ نزدیک کردن جسم باردار با بار همنام به الکتروسکوپ باردار**

در این حالت وقتی جسم به الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌شود، مشاهده می‌کنیم که انحراف ورقه بیشتر می‌گردد.

**-۲۲ نزدیک کردن جسم باردار با بار ناهمنام به الکتروسکوپ باردار**

در این حالت وقتی جسم به الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌شود، مشاهده می‌کنیم که انحراف ورقه ابتدا کاهش یافته به تیغه می‌چسبد و سپس دوباره انحراف افزایش می‌باید.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و فازن

## قانون کولن

-۲۳

اگر دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  به فاصله‌ی  $r$  از یکدیگر قرار گیرند نیرویی مثل  $F$  به هم وارد می‌کنند که:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} F \propto |q_1 q_2| \\ F \propto \frac{1}{r^2} \end{cases} \xrightarrow{\text{مقایسه نیروی دو بار}} \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{\text{معین در فاصله‌های مختلف}}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \quad (\text{ثابت کولن})$$

$$\epsilon = 8/85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 \quad (\text{ضریب گذردهی الکتریکی خلا})$$

## اتصال دو کره‌ی رسانای مشابه به یکدیگر

-۲۴

اگر دو کره‌ی رسانا و مشابه باردار که بار الکتریکی هر یک برابر  $q_1$  و  $q_2$  است به یکدیگر متصل شوند، بار الکتریکی به طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود و در نتیجه بار الکتریکی هر کره پس از تماس از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$q' = \frac{q_1 + q_2}{2} \rightarrow q_1 \text{ و } q_2 \text{ بار الکتریکی هر کره قبل از تماس که علامت آن‌ها باید رعایت شود.}$$

## نیروی وارد بر بار الکتریکی از طرف میدان الکتریکی

-۲۵

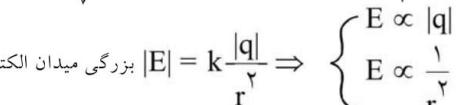
اگر یک بار الکتریکی نقطه‌ای که اندازه‌ی آن برابر  $q$  است در یک میدان الکتریکی قرار گیرد، از طرف میدان نیرویی به آن وارد می‌شود که برای بار مثبت در جهت میدان و برای بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است.

$$F = Eq$$

## میدان الکتریکی اطراف بار نقطه‌ای

-۲۶

میدان الکتریکی در فضای اطراف یک بار را می‌توان با خط‌هایی جهت‌دار نشان داد که در اطراف بار مثبت این خط‌ها از بار دور می‌شوند و در اطراف بار منفی به بار نزدیک می‌گردند و بزرگی این میدان در فاصله‌ی  $r$  از بار نقطه‌ای  $q$  از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد:



$$|E| = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E \propto |q| \\ E \propto \frac{1}{r^2} \end{cases}$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و خازن

میدان الکتریکی صفر روی خط واصل دو بار نقطه‌ای

-۲۷

فرض کنید دو بار الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  به فاصله‌ی  $d$  واقع‌اند، اگر هم‌نام باشند، میدان الکتریکی برآیند روی خط واصل بارها در فاصله‌ی بین آنها و اگر ناهم‌نام باشند، میدان خارج فاصله‌ی آنها و در امتداد خط واصل بارها صفر خواهد شد. این نقطه همیشه در نزدیکی باری است که قدر مطلق آن کوچک‌تر است.

$$(بین دو بار هم نام و نزدیک به بار کوچک  $|q_1| < q_2$ )$$

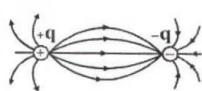
$$(خارج از فاصله‌ی دو بار ناهم‌نام و در سمت بار کوچک‌تر) \ |q_1| < |q_2|$$

## تجسم میدان الکتریکی اطراف بارها

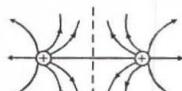
-۲۸

میدان الکتریکی اطراف جسم باردار را با خطوط میدان نشان می‌دهیم. این خطوط دارای ویژگی‌های زیر هستند:

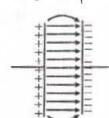
- ۱- جهت خطوط هم‌جهت با نیروی وارد بار مثبت است.
- ۲- جهت میدان خطی مماس بر خط میدان و هم‌جهت با خط میدان است.
- ۳- در هر ناحیه که میدان قوی‌تر است، خطوط میدان به هم نزدیک‌ترند.
- ۴- خطوط میدان هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند. از هر نقطه از فضا یک خط میدان می‌گذرد.



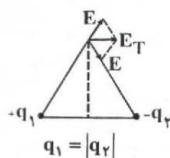
میدان الکتریکی اطراف دو بار ناهم‌نام با  
بزرگی بیکسان



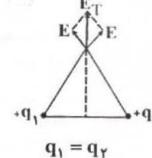
میدان الکتریکی اطراف دو بار ناهم‌نام با  
بزرگی بیکسان



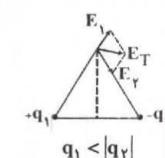
میدان الکتریکی بین دو  
صفحه‌ی خازن



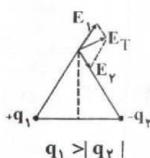
$q_1 = |q_2|$



$q_1 = q_2$



$q_1 < |q_2|$



$q_1 > |q_2|$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و فازان**

-۲۹- بار الکتریکی فقط روی سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود، به طوری که تراکم آن در نقاط تیز جسم رسانا بیشتر می‌باشد.

-۳۰- روی سطح یک کره رسانا، بار الکتریکی به‌طور یکنواخت توزیع می‌شود.

-۳۱- بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رسانا را **چگالی سطحی** بار می‌نامیم و طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

$$\text{بار توزیع شده روی سطح رسانا (کولن)} \rightarrow \sigma = \frac{q}{A} \leftarrow \text{چگالی سطحی بار (کولن بر مترمربع)} \\ \text{مساحت سطح رسانا (مترمربع)} \rightarrow$$

-۳۲- **چگالی سطحی بار الکتریکی در کره‌ی رسانا**

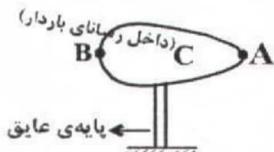
اگر بار الکتریکی روی سطح یک کره‌ی رسانا به شعاع  $R$  توزیع شده باشد، با توجه به رابطه‌ی  $A = 4\pi R^2$  برای

$$\sigma = \frac{q}{4\pi R^2} \Rightarrow \sigma \propto \frac{q}{R^2}$$

مساحت کره می‌توان نوشت:

**پتانسیل الکتریکی جسم رسانای باردار**

کلیه‌ی نقاط یک جسم رسانای باردار (چه روی سطح رسانا و چه داخل رسانا) پتانسیل الکتریکی یکسانی دارند.



$$V_A = V_B = V_C \quad (\text{پتانسیل الکتریکی})$$

**تعریف پتانسیل الکتریکی**

برای هر نقطه از یک میدان الکتریکی می‌توان کمیتی به نام پتانسیل الکتریکی تعریف نمود که برابر مقدار انرژی واحد بار الکتریکی در آن نقطه می‌باشد.

$$\text{انرژی پتانسیل الکتریکی (ژول)} \rightarrow U = \frac{q}{V} \leftarrow \text{پتانسیل الکتریکی (ولت)}$$

**تغییر انرژی پتانسیل و کار میدان الکتریکی**

برای آن که یک بار الکتریکی با سرعت ثابت حرکت داده شود باید نیروی هم اندازه‌ی نیروی الکتریکی و در خلاف آن به بار الکتریکی وارد آوریم و با توجه به قانون‌های کار و انرژی، کاری که ما انجام می‌دهیم برابر تغییر انرژی بار الکتریکی است.

$$\text{(کار میدان)} W = Fd \cos \alpha \Rightarrow \Delta U = W \quad \text{یا} \quad \Delta U = -W' \quad \text{کاری که ما انجام می‌دهیم}$$

**تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی**

هر گاه در یک جایه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار آزاد شود، یعنی  $\Delta U < 0$  و هرگاه انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شود، یعنی  $\Delta U > 0$  است.

## بحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و خازن**

-۳۵

**تغییر پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی**

هرگاه جایه‌جایی بار الکتریکی در جهت میدان الکتریکی باشد، پتانسیل الکتریکی کاهش و هرگاه در خلاف جهت میدان الکتریکی باشد، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

-۳۶

**تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی**

هرگاه بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی در جهتی که خودش می‌تواند برود (یعنی در جهت نیروی الکتریکی) جایه‌جا گردد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد (آزاد می‌شود) و اگر ما آن را در خلاف جهتی که خودش می‌خواهد برود (یعنی در خلاف جهت نیروی الکتریکی) جایه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد (ذخیره می‌شود).

-۳۷

**تعريف ظرفیت خازن**

نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو سر خازن (ولتاژ) مقداری ثابت است که به آن ظرفیت خازن می‌گویند و واحد آن در SI برابر کولن بر ولت است که فاراد نامیده می‌شود.

$$C = \frac{q}{V} \quad \begin{matrix} \text{کولن} \\ \text{ولت} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{فاراد} \\ \text{ولت} \end{matrix}$$

-۳۸

**ظرفیت خازن مسطح**

ظرفیت خازن به تغییرات بار الکتریکی اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و ظرفیت خازن مسطح از رابطه‌ی  $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$  به دست می‌آید. A سطح مشترک صفحه‌ها، d فاصله‌ی دو صفحه از یکدیگر و k ضریب دی الکتریک (عایق) بین دو صفحه می‌باشد.

برای مقایسه‌ی ظرفیت الکتریکی دو خازن می‌توان نوشت:

$$C = K\epsilon \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{A'}{A} \times \frac{d}{d'}$$

-۳۹

**قرار دادن صفحه‌ی رسانا بین صفحه‌های خازن**

وقتی بین دو صفحه‌ی خازنی که فاصله آن‌ها برابر d است. یک صفحه‌ی فلزی به ضخامت d' قرار می‌دهیم، در واقع مانند این است که از ضخامت عایق بین دو صفحه کاسته شده است و در نتیجه ظرفیت الکتریکی خازن افزایش می‌یابد:

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = d \\ d_2 = d - d' \end{array} \right. \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d}{d - d'}$$

-۴۰

**خازن متصل به مولد**

وقتی یک خازن به دو سر یک مولد متصل است، اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی خازن همواره برابر اختلاف پتانسیل دو سر مولد می‌باشد و ثابت است و در این حالت با تغییر مشخصات ساختمانی خازن، ولتاژ آن ثابت می‌ماند.

-۴۱

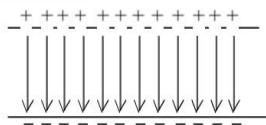
**خازن پرشده‌ی جدا از مولد**

اگر یک خازن پرشده از مولد جدا شود، یا تغییر مشخصات ساختمانی آن بار الکتریکی خازن تغییر نمی‌کند.

## مبحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و خازن



## میدان الکتریکی یکنواخت خازن

-۴۲ هرگاه دو صفحه‌ی مسطح، موازی هم قرار داشته باشند و دو صفحه دارای بارهای هماندازه و ناهمنام باشند، بین دو صفحه میدان الکتریکی یکنواخت بوجود می‌آید که سوی آن از صفحه‌ی مثبت به طرف صفحه‌ی منفی است.

## محاسبه‌ی میدان یکنواخت خازن

-۴۳ برای خازن مسطحی که فاصله‌ی دو صفحه‌ی آن برابر  $d$  و اختلاف پتانسیل دو صفحه برابر  $V$  است، اندازه‌ی میدان الکتریکی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$(ولت) \text{ اختلاف پتانسیل دو صفحه} \rightarrow V = E \leftarrow \text{میدان الکتریکی یکنواخت (ولت بر متر یا نیوتون بر کولن)} \\ (\text{متر}) \text{ فاصله‌ی دو صفحه} \rightarrow d$$

## نیروی وارد بر بار الکتریکی در بین صفحه‌ی خازن

-۴۴ از طرف میدان الکتریکی خازن به بار الکتریکی مثبت نیرویی در جهت میدان (از صفحه دارای بار مثبت به طرف صفحه دارای بار منفی) و به بار منفی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.

$$F = qE \Rightarrow F = q \frac{V}{d}$$

## رابطه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت و اختلاف پتانسیل الکتریکی

-۴۵ در یک میدان الکتریکی یکنواخت، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه با فاصله‌ی آن در امتداد میدان الکتریکی متناسب است.

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow V = Ed$$

$$\left( d_{AB} = \frac{1}{2}d \right) \Rightarrow V_{AB} = Ed_{AB} = E \left( \frac{1}{2}d \right) \Rightarrow V_{AB} = \frac{1}{2}V$$

## انرژی ذخیره شده در خازن

-۴۶ وقتی خازنی را با ولتاژ معین پر می‌کنیم انرژی ذخیره شده در خازن توسط خازن ذخیره می‌شود. انرژی ذخیره شده بین دو صفحه‌ی یک خازن طبق رابطه‌های زیر قبل محاسبه است:

$$U = \frac{1}{2}qV \Rightarrow q = CV \Rightarrow U = \frac{1}{2}CV^2$$

$$U = \frac{1}{2}qV \Rightarrow V = \frac{q}{C} \Rightarrow U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و خازن

## تغییر مشخصات یک خازن پر شده

-۴۷

هر گاه مشخصات ساختمانی یک خازن پر شده را تغییر می‌دهیم، طبق رابطه‌ی  $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$  می‌توان نحوه تغییر ظرفیت الکتریکی آن را معین نمود. اما بررسی تغییرات  $V$ ،  $E$  و  $U$  باید توجه داشته باشید که:

۱- اگر خازن به مولد وصل باشد، همواره  $V$  را ثابت فرض کنید و سپس تغییرات  $q$  و  $E$  و  $U$  را به ترتیب طبق رابطه‌های  $E = \frac{V}{d}$  و  $U = \frac{1}{2}CV^2$  تعیین کنید.

۲- اگر خازن به مولد وصل نباشد، همواره  $q$  را ثابت فرض کنید و سپس تغییرات  $V$  و  $E$  و  $U$  را به ترتیب طبق رابطه‌های  $U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$  و  $E = \frac{V}{d}$  و  $V = \frac{q}{C}$  تعیین کنید.

## به هم بستن خازن‌ها

-۴۸

$$\leftarrow \frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad \begin{cases} C_T < C_1 \\ C_T < C_2 \\ C_T < C_3 \end{cases} \quad \begin{array}{l} (\text{ظرفیت معادل خازن‌های متواالی}) \\ C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \end{array}$$
  

$$\leftarrow C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad \begin{cases} C_T > C_1 \\ C_T > C_2 \\ C_T > C_3 \end{cases} \quad \begin{array}{l} (\text{ظرفیت معادل n خازن مشابه و متواالی}) \\ C_T = C_n \end{array}$$
  

$$\leftarrow C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad \begin{cases} C_T > C_1 \\ C_T > C_2 \\ C_T > C_3 \end{cases} \quad \begin{array}{l} (\text{ظرفیت معادل m خازن مشابه و موازی}) \\ C_T = mC \end{array}$$

## تغییر در ظرفیت معادل مدارهای خازنی

-۴۹

وقتی یک خازن به طور متواالی به مجموعه خازن‌های مدار اضافه شود، ظرفیت خازن معادل مدار کاهش می‌یابد. وقتی یک خازن به طور موازی به مجموعه خازن‌های مدار اضافه شود، ظرفیت خازن معادل افزایش می‌یابد. وقتی بدون تغییر در تعداد خازن‌های مدار، ظرفیت یکی از خازن‌های مدار افزایش یابد، صرفنظر از نوع قرار گرفتن این خازن در مدار، ظرفیت معادل افزایش می‌یابد.

## اثر کلید در مدارهای خازنی (۱)

-۵۰

گاهی بسته شدن یک کلید، خازنی را از مدار خارج می‌کند. در این حالت باید با بسته شدن کلید، دو سر خازن مورد نظر با یک سیم به هم وصل گردد.



## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی الکتریسیته ساکن و خازن

## اثر کلید در مدارهای خازنی (۲)

-۵۱

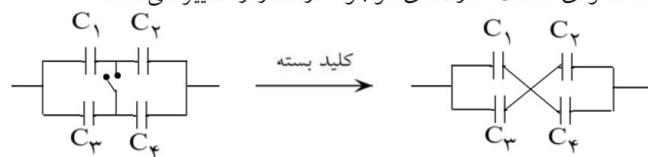
گاهی بسته شدن یک کلید، خازنی را به طور موازی اضافه می‌کند. در این حالت با بسته شدن کلید، دو سر خازن مورد نظر به دو سر خازنی که در مدار است وصل می‌گردد.



## اثر کلید در مدارهای خازنی (۳)

-۵۲

گاهی بسته شدن یک کلید، نحوه اتصال خازن‌های موجود در مدار را تغییر می‌دهد.



## -۵۳- تعریف کمی میدان

نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامیم. مقدار آن طبق رابطه  $\vec{E} = \frac{1}{q} \vec{F}$  روبرو محاسبه می‌شود:

## -۵۴- اختلاف پتانسیل الکتریکی

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه، برابر با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است، وقتی یکای بار از نقطه‌ی اول تا نقطه‌ی دوم جابه‌جا می‌شود.

در این رابطه  $\Delta U$  بر حسب ژول (J)،  $q$  بر حسب کولن (C) و  $\Delta V$  بر حسب ولت (V) است.

## -۵۵- فروشکست

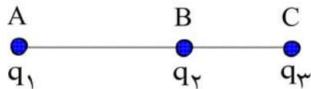
اگر بار الکتریکی خازن از مقدار معینی بیشتر شود، یک میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه ایجاد می‌شود. این میدان الکتریکی باعث می‌شود که دی الکتریک بین دو صفحه به طور موقت رسانا شود. در اثر این پدیده خازن تخلیه می‌شود. این پدیده را فروشکست دی الکتریک می‌نامند. پدیده‌ی فروشکست باعث تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک و سوختن خازن می‌شود.

## بحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۱- سه ذره با بارهای الکتریکی  $q_1 = +2/5\mu C$  ،  $q_2 = -1\mu C$  و  $q_3 = +4\mu C$  در نقطه‌های A و B و C در شکل زیر ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر  $q_1$  را به دست آورید.  $BC = 2\text{ cm}$  و  $AC = 6\text{ cm}$



بار  $q_1$  توسط بار  $q_2$  جذب و توسط بار  $q_3$  دفع می‌شود.

$$F_{21} = K \frac{q_2 q_1}{AB^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 2/5 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} = \frac{225}{16} \text{ N}$$

$$F_{31} = K \frac{q_3 q_1}{AC^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 2/5 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 25 \text{ N}$$

$$F_{31} > F_{21} \Rightarrow F_T = F_{31} - F_{21} = 25 - \frac{225}{16} = \frac{175}{16} \text{ N}$$

جهت برآیند نیروهای وارد بر  $q_1$  هم‌جهت با نیرویی است که  $q_3$  به آن وارد می‌کند و در شکل به سمت چپ است.

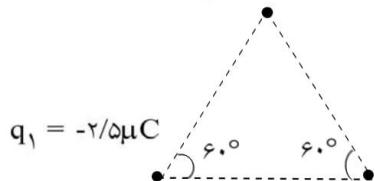
## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۲- سه ذره‌ی باردار، مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع  $6\text{cm}$  ثابت شده‌اند. نیروهای وارد بر بارهای الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  را محاسبه کنید.

$$q_3 = +0.8\mu\text{C}$$



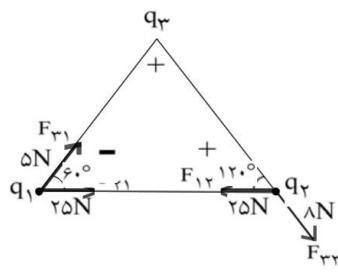
نیروی متقابل هر دو بار را به دست آورید.

$$F_{32} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.8 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 8 \text{ N}$$

$$F_{21} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 2/5 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 25 \text{ N}$$

$$F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{2/5 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 5 \text{ N}$$

به بارهای  $q_1$  و  $q_2$  مطابق شکل نیرو وارد می‌شود و داریم:



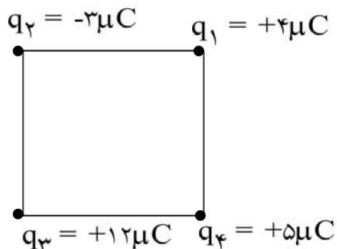
$$\begin{aligned} F_{T1} &= \sqrt{25^2 + 5^2 + 2 \times 25 \times 5 \times \cos 60^\circ} \\ \Rightarrow F_{T1} &= \sqrt{625 + 25 + 125} = \sqrt{25 \times (25 + 1 + 5)} \\ \Rightarrow F_{T1} &= 5\sqrt{31} \text{ N} \\ F_{T2} &= \sqrt{25^2 + 8^2 + 2 \times 25 \times 8 \times \cos 120^\circ} \\ \Rightarrow F_{T2} &= \sqrt{625 + 64 - 200} = \sqrt{489} \text{ N} \end{aligned}$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۳- مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی در رأس‌های مربعی به ضلع ۶ cm قرار دارند. نیروی الکتریکی وارد بر  $q_4$  محاسبه کنید.



$$F_{14} = F_{41} = 5 \cdot N$$

$$F_{24} = k \frac{q_2 q_4}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{36 \times 2 \times 10^{-4}} = 18/75 N$$

$$F_{34} = k \frac{q_3 q_4}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{36 \times 10^{-4}} = 150 N$$

هر یک از نیروها را برابر حساب بردار یکه می‌نویسیم، سپس آنها را به روش بردار یکه با هم جمع می‌کنیم.

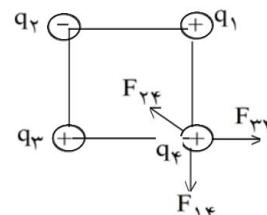
$$\vec{F}_{14} = -50 \vec{j}$$

$$\vec{F}_{24} = (18/75 \cos 45^\circ) (-\vec{i} + \vec{j}) \Rightarrow \vec{F}_{24} \approx 13(-\vec{i} + \vec{j})$$

$$\vec{F}_{34} = 150 \vec{i}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{14} + \vec{F}_{24} + \vec{F}_{34}$$

$$\vec{F}_T = 13\vec{i} - 3\vec{j} \Rightarrow F_T = \sqrt{(13)^2 + (3)^2} = 142 N$$



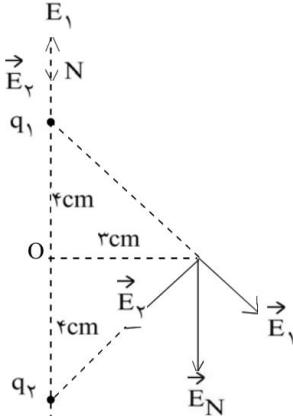
برآیند نیروهای وارد بر بار  $q_4$  برابر ۱۴۲ نیوتون است.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن

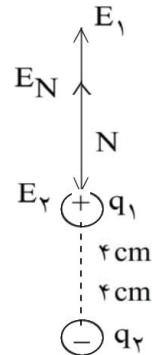


۴- دو بار الکتریکی ذرهای  $q_1 = +5\mu C$  و  $q_2 = -5\mu C$  از یک دیگر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی حاصل از دوقطبی را در نقطه‌ی روی محور دوقطبی و به فاصله‌ی ۵ cm از مرکز دو قطبی (نقطه‌ی N در شکل زیر) به دست آورید.

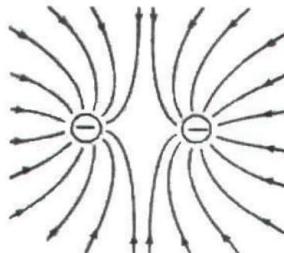


$$r_1 = 1 \text{ cm}, \quad r_2 = 5 + 4 = 9 \text{ cm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{در نقطه N} \\ \left\{ \begin{array}{l} E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{10^{-4}} = 45 \times 10^8 \text{ N/C} \\ E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-4}} = 0.55 \times 10^8 \text{ N/C} \\ \vec{E}_N = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \\ E_N = E_1 - E_2 = 45 \times 10^8 - 0.55 \times 10^8 = 44.45 \times 10^8 \text{ N/C} \end{array} \right. \end{array} \right.$$



۵- میدان الکتریکی را در اطراف دو بار الکتریکی منفی و همان‌ اندازه رسم کنید.



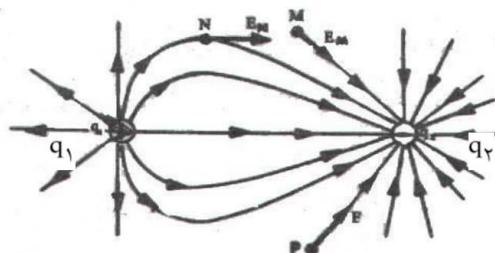
## بحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۶- با توجه به ویژگی‌های خطوط‌ای میدان الکتریکی، خطوط‌ای میدان را در اطراف دو بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت  $q_1$  و منفی  $q_2$  با فرض  $|q_1| > |q_2|$ ، رسم کنید.

خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار  $q_2$  بیشتر است.

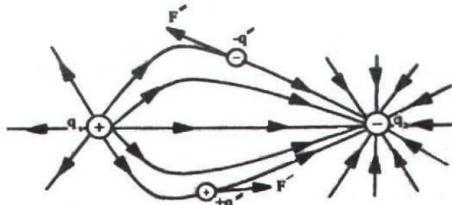


۷- بردار میدان الکتریکی را در چند نقطه روی شکل نشان دهید.

در نقاط  $N$  و  $P$  بردار میدان الکتریکی نشان داده شده است.

۸- نیروی وارد بر بار الکتریکی مثبت  $q'$  و نیز بار منفی  $q''$  را که روی یک خط میدان واقع‌اند روی شکل رسم کنید.

نیروی وارد بر هر یک از بارهای  $q'$  و  $q''$  مماس بر خط میدان الکتریکی در آن نقطه است.



۹- با توجه به تعریف میدان الکتریکی و ویژگی خطوط‌ای میدان، برای میدان الکتریکی یکنواخت، تعریفی را بیان کنید.

میدان الکتریکی یکنواخت میدانی است که در فضای آن خطوط‌ای میدان الکتریکی با هم موازی و هم جهت هستند و بزرگی میدان الکتریکی در هر نقطه مقدار ثابتی است.

۱۰- با توجه به این که در جسم جامد بارهای الکتریکی مثبت جابه‌جا نمی‌شوند، در این‌باره توضیح دهید: وقتی به یک جسم رسانا بار الکتریکی مثبت یا منفی داده می‌شود، این بارهای الکتریکی چگونه در جسم جابه‌جا شده و به سطح خارجی آن می‌روند؟

وقتی جسمی دارای بار الکتریکی منفی می‌شود الکترون‌ها می‌گیرد و وقتی دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود الکترون از دست می‌دهد. در این صورت توزیع بار الکتریکی در یک جسم رسانا بر اساس جابه‌جا شدن بارهای الکتریکی منفی یعنی الکترون‌ها می‌باشد. پس وقتی جسمی رسانا دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود، در سطح خارجی آن تعدادی الکترون کم می‌شود و سطح دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود و هر گاه جسم دارای بار منفی می‌شود الکترون می‌گیرد، الکترون‌ها با جابه‌جا شدن در خارجی ترین سطح رسانا توزیع می‌شوند.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۱۱- اگر پایانه‌ی مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را به زمین وصل کنیم، پتانسیل پایانه‌ی منفی آن چند ولت خواهد شد؟

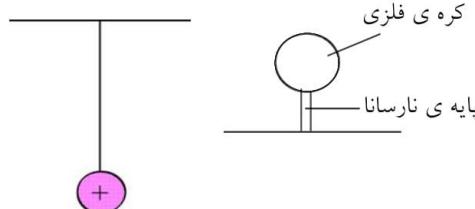
در این صورت پتانسیل پایانه‌ی منفی ۱۲ - ولت می‌گردد، زیرا پتانسیل پایانه‌ی مثبت صفر است.

۱۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری یک خودرو برابر  $12V$  است. اگر بار الکتریکی جابه‌جا شده منفی باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟ ( $q = -1/5C$ )

$$\begin{cases} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ \Delta U = q \cdot \Delta V = q \cdot (V_+ - V_-) \\ \Delta U = (-1/5) \times (+12) = -18J \end{cases}$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی به اندازه  $18J$  کاهش یافته است.

۱۳- یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد.



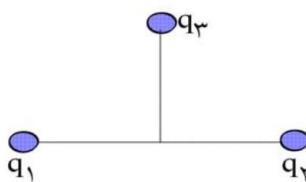
میدان الکتریکی بار مثبت آونگ بر روی کره فلزی اثر گذاشته و آن را القای الکتریکی می‌نماید، به طوری که مطابق شکل بارهای مثبت در دورترین نقطه و بارهای منفی در نزدیک‌ترین نقطه نسبت به گله‌ی آونگ قرار می‌گیرند. در این صورت چون فاصله‌ی بارهای غیر همنام نزدیک‌تر از فاصله‌ی بارهای همنام می‌باشد، بر هم کنش بین بارهای الکتریکی طوری خواهد بود که اثر ریاضی قوی‌تر از اثر رانشی می‌شود و آونگ به طرف کره فلزی کشیده می‌شود و از راستای قائم منحرف می‌گردد.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



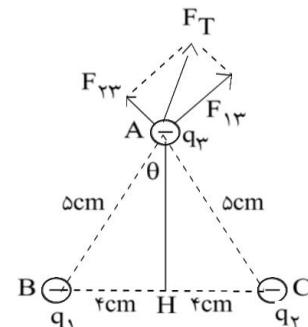
۱۴- بارهای الکتریکی نقطه‌ای  $q_1 = -4\mu C$  و  $q_2 = -3\mu C$  از یکدیگر ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای  $q_3 = -5\mu C$  در نقطه‌ای که فاصله‌ی آن از هریک از دو بار الکتریکی قبلی برابر  $5\text{cm}$  است، قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  را محاسبه کنید.



$$F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-4}} = 72\text{N}$$

$$F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-4}} = 54\text{N}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$



با توجه به شکل بار  $q_3$  بر روی عمود منصف مثلث ABC قرار دارد و برای محاسبه زاویه  $\theta$  چنین عمل می‌کنیم.

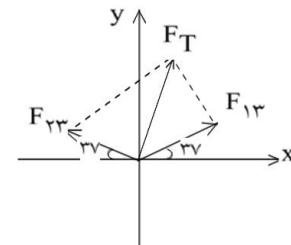
$$\sin \theta = \frac{BH}{AB} = \frac{4}{5} \Rightarrow \theta = 53^\circ$$

با داشتن زاویه  $\theta$  می‌توان دو بردار را در صفحه مختصات نشان داد و آنها را بر حسب بردار یکه نوشت:

$$\begin{cases} \vec{F}_{13} = (72 \cos 37^\circ) \hat{i} + (72 \sin 37^\circ) \hat{j} \\ \vec{F}_{23} = -(54 \cos 37^\circ) \hat{i} + (54 \sin 37^\circ) \hat{j} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{F}_{13} = 57.6 \hat{i} + 43.2 \hat{j} \\ \vec{F}_{23} = -43.2 \hat{i} + 32.4 \hat{j} \end{cases}$$

$$F_T = \sqrt{(14/4)^2 + (75/6)^2} \approx 77\text{N}$$



۱۵- توضیح دهید که چرا خطهای میدان الکتریکی یکنواخت، به صورت خطهای راست و موازی با فاصله‌های مساوی با یکدیگرند.

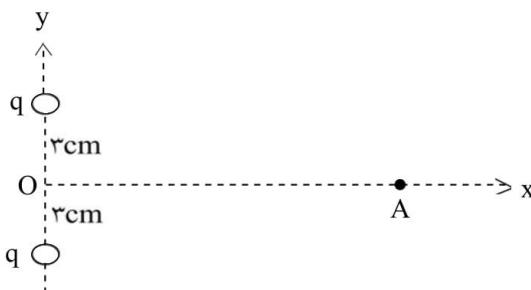
در میدان الکتریکی یکنواخت در تمام فضا جهت و شدت میدان الکتریکی ثابت است و هرگاه بار آزمون مثبت را در هر نقطه از فضای میدان قرار دهیم، بزرگی نیروی وارد برآن مقداری ثابت و جهت نیروی وارد برآن یکسان خواهد بود. به همین دلیل خطهای میدان الکتریکی با یکدیگر موازی و به صورت خط راست هستند.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۱۶- دو بار الکتریکی نقطه‌ای همنام  $q = +5\mu C$  مطابق شکل زیر به فاصله‌ی  $6\text{ cm}$  از یکدیگر قرار دارند. جهت و اندازه‌ی میدان الکتریکی را در نقطه‌ی  $A$  واقع بر عمودمنصف خط واصل دوبار، در فاصله‌ی  $4\text{ cm}$  از نقطه‌ی  $O$  (وسط خط واصل دو بار) مشخص کنید.

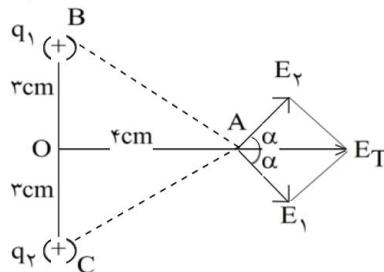


$$AB^2 = OB^2 + AO^2 = 9 + 16 = 25 \\ \Rightarrow AB = 5\text{ cm}$$

$$E_1 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-4}} = 1/8 \times 10^7 (\text{N/C})$$

$$E_1 = E_2 = 1/8 \times 10^7 (\text{N/C})$$

ابتدا فاصله هر بار را تا نقطه  $A$  محاسبه می‌کنیم:



با به دست آوردن زاویه  $\alpha$  می‌توان هر بردار را بر حسب بردار یکه نوشت:

$$\sin \alpha = \frac{OB}{AB} = \frac{3}{5} = .6 \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{AO}{AB} = \frac{4}{5} = .8$$

$$\vec{E}_1 = 1/8 \times 10^7 (.8\hat{i} - .6\hat{j})$$

$$\vec{E}_2 = 1/8 \times 10^7 (.8\hat{i} - .6\hat{j})$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow E_T = 2/88 \times 10^7 \hat{i} \Rightarrow E = 2/88 \times 10^7 \text{ N/C}$$

بزرگی میدان الکتریکی در نقطه  $A$  برابر  $2/88 \times 10^7 (\text{N/C})$  می‌باشد.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۱۷- سه ذره‌ی باردار  $q_1$ ،  $q_2$  و  $q_3$  مطابق شکل زیر در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر  $q_1 = q_3 = -5\mu C$  باشد، نوع و اندازه‌ی بار  $q_2$  را طوری تعیین کنید که بار  $q_4$  در حال تعادل باشد.

شرط این که بار الکتریکی  $q_4$  در تعادل قرار گیرد این است که برآیند میدان الکتریکی بارهای دیگر در محل بار  $q_4$  صفر باشد، در این صورت با توجه به اطلاعات مسئله و شکل زیر می‌توان نوشت:

$$q_1 = q_3 = -5\mu C$$

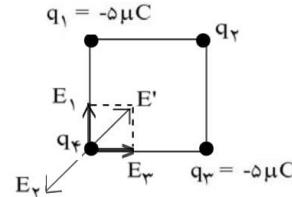
$$E_1 = E_3 = \frac{kq}{r^2}$$

$$E' = \sqrt{E_1^2 + E_3^2} = \sqrt{2}E_1 = \frac{\sqrt{2} \times k \times q_1}{r^2}$$

( $E_2 = E'$ ) برای این که میدان الکتریکی در محل بار الکتریکی  $q_4$  صفر گردد لازم است:

$$E_2 = E'$$

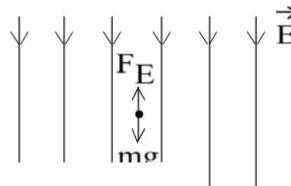
$$\frac{kq_2}{2r^2} = \frac{\sqrt{2}kq_1}{r^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = 2\sqrt{2} \Rightarrow q_2 = 2\sqrt{2}(5) = 10\sqrt{2}\mu C$$



۱۸- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی  $10^4 \frac{N}{C}$  که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی بارداری به جرم  $2g$  معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر  $g = 10 \frac{N}{kg}$  باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

شرط تعادل ذره در میدان الکتریکی این است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، در این صورت نیروی الکتریکی وارد بر ذره رو به بالا است و وزن ذره را خنثی می‌کند. میدان الکتریکی رو به پایین و نیروی الکتریکی رو به بالا است، پس به ذره در خلاف جهت میدان نیرو وارد شده است و می‌توان نتیجه گرفت ذره دارای بار الکتریکی منفی است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_y = 0 \\ F_E - mg = 0 \\ F_E = Eq \Rightarrow Eq - mg = 0 \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \\ q = \frac{mg}{E} \\ E = 10^4 N/C \Rightarrow q = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10}{10^4} \Rightarrow q = 0.4 \times 10^{-6} C = -0.4 \mu C \end{array} \right.$$

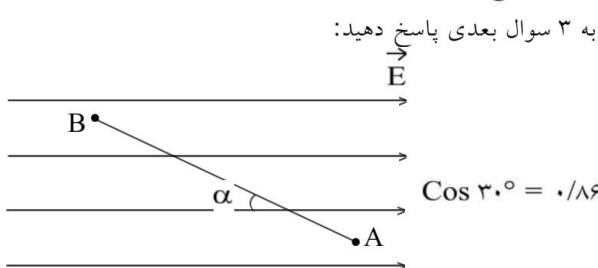


## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



بار  $q = +5\mu C$  را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت  $E = 8 \times 10^5 N/C$  مطابق شکل زیر از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر  $AB = 2m$  و  $\alpha = 30^\circ$  درجه باشد، به ۳ سوال بعدی پاسخ دهید:



۱۹- نیروی الکتریکی وارد بر بار  $q$  را محاسبه کنید.

$$\begin{cases} F = Eq \\ E = 8 \times 10^5 N/C \quad \text{و} \quad q = 5 \times 10^{-6} C \Rightarrow F = 8 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 5 = 4N \end{cases}$$

۲۰- کاری که برای این جابه‌جایی باید انجام دهیم، چه قدر است؟

$$\begin{cases} W = Fd \cos \theta \\ \cos \theta = -\cos \alpha \Rightarrow W = -Fd \cos \alpha \\ d = AB = 2m \Rightarrow W = -4 \times 2 \times 0.86 = -6.88J \end{cases}$$



۲۱- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $q$  را حساب کنید.

$$\begin{cases} \Delta U = +W \\ W = -6.88J \Rightarrow \Delta U = (-6.88) = -6.88J \end{cases}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $q$  به اندازه‌ی  $6/88$  ژول کاهش می‌باید.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن

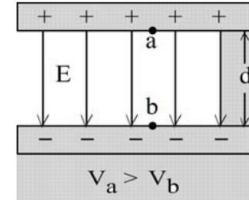


۲۲- دو صفحه‌ی رسانا با فاصله‌ی  $2\text{cm}$  را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آن‌ها را به اختلاف پتانسیل  $100\text{V}$  وصل می‌کنیم. درنتیجه، یکی از صفحه‌ها به طور منفی و دیگری به طور مثبت باردار می‌شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی بوجود می‌آید. اندازه‌ی این میدان الکتریکی را حساب کنید و توضیح دهید که کدام‌یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

پتانسیل الکتریکی صفحه مثبت بیشتر از صفحه منفی است، زیرا جهت میدان الکتریکی از صفحه مثبت به صفحه منفی است.

$$\left\{ \begin{array}{l} V = \frac{\Delta U}{q} \\ \Delta U = F \cdot d \Rightarrow V = \frac{F \cdot d}{q} \\ F = Eq \Rightarrow V = \frac{Eq \cdot d}{q} \Rightarrow E = \frac{V}{d} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E = \frac{V}{d} \\ d = 2 \times 10^{-2} \text{ m} \\ V = 100\text{V} \Rightarrow E = \frac{100}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^3 \text{ N/C} \end{array} \right.$$



۲۳- در یک میدان الکتریکی، بار  $+2\mu\text{C}$  از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل آن در نقطه‌های A و B به ترتیب  $J = 10^{-5}\text{ J}$  و  $J = 4 \times 10^{-5}\text{ J}$  باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه  $(V_B - V_A)$  را محاسبه کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U = U_2 - U_1 \\ \Delta U = 5 \times 10^{-5} - (-4 \times 10^{-5}) = 9 \times 10^{-5} \text{ J} \\ \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ q = 2 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow \Delta V = \frac{9 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-6}} = 45 \text{ Volt} \end{array} \right.$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



بار الکتریکی  $C = -4\mu C$  از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی  $V_1 = -40V$  تا نقطه‌ای با پتانسیل  $V_2 = -10V$  آزاده شود.

جایه‌جا می‌شود. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۲۴- انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $q$  چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$\Delta V = -10 - (-40) = 30 \text{ ولت}$$

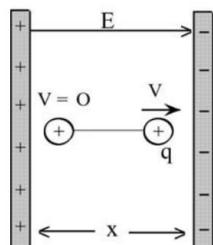
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

$$q = -4 \times 10^{-6} C \Rightarrow \Delta U = (-4 \times 10^{-6}) \times (30) = -1/2 \times 10^{-4} J$$

انرژی پتانسیل بار  $q$  به اندازه  $-1/2 \times 10^{-4} \text{ جول کاهش می‌یابد.}$

۲۵- توضیح دهید که تغییر انرژی پتانسیل بار  $q$  (باتوجه به قانون پایستگی انرژی) به چه انرژی‌ای تبدیل می‌شود؟ با توجه به این که بار  $q$  آزادانه در میدان الکتریکی حرکت می‌کند، پس تنها نیروی الکتریکی بر آن انرژی می‌کند، در این صورت کاهش انرژی پتانسیل بار  $q$  به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود (سیستم پایستار است).

۲۶- دو صفحه‌ی رسانا به فاصله‌ی یک سانتی‌متر از هم و موازی یکدیگر واقع‌اند. اختلاف پتانسیل میان دو صفحه برابر  $V = 1000V$  است. یک ذره به بار  $C = 10^{-19} \text{ F}$  و جرم  $m = 10^{-28} \text{ kg}$  (یک پروتون) از مجاور صفحه‌ی مثبت و از حال سکون به طرف صفحه‌ی منفی شتاب می‌گیرد. انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره وقتی به صفحه‌ی روبرو می‌رسد، افزایش می‌یابد یا کاهش؟ اندازه‌ی تغییرات این انرژی را حساب کنید. سرعت ذره در لحظه‌ی رسیدن به این صفحه چه قدر است؟



(الف) وقتی بار مثبت در جهت میدان الکتریکی جایه‌جا شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. در این آزمایش وقتی بار  $q$  از صفحه‌ی مثبت به صفحه‌ی منفی می‌رود چون در جهت میدان الکتریکی جایه‌جا می‌شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

$$(b) \quad \begin{cases} \Delta U = q \cdot (\Delta V) \\ \Delta V = V_2 - V_1 = -1000V \end{cases}$$

$$q = 1/6 \times 10^{-19} C \Rightarrow \Delta U = 1/6 \times 10^{-19} \times (-1000) = -1/6 \times 10^{-16} J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی ذره پروتون به اندازه  $-1/6 \times 10^{-16} \text{ جول کاهش می‌یابد.}$

(پ) با توجه به این که سیستم پایستار است و تنها نیروی الکتریکی در جهت میدان به ذره پروتون وارد می‌شود، هم از راه دینامیک و هم از راه انرژی می‌توان سرعت برخورد ذره را با صفحه مقابل به دست آورد.

$$\begin{cases} \Delta U = -\Delta K = -\left(\frac{1}{2} m V^2\right) \\ m_p = 1/6 \times 10^{-28} \text{ kg} \\ \Delta U = -1/6 \times 10^{-16} \Rightarrow -1/6 \times 10^{-16} = -\left(\frac{1}{2} \times 1/6 \times 10^{-28} \times V^2\right) \\ \Rightarrow V = \sqrt{2} \times 10^9 \text{ m/s} \end{cases}$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی خازن و الکتریسیته ساکن



۲۷- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی یک خازن را از  $28$  ولت به  $40$  ولت با افزایش می‌دهیم. اگر با این کار  $15$  میکروکولن بر بار ذخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید.

$$\text{با توجه به رابطه } C = \frac{q}{V} \text{ می‌توان چنین نوشت:}$$

$$\Rightarrow q_2 = q_1 = C(V_2 - V_1) \Rightarrow C = \frac{\Delta q}{\Delta V} = \frac{15}{12} \times 10^{-6} = 1/25 \mu F$$

۲۸- دو صفحه‌ی مربعی شکل به ضلع  $16\text{cm}$  در فاصله‌ی  $2\text{mm}$  از یکدیگر قرار دارند. فضای بین دو صفحه از پارافین با ضریب دیالکتریکی  $2/5$  پر شده است. ظرفیت خازن حاصل چه اندازه است؟

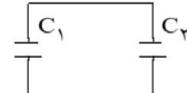
$$\left\{ \begin{array}{l} A = 16 \times 16 \times 10^{-4} = 2/56 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \\ d = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \\ k = 2/5 \\ \epsilon_r \approx 9 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 \Rightarrow C = k\epsilon_r \cdot \frac{A}{d} = 2/5 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{2/56 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} \\ C = 2/88 \times 10^{-10} = 288 \text{ pC} \end{array} \right.$$

خازنی به ظرفیت  $C_1 = 5\mu F$  با اختلاف پتانسیل  $1200\text{V}$  و خازنی به ظرفیت  $C_2 = 10\mu F$  با اختلاف پتانسیل  $750\text{V}$  ولت پر شده‌اند. اگر این خازن‌های پر را از مدار اصلی آن‌ها جدا و صفحه‌های همنام آن‌ها را به هم وصل کنیم، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۲۹- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه و بار ذخیره شده در هر خازن چه اندازه می‌شود؟

هر گاه دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  را پس از شارژ به یکدیگر مطابق شکل اتصال دهیم، بار ذخیره شده در خازن‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌ها با هم برابر می‌شود و از رابطه زیر می‌توان مقدار آن را بدست آورد:

$$\left\{ \begin{array}{l} V' = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} \\ V' = \frac{5 \times 1200 + 10 \times 750}{5 + 10} = 900 \text{ ولت} \end{array} \right.$$



با داشتن پتانسیل می‌توان بار ذخیره شده در هر خازن را در شرایط جدید به دست آورد.

$$\left\{ \begin{array}{l} q'_1 = C_1 V' = 5 \times 900 = 4500 \mu C \\ q'_2 = C_2 V' = 10 \times 900 = 9000 \mu C \end{array} \right.$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۳۰- مجموع انرژی ذخیره شده در دو خازن را قبل و بعد از اتصال به یکدیگر محاسبه و با هم مقایسه کنید.  
انرژی ذخیره شده در خازن‌ها قبل از اتصال به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W_T = W_1 + W_2 = \frac{3}{6} + \frac{2}{8} = \frac{6}{4} J$$

انرژی ذخیره شده در مجموع خازن‌ها پس از اتصال به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\begin{cases} W_T = \frac{1}{2} C_T V^2 \\ C_T = 15\mu F \Rightarrow W_T = \frac{1}{2} \times 15 \times 10^{-6} \times (900)^2 \approx 6 J \end{cases}$$

وقتی خازن‌ها را به هم اتصال می‌دهیم در اثر جایجا شدن بارهای الکتریکی قسمتی از انرژی خازن‌ها صرف این انتقال می‌گردد و در این صورت انرژی مجموع خازن‌ها پس از اتصال کمتر می‌شود.

۳۱- ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن  $q$  است.  $J$  انرژی باید مصرف کنیم تا  $3mC$  بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی جدا کرده و به صفحه‌ی مثبت منتقل کنیم.  $q$  را محاسبه کنید.

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{q}{C}^2 \quad \text{قبل از انتقال بار مقدار خازن برابر است با:}$$

حال اگر مقدار  $3mC$  بار الکتریکی را بین دو صفحه جایجا کنیم، انرژی خازن در شرایط جدید از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{(q + 3 \times 10^{-3})^2}{C}$$

با توجه به این که برای انتقال این بار ۸ ژول انرژی صرف شده است، پس:

$$\begin{cases} \Delta U = U_2 - U_1 = 8J \\ C = 12 \times 10^{-6} F \Rightarrow 8 = \frac{(q + 3 \times 10^{-3})^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} - \frac{q^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} \end{cases}$$

$$q \times 6 \times 10^{-3} = 183 \times 10^{-6} \Rightarrow q = 30/5 \times 10^{-3} C = 30/5 mC$$

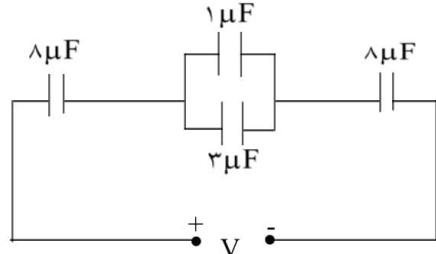
بار الکتریکی خازن قبل از انتقال بار برابر  $30/5$  میلی کولن است.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر  $V = 10$  است. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:



۳۲- ظرفیت معادل مدار چه قدر است؟

۳۳- بار الکتریکی و اختلاف پتانسیل دو سر هریک از خازن‌ها را حساب کید.

در مدار مجموعه خازن‌ها و پیل چون جریان الکتریکی برقرار نیست اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌ها برابر نیروی  $V = \epsilon = 10$  ولت محرکه پیل خواهد بود، در این صورت:

$$\left. \begin{array}{l} q = CV \\ C = 8\mu F \end{array} \right\} \Rightarrow q = 2 \times 10 = 20\mu C$$

$$q = q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 20\mu C$$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = \frac{q_1}{C_1} \\ V_1 = \frac{20}{8} = 2.5 \end{array} \right\} \text{ ولت } 2.5$$

$$V_2 = \frac{q_2 + q_3}{C'} = \frac{20 + 20}{4} = 10 \text{ ولت } 10$$

$$V_4 = \frac{q_4}{C_4} = \frac{20}{8} = 2.5 \text{ ولت } 2.5$$

$$\left. \begin{array}{l} V_2 = V_3 = V_4 = 5 \\ q_2 = C_2 V_2 \end{array} \right\} \text{ ولت } 5$$

$$q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow q_2 = 1 \times 5 = 5\mu C$$

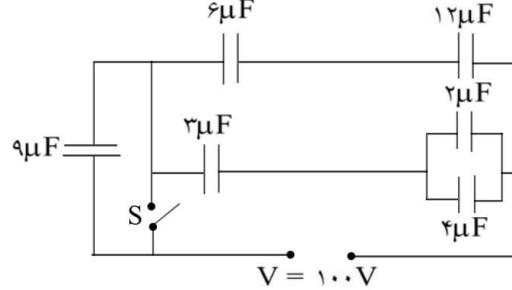
$$q_3 = C_3 V_3 \Rightarrow q_3 = 3 \times 5 = 15\mu C$$

بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن**



۳۴- در شکل زیر، انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها را در حالتی که الف- کلید S باز است، حساب کنید.



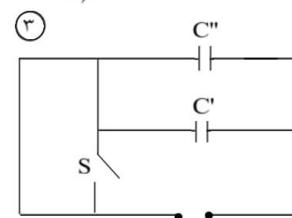
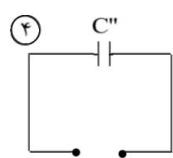
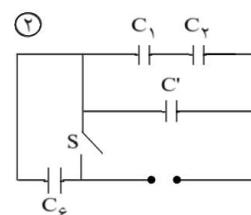
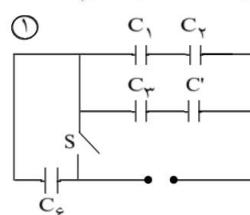
الف) کلید S باز است و خازن  $C''$  در مدار خواهد بود.

$$(1) \quad C' = C_4 + C_5 = 2 + 4 = 6\mu F$$

$$(2) \quad C'' = \frac{C' C_3}{C' + C_3} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\mu F$$

$$(3) \quad C''' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow C''' = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\mu F$$

$$(4) \quad C = \frac{C_f (C'' + C''')}{C_f + (C'' + C''')} \Rightarrow C = \frac{9(2 + 4)}{9 + (2 + 4)} = 3/6\mu F$$



$$\left\{ \begin{array}{l} W = \frac{1}{2} C V^2 \\ C = 3/6\mu F \Rightarrow W = \frac{1}{2} (3/6 \times 10^{-6}) (100)^2 \Rightarrow W = 1/8 \times 10^{-2} J \end{array} \right.$$

ب) کلید S بسته است و خازن  $C''$  از مدار خارج می‌گردد (اتصال کوتاه)

$$C' = C_4 + C_5 = 6\mu F$$

$$C'' = \frac{C' C_3}{C' + C_3} = 2\mu F$$

$$C''' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 4\mu F$$

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



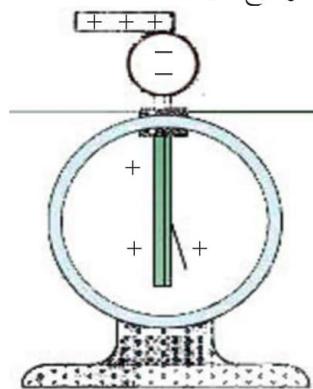
۳۵- جمله‌ی زیر را کامل کنید.  
وقتی دو جسم به یکدیگر ..... داده می‌شود، بین آن‌ها الکترون مبادله می‌شود.  
مالش

۳۶- جمله‌ی زیر را کامل کنید.  
با جابه‌جا شدن الکترون‌های آزاد، بار الکتریکی درون ..... شارش می‌کند.  
رسانا

۳۷- جمله‌ی زیر را کامل کنید.  
در یک جسم ..... بار الکتریکی در محل ایجاد شده باقی می‌ماند.  
نارسانا

۳۸- جمله‌ی زیر را کامل کنید.  
نیرویی که بارهای الکتریکی همنوع بر یکدیگر وارد می‌کنند ..... و نیرویی که بارهای الکتریکی غیرهمنوع بر یکدیگر وارد می‌کنند ..... است.  
رانشی - ریاضی

۳۹- هرگاه جسمی را که دارای بار الکتریکی است (مثلًا میله‌ای شیشه‌ای با بار مثبت) به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار تماس دهد، چه اتفاقی می‌افتد؟ علت را توضیح دهد.



بخشی از بار جسم باردار به الکتروسکوپ منتقل شده و تیغه‌های آن از هم فاصله می‌گیرند.

۴۰- مراحل باردار کردن یک الکتروسکوپ به روش القای الکتریکی را پیشنهاد کنید، سپس آن را به روشی که پیشنهاد کردید، باردار کنید.  
الکتروسکوپ را به وسیله‌ی یک سیم به زمین وصل کرده، جسمی باردار را به آن نزدیک می‌کنیم، سپس اتصال به زمین را قطع کرده و جسم باردار را دور می‌کنیم.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



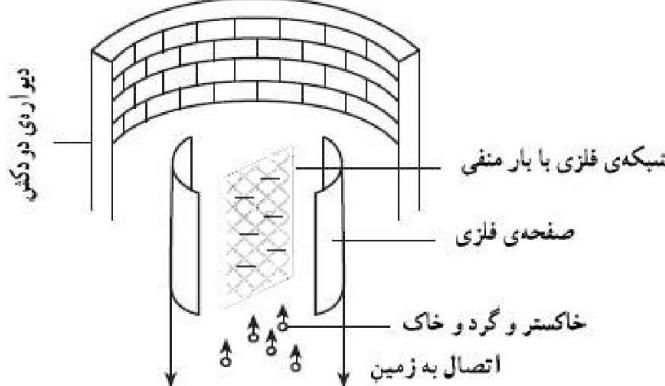
۴۱- با الکتروسکوپ چگونه می‌توان تعیین کرد که:  
 الف) جسمی باردار است؟  
 ب) جسم چه نوع باری دارد؟  
 پ) جسمی رساناست یا نارسانا؟  
 الف) حرکت کردن تیغه‌های الکتروسکوپ پس از نزدیک کردن جسم باردار به آن (دور شدن تیغه‌های الکتروسکوپ خشنی)  
 ب) اگر پس از تماس تیغه‌های الکتروسکوپ از هم دورتر شوند، بار جسم همنام بار الکتروسکوپ است و اگر تیغه‌ها ابتدا نزدیک و سپس دور شوند، بارها مخالفاند.

پ) ابتدا به جسم مقداری بار الکتریکی می‌دهیم. اگر پس از نزدیک کردن الکتروسکوپ تغییری در وضعیت آن ایجاد شد، جسم رسانا و در غیر این صورت نارسانا است.

۴۲- آیا با الکتروسکوپ می‌توان مقدار بار دو کره‌ی همان‌دازه، رسانا و باردار را با یکدیگر مقایسه کرد؟  
 بله، با نزدیک کردن کره‌ها به الکتروسکوپ و مقایسه‌ی فاصله‌ی تیغه‌ها در دو حالت

سوختن زغالسنگ در نیروگاه‌ها مقدار زیادی خاکستر، گرد و خاک و گازهای زائد تولید می‌کند. همه‌ی این فرآورده‌ها موجب مشکل‌های زیست‌محیطی می‌شوند. در این دودکش رسوب دهنده‌ی الکتریکی، خاکستر و گرد و خاک از گازهای زائد حذف می‌شوند (شکل زیر).

رسوب دهنده شامل شبکه‌ای فلزی است که توسط دو صفحه‌ی فلزی متصل به زمین محصور شده است. به شبکه‌ی فلزی بار منفی بزرگی داده می‌شود. خاکستر و ذره‌های دود با گذشتن از سیم‌های شبکه بار منفی پیدا می‌کنند. آن‌ها به طرف صفحه‌های فلزی حرکت می‌کنند و در آن‌جا بار منفی خود را از دست می‌دهند.



۴۳- دو مشکل زیست‌محیطی را که پیامد سوختن زغالسنگ است نام ببرید.  
 آводگی - عدم تجدیدپذیری - گرم شدن زمین

۴۴- به طور واضح توضیح دهید که چرا ذره‌های دود به طرف صفحه‌های فلزی حرکت می‌کنند.  
 ذرات دود پس از دریافت بار منفی، به صورت القا صفحه‌ی فلزی را دارای بار مثبت می‌کنند، سپس توسط آن جذب می‌شوند.

**بحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی**

**جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریستیه ساکن**



۴۵- بارهای منفی که توسط ذره‌های خاکستر و دود به صفحه‌های فلزی داده می‌شوند، کجا می‌روند؟ با بارهای مثبت القایی در صفحه‌ی فلزی، خنثی می‌شوند.

۴۶- موهای تمیز و خشک خود را با یک شانه‌ی پلاستیکی خشک شانه کنید. چرا موهای شما مرتب نمی‌شود و به سوی دانه‌های شانه کشیده می‌شود؟

چون در اثر مالش موها و شانه دارای بار مخالف می‌شوند و هم‌دیگر را جذب می‌کنند.

۴۷- با یک پارچه‌ی خشک، صفحه‌ی تلویزیون را تمیز کنید. چرا پرزهای پارچه به صفحه‌ی تلویزیون می‌چسبند؟ در اثر مالش، صفحه‌ی تلویزیون باردار شده، ذرات ریز غبار و پرز را به خود جذب می‌کند.

۴۸- در تاریکی لباس خود را از تن بیرون آورید، چرا جرقه زده می‌شود؟ در اثر مالش لباس و بدن، لباس باردار می‌شود و زمان تخلیه‌ی الکتریکی جرقه تولید می‌شود.

۴۹- چرا آزمایش‌های الکتریستیه ساکن در روزهای سرد و خشک، نتیجه‌ی بهتری می‌دهد؟ چون هوای مرطوب رسانای الکتریستیه است و هوای خشک نارسانای الکتریکی می‌باشد.

۵۰- چرا در بعضی مواد پلاستیک یا نایلون بهتر از سایر مواد می‌توان بار الکتریکی تولید کرد؟ چون این مواد عایق (narسانای) الکتریستیه هستند.

۵۱- می‌دانیم که تعداد الکترون‌های آزاد موجود در رسانا بسیار زیاد است. به عنوان مثال در یک سانتی‌متر مکعب مس در حدود  $10^{22}$  الکtron آزاد وجود دارد. آیا بزرگی این عدد را می‌توانید تصور کنید؟ برای آنکه به بزرگی این عدد پی ببرید. فرض کنید بخواهید این تعداد را بشمارید. شما در هر ثانیه قادر به شمارش چه تعداد الکترون هستید؟  $10^{12}$ ،  $10^{10}$ ،  $10^8$ ، ... فرض کنید که در هر ثانیه بتوانید یک تریلیون یعنی  $10^{12}$  الکtron را بشمارید. چه مدت طول می‌کشد تا تمام الکترون‌های آزاد موجود در یک سانتی‌متر مکعب مس را بشمارید؟ برای محاسبه یک سال را تقریباً برابر  $10^7$  ثانیه در نظر بگیرید.

$$t = \frac{n}{n_s} = \frac{10^{22}}{10^{12}} = 10^{10} = \frac{10^{10}}{3 \times 10^7} \approx 10^2 \text{ تعداد سال} \quad \text{و} \quad 333 \text{ سال}$$

۵۲- برای آن که در جسمی خنثی بار الکتریکی  $\frac{6}{4} \times 10^{-6} \text{ C}$  ایجاد شود، چه تعداد الکtron باید از آن گرفته شود؟

$$q = ne \Rightarrow n = 4 \times 10^{13} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 4 \times 10^{13}$$

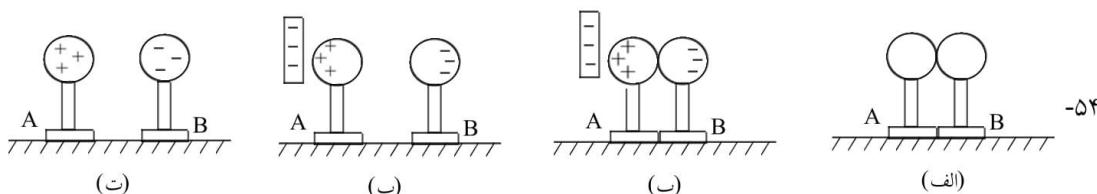
## مبحث : درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۵۳- به تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی اتم، عدد اتمی گفته می‌شود و آن را با  $Z$  نشان می‌دهند. عدد اتمی مس برابر ۲۹ است. بار الکتریکی هسته‌ی اتم مس چه قدر است؟ اتم مس چه مقدار بار الکتریکی منفی دارد؟ بار الکتریکی اتم مس چه قدر است؟

همین اندازه بار منفی دارد. بار کلی اتم مس صفر است، چون تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است.



الف) توضیح دهد چرا در آزمایش بالا، کره‌ی A دارای بار مثبت و کره‌ی B دارای بار منفی است.

ب) آیا بار الکتریکی تیغه‌ی پلاستیکی کاهش یافته است؟

الف) چون کره‌ی A به تیغه نزدیک‌تر است، الکترون‌های آزاد آن به کره‌ی B منتقل می‌شوند.

ب) خیر.

۵۵- با یک جفت دمپایی پلاستیکی تمیز و خشک روی فرش طوری راه بروید که کف دمپایی روی فرش مالش داده شود. سپس با نوک انگشت خود، گوش و یا نوک بینی یک نفر را که در اتاق است، لمس کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ علت آن را توضیح دهد. با چه پدیده‌های دیگری، مشابه پدیده‌ی فوق، آشنا هستید؟ آیا ممکن است این پدیده‌ها خطرناک باشند؟

جرقه زده می‌شود. در اثر مالش دمپایی و به دنبال آن بدن دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. و با نزدیک کردن انگشت به بدن دیگری در اثر القا، جرقه زده می‌شود. صاعقه، بله به علت انرژی فوق العاده زیاد آن خطرناک است.

۵۶- چرا زیر تانکرهای مخصوص حمل سوخت، زنجیر آویزان می‌کنند؟

در اثر اصطکاک تانکر باردار می‌شود. اگر به تدریج تخلیه نشود، تخلیه‌ی ناگهانی و جرقه می‌تواند سبب آتش‌سوزی شود.

۵۷- هواپیماها هنگام حرکت دارای بار الکتریکی می‌شوند. برای تخلیه‌ی بار الکتریکی آن‌ها چه تدبیری به کار بردۀ می‌شود؟

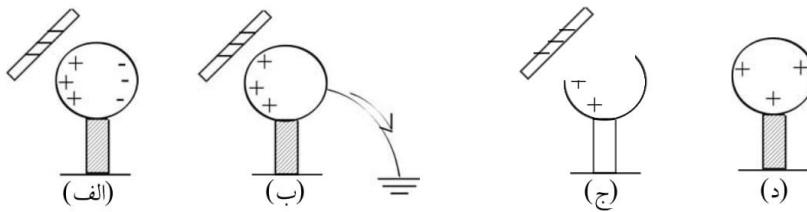
لبه‌ها و نوک‌های تیز بال و قسمت‌های مختلف هواپیما سبب تخلیه‌ی بار در هوا می‌شوند.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن

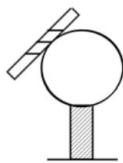


۵۸- میله‌ی نارسانایی با بار منفی و کره‌ای رسانا و بدون بار روی پایه‌ی نارسانا در اختیار دارد، با رسم شکل توضیح دهد چگونه می‌توان کره را دارای بار مثبت کرد؟



- الف- میله را به کره نزدیک می‌کنیم.
- ب- میله را به زمین متصل می‌کنیم.
- ج- اتصال زمین را قطع می‌کنیم.
- د- میله را دور می‌کنیم.

۵۹- میله‌ی نارسانایی با بار منفی و کره‌ای رسانا و بدون بار روی پایه‌ی نارسانا در اختیار دارد، با رسم شکل توضیح دهد چگونه می‌توان کره را دارای بار منفی کرد؟



میله را به کره تماس می‌دهیم بخشی از بار سطحی میله به کره منتقل می‌شود.

۶۰- دو جسم بدون بار را چگونه می‌توان باردار کرد؟ آیا در این روش لازم است به جنس اجسام توجه شود؟  
با مالش دادن آن‌ها به یکدیگر. بله، باید هر دو نارسانا و با جنس‌های مختلف باشند.

۶۱- آزمایش زیر را انجام دهید:

- ۱- شیر آب سرد را کمی باز کنید تا باریکه‌ای از آب تشکیل شود.
- ۲- با یک شانه پلاستیکی چند بار سر خود را شانه بزنید.
- ۳- شانه را به باریکه‌ی آب نزدیک کنید.  
آیا مسیر آب منحرف می‌شود؟ علت را بنویسید.

بله، شانه در اثر مالش باردار می‌شود و مولکول آب قطبی است. بدین جهت دچار چرخش شده، جذب شانه می‌شود.  
این جاذبه سبب انحراف مسیر آب می‌شود.

۶۲- در کدام‌یک از وسیله‌های منزل لازم است بار الکتریکی ایجاد شده را کاهش دهیم (و یا کنترل کنیم)؟  
ماشین لباس‌شویی. چون در این وسیله حرکت مالشی وجود دارد.

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن



۶۳- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مشاهده‌های خود که با الکتریسیته ساکن ارتباط دارد را بنویسید.



اجزایی که در آنها مالش یا حرکت وجود دارد باید به زمین وصل شوند تا به تدریج تخلیه شوند یا باید از جنسی باشند که در اثر مالش باردار نشوند. این اجزا عبارتند از: بدن و لباس بیمار، ارابه‌ی ابزار و زمین، اجزای دستگاه هوشبری و تنفس مصنوعی، کفش‌های متضدیان.

۶۴- اگر یکی از سرهای دو باتری مشابه را به طور مخالف به هم بیندیم (پایانه‌های مثبت به منفی و یا پایانه‌های منفی به مثبت وصل باشند) و دو سر مجموعه را به یک لامپ بیندیم چه اتفاقی می‌افتد؟  
چون اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه صفر می‌شود، هیچ جریانی از آنها نخواهد گذشت.

۶۵- وقتی دو جسم به یکدیگر ..... داده می‌شوند، بین آنها الکترون مبادله می‌شود.  
مالش

۶۶- با جابه‌جا شدن الکترون‌های آزاد، بار الکتریکی درون ..... شارش می‌کند.  
رسانا

۶۷- در یک جسم ..... بار الکتریکی در محل ایجاد شده باقی می‌ماند.

۶۸- نیرویی که بارهای الکتریکی هم نوع بر یکدیگر وارد می‌کنند ..... و نیرویی که بارهای الکتریکی غیرهم نوع بر یکدیگر وارد می‌کنند ..... است.  
رانش، ربايش

## بحث: درسنامه فصل اول فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده‌ی فازن و الکتریسیته ساکن**

۶۹- هر گاه جسمی را که دارای بار الکتریکی است (مثلًا میله‌ای شیشه‌ای با بار مثبت) به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار تماس دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ علت را توضیح دهید.

در اثر تماس بخشی از بار سطحی شیشه به الکتروسکوپ منتقل شده، تیغه‌ها دارای بار مثبت می‌شوند و از هم فاصله می‌گیرند.

۷۰- جسمی باردار است؟

الکتروسکوپ را با تماس به زمین خنثی می‌کنیم و بعد از قطع اتصال زمین، جسم مورد نظر را به الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. در صورتی که تیغه‌ها از هم دور شوند، جسم باردار است.

۷۱- جسم چه نوع باری دارد؟

الکتروسکوپ را باردار می‌کنیم (یا بار معلوم) جسم باردار مجهول را به آن نزدیک می‌کنیم. اگر تیغه‌ها از هم دورتر شوند، بار مجهول و الکتروسکوپ همنوع است و اگر به هم نزدیک شوند، بار مجهول و الکتروسکوپ همنوع نیستند. جسم مجهول باید دارای بار باشد.

۷۲- جسمی رساناست یا نارسانا؟

جسم خنثی را به الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم. اگر فاصله‌ی تیغه‌ها تغییر کرد معلوم است در جسم مجهول، القا صورت گرفته است، پس رسانا است در غیر این صورت جسم نارسانا است.

۷۳- آیا با الکتروسکوپ می‌توان مقدار بار دو کره‌ی هم اندازه، رسانا و باردار را با یکدیگر مقایسه کرد؟  
بله با نزدیک کردن کره‌ها به الکتروسکوپ و مقایسه‌ی فاصله‌ی تیغه‌ها در دو حالت.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

## ۱- مولد

وقتی دو مخزن غیر هم ارتفاع را به هم ربط می‌دهیم، آب از مخزن بالایی به مخزن پایینی می‌رود. این جریان تا زمانی ادامه دارد که ارتفاع آب دو مخزن یکی نیست. اگر بخواهیم جریان آب دائمی باشد باید آب را به کمک یک پمپ از مخزن پایینی به مخزن بالایی منتقل کنیم و آب زمان پایین آمدن انرژی اش را آزاد می‌کند و می‌توان از آن استفاده کرد. زمان بالا رفتن نیز آب از پمپ انرژی می‌گیرد.

وقتی دو جسم غیر هم پتانسیل را به هم وصل می‌کنیم بار از جسم با پتانسیل بالاتر به پتانسیل کمتر می‌رود. برای ایجاد جریان دائمی از مولد استفاده می‌کنیم. مولد با دادن انرژی به بار آن را از محلی با پتانسیل کمتر به موقعیتی با پتانسیل بیشتر می‌برد.

## ۲- نیروی محرکه‌ی مولد

مولدها با روش‌های مختلفی مانند یک واکنش شیمیایی بین دو پایانه (اتصال) خود اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌کنند (به بار انرژی می‌دهند). مقدار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب توان خروجی آن (صرف کننده) می‌تواند متغیر باشد. بیشترین اختلاف پتانسیلی که مولد می‌تواند ایجاد کند نیروی محرکه مولد نام دارد و با یکای ولت اندازه‌گیری می‌شود.

## ۳- جریان الکتریکی

به آهنگ شارش بار الکتریکی از هر مقطع رسانا شدت جریان الکتریکی گفته می‌شود. اگر بار  $q$  در مدت زمان  $t$  از یک مقطع مدار عبور کند، شدت جریان  $I$  از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

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

در این رابطه  $q$  بر حسب کولن و  $t$  بر حسب ثانیه می‌باشد. در این صورت  $I$  بر حسب آمپر به دست می‌آید.  $1A$  شدت جریان بسیار بالایی است و در اکثر وسایل برقی شدت جریان در حدود چند میلی آمپر ( $mA$ ) می‌باشد.

## ۴- مقاومت الکتریکی

وقتی در دو سر یک رسانا اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود، بارها در آن شارش می‌کنند. بارها در مسیر خود با برخورد به ذرات در حال نوسان برخورد کرده، انرژی خود را از دست می‌دهند. این انرژی به انرژی درونی تبدیل می‌شود. در این حالت اصطلاحاً می‌گویند رسانا دارای مقاومت الکتریکی است. یکای مقاومت الکتریکی اهم است.  $1\Omega$  مقاومت بسیار کمی است و بیشتر ابزارها دارای مقاومت چند کیلو اهم هستند.

وقتی رسانا گرم می‌شود نوسان‌های ذرات آن افزایش می‌یابد. این مسئله سبب افزایش مقاومت الکتریکی آن می‌شود.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

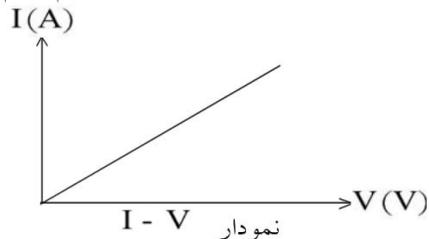
۵- قانون اهم

جریان الکتریکی در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. نسبت  $V$  (اختلاف پتانسیل الکتریکی) به  $I$  (شدت جریان الکتریکی) همواره برای یک رسانا مقدار ثابتی است که به آن مقاومت الکتریکی گفته می‌شود:

مقاومت الکتریکی با  $R$  نشان داده می‌شود:

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

اگر به ازای اختلاف پتانسیل‌های مختلف شدت جریان را اندازه بگیریم و نمودار  $V$  -  $I$  را حسب  $V$  رسم کنیم



شیب خط حاصل با  $\frac{1}{R}$  برابر است.

پس هر چه شیب خط بیشتر باشد مقاومت رسانا کمتر است و شیب خط کمتر، نشانه‌ی مقاومت بیشتر است.

۶- مصرف انرژی الکتریکی

وقتی از یک رسانا در اثر اختلاف پتانسیل  $V$  جریان  $I$  عبور می‌کند، مقداری انرژی الکتریکی مصرف شده عموماً تبدیل به انرژی درونی می‌شود.

انرژی مصرف شده در یک رسانا به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ - مقاومت الکتریکی رسانا ( $R$ )

۲ - زمان عبور جریان الکتریکی ( $t$ )

۳ - مجذور شدت جریان الکتریکی ( $I^2$ )

انرژی مصرفی را با  $W$  نشان می‌دهیم. رابطه‌ی بین  $W$  و سه عامل یاد شده به شکل زیر است:

$$W = RI^2 t$$

اگر  $R$  بر حسب اهم ( $\Omega$ ),  $I$  بر حسب آمپر (A) و  $t$  بر حسب ثانیه (S) باشند،  $W$  بر حسب ژول (J) به دست می‌آید.

انرژی مصرفی در یک رسانا با رابطه‌های دیگر نیز به دست می‌آید:

$$W = RI^2 t = RI \cdot I \cdot t = VIt$$

$$W = RI^2 t = \frac{R^2 I^2}{R} t = \frac{(RI)^2}{R} t = \frac{V^2}{R} t$$

$$W = RI^2 t = RI \cdot It = V \cdot q$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

۷- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

به آهنگ مصرف انرژی الکتریکی در رسانا توان الکتریکی گفته می‌شود.  
توان عبارت است از انرژی مصرف شده در واحد زمان (مثلًا ۱ ثانیه)

$$P = \frac{W}{t}$$

ما برای انرژی چهار رابطه داشتیم. بنابراین برای توان نیز چهار رابطه وجود دارد:

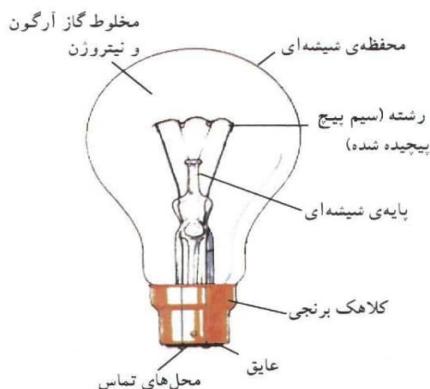
$$P = RI^2$$

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

$$P = VI$$

$$P = \frac{Vq}{t}$$

اگر یکای دیگر کمیت‌ها استاندارد انتخاب شده باشد، یکای توان ژول بر ثانیه ( $\frac{J}{S}$ ) یا وات (W) خواهد بود.



۸- ساختمان لامپ رشته‌ای

در لامپ‌های رشته‌ای، انرژی الکتریکی به انرژی درونی رشته‌ی لامپ تبدیل می‌شود و دمای آن را تا حدود  $3000^{\circ}\text{C}$  بالا می‌برد. در این دما رشته‌ی درون لامپ بخشی از انرژی خود را به صورت انرژی نورانی تابش می‌کند.

۹- توان اسمی

روی هر وسیله‌ی برقی ۲ عدد نوشته می‌شود که یکی از آن‌ها اختلاف پتانسیل مناسب کار دستگاه است که به آن ولتاژ اسمی می‌گویند.

عدد دوم توان کار دستگاه در صورت اتصال به ولتاژ اسمی است. به این توان، توان اسمی گفته می‌شود.

**توان اسمی دستگاه، توان مصرفی آن در صورت اتصال به ولتاژ اسمی است.**

توان بیشتر یا کمتر برای دستگاه ممکن است زیان‌بار باشد.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری**

-۱۰ بهای انرژی الکتریکی مصرفی شمارگر(کنتور) ساختمان وسیله‌ای است که مقدار انرژی مصرفی را اندازه می‌گیرد. اگر توان مصرفی را با  $P$  و زمان مصرف را با  $t$  نشان دهیم انرژی مصرفی طبق رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$W = Pt$$

معمولًا  $P$  را بر حسب وات و  $t$  را بر حسب ثانیه جاگذاری می‌کنیم و یکای انرژی بر حسب ژول به دست می‌آید. اگر  $P$  را بر حسب کیلووات و  $t$  را بر حسب ساعت جاگذاری کنیم، انرژی مصرفی بر حسب یکای جدیدی به نام کیلووات‌ساعت ( $kWh$ ) به دست می‌آید. کیلووات‌ساعت یکای تجاری انرژی است. معمولًا هزینه‌ی انرژی مصرفی را بر اساس کیلووات‌ساعت مصرفی انرژی بیان می‌کنند. مثلًا ۲۰۰ ریال برای هر کیلووات‌ساعت.

انرژی مصرفی بر حسب کیلووات‌ساعت  $\times$  هزینه‌ی هر کیلووات‌ساعت = هزینه‌ی مصرفی کل

-۱۱

نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو سر خازن (ولتاژ) مقداری ثابت است که به آن ظرفیت خازن می‌گویند و واحد آن در  $SI$  برابر کولن بر ولت است که فاراد نامیده می‌شود.

$$\text{کولن} \rightarrow C = \frac{q}{V} \quad \text{فاراد} \leftarrow \text{ولت} \rightarrow$$

**ظرفیت خازن مسطح**

-۱۲

ظرفیت خازن به تغییرات بار الکتریکی اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و ظرفیت خازن مسطح از رابطه‌ی  $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$  به دست می‌آید.  $A$  سطح مشترک صفحه‌ها،  $d$  فاصله‌ی دو صفحه از یکدیگر و  $k$  ضریب دیالکتریک (عایق) بین دو صفحه می‌باشد.

برای مقایسه‌ی ظرفیت الکتریکی دو خازن می‌توان نوشت:

$$C = K\epsilon \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow C' = \frac{k'}{k} \times \frac{A'}{A} \times \frac{d}{d'}$$

**قرار دادن صفحه‌ی رسانا بین صفحه‌های خازن**

-۱۳

وقتی بین دو صفحه‌ی خازنی که فاصله آن‌ها برابر  $d$  است. یک صفحه‌ی فلزی به ضخامت  $d'$  قرار می‌دهیم، در واقع مانند این است که از ضخامت عایق بین دو صفحه کاسته شده است و در نتیجه ظرفیت الکتریکی خازن افزایش می‌یابد:

$$\begin{cases} d_1 = d \\ d_2 = d - d' \end{cases} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d}{d - d'}$$

**خازن متصل به مولد**

-۱۴

وقتی یک خازن به دو سر یک مولد متصل است، اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی خازن همواره برابر اختلاف پتانسیل دو سر مولد می‌باشد و ثابت است و در این حالت با تغییر مشخصات ساختمانی خازن، ولتاژ آن ثابت می‌ماند.

**خازن پرشده‌ی جدا از مولد**

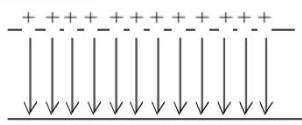
-۱۵

اگر یک خازن پرشده از مولد جدا شود، یا تغییر مشخصات ساختمانی آن بار الکتریکی خازن تغییر نمی‌کند.

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



## -۱۶ میدان الکتریکی یکنواخت خازن

هرگاه دو صفحه‌ی مسطح، موازی هم قرار داشته باشند و دو صفحه دارای بارهای هماندازه و ناهمنام باشند، بین دو صفحه میدان الکتریکی یکنواخت بوجود می‌آید که سوی آن از صفحه‌ی مثبت به طرف صفحه‌ی منفی است.

## -۱۷ محاسبه‌ی میدان یکنواخت خازن

برای خازن مسطحی که فاصله‌ی آن برابر  $d$  و اختلاف پتانسیل دو صفحه برابر  $V$  است، اندازه‌ی میدان الکتریکی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{ ولت) اختلاف پتانسیل دو صفحه } \rightarrow E = \frac{V}{d} \leftarrow \text{ میدان الکتریکی یکنواخت (ولت بر متر یا نیوتون بر کولن) (متر) فاصله‌ی دو صفحه } \rightarrow$$

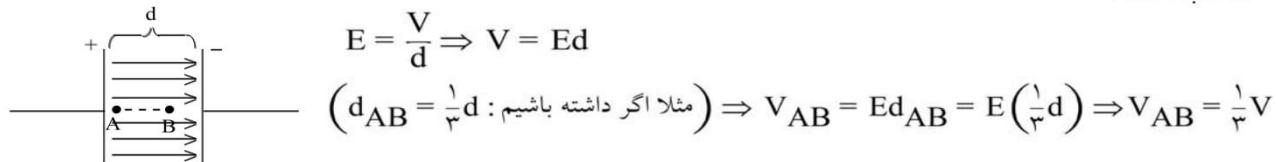
## -۱۸ نیروی وارد بر بار الکتریکی در بین صفحه‌ی خازن

از طرف میدان الکتریکی خازن به بار الکتریکی مثبت نیرویی در جهت میدان (از صفحه دارای بار مثبت به طرف صفحه دارای بار منفی) و به بار منفی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.

$$F = qE \Rightarrow F = q \frac{V}{d}$$

## -۱۹ رابطه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت و اختلاف پتانسیل الکتریکی

در یک میدان الکتریکی یکنواخت، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه با فاصله‌ی آن در امتداد میدان الکتریکی متناسب است.



## -۲۰ انرژی ذخیره شده در خازن

وقتی خازنی را با ولتاژ معین پر می‌کنیم انرژی الکتریکی توسط خازن ذخیره می‌شود. انرژی ذخیره شده بین دو صفحه‌ی یک خازن طبق رابطه‌های زیر قابل محاسبه است:

$$U = \frac{1}{2} q V \Rightarrow q = CV \Rightarrow U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U = \frac{1}{2} q V \Rightarrow V = \frac{q}{C} \Rightarrow U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۲۱

## تغییر مشخصات یک خازن پر شده

هر گاه مشخصات ساختمانی یک خازن پر شده را تغییر می‌دهیم، طبق رابطه‌ی  $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$  می‌توان نحوه‌ی تغییر ظرفیت الکتریکی آن را معین نمود. اما بررسی تغییرات  $V$ ،  $E$  و  $U$  باید توجه داشته باشید که:

۱- اگر خازن به مولد وصل باشد، همواره  $V$  را ثابت فرض کنید و سپس تغییرات  $q$  و  $E$  و  $U$  را به ترتیب طبق رابطه‌های  $U = \frac{1}{2}CV^2$  و  $E = \frac{V}{d}$  و  $q = CV$  تعیین کنید.

۲- اگر خازن به مولد وصل نباشد، همواره  $q$  را ثابت فرض کنید و سپس تغییرات  $V$  و  $E$  و  $U$  را به ترتیب طبق رابطه‌های  $U = \frac{1}{2}\frac{q}{C}$  و  $E = \frac{V}{d}$  و  $V = \frac{q}{C}$  تعیین کنید.

-۲۲

## به هم بستن خازن‌ها

(ظرفیت معادل خازن‌های متواالی)

$$\leftarrow \frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

$$\begin{cases} C_T < C_1 \\ C_T < C_2 \\ C_T < C_3 \end{cases}$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_T = C_n$$

(ظرفیت معادل خازن‌های موازی)

$$\leftarrow C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

$$\begin{cases} C_T > C_1 \\ C_T > C_2 \\ C_T > C_3 \end{cases}$$

$$C_T = mC$$

-۲۳

## تغییر در ظرفیت معادل مدارهای خازنی

وقتی یک خازن به طور متواالی به مجموعه خازن‌های مدار اضافه شود، ظرفیت خازن معادل مدار کاهش می‌یابد.

وقتی یک خازن به طور موازی به مجموعه خازن‌های مدار اضافه شود، ظرفیت خازن معادل افزایش می‌یابد.

وقتی بدون تغییر در تعداد خازن‌های مدار، ظرفیت یکی از خازن‌های مدار افزایش یابد، صرفنظر از نوع قرار گرفتن این خازن در مدار، ظرفیت معادل افزایش می‌یابد.

-۲۴

## اثر کلید در مدارهای خازنی (۱)

گاهی بسته شدن یک کلید، خازنی را از مدار خارج می‌کند. در این حالت باید با بسته شدن کلید، دو سر خازن مورد نظر با یک سیم به هم وصل گردد.



## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

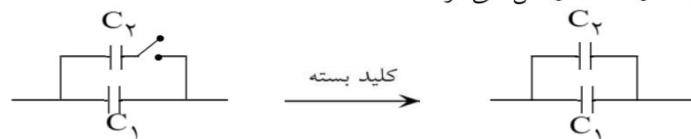


## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

## اثر کلید در مدارهای خازنی (۲)

-۲۵

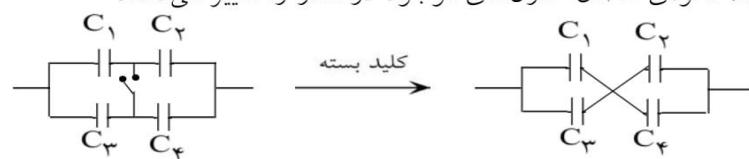
گاهی بسته شدن یک کلید، خازنی را به طور موازی اضافه می‌کند. در این حالت با بسته شدن کلید، دو سر خازن مورد نظر به دو سر خازنی که در مدار است وصل می‌گردد.



## اثر کلید در مدارهای خازنی (۳)

-۲۶

گاهی بسته شدن یک کلید، نحوه اتصال خازن‌های موجود در مدار را تغییر می‌دهد.



## نیروی محرکه‌ی مولد

-۲۷

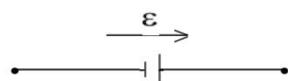
انرژی الکتریکی منتقل شده (ژول)  $\rightarrow U = \frac{q}{C}$  نیروی محرکه‌ی مولد (ولت)  
بار الکتریکی جابه‌جا شده (کولن)  $\rightarrow$

انرژی الکتریکی منتقل شده به بار از طرف  
مولد (کار انجام شده توسط مولد)  $\leftarrow U = \epsilon q \Rightarrow U = \epsilon It$

## جهت نیروی محرکه‌ی الکتریکی

-۲۸

می‌توان برای نیروی محرکه‌ی مولد، جهتی را از قطب منفی به طرف قطب مثبت تعریف نمود که در واقع همان جهتی است که مولد می‌خواهد جریان الکتریکی را در مدار برقرار کند.



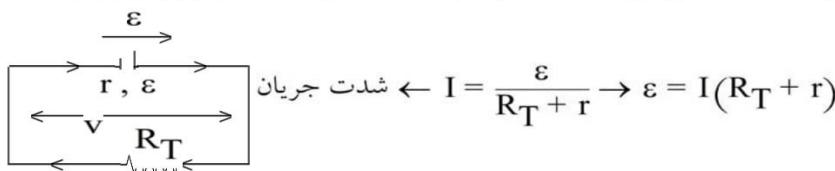
## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



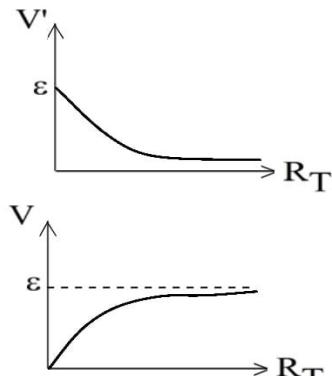
## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۲۹

در یک مدار تک حلقه با یک مولد همواره جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد در مدار برقرار می‌شود.



$$\epsilon = V' + rI \rightarrow V' = \epsilon - rI$$



$$\epsilon = V + R_T I \rightarrow V = \epsilon - R_T I$$

$$V = \epsilon - rI$$

-۳۰

## اختلاف پتانسیل دو سر مولد در مدار تک حلقه و تک مولد

در یک مدار تک حلقه با یک مولد (مدار ساده الکتریکی) اختلاف پتانسیل دو سر مولد که با رابطه‌ی  $V = \epsilon - rI$  محاسبه می‌شود با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی مدار ( $V = R_T I$ ) برابر است.

-۳۱

## بیشینه‌ی جریان تولیدی توسط مولد

اگر مقاومت خارجی مدار برابر صفر باشد یا دو سر مولد را با یک سیم بدون مقاومت بهم وصل کیم، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر صفر می‌شود و شدت جریان بیشینه‌ای که از آن عبور می‌کند برابر خواهد بود با:

$$R_T = 0 \Rightarrow V = 0 \Rightarrow I_{\max} = \frac{\epsilon}{r}$$

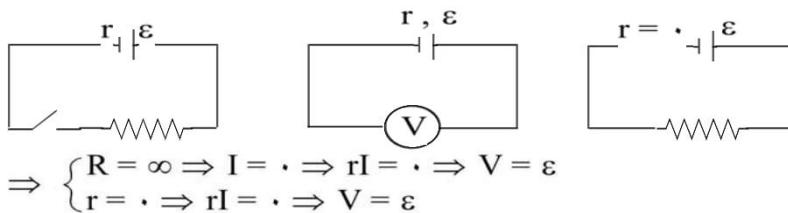
## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



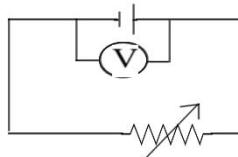
## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۳۲

اگر مقاومت خارجی مدار خیلی بزرگ باشد و یا توسط یک کلید مدار باز شود و یا در دو سر مدار مولد فقط یک ولتستنج ایده‌آل وصل شود و یا مقاومت درونی مولد ناچیز باشد اختلاف پتانسیل دو سر مولد بیشینه و برابر نیروی محرکه مولد خواهد بود.



-۳۳- نکته: وقتی مقاومت الکتریکی مدار تغییر می‌کند و نحوه‌ی تغییر اختلاف پتانسیل دو سر مولد را بخواهیم، مناسب‌تر است که از رابطه‌ی  $V = \varepsilon - Ir$  استفاده می‌کنیم.

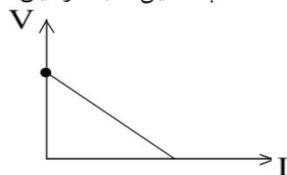


$$R \uparrow \Rightarrow \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R + r}, R \uparrow \Rightarrow I \downarrow \\ V = \varepsilon - Ir, I \downarrow \Rightarrow rI \downarrow \Rightarrow V \uparrow \end{cases}$$

-۳۴- نکته: اگر از یک مولد، جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی خودش جریان الکتریکی را ایجاد کرده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر  $I_r - \varepsilon$  است.



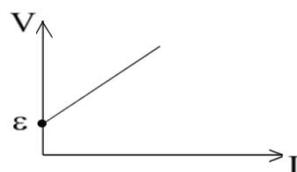
$$\Rightarrow V_{AB} = \varepsilon - rI$$



-۳۵- نکته: اگر از یک مولد جریان الکتریکی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی جریان الکتریکی توسط مولد دیگری از آن عبور داده شده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر  $rI + \varepsilon$  است.



$$\Rightarrow V_{AB} = \varepsilon + rI$$



## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

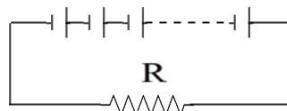


## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۳۶

## مدار تک حلقه با چند مولد مشابه

اگر در یک مدار تک حلقه چند مولد مشابه که نیروی محرکه‌ی تمام آن‌ها هم‌جهت است قرار داشته باشد، می‌توان فرض کرد که نیروی محرکه کل این مدار برابر  $n\varepsilon$  و مقاومت درونی آن‌ها برابر  $nr$  می‌باشد.



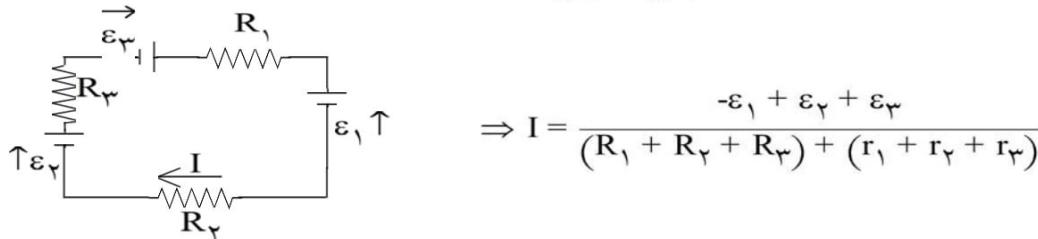
$$\begin{aligned} \varepsilon_T &= n\varepsilon \\ r_T &= nr \end{aligned} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_T}{R + r_T} \Rightarrow I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}$$

-۳۷

## مدار تک حلقه با چند مولد متفاوت

در مداری تک حلقه با چند مولد متفاوت که نیروی محرکه‌هایی در جهت‌های مخالف دارند، برای مدار جریان الکتریکی در یک جهت دلخواه در نظر بگیرید و سپس نیروی محرکه‌ی مولداتی که در جهت جریان جریان الکتریکی هستند با علامت مثبت و آنهایی که در خلاف جهت جریان الکتریکی می‌باشند را با علامت منفی در رابطه‌ی زیر بکار ببرند.

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R + \sum r} \leftarrow \text{شدت جریان الکتریکی در مدار تک حلقه}$$



$$I = \frac{-\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{(R_1 + R_2 + R_3) + (r_1 + r_2 + r_3)}$$

اگر در ابظه‌ی بالا  $I$  مثبت محاسبه شود یعنی جهت جریان الکتریکی انتخاب شده درست است و اگر منفی محاسبه گردد یعنی اندازه آن درست است اما جهت آن مخالف جهت انتخاب شده می‌باشد.

-۳۸

## تغییر پتانسیل در عبور از یک مقاومت

اگر از یک مقاومت الکتریکی در جهت جریان الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه  $RI$  کاهش می‌باید و اگر در خلاف جهت جریان الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه  $RI$  افزایش خواهد یافت.

## توان یک مولد

-۳۹

انرژی الکتریکی تولید شده توسط یک مولد (انرژی ذخیره شده توسط آن) طبق رابطه‌ی  $\varepsilon = U = \varepsilon It$  قابل محاسبه است که قسمتی از این انرژی در مقاومت درونی خود مولد به گرما تبدیل می‌شود.

توان تولیدی  $\varepsilon It$   $\Rightarrow U = \varepsilon It$  از انرژی الکتریکی

$$U = rI^2 t \Rightarrow P_r = rI^2$$

$$U = \varepsilon It - rI^2 t \Rightarrow P' = \varepsilon I - rI^2$$

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۴۰

با تغییر مقاومت خارجی متصل به یک مولد و در نتیجه تغییر جریان الکتریکی گرفته شده از مولد، توان خروجی مولد تغییر می‌کند که به ازای  $I$  و  $R$  معینی، توان خروجی مولد به بیشترین مقدار می‌رسد.

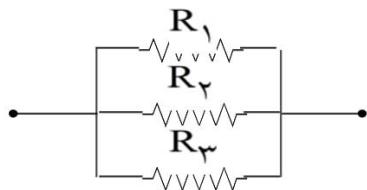
$$I = \frac{\epsilon}{R + r} \rightarrow R = r$$

$$I = \frac{\epsilon}{\frac{r}{2}} \rightarrow V = \epsilon - Ir$$

به هم بستن مقاومت‌ها

-۴۱

## مقاومت معادل موازی



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

حالات خاص: دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  موازی شوند.

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

حالات خاص:  $n$  مقاومت مشابه موازی شوند.

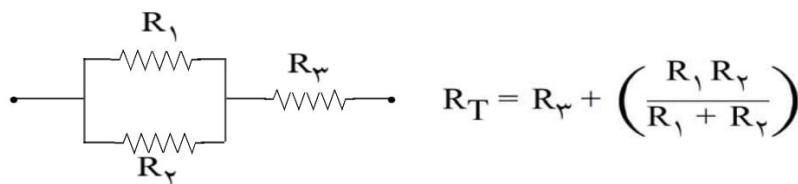
$$R_T = \frac{R}{n}$$

## مقاومت معادل سری

حالات خاص:  $n$  مقاومت مشابه متوالی شوند.

$$R_T = nR$$

مثال :



$$R_T = R_3 + \left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



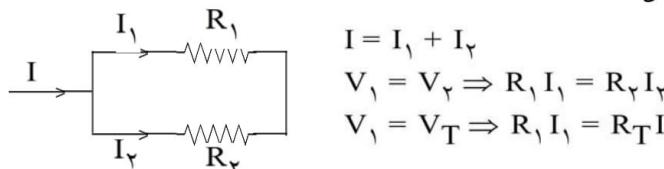
## جریان و اختلاف پتانسیل در مقاومت‌های موازی و متوالی

-۴۲

## موازی

۱- اختلاف پتانسیل مقاومت‌های موازی با یکدیگر برابر است.

۲- شدت جریان الکتریکی بین مقاومت‌های موازی متناسب با عکس مقاومت تقسیم می‌شود در نتیجه از شاخه‌ی با مقاومت کوچک‌تر شدت جریان بیشتری عبور می‌کند.

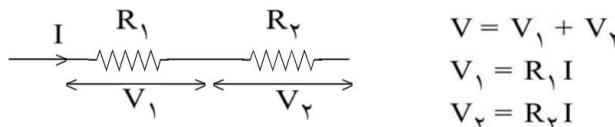


در شکل بالا، اگر  $R_1 = 3R_2$  باشد در این صورت  $I_1 = \frac{1}{3}I_2$  خواهد بود (تقسیم شدت جریان متناسب با معکوس اندازه مقاومت‌ها)

## متوالی

۱- شدت جریان در مقاومت‌های متوالی با یکدیگر برابر است.

۲- اختلاف پتانسیل بین مقاومت‌های متوالی متناسب با اندازه مقاومت تقسیم می‌شود در نتیجه در دو سر مقاومت کوچک‌تر، اختلاف پتانسیل کم‌تر ایجاد می‌شود.

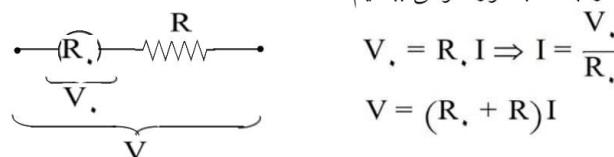


در شکل بالا، اگر  $R_1 = 3R_2$  باشد در این صورت  $V_1 = 3V_2$  خواهد بود (تقسیم ولتاژ متناسب با اندازه مقاومت‌ها)

## افزایش حدود اندازه‌گیری ولت‌سنج

-۴۳

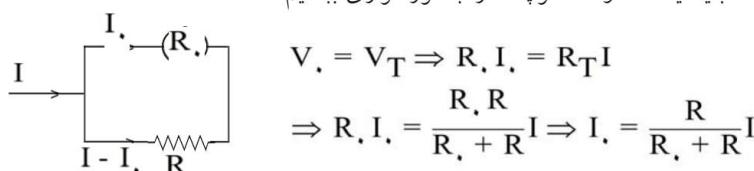
برای تبدیل یک ولت‌سنج به مقاومت درونی  $R_\cdot$  که حداکثر ولتاژ  $V_\cdot$  را اندازه‌گیری می‌کنند. به ولت‌سنجی که ولتاژ بالاتری را اندازه‌گیری کند باید یک مقاومت بزرگ را با آن به طور متوالی بیندیم.



## افزایش حدود اندازه‌گیری آمپرسنج

-۴۴

برای تبدیل یک آمپرسنج به مقاومت درونی  $R_\cdot$  که حداکثر شدت جریان  $I_\cdot$  را اندازه‌گیری می‌کند. به آمپرسنجی که شدت جریان بالاتری را اندازه‌گیری کند باید یک مقاومت کوچک را به طور موازی بیندیم.

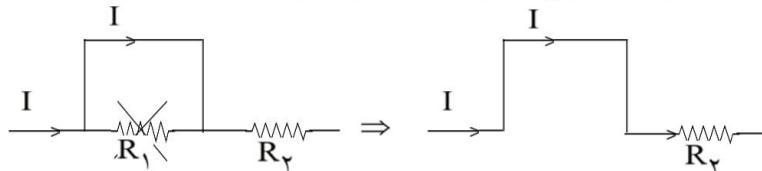


## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



-۴۵ کاربرد سیم اتصال کوتاه در مدارهای الکتریکی  
اگر یک سیم بدون مقاومت به دو سر یک مقاومت الکتریکی متصل شود، آن مقاومت را از مدار حذف می‌کند.



-۴۶ - نکته: یک سیم بدون مقاومت الکتریکی که دو نقطه از مداری را به یکدیگر وصل می‌کند باعث می‌شود که پتانسیل الکتریکی آن دو نقطه با یکدیگر برابر شود. لذا با قرار دادن دو نقطه بر یکدیگر می‌توان شکل ساده‌تری از مدار را به دست آورد.



## انرژی الکتریکی مصرفی در مجموعه‌ی مقاومت‌ها

-۴۷

مناسب‌ترین رابطه برای مقایسه‌ی توان الکتریکی مصرفی (توان گرمایی) در مقاومت‌ها رابطه‌ی  $P = RI^2$  است، اما اگر دو مقاومت الکتریکی موازی باشند، رابطه‌ی  $P = \frac{V^2}{R}$  نیز برای مقایسه‌ی توان الکتریکی مصرفی آن‌ها مناسب خواهد بود.

$$\frac{R_1}{R_2} = 3 \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I^2 \\ P_2 = R_2 I^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = 3$$

$$\frac{R_1}{R_2} = 3 \Rightarrow \begin{cases} P_1 = \frac{V^2}{R_1} \\ P_2 = \frac{V^2}{R_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 3\Omega & R_2 &= 9\Omega & 2I \\ R_2 &= 18\Omega & R_3 &= 18\Omega & I \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I_1^2 = 3(3I)^2 = 27I^2 \\ P_2 = R_2 I_2^2 = 9(2I)^2 = 36I^2 \\ P_3 = R_3 I_3^2 = 18I^2 \end{cases} \Rightarrow P_3 < P_1 < P_2$$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_2 \times 9 = I_3 \times 18 \Rightarrow I_2 = 2I_3$$

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

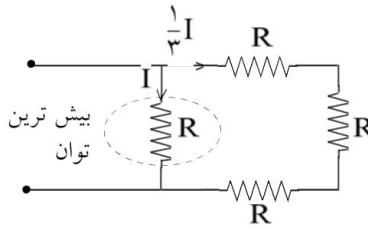


-۴۸

اگر چند مقاومت الکتریکی مشابه در مدار قرار داشته باشند همواره مقاومتی که بیشترین شدت جریان الکتریکی از آن می‌گذرد، بیشترین توان الکتریکی را به مصرف می‌رساند. در مسئله‌هایی که بیشترین توان الکتریکی مقاومت‌های مشابه معلوم است ابتدا معین کنید که کدام مقاومت الکتریکی بیشترین توان را خواهد داشت (همان مقدار مشخص شده در مسئله) و سپس با محاسبه‌ی مقاومت‌های باقیمانده، توان الکتریکی آن‌ها را نیز معلوم کنید.

$$\text{حداکثر توان مصرفی مقاومت} = P' = R I'^2 = 3R \left(\frac{1}{3}I\right)^2 = \frac{1}{3}RI^2$$

$$\text{توان مصرفی در کل مدار } P_T = P + P'$$



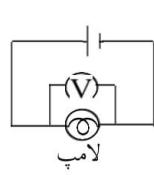
-۴۹

روی هر مصرف کننده‌ی الکتریکی توسط کارخانه‌ی سازنده مقدار بیشترین ولتاژ (ولتاژ اسمی  $V_S$ ) و بیشترین توان مصرفی (توان اسمی  $P_S$ ) نوشته می‌شود که با داشتن ولتاژ اسمی و توان اسمی، مقاومت الکتریکی یک مصرف کننده قابل محاسبه است.

$$\text{للتاز دو سر لامپ} \quad V_S, P_S \quad V = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P_S = \frac{V_S^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_S^2}{P_S}$$

-۵۰- نکته : وقتی چند لامپ برای کار با برق شهر ساخته شده‌اند ( $V_S$  یکسان)، لامپی که روی آن توان اسمی بیشتری نوشته شده است مقاومت الکتریکی کوچک‌تری دارد.

-۵۱- نکته: اگر یک لامپ به ولتاژ اسمی اش  $V_S$  وصل شود توان  $P_S$  را مصرف می‌کند و اگر به ولتاژ بالاتر از  $V_S$  وصل شود می‌سوزد و چنانچه به ولتاژی کمتر از  $V_S$  وصل گردد، توان مصرفی آن نیز متناسب با  $\frac{V^2}{V_S}$  کمتر از  $P_S$  خواهد بود.



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

$$P_S = \frac{V_S^2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_S} = \left(\frac{V}{V_S}\right)^2$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



-۵۲- توان مصرفی کل لامپ‌های موازی متصل به برق شهر  
چنانچه چند لامپ به طور موازی به یک دیگر بسته شده و مجموعه را به برق شهر (به ولتاژ  $V_S$ ) وصل کنیم، ولتاژ دو سر هر لامپ برابر  $V_S$  بوده و هر لامپ توان اسمی  $P_S$  را مصرف می‌کند. در نتیجه:  

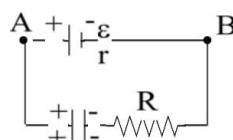
$$P_T = P_{1S} + P_{2S} + P_{3S} + \dots$$

-۵۳- توان مصرفی کل لامپ‌های متوالی به برق شهر  
اگر لامپ‌ها به طور متوالی به یکدیگر بسته شده و مجموعه را به ولتاژ  $V_T$  وصل کنیم با محاسبه مقاومت کل مدار، توان الکتریکی کل لامپ‌ها قابل محاسبه است.

$$P_T = \frac{V_T^2}{R_T} = \frac{V_T^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V_T^2}{\frac{V_S^2}{P_1} + \frac{V_S^2}{P_2} + \frac{V_S^2}{P_3}}$$

## اتصال مقاومت و خازن در مدار

-۵۴- (الف) خازن در شاخه‌ی اصلی باشد  
اگر خازن در شاخه‌ی اصلی مدار قرار گرفته باشد، پس از پرشدن خازن، جریان مدار قطع می‌شود. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن با نیروی محرکه‌ی مولد برابر می‌شود.

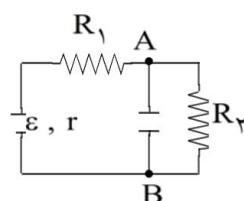


$$q = CV \quad (\text{خازن } V = \epsilon)$$

در این شکل پس از پرشدن خازن، جریان مدار صفر می‌شود. چون جریانی از مقاومت عبور نمی‌کند، عملاً مقاومت در مدار بی‌تأثیر است. در نتیجه ولتاژ خازن با ولتاژ دو سر مولد برابر است.

## اتصال مقاومت و خازن در مدار

-۵۵- (ب) خازن با یکی از اجزای مدار موازی است  
در این حالت با پرشدن جریان اصلی مدار قطع نمی‌شود، ولی جریان شاخه‌ای که خازن در آن قرار دارد، قطع خواهد شد. بنابراین ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ آن قسمت از مدار که با خازن موازی است، برابر می‌گردد. مثلاً در شکل زیر ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ دو سر مقاومت  $R_2$  برابر است.



$$q = CV \quad (\text{خازن } V = IR_2)$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

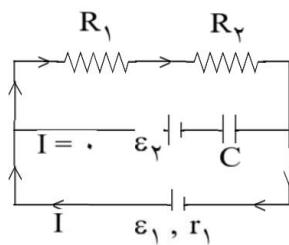
## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



## اتصال مقاومت و خازن در مدار

-۵۶

پ) خازن در شاخه‌ی اصلی نباشد و با هیچ جزیی نیز موازی نباشد  
در این حالت ولتاژ دو سر خازن را  $V_C$  فرض می‌کیم و با حرکت روی حلقه‌ای از مدار که شامل خازن نیز می‌شود،  
تغییر اختلاف پتانسیل‌های حلقه را می‌نویسیم. در شکل زیر در شاخه‌ای که خازن است، شدت جریان برابر صفر  
می‌باشد.



$$I = \frac{\epsilon_1}{(R_1 + R_2) + r_1}$$

$$\text{حلقه‌ی بالا} : V_C - IR_1 - IR_2 + E_1 = 0 \Rightarrow V_C = ?$$

## قانون‌های کیرشهف

-۵۷

قانون شدت جریان‌ها: مجموع جریان‌های که به هر گره (یعنی نقطه‌ای که اجزای مدار در آن نقطه به هم متصل شده‌اند) می‌رسند برابر مجموع جریان‌هایی است که از آن نقطه خارج می‌شوند.

خروجی  $I = I$  ورودی

قانون اختلاف پتانسیل‌ها: در هر حلقه یا هر مدار بسته، مجموع جبری اختلاف پتانسیل‌ها صفر است.  
 $\sum V = 0$  حلقه

## تحلیل مدار

-۵۸

اگر  $n$  شاخه در مدار وجود داشته باشد، برای حل مدار به  $n$  معادله نیاز داریم.

(الف) ابتدا برای هر شاخه، جریانی در جهت دلخواه انتخاب می‌کنیم و قانون شدت جریان‌ها را برای هر گره می‌نویسیم.

(ب) قانون اختلاف پتانسیل را برای هر حلقه (مسیر بسته) می‌نویسیم و با داشتن  $n$  معادله، جریان‌های هر شاخه را به دست می‌آوریم.

اگر جریان الکتریکی عددی منفی به دست آید جهت آن برعکس جهت انتخاب شده است.

## -۵۹- فروشکست

اگر بار الکتریکی خازن از مقدار معینی بیشتر شود، یک میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه ایجاد می‌شود. این میدان الکتریکی باعث می‌شود که دی الکتریک بین دو صفحه به طور موقت رسانا شود. در اثر این پدیده خازن تخلیه می‌شود. این پدیده را فروشکست دی الکتریک می‌نامند. پدیده‌ی فروشکست باعث تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک و سوختن خازن می‌شود.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



۶۰- عوامل موثر در مقاومت رسانای فلزی

مقاومت یک رسانای فلزی در دمای ثابت به طول، سطح مقطع و جنس آن بستگی دارد.

رابطه‌ی زیر بستگی مقاومت را به سه عامل مذکور بیان می‌کند.

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

در این رابطه  $\rho$  مقاومت ویژه بر حسب اهمتر ( $\Omega m$ )،  $L$  طول رسانا بر حسب متر (m) و  $A$  مساحت سطح مقطع سیم بر حسب متر مربع ( $m^2$ ) می‌باشد.

۶۱- اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی

در رساناهای فلزی افزایش دما سبب افزایش مقاومت ویژه و در نتیجه افزایش مقاومت رسانا می‌شود. اگر افزایش دما زیاد نباشد مقاومت ویژه جسم با رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$K^{-1} \Delta\theta$  میزان افزایش دما بر حسب کلوین (یا درجه سیلیسیوس) است و  $\alpha$  ضریب دمایی مقاومت ویژه بر حسب (بر کلوین) می‌باشد. پس مقدار  $R_2$  نیز با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

۶۲- شدت جریان متوسط

بار شارش شده شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط گویند.

شدت جریان متوسط از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

یکای شدت جریان آمپر نام دارد. در این رابطه  $\Delta t$  بر حسب ثانیه و  $\Delta q$  بر حسب کولن است.

۶۳- جریان مستقیم

اگر در تمام بازه‌های زمانی شدن جریان متوسط ثابت بماند، جریان را مستقیم می‌نامیم. در شدت جریان مستقیم شدت جریان لحظه‌ای و شدت جریان متوسط برابر است. در این صورت رابطه‌ی شدت جریان به شکل زیر تبدیل می‌شود.

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

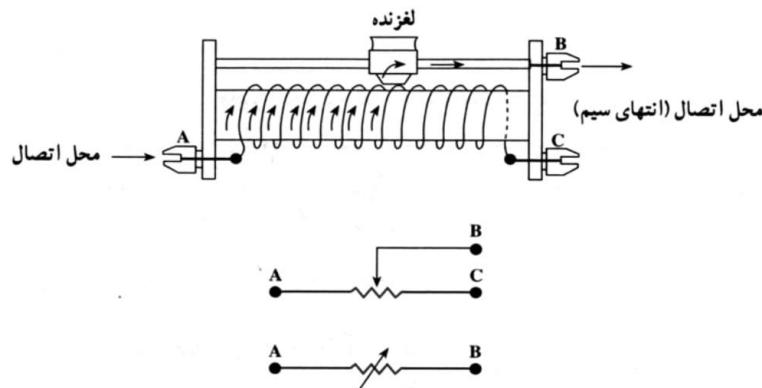
## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



## ۶۴- مقاومت متغیر

مقاومت متغیر وسیله‌ای برای تنظیم و کنترل شدت جریان در یک مدار می‌باشد. نوعی از آن موسوم به رئوستا از یک سیم بالا مانند تنگستن ساخته می‌شود که دور یک استوانه‌ای نارسانا پیچیده می‌شود. لغزندۀای روی سیم قرار دارد که با حرکت آن می‌توان هر قسمت از مدار را که نیاز است در مدار قرار داد.



بعضی مواقع برای تولید مقاومت متغیر از جعبه مقاومت استفاده می‌شود.

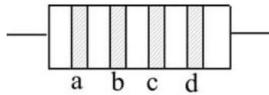
## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری



۶۵- کد رنگی مقاومت‌ها

برای تعیین مقدار مقاومت ساخته به جای نوشتن مقدار مقاومت از ۴ نوار رنگی روی آن استفاده می‌شود. هر رنگ نماینده‌ی یک عدد است.



دو نوار اول و دوم از سمت چپ رقم‌های اول و دوم مقاومت را مشخص می‌کنند. نوار سوم تعیین کننده‌ی تعداد صفرهای مقابل این دو رقم است و نوار چهارم نیز درصد خطای مقاومت را مشخص می‌کند.  
جدول زیر عده‌های مربوط به هر رنگ را مشخص می‌کند.

رنگ	عدد
سیاه	۰
قهوه‌ای	۱
قرمز	۲
نارنجی	۳
زرد	۴
سبز	۵
آبی	۶
بنفش	۷
سفید	۹

تذکر: رنگ‌های خاکستری و سفید در نوار سوم ظاهر نمی‌شوند.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۱- بار ذخیره شده در باتری‌های اتومبیل را معمولاً با آمپر-ساعت مشخص می‌کنند. منظور از این اصطلاح بیشینه‌ی بار الکتریکی است که در باتری ذخیره می‌شود. اگر بار الکتریکی باتری یک اتومبیل ۶۰ آمپر ساعت باشد و در مدت ۱۰ ساعت از آن جریان بگیریم، شدت جریان متوسط را برآورد کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta q = 60 \\ \Delta t = 10 \\ \bar{I} = \frac{q}{t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{60}{10} = 6 \text{ A} \end{array} \right. \quad \text{شدت جریان متوسط مدار برابر } 6 \text{ آمپر می‌باشد.}$$

۲- طول و قطر سیم مسی A به ترتیب دو برابر قطر و طول سیم مسی B است. مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho}{\rho} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{\pi r_B^2}{\pi r_A^2} \\ \frac{R_A}{R_B} = 1 \times \frac{2}{1} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \end{array} \right.$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

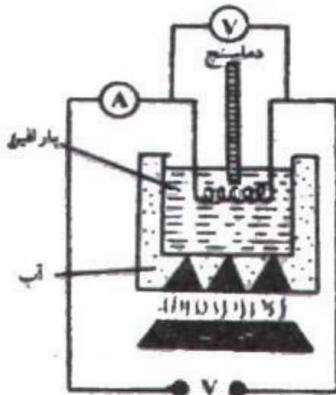
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۳- آزمایشی برای اندازه‌گیری مقاومت ویژه‌ی فلز طراحی کنید و توضیح دهید که چگونه می‌توانید دقیق‌تر اندازه‌گیری را افزایش دهید.

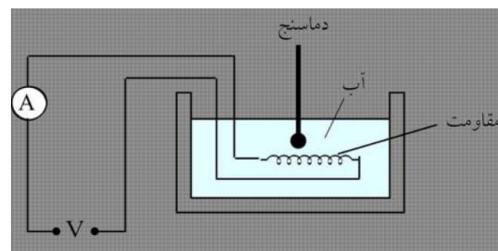
در شکل مقابل قطعه‌ی رسانایی را که می‌خواهیم مقاومت ویژه‌ی آن را اندازه‌گیری کنیم، داخل ظرف حاوی پارافین قرار می‌دهیم و دو سر آن را به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل می‌کنیم و شدت جریان مدار را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس با داشتن طول رسانا و سطح مقطع رسانا از رابطه‌ی  $R = \rho \frac{L}{A}$  مقاومت ویژه‌ی رسانا را در دمای صفر و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری می‌کنیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} V = ۱۲V \\ I = ۰/۳ \\ R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{۱۲}{۰/۳} = ۴۰\Omega \end{array} \right. \text{ مقاومت رسانا } ۴۰\Omega$$



$$\left\{ \begin{array}{l} R = \rho \frac{L}{A} \\ A = ۰/۱ mm^2 = ۱۰^{-۷} m^2 \\ L = ۴m \\ R = ۴۰\Omega \\ \Rightarrow ۴۰ = \rho \frac{L}{A} = \rho \times \frac{۴}{۱۰^{-۷}} \\ \Rightarrow ۴۰ \times ۱۰^۷ = ۴۰ \Rightarrow \rho = ۱۰^{-۶} \Omega.m \end{array} \right.$$

۴- آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوان درستی رابطه‌ی  $U = RI^2 t$  را تحقیق کرد.



در ظرفی مقدار ۴ لیتر آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و یک گرم کن با مقاومت  $۲۰۰\Omega$  را داخل آب قرار می‌دهیم. اگر تبادل گرمایی با محیط برابر صفر باشد، در مدت ۵ دقیقه آب به جوش می‌آید. مقدار گرمایی که آب دریافت می‌کند، تقریباً برابر مقدار انرژی الکتریکی است که مقاومت آزاد می‌کند. اگر جریان مدار برابر  $۴/۷۵$  آمپر باشد، می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = mc\Delta\theta \\ Q = ۴ \times ۴۲۰۰ \times ۸۰ = ۱/۳۴ \times ۱۰^۶ J \\ U = RI^2 t = ۲۰۰ (۴/۷۵)^2 \times ۳۰۰ = ۱/۳۵ \times ۱۰^۶ J \end{array} \right. \text{ اختلاف ناچیز بین } Q \text{ و } U \text{ به دلیل تبادل گرمایی ناچیز بین گرم کن و محیط است.}$$

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۵- در دو سر یک سیم نیکروم (آلیاژ کروم و نیکل) به طول ۵ متر و سطح مقطع  $4 \times 10^{-6} \text{ میلی متر مربع}$ ، اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت را برقرار کرده‌ایم. در هر نیم ساعت چند کیلوژول انرژی الکتریکی در این سیم به انرژی درونی تبدیل می‌شود؟ مقاومت ویژه‌ی نیکروم  $\Omega \text{m} = 10^{-6}$  است.

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \rho \frac{L}{A} \\ \rho = 10^{-6} \Omega \text{m} \Rightarrow R = 10^{-6} \frac{5}{0.4 \times 10^{-6}} = 12.5 \Omega \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U = RI^2 t = \frac{V^2}{R} \times t \\ U = \frac{(200)^2}{12.5} \times (30 \times 60) \Rightarrow U = 5760 \times 10^6 \text{ J} \end{array} \right.$$

۶- روی یک لامپ الکتریکی رقم‌های  $220 \text{ V}$  و  $100 \text{ W}$  ثبت شده است. انرژی الکتریکی مصرفی این لامپ هنگامی که به ولتاژ  $220$  ولت متصل است، در مدت  $10$  ساعت چند کیلووات ساعت است؟

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{U}{t} \Rightarrow U = Pt \\ P = 100 \text{ W} = 0.1 \text{ kW} \\ t = 10 \text{ h} \Rightarrow U = 0.1 \times 10 = 1 \text{ kWh} \end{array} \right.$$

۷- روی یک لامپ الکتریکی رقم‌های  $220 \text{ V}$  و  $100 \text{ W}$  ثبت شده است. اگر این لامپ به اختلاف پتانسیل  $180$  ولت وصل شود، با فرض ثابت ماندن مقاومت توان مصرفی آن چه قدر می‌شود؟

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 \times \frac{R_1}{R_2} \\ R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{P_2}{100} = \left( \frac{180}{220} \right)^2 \times 1 \Rightarrow P_2 = 67 \text{ W} \end{array} \right.$$

توان مصرفی لامپ به هنگام کار کردن با اختلاف پتانسیل  $180$  ولت و با فرض ثابت ماندن مقاومت آن برابر  $67$  وات خواهد بود.

۸- با استفاده از قانون پایستگی بار، توضیح دهید چرا در مدار تک حلقه شدت جریان در همه‌ی قسمت‌های مدار یکسان است؟

مدار تک حلقه مدار بسته‌ای است که نیروی محرکه‌ی پیل‌ها باعث شارش الکترون‌ها در مدار می‌گردد. الکترون‌های آزاد رسانا در میدان الکتریکی تحت تأثیر میدان الکتریکی شروع به حرکت می‌کنند. این جریان مانند جریان آب در مسیر بسته‌ی مدار حرکت می‌کند و الکترون‌های آزاد از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر جابه‌جا می‌شوند. در این صورت شارش الکترون‌ها از هر مقطع مدار مقدار ثابتی خواهد بود که این اساس پایستگی بار الکتریکی در مدار بسته می‌باشد.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

۹- وقتی باتری اتومبیل فرسوده می‌شود، مقاومت درونی آن افزایش می‌یابد. چرا این باتری نمی‌تواند اتومبیل را روشن کند؟

با فرسوده شدن باتری اتومبیل مقاومت باتری در مقابل جریان بیشتر می‌شود. در این صورت با توجه به رابطه‌ی  $V = Ir$  (افت پتانسیل پیل بیشتر خواهد شد و اختلاف پتانسیل دو سر مدار نمی‌تواند موتور اتومبیل را روشن کند.  $Ir - \epsilon = V$ ) اختلاف پتانسیل دو سر مدار

۱۰- می‌دانیم که نیروی محرکه‌ی یک باتری اتومبیل ۱۲ ولت و نیروی محرکه‌ی هر باتری قلمی  $1/5$  ولت است. به نظر شما، اگر ۸ باتری قلمی را به طور متوالی به هم وصل کنیم (یعنی پایانه‌ی مثبت یکی را به طور پی‌درپی به پایانه‌ی منفی دیگری وصل کنیم) تا نیروی محرکه‌ی کل آنها ۱۲ ولت شود، آیا با این مجموعه می‌توان اتومبیل را روشن کرد؟

خبر؛ زیرا اولاً: باتری‌های قلمی انژی الکتریکی مورد نیاز را ندارند. ثانیاً: باتری‌های قلمی در مقابل جریان زیاد افت پتانسیل زیادی نشان می‌دهند و نمی‌توان به وسیله‌ی آنها موتور اتومبیل را روشن کرد. در واقع مقاومت درونی ۸ باتری قلمی  $1/5$  ولتی از مقاومت درونی یک باتری اتومبیل ۱۲ ولتی بیشتر است.

۱۱- می‌خواهیم تعدادی لامپ ۱۲ ولتی و ۲۶ ولتی را با برق  $180$  ولت روشن کنیم. چند عدد از این لامپ‌ها را به طور متوالی به هم بیندیم تا بدون آن که بسوزند، توان مصرفی هر کدام همان  $26$  وات باشد؟

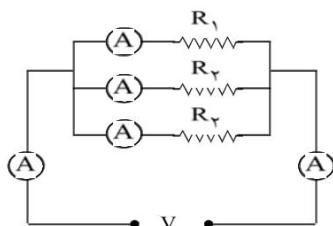
مقاومت لامپ‌ها ثابت و جریانی که از هر لامپ می‌گذرد مقداری ثابت و برابر جریان معادل است، زیرا اتصال لامپ‌ها به صورت متوالی است.

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1} = \frac{26}{12} A$$

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{144}{26} \Omega$$

$$\left. \begin{array}{l} V_2 = nIR \\ V_2 = 180 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow 180 = n \times \frac{26}{12} \times \frac{144}{26} \Rightarrow n = 15$$

۱۲- آزمایشی طراحی کنید که درستی رابطه‌ی  $I = I_1 + I_2 + I_3$  را نشان دهد.



مطابق شکل سه مقاومت را به صورت موازی به هم اتصال می‌دهیم و مجموعه را به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل می‌کنیم. در دو طرف مجموعه آمپرmetرها اعداد ثابتی را نشان می‌دهند که برابر مجموع اعداد نشان داده توسط آمپرmetرهای ۱ و ۲ و ۳ می‌باشد.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



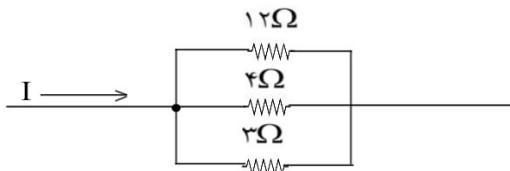
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

۱۳- نشان دهید وقتی دو مقاومت به طور موازی به یکدیگر وصل شوند، نسبت شدت جریان‌های آن‌ها به نسبت وارون مقاومت‌های است.

وقتی دو مقاومت را به صورت موازی به هم اتصال می‌دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر می‌شود.

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \end{array} \right.$$

۱۴- در شکل زیر قسمتی از یک مدار را مشاهده می‌کنید. اگر توان مصرفی در مقاومت ۱۲ اهمی ۳ وات باشد، شدت جریان در مقاومت‌های  $4\Omega$  و  $3\Omega$  و شدت جریان کل چه قدر است؟



ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۱۲ اهمی را به دست می‌آوریم.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = \frac{V^2}{R_1} \\ P_1 = 3W \Rightarrow 3 = \frac{V^2}{12} \Rightarrow V = 6V \end{array} \right.$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است، زیرا اتصال آن‌ها موازی است.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_t = 1/5\Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{6}{12} = 0.5A$$

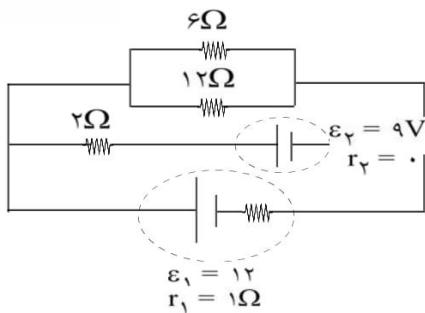
$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{6}{4} = 1.5A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{6}{3} = 2A$$

$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{6}{1/5} = 4A \quad \text{و یا} \quad \left\{ \begin{array}{l} I_t = I_1 + I_2 + I_3 \\ I_t = 0.5 + 1.5 + 2 = 4A \end{array} \right.$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

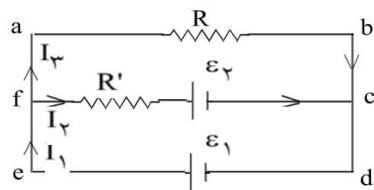
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۱۵- در مدار شکل زیر شدت جریان را در هر شاخه محاسبه کنید.

$$R = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\Omega$$

ابتدا مقاومت معادل دو مقاومت ۶ اهمی و ۱۲ اهمی را به دست می‌آوریم.



الف) در چرخه abdea (جریان ساعتگرد)

$$\begin{cases} V_a - I_3 R + \epsilon_1 - I_1 r_1 = V_a \\ -4I_3 + 12 - I_1 = 0 \Rightarrow I_1 + 4I_3 = 12 \end{cases}$$

ب) در چرخه fcdef (جریان ساعتگرد)

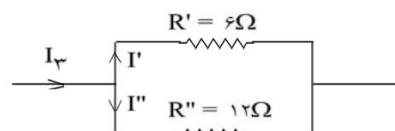
$$\begin{cases} V_f - I_2 R' - \epsilon_2 + \epsilon_1 - I_1 r_1 = V_f \\ -2I_2 - 9 + 12 - I_1 = 0 \Rightarrow I_1 + 2I_2 = 3A \end{cases}$$

در گره f: با توجه به این که  $I_1 = I_2 + I_3$  می‌توان به جای  $I_1$  مقدار قرار داد:

$$\begin{cases} I_1 + 4I_3 = 12 \\ I_1 + 2I_2 = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5I_3 + I_2 = 12 \\ 2I_2 + I_3 = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2 = \frac{3}{14}A \\ I_3 = \frac{33}{14}A \\ I_1 = \frac{36}{14}A \end{cases}$$

جریان در مقاومت‌های موازی  $6\Omega$  و  $12\Omega$  به نسبت عکس مقاومت‌ها می‌باشد.

$$\begin{cases} I_3 = \frac{33}{14} \\ I_2 = \frac{12}{6} = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_6 = \frac{22}{14}A \\ I_{12} = \frac{11}{14}A \end{cases}$$



## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



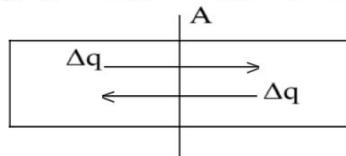
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

۱۶- شارش بار در هر مقطع رسانا را هنگام اعمال میدان الکتریکی در دو سر رسانا و موقع عدم حضور میدان مقایسه کنید. تغییر دما در هریک از این وضعیت‌ها چه اثری بر آهنگ شارش بار دارد؟

وقتی دو سر یک رسانا را به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل می‌کنیم، داخل رسانا میدان الکتریکی ایجاد می‌شود. این میدان الکتریکی بر الکترون‌های آزاد رسانا نیرو وارد کرده و آنها را وادار به حرکت می‌کند، الکترون‌ها در خلاف جهت میدان الکتریکی شروع به حرکت می‌کنند و این اثر، عامل شارش بار الکتریکی در رسانا می‌باشد.



وقتی در رسانا میدان الکتریکی نباشد یعنی رسانا به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل نباشد، الکترون‌های آزاد رسانا به حالت کاتورهای در رسانا حرکت می‌کنند و در هر مقطع تعداد الکترون‌هایی که به سمت چپ می‌روند برابر تعداد الکترون‌هایی است که به سمت راست می‌روند و همواره مقدار بار الکتریکی عبوری از هر مقطع برابر صفر می‌شود.



وقتی دمای رسانا افزایش می‌یابد در حالت اول که رسانا به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل است مشاهده می‌کنیم شارش بارهای الکتریکی از مقطع کمتر می‌شود، زیرا با افزایش دما مقاومت الکتریکی رسانا افزایش می‌یابد. اما در حالتی که رسانا به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل نیست، با افزایش دما سرعت جابه‌جا شدن الکترون‌های آزاد در رسانا بیشتر می‌شود، ولی باز هم مقدار بار الکتریکی عبوری از هر مقطع سیم برابر صفر خواهد بود.

۱۷- مناسب‌ترین ولتسنج برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل در یک مدار چه ویژگی‌ای باید داشته باشد؟ اگر ولتسنج مناسب نباشد، آن‌چه اندازه‌گیری می‌شود با اندازه‌ی واقعی چه تفاوتی دارد؟ سؤال بالا را درمورد آمپرسنج مناسب هم بررسی کنید.

ولتسنج به طور موازی در مدار بسته می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر مدار را اندازه‌گیری می‌کند و نباید از آن جریانی عبور کند، در این صورت ولتسنج ایده‌آل دارای مقاومت الکتریکی بسیار زیادی است که از آن جریانی عبور نمی‌کند. اگر ولتسنج مناسب نباشد، آن جریان الکتریکی عبور می‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر مدار را درست نشان نمی‌دهد. آمپرسنج به طور متواالی در مدار بسته می‌شود و شدت جریان الکتریکی مدار را اندازه‌گیری می‌کند. در این صورت آمپرسنج باید مقاومت الکتریکی بسیار کمی داشته باشد تا در مدار افت پتانسیل ایجاد نکند.

۱۸- قانون اهم رابطه‌ی مقاومت را با شدت جریان و ولتاژ بیان می‌کند  $\frac{V}{I} = R$ . توضیح دهید اگر ولتاژ افزایش یا کاهش باید مقدار  $R$  تغییر می‌کند؟

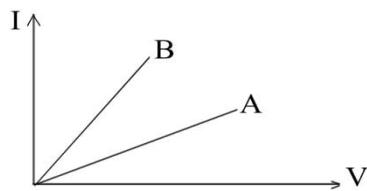
خیر، زیرا مقاومت الکتریکی رسانا با توجه به رابطه  $(R = \frac{\rho L}{A})$ ؛ به مشخصات رسانا بستگی دارد و به اختلاف پتانسیل دو سر رسانا بستگی ندارد. در این صورت افزایش و یا کاهش ولتاژ در مقدار  $R$  تأثیری ندارد.

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

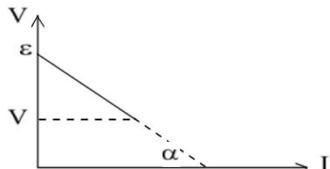


۱۹- شکل زیر نمودار  $V$ - $I$  را برای دو نوع رسانا نشان می‌دهد. مقاومت کدام‌یک بیشتر است؟



در نمودار تغییرات جریان به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت با توجه به رابطه  $I = \frac{V}{R}$ ، شیب نمودار، عکس مقاومت رسانا می‌باشد. در این صورت در شکل فوق هر چه شیب نمودار کمتر باشد، مقاومت رسانا بیشتر است. پس مقاومت رسانای **A** بیشتر از مقاومت رسانای **B** است، زیرا شیب نمودار **A** کمتر از نمودار **B** می‌باشد.

۲۰- نمودار تغییرات ولتاژ دوسر مولد را بر حسب شدت جریانی که از آن می‌گذرد به طور کیفی رسم کنید.



$$V = \epsilon - Ir \quad (\text{با افزایش جریان مقدار } V \text{ کم می‌شود})$$

طبق رابطه‌ی زیر در نمودار  $I$ - $V$  هر چه قدر مطلق شیب نمودار بیشتر باشد، مقاومت درونی پیل بیشتر است.

$$\tan \alpha = \frac{V - \epsilon}{I} = \frac{-Ir}{I} = -r$$

۲۱- لامپ‌های یک درخت زیستی، به طور متواالی متصل شده‌اند. اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، چه اتفاقی می‌افتد؟

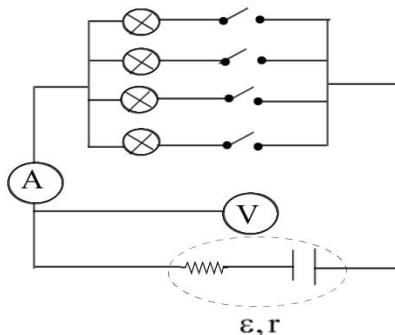
تمام لامپ‌ها خاموش می‌شوند، زیرا در اتصال متواالی هرگاه یکی از لامپ‌ها بسوزد، جریان اصلی قطع می‌شود و تمام لامپ‌ها خاموش می‌شوند.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۲۲- در شکل زیر تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، اعدادی که آمپرسنج و ولتسنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کند؟



در یک مدار وقتی مقاومت‌ها به صورت موازی بسته شوند، مقاومت معادل کم می‌شود. در اینجا وقتی کلیدها را به ترتیب به دنبال هم یکی پس از دیگری می‌بندیم، مقاومت‌ها به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند و هر بار مقاومت معادل کمتر می‌شود که باعث افزایش جریان در مدار اصلی می‌گردد و آمپرسنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد. از طرف دیگر با افزایش جریان در شاخه اصلی با توجه به رابطه زیر افت پتانسیل پیل بیشتر می‌شود و ولتمتر عدد کمتری را نشان می‌دهد.

۲۳- دو مقاومت مساوی  $R$  را یکبار به طور متواالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و آن‌ها را هر بار به ولتاژ  $V$  وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متواالی چه قدر است؟

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{V^2}{R} \\ V = V' \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{R'}{R} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} R' = 2R_1 \\ R = \frac{R_1}{2} \end{array} \right. \quad \text{اتصال متواالی} \quad \text{اتصال موازی} \quad \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{2R_1}{\frac{R_1}{2}} = 4$$

۲۴- سه مقاومت مشابه ۱۲ اهمی را یکبار به طور متواالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می‌کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می‌گذرد؟

$$\left\{ \begin{array}{l} R' = nR_1 = 3 \times 12 = 36\Omega \\ R = \frac{R_1}{n} = \frac{12}{3} = 4\Omega \end{array} \right. \quad \text{(اتصال متواالی)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I' = \frac{V}{R'} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}A \\ I = I_1 = I_2 = I_3 = \frac{1}{3}A \end{array} \right. \quad \text{(اتصال موازی)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3A \\ I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3} = \frac{3}{3} = 1A \end{array} \right. \quad \text{(جریان در اتصال متواالی)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3A \\ I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3} = \frac{3}{3} = 1A \end{array} \right. \quad \text{(جریان در اتصال موازی)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3A \\ I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3} = \frac{3}{3} = 1A \end{array} \right. \quad \text{(جریان در اتصال موازی)}$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

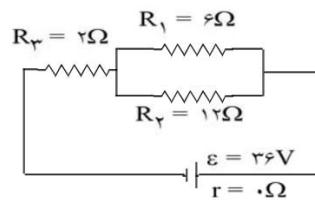
۲۵- دو مقاومت موازی ۶ اهمی و ۱۲ اهمی به طور متوالی به یک مقاومت ۲ اهمی وصل شده است. در این حال، شبکه را به دو سر یک باتری ۳۶ ولتی با مقاومت داخلی ناچیز می‌بندیم. توان مصرفی را در مقاومت ۶ اهمی محاسبه کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} R = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ R = 2 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 6\Omega \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon}{R} \quad (\text{جریان معادل}) \\ \varepsilon = 36V \Rightarrow I = \frac{36}{6} = 6A \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 = V_{12} = IR_1 = IR_2 = IR_1 \\ R_1 = 4\Omega \Rightarrow V_{12} = 6 \times 4 = 24V \Rightarrow V_1 = V_2 = V_{12} = 24V \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} \\ V_1 = 24V \Rightarrow P_1 = \frac{24^2}{6} = 96W \end{array} \right.$$



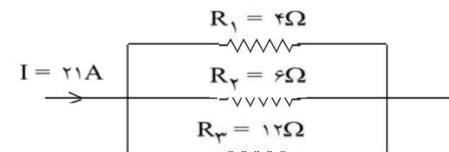
توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی برابر ۹۶ وات است.

۲۶- از مقاومت‌های موازی  $4\Omega$ ،  $6\Omega$  و  $12\Omega$  ۲۱A جریان کل عبور می‌کند. جریان عبوری از مقاومت  $6\Omega$  چقدر است؟  
ابتدا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ \frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R = 2\Omega \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V = IR \\ I = 21A \Rightarrow V = 21 \times 2 = 42V \\ V_1 = V_2 = V_3 = V = 42V \end{array} \right. \quad \text{اختلاف پتانسیل معادل}$$

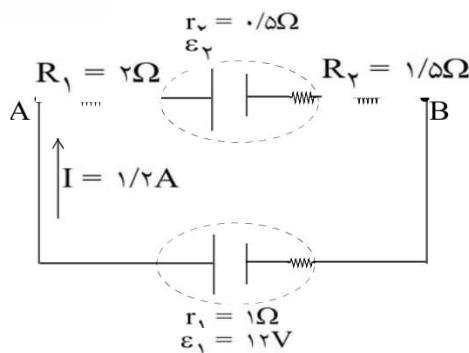
$$\left\{ \begin{array}{l} I_2 = \frac{V_2}{R_2} \\ R_2 = 6\Omega \Rightarrow I_2 = \frac{42}{6} = 7A \end{array} \right.$$



از مقاومت ۶ اهمی جریان ۷ آمپر عبور می‌کند.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



با توجه به این که در مدار شکل زیر شدت جریان در جهت نشان داده شده  $1/2$  آمپر است؛ به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

-۲۷- نیروی محرکه‌ی  $\epsilon_2$  و  $V_A - V_B$  چه قدر است؟

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \\ I = 1/2A \Rightarrow 1/2 = \frac{12 - \epsilon_2}{1/5 + 2 + 1 + 0.5} \Rightarrow \epsilon_2 = 6V \end{array} \right.$$

با مشخص کردن نقاط A و B بر روی شکل داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_A - IR_1 - \epsilon_2 - Ir_2 - IR_2 = V_B \\ V_A - V_B = 1/2 \times 2 + 6 + 1/2 \times 0.5 + 1/2 \times 1/5 = 10.8V \end{array} \right.$$

-۲۸- انرژی مصرف شده در  $R_1$  و  $R_2$  را در مدت ۵ ثانیه حساب کنید.

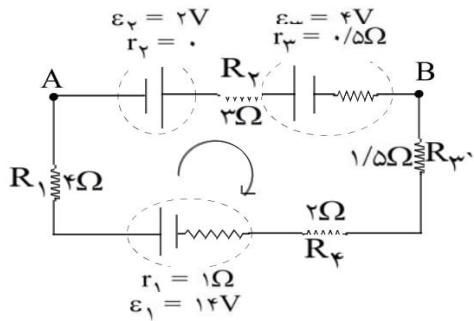
$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = R_1 I^2 t \\ R_1 = 2\Omega \Rightarrow U_1 = 2 \times (1/2)^2 \times 5 \Rightarrow U_1 = 14/4J \\ U_2 = R_2 I^2 t \\ R_2 = 1/5\Omega \Rightarrow U_2 = 1/5 \times (1/2)^2 \times 5 \Rightarrow U_2 = 10/8J \end{array} \right.$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۲۹- در مدار شکل زیر، شدت جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B را محاسبه کنید.

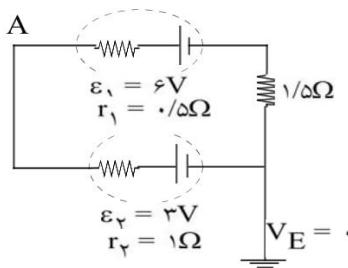


$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r_1 + r_2 + r_3} \\ I = \frac{12 + 2 - 4}{4 + 2 + 0.5 + 1 + 1 + 2 + 0.5} \Rightarrow I = 1A \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_A + \varepsilon_2 - IR_2 - \varepsilon_3 - Ir_3 = V_B \\ V_A + 2 - 1 \times 2 - 4 - 1 \times 0.5 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = +5/5V \end{array} \right.$$

اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر  $5/5$  ولت است.

۳۰- در شکل زیر پتانسیل نقطه‌ی A را محاسبه کنید.



ابتدا جریان الکتریکی در مدار را به دست می‌آوریم.

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \\ I = \frac{6 - 3}{1/5 + 0.5 + 1} = 1A \end{array} \right.$$

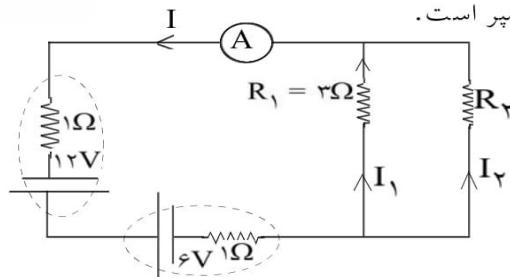
$$\left\{ \begin{array}{l} V_A - Ir_2 - \varepsilon_2 = V_E \\ V_E = 0 \Rightarrow V_A - 1 \times 1 - 3 = 0 \Rightarrow V_A = 4 \end{array} \right.$$

پتانسیل نقطه A برابر ۴ ولت است.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

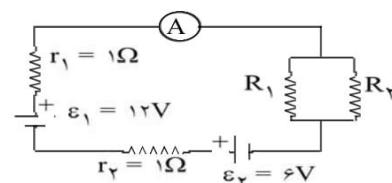


۳۱- شدت جریانی که آمپرسنچ در مدار شکل زیر نشان می‌دهد، برابر ۲ آمپر است.

الف- مقاومت  $R_2$  را به دست آورید.

ب- توان مصرفی هر یک از دو مقاومت را حساب کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \\ I = 2A \Rightarrow 2 = \frac{12 - 6}{R + 1 + 1} \Rightarrow R = 1\Omega \\ R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ R_1 = 3\Omega \Rightarrow 1 = \frac{3 \times R_2}{3 + R_2} \Rightarrow R_2 = 1/5\Omega \end{array} \right.$$



ب) برای محاسبه توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها را به دست می‌آوریم.

$$\left\{ \begin{array}{l} V = V_1 = V_2 = IR = I_1 R_1 = I_2 R_2 \\ V = IR \Rightarrow V = 2 \times 1 = 2V \Rightarrow V_1 = V_2 = V = 2V \\ I = 2A \end{array} \right.$$

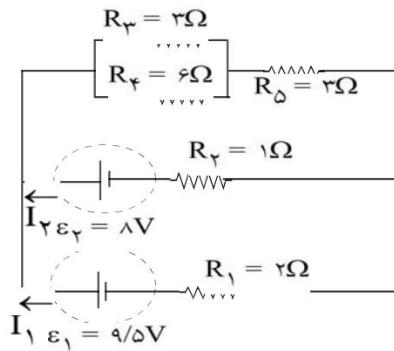
$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = \frac{V^2}{R_1} = \frac{2^2}{3} = \frac{4}{3}W \\ P_2 = \frac{V^2}{R_2} = \frac{2^2}{1/5} = \frac{10}{3}W \end{array} \right.$$

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۳۲- در مدار شکل زیر، شدت جریان در هر باتری و توان مصرفی کل مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  و  $R_5$  را به دست آورید.



ابتدا مقاومت معادل سه مقاومت  $R_3$  و  $R_4$  و  $R_5$  را به دست می‌آوریم.

$$\left\{ \begin{array}{l} R' = R_5 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \\ R' = 3 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 5\Omega \end{array} \right.$$

abdea چرخه  $\left\{ \begin{array}{l} V_a - I_3 R' - I_1 R_1 + \varepsilon_1 = V_a \\ -I_3 \times 5 - I_1 \times 2 + 9/5 = 0 \Rightarrow 5I_3 + 2I_1 = 9/5 \end{array} \right.$

abcfa چرخه  $\left\{ \begin{array}{l} V_a - I_3 R' - I_2 R_2 + \varepsilon_2 = V_a \\ -I_3 \times 5 - I_2 \times 1 + 8 = 0 \Rightarrow 5I_3 + I_2 = 8 \end{array} \right.$

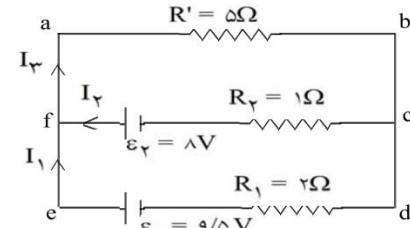
f:  $I_3 = I_1 + I_2$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 5I_3 + 2I_1 = 9/5 \\ 5I_3 + I_2 = 8 \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 5(I_1 + I_2) + 2I_1 = 9/5 \\ 5(I_1 + I_2) + I_2 = 8 \end{array} \right.$$

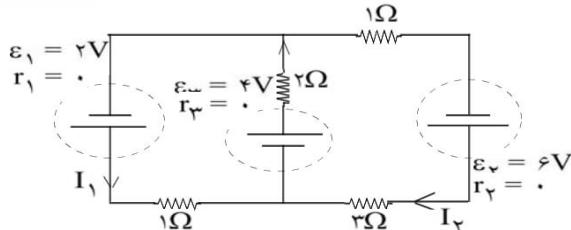
$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 5I_1 + 5I_2 = 9/5 \\ 5I_1 + 6I_2 = 8 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_1 = 1A \\ I_2 = 0.5A \Rightarrow I_3 = 1.5A \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{array} \right.$$

برای محاسبه‌ی توان مصرفی کل مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  و  $R_5$  چنین می‌نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} P = RI_3^2 \\ R' = 5\Omega \Rightarrow P = 5 \times (1.5)^2 = 11.25W \end{array} \right.$$



مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

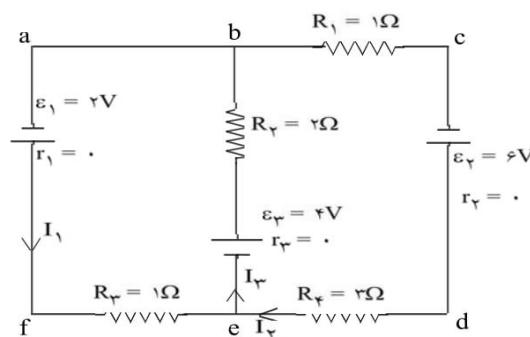
جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری۳۳- در مدار شکل زیر جریان  $I_1$  چند آمپر است؟

abefa چرخه  $\left\{ \begin{array}{l} V_a + \epsilon_1 - I_1 R_3 + \epsilon_3 - I_3 R_2 = V_a \\ 2 - I_1 + 4 - 2I_3 = . \\ \Rightarrow I_1 + 2I_3 = 6 \end{array} \right.$

bcdcb چرخه  $\left\{ \begin{array}{l} V_b - I_2 R_1 + \epsilon_2 - I_2 R_4 + \epsilon_4 - I_4 R_2 = V_b \\ -I_2 + 6 - 2I_2 + 4 - 2I_4 = . \\ \Rightarrow 4I_2 + 2I_4 = 10 \Rightarrow 2I_2 + I_4 = 5 \end{array} \right.$

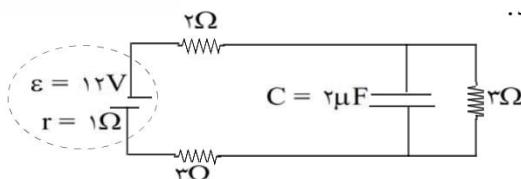
$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 + 2I_3 = 6 \\ 2I_2 + I_4 = 5 \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_1 + 2(I_1 + I_2) = 6 \\ 2I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 3I_1 + 2I_2 = 6 \\ I_1 + 3I_2 = 5 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{1}{5}A \\ I_2 = \frac{9}{5}A \end{array} \right.$$



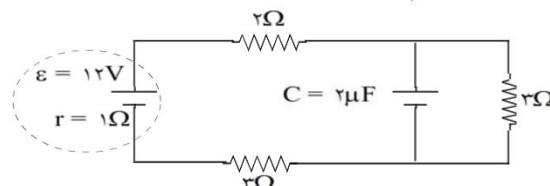
## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

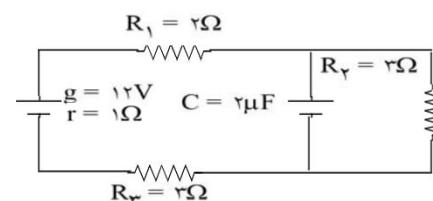


۳۴- در شکل زیر، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن  $C$  را محاسبه کنید.

اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $R_2 = 2\Omega$  می‌باشد. ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر  $R_2$  را به دست می‌آوریم.



$$\begin{cases} I = \frac{\epsilon}{R + r} \\ R = 2 + 2 + 2 = 6\Omega \\ V_r = IR_r \\ R_r = 2\Omega \Rightarrow V_r = \frac{4}{3} \times 2 = 4V \Rightarrow V_r = V_C = 4V \\ q = CV = 2 \times 4 = 8\mu C \\ U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times (4)^2 \Rightarrow U = 1/6 \times 10^{-5} J \end{cases}$$



در شکل زیر تصویر چند نوع باتری آمده است.



با استفاده از شکل به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.  
۳۵- علاوه بر این باتری‌ها، باتری‌های دیگری را که می‌شناسید، نام ببرید.

باتری‌های کتابی، رایانه، ساعت و غیره

۳۶- باتری‌های معرفی شده را از نظر ولتاژ، طول عمر، شارژپذیری و ... در گروه خود مقایسه کنید و نتیجه را به صورت یک جدول تنظیم کنید.

باتری‌های رایانه قابل شارژ هستند ولی باتری‌های کتابی، ساعت و ... این قابلیت را ندارند. همچنین نسبت به سایر موارد ولتاژ و طول عمر بیشتری دارند.

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



۳۷- فهرستی از وسیله‌های الکتریکی را که در منزل دارید مانند لامپ، اتو، پنکه، یخچال، تلویزیون و ... در جدول زیر ثبت کنید و در هر مورد بنویسید که انرژی الکتریکی به چه نوع انرژی تبدیل می‌شود.

وسیله	انرژی	نورانی	مکانیکی	صوتی	دروندی	گرمایی
لامپ						
اتو						
پنکه						
یخچال						
تلویزیون						
.....						

وسیله	انرژی	نورانی	مکانیکی	صوتی	دروندی	گرمایی
لامپ					X	
اتو						
پنکه		X	X			
یخچال		X				
تلویزیون		X			X	
ضبط صوت		X				

۳۸- آیا می‌توانید با توجه به آنچه که در مورد مقاومت الکتریکی یک رسانا فرا گرفته‌اید توضیح دهید که چگونه شارش بار الکتریکی در یک رسانا باعث افزایش دمای رسانا می‌شود؟

این عمل باعث ایجاد جریان الکتریکی می‌شود، سپس انرژی الکتریکی تلف شده در مقاومت به دلیل عبور جریان از آن، به صورت افزایش دما در آن ظاهر می‌شود، در واقع بار الکتریکی با دریافت انرژی از مولد در رسانا شارش کرده و در مسیر خود با اتم‌های در حال نوسان رسانا برخورد می‌کند و انرژی خود را از دست می‌دهند که باعث گرم شدن رسانا می‌شود.

۳۹- برای محاسبه‌ی توان یک مقاومت کدام‌یک از رابطه‌های  $P = RI^2$  و  $P = VI$  را به کار ببریم؟ آیا می‌توانید رابطه‌ی دیگری برای توان الکتریکی بنویسید؟

$$P = VI = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

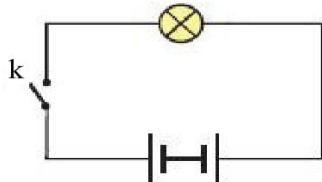
هر دو

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

-۴۰- در مدار شکل زیر باتری‌ها مشایله و قطب‌های همنام آن به یکدیگر وصل شده‌اند. توضیح دهید با بستن کلید  $k$  چه اتفاقی می‌افتد.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{4 - 4}{R} = 0$$

دو باتری یکدیگر را خنثی کرده و لامپ روشن نمی‌شود.

-۴۱- الف) کدام یک از توان‌های  $W$ ،  $60W$ ،  $250W$ ،  $850W$  و  $3/5kW$  برای وسیله‌های زیر مناسب است:

- ۱- کتری برقی.
- ۲- لامپ چراغ مطالعه.
- ۳- اتو برقی.

برای بررسی درستی پاسخ خود می‌توانید مشخصات درج شده بر روی این وسیله‌ها را بینید.

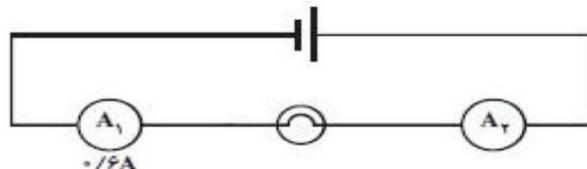
ب) جریان عبوری در یک دستگاه  $920$  واتی با اختلاف پتانسیل  $230$  ولت چند آمپر است؟

$$\text{الف) } 1 - 250W \quad 2 - 60W \quad 3 - 2Kw$$

$$P = VI \Rightarrow 920 = 230I \Rightarrow I = 4A$$

(ب)

-۴۲- در مدار شکل زیر آمپرسنج  $A_1$ ، مقدار  $0.6A$  را نشان می‌دهد. آمپرسنج  $A_2$ ، چه جریانی را نشان می‌دهد؟



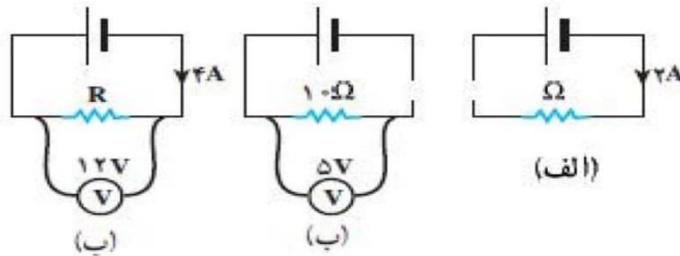
$$I_1 = I_2 = 0.6A$$

مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

۴۳- در مدارهای شکل زیر توان مصرفی در هر مقاومت چه مقدار است؟



$$P = RI^2 = R \times 4W \quad (\text{الف})$$

$$P = \frac{V^2}{R} = 2/5W \quad (\text{ب})$$

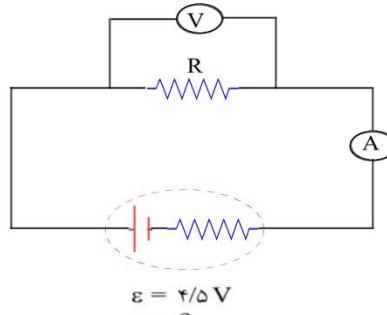
$$P = VI = 48W \quad (\text{پ})$$

۴۴- تمرین:

در مدار شکل زیر، آمپرسنگ  $0/5A$  و ولتسنگ  $4$  ولت را نشان می‌دهد.(الف) مقاومت  $R$  را محاسبه کنید.ب) توان مصرف شده در مقاومت  $R$  و توان تولیدی مولد را محاسبه کنید.

پ) افت پتانسیل در مولد را محاسبه کنید.

ت) مقاومت درونی مولد را محاسبه کنید.



$$R = \frac{V}{I} = \frac{4}{0/5} = 8\Omega \quad (\text{الف})$$

$$P_R = RI^2 = 8 \times \frac{1}{4} = 2W \quad (\text{ب})$$

$$P = 4/5I = 2/25W$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 0/5 = \frac{4/5}{8+r} \Rightarrow r = 1\Omega \quad (\text{پ و ت})$$

$$\text{افت پتانسیل} = rI = 0.5V$$

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری**

-۴۵- اگر یکی از سرهای دو باتری مشابه را به طور مخالف به هم بیندیم (پایانه‌های مثبت به منفی و یا پایانه‌های منفی به مثبت وصل باشند) و دو سر مجموعه را به یک لامپ بیندیم چه اتفاقی می‌افتد؟  
چون اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه صفر می‌شود، هیچ جریانی از آن‌ها نخواهد گذشت.

-۴۶- بار الکتریکی که در مدت  $2/5$  دقیقه از لامپ می‌گذرد چند کولن است؟

$$q = It = .0/2 \times (2/5 \times 60) = 30 \text{ C}$$

-۴۷- اختلاف پتانسیل دو سر لامپ چند ولت است؟

$$V = I \cdot R = .0/2 \times 200 = 40 \text{ V}$$

-۴۸- بهای برق مصرفی رادیو، تلویزیون و یکی از لامپ‌های خانه‌ی خود از قرار هر کیلو وات ساعت ۱۰۰ ریال چقدر می‌شود؟

$$\begin{aligned} P_{\text{کل}} &= P_1 + P_2 + P_3 = 10 + 110 + 100 = 220 \text{ W} \\ E &= P \cdot t = 220 \times (8 \times 30) = 52800 \text{ Wh} = 52/8 \text{ kWh} \\ \text{هزینه‌ی واحد} \times \text{صرف} &= \text{هزینه} \\ \text{ریال} &= 52/8 \times 100 = 5280 \end{aligned}$$

توان مصرفی رادیو ۱۰ وات، تلویزیون ۱۰۰ وات و لامپ معمولی ۱۰۰ وات فرض شده.

-۴۹- اگر در شهر شما هر خانه یک لامپ ۱۰۰ وات اضافی را به مدت ۳ ساعت در شب روشن کند، در طول یک ماه چند کیلو وات ساعت انرژی مصرف می‌شود؟ بهای آن چند ریال می‌شود؟ اگر این مبلغ صرفه‌جویی شود با آن چه کارهای مفیدی می‌توان برای شهروندان انجام داد؟

جمعیت تهران حدود ۱۰ میلیون نفر است و اگر هر خانواده به طور متوسط ۴ نفر فرض شود،  $2/5$  میلیون خانواده (خانه) وجود دارد.

$$P = 100 \times 2/5 \times 10^6 = 2/5 \times 10^8 \text{ W} = 2/5 \times 10.25 \text{ kW}$$

$$W = P \cdot t = 2/5 \times 10^8 \times (3 \times 30) = 22/5 \times 10^6 \text{ kWh}$$

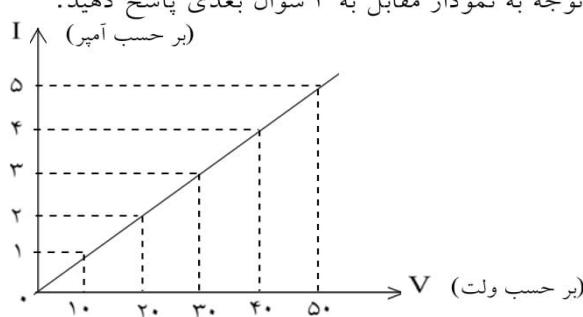
$$\text{ریال } 10^9 = 4/5 \times 22/5 \times 10^6 \times 200 = \text{هزینه‌ی واحد} \times \text{صرف} = \text{هزینه‌ی کل}$$

این هزینه برای کارهایی مانند مدرسه‌سازی، ... قابل استفاده است.

## مبحث: درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری



تفسیر کنید:

نمودار مقابل مربوط به لامپ است که در یک مدار قرار دارد. با توجه به نمودار مقابل به ۳ سوال بعدی پاسخ دهید.

۵۰- چه رابطه‌ای بین جریان الکتریکی و اختلاف پتانسیل می‌توانید پیدا کنید؟

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{V}{I} = 10 \Rightarrow V = 10I$$

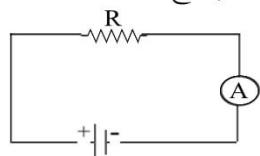
۵۱- به کمک نمودار، مقاومت لامپ را پیدا کنید.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5}{0.5} = 10\Omega$$

۵۲- هر گاه جریانی که از لامپ می‌گذرد  $2/5$  آمپر باشد، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ چند ولت می‌شود؟

$$V = IR = 2/5 \times 10 = 25\Omega$$

در مدار شکل مقابل به تدریج دمای مقاومت ( $R$ ) را بالا می‌بریم. در این صورت به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:



۵۳- مقاومت، افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد یا تغییر نمی‌کند؟

مقاومت افزایش می‌یابد.

۵۴- جریان در مدار، افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد یا تغییر نمی‌کند؟ اختلاف پتانسیل ثابت است. پس با افزایش مقاومت جریان تغییر نمی‌کند.

روی یک آسیاب برقی دو عدد  $800W$  و  $220V$  نوشته شده است. این آسیاب برقی را به اختلاف پتانسیل  $220$  ولت وصل می‌کنیم. حساب کنید و به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۵۵- جریانی که از آن می‌گذرد را به دست آورید.

$$P = VI \Rightarrow 800 = 220 \times I \Rightarrow I = \frac{800}{220} = \frac{40}{11} A$$

## مبحث : درسنامه فصل دوم فیزیک یازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری**

۵۶- انرژی الکتریکی مصرفی ماهانه‌ی این دستگاه، در صورتی که هفته‌ای دو بار و هر بار به مدت ۲۰ دقیقه مورد استفاده قرار گیرد را محاسبه نمایید.

یک ماه چهار هفته است.

$$W = P \cdot t = 800 \times (4 \times 2 \times 20 \times 60) = 7680000 \text{ J}$$

## بحث: درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

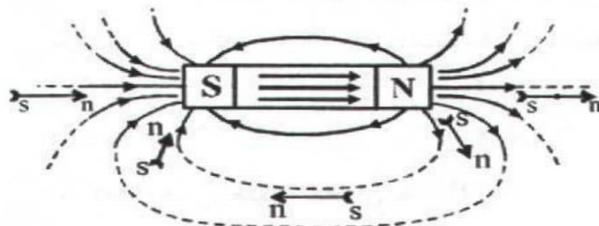


## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی مخناطیس

## میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا

-۱

خاصیت مغناطیسی اطراف یک آهنربا را با خط‌های نشان می‌دهیم که از قطب N آهن‌ربا خارج و به قطب S وارد می‌شوند.



-۲- نکته: در اطراف قطب‌های آهن‌ربا که خاصیت مغناطیسی شدید است، خط‌های میدان متراکم‌تر رسم می‌شوند.

-۳- نکته: جهت خط‌های میدان در داخل آهنربا از سمت قطب S به سمت قطب N می‌باشد.

## عقربه‌ی مغناطیسی

-۴

وقتی یک آهنربا یا عقربه‌ی مغناطیسی در میدان مغناطیسی اطراف یک آهنربا قرار گیرد، طوری منحرف می‌شود که در هنگام تعادل قطب N آن در سوی میدان مغناطیسی باشد، در این حالت خط‌های میدان مغناطیسی از قطب S آن وارد و از قطب N آن خارج می‌شوند.

## اندازه‌ی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

-۵

هرگاه سیمی راست حامل جریان الکتریکی در میدان مغناطیسی به گونه‌ای واقع شود که راستای جریان با میدان موازی نباشد، بر سیم حامل جریان نیروی F وارد خواهد شد.

زاویه‌ی بین راستای سیم و میدان مغناطیسی

نیروی وارد بر سیم از طرف میدان مغناطیسی (نیوتون)

$$F = ILB \sin\alpha \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 0^\circ \Rightarrow F = 0 \\ \alpha = 90^\circ \Rightarrow F_{\max} = ILB \end{cases}$$

میدان مغناطیسی (تسلا)      شدت جریان (آمپر)  
طول سیم (متر)

## جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

-۶

نیروی F همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سیم عمود است و سوی آن طبق قاعده‌ی دست راست تعیین می‌شود.

سوی چهار انگشت  $\Rightarrow$  (سوی نیرو) (از کف دست خارج می‌شود) جهت بسته شدن چهار انگشت  $\Rightarrow$  (جهت میدان مغناطیسی)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{جهت جریان} \\ \text{قاعده‌ی دست راست (باز)} \end{array} \right\}$

## یکای میدان مغناطیسی

-۷

با استفاده از رابطه‌ی  $F = ILB \sin\alpha$ ، یکای میدان مغناطیسی را می‌توان به دست آورد که تسلا نامیده می‌شود.

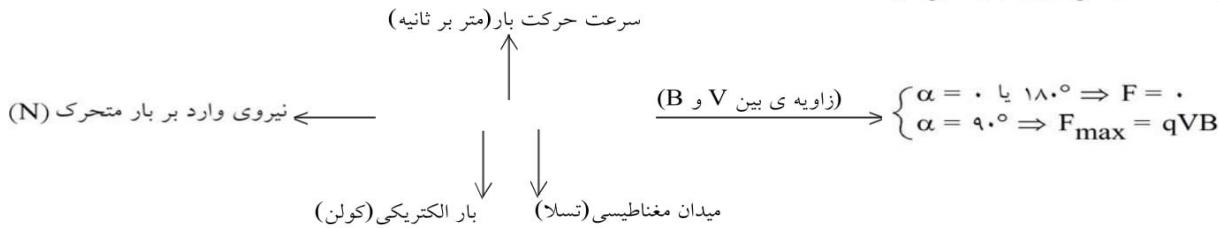
$$F = ILB \sin\alpha \Rightarrow B = \frac{F}{IL \sin\alpha} = \frac{\text{نیوتون}}{\text{تسلا} \times \text{متر آمپر}}$$

## بحث: درسنامه فصل سوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی مختلطیس

-۸ بار الکتریکی چه ساکن و چه متحرک در اطراف خود میدان الکتریکی ( $E$ ) می‌سازد اما همین که بار الکتریکی به حرکت درآید، در اطرافش میدان مغناطیسی نیز خواهد ساخت. به همین دلیل بر بار الکتریکی متحرک واقع در یک میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.



-۹ جهت نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی  
نیروی  $F$  همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سرعت حرکت بار عمود است و سوی آن طبق قاعده‌ی دست راست برای بار مثبت تعیین می‌شود.

$$\left. \begin{array}{l} \text{سوی چهار انگشت} \Rightarrow (\text{سوی حرکت بار}) \\ \text{در سوی بسته شدن چهار انگشت } B \text{ از کف دست خارج می‌شود} \Rightarrow (\text{سوی میدان}) \\ \text{قاعده دست راست} \\ \text{انگشت شست دست راست} \Rightarrow (\text{سوی نیرو برای بار مثبت}) \end{array} \right\}$$

-۱۰ اندازه‌ی میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند  
در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی به وجود می‌آید که اندازه‌ی آن در هر نقطه از طرف سیم باشد جریان گذرنده از سیم (I) نسبت مستقیم و با فاصله‌ی نقطه از سیم (d) نسبت عکس دارد. پس داریم:

$$B \propto \frac{I}{d}$$

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

قابلیت گذردگی میدان مغناطیسی در خلاء

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{d}$$

شدت جریان(آمپر)  $\rightarrow$   
میدان مغناطیسی(تسلا)  $\leftarrow$   
فاصله از سیم(متر)  $\rightarrow$

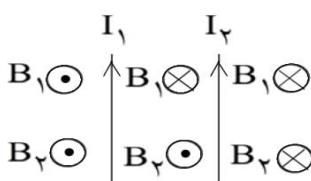
-۱۱ خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سیم راست به صورت دایره‌هایی هم مرکز می‌باشند که سیم محور آن‌هاست. (سیم از مرکز دایره‌ها گذشته و بر صفحه صفحه آن‌ها عمود است). و سوی آن با قانون دست راست تعیین می‌شود.

## میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی

-۱۲

## جریان‌ها هم‌سو باشند

در این حالت میدان‌ها در خارج دو سیم هم‌سو و بین دو سیم ناهم‌سو هستند. بنابراین اندازه‌ی میدان بین دو سیم برابر قدر مطلق تفاضل اندازه‌های هر یک و در خارج دو سیم برابر مجموع اندازه‌ی میدان حاصل از هر سیم خواهد بود.



## بحث: درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

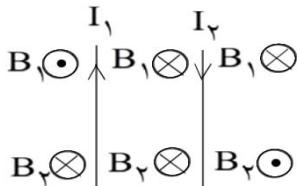


## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی مختلطیس

## میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی

-۱۳

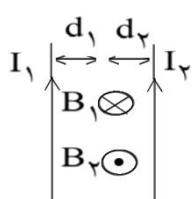
## جریان‌ها ناهم‌سو باشند



در این حالت میدان‌ها بین دو سیم هم‌سو و خارج دو سیم ناهم‌سو بوده و اندازه‌ی میدان برآیند بین دو سیم برابر مجموع اندازه‌های میدان حاصل از هر سیم و در خارج آن‌ها برابر قدر مطلق تفاضل آن‌هاست.

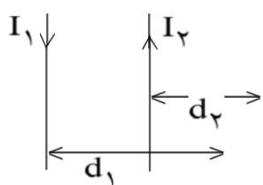
## یافتن نقطه‌ای در صفحه دو سیم موازی که برآیند میدان‌ها در آن نقطه صفر باشد:

(الف) در حالت جریان‌های هم‌سو نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برآیند در آن صفر است، بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کمتر قرار دارد. به طوری که داریم:



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

(ب) در حالت جریان‌های ناهم‌سو نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برآیند در آن صفر است خارج دو سیم و در طرف سیم با جریان کوچک‌تر قرار دارد به گونه‌ای که داریم:



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2} \quad (\text{اگر } I_1 > I_2)$$

$$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

می‌دانیم برآیند دو بردار وقتی صفر است که دو بردار هماندازه ولی ناهم‌سو باشند.

$$B_T = \cdot \Rightarrow B_1 - B_2 = \cdot \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu \cdot I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu \cdot I_2}{2\pi d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

## نیروی بین دو سیم موازی

-۱۵

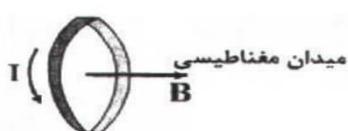
دو سیم موازی که به فاصله‌ی  $d$  از یکدیگر قرار گرفته و از آن‌ها جریان‌های الکتریکی  $I_1$  و  $I_2$  عبور می‌کند، نیرویی به یکدیگر وارد می‌کند که مقدار این نیرو که بر طول  $L$  از هر سیم وارد می‌شود طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$F = \frac{\mu \cdot I_1 I_2 L}{2\pi d} \quad \begin{array}{l} \text{نیرو رباشی (جاده)} \\ \text{نیرو رانشی (دافعه)} \end{array} \Rightarrow I_1 \text{ و } I_2 \text{ هم جهت}$$

## تعیین سوی میدان در مرکز حلقه

-۱۶

راستای میدان در مرکز حلقه عمود بر سطح حلقه است و برای تعیین سوی آن می‌توان از دستور دست راست بهره گرفت. به طوری که اگر چرخش چهار انگشت دست راست در سوی جریان باشد. انگشت شست سوی میدان در مرکز حلقه را نشان می‌دهد.



## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

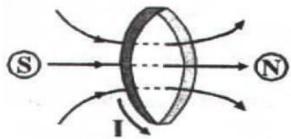


## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی مختلط‌پس

-۱۷

**تعیین قطب‌های مغناطیسی حلقه‌های حامل جریان**

وضع خطوط میدان حلقه درست مانند یک آهنربای تیغه‌ای است. یعنی حلقه مانند آهنربایی است که خطوط میدان از درون آن به طرف خارج حلقه می‌آیند. بنابراین یک رخ حلقه  $N$  و رخ دیگر آن  $S$  خواهد بود. رخی که میدان  $B$  از آن خارج می‌شود قطب  $N$  است و رخی که میدان  $B$  به آن داخل می‌شود قطب  $S$  است.



-۱۸

**اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه**

اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه ۱- با جریان  $I$  نسبت مستقیم، ۲- با تعداد دورهای حلقه نسبت مستقیم و ۳- با شعاع حلقه ( $r$ ) نسبت عکس دارد و داریم:

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{I}{r} \leftarrow \text{میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقه}$$

-۱۹

**جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه**

میدان در مرکز حلقه، عمود بر سطح حلقه و در امتداد محور آن است و اندازه‌ی میدان در این نقطه (مرکز حلقه) بیشتر از نقاط دیگر روی محور است.

-۲۰

**میدان سیم‌لوله**

میدان مغناطیسی که در اثر جریان  $I$  در داخل یک سیم‌لوله به طول  $L$  با  $N$  حلقه ایجاد می‌شود در نقاط نسبتاً دور از لبه‌های سیم‌لوله یکنواخت است و مقدار آن در تمام نقاط فضای داخل سیم‌لوله از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد.

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I \leftarrow \text{میدان مغناطیسی یکنواخت در داخل سیم‌لوله}$$

-۲۱

**تعداد دورهای پیچه یا سیم‌لوله**

اگر یک پیچه یا سیم‌لوله به شعاع  $r$  با سیمی به طول  $X$  ساخته شده شود، تعداد حلقه‌های پیچه یا سیم‌لوله برابر است با:

$$\text{طول سیم} \frac{X}{2\pi r} \leftarrow \text{تعداد حلقه های سیم پیچ محیط هر حلقه}$$

با قرار دادن یک هسته‌ی آهنی (ماده‌ی فرومغناطیس) در داخل یک پیچه یا سیم‌لوله، میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد.

-۲۲ **وقتی سیمی به دور یک تیغه از جنس مواد فرمغناطیس پیچیده شود و از آن جریان الکتریکی مستقیم عبور دهد، دو قطبی‌های تیغه در سوی میدان حاصل از سیم‌پیچ منظم شده و تبدیل به آهنربای می‌شود.**

-۲۳

**سوی میدان در داخل پیچه**

چهار انگشت دست راست را به صورت بسته نگاه دارید، سپس چهار انگشت دست راست را در سوی جریان و به دور محیط حلقه قرار دهید، انگشت شست، سوی میدان را در مرکز حلقه نشان خواهد داد.

نکته: اگر سوی میدان حاصل از حلقه به طرف بیرون تیغه باشد، آن سر تیغه قطب  $N$  خواهد بود (با اینکه خط میدان از قطب  $N$  خارج می‌شود) در غیر این صورت قطب  $S$  خواهد بود.

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - جزوه‌ی مخناطیس

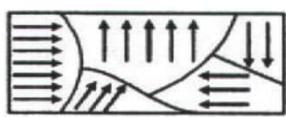
-۲۴

اتم‌ها و مولکول‌های ماده به تنها یک آهنربا می‌باشند که به دو قطبی مغناطیسی معروفند. به عبارتی خاصیت مغناطیسی یکی از ویژگی‌های مواد بوده و بسته به نوع آرایش آن‌ها مواد از لحاظ مغناطیسی به سه دسته کلی فرومغناطیس، پارا مغناطیس و دیا مغناطیس طبقه‌بندی می‌شوند.

## مواد فرو مغناطیس

-۲۵

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی در قسمت‌های مجزایی به نام حوزه مغناطیسی هم جهت می‌باشند. اما سمت‌گیری هر حوزه با حوزه‌های دیگر متفاوت است به گونه‌ای که در کل ممکن است اثر یک‌دیگر را ختنی کرده و ماده خاصیت آهنربایی نداشته باشد. مثل آهن، نیکل، کبالت، مواد فرومغناطیس در دو نوع فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت می‌باشند.



## القای مغناطیسی

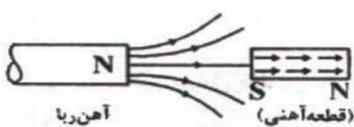
-۲۶

هرگاه یک ماده‌ی فرمغناطیس را به یک قطب آهنربا نزدیک کرده و یا به آن تماس دهیم، این ماده خود به خود آهنربا می‌شود و همواره سر نزدیک به قطب آهنربا ناهم نام با آن می‌شود. بنابراین القای همواره به گونه‌ای است که رباش به سوی آهنربای اصلی را سبب می‌شود.

## اشباع در القای مغناطیسی

-۲۷

بیشترین خاصیت مغناطیسی است که می‌توان در یک ماده‌ی فرمغناطیس ایجاد نمود و هنگامی رخ می‌دهد که تمام دو قطبی‌های ماده هم‌سو شوند. این لحظه به بعد اگر میدان مغناطیسی وارد بر آهن را افزایش دهیم. خاصیت القای مغناطیسی در آن تغییر نمی‌کند.



## فرمغناطیس نرم

-۲۸

موادی مثل آهن خالص و کبالت خالص و نیکل خالص به آسانی آهنربا می‌شوند و به آسانی نیز این خاصیت را از دست می‌دهند. این مواد در ساخت آهنرباهای الکتریکی (موقعی) مثلاً در زنگ اخبار ... کاربرد دارند.

## فرمغناطیس سخت

-۲۹

موادی مانند فولاد و برخی از آلیاژهای نیکل و کبالت که به سختی آهنربا می‌شوند و به سختی نیز خاصیتشان را از دست می‌دهند. این مواد در ساخت آهنربای دائمی کاربرد دارند.

## مواد پارامغناطیس

-۳۰

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به طور کاتورهای و نامنظم توزیع شده‌اند و فقط تحت اثر میدان‌های بسیار قوی مقداری خاصیت آهنربای به دست می‌آورند و به محض حذف میدان اعمالی، مجدداً دو قطبی‌ها نامنظم می‌شوند. مثل: آلومینیوم، پلاتین، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی، اکسیژن و اکسید ازت، به شکل توجه کنید:



## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک یازدهم تجربی



## جزوه ۵ فیزیک - جزوہ ۵ مختلطیں

### ۳۱- ویژگی‌های خطوط میدان

- راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است.
  - خط میدان در هر نقطه هم سو با میدان در آن نقطه است.
  - تراکم این خطوط در فضا نشان‌گر بزرگی میدان آن نقطه است.
  - از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می‌گذرد. به بیان دیگر خطوط میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است.

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

**جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌بیس**

۱- آزمایشی طراحی کنید که، اثر قطب‌های آهنربا را بر یکدیگر نشان دهد.

دو آهنربای میله‌ای با قطب‌های مغناطیسی مشخص را انتخاب می‌کنیم و آن‌ها را بر روی میز قرار می‌دهیم. اگر قطب همنام آهنرباهای را به هم نزدیک کنیم، بر هم کنش رانشی بین دو آهنربا را مشاهده می‌کنیم و این نشان می‌دهد که بر هم کنش قطب‌های همنام به صورت رانشی است. اگر این آزمایش را برای قطب‌های ناهمنام انجام دهیم مشاهده می‌کنیم که یکدیگر را می‌ربایند.

۲- فرض کنید دو میله‌ی کاملاً مشابه یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن بتوانید بدون استفاده از هیچ وسیله‌ی دیگری، میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کنید.

در قطبین آهنربا اثر مغناطیسی قوی‌تر از نفاط دیگر می‌باشد. هرگاه میله‌ی آهنی را به قطبین آهنربا نزدیک کنیم، خیلی سریع جذب آهنربا می‌شود، ولی اگر میله‌ی آهنی را به وسط آهنربای میله‌ای نزدیک کنیم، جذب میله کمتر خواهد بود، زیرا میدان مغناطیسی در وسط آهنربا ضعیفتر از قطب‌ها است. پس اگر یکی از میله‌ها را به وسط میله‌ی دیگر نزدیک کنیم، اگر میله را سریع جذب کرد، میله‌ای اولی آهنرباست و اگر جذب با کندی صورت گرفت، میله‌ای دوم آهنرباست.

سیمی افقی مستقیم حامل جریانی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت افقی که جهت آن از شمال به جنوب است قرار دارد.

به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۳- اگر سیم در راستای شمال-جنوب و جریان آن از شمال به جنوب باشد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را تعیین کنید.

وقتی سیم در راستای شمال - جنوب قرار دارد و جریان آن به طرف جنوب است و از طرف دیگر میدان مغناطیسی وارد بر آن افقی و رو به جنوب است، جریان الکتریکی با میدان مغناطیسی، زاویه‌ی صفر درجه می‌سازد. در این صورت از طرف میدان مغناطیسی بر آن نیرویی وارد نمی‌شود.

$$\begin{cases} F = ILBS \sin\alpha \\ \sin\alpha = 0 \Rightarrow F = 0 \end{cases}$$

۴- اگر سیم در راستای شرق-غرب و جریان آن از غرب به شرق باشد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را تعیین کنید.

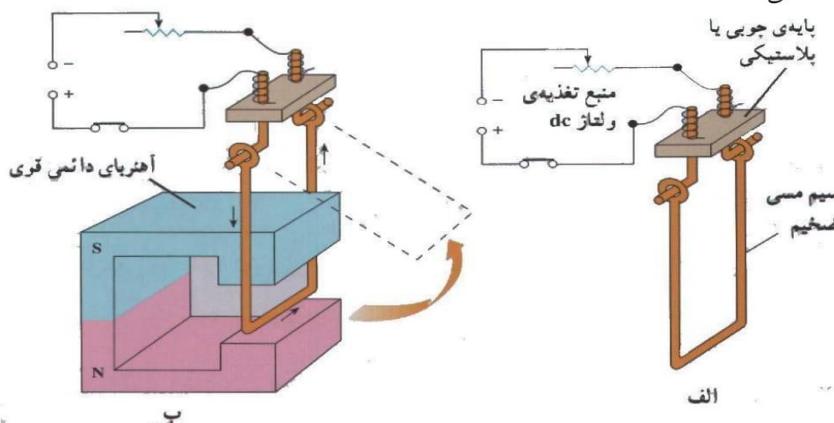
وقتی سیم حامل جریان در راستای شرق - غرب و جریان آن از غرب به شرق باشد، جریان عمود بر میدان مغناطیسی است. با استفاده از قاعده‌ی دست راست اگر نوک انگشتان جریان به سمت غرب و خم چهار انگشت میدان مغناطیسی را به سمت جنوب نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را در راستای قائم رو به پایین نشان می‌دهد که بیشینه است.

## بحث: درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلطیس



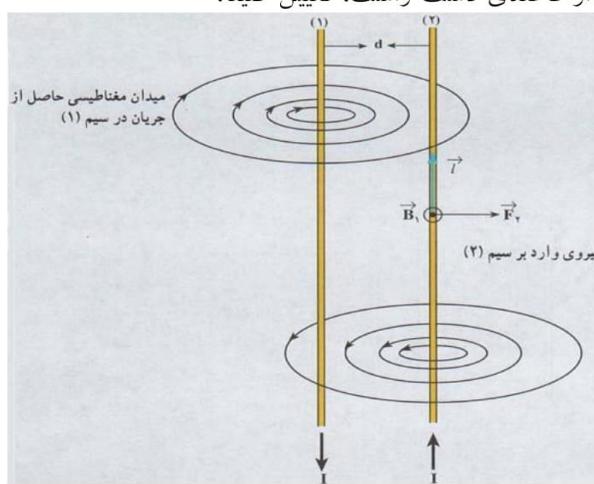
۵- آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی را اندازه‌گیری کرد. با توجه به آزمایش زیر، هرگاه یک سر نیروسنج را به طور افقی به میله‌ی مسی و سر دیگر آن را به تکیه‌گاه قائمی بیندیم، با برقراری جریان در مدار از طرف میدان مغناطیسی به میله‌ی مسی نیرو وارد می‌شود. در این صورت نیروسنج مقدار این نیرو را نشان می‌دهد.



۶- اگر بار الکتریکی موازی با  $\vec{B}$  حرکت کند، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چه قدر است؟ هرگاه ذره‌ای با بار الکتریکی  $q$  در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند، زاویه‌ای که بردار سرعت با بردار میدان می‌سازد برابر صفر یا  $\pi$  است. در این صورت  $\sin\theta = 0$  می‌گردد و نیروی وارد بر ذره از طرف میدان برابر صفر خواهد بود.

$$\begin{cases} F = qVB \sin\theta \\ \sin\theta = 0 \Rightarrow F = 0 \end{cases}$$

۷- جهت نیروی وارد بر سیم شماره (۱) را در شکل با استفاده از قاعده‌ی دست راست، تعیین کنید.



با توجه به شکل مقابل میدان مغناطیسی سیم شماره (۲) در محل سیم شماره (۱) بروند سو می‌باشد. با استفاده از قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر سیم شماره (۱) از طرف میدان مغناطیسی  $B_2$  به طرف چپ می‌باشد.

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

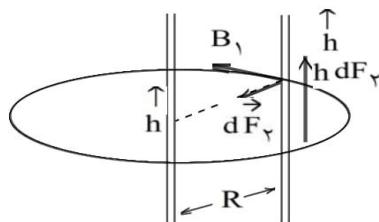
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌پیش



۸- از دو سیم بلند موازی که به فاصله‌ی  $d$  از یکدیگر قرار دارند، جریانی به شدت  $I$  می‌گذرد، جهت جریان در هر دو سیم یکسان است، نیرویی را که به یک متر از هریک از سیم‌ها وارد می‌شود به دست آورید.

$$\begin{cases} F = ILB \sin\alpha \\ \alpha = 90^\circ \Rightarrow F = ILB \end{cases}$$

۹- جهت نیروها و میدان‌های مغناطیسی مربوط به دو سیم موازی حامل جریان‌های همسو را با رسم شکل و استفاده از قاعده‌ی دست راست مشخص کنید.



نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان همسو به صورت رباشی است. در شکل مقابله اثر میدان مغناطیسی سیم شماره (۱) در محل (۲) نیرویی است که به طرف سیم شماره (۱) بر سیم شماره (۲) وارد می‌شود.

۱۰- آهنربایی با قطب‌های نامشخص در اختیار داریم. حداقل دو روش برای تعیین قطب‌های این آهنربایی بیان کنید.

(الف) هرگاه آهنربایی را که قطب‌های آن مشخص نیست به وسیله یک نخ آویزان نماییم، به طوری که بتواند آزادانه در یک سطح افقی به هر طرف بچرخد، تحت تأثیر میدان مغناطیسی کره زمین قرار می‌گیرد و پس از چند چرخش در راستای تقریب شمال و جنوب قرار می‌گیرد، به طوری که قطبی که به سمت شمال است قطب  $N$  آهنربایی و قطبی که به طرف جنوب است قطب  $S$  آهنربایی می‌باشد.

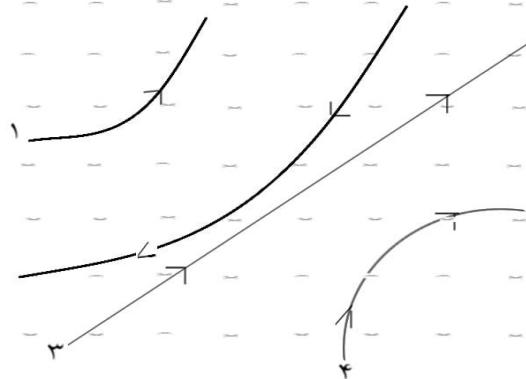
(ب) هرگاه قطب‌های آهنربایی مجهولی را به نوبت به قطب‌های شناخته شده آهنربایی نزدیک کنیم، قطب‌های همنام یکدیگر را دفع کرده و قطب‌های غیرهمنام همدیگر را جذب می‌نمایند، در این صورت می‌توان دو قطب  $S$  و  $N$  آهنربایی مجهول را مشخص کرد.

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌بین



۱۱- چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می‌پسمایند. درباره‌ی نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟

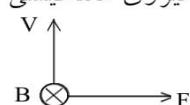


الف) ذره (۱) دارای بار الکتریکی مثبت است. بردار سرعت به سمت راست، میدان مغناطیسی درون سو و نیرویی الکتریکی طبق قانون دست راست به طرف بالا می‌باشد.

ب) ذره (۲) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به پایین، میدان مغناطیسی درون سو و نیروی الکتریکی طبق قانون دست راست برای بار الکتریکی منفی به طرف چپ می‌باشد.

پ) ذره (۳) بدون بار الکتریکی است و هیچ نیرویی بر این ذره وارد نمی‌شود.

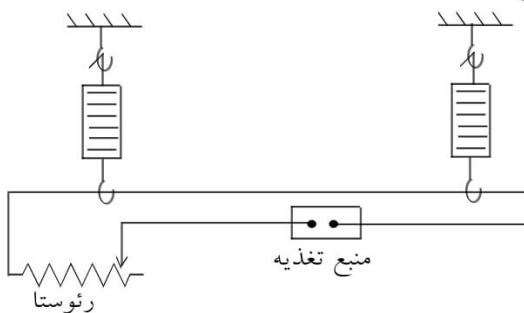
ت) ذره (۴) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به بالا، میدان مغناطیسی درون سو و نیروی مغناطیسی برای بار منفی به طرف راست می‌باشد.



## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌پیش

یک سیم که حامل جریانی به شدت ۱۶ آمپر است، مطابق شکل زیر توسط دو نیروسنجه فنری که به دو انتهای آن بسته شده است، به طور افقی و در راستای غرب به شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را افقی و یکنواخت و دقیقاً به سوی شمال با بزرگی  $0.05 \text{ mT}$  بگیرید. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:



۱۲- نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را تعیین کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} F = ILB \sin\alpha \\ I = 16 \text{ A} \\ B = 0.05 \text{ mT} = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ \alpha = 90^\circ \end{array} \right. \Rightarrow F = 16 \times 1 \times 15 \times 10^{-5} \times \sin 90 = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

بر هر متر سیم نیروی  $N = 8 \times 10^{-4}$  وارد می‌شود.

۱۳- اگر بخواهیم نیروسنجه‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور دهیم؟ جرم یک متر از طول این سیم  $\Delta g$  است. ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

برای این که نیروی مغناطیسی بتواند نیروی وزن میله را خنثی کند، لازم است جهت جریان طبق قانون دست راست از غرب به شرق باشد تا نیروی مغناطیسی وارد بر سیم رو به بالا باشد و نیروی وزن میله را خنثی کند. مقدار جریان از رابطه زیر را به دست می‌آید:

$$\left\{ \begin{array}{l} B = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ F = W = mg = (8 \times 10^{-4}) (10) = 8 \times 10^{-3} \text{ N} \\ \alpha = 90^\circ \\ F = ILB \sin\alpha \Rightarrow 8 \times 10^{-3} = I \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \Rightarrow I = 1600 \text{ A} \end{array} \right.$$

## بحث: درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

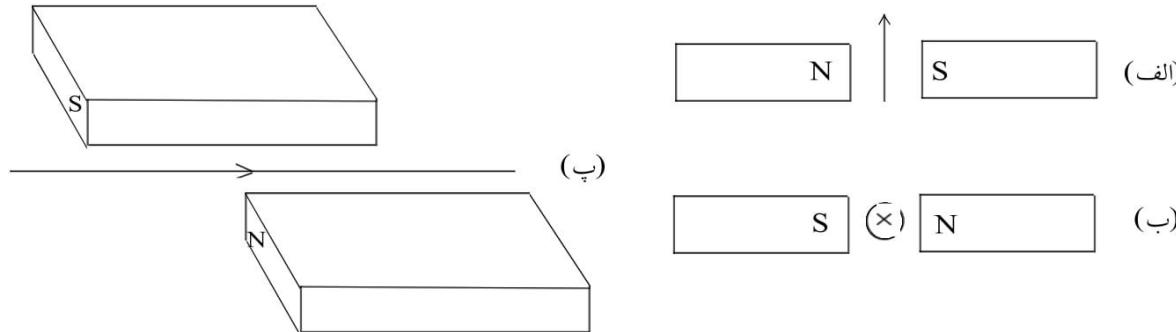
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌بیس



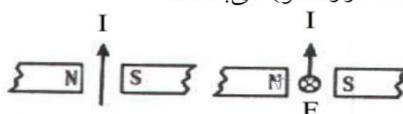
۱۴- سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین (که رو به شمال است) قرار دارد. جریانی از پایین به بالا از این سیم عبور می‌کند، جهت نیروی وارد بر این جریان چگونه است؟

با استفاده از قاعده دست راست جهت نیرو را می‌توان تعیین کرد. اگر نوک انگشتان رو به بالا در جهت جریان و خم چهار انگشت را به شمال جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را به طرف غرب نشان می‌دهد.

۱۵- جهت نیروی الکترومغناطیسی بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل‌های «الف»، «ب»، «پ»، با استفاده از قاعده دست راست بیابید.



(الف) میدان مغناطیسی از  $N$  به  $S$  و جهت جریان الکتریکی از پایین به بالا است و نیروی وارد بر سیم جریان عمود بر سیم (عمود بر کاغذ) به طرف داخل (⊗ درون‌سو) می‌باشد.

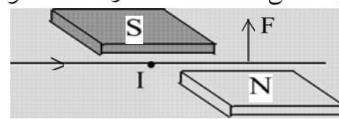
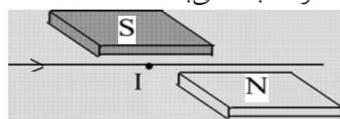


ب)  $\otimes$  ≡ جریان الکتریکی عمود بر کاغذ به طرف داخل (دون‌سو)



میدان مغناطیسی از  $N$  به  $S$  و جهت جریان الکتریکی دون‌سو است و جهت نیرو بر اساس قاعده دست راست به سمت بالا و عمود بر سیم حامل جریان می‌باشد.

(پ) میدان مغناطیسی از  $N$  به  $S$  و جهت جریان الکتریکی عمود بر میدان مغناطیسی از چپ به راست است و جهت نیروی وارد بر سیم بر اساس قاعده دست راست عمود بر سیم و به طرف بالا می‌باشد.



## بحث: درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌پیش



- ۱۶- جهت نیروی وارد بر بار مثبت را در هر یک از نمودارهای شکل زیر تعیین کنید.
- (۱)
- (۲)
- (۳)
- (۴)
- (۵)
- (۶)

در هر یک از شکل‌های فوق جهت نیروی وارد بر بار مثبت با استفاده از قاعده دست راست تعیین می‌گردد، به طوری که نوک انگشتان دست راست جهت بردار سرعت، خم چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی و انگشت شست جهت نیروی وارد بر بار مثبت را نشان می‌دهد.

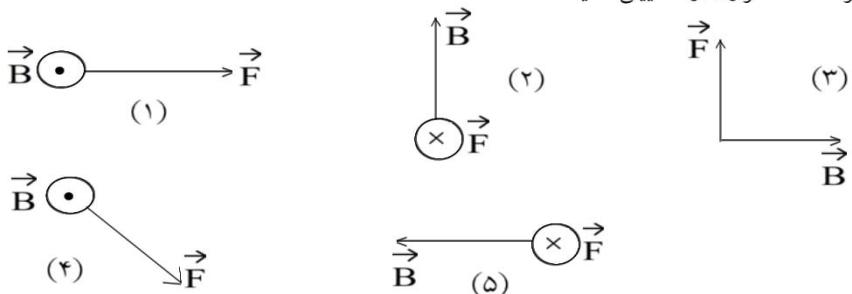
- (۱)
- (۲)
- (۳)
- (۴)
- (۵)
- (۶)

## مبحث: درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

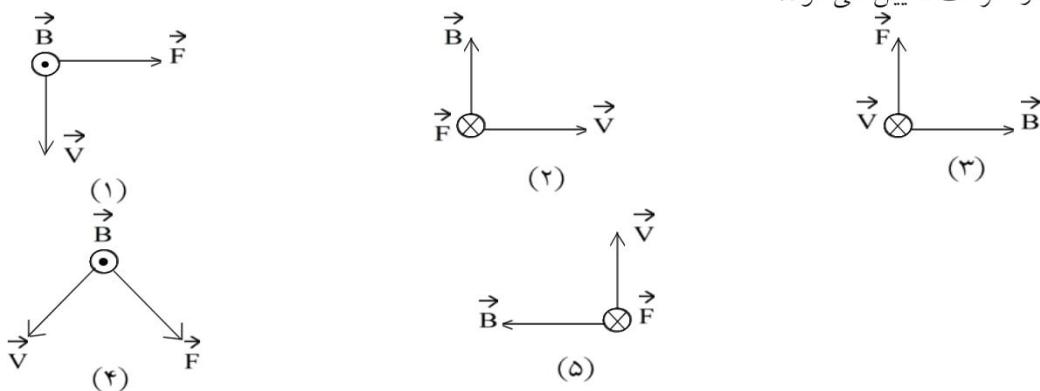
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌پیش



۱۷- نیروی  $\vec{F}$  وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  در حرکت است در شکل زیر نشان داده شده است. در هر یک از حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.

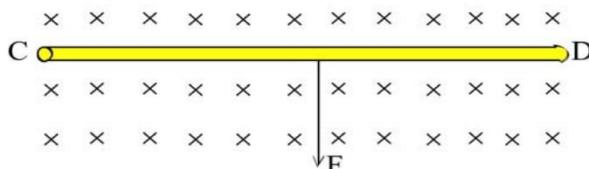


در هریک از شکل‌های فوق بردار سرعت بار الکتریکی منفی با استفاده از قاعده دست راست تعیین می‌شود و در پایان بر خلاف جهت بردار سرعت تعیین می‌شود.



۱۸- سیم رسانای  $CD$  به طول  $2\text{m}$  مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی با اندازه‌ی  $0.5\text{T}$  قرار گرفته است. اگر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم برابر  $1\text{N}$  باشد، جهت و اندازه‌ی جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.

$\times \times \times$

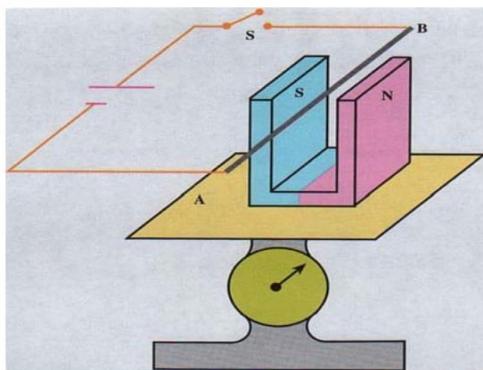


جهت نیروی وارد بر سیم رو به پایین، میدان مغناطیسی درون‌سو، در این صورت طبق قاعده دست راست جهت جریان از  $C$  به  $D$  می‌باشد.

$$\begin{cases} F = 1\text{N} \\ L = 2\text{m} \\ B = 0.5\text{T} \\ \alpha = 90^\circ \end{cases} \quad F = ILB \sin\alpha \quad I = \frac{F}{LB \sin\alpha} = \frac{1}{2 \times 0.5 \times 1} = 1\text{A}$$

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلطیس



۱۹- یک آهنربای نعلی شکل را روی کفه‌ی یک ترازوی حساس قرار می‌دهیم، سیم  $AB$  را که مطابق شکل زیر در میان دو قطب آهنربای قرار دارد به وسیله‌ی یک کلید به دو پایانه‌ی یک باقی وصل می‌کنیم. آیا با بستن کلید عددی که ترازو نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.

برای پیدا کردن جهت اثر نیروی وارد بر سیم حامل الکتریکی در یک میدان مغناطیسی که سیم عمود بر جهت میدان می‌باشد از دستور راست استفاده می‌کنیم. بدین صورت که اگر دست راست را باز نگهداشیم، انگشت شست جهت نیرو و چهار انگشت جهت جریان را نشان می‌دهد و اگر چهار انگشت را خم کنیم، جهت میدان مغناطیس را نشان می‌دهد به طوری که جهت میدان عمود بر کف دست و در جهت نوک چهار انگشت است. پس اگر کلید مدار بسته شود جریان در سیم از  $A$  به  $B$  برقرار می‌شود و میدان مغناطیسی از  $S$  به  $N$  می‌باشد و بر سیم نیرویی وارد می‌نماید که جهت آن به سمت پایین می‌باشد. با بستن کلید مدار ترازو عدد کمتری را نشان می‌دهد، زیرا جهت نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر سیم وارد می‌شود به طرف پایین بوده و از طرف سیم نیروی عکس‌العمل به سمت بالا به میدان مغناطیسی و از آنجا به آهنربای وارد می‌شود و ترازو مقدار کمتری را نشان می‌دهد.

با در نظر گرفتن پروتونی که با سرعت  $10^6 \text{ m/s}$  در  $4/4 \times 53^\circ$  تحت زاویه‌ی  $53^\circ$  با میدان مغناطیسی‌ای به بزرگی  $18 \text{ mT}$  در حرکت است. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۲۰- بزرگی نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید. (بار الکتریکی پروتون  $C = 10^{-19} \times 1/6 \times 0.8 = 0.1376 \times 10^{-19} \approx 10^{-14} \text{ N}$  است)

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 4/4 \times 10^6 \text{ m/s} \\ \alpha = 53^\circ \\ B = 18 \times 10^{-3} \text{ T} \\ q = +e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} F = qVB \sin\alpha \\ F = (1/6 \times 10^{-19}) \times (4/4 \times 10^6) \times (18 \times 10^{-3}) \times (0.8) \\ \Rightarrow F = 10.1376 \times 10^{-19} \approx 10^{-14} \text{ N} \end{array}$$

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک یازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌بین



۲۱- اگر این نیرو تنها نیرویی باشد که بر پروتون وارد می‌شود، شتاب پروتون را حساب کنید.  
 (بار الکتریکی پروتون  $C = 10^{-۱۹}$  و جرم آن  $kg = 10^{-۲۷} \times 1/۷$  است.)

۲۲- راستای نیروی وارد بر یک الکترون متوجه در میدان الکتریکی را با راستای نیروی وارد بر این الکترون در میدان مغناطیسی مقایسه کنید.

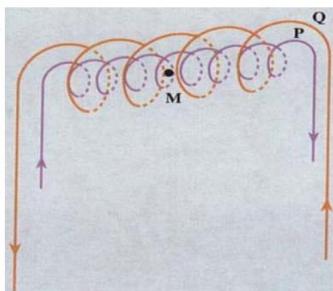
در میدان الکتریکی نیروی وارد بر یک الکترون متوجه همواره در جهت و راستای میدان الکتریکی می‌باشد به طوری که راستای میدان الکتریکی با راستای نیروی وارد بر الکترون متوجه در یک امتداد می‌باشد. اما در میدان مغناطیسی نیروی وارد بر یک الکترون متوجه بر راستای میدان مغناطیسی و راستای جهت الکترون عمود است و بزرگی آن از  $F = qVB\sin\theta$  رابطه‌ی روبه‌رو به دست می‌آید.

۲۳- از پیچه‌ی مسطحی به شعاع  $5cm$  که از  $200$  دور سیم نازک درست شده است، جریان  $12A$  می‌گذرد. میدان مغناطیسی را در مرکز پیچه حساب کنید.

$$\begin{aligned} R &= 0.05m \\ N &= 200 \\ I &= 12A \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} B = \mu \cdot \frac{NI}{2R} \\ B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{200 \times 12}{2 \times 0.05} = 9.6\pi \times 10^{-3} T \end{array} \right.$$

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی

## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختناتیس



۲۴- دو سیم‌لوله  $P$  و  $Q$  هم محور دارای طول برابر ولی تعداد دور متفاوت هستند(شکل مقابل). تعداد دور سیم‌لوله  $P$  برابر  $200$  و تعداد دور سیم‌لوله  $Q$  برابر  $300$  است. اگر جریان  $1A$  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) برابر صفر شود؟

وقتی میدان مغناطیسی در نقطه  $M$  صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی سیم‌لوله‌ها با هم برابر است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{B}_M = \vec{B}_Q + \vec{B}_P \\ \cdot = B_Q - B_P \Rightarrow B_Q = B_P \\ \mu \cdot \frac{N_1 I_1}{L} = \mu \cdot \frac{N_2 I_2}{L} \Rightarrow N_1 I_1 = N_2 I_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_2 = 200 \\ N_1 = 300 \\ I_1 = 1A \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} N_1 I_1 = N_2 I_2 \\ 200 \times I_1 = 300 \times 1 \Rightarrow I_1 = 1/5A \end{array} \right.$$

الکترونی با سرعت  $10^5 m/s$  در یک میدان مغناطیسی در حرکت است. نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۲۵- اگر این نیروی بیشینه بالاسو و برابر  $N \times 10^{-14} \times 6/8$  باشد، بزرگی و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.  
بیشترین مقدار نیروی وارد بر الکترون زمانی است که راستای حرکت الکترون عمود بر راستای میدان مغناطیسی باشد، یعنی  $\theta = 90^\circ$  باشد.

$$V = 2/4 \times 10^5 m/s$$

$$F = e \cdot V \cdot B$$

$$F = 6/8 \times 10^{-14} N$$

$$B = \frac{F}{e \cdot V} \Rightarrow B = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19} \times 2/4 \times 10^5}$$

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

$$\Rightarrow B = 1/77 T$$

برای به دست آوردن جهت میدان مغناطیسی از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. با توجه به این‌که ذره باردار، الکترون است، اگر حرکت الکترون به سمت جنوب باشد و بیشینه نیرو بالاسو باشد، جهت میدان مغناطیسی به سمت غرب می‌باشد.

## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک یازدهم تجربی

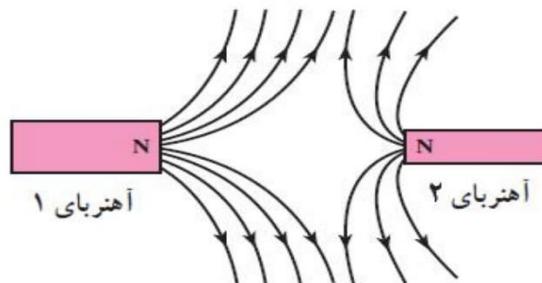
## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلطیس



۲۶- چه میدان الکتریکی ای همین نیرو را ایجاد می‌کند؟ (بار الکتریکی الکترون  $C = 10^{-19} \times 1/6$ - است.)

$$\left\{ \begin{array}{l} F = 6/8 \times 10^{-14} N \\ q = -1/6 \times 10^{-19} C \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} E = \frac{F}{q} \\ E = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4/25 \times 10^5 N/C \end{array} \right.$$

۲۷- خط‌های میدان مغناطیسی میان دو آهن‌ریا در شکل زیر نشان داده شده است. کدام آهن‌ریا ضعیف‌تر است؟



آهن‌ریای (۲)

۲۸- سیم‌لوله‌ای شامل ۲۵۰ دور حلقه است که دور یک لوله‌ی پلاستیکی توانخالی به طول  $140$  متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیم‌لوله  $A/80$  باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در درون سیم‌لوله را حساب کنید.

$$n = \frac{N}{l} = \frac{250}{14} = \frac{12500}{100}$$

$$B = \mu_0 n I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{12500}{100} \times 10^2 \times 80 \times 10^{-1} = \frac{4\pi}{100} \times 10^{-3} \cong 1/79 \times 10^{-3} T$$

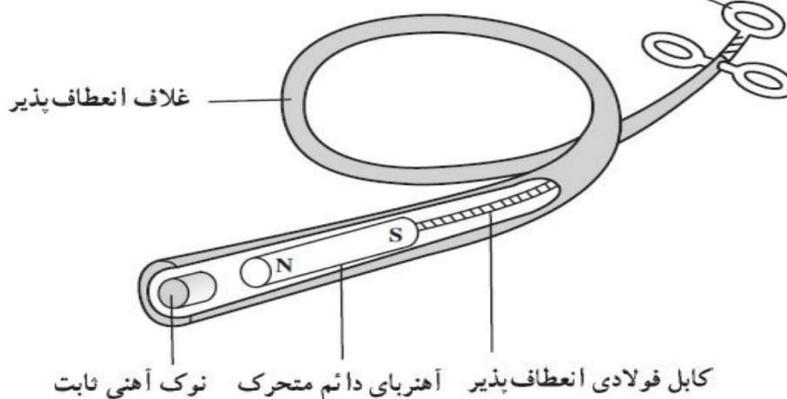
## مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک پازدهم تجربی



## جزوه‌ی فیزیک - مسائل حل شده مختلط‌پیش

۲۹- کودکی یک قطعه‌ی کوچک فلز را بلعیده است که در گلوی او گیر کرده است. پزشک بادستگاهی که در شکل زیر دیده می‌شود، می‌خواهد فلز را بیرون بیاورد.

جانگشته برای کنترل



(الف) هنگامی که آهنربای دائم به نوک ثابت آهنه نزدیک می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

(ب) آهن برای ساختن نوک ثابت چه مزیتی دارد؟

(پ) این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد. چرا غلاف باید انعطاف‌پذیر باشد؟

(ت) پزشک می‌خواهد یک گیره‌ی آهنه کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد. کدام یک را می‌توان بیرون آورد؟ چرا؟

(الف) به دلیل میدان آهن ربا، آن هم آهن ربا می‌شود.

(ب) با تضعیف میدان (جدا شدن آهن ربا) خاصیت آهن ربا را خود را از دست می‌دهد و جسم راحت از آن جدا می‌شود.

(پ) به دلیل این که مسیر گلو کاملاً صاف نیست و اگر غلاف انعطاف‌پذیر نباشد، ممکن است به گلو آسیب بزند.

(ت) گیره‌ی آهنه، به دلیل این که واشر آلومینیومی مغناطیسی نمی‌شود.