



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتروسیته ساکن و فازن

۱- بار الکتریکی

بار الکتریکی از مهم ترین ویژگی های ماده است. همان طور که ماده ی بدون جرم بی معنی است، ماده ی بدون بار هم بی معنی است.

ممکن است این سؤال پیش آید که مواد خنثی چه موادی هستند؟ پاسخ این است که اتم های مواد از سه نوع ذره ی بنیادی به نام های الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده اند و الکترون ها منفی، پروتون ها مثبت و نوترون ها خنثی می باشند.

امروزه اثبات شده است که نوترون ها نیز از ذرات مثبت و منفی تشکیل شده اند. مهم ترین ویژگی بارهای الکتریکی **رانش بارهای هم نام و ربایش بارهای غیر هم نام** است.

۲- پایستگی بار الکتریکی

برای باردار کردن یک جسم باید به آن الکترون بدهیم 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 می رود نه به وجود می آید، بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود.**

۳- بار الکتریکی در اجسام باردار

همه ی اجسام دارای بار الکتریکی هستند. این بارها به صورت منفی (در الکترون ها) و به صورت مثبت (در پروتون ها) قرار دارد. نکته ی مهم این است که در اکثر اجسام مقدار بارهای منفی و مثبت (تعداد الکترون ها و پروتون ها) برابر است و از این رو خنثی (بدون بار) به نظر می رسند.

جسم باردار جسمی است که تعداد الکترون ها و پروتون هایش برابر نباشد. اگر تعداد الکترون ها بیشتر باشد جسم دارای بار منفی و اگر تعداد پروتون ها بیشتر باشد جسم دارای بار مثبت است. در گذشته تصور بر این بود که بارهای مثبت (پروتون ها) جابه جا می شوند ولی امروزه اثبات شده است که **انتقال بار فقط از طریق الکترون انجام می پذیرد.**

بار الکترون فوق العاده ناچیز و برابر $C \times 10^{-19} \times 1/6$ می باشد. C علامت کولن یکای بار الکتریکی است. اگر n تعداد الکترون یا پروتون اضافی باشد، مقدار بار جسم (q) بر حسب کولن از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$q = ne$$

n حتماً عددی صحیح است. برای الکترون های اضافی می توان n را منفی و برای پروتون های اضافی مثبت در نظر گرفت.

۴- کوانتومی بودن بار

همان طور که گفته شد بار الکتریکی از زیاد شدن یا کم شدن الکترون های ماده به وجود می آید. از ظاهر سخن چنین برمی آید که جسم نمی تواند به عنوان مثال $1/5$ الکترون از دست بدهد یا بگیرد. برای همین بود که در رابطه ی

$q = ne$ 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 $C \times 10^{-19} \times 1/6$ و $C \times 10^{-19} \times 3/2$ می تواند باشد و مقادیر میانی

این ارقام را نمی تواند بپذیرد. یعنی بار هیچ ماده ای مثلاً 2×10^{-19} کولن نخواهد شد.



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتریسیته ساکن و فازن

۵- جسم رسانا و نارسانا

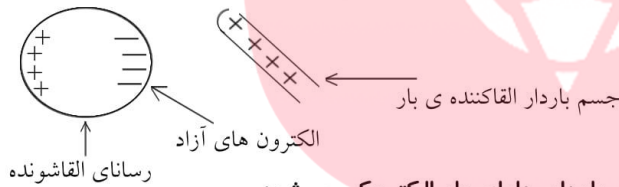
الکترون‌ها در اتم توسط هسته جذب می‌شوند. مقدار این جاذبه در اتم‌های مختلف یکسان نیست. در بعضی مواد این جاذبه بسیار زیاد است و در نتیجه الکترون‌ها در مدار خود ثابت هستند و از آن دور نمی‌شوند. در این اجسام هر نقطه از جسم باردار شود بار در همان جا می‌ماند. به این اجسام **نارسانا** می‌گویند. در گروه مقابل اجسامی هستند که الکترون‌های آن‌ها به راحتی در ماده جابه‌جا می‌شود و از مدار یک هسته به مدار هسته‌ی بعدی می‌روند. به این الکترون‌ها **الکترون آزاد** گفته می‌شود. الکترون‌های آزاد سبب می‌شوند بار الکتریکی بتواند در جسم شارش پیدا کند. به اجسامی که دارای الکترون 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 هم‌دیگر را دفع می‌کنند و بارهای ناهم‌نام جاذبه دارند. اگر جسم بارداری را به یک رسانا نزدیک کنیم (مثلاً 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.

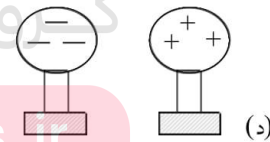
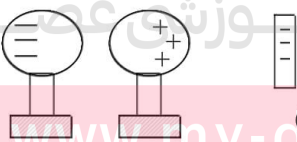
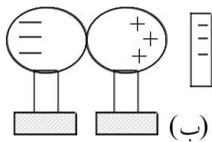
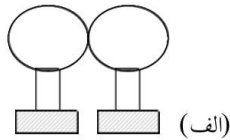
در این فرآیند رسانا یا نارسانا بودن القاکننده‌ی بار مهم نیست، ولی جسم القا شونده باید رسانا باشد.



در روش القا جسم رسانا بدون تماس با جسم باردار، دارای بار الکتریکی می‌شود.

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.





جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتروسیته ساکن و فازن

۸- آذرخش یا تخلیه ی الکتریکی

ابرها در اثر مالش با هوا دارای بار الکتریکی می شوند. در اکثر موارد سطح زیرین ابر بار منفی دارد. زمانی که دو سمت ابر با بارهای ناهمنام به هم نزدیک می شوند تخلیه ی الکتریکی انجام می شود که حاصل آن نور و صدای شدید (رعد و برق) یا همان آذرخش است.

گاهی تخلیه ی الکتریکی بین ابر و زمین انجام می شود. برای جلوگیری از آثار مخرب آذرخش یک میله ی بلند را روی ساختمان های مرتفع نصب می کنند و با کابل مسی ضخیم آن را به عمق زمین می کشند. بدین ترتیب بار تخلیه شده به زمین منتقل شده و به ساختمان و ساکنین آن صدمه نمی زند.

۹- تمرکز بار در رسانا

بار در نقاط نوک تیز بهتر جمع می شود، در نتیجه تخلیه از طریق این نقاط بهتر انجام می گیرد. از این خاصیت در رسانای آذرخش، چرخ الکتریکی، آونگ الکتریکی، تخلیه ی بار جمع شده در بدنه ی هواپیما و ... استفاده می شود.

۱۰- اختلاف پتانسیل الکتریکی

دو مخزن آب را که در ارتفاع های غیر مساوی قرار دارند با هم ارتباط می دهیم. آب از مخزن بالاتر به مخزن پایین منتقل می شود. در این مساله جرم آب مخزن ها اهمیت ندارد.

دو کره ی هم اندازه و دارای بار نامساوی را به هم اتصال می دهیم. بار از کره ی دارای بار بیشتر به کره ی دارای بار کمتر می رود. چرا که پتانسیل کره ی پر بارتر بیشتر از دیگری است.

دو کره ی نامساوی و هم بار را با هم اتصال می دهیم. بار از کره ی کوچکتر به کره ی بزرگتر منتقل می شود. چرا که پتانسیل کره ی کوچکتر بیشتر از دیگری است.

پتانسیل الکتریکی در اصل انرژی هر ذره ی باردار در جسم می باشد. 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 ذره ی باردار در دو وضعیت مختلف، اختلاف پتانسیل الکتریکی گفته می شود.

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 اندازه ی بار و شکل هندسی جسم بستگی دارد.

۱۱- ولتاژ اسمی دستگاه

برای کار هر وسیله ی الکتریکی باید بین دو سر آن اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شود. روی هر وسیله ی الکتریکی دو عدد، مثلاً ۲۲۰V - ۶۰W نوشته شده است. عبارت ۲۲۰V به این معنا است که مناسب ترین اختلاف پتانسیل

برای کار این وسیله ۲۲۰ ولت می باشد. اختلاف پتانسیل مناسب هر دستگاه به ساختمان درونی دستگاه بستگی دارد و به آن ولتاژ اسمی دستگاه می گویند.

www.dars.ir بار الکتریکی

۱۲-

واحد بار الکتریکی «کولن» نام دارد که با نماد «C» نشان داده می شود. اندازه ی بار الکتریکی الکترون یا پروتون که با

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

نماد «e» نشان داده می دهیم برابر است با:

۱۳-

اتم خنثی

در حالت عادی تعداد پروتون های موجود در هسته ی هر اتم با تعداد الکترون های آن اتم برابر است، لذا در حالت عادی اتم از نظر الکتریکی خنثی است.



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتروسیته ساکن و فازن

- ۱۴- از دست دادن الکترون
جسمی که n الکترون از دست می دهد، تعداد الکترونهاش کم تر از تعداد پروتونهایش می شود و جسم به اندازه ne بار الکتریکی مثبت پیدا می کند.
 $q = +ne$: بار الکتریکی جسمی که n الکترون از دست داده است.
- ۱۵- گرفتن الکترون
جسمی که n الکترون گرفته است، تعداد الکترونهاش بیش تر از تعداد پروتونهایش می شود و جسم به اندازه ne بار الکتریکی منفی پیدا می کند.
 $q = -ne$: بار الکتریکی جسمی که n الکترون گرفته است.
- ۱۶- باردار شدن اجسام بر اثر مالش
در اثر مالش دو جسم خنثی به یکدیگر، اجسام دارای بار الکتریکی هم اندازه با علامت مخالف می شوند.
- ۱۷- جسم رسانا
در موادی که تعداد الکترونهای آزاد آن بسیار زیاد است بار الکتریکی به آسانی شارش پیدا می کند، که آن ها را رسانای الکتریکی می نامند.
در کلیه ی فلزها، کربن، بدن انسان، سطح زمین و ... بار الکتریکی شارش پیدا می کند (جریان می یابد) و آن ها رسانای الکتریکی هستند.
- ۱۸- نارسانا
در اجسامی که الکترونها به سختی به هسته ی اتم وابسته اند، تعداد الکترونهای آزاد بسیار ناچیز است و در این اجسام الکترونها نمی توانند آزادانه حرکت کنند. این اجسام، که بار الکتریکی را از خود عبور نمی دهند، نارسانای الکتریکی یا عایق نامیده می شوند.
در جسمهایی مانند شیشه، پلاستیک، چینی، ابریشم، چوب، همه ی گازها از جمله هوای خشک و ... بار الکتریکی شارش پیدا نمی کند (جریان نمی یابد) و این مواد نارسانا هستند.
- ۱۹- پایداری بار الکتریکی
بار الکتریکی به وجود نمی آید و از بین نمی رود و فقط از یک جسم به جسم دیگر منتقل می شود، این بیان را پایداری بار الکتریکی می نامیم.
- ۲۰- باردار کردن الکتروسکوپ
اگر جسم بارداری را به یک الکتروسکوپ تماس دهیم، الکتروسکوپ دارای باری با همان علامت می شود.
- ۲۱- نزدیک کردن جسم باردار با بار هم نام به الکتروسکوپ باردار
در این حالت وقتی جسم به الکتروسکوپ باردار نزدیک می شود، مشاهده می کنیم که انحراف ورقه بیش تر می گردد.
- ۲۲- نزدیک کردن جسم باردار با بار ناهم نام به الکتروسکوپ باردار
در این حالت وقتی جسم به الکتروسکوپ باردار نزدیک می شود، مشاهده می کنیم که انحراف ورقه ابتدا کاهش یافته به تیغه می چسبد و سپس دوباره انحراف افزایش می یابد.



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتریسیته ساکن و فازن

-۲۳

قانون کولن

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

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

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

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 \text{ (ضریب گذردهی الکتریکی خلا)}$$

-۲۴

اتصال دو کره‌ی رسانای مشابه به یکدیگر

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.

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

-۲۵

نیروی وارد بر بار الکتریکی از طرف میدان الکتریکی

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.

$$F = Eq$$

-۲۶

میدان الکتریکی اطراف بار نقطه‌ای

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:



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

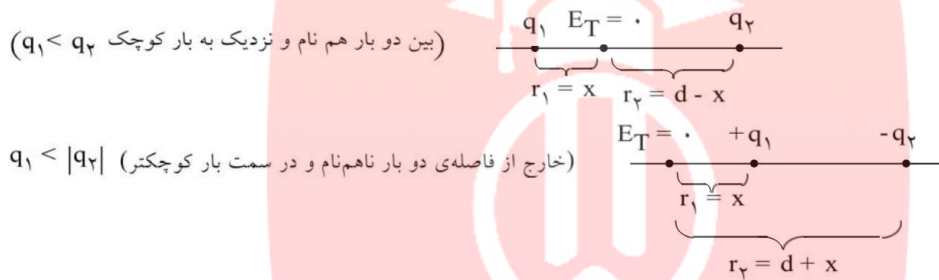


جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتروسیته ساکن و فازن

-۲۷

میدان الکتریکی صفر روی خط واصل دو بار نقطه‌ای

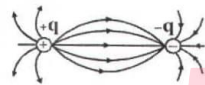
فرض کنید دو بار الکتریکی q_1 و q_2 به فاصله d واقع‌اند، اگر هم‌نام باشند، میدان الکتریکی برآیند روی خط واصل بارها در فاصله‌ی بین آن‌ها و اگر ناهم‌نام باشند، میدان خارج فاصله‌ی آن‌ها و در امتداد خط واصل بارها صفر خواهد شد. این نقطه همیشه در نزدیکی باری است که قدرمطلق آن کوچک‌تر است.



-۲۸

تجسم میدان الکتریکی اطراف بارها

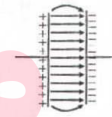
- میدان الکتریکی اطراف جسم باردار را با خطوط میدان نشان می‌دهیم. این خطوط دارای ویژگی‌های زیر هستند:
- جهت خطوط هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت است.
 - جهت میدان خطی مماس بر خط میدان و هم‌جهت با خط میدان است.
 - در هر ناحیه که میدان قوی‌تر است، خطوط میدان به هم نزدیک‌ترند.
 - خطوط میدان هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند. از هر نقطه از فضا یک خط میدان می‌گذرد.



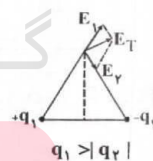
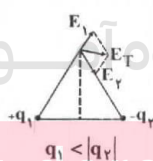
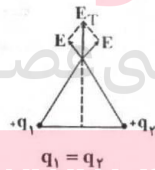
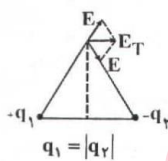
میدان الکتریکی اطراف دو بار ناهم‌نام با بزرگی یکسان



میدان الکتریکی اطراف دو بار هم‌نام با بزرگی یکسان



میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه‌ی خازن





جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتریسته ساکن و فازن

۲۹- ۱- بار الکتریکی فقط روی سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود، به طوری که تراکم آن در نقاط تیز جسم رسانا بیش تر می‌باشد.

۲- روی سطح یک کره رسانا، بار الکتریکی به طور یکنواخت توزیع می‌شود.

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

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

بار توزیع شده روی سطح رسانا (کولن) ← → مساحت سطح رسانا (مترمربع)

← چگالی سطحی بار (کولن بر مترمربع)

۳۰- **چگالی سطحی بار الکتریکی در کره ی رسانا**

اگر بار الکتریکی روی سطح یک کره ی 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:

۳۱- **پتانسیل الکتریکی جسم رسانای باردار**

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



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

۳۲- **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.

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

← پتانسیل الکتریکی (ولت) → (ژول) انرژی پتانسیل الکتریکی
→ (کولن) بار الکتریکی

۳۳- **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.

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

$$W' = F'd \cos \alpha' \text{ کاری که نیروی الکتریکی انجام می‌دهد}$$

۳۴- **تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی**

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



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتروسیته ساکن و خازن

تغییر پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی

-۳۵

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

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی

-۳۶

هرگاه بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی در جهتی که خودش می‌تواند برود (یعنی در جهت نیروی الکتریکی) جابه‌جا 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) جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد (ذخیره می‌شود).

تعریف ظرفیت خازن

-۳۷

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.

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

ظرفیت خازن مسطح

-۳۸

ظرفیت خازن به تغییرات بار الکتریکی اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و ظرفیت خازن مسطح از رابطه‌ی $C = k\epsilon \frac{A}{d}$ 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:

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

قرار دادن صفحه‌ی رسانا بین صفحه‌های خازن

-۳۹

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

-۴۰

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

-۴۱

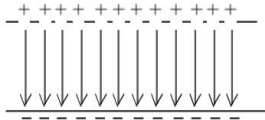
اگر یک خازن پرشده از مولد جدا شود، یا تغییر مشخصات ساختمانی آن بار الکتریکی خازن تغییر نمی‌کند.



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتریسیته ساکن و خازن

میدان الکتریکی یکنواخت خازن

-۴۲



هرگاه دو صفحه ی مسطح، موازی هم قرار داشته باشند و دو صفحه دارای بارهای هم اندازه و ناهم نام باشند، بین دو صفحه میدان الکتریکی یکنواخت بوجود می آید که سوی آن از صفحه ی مثبت به طرف صفحه ی منفی است.

محاسبه ی میدان یکنواخت خازن

-۴۳

برای خازن مسطحی که فاصله ی دو صفحه ی آن برابر d و اختلاف پتانسیل دو صفحه برابر V است، اندازه ی میدان الکتریکی از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

$$E = \frac{V}{d} \quad \left(\text{ولت} \right) \quad \left(\text{اختلاف پتانسیل دو صفحه} \rightarrow V \right) \quad \left(\text{متر} \right) \quad \left(\text{فاصله ی دو صفحه} \rightarrow d \right)$$

$\leftarrow E$ میدان الکتریکی یکنواخت (ولت بر متر یا نیوتن بر کولن)

نیروی وارد بر بار الکتریکی در بین صفحه ی 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 می شود.

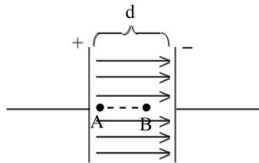
$$F = qE \Rightarrow F = q \frac{V}{d}$$

$\leftarrow F$ نیروی وارد بر بار آزمون q از طرف خازن باردار

رابطه ی میدان الکتریکی یکنواخت و اختلاف پتانسیل الکتریکی

-۴۵

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



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

$$\left(d_{AB} = \frac{1}{3}d \text{ مثلاً اگر داشته باشیم} \right) \Rightarrow V_{AB} = Ed_{AB} = E \left(\frac{1}{3}d \right) \Rightarrow V_{AB} = \frac{1}{3}V$$

انرژی ذخیره شده در خازن

-۴۶

وقتی خازنی را با ولتاژ معین پر می کنیم انرژی الکتریکی توسط خازن ذخیره می شود. انرژی ذخیره شده بین دو صفحه ی یک خازن طبق رابطه های زیر قابل محاسبه است:

$$U = \frac{1}{2} q V$$

ولت (بالا) کولن (بالا) ژول (بالا)

ولت (پایین) میکروکولن (پایین) میکروژول (پایین)

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

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



جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتریسیته ساکن و خازن

تغییر مشخصات یک خازن پر شده

-۴۷

هر گاه مشخصات ساختمانی یک خازن پر شده را تغییر می‌دهیم، طبق رابطه ی $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$ می‌توان نحوه ی تغییر ظرفیت الکتریکی آن را معین نمود. اما بررسی تغییرات q ، 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 $q = CV$ و $E = \frac{V}{d}$ 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 $V = \frac{q}{C}$ و $E = \frac{V}{d}$ و $U = \frac{1}{2}q\frac{V}{C}$ تعیین کنید.

به هم بستن خازن‌ها

-۴۸

(ظرفیت معادل خازن‌های متوالی)	$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$	$\begin{cases} C_T < C_1 \\ C_T < C_2 \\ C_T < C_3 \end{cases}$	$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ (ظرفیت معادل دو خازن متوالی)
			$C_T = C_n$ (ظرفیت معادل n خازن مشابه و متوالی)
(ظرفیت معادل خازن‌های موازی)	$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	$\begin{cases} C_T > C_1 \\ C_T > C_2 \\ C_T > C_3 \end{cases}$	$C_T = mC$ (ظرفیت معادل m خازن مشابه و موازی)

تغییر در ظرفیت معادل مدارهای خازنی

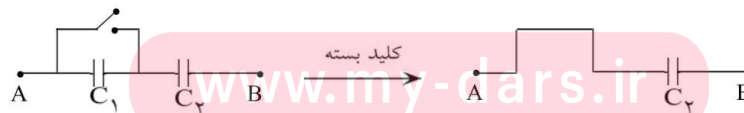
-۴۹

وقتی یک خازن به طور متوالی 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.





جزوه ی فیزیک - جزوه ی الکتریسیته ساکن و خازن

۵۱- اثر کلید در مدارهای خازنی (۲)

گاهی بسته شدن یک کلید، خازنی را به‌طور 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.



۵۲- اثر کلید در مدارهای خازنی (۳)

گاهی بسته شدن یک کلید، نحوه‌ی 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 رابطه‌ی $\vec{E} = \frac{1}{q}\vec{F}$ روبه‌رو 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 ΔU برحسب ژول (J)، q برحسب کولن (C) و ΔV برحسب ولت (V) است.

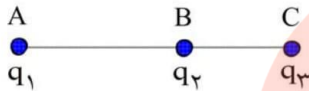
۵۵- فروشکست

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 به‌طور موقت رسنا 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.

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته 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. $AC = 6 \text{ cm}$ و $BC = 2 \text{ cm}$.



بار q_1 توسط بار q_3 جذب و توسط بار q_2 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.

مای درس

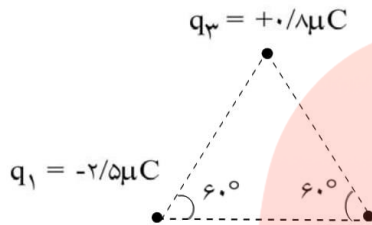
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

۲- سه ذره ی باردار، مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع 6cm ثابت شده‌اند. نیروهای وارد بر بارهای الکتریکی q_1 و q_2 را محاسبه کنید.



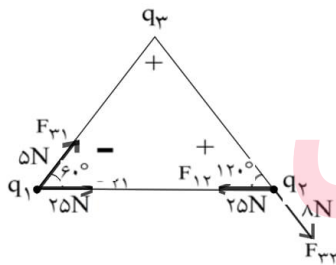
نیروی متقابل هر دو بار را به دست آورید.

$$F_{32} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.8 \times 10^{-6} \times 0.5 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 8 \text{ N}$$

$$F_{21} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.5 \times 10^{-6} \times 2.5 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 25 \text{ N}$$

$$F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.5 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 5 \text{ N}$$

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



$$F_{T1} = \sqrt{25^2 + 8^2 + 2 \times 25 \times 8 \times \cos 60^\circ}$$

$$\Rightarrow F_{T1} = \sqrt{625 + 64 + 200} = \sqrt{25 \times (25 + 8 + 16)}$$

$$\Rightarrow F_{T1} = 5\sqrt{31} \text{ N}$$

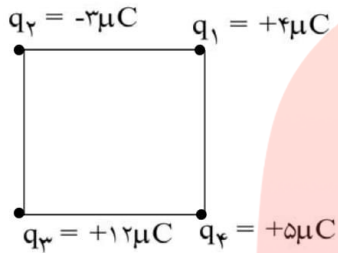
$$F_{T2} = \sqrt{25^2 + 8^2 + 2 \times 25 \times 8 \times \cos 120^\circ}$$

$$\Rightarrow F_{T2} = \sqrt{625 + 64 - 200} = \sqrt{489} \text{ N}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

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



$$F_{14} = F_{41} = 50 \text{ N}$$

$$F_{24} = k \frac{q_2 q_4}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(36 \times 2 \times 10^{-4})^2} = 18/75 \text{ N}$$

$$F_{34} = k \frac{q_3 q_4}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(36 \times 10^{-4})^2} = 150 \text{ N}$$

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

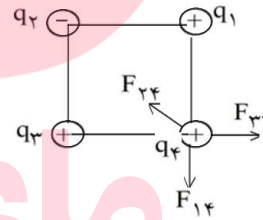
$$\vec{F}_{14} = -50 \hat{j}$$

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

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

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

$$\vec{F}_T = 137\hat{i} - 37\hat{j} \Rightarrow F_T = \sqrt{(137)^2 + (37)^2} = 142 \text{ N}$$



برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 برابر ۱۴۲ نیوتون است.

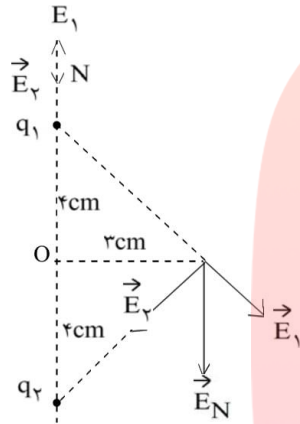
مای داریس گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن



۴- دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = -q_2 = +5\mu\text{C}$ در فاصله‌ی 8cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی حاصل از دوقطبی را در نقطه‌ی روی محور دوقطبی و به فاصله‌ی 5cm از مرکز دو قطبی (نقطه‌ی N در شکل زیر) به دست آورید.



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

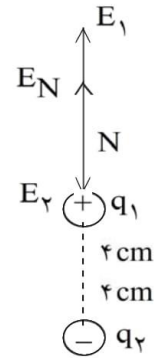
در نقطه N

$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{10^{-4}} = 4/5 \times 10^9 \text{ N/C}$$

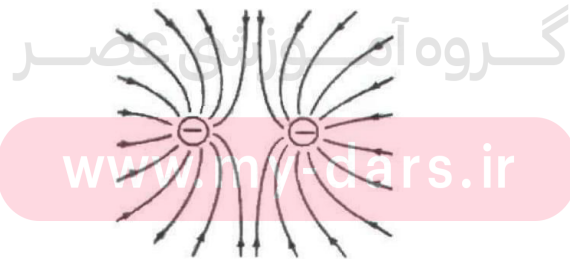
$$E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-4}} = 0.55 \times 10^9 \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_N = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_N = E_1 - E_2 = 4/5 \times 10^9 - 0.55 \times 10^9 = 4/43 \times 10^9 \text{ N/C}$$



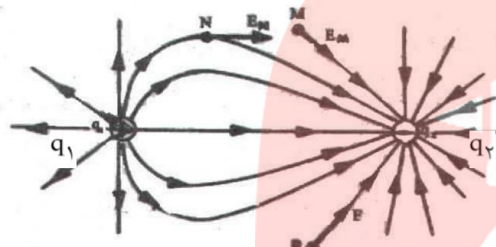
۵- میدان الکتریکی را در اطراف دو بار الکتریکی منفی و هم‌اندازه رسم کنید.



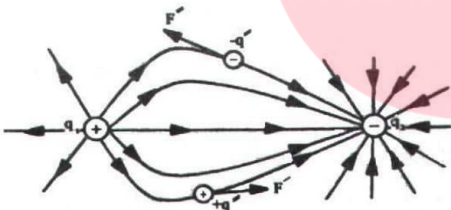


جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

- ۶- با توجه به ویژگی‌های خطهای میدان الکتریکی، خطهای میدان را در اطراف دو بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت q_1 و منفی q_2 با فرض $|q_2| > |q_1|$ ، 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 M ، 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 واقعند 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 خطهای میدان، برای میدان الکتریکی یکنواخت، تعریفی را بیان کنید.
میدان الکتریکی یکنواخت میدانی است که در فضای آن خطهای 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 این باره 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 الکترون 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 خارجی‌ترین سطح رسانا توزیع می‌شوند.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی 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.

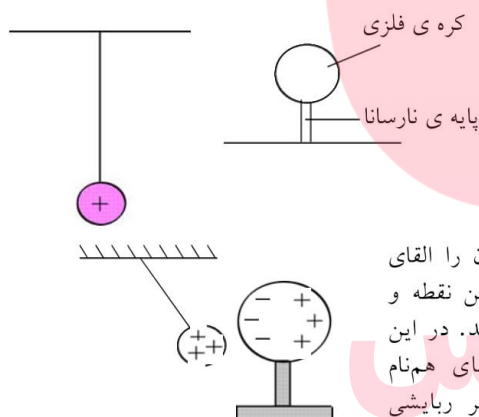
۱۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری یک خودرو برابر ۱۲V است. اگر بار الکتریکی جابه‌جا شده منفی باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟ ($q = -1/5C$)

$$\begin{cases} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ \Delta U = q \cdot \Delta V = q \cdot (V_+ - V_-) \end{cases}$$

$$\Delta U = (-1/5) \times (+12) = -1.8J$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی به اندازه‌ی ۱.۸J کاهش یافته است.

۱۳- یک کره‌ی 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.

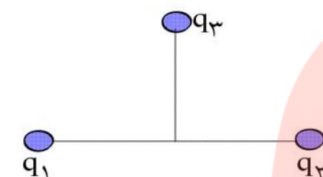


میدان الکتریکی بار مثبت آونگ بر روی کره‌ی فلزی اثر گذاشته و آن را القای الکتریکی می‌نماید، به طوری که مطابق شکل بارهای مثبت در دورترین نقطه و بارهای منفی در نزدیک‌ترین نقطه نسبت به گلوله‌ی آونگ قرار می‌گیرند. در این صورت چون فاصله‌ی بارهای غیر هم‌نام نزدیک‌تر از فاصله‌ی بارهای هم‌نام می‌باشد، بر هم کنش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

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن



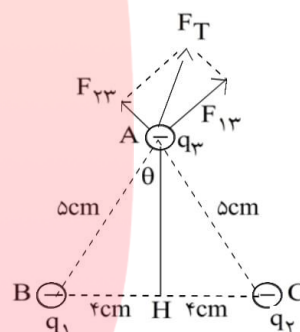
۱۴- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4\mu\text{C}$ و $q_2 = -3\mu\text{C}$ مطابق شکل در فاصله‌ی 8cm از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای $q_3 = -5\mu\text{C}$ در نقطه‌ای که فاصله‌ی آن از هر یک از دو بار الکتریکی قبلی برابر 5cm است، قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.



$$F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(2.5 \times 10^{-2})^2} = 72\text{N}$$

$$F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(2.5 \times 10^{-2})^2} = 54\text{N}$$

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

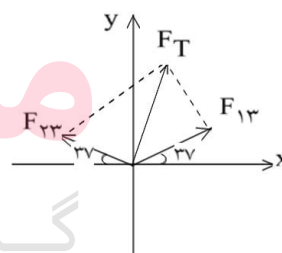


با توجه به شکل بار q_3 بر روی عمود منصف مثلث ABC قرار دارد و برای محاسبه زاویه θ چنین عمل می‌کنیم.

$$\sin \theta = \frac{BH}{AB} = \frac{4}{5} = 0.8 \Rightarrow \theta = 53^\circ$$

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

$$\begin{cases} \vec{F}_{13} = (72 \cos 37^\circ) \vec{i} + (72 \sin 37^\circ) \vec{j} \\ \vec{F}_{23} = -(54 \cos 37^\circ) \vec{i} + (54 \sin 37^\circ) \vec{j} \\ \vec{F}_{13} = 57.6 \vec{i} + 43.2 \vec{j} \\ \vec{F}_{23} = -43.2 \vec{i} + 32.4 \vec{j} \end{cases}$$



$$F_T = 14.4 \vec{i} + 75.6 \vec{j} \Rightarrow F_T = \sqrt{(14.4/4)^2 + (75.6/6)^2} \approx 77\text{N}$$

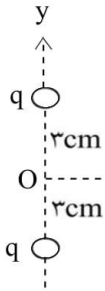
۱۵- توضیح دهید که چرا خطهای میدان الکتریکی یکنواخت، به صورت خطهای راست و موازی با فاصله‌های مساوی با یک‌دیگرند.

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 بر آن مقداری ثابت و جهت نیروی وارد بر آن یکسان خواهد بود. به همین دلیل خطهای میدان الکتریکی با یکدیگر موازی و به صورت خط راست هستند.

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن



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



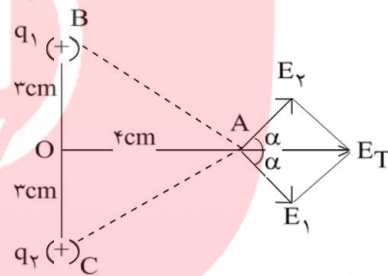
ابتدا فاصله هر بار را تا نقطه A محاسبه می‌کنیم:

$$AB^2 = OB^2 + AO^2 = 9 + 16 = 25$$

$$\Rightarrow AB = 5\text{cm}$$

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

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



با به دست آوردن زاویه α می‌توان هر بردار را بر حسب بردار یکه نوشت:

$$\sin \alpha = \frac{OB}{AB} = \frac{3}{5} = 0.6 \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{AO}{AB} = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$\vec{E}_1 = 1/8 \times 10^7 (\cdot 0.8 \vec{i} - \cdot 0.6 \vec{j})$$

$$\vec{E}_2 = 1/8 \times 10^7 (\cdot 0.8 \vec{i} - \cdot 0.6 \vec{j})$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E}_T = 2/8 \times 10^7 \vec{i} \Rightarrow E = 2/8 \times 10^7 \text{ N/C}$$

بزرگی میدان الکتریکی در نقطه A برابر $2/8 \times 10^7 \text{ (N/C)}$ می‌باشد.

www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسیته ساکن

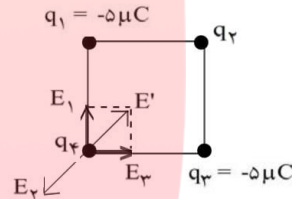
۱۷- سه ذره ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل زیر در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = -5\mu\text{C}$ باشد، نوع و اندازه‌ی بار q_2 را طوری تعیین کنید که بار q_4 در حال تعادل باشد.

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 مسأله و شکل زیر می‌توان نوشت:

$$q_1 = q_3 = -5\mu\text{C}$$

$$E_1 = E_3 = \frac{kq_1}{r^2}$$

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



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

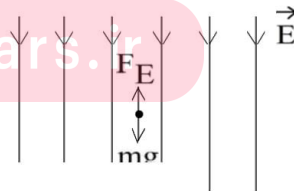
$$E_2 = E'$$

$$\frac{kq_2}{r^2} = \frac{\sqrt{2}kq_1}{r^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \sqrt{2} \Rightarrow q_2 = \sqrt{2} \times 5 = 7.07\mu\text{C}$$

۱۸- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره ی باردار به جرم 2g معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ 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.

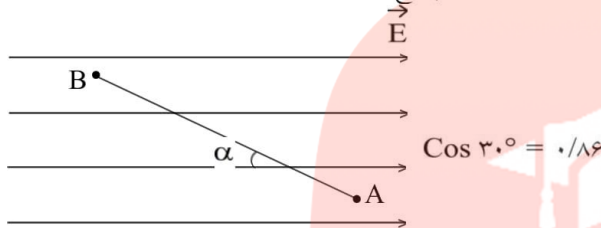
$$\begin{cases} \Sigma F_y = 0 \\ F_E - mg = 0 \\ F_E = Eq \Rightarrow Eq - mg = 0 \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \\ q = \frac{mg}{E} \\ E = 5 \times 10^4 \text{ N/C} \Rightarrow q = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^4} \Rightarrow q = 0.4 \times 10^{-6} \text{ C} = -0.4 \mu\text{C} \end{cases}$$





جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

بار $q = +5\mu\text{C}$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{5}{C} \times 10^5 \text{ N}$ مطابق شکل زیر از نقطه ی A تا B جابه جا می کنیم. اگر $AB = 2\text{m}$ و $\alpha = 30^\circ$ درجه باشد، به سوال بعدی پاسخ دهید:

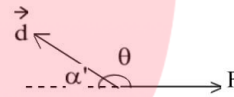


۱۹- نیروی الکتریکی وارد بر بار q را محاسبه کنید.

$$\begin{cases} F = Eq \\ E = 5 \times 10^5 \text{ N/C} \text{ و } q = 5 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow F = 5 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-6} = 2.5 \text{ N} \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} W = Fd \cos \theta \\ \cos \theta = -\cos \alpha \Rightarrow W = -Fd \cos \alpha \\ d = AB = 2\text{m} \Rightarrow W = -2.5 \times 2 \times 0.866 = -4.33 \text{ J} \end{cases}$$



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

$$\begin{cases} \Delta U = +W \\ W = -4.33 \text{ J} \Rightarrow \Delta U = (-4.33) = -4.33 \text{ J} \end{cases}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار q به اندازه ی 4.33 J ژول کاهش می یابد.

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

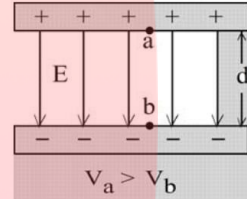


۲۲- دو صفحه ی رسانا با فاصله ی ۲cm را موازی یکدیگر قرار می دهیم و آنها را به اختلاف پتانسیل ۱۰۰V وصل می کنیم. در نتیجه، یکی از صفحه ها به طور منفی و دیگری به طور مثبت باردار می شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی بوجود می آید. اندازه ی این میدان الکتریکی را حساب کنید و توضیح دهید که کدام یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیش تری دارند.

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

$$\begin{cases} V = \frac{\Delta U}{q} \\ \Delta U = F \cdot d \Rightarrow V = \frac{F \cdot d}{q} \\ F = Eq \Rightarrow V = \frac{Eq \cdot d}{q} \Rightarrow E = \frac{V}{d} \end{cases}$$

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



۲۳- در یک میدان الکتریکی، بار $q = +2\mu\text{C}$ از نقطه ی A تا B جابه جا می شود. اگر انرژی پتانسیل آن در نقطه های A و B به ترتیب $J \cdot 10^{-5} \cdot 4 -$ و $J \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه $(V_B - V_A)$ را محاسبه کنید.

$$\begin{cases} \Delta U = U_2 - U_1 \\ \Delta U = 5 \times 10^{-5} - (-4 \times 10^{-5}) = 9 \times 10^{-5} \text{ J} \\ \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ q = 2 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow \Delta V = \frac{9 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-6}} = 45 \text{ ولت} \end{cases}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

بار الکتریکی $q = -4\mu\text{C}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40\text{V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = -10\text{V}$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

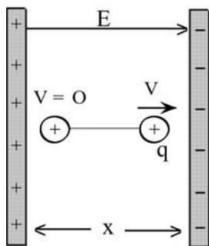
۲۴- انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

$$\begin{cases} \Delta V = V_2 - V_1 \\ \Delta V = -10 - (-40) = 30 \text{ ولت} \\ \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ q = -4 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow \Delta U = (-4 \times 10^{-6}) \times (30) = -1/2 \times 10^{-4} \text{ J} \end{cases}$$

انرژی پتانسیل بار q به اندازه $1/2 \times 10^{-4}$ ژول 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 اثر 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 1000V است. یک ذره به بار $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم $1/6 \times 10^{-28} \text{ kg}$ (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 جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. در این آزمایش وقتی بار q از صفحه‌ی مثبت به صفحه‌ی منفی می‌رود چون در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

$$\text{ب) } \begin{cases} \Delta U = q \cdot (\Delta V) \\ \Delta V = V_2 - V_1 = -1000\text{V} \\ q = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow \Delta U = 1/6 \times 10^{-19} \times (-1000) = -1/6 \times 10^{-16} \text{ J} \end{cases}$$

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

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



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

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

با توجه به رابطه $C = \frac{q}{V}$ می توان 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 صفحه ی مربعی شکل به ضلع ۱۶cm در فاصله ی ۲mm از یکدیگر قرار دارند. فضای بین دو صفحه از پارافین با ضریب دی الکتریکی ۲/۵ پر شده است. ظرفیت خازن حاصل چه اندازه است؟

$$\left\{ \begin{array}{l} A = 16 \times 16 \times 10^{-4} = 2.56 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \\ d = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \\ k = 2.5 \\ \epsilon_0 \approx 9 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 \Rightarrow C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} = 2.5 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{2.56 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} \\ C = 2.88 \times 10^{-10} \text{ کولن} = 288 \text{ pC} \end{array} \right.$$

خازنی به ظرفیت $C_1 = 5 \mu C$ با اختلاف پتانسیل ۱۲۰۰V و خازنی به ظرفیت $C_2 = 10 \mu F$ با اختلاف پتانسیل ۷۵۰ ولت پر شده اند. اگر این خازن های پر را از مدار اصلی آنها جدا و صفحه های هم نام 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 می شود؟

هر گاه دو خازن C_1 و C_2 را پس از شارژ به یکدیگر مطابق شکل اتصال دهیم، بار ذخیره شده در خازن ها بین آنها تقسیم می شود و اختلاف پتانسیل دو سر خازن ها با هم برابر می شود و از رابطه زیر می توان مقدار آن را به دست 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 می توان بار ذخیره شده در هر خازن را در شرایط جدید به دست آورد.

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



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته 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:

$$W_T = W_1 + W_2 = 3/6 + 2/8 = 6/4J$$

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

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

وقتی خازن‌ها را به هم اتصال می‌دهیم در اثر جابجا 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 بارالکتریکی آن q است. $8J$ انرژی باید مصرف کنیم تا $3mC$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم. q را محاسبه کنید.

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

حال اگر مقدار $3mC$ بار الکتریکی را بین دو صفحه جابجا 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 $8J$ انرژی صرف شده است، پس:

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

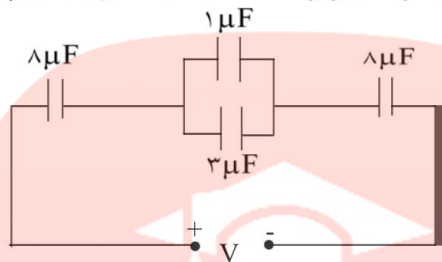
$$q \times 6 \times 10^{-3} = 183 \times 10^{-6} \Rightarrow q = 30/5 \times 10^{-3} C = 30/5 mC$$

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



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

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



۳۲- ظرفیت معادل مدار چه قدر است؟

۳۳- بار الکتریکی و اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از خازن‌ها را حساب کنید.

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

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

$$q = q_1 = q_{2,3} = q_4 = 20\mu C$$

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} \Rightarrow V_1 = \frac{20}{8} = 2.5 \text{ ولت}$$

$$V_{2,3} = \frac{q_{2,3}}{C'} \Rightarrow V_{2,3} = \frac{20}{4} = 5 \text{ ولت}$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{2,3} = V_2 = V_3 = 5 \text{ ولت} \end{array} \right.$$

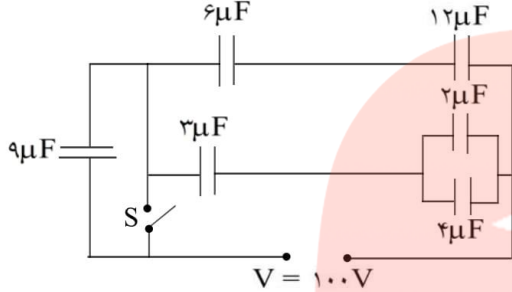
$$q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow q_2 = 1 \times 5 = 5\mu C$$

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

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

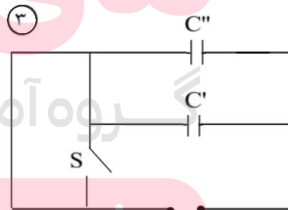
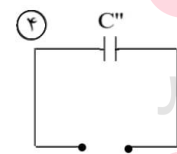
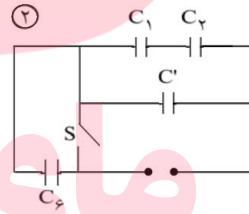
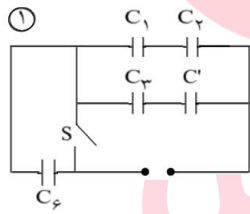


۳۴- در شکل زیر، انرژی ذخیره شده در مجموعه ی خازن ها را در حالتی که الف- کلید S باز ب- کلید S بسته است، حساب کنید.



الف) کلید S باز است و خازن C_f در مدار خواهد بود.

$$\begin{aligned} (1) \quad C' &= C_f + C_d = 2 + 4 = 6\mu F \\ (2) \quad C'' &= \frac{C' C_3}{C' + C_3} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\mu F \\ (3) \quad C''' &= \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow C''' = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\mu F \\ (4) \quad C &= \frac{C_f (C'' + C''')}{C_f + (C'' + C''')} \Rightarrow C = \frac{9(2 + 4)}{9 + (2 + 4)} = 3/6\mu F \end{aligned}$$



www.my-dars.ir

$$\begin{cases} W = \frac{1}{2} CV^2 \\ C = 3/6\mu F \Rightarrow W = \frac{1}{2} (3/6 \times 10^{-6}) (100)^2 \Rightarrow W = 1/8 \times 10^{-2} J \end{cases}$$

ب) کلید S بسته است و خازن C_f از مدار خارج می گردد (اتصال کوتاه)

$$\begin{cases} C' = C_f + C_d = 6\mu F \\ C'' = \frac{C' C_3}{C' + C_3} = 2\mu F \\ C''' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 4\mu F \end{cases}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

۳۵- جمله ی زیر را کامل کنید.

وقتی دو جسم به یکدیگر داده می شود، بین آن ها الکترون مبادله می شود.
مالش

۳۶- جمله ی زیر را کامل کنید.

با جابه جا شدن الکترون های آزاد، بار الکتریکی درون شارش می کند.
رسانا

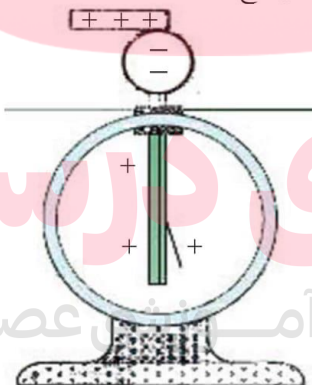
۳۷- جمله ی زیر را کامل کنید.

در یک جسم بار الکتریکی در محل ایجاد شده باقی می ماند.
نارسانا

۳۸- جمله ی زیر را کامل کنید.

نیروی که بارهای الکتریکی هم نوع بر یکدیگر وارد می کنند و نیرویی که بارهای الکتریکی غیرهم نوع بر یکدیگر وارد می کنند است.
رانشی - ربایشی

۳۹- هرگاه جسمی را که دارای بار الکتریکی است (مثلاً میله ای شیشه ای با بار مثبت) به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار تماس دهید، چه اتفاقی می افتد؟ علت را توضیح دهید.



بخشی از بار جسم باردار به الکتروسکوپ منتقل شده و تیغه های آن از هم فاصله می گیرند.

۴۰- مراحل باردار کردن یک الکتروسکوپ به روش القای الکتریکی را پیشنهاد کنید، سپس آن را به روشی که پیشنهاد کرده اید، باردار کنید.

الکتروسکوپ را به وسیله ی یک سیم به زمین وصل کرده، جسمی باردار را به آن نزدیک می کنیم، سپس اتصال به زمین را قطع کرده و جسم باردار را دور می کنیم.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

۴۱- با الکتروسکوپ چگونه می توان تعیین کرد که:

(الف) جسمی باردار است؟

(ب) جسم چه نوع باری دارد؟

(پ) جسمی رساناست یا نارسانا؟

(الف) حرکت کردن تیغه های الکتروسکوپ پس از نزدیک کردن جسم باردار به آن (دور شدن تیغه های الکتروسکوپ خنثی)

(ب) اگر پس از تماس تیغه های الکتروسکوپ از هم دورتر شوند، بار جسم هم نام بار الکتروسکوپ است و اگر تیغه ها ابتدا نزدیک و سپس دور شوند، بارها مخالف اند.

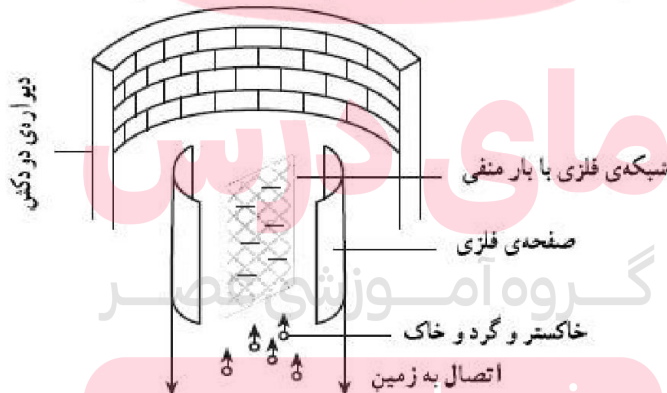
(پ) ابتدا به جسم مقداری بار الکتریکی می دهیم. اگر پس از نزدیک کردن الکتروسکوپ تغییری در وضعیت آن ایجاد شد، جسم رسانا و در غیر این صورت نارسانا است.

۴۲- آیا با الکتروسکوپ می توان مقدار بار دو کره ی هم اندازه، رسانا و باردار را با یکدیگر مقایسه کرد؟

بله، با نزدیک کردن کره ها به الکتروسکوپ و مقایسه ی فاصله ی تیغه ها در دو حالت

سوختن زغال سنگ در نیروگاه ها مقدار زیادی خاکستر، گرد و خاک و گازهای زائد تولید می کند. همه ی این فرآورده ها موجب مشکل های زیست محیطی می شوند. در این دودکش رسوب دهنده ی الکتریکی، خاکستر و گرد و خاک از گازهای زائد حذف می شوند (شکل زیر).

رسوب دهنده شامل شبکه ای فلزی است که توسط دو صفحه ی فلزی متصل به زمین محصور شده است. به شبکه ی فلزی بار منفی بزرگی داده می شود. خاکستر و ذره های دود با گذشتن از سیم های شبکه بار منفی پیدا می کنند. آن ها به طرف صفحه های فلزی حرکت می کنند و در آن جا بار منفی خود را از دست می دهند.



۴۳- دو مشکل زیست محیطی را که پیامد سوختن زغال سنگ است نام ببرید.

آلودگی - عدم تجدیدپذیری - گرم شدن زمین

۴۴- به طور واضح توضیح دهید که چرا ذره های دود به طرف صفحه های فلزی حرکت می کنند.

ذرات دود پس از دریافت بار منفی، به صورت القا صفحه ی فلزی را دارای بار مثبت می کنند، سپس توسط آن جذب می شوند.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته 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 الکتریسته‌ی ساکن در روزهای سرد و خشک، نتیجه‌ی بهتری می‌دهد؟

چون هوای مرطوب رسانای الکتریسته 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 (نارسانای) الکتریسته 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} الکترون 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؟ ۲،

$10^6, 10^7, 10^8, \dots$ فرض کنید که در هر ثانیه بتوانید یک تریلیون یعنی 10^{12} الکترون 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 3×10^7 ثانیه در نظر بگیرید.

$$t = \frac{n}{n_0} = \frac{10^{22}}{10^{12}} = 10^{10} \text{ و } \text{تعداد سال} = \frac{10^{10}}{3 \times 10^7} \approx 333 \times 10^3 = 333 \text{ سال}$$

۵۲- برای آنکه در جسمی خنثی بار الکتریکی $6/4$ میکروکولن ($6/4 \times 10^{-6} \text{ C}$) ایجاد شود، چه تعداد الکترون باید از آن گرفته شود؟

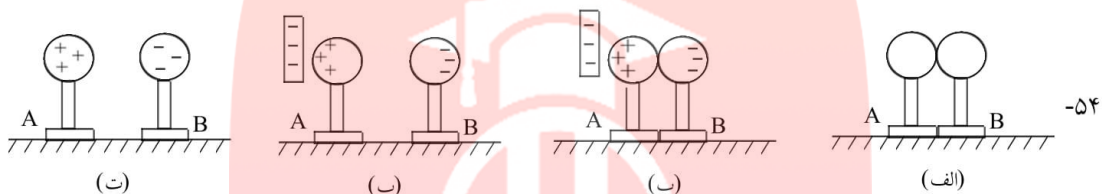
$$q = ne \Rightarrow 6/4 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 4 \times 10^{13}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته 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 دهید 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 دهید. 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 فوق‌العاده 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 برده می‌شود؟

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



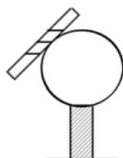
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

۵۸- میله‌ی نارسانایی با بار منفی و کره‌ای رسانا و بدون بار روی پایه‌ی نارسانا در اختیار دارید، با رسم شکل توضیح دهید 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 دارید، با رسم شکل توضیح دهید 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 کدام یک از وسیله‌های منزل لازم است بار الکتریکی ایجاد شده را کاهش دهیم (و یا کنترل کنیم)؟

ماشین لباس شویی. چون در این وسیله حرکت مالشی وجود دارد.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

۶۳- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مشاهده‌های خود که با الکتریسته‌ی 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 متصدیان.

۶۴- اگر یکی از سرهای دو باتری مشابه را به طور مخالف به هم ببندیم (پایانه‌های مثبت به منفی و یا پایانه‌های منفی به مثبت وصل باشند) و دو سر مجموعه را به یک لامپ ببندیم 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.
نارسانا

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

رانش، ربایش



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده ی فازن و الکتریسته ساکن

۶۹- هر گاه جسمی را که دارای بار الکتریکی است (مثلاً 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 (با 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 شدند، 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.



جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسته جاری

۱- مولد

وقتی دو مخزن غیر هم ارتفاع را به هم ربط می دهیم، آب از مخزن بالایی به مخزن پایینی می رود. 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 می کند و می توان از آن استفاده کرد. زمان بالا رفتن نیز آب از پمپ انرژی می گیرد.

وقتی دو جسم غیر هم پتانسیل را به هم وصل می کنیم بار از جسم با پتانسیل بالاتر به پتانسیل کمتر می رود. برای ایجاد جریان دائمی از مولد استفاده می کنیم. **مولد با دادن انرژی به بار آن را از محلی با پتانسیل کمتر به موقعیتی با پتانسیل بیشتر می برد.**

۲- نیروی محرکه ی مولد

مولدها با روش های مختلفی مانند یک واکنش شیمیایی بین دو پایانه (اتصال) خود اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می کنند (به بار انرژی می دهند).

مقدار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب توان خروجی آن (مصرف کننده) می تواند متغیر باشد.

بیشترین اختلاف پتانسیلی که مولد می تواند ایجاد کند نیروی محرکه مولد نام دارد و با یکای ولت اندازه گیری می شود.

۳- جریان الکتریکی

به آهنگ شارش بار الکتریکی از هر مقطع رسانا شدت جریان الکتریکی گفته می شود.

اگر بار q در مدت زمان t از یک مقطع مدار عبور کند، شدت جریان I از رابطه ی زیر به دست می آید:

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

در این رابطه q بر حسب کولن و t بر حسب ثانیه می باشد. در این صورت I بر حسب آمپر به دست می آید.

$1A$ شدت جریان بسیار بالایی است و در اکثر وسایل برقی شدت جریان در حدود چند میلی آمپر (mA) می باشد.

۴- مقاومت الکتریکی

وقتی در دو سر یک رسانا اختلاف پتانسیل ایجاد می شود، بارها در آن شارش می کنند. بارها در مسیر خود با برخورد به ذرات در حال نوسان برخورد کرده، انرژی خود را از دست می دهند. این انرژی به انرژی درونی تبدیل می شود. در این حالت اصطلاحاً می گویند رسانا دارای مقاومت الکتریکی است. یکای مقاومت الکتریکی اهم است. 1Ω مقاومت بسیار کمی است و بیشتر ابزارها دارای مقاومت چند کیلو اهم هستند.

وقتی رسانا گرم می شود نوسان های ذرات آن افزایش می یابد. این مسئله سبب افزایش مقاومت الکتریکی آن می شود.

www.my-dars.ir



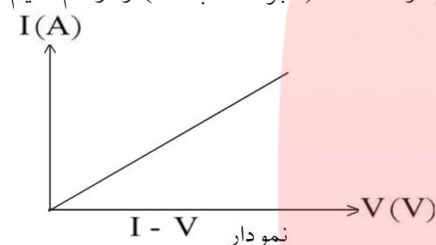
جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

۵- قانون اهم

جریان الکتریکی در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می شود. نسبت V (اختلاف پتانسیل الکتریکی) به I (شدت جریان الکتریکی) همواره برای یک رسانا مقدار ثابتی است که به آن مقاومت الکتریکی گفته می شود. مقاومت الکتریکی با R نشان داده می شود:

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

اگر به ازای اختلاف پتانسیل های مختلف شدت جریان را اندازه بگیریم و نمودار $I - V$ (بر حسب V) را رسم کنیم شیب خط حاصل با $\frac{1}{R}$ برابر است.



پس هر چه شیب خط بیش تر باشد مقاومت رسانا کم تر است و شیب خط کم تر، نشانه ی مقاومت بیش تر است.

۶- مصرف انرژی الکتریکی

وقتی از یک رسانا در اثر اختلاف پتانسیل V جریان I عبور می کند، مقداری انرژی الکتریکی مصرف شده عموماً تبدیل به انرژی درونی می شود. 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 می دهیم. رابطه ی بین W و سه عامل یاد شده به شکل زیر است:

$$W = RI^2 t$$

اگر R بر حسب اهم (Ω)، I بر حسب آمپر (A) و t بر حسب ثانیه (S) باشند، W بر حسب ژول (J) به دست می آید.

انرژی مصرفی در یک رسانا با رابطه های دیگر نیز به دست می آید:

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

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

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



جزوه ی 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 (مثلاً ۱ ثانیه)

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

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

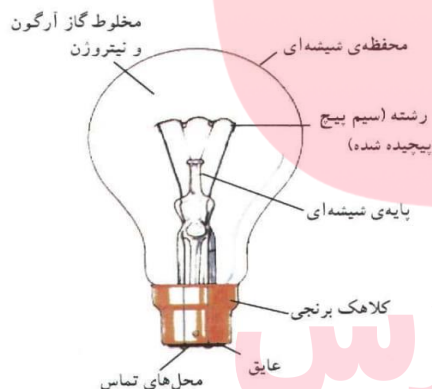
$$P = RI^2$$

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

$$P = VI$$

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

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 $3000^{\circ}C$ 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.



جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

۱۰- بهای انرژی الکتریکی مصرفی

شمارگر (کتور) 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:

$$W = Pt$$

معمولاً 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. معمولاً هزینه‌ی انرژی مصرفی را بر اساس کیلووات‌ساعت مصرفی انرژی بیان می‌کنند. مثلاً ۲۰۰ ریال برای هر کیلووات‌ساعت. انرژی مصرفی بر حسب کیلووات‌ساعت \times هزینه‌ی هر کیلووات‌ساعت = هزینه‌ی مصرفی کل

تعریف 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.

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

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 دی‌الکتریک (عایق) بین دو صفحه می‌باشد. برای مقایسه‌ی ظرفیت الکتریکی دو خازن می‌توان نوشت:

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

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:

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

خازن متصل به مولد

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

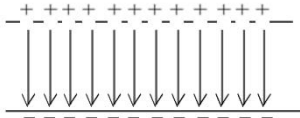
اگر یک خازن پرشده از مولد جدا شود، یا تغییر مشخصات ساختمانی آن بار الکتریکی خازن تغییر نمی‌کند.



جزوه ی 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 دو صفحه‌ی آن برابر d و اختلاف پتانسیل دو صفحه برابر V است، اندازه‌ی میدان الکتریکی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$E = \frac{V}{d} \rightarrow \text{میدان الکتریکی یکنواخت (ولت بر متر یا نیوتن بر کولن)}$$

۱۸-

نیروی وارد بر بار الکتریکی در بین صفحه‌ی خازن

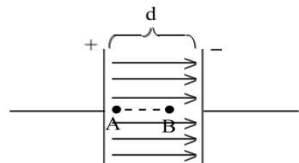
از طرف میدان الکتریکی خازن به بار الکتریکی مثبت نیرویی در جهت میدان (از صفحه دارای بار مثبت به طرف صفحه دارای بار منفی) و به بار منفی نیرویی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.

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

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.



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

$$\left(d_{AB} = \frac{1}{3}d \text{ مثلاً اگر داشته باشیم} \right) \Rightarrow V_{AB} = Ed_{AB} = E \left(\frac{1}{3}d \right) \Rightarrow V_{AB} = \frac{1}{3}V$$

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:

$$U = \frac{1}{2} q V$$

↑ کولن ↑ ولت ↓ ژول

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

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

↑ ولت ↓ میکروکولن ↓ میکروژول



جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

تغییر مشخصات یک خازن پر شده

-۲۱

هر گاه مشخصات ساختمانی یک خازن پر شده را تغییر می دهیم، طبق رابطه ی $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$ می توان نحوه ی تغییر ظرفیت الکتریکی آن را معین نمود. اما بررسی تغییرات q ، 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 رابطه های $q = CV$ و $E = \frac{V}{d}$ 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 رابطه های $V = \frac{q}{C}$ و $E = \frac{V}{d}$ و $U = \frac{1}{2}q\frac{V}{C}$ تعیین کنید.

به هم بستن خازن ها

-۲۲

(ظرفیت معادل خازن های متوالی)	$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$	$\begin{cases} C_T < C_1 \\ C_T < C_2 \\ C_T < C_3 \end{cases}$	$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ (ظرفیت معادل دو خازن متوالی)
			$C_T = C_n$ (ظرفیت معادل n خازن مشابه و متوالی)
(ظرفیت معادل خازن های موازی)	$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	$\begin{cases} C_T > C_1 \\ C_T > C_2 \\ C_T > C_3 \end{cases}$	$C_T = mC$ (ظرفیت معادل m خازن مشابه و موازی)

تغییر در ظرفیت معادل مدارهای خازنی

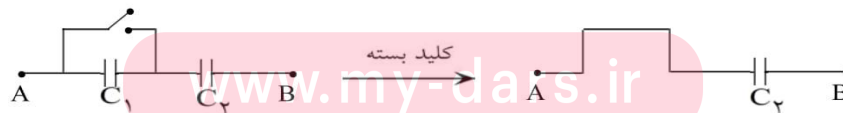
-۲۳

وقتی یک خازن به طور متوالی به مجموعه خازن های مدار اضافه شود، ظرفیت خازن معادل مدار کاهش می یابد. وقتی یک خازن به طور موازی به مجموعه خازن های مدار اضافه شود، ظرفیت خازن معادل افزایش می یابد. وقتی بدون تغییر در تعداد خازن های مدار، ظرفیت یکی از خازن های مدار افزایش یابد، صرف نظر از نوع قرار گرفتن این خازن در مدار، ظرفیت معادل افزایش می یابد.

اثر کلید در مدارهای خازنی (۱)

-۲۴

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





جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسته جاری

-۲۵

اثر کلید در مدارهای خازنی (۲)

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



-۲۶

اثر کلید در مدارهای خازنی (۳)

گاهی بسته شدن یک کلید، نحوه ی اتصال خازن های موجود در مدار را تغییر می دهد.



-۲۷

نیروی محرکه ی مولد

انرژی الکتریکی منتقل شده (ژول) $\rightarrow \epsilon = \frac{U}{q}$
 بار الکتریکی جابه جا شده (کولن) \rightarrow نیروی محرکه ی مولد (ولت)

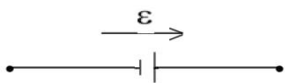
انرژی الکتریکی منتقل شده به بار از طرف مولد (کار انجام شده توسط مولد)

$$\leftarrow U = \epsilon q \Rightarrow U = \epsilon It$$

-۲۸

جهت نیروی محرکه ی الکتریکی

می توان برای نیروی محرکه ی مولد، جهتی را از قطب منفی به طرف قطب مثبت تعریف نمود که در واقع همان جهتی است که مولد می خواهد جریان الکتریکی را در مدار برقرار کند.



مای درس
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

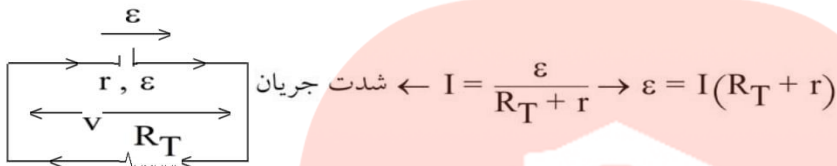


جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

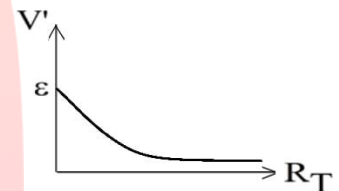
-۲۹

مدار تک حلقه

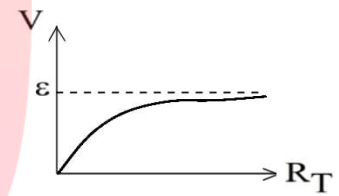
در یک مدار تک حلقه با یک مولد همواره جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد در مدار برقرار می‌شود.



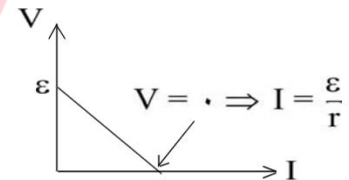
افت پتانسیل در داخل مولد $\leftarrow V' = rI \rightarrow V' = r \left(\frac{\epsilon}{R_T + r} \right)$



اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\leftarrow V = R_T I \rightarrow V = R_T \left(\frac{\epsilon}{R_T + r} \right)$



اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\leftarrow V = \epsilon - rI$



-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 کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر صفر می‌شود و شدت جریان بیشینه‌ای که از آن عبور می‌کند برابر خواهد بود با:

$$R_T = 0 \Rightarrow V_{\text{مولد}} = 0 \Rightarrow I_{\text{max}} = \frac{\epsilon}{r}$$

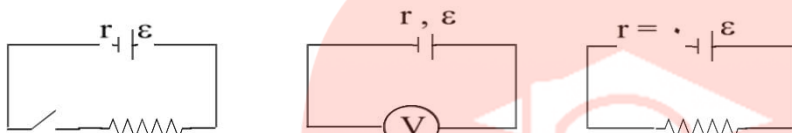


جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۳۲

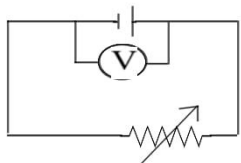
بیشینه ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد

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



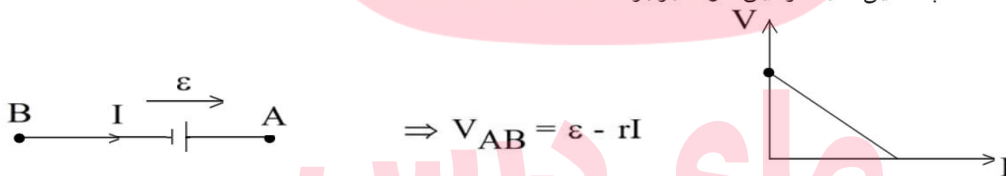
$$\Rightarrow \begin{cases} R = \infty \Rightarrow I = 0 \Rightarrow rI = 0 \Rightarrow V = \varepsilon \\ r = 0 \Rightarrow rI = 0 \Rightarrow V = \varepsilon \end{cases}$$

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.

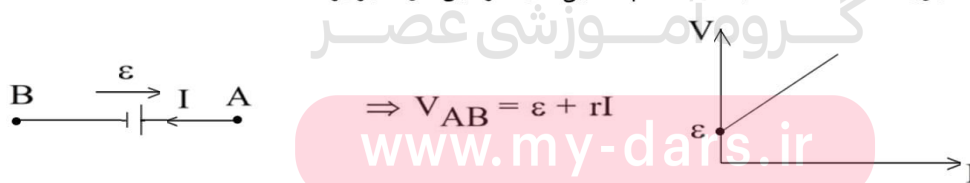


$$R \uparrow \Rightarrow \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R+r}, R \uparrow \Rightarrow I \downarrow \\ V = \varepsilon - rI, I \downarrow \Rightarrow rI \downarrow \Rightarrow V \uparrow \end{cases}$$

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 $\varepsilon - rI$ است.



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 $\varepsilon + rI$ است.



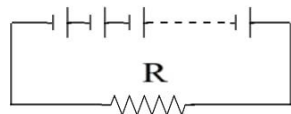


جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۳۶

مدار تک حلقه با چند مولد مشابه

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



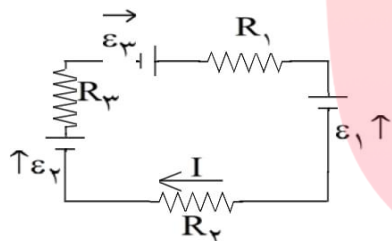
$$\begin{aligned} \varepsilon_T &= n\varepsilon \\ r_T &= nr \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_T}{R + r_T} \Rightarrow I = \frac{n\varepsilon}{R + nr} \end{aligned}$$

-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 مولدهایی که در جهت جریان الکتریکی هستند با علامت مثبت و آن‌هایی که در خلاف جهت جریان الکتریکی می‌باشند را با علامت منفی در رابطه‌ی زیر بکار ببرند.

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



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

اگر در ابطه‌ی 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 می‌یابد و اگر در خلاف جهت جریان الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI افزایش خواهد یافت.

-۳۹

توان یک مولد

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

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

توان تلف شده $P_T = rI^2 \Rightarrow U_T = rI^2 t$ انرژی الکتریکی تلف شده در مقاومت درونی

توان مفید $P' = \varepsilon I - rI^2 \Rightarrow U' = \varepsilon It - rI^2 t$ انرژی الکتریکی مفید یا خارج شده از مولد



جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۴۰

بیشینه‌ی توان مفید یک مولد

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.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \rightarrow R = r \quad \text{مقاومت خارجی مدار وقتی توان مفید بیشینه است.}$$

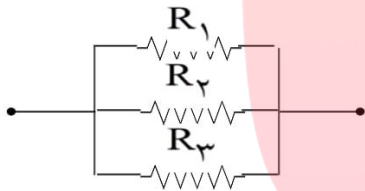
$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \quad \text{ولتاژ دو سر مولد وقتی توان مفید بیشینه است.} \quad V = \frac{\varepsilon}{2}$$

$$V = \varepsilon - Ir \quad \text{ولتاژ دو سر مولد}$$

به هم بستن مقاومت‌ها

-۴۱

مقاومت معادل موازی



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

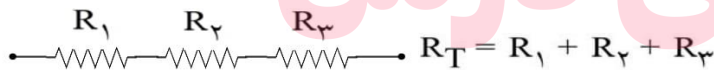
حالت خاص: دو مقاومت R_1 و R_2 موازی شوند.

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

حالت خاص: n مقاومت مشابه موازی شوند.

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

مقاومت معادل سری

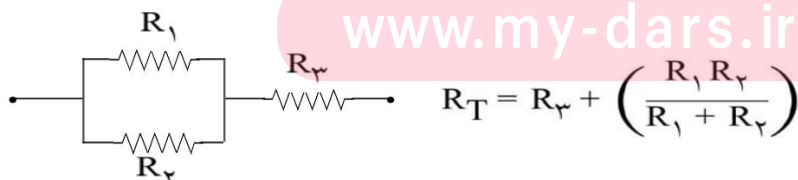


$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

حالت خاص: n مقاومت مشابه متوالی شوند.

$$R_T = nR$$

مثال :



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



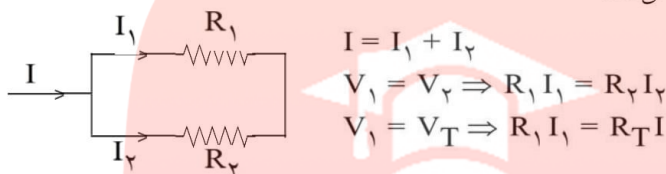
جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسته جاری

جریان و اختلاف پتانسیل در مقاومت‌های موازی و متوالی

-۴۲

موازی

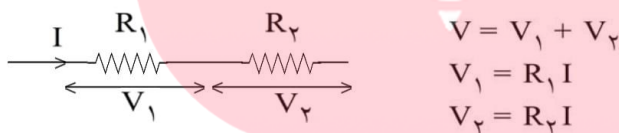
- اختلاف پتانسیل مقاومت‌های موازی با یکدیگر برابر است.
- شدت جریان الکتریکی بین مقاومت های موازی متناسب با عکس مقاومت تقسیم می‌شود در نتیجه از شاخه‌ی با مقاومت کوچک‌تر شدت جریان بیشتری عبور می‌کند.



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

- شدت جریان در مقاومت های متوالی با یکدیگر برابر است.
- اختلاف پتانسیل بین مقاومت های متوالی متناسب با اندازه مقاومت تقسیم می‌شود در نتیجه در دو سر مقاومت کوچک‌تر، اختلاف پتانسیل کم‌تری ایجاد می‌شود.

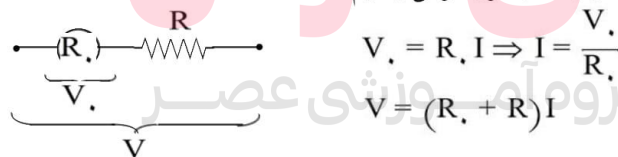


در شکل بالا، اگر $R_1 = 3R_2$ باشد در این صورت $V_1 = 3V_2$ خواهد بود (تقسیم ولتاژ متناسب با اندازه مقاومت‌ها)

افزایش حدود اندازه‌گیری ولت‌سنج

-۴۳

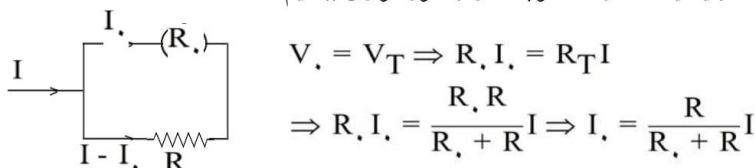
برای تبدیل یک ولت‌سنج به مقاومت درونی R_v که حداکثر ولتاژ V_v را اندازه‌گیری می‌کند، به ولت‌سنجی که ولتاژ بالاتری را اندازه‌گیری کند باید یک مقاومت بزرگ را با آن به‌طور متوالی ببندیم.



افزایش حدود اندازه‌گیری آمپرسنج

-۴۴

برای تبدیل یک آمپرسنج به مقاومت درونی R_a که حداکثر شدت جریان I_a را اندازه‌گیری می‌کند، به آمپرسنجی که شدت جریان بالاتری را اندازه‌گیری کند باید یک مقاومت کوچک را به‌طور موازی ببندیم.



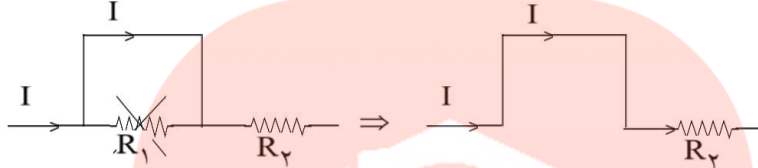


جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسته جاری

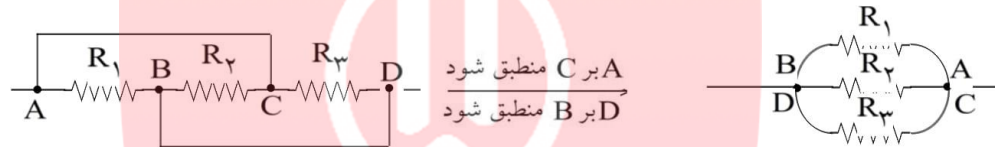
کاربرد سیم اتصال کوتاه در مدارهای الکتریکی

-۴۵

اگر یک سیم بدون مقاومت به دو سر یک مقاومت الکتریکی متصل شود، آن مقاومت را از مدار حذف می کند.



۴۶- نکته: یک سیم بدون مقاومت الکتریکی که دو نقطه از مدار را به یکدیگر وصل می کند باعث می شود که پتانسیل الکتریکی آن دو نقطه با یکدیگر برابر شود. لذا با قرار دادن دو نقطه بر یک دیگر می توان شکل ساده تری از مدار را به دست آورد.



انرژی الکتریکی مصرفی در مجموعه ی مقاومت ها

-۴۷

مناسب ترین رابطه برای مقایسه ی توان الکتریکی مصرفی (توان گرمایی) در مقاومت ها رابطه ی $P = RI^2$ است، اما اگر دو مقاومت الکتریکی موازی باشند، رابطه ی $P = \frac{V^2}{R}$ نیز برای مقایسه ی توان الکتریکی مصرفی آن ها مناسب خواهد بود.

$$\begin{array}{c} R_1 \quad R_2 = 3R_1 \\ \text{---} \end{array} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I^2 \\ P_2 = R_2 I^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = 3$$

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

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

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



جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

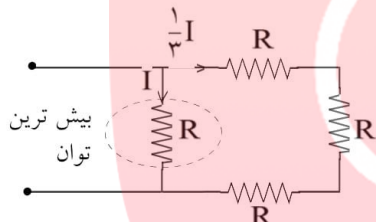
-۴۸

حداکثر توان مصرفی مقاومت‌ها

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 مقاومت معادل بقیه‌ی مقاومت‌های باقیمانده، توان الکتریکی آن‌ها را نیز معلوم کنید.

$$\Rightarrow P' = RI'^2 = 3R \left(\frac{1}{3}I\right)^2 = \frac{1}{3}RI^2$$

$$P_T = P + P'$$



-۴۹

مصرف‌کننده‌های الکتریکی (لامپ‌ها)

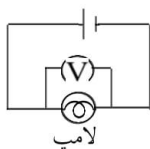
روی هر مصرف‌کننده‌ی الکتریکی توسط کارخانه‌ی سازنده مقدار بیشترین ولتاژ (ولتاژ اسمی V_S) و بیشترین توان مصرفی (توان اسمی P_S) نوشته می‌شود که با داشتن ولتاژ اسمی و توان اسمی، مقاومت الکتریکی یک مصرف‌کننده قابل محاسبه است.

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

B V_S, P_S A
ولتاژ دو سر لامپ

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 اسمی‌اش 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 V^2 کم‌تر از P_S خواهد بود.



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

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



جزوه ی 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 می کند. در نتیجه:
 $P_T = P_{1S} + P_{2S} + P_{3S} + \dots$ توان مصرفی کل لامپ های موازی متصل به برق شهر

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 ی مقاومت کل مدار، توان الکتریکی کل لامپ‌ها قابل محاسبه است.

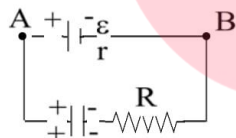
$$P_T = \frac{V_T^2}{R_T} = \frac{V_T^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V_T^2}{\frac{V_S^2}{P_1} + \frac{V_S^2}{P_2} + \frac{V_S^2}{P_3}}$$

۵۴-

اتصال مقاومت و خازن در مدار

الف) خازن در شاخه ی اصلی باشد

اگر خازن در شاخه ی اصلی مدار قرار گرفته باشد، پس از پر شدن خازن، جریان مدار قطع می شود. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن با نیروی محرکه ی مولد برابر می شود.



$q = CV$ ، (خازن = V)

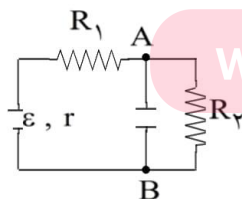
در این شکل پس از پر شدن خازن، جریان مدار صفر می شود. چون جریانی از مقاومت عبور نمی کند، عملاً مقاومت در مدار بی تأثیر است. در نتیجه ولتاژ خازن با ولتاژ دو سر مولد برابر است.

۵۵-

ب) اتصال مقاومت و خازن در مدار

خازن با یکی از اجزای مدار موازی است

در این حالت با پر شدن جریان اصلی مدار قطع نمی شود، ولی جریان شاخه ای 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 می گردد. مثلاً در شکل زیر ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ دو سر مقاومت R_2 برابر است.



$q = CV$ ، (خازن = IR_2)



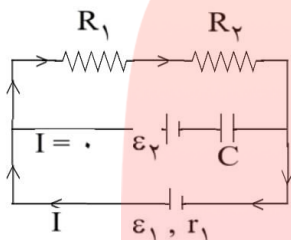
جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسیته جاری

-۵۶

اتصال مقاومت و خازن در مدار

(پ) خازن در شاخه‌ی اصلی نباشد و با هیچ جزئی نیز موازی نباشد

در این حالت ولتاژ دو سر خازن را V_C فرض می‌کنیم 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.



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

$$-IR_1 - IR_2 - V_C + E_1 = 0 \Rightarrow V_C = ?$$

-۵۷

قانون‌های کیرشهف

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.

$$\sum V_{\text{حلقه}} = 0$$

-۵۸

تحلیل مدار

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 به‌طور 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.



جزوه ی فیزیک - مفاهیم و تعاریف الکتریسته جاری

۶۰- عوامل موثر در مقاومت رسانای فلزی

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

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

رابطه ی زیر بستگی مقاومت را به سه عامل مذکور بیان می کند.

در این رابطه ρ مقاومت ویژه برحسب اهم متر (Ωm)، l طول رسانا برحسب متر (m) و A مساحت سطح مقطع سیم برحسب متر مربع (m^2) می باشد.

۶۱- اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی

در رساناهای فلزی افزایش دما سبب افزایش مقاومت ویژه و در نتیجه افزایش مقاومت رسانا می شود. اگر افزایش دما زیاد نباشد مقاومت ویژه جسم با رابطه ی زیر به دست می آید.

$$\rho_2 = \rho_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

$\Delta\theta$ میزان افزایش دما برحسب کلوین (یا درجه سلسیوس) است و α ضریب دمایی مقاومت ویژه برحسب K^{-1} (برکلوین) می باشد. پس مقدار R_2 نیز با رابطه ی زیر محاسبه می شود.

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

۶۲- شدت جریان متوسط

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

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

شدت جریان متوسط از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

یکای شدت جریان آمپر نام دارد. در این رابطه Δt برحسب ثانیه و Δq برحسب کولن است.

۶۳- جریان مستقیم

اگر در تمام بازه های زمانی شدن جریان متوسط ثابت بماند، جریان را مستقیم می نامیم. در شدت جریان مستقیم شدت جریان لحظه ای و شدت جریان متوسط برابر است. در این صورت رابطه ی شدت جریان به شکل زیر تبدیل می شود.

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

مای درس

گروه آموزشی عصر

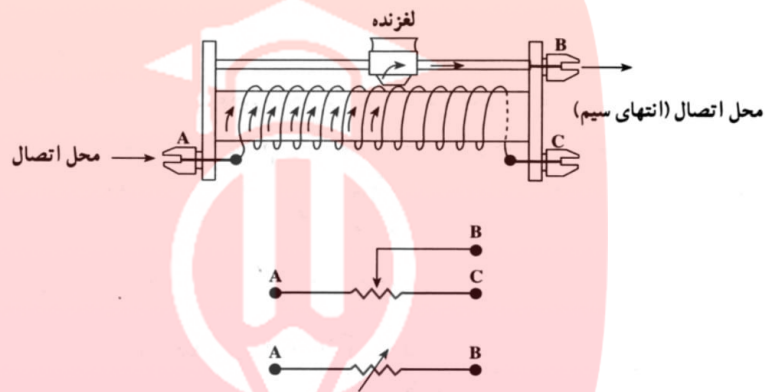
www.my-dars.ir



جزوه ی 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. لغزنده‌ای 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.

مای درس

گروه آموزشی عصر

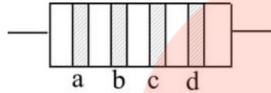
www.my-dars.ir



جزوه ی 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 عددهای مربوط به هر رنگ را مشخص می‌کند.

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

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

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته 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.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta q = 60 \text{ آمپر ساعت} \\ \Delta t = 10 \text{ ساعت} \\ \bar{I} = \frac{q}{t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{60}{10} = 6A \end{array} \right.$$

شدت جریان متوسط مدار برابر ۶ 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؟

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

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

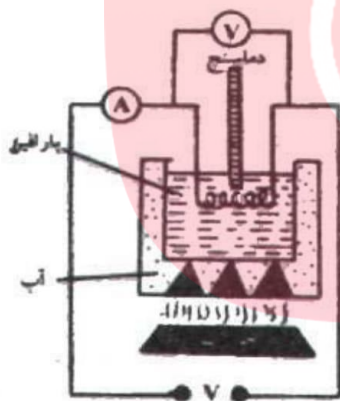


۳- آزمایشی برای اندازه‌گیری مقاومت ویژه فلز طراحی کنید و توضیح دهید که چگونه می‌توانید دقت اندازه‌گیری را افزایش دهید.

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 $R = \frac{\rho L}{A}$ مقاومت ویژه‌ی رسانا را در دمای صفر و دمای 20 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری می‌کنیم.

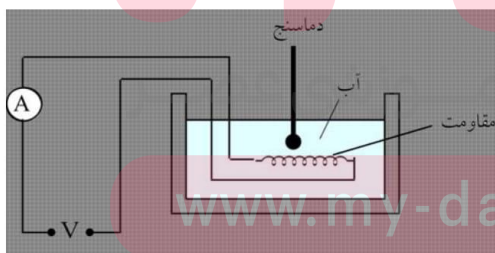
$$\begin{cases} V = 12V \\ I = 0.3 \\ R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{12}{0.3} = 40 \Omega \end{cases}$$

مقاومت رسانا 40Ω



$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ A = 0.1 \text{ mm}^2 = 10^{-7} \text{ m}^2 \\ L = 4 \text{ m} \\ R = 40 \Omega \\ \Rightarrow 40 = \rho \frac{L}{A} = \rho \times \frac{4}{10^{-7}} \\ \Rightarrow 4\rho \times 10^7 = 40 \Rightarrow \rho = 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \end{cases}$$

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



در ظرفی مقدار 4 لیتر آب 20 درجه سانتی‌گراد ریخته و یک گرم‌کن با مقاومت $R = 200 \Omega$ را داخل آب قرار می‌دهیم. اگر تبادل گرمایی با محیط برابر صفر باشد، در مدت 5 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 $4/75$ آمپر باشد، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = 4 \times 4200 \times 80 = 1/34 \times 10^6 \text{ J} \\ U = RI^2 t = 200 \cdot (4/75)^2 \times 300 = 1/35 \times 10^6 \text{ J} \end{cases}$$

اختلاف ناچیز بین Q و U به دلیل تبادل گرمایی ناچیز بین گرم‌کن و محیط است.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

۵- در دو سر یک سیم نیکروم (آلیاژ کروم و نیکل) به طول ۵ متر و سطح مقطع 0.4 میلی مترمربع، اختلاف پتانسیل 200 ولت را برقرار کرده ایم. در هر نیم ساعت چند کیلوژول انرژی الکتریکی در این سیم به انرژی درونی تبدیل می شود؟ مقاومت ویژه نیکروم $10^{-6} \Omega m$ است.

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ \rho = 10^{-6} \Omega m \Rightarrow R = 10^{-6} \frac{5}{0.4 \times 10^{-6}} = 12.5 \Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = RI^2 t = \frac{V^2}{R} \times t \\ U = \frac{(200)^2}{12.5} \times (30 \times 60) \Rightarrow U = 5.76 \times 10^6 J \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} P = \frac{U}{t} \Rightarrow U = Pt \\ P = 100W = 0.1kW \\ t = 10h \Rightarrow U = 0.1 \times 10 = 1kWh \end{cases}$$

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

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

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 همه ی قسمت های مدار یکسان است؟

مدار تک حلقه مدار بسته ای است که نیروی محرکه ی پیل ها باعث شارش الکترون ها در مدار می گردد. الکترون های آزاد رسانا در میدان الکتریکی تحت تأثیر میدان الکتریکی شروع به حرکت می کنند. این جریان مانند جریان آب در مسیر بسته ی مدار حرکت می کند و الکترون های آزاد از یک نقطه به نقطه ی دیگر جابه جا می شوند. در این صورت شارش الکترون ها از هر مقطع مدار مقدار ثابتی خواهد بود که این اساس پایستگی بار الکتریکی در مدار بسته می باشد.



موضوع فیزیک - مسائل حل شده الکتروسیسته 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 رابطه $V = Ir$ (افت پتانسیل) افت پتانسیل پیل بیشتر خواهد شد و اختلاف پتانسیل دو سر مدار نمی‌تواند موتور اتومبیل را روشن کند. $(V) = \epsilon - Ir$ اختلاف پتانسیل دو سر مدار

۱۰- می‌دانیم که نیروی محرکه‌ی یک باتری اتومبیل ۱۲ ولت و نیروی محرکه‌ی هر باتری قلمی ۱/۵ ولت است. به نظر شما، اگر ۸ باتری قلمی را به‌طور متوالی به هم وصل کنیم (یعنی پایانه‌ی مثبت یکی را به‌طور پی‌درپی به پایانه‌ی منفی دیگری وصل کنیم) تا نیروی محرکه‌ی کل آن‌ها ۱۲ ولت شود، آیا با این مجموعه می‌توان اتومبیل را روشن کرد؟ چرا؟

خیر؛ زیرا اولاً: باتری‌های قلمی انرژی 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 ۱/۵ ولتی از مقاومت درونی یک باتری اتومبیل ۱۲ ولتی بیش‌تر است.

۱۱- می‌خواهیم تعدادی لامپ ۱۲ ولتی و ۲۶ وات را با برق ۱۸۰ ولت روشن کنیم. چند عدد از این لامپ‌ها را به‌طور متوالی به هم ببندیم تا بدون آن‌که بسوزند، توان مصرفی هر کدام همان ۲۶ وات باشد؟

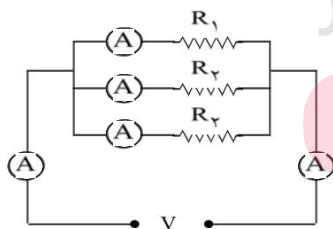
مقاومت لامپ‌ها ثابت و جریانی که از هر لامپ می‌گذرد مقداری ثابت و برابر جریان معادل است، زیرا اتصال لامپ‌ها به‌صورت متوالی است.

$$I = \frac{P_1}{V_1} = \frac{26}{12} \text{ A}$$

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

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

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 آمپر مترها اعداد ثابتی را نشان می‌دهند که برابر مجموع اعداد نشان داده توسط آمپر مترهای ۱ و ۲ و ۳ می‌باشد.



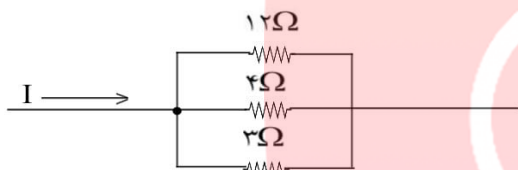
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

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

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

$$\begin{cases} V_1 = V_2 \\ I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \end{cases}$$

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 ۴Ω و ۳Ω و شدت جریان کل چه قدر است؟



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

$$\begin{cases} P_1 = \frac{V^2}{R_1} \\ P_1 = 3W \Rightarrow 3 = \frac{V^2}{12} \Rightarrow V = 6V \end{cases}$$

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

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_t = 1.5\Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{6}{12} = 0.5A \quad I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{6}{4} = 1.5A \quad I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{6}{3} = 2A$$

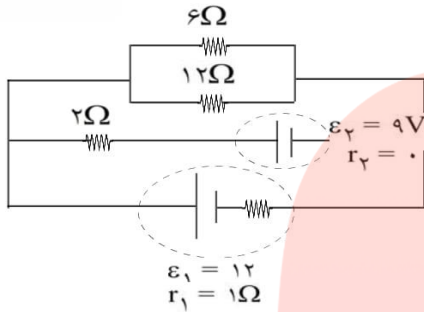
$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{6}{1.5} = 4A \quad \text{و یا} \quad \begin{cases} I_t = I_1 + I_2 + I_3 \\ I_t = 0.5 + 1.5 + 2 = 4A \end{cases}$$

www.my-dars.ir

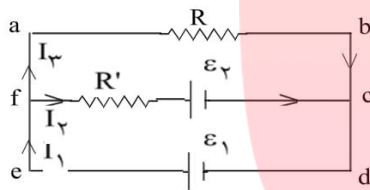


جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

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 می آوریم.

(الف) در چرخه abdea (جریان ساعتگرد)

$$\begin{cases} V_a - I_3 R + \varepsilon_2 - I_1 r_1 = V_a \\ -4I_3 + 12 - I_1 = 0 \Rightarrow I_1 + 4I_3 = 12 \end{cases}$$

(ب) در چرخه fcdef (جریان ساعتگرد)

$$\begin{cases} V_f - I_4 R' - \varepsilon_2 + \varepsilon_1 - I_1 r_1 = V_f \\ -2I_4 - 9 + 12 - I_1 = 0 \Rightarrow I_1 + 2I_4 = 3A \end{cases}$$

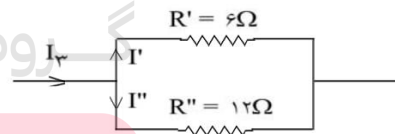
در گره f: با توجه به این که $I_1 = I_4 + I_3$ می توان به جای I_1 مقدار قرار

داد:

$$\begin{cases} I_1 + 4I_3 = 12 \\ I_1 + 2I_4 = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5I_3 + I_4 = 12 \\ 3I_4 + I_3 = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_4 = \frac{3}{14} A \\ I_3 = \frac{33}{14} A \\ I_1 = \frac{36}{14} A \end{cases}$$

جریان در مقاومت های موازی 6Ω و 12Ω به نسبت عکس مقاومت ها می باشد.

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



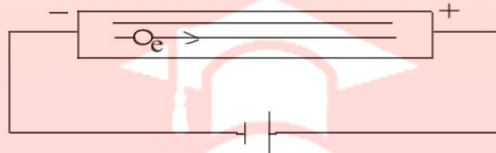
www.my-dars.ir



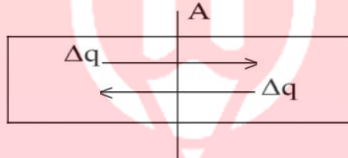
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

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.

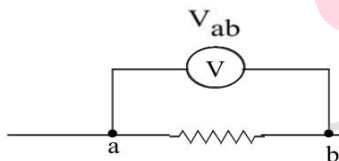


وقتی در رسانا میدان الکتریکی نباشد یعنی رسانا به اختلاف پتانسیل V وصل نباشد، الکترون‌های آزاد رسانا به حالت کاتوره‌ای در رسانا حرکت می‌کنند و در هر مقطع تعداد الکترون‌هایی که به سمت چپ می‌روند برابر تعداد الکترون‌هایی است که به سمت راست می‌روند و همواره مقدار بار الکتریکی عبوری از هر مقطع برابر صفر می‌شود.



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، آن چه اندازه‌گیری می‌شود با اندازه‌ی واقعی چه تفاوتی دارد؟ سؤال بالا را در مورد 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، از آن جریان الکتریکی عبور می‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر مدار را

درست نشان نمی‌دهد. آمپرسنج به طور متوالی 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.

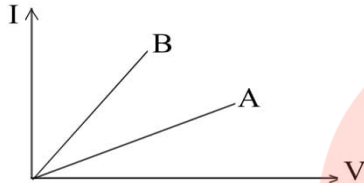
۱۸- قانون اهم رابطه‌ی مقاومت را با شدت جریان و ولتاژ بیان می‌کند $R = \frac{V}{I}$. توضیح دهید اگر ولتاژ افزایش یا کاهش یابد مقدار R تغییر می‌کند؟

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.



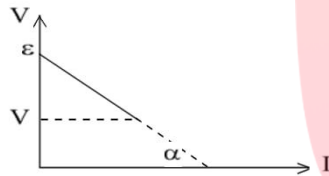
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتروسیته جاری

۱۹- شکل زیر نمودار $I - V$ را برای دو نوع رسانا نشان می دهد. مقاومت کدام یک بیش تر است؟



در نمودار تغییرات جریان به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت با توجه به رابطه ی $I = \frac{V}{R}$ ، شیب نمودار، عکس مقاومت رسانا می باشد. 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** می باشد.

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



$$V = \varepsilon - Ir \quad (\text{با افزایش جریان مقدار } V \text{ کم می شود})$$

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

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

۲۱- لامپ های یک درخت زینتی، به طور متوالی متصل شده اند. اگر یکی از لامپ ها بسوزد، چه اتفاقی می افتد؟

تمام لامپ ها خاموش می شوند، زیرا در اتصال متوالی هرگاه یکی از لامپ ها بسوزد، جریان اصلی قطع می شود و تمام لامپ ها خاموش می شوند.

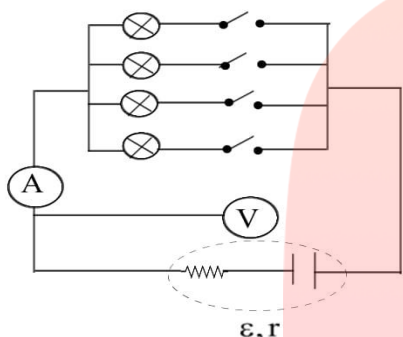
مای درس
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



موضوع 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.

$$V = \varepsilon - Ir$$

۲۳- دو مقاومت مساوی R را یک‌بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌طور 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 متوالی چه قدر است؟

$$\begin{cases} P = \frac{V^2}{R} \\ V = V' \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{R'}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R' = 2R_1 & \text{اتصال متوالی} \\ R = \frac{R_1}{2} & \text{اتصال موازی} \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{2R_1}{\frac{R_1}{2}} = 4$$

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

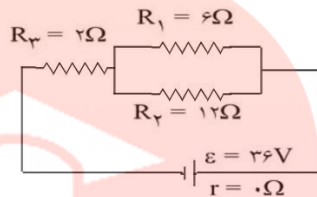
$$\begin{cases} R' = nR_1 = 3 \times 12 = 36\Omega & \text{(اتصال متوالی)} \\ R = \frac{R_1}{n} = \frac{12}{3} = 4\Omega & \text{(اتصال موازی)} \\ I' = \frac{V}{R'} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}A & \text{(جریان در اتصال متوالی)} \\ I' = I_1 = I_2 = I_3 = \frac{1}{3}A \\ I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3A & \text{(جریان در اتصال موازی)} \\ I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3} = \frac{3}{3} = 1A \end{cases}$$

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته 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.

$$\begin{cases} R = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ R = 2 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 6\Omega \end{cases}$$



$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R} \quad (\text{جریان معادل}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon = 36V \Rightarrow I = \frac{36}{6} = 6A \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_1 = V_2 = V_1 \text{ و } 2 = IR_1 \text{ و } 2 = IR_2 = IR_1 \\ R_1 \text{ و } 2 = 4\Omega \Rightarrow V_1 \text{ و } 2 = 6 \times 4 = 24V \Rightarrow V_1 = V_2 = V_1 \text{ و } 2 = 24V \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_1 = 24V \Rightarrow P_1 = \frac{24^2}{6} = 96W \end{cases}$$

توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی برابر ۹۶ وات است.

۲۶- از مقاومت‌های موازی ۴Ω، ۶Ω و ۱۲Ω جریان کل ۲۱A عبور می‌کند. جریان عبوری از مقاومت ۶Ω چقدر است؟ ابتدا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \end{cases}$$

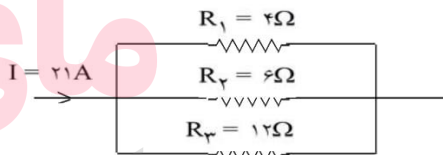
$$\begin{cases} \frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R = 2\Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} V = IR \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = 21A \Rightarrow V = 21 \times 2 = 42V \quad (\text{اختلاف پتانسیل معادل}) \\ V_1 = V_2 = V_3 = V = 42V \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_2 = \frac{V_2}{R_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_2 = 6\Omega \Rightarrow I_2 = \frac{42}{6} = 7A \end{cases}$$

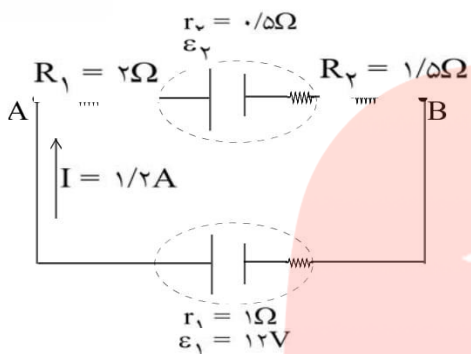


www.my-dars.ir

از مقاومت ۶ اهمی جریان ۷ آمپر عبور می‌کند.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری



با توجه به این که در مدار شکل زیر شدت جریان در جهت نشان داده شده ۱/۲ آمپر است؛ به سوال بعدی پاسخ دهید:

۲۷- نیروی محرکه ی ϵ_2 و $V_A - V_B$ چه قدر است؟

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

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

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

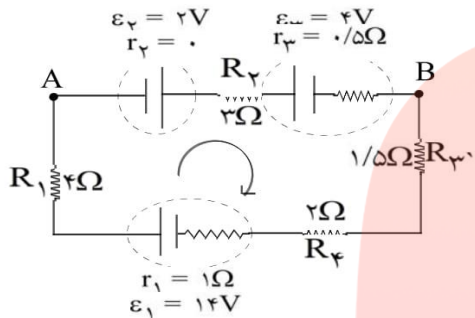
۲۸- انرژی مصرف شده در R_1 و R_2 را در مدت ۵ ثانیه حساب کنید.

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



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

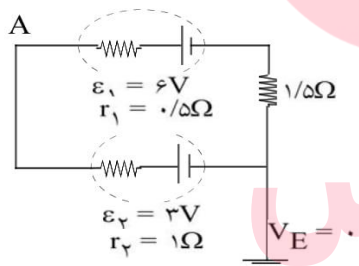
۲۹- در مدار شکل زیر، شدت جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه ی A و B را محاسبه کنید.



$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r_1 + r_2 + r_3} \\ I = \frac{14 + 2 - 4}{4 + 2 + 1/5 + 2 + 1 + 0 + 0.5} \Rightarrow I = 1A \\ V_A + \varepsilon_2 - IR_2 - \varepsilon_3 - Ir_3 = V_B \\ V_A + 2 - 1 \times 2 - 4 - 1 \times 0.5 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = +5/5V \end{cases}$$

اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر ۵/۵ ولت است.

۳۰- در شکل زیر پتانسیل نقطه ی A را محاسبه کنید.

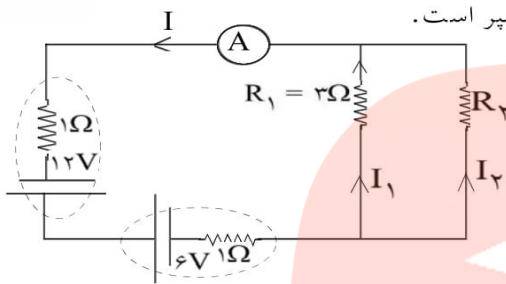


$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \\ I = \frac{6 - 3}{1/5 + 0.5 + 1} = 1A \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A - Ir_2 - \varepsilon_2 = V_E \\ V_E = 0 \Rightarrow V_A - 1 \times 1 - 3 = 0 \Rightarrow V_A = 4 \text{ ولت} \end{cases}$$

پتانسیل نقطه A برابر ۴ ولت است.

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

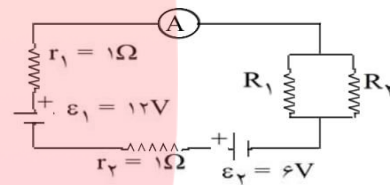


۳۱- شدت جریانی که آمپرسنج در مدار شکل زیر نشان می‌دهد، برابر ۲ آمپر است.
الف- مقاومت R_2 را به دست آورید.

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

$$\text{الف) } \begin{cases} I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \\ I = 2A \Rightarrow 2 = \frac{12 - 6}{R + 1 + 1} \Rightarrow R = 1\Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ R_1 = 3\Omega \Rightarrow 1 = \frac{3 \times R_2}{3 + R_2} \Rightarrow R_2 = 1/5\Omega \end{cases}$$



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

$$\begin{cases} V = V_1 = V_2 = IR = I_1 R_1 = I_2 R_2 \\ V = IR \Rightarrow V = 2 \times 1 = 2V \Rightarrow V_1 = V_2 = V = 2V \\ I = 2A \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{2^2}{3} = \frac{4}{3} W \\ P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{2^2}{1/5} = \frac{20}{3} W \end{cases}$$

مای درس

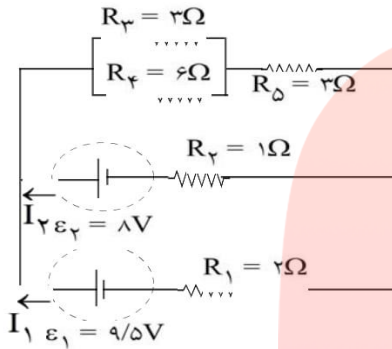
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



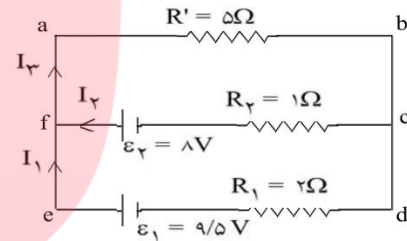
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

۳۲- در مدار شکل زیر، شدت جریان در هر باتری و توان مصرفی کل مقاومت های 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 می آوریم.

$$\begin{cases} R' = R_5 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \\ R' = 3 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 5\Omega \end{cases}$$



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

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

در گره f: $I_3 = I_1 + I_2$

$$\Rightarrow \begin{cases} 5I_3 + 2I_1 = 9/5 \\ 5I_3 + I_2 = 8 \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5(I_1 + I_2) + 2I_1 = 9/5 \\ 5(I_1 + I_2) + I_2 = 8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 7I_1 + 5I_2 = 9/5 \\ 5I_1 + 6I_2 = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 1A \\ I_2 = 0/5A \Rightarrow I_3 = 1/5A \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{cases}$$

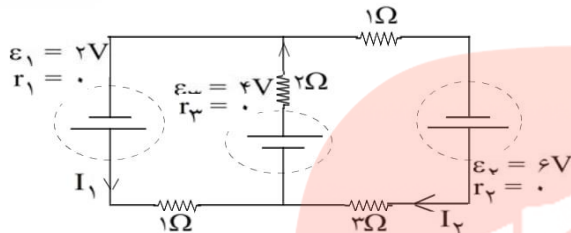
برای محاسبه ی توان مصرفی کل مقاومت های R_3 و R_4 و R_5 چنین می نویسیم:

$$\begin{cases} P = R' I_3^2 \\ R' = 5\Omega \Rightarrow P = 5 \times (1/5)^2 = 11/25 W \end{cases}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

۳۳- در مدار شکل زیر جریان I_1 چند آمپر است؟

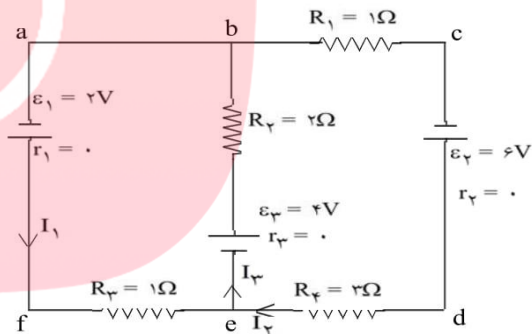


abefa چرخه $\begin{cases} V_a + \varepsilon_1 - I_1 R_3 + \varepsilon_2 - I_3 R_2 = V_a \\ 2 - I_1 + 4 - 2I_3 = 0 \\ \Rightarrow I_1 + 2I_3 = 6 \end{cases}$

bcdeb چرخه $\begin{cases} V_b - I_2 R_1 + \varepsilon_3 - I_2 R_4 + \varepsilon_2 - I_3 R_2 = V_b \\ -I_2 + 6 - 2I_2 + 4 - 2I_3 = 0 \\ \Rightarrow 4I_2 + 2I_3 = 10 \Rightarrow 2I_2 + I_3 = 5 \end{cases}$

$$\begin{cases} I_1 + 2I_3 = 6 \\ 2I_2 + I_3 = 5 \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 + 2(I_1 + I_2) = 6 \\ 2I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3I_1 + 2I_2 = 6 \\ I_1 + 3I_2 = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{1}{2} A \\ I_2 = \frac{9}{4} A \end{cases}$$



مای درس

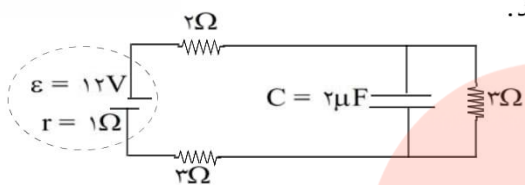
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

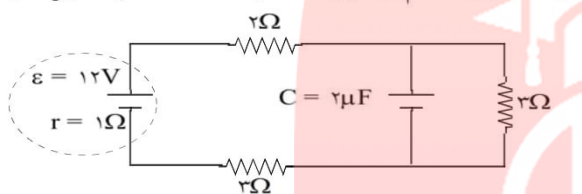
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری



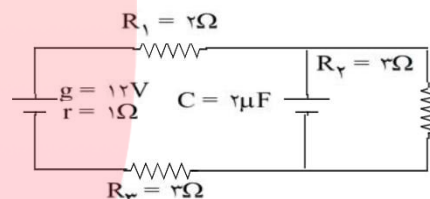
۳۴- در شکل زیر، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن C را محاسبه کنید.



اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_3 = 3\Omega$ می باشد. ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر R_3 را به دست می آوریم.



$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R + r} \\ R = 2 + 2 + 3 = 7\Omega \\ V_3 = IR_3 \\ R_3 = 3\Omega \Rightarrow V_3 = \frac{4}{3} \times 3 = 4V \Rightarrow V_3 = V_C = 4V \\ q = CV = 2 \times 4 = 8\mu C \\ U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times (4)^2 \Rightarrow U = 1/6 \times 10^{-5} J \end{cases}$$



در شکل زیر تصویر چند نوع باتری آمده است.



باتری تلفن همراه



باتری قلمی



باتری خودرو

www.my-darso.ir

با استفاده از شکل به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.
۳۵- علاوه بر این باتری ها، باتری های دیگری را که می شناسید، نام ببرید.

باتری های کتابی، رایانه، ساعت و غیره

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

باتری های رایانه قابل شارژ هستند ولی باتری های کتابی، ساعت و ... این قابلیت را ندارند. هم چنین نسبت به سایر موارد ولتاژ و طول عمر بیشتری دارند.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته 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.

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

انرژی وسیله	انرژی نورانی	مکانیکی	صوتی	درونی	گرمایی
لامپ	×				
اتو				×	
پنکه		×	×		
یخچال		×			
تلویزیون	×		×		
ضبط صوت			×		

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 می‌کنند و انرژی خود را از دست می‌دهند که باعث گرم شدن رسانا می‌شود.

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

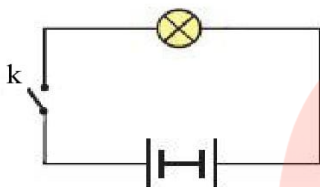
$$P = VI = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

هر دو



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

۴۰- در مدار شکل زیر باتری‌ها مشابه 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 ۶۰W ، ۲۵۰W ، ۸۵۰W و $۳/۵\text{kW}$ 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 ببینید.
ب) جریان عبوری در یک دستگاه ۹۲۰ وات با اختلاف پتانسیل ۲۳۰ ولت چند آمپر است؟

۳- ۲KW

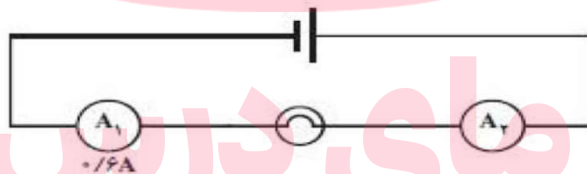
۲- ۶۰W

الف) ۱- ۲۵۰W

ب)

$$P = VI \Rightarrow ۹۲۰ = ۲۳۰ \cdot I \Rightarrow I = ۴\text{A}$$

۴۲- در مدار شکل زیر آمپرسنج $A_۱$ ، مقدار $۰/۶\text{A}$ را نشان می‌دهد. آمپرسنج $A_۲$ ، چه جریانی را نشان می‌دهد؟



$$I_۱ = I_۲ = ۰/۶$$

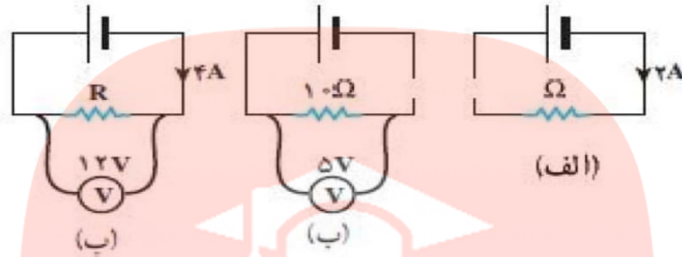
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسیته جاری

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



$$P = RI^2 = R \times 4W$$

$$P = \frac{V^2}{R} = 2/5W$$

$$P = VI = 48W$$

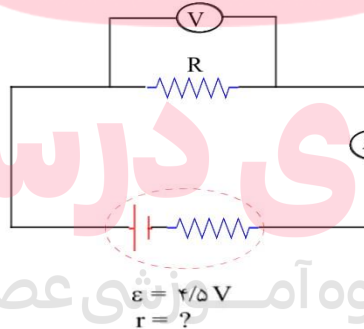
(الف)

(ب)

(پ)

۴۴- تمرین:

در مدار شکل زیر، آمپرسنج $0.5A$ و ولت سنج 4 ولت را نشان می دهد.
 (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.



$$R = \frac{V}{I} = \frac{4}{0.5} = 8\Omega$$

$$P_R = RI^2 = 8 \times \frac{1}{4} = 2W$$

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

$$I = \frac{\epsilon}{R+r} \Rightarrow 0.5 = \frac{4.5}{8+r} \Rightarrow r = 1\Omega$$

$$\text{افت پتانسیل} = rI = 0.5V$$

(الف)

(ب)

(پ و ت)



مزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

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

۴۶- بار الکتریکی که در مدت $\frac{2}{5}$ 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 خانگی خود از قرار هر کیلو وات ساعت ۱۰۰ ریال چقدر می‌شود؟

$$P_{\text{کل}} = P_1 + P_2 + P_3 = 10 + 110 + 100 = 220 \text{ W}$$

$$E = P \cdot t = 220 \times (8 \times 30) = 52800 \text{ Wh} = 52.8 \text{ kWh}$$

هزینه ی واحد \times مصرف = هزینه
ریال $52.8 \times 100 = 5280$

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 اضافی 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، $\frac{2}{5}$ میلیون خانواده (خانه) وجود دارد.

$$P = 100 \times 2/5 \times 10^6 = 2/5 \times 10^8 \text{ W} = 2/5 \times 10^25 \text{ kW}$$

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

ریال $22/5 \times 10^6 \times 200 = 4/5 \times 10^9$

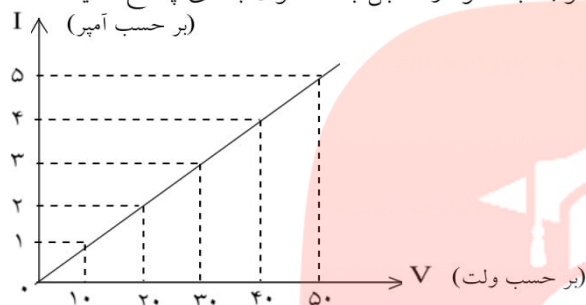
این هزینه برای کارهایی مانند مدرسه‌سازی، ... قابل استفاده است.



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده الکتریسته جاری

تفسیر کنید:

نمودار مقابل مربوط به لامپی 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؟

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

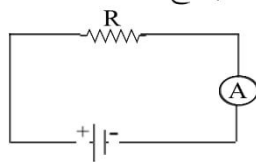
۵۱- به کمک نمودار، مقاومت لامپ را پیدا کنید.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{50}{5} = 10\Omega$$

۵۲- هر گاه جریانی که از لامپ می‌گذرد ۲/۵ 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.

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



جزوه ی 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.

$$W = P \cdot t = ۸۰۰ \times (۴ \times ۲ \times ۲۰ \times ۶۰) = ۷۶۸۰۰۰۰ \text{ J}$$

مای درس

گروه آموزشی عصر

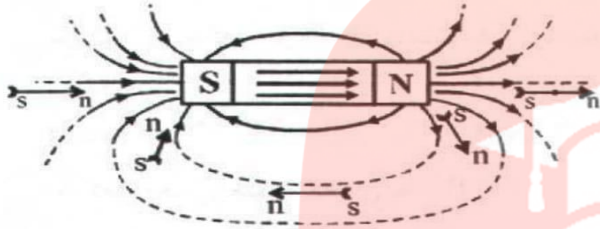
www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

۱- میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا

خاصیت مغناطیسی اطراف یک آهن ربا را با خط هایی نشان می دهیم که از قطب N آهن ربا خارج و به قطب S وارد می شوند.



۲- نکته: در اطراف قطب های آهن ربا که خاصیت مغناطیسی شدید است، خط های میدان متراکم تر رسم می شوند.

۳- نکته: جهت خط های میدان در داخل آهن ربا از سمت قطب S به سمت قطب N می باشد.

۴- عقربه ی مغناطیسی

وقتی یک آهن ربا یا عقربه ی مغناطیسی در میدان مغناطیسی اطراف یک آهن ربا قرار گیرد، طوری منحرف می شود که در هنگام تعادل قطب N آن در سوی میدان مغناطیسی باشد، در این حالت خط های میدان مغناطیسی از قطب S آن وارد و از قطب N آن خارج می شوند.

۵- اندازه ی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

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

زاویه ی بین راستای سیم و میدان مغناطیسی

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

(نیروی وارد بر سیم از طرف میدان مغناطیسی (نیوتن)) ← ↓ (شدت جریان (آمپر)) ↓ (میدان مغناطیسی (تسلا)) ↓ (طول سیم (متر))

۶- جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

نیروی F همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سیم عمود است و سوی آن طبق قاعده ی دست راست تعیین می شود.

انگشت شست دست راست \Rightarrow (سوی نیرو) (از کف دست خارج می شود) جهت بسته شدن چهار انگشت \Rightarrow (جهت میدان مغناطیسی) { قاعده ی دست راست (باز) سوی چهار انگشت \Rightarrow (جهت جریان)

۷- یکای میدان مغناطیسی

با استفاده از رابطه ی $F = ILB \sin \alpha$ ، یکای میدان مغناطیسی را می توان به دست آورد که تسلا نامیده می شود.

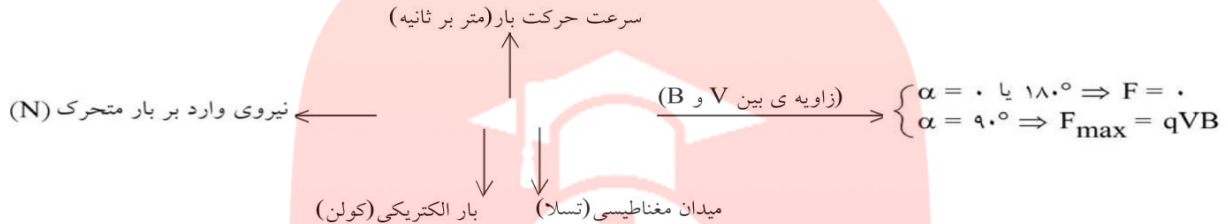
$$F = ILB \sin \alpha \Rightarrow B = \frac{F}{IL \sin \alpha} \Rightarrow \text{تسلا} = \frac{\text{نیوتن}}{\text{متر آمپر}}$$

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیسی



۸- اندازه ی نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی

بار الکتریکی چه ساکن و چه متحرک در اطراف خود میدان الکتریکی (E) می سازد 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 می شود.



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 قاعده ی دست راست برای بار مثبت تعیین می شود.

سوی چهار انگشت \Rightarrow (سوی حرکت بار)
 در سوی بسته شدن چهار انگشت B از کف دست خارج می شود \Rightarrow (سوی میدان)
 انگشت شست دست راست \Rightarrow (سوی نیرو برای بار مثبت)

۱۰- اندازه ی میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند

در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی به وجود می آید که اندازه ی آن در هر نقطه از طرف سیم با شدت جریان گذرنده از سیم (I) نسبت مستقیم و با فاصله ی نقطه از سیم (d) نسبت عکس دارد. پس داریم:

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

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

قابلیت گذردهی میدان مغناطیسی در خلاء

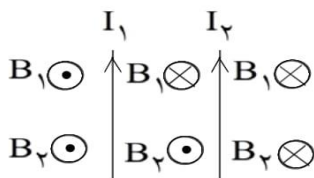
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{d}$$

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

۱۱- خطوط میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند

خط های میدان مغناطیسی در اطراف سیم راست به صورت دایره هایی هم مرکز می باشند که سیم محور آن هاست. (سیم از مرکز دایره ها گذشته و بر صفحه صفحه آنها عمود است.) و سوی آن با قانون دست راست تعیین می شود.

۱۲- میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی



جریان ها هم سو باشند

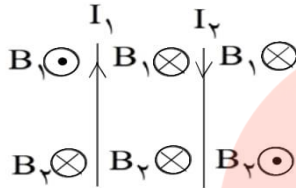
در این حالت میدان ها در خارج دو سیم هم سو و بین دو سیم ناهم سو هستند. بنابراین اندازه ی میدان بین دو سیم برابر قدر مطلق تفاضل اندازه های هر یک و در خارج دو سیم برابر مجموع اندازه ی میدان حاصل از هر سیم خواهد بود.



جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی

۱۳-

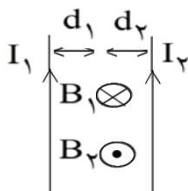


جریان‌ها ناهم‌سو باشند

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:

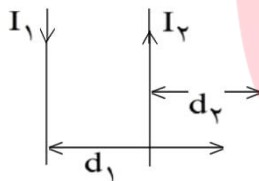
۱۴-



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:



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

اثبات رابطه‌ی $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$:

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

$$B_T = 0 \Rightarrow B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

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 می‌کنند که مقدار این نیرو که بر طول L از هر سیم وارد می‌شود طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

نیرو رانشی (دافعه) است $\Rightarrow I_1$ و I_2 خلاف جهت
نیرو ربایشی (جاذبه) است $\Rightarrow I_1$ و I_2 هم جهت

تعیین سوی میدان در مرکز حلقه

۱۶-



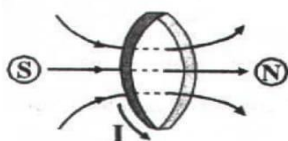
راستای میدان در مرکز حلقه عمود بر سطح حلقه است و برای تعیین سوی آن می‌توان از دستور دست راست بهره گرفت. به طوری که اگر چرخش چهار انگشت دست راست در سوی جریان باشد. انگشت شست سوی میدان در مرکز حلقه را نشان می‌دهد.

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس



تعیین قطب‌های مغناطیسی حلقه‌های حامل جریان

-۱۷



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.

اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه

-۱۸

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

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

جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه

-۱۹

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.

میدان سیم‌لوله

-۲۰

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.

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

تعداد دورهای پیچه یا سیم‌لوله

-۲۱

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

$$N = \frac{x}{2\pi r} \leftarrow \text{تعداد حلقه های سیم پیچ}$$

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 فرومغناطیس پیچیده شود و از آن جریان الکتریکی مستقیم عبور دهیم، دو قطبی‌های تیغه در سوی میدان حاصل از سیم‌پیچ منظم شده و تبدیل به آهن‌ربا می‌شود.

سوی میدان در داخل پیچه

-۲۳

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 اتکاء به اینکه خط میدان از قطب N خارج می‌شود) در غیر این صورت قطب S خواهد بود.



جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

-۲۴

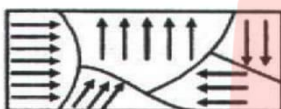
خاصیت مغناطیسی مواد

اتم‌ها و مولکول‌های ماده به تنهایی 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، پارامغناطیس و دیا مغناطیس طبقه‌بندی می‌شوند.

-۲۵

مواد فرو مغناطیس

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 خنثی کرده و ماده خاصیت آهن‌ربایی نداشته باشد. مثل آهن، نیکل، کبالت، مواد فرومغناطیس در دو نوع فرومغناطیس نرم و فرو مغناطیس سخت می‌باشند.



-۲۶

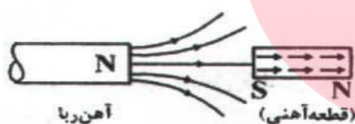
القای مغناطیسی

هرگاه یک ماده‌ی فرومغناطیس 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 القا همواره به گونه‌ای است که ربایش به سوی آهن‌ربای اصلی را سبب می‌شود.

-۲۷

اشباع در القای مغناطیسی

بیشترین خاصیت مغناطیسی است که می‌توان در یک ماده‌ی فرو مغناطیس 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.



-۲۸

فرو مغناطیس نرم

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 (موقتی) مثلاً در زنگ اخبار ... کاربرد دارند.

-۲۹

فرومغناطیس سخت

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.

-۳۰

مواد پارامغناطیس

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به‌طور کاتوره‌ای و نامنظم توزیع شده‌اند و فقط تحت اثر میدان‌های بسیار قوی مقداری خاصیت آهن‌ربایی 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:





جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

- ۳۱- ویژگی‌های خطوط میدان
- ۱- راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است.
 - ۲- خط میدان در هر نقطه هم سو با میدان در آن نقطه است.
 - ۳- تراکم این خطوط در فضا نشان‌گر بزرگی میدان آن نقطه است.
 - ۴- از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می‌گذرد. به بیان دیگر خطوط میدان مغناطیسی هم دیگر را قطع نمی‌کنند.

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

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 آهنرباها 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 میله 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 وسیله دیگری، میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کنید.

در قطبین آهنربا اثر مغناطیسی قوی‌تر از نقاط دیگر می‌باشد. هرگاه میله آهنی را به قطبین آهنربا نزدیک کنیم، خیلی سریع جذب آهنربا می‌شود، ولی اگر میله 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 میله دیگر نزدیک کنیم، اگر میله را سریع جذب کرد، میله اولی آهنرباست و اگر جذب با کندی صورت گرفت، میله دوم آهنرباست.

سیم 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.

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

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 جریانی 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 پیشینه است.

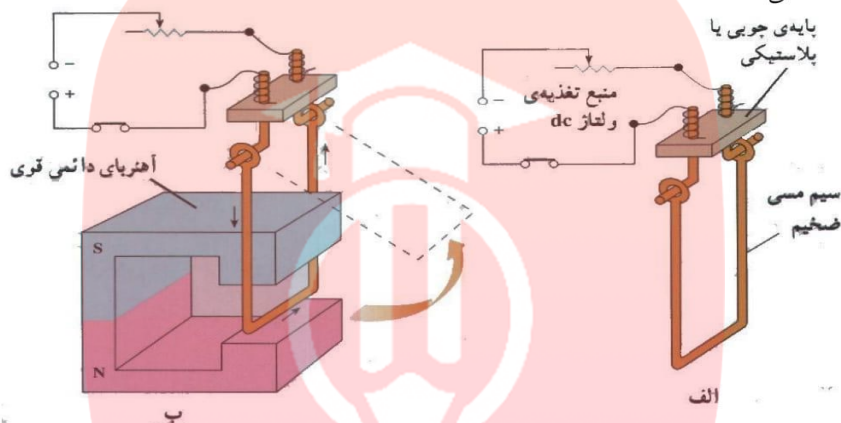
www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۵- آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی را اندازه گیری کرد.

با توجه به آزمایش زیر، هرگاه یک سر نیروسنج را به طور افقی به میله ی مسی و سر دیگر آن را به تکیه گاه قائمی ببندیم، با برقراری جریان در مدار از طرف میدان مغناطیسی به میله ی مسی نیرو وارد می شود. در این صورت نیروسنج مقدار این نیرو را نشان می دهد.

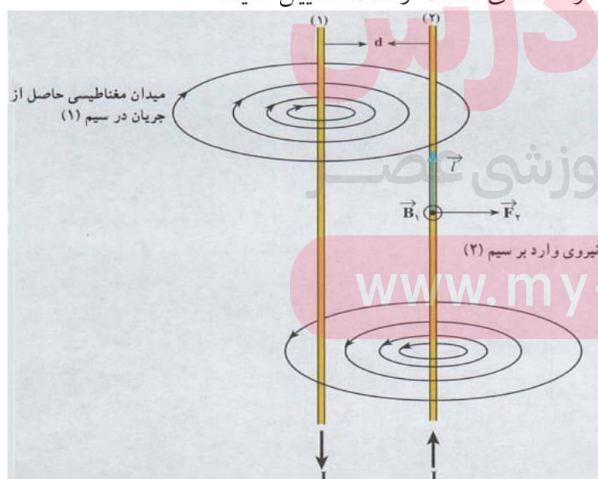


۶- اگر بار الکتریکی موازی با \vec{B} حرکت کند، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چه قدر است؟

هرگاه ذره ای با بار الکتریکی q در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند، زاویه ای که بردار سرعت با بردار میدان می سازد برابر صفر یا π است. در این صورت $\sin \theta = 0$ می گردد 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 قاعده ی دست راست، تعیین کنید.



با توجه به شکل مقابل میدان مغناطیسی سیم شماره (۲) در محل سیم شماره (۱) برون سو می باشد. با استفاده از قاعده ی دست راست نیروی وارد بر سیم شماره (۱) از طرف میدان مغناطیسی B_2 به طرف چپ می باشد.

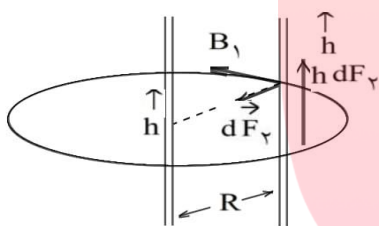


جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۸- از دو سیم بلند موازی که به فاصله ی 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 ربایشی است. در شکل مقابل 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 آهنربا، 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 آهنربا و قطبی که به طرف جنوب است قطب S آهنربا می‌باشد.

ب) هرگاه قطب‌های آهنربای 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 آهنربای مجهول را مشخص کرد.

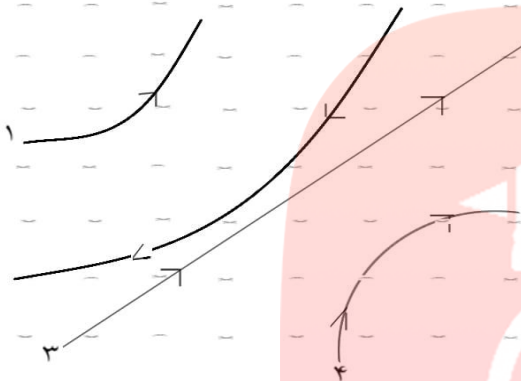
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

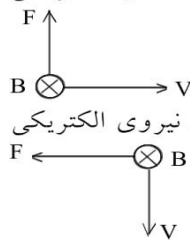
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



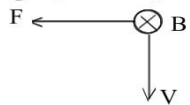
۱۱- چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. درباره ی نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟



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

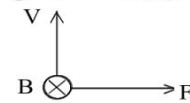


ب) ذره (۲) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به پایین، میدان مغناطیسی درون سو و نیروی الکتریکی طبق قانون دست راست برای بار الکتریکی منفی به طرف چپ می باشد.



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

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



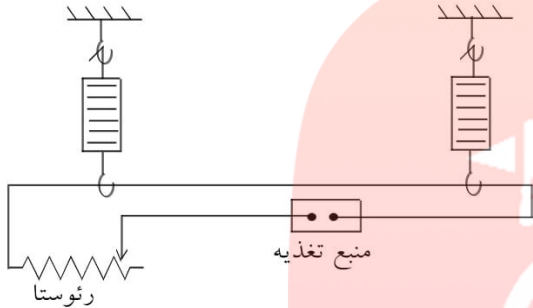
برای بار منفی به طرف راست می باشد.

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

یک سیم که حامل جریانی به شدت ۱۶ آمپر است، مطابق شکل زیر توسط دو نیروسنج 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 0.5 mT بگیرید. به سوال بعدی پاسخ دهید:



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

$$\begin{cases} F = ILB \sin \alpha \\ I = 16 \text{ A} \\ B = 0.5 \text{ mT} = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ \alpha = 90^\circ \end{cases} \Rightarrow F = 16 \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times \sin 90^\circ = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

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

۱۳- اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور دهیم؟ جرم یک متر از طول این سیم 8 gr 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:

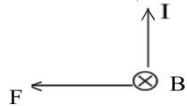
$$\begin{cases} B = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ F = W = mg = (8 \times 10^{-3})(10) = 8 \times 10^{-2} \text{ N} \\ \alpha = 90^\circ \end{cases} \Rightarrow F = ILB \sin \alpha \Rightarrow 8 \times 10^{-2} = I \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \Rightarrow I = 1600 \text{ A}$$

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



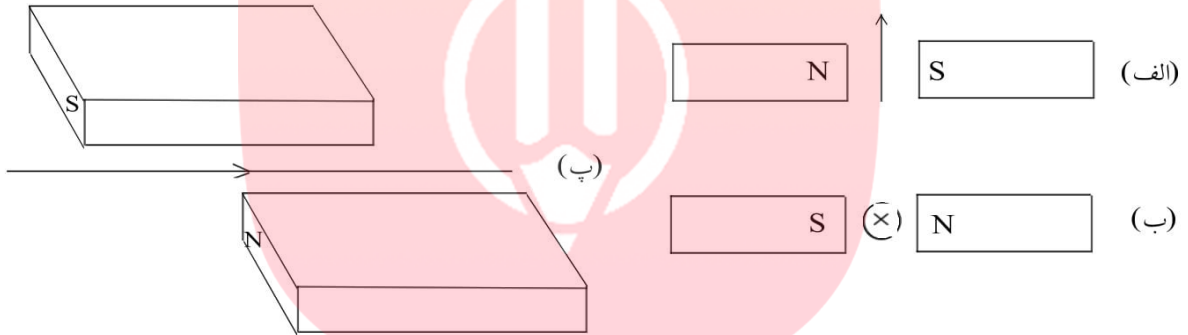
۱۴- سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین (که رو به شمال است) قرار دارد. جریانی از پایین به بالا از این سیم عبور می‌کند، جهت نیروی وارد بر این جریان چگونه است؟

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 رو به شمال جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را به طرف



غرب نشان می‌دهد.

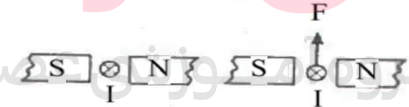
۱۵- جهت نیروی الکترومغناطیسی بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل‌های «الف»، «ب»، «پ»، با استفاده از قاعده‌ی دست راست بیابید.



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 (⊗) می‌باشد.

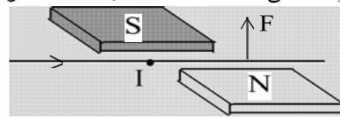
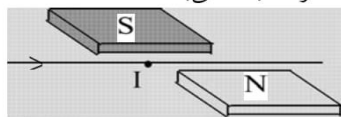


ب) ⊗ ≡ جریان الکتریکی عمود بر کاغذ به طرف داخل (درون‌سو)



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

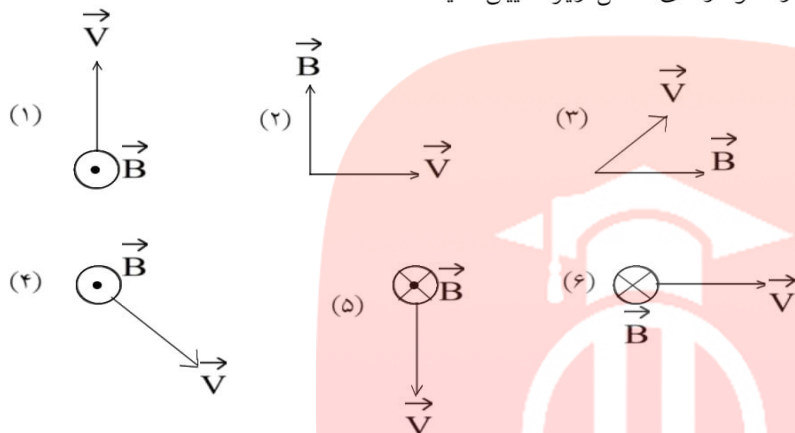
پ) میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی عمود بر میدان مغناطیسی از چپ به راست است و جهت نیروی وارد بر سیم بر اساس قاعده دست راست عمود بر سیم و به طرف بالا می‌باشد.



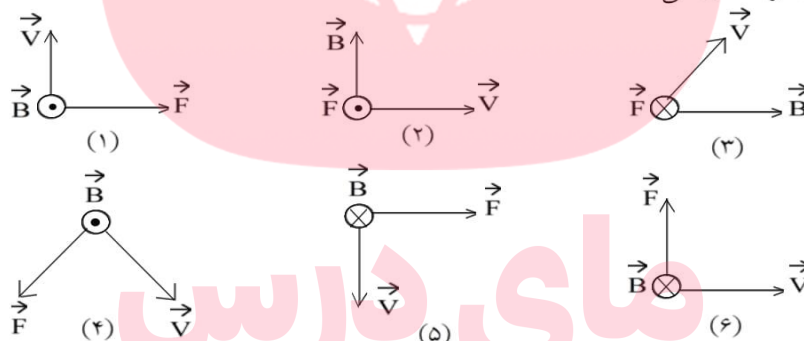
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۱۶- جهت نیروی وارد بر بار مثبت را در هریک از نمودارهای شکل زیر تعیین کنید.



در هریک 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.



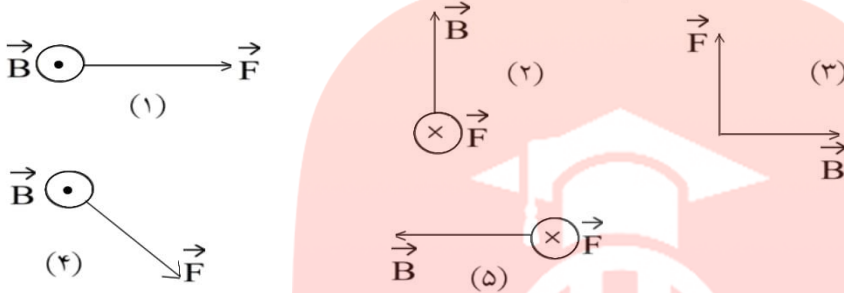
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

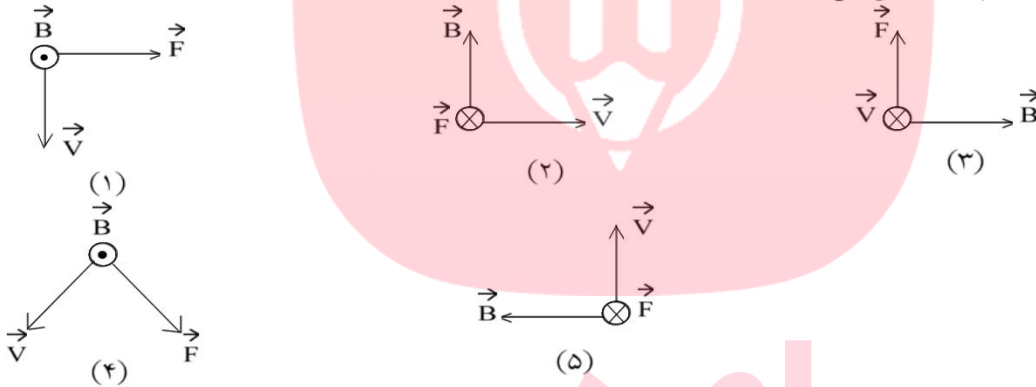


جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

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 ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی با اندازه $0.5T$ قرار گرفته است. اگر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم برابر ۱N باشد، جهت و اندازه‌ی جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.

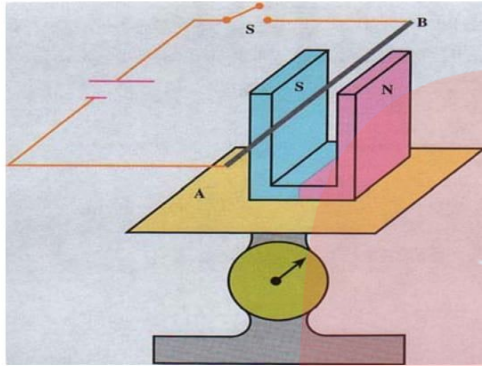


جهت نیروی وارد بر سیم رو به پایین، میدان مغناطیسی درون‌سو، در این صورت طبق قاعده دست راست جهت جریان از D به C می‌باشد.

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

$$1 = I \times 2 \times 0.5 \times 1 \Rightarrow I = 1A$$

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



۱۹- یک آهنربای نعلی شکل را روی کفه‌ی یک ترازوی حساس قرار می‌دهیم، سیم **AB** را که مطابق شکل زیر در میان دو قطب آهنربا قرار دارد به وسیله‌ی یک کلید به دو پایانه‌ی یک باتری 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 جریان الکتریکی در یک میدان مغناطیسی که سیم عمود بر جهت میدان می‌باشد از دستور دست راست استفاده می‌کنیم. بدین صورت که اگر دست راست را باز نگهداریم، 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 **B** به **A** برقرار می‌شود و میدان مغناطیسی از **N** به **S** 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 آهنربا وارد می‌شود و ترازو مقدار کمتری را نشان می‌دهد.

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

۲۰- بزرگی نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید. (بار الکتریکی پروتون $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و $\sin 53^\circ = 0.8$ است)

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 4/4 \times 10^6 \text{ m/s} \\ \alpha = 53^\circ \\ B = 18 \times 10^{-3} \text{ T} \\ q = +e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} F = qVB \sin \alpha \\ F = (1.6 \times 10^{-19}) \times (4/4 \times 10^6) \times (18 \times 10^{-3}) \times (0.8) \\ \Rightarrow F = 1.01376 \times 10^{-14} \text{ N} \end{array}$$



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۲۱- اگر این نیرو تنها نیرویی باشد که بر پروتون وارد می‌شود، شتاب پروتون را حساب کنید.
(بار الکتریکی پروتون $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است.)

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

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

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

$$\begin{cases} R = 0.05 \text{ m} \\ N = 200 \\ I = 12 \text{ A} \end{cases} \quad \begin{cases} B = \mu_0 \frac{NI}{2R} \\ B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{200 \times 12}{2 \times 0.05} = 9.6\pi \times 10^{-3} \text{ T} \end{cases}$$

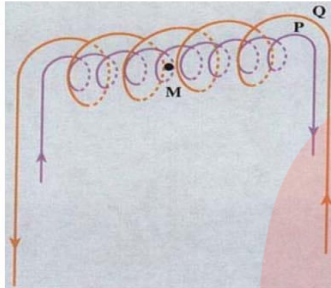
مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس



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

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

$$\begin{aligned} \vec{B}_M &= \vec{B}_Q + \vec{B}_P \\ 0 &= B_Q - B_P \Rightarrow B_Q = B_P \\ \mu \cdot \frac{N_1 I_1}{L} &= \mu \cdot \frac{N_2 I_2}{L} \Rightarrow N_1 I_1 = N_2 I_2 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} N_2 = 200 \\ N_1 = 300 \\ I_1 = 1A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_1 I_1 = N_2 I_2 \\ 300 \times I_1 = 200 \times 1 \Rightarrow I_1 = 1/5A \end{cases}$$

الکترونی با سرعت $2/4 \times 10^5$ 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 $6/8 \times 10^{-14}$ N 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.

$$V = 2/4 \times 10^5 \text{ m/s} \quad F = e \cdot V \cdot B$$

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

$$e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad \Rightarrow B = 1/WT$$

برای به دست آوردن جهت میدان مغناطیسی از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. با توجه به این که ذره باردار، الکترون است، اگر حرکت الکترون به سمت جنوب باشد و بیشینه نیرو بالاسو باشد، جهت میدان مغناطیسی به سمت غرب می‌باشد.



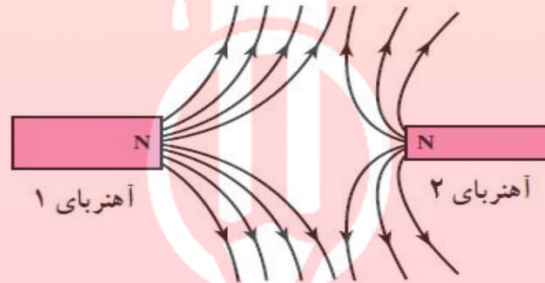
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۲۶- چه میدان الکتریکی ای همین نیرو را ایجاد می کند؟ (بار الکتریکی الکترون $C \cdot 10^{-19} \times 1/6$ است.)

$$\begin{cases} E = \frac{F}{q} \\ E = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4/25 \times 10^5 \text{ N/C} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F = 6/8 \times 10^{-14} \text{ N} \\ q = -1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{cases}$$

۲۷- خطهای میدان مغناطیسی میان دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. کدام آهنربا ضعیف تر است؟



آهنربای (۲)

۲۸- سیم لوله ای شامل ۲۵۰ دور حلقه است که دور یک لوله ی پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیم لوله $0/8 \text{ A}$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در درون سیم لوله را حساب کنید.

$$n = \frac{N}{l} = \frac{250}{14} = \frac{12500}{7}$$

$$B = \mu_0 n I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{125}{7} \times 0.2 \times 8 \times 10^{-1} = \frac{4\pi}{7} \times 10^{-3} \approx 1/79 \times 10^{-3} \text{ T}$$

گروه آموزشی عصر

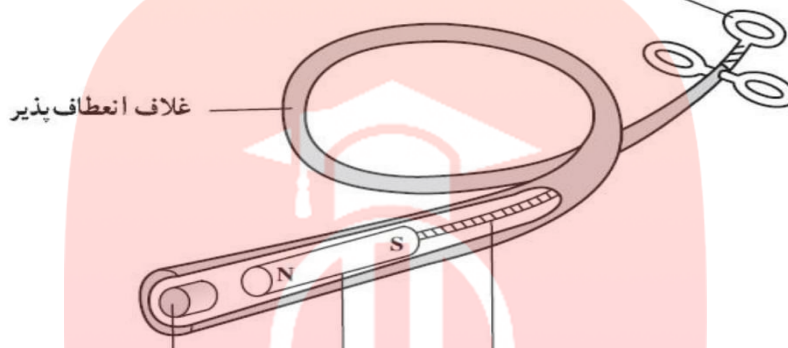
www.my-dars.ir



جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۲۹- کودکی یک قطعه ی کوچک فلز را بلعیده است که در گلوی او گیر کرده است. پزشک بادستگاهی که در شکل زیر دیده می شود، می خواهد فلز را بیرون بیاورد.

جانگستی برای کنترل



کابل فولادی انعطاف پذیر آهنربای دائم متحرک نوک آهنی ثابت

- الف) هنگامی که آهنربای دائم به نوک ثابت آهنی نزدیک می شود، چه اتفاقی می افتد؟
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 انعطاف پذیر باشد؟
ت) پزشک می خواهد یک گیره ی آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد. کدام یک را می توان بیرون آورد؟ چرا؟
- الف) به دلیل میدان آهنربا، آن هم آهنربا می شود.
ب) با تضعیف میدان (جدا شدن آهنربا) خاصیت آهنربایی خود را از دست می دهد و جسم راحت از آن جدا می شود.
پ) به دلیل این که مسیر گلو کاملاً صاف نیست و اگر غلاف انعطاف پذیر نباشد، ممکن است به گلو آسیب بزند.
ت) گیره ی آهنی، به دلیل این که واشر آلومینیومی مغناطیسی نمی شود.

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

-۱

شار مغناطیسی

وقتی سیم پیچ یا مداری که مساحت آن برابر A می باشد در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، شار مغناطیسی که از سیم پیچ یا مدار عبور می کند طبق رابطه ی زیر قابل محاسبه است:

$$\text{میدان مغناطیسی (T)} \uparrow \uparrow \text{مساحت یک حلقه (m}^2\text{)}$$

$$\text{شار مغناطیسی سیم پیچ (و بر Wb)} \leftarrow \varphi = AB \cos \theta \rightarrow \text{زاویه ی بین نیم خط عمود بر سطح سیم پیچ و میدان مغناطیسی}$$

-۲

شار مغناطیسی بیشینه

وقتی سیم پیچ عمود بر میدان مغناطیسی است، شار مغناطیسی ماکزیمم می باشد.

$$\Rightarrow \theta = 0^\circ \text{ یا } 180^\circ \Rightarrow |\cos \theta| = 1 \Rightarrow \varphi_{\max} = \pm AB \text{ (سطح سیم پیچ عمود بر میدان)}$$

-۳

شار مغناطیسی صفر

وقتی سیم پیچ موازی میدان مغناطیسی باشد، شار مغناطیسی عبوری برابر صفر است.

$$\Rightarrow \theta = 90^\circ \text{ یا } 270^\circ \Rightarrow \cos \theta = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \text{ (سیم پیچ موازی میدان)}$$

-۴

قانون فارادی

هرگاه شار مغناطیسی که از یک مدار بسته می گذرد تغییر نماید، در آن نیروی محرکه ای القاء خواهد شد و جریانی در آن برقرار می شود به طوری که بزرگی نیروی محرکه ی القا شده متناسب با آهنگ تغییر شار است.

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt}$$

در این رابطه ε بر حسب ولت، $\frac{d\varphi}{dt}$ بر حسب و بر بر ثانیه است.

-۵

قانون لنز

سوی جریان حاصل از نیروی محرکه ی القایی به گونه ای است که به وسیله ی آثار مغناطیسی ای که به وجود می آورد با عامل به وجود آورنده خود (تغییر شار) مخالفت می کند.

-۶

محاسبه ی نیروی محرکه ی القایی متوسط و لحظه ای

از ترکیب دو قانون فارادی و لنز، فرمول ها از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \text{ (نیروی محرکه ی خودالقایی متوسط)} \Rightarrow \text{(نیروی محرکه ی خودالقایی لحظه ای)} \varepsilon = -N \frac{d\varphi}{dt}$$

$$N = \text{تعداد حلقه های پیچ، } \Delta\varphi = \text{تغییر شار بر حسب و بر (Wb)}, \Delta t = \text{زمان تغییر شار بر حسب ثانیه (S)}$$

$$\bar{\varepsilon} = \text{نیروی محرکه ی القایی متوسط در پیچ بر حسب ولت (V)}, \text{ آهنگ تغییر شار در پیچ بر حسب } \left(\frac{wb}{s}\right)$$

-۷ نکته: در مواردی که حرکت باعث تغییر شار می شود، قانون لنز مانند نیروی اصطکاک عمل کرده و در مقابل حرکت مقاومت نشان می دهد.

روش های ایجاد تغییر شار در یک مدار

-۸

طبق رابطه ی $\phi = BA \cos \theta$ با تغییر هر یک از عوامل میدان مغناطیسی، شدت میدان مساحت حلقه (A)، و زاویه ی بین سوی میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر صفحه (θ)، شار تغییر نموده و باعث ایجاد نیروی محرکه ی القایی در یک مدار بسته ی رسانا خواهد شد.

$$\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 \Rightarrow \begin{cases} \Delta \phi = A(\Delta B) \cos \alpha & \text{تغییر شار به روش تغییر میدان} \\ \Delta \phi = (\Delta A) B \cos \alpha & \text{تغییر شار به روش تغییر مساحت} \\ \Delta \phi = AB(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) & \text{تغییر شار به روش تغییر زاویه} \end{cases}$$

تشریح قانون لنز

-۹

وقتی شار مغناطیسی به هر دلیلی تغییر کند، نیروی محرکه ی القایی و به دنبال آن جریان الکتریکی القایی تولید می شود. جریان الکتریکی القا شده، در اطراف مدار، میدان مغناطیسی به وجود می آورد که آن را میدان مغناطیسی القایی نامیده و با B_L نشان می دهیم.

طبق قانون لنز، نیروی محرکه ی القایی با آثاری که از خود به وجود می آورد، با تغییرات شار مخالفت می کند. به این ترتیب که اگر شار افزایش یابد با ایجاد میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی، با افزایش شار مخالفت می کند و اگر شار کاهش یابد با ایجاد میدان القایی در جهت میدان اصلی، با کاهش شار مخالفت خواهد کرد.

$\left\{ \begin{array}{l} \text{قطب آهن ربا به سیم پیچ نزدیک شود} \\ \text{مساحت حلقه افزایش یابد} \\ \text{شدت جریان در مدار دارای مولد افزایش یابد} \end{array} \right.$	\Rightarrow شار افزایش می یابد	\Rightarrow میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی
$\left\{ \begin{array}{l} \text{قطب آهن ربا از سیم پیچ دور می شود} \\ \text{مساحت حلقه کاهش می یابد} \\ \text{شدت جریان در مدار دارای مولد کاهش می یابد} \end{array} \right.$	\Rightarrow شار کاهش می یابد	\Rightarrow میدان القایی در جهت میدان اصلی

حرکت سیم رسانا در میدان

-۱۰

وقتی میله ای رسانا به طول l در امتداد عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت B با سرعت V و در امتداد عمود بر میدان مغناطیسی به حرکت درآید، نیروی محرکه ای در دو سر آن القا خواهد شد.

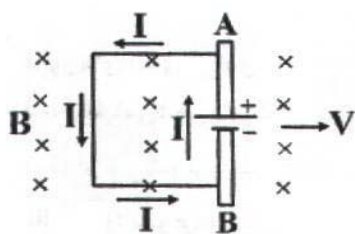
$\epsilon = LVB$

سوی جریان القایی در میله

-۱۱

اگر چهار انگشت دست راست، سوی حرکت میله (V) و جمع شدن انگشتان به سمت میدان باشد، انگشت شست سوی جریان القایی را نشان خواهد داد.

نکته: در این پدیده، میله به عنوان مولد عمل می کند که همانند درون یک مولد، جریان از انتهای منفی (پتانسیل کم تر) به انتهای مثبت (پتانسیل بیشتر) جریان خواهد یافت.



www.my-dars.ir

-۱۲

نیروی محرکه ی خود القایی

هرگاه جریان الکتریکی از یک سیم پیچ عبور می کند در حال تغییر باشد در سیم پیچ تغییر شار مغناطیسی رخ می دهد که باعث ایجاد نیروی محرکه ای در سیم پیچ می شود که به آن نیروی محرکه ی خودالقایی می گوئیم و از رابطه ی زیر قابل محاسبه است:

$$\vec{\varepsilon}_L = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

تغییرات شدت جریان (آمپر) ↑

نیروی محرکه ی خودالقایی متوسط (ولت) ←

ضریب خودالقایی ↓

مدت تغییر جریان (ثانیه) ↓

-۱۳

جهت نیروی محرکه ی خودالقایی

اگر جریان الکتریکی مدار در حال افزایش باشد، نیروی محرکه ی خودالقایی در خلاف جهت نیروی محرکه ی اصلی مدار (نیروی محرکه ی مولدها) ایجاد می شود و اگر جریان الکتریکی مدار، در حال کاهش باشد، نیروی محرکه ی خودالقایی هم جهت نیروی محرکه ی اصلی مدار (نیروی محرکه ی مولدها) ایجاد می شود.

-۱۴

ضریب خودالقایی سیم لوله

ضریب خودالقایی سیم پیچ (L) کمیتی است که فقط به مشخصات ساختمانی سیم لوله بستگی دارد و با تغییرات شدت جریان یا شار مغناطیسی مقدار آن ثابت می ماند و بر اساس مشخصات ساختمانی سیم لوله (تعداد حلقه، مساحت هر حلقه، طول سیم پیچ و جنس هسته) از رابطه ی زیر قابل محاسبه است.

$$L = k\mu \cdot \frac{N^2 A}{l}$$

↑ تعداد حلقه ها

→ مساحت هر حلقه

→ طول سیم لوله

← ضریب خودالقایی (هانری)

↓ ضریب مغناطیسی مربوط به هسته ی سیم پیچ (بدون واحد)

{ k = 1 هوا و خلا

{ k >> 1 آهن، نیکل و کبالت

-۱۵

انرژی مغناطیسی ذخیره شده در یک سیم پیچ

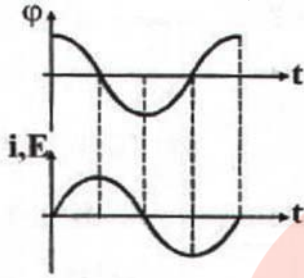
هنگامی که جریان الکتریکی در یک سیم پیچ از صفر تا I افزایش می یابد، انرژی الکتریکی در سیم پیچ به صورت انرژی مغناطیسی ذخیره می شود که طبق رابطه ی زیر قابل محاسبه است.

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \Delta U = \int_0^I L(I) \cdot dI \quad \text{s.ir}$$

← انرژی مغناطیسی (ژول)

مولد جریان متناوب

هرگاه سیم پیچی را با N حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت زاویه ای ثابت ω بچرخانیم، شار مغناطیسی که از آن عبور می کند به طور متناوب تغییر خواهد کرد و در نتیجه نیروی محرکه ی القایی و جریان الکتریکی القایی متناوبی در سیم پیچ ایجاد می گردد که نمودار تغییرات شار و نیروی محرکه و هم چنین معادله ی آنها به صورت زیر می باشد.



$$\phi = BA \cos(\omega t) \Rightarrow \phi = \phi_m \cos \omega t \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

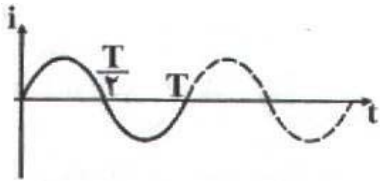
$$\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \epsilon = NBA(\omega) \sin(\omega t) \Rightarrow \epsilon = \epsilon_m \sin \omega t$$

$$\epsilon_m = NBA\omega$$

جریان القایی متناوب

طبق رابطه ی $I = \frac{\epsilon}{R}$ در سیم پیچ، جریان الکتریکی القا می شود که تغییرات آن همانند تغییرات نیروی محرکه ی القایی می باشد. یعنی وقتی $\epsilon = 0$ است باید $I = 0$ باشد و وقتی ϵ ماکزیمم است باید I نیز ماکزیمم باشد.

با دقت به شکل زیر می بینید که وقتی شار مغناطیسی عبوری از سیم پیچ ماکزیمم است (سطح سیم پیچ عمود بر میدان مغناطیسی) نیروی محرکه ی القایی و جریان الکتریکی القایی برابر صفر می باشد و هنگامی که شار مغناطیسی عبوری برابر صفر است (سطح سیم پیچ موازی میدان مغناطیسی) نیروی محرکه ی القایی و جریان الکتریکی القایی ماکزیمم می شود.



۱۷- نیروی محرکه القایی در یک پیچه (یا سیم لوله)

اگر در یک پیچه شار مغناطیسی تغییر کند به هر حلقه ی آن نیروی محرکه ای القا می شود. با فرض یکسان بودن حلقه ها نیروهای محرکه ی القایی نیز یکسان است. پس نیروی محرکه ی القایی کل برابر است با تعداد حلقه ها ضرب در نیروی محرکه ی القایی هر حلقه.

$$\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

www.my-dars.ir

۱۸- یکای خودالقایی (هانری)

یک هانری ضریب خودالقایی سیم لوله ای است که اگر جریان آن با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه ی یک ولت در آن القا شود.

۱- حلقه‌ای به مساحت 50 cm^2 در یک میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارد. با فرض این که خطهای میدان مغناطیسی \vec{B} عمود بر سطح حلقه باشند، اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت آن به اندازه‌ی 0.3 T افزایش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد، چه قدر تغییر می‌کند؟

$$A = 50 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\theta = 0$$

$$\Delta B = 0.3 \text{ T}$$

$$\begin{cases} \Delta \Phi = (\Delta B) A \cos \theta \\ \Delta \Phi = (0.3) \times 50 \times 10^{-4} \times 1 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ wb} \end{cases}$$

۲- میدان مغناطیسی عمود بر یک قاب دایره‌ای شکل به قطر 20 سانتی‌متر با زمان تغییر می‌کند و در مدت 0.5 s از $+0.28 \text{ T}$ تسلا به -0.12 T تسلا می‌رسد (تغییر علامت نشان می‌دهد که جهت میدان نیز وارون شده است). نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را حساب کنید.

$$N = 1$$

$$2R = 20 \text{ cm} \Rightarrow R = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$\Delta t = 0.5 \text{ s}$$

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

$$B_2 = -0.12 \text{ T}$$

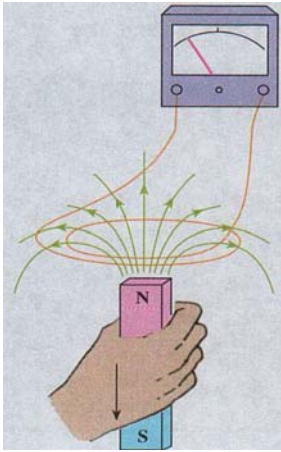
$$\theta = 0$$

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \\ \Phi = ABC \cos \theta \\ |\bar{\varepsilon}| = \left| -N \left(\frac{B_2 - B_1}{\Delta t} \right) A \cos \theta \right| \\ |\bar{\varepsilon}| = -1 \times \left(\frac{-0.12 - 0.28}{0.5} \right) \times \pi \times (0.1)^2 = 8\pi \times 10^{-3} \text{ ولت} \end{cases}$$

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



۳- قطب N یک آهنربای میله‌ای را مطابق شکل زیر از پیچه دور می‌کنیم، با استفاده از قانون لنز جهت جریان القایی را در پیچه تعیین کنید.

با توجه به این که آهنربا از پیچه دور می‌شود، آثار مغناطیسی حاصل از جریان القایی، قطب غیرهم‌نام را مجاور آهنربا تشکیل می‌دهد تا با دور شدن آهنربا مخالفت کند. در این صورت قسمت پایین پیچه قطب S و بالای پیچه قطب N را تشکیل می‌دهد. پس با توجه به قانون دست راست جریان القایی در پیچه پادساعتگرد است، یعنی جریان از قطب سمت چپ گالوانومتر به قطب سمت راست آن می‌باشد.

۴- دو سیم‌لوله با سطح مقطع و تعداد دور یکسان در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیم‌لوله‌ها دو برابر دیگری باشد، نسبت ضریب خودالقایی آن‌ها را محاسبه کنید.

$$L = k\mu \cdot \frac{N^2 A}{l}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_1 = N_2 \\ A_1 = A_2 \\ k_1 = k_2 \\ L \text{ ضریب خودالقایی سیم لوله} \\ l \text{ طول سیم لوله} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_1}{2l_1} = \frac{1}{2}$$

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

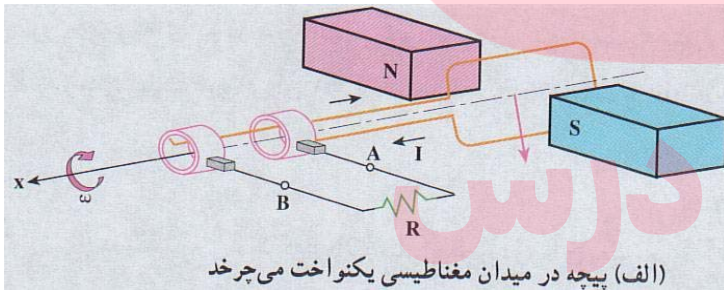
۵- رابطه‌ای برای انرژی ذخیره شده در یک سیملوله‌ی بدون هسته برحسب ویژگی‌های سیملوله به دست آورید.

$$\begin{cases} L = k\mu_0 \frac{N^2 A}{L} \\ k = 1 \Rightarrow L = \mu_0 \frac{N^2 A}{L} \end{cases}$$

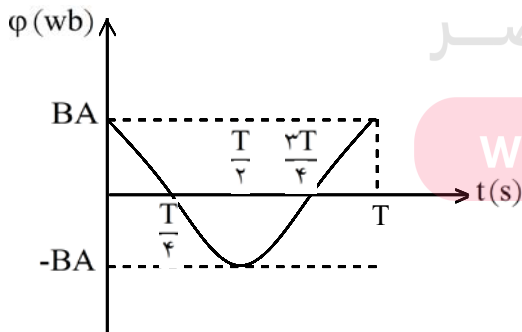
اگر طرفین معادله را در $\mu_0 I$ ضرب کنیم، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} U = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N^2 A}{L} \times I^2 \times \left(\frac{\mu_0 \times L}{\mu_0 \times L} \right) \Rightarrow U = \frac{1}{2} B^2 A \left(\frac{L}{\mu_0} \right) \\ B^2 = \mu_0 \frac{N^2 I^2}{L} \\ U = \frac{1}{2} B^2 A \left(\frac{L}{\mu_0} \right) \\ V = AL \text{ حجم سیملوله} \Rightarrow U = \frac{B^2 V}{2\mu_0} \end{cases}$$

در این رابطه B میدان مغناطیسی و V حجم داخل سیملوله می‌باشد.

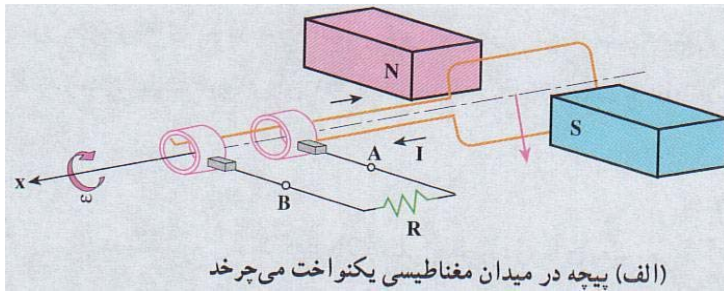


۶- نمودار تغییرات شارسی که از مدار بیچه در شکل زیر می‌گذرد را بر حسب زمان در طول یک دوره‌ی چرخش بیچه رسم کنید.

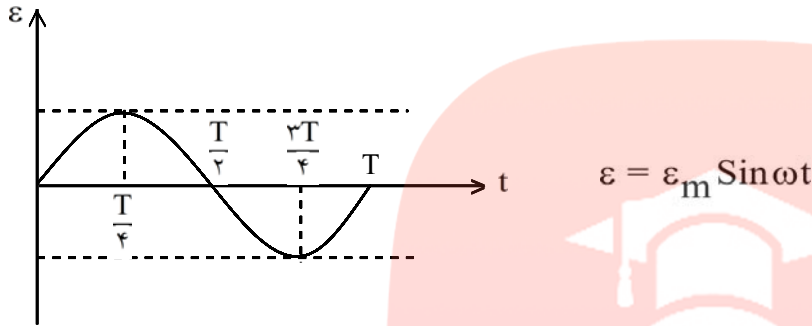


گروه آموزشی عصر

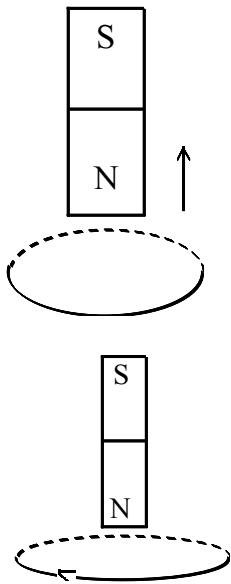
www.my-dars.ir $\varphi = \varphi_m \cos \omega t$



۷- نمودار تغییرات نیروی محرکه ی القا شده در پیچه در شکل زیر را بر حسب زمان و طول یک دوری چرخش پیچه رسم کنید.



۸- قطب شمال یک آهنربا، مطابق شکل زیر از یک حلقه ی فلزی دور می شود، جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.

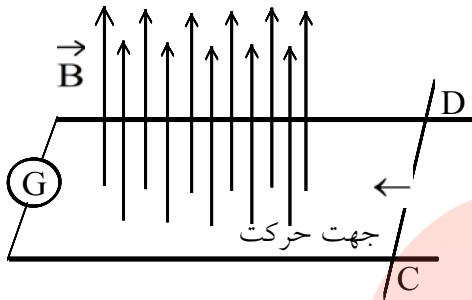


وقتی آهنربا از حلقه دور می شود، شار مغناطیسی در حلقه فلزی تغییر می کند و در آن نیروی محرکه القایی ایجاد می شود که باعث برقراری جریان القایی می گردد (قانون فارادی). جهت جریان القایی در جهتی است که آثار مغناطیسی حلقه با دور شدن آهنربا مخالفت می کند. هرگاه میدان مغناطیسی حلقه رو به بالا باشد، جهت جریان القایی در حلقه، مطابق شکل مقابل ساعتگرد خواهد بود (از رخ بالا).

۹- یک آهنربای میله ای را به طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک زمین رها می کنیم. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنربا با آن نرم باشد آهنربا در زمین فرو می رود. اگر این آزمایش را بار دیگر در وضعیتی تکرار کنیم که آهنربا در حین سقوط از درون حلقه های یک پیچه بگذرد، مقدار فرورفتگی آهنربا در زمین چه تغییری خواهد کرد؟ چرا؟ (از اثر مغناطیسی زمین بر روی آهنربا چشم پوشی کنید.)

هنگامی که آهنربا را از ارتفاع رها می کنیم، زمانی که به پیچه می رسد میدان مغناطیسی آهنربا در پیچه، جریان القایی به وجود می آورد که آثار آن با حرکت آهنربا به طرف پایین مخالفت می کند و هنگام خارج شدن آهنربا نیروی محرکه القایی داخل پیچه با خارج شدن آهنربا به طرف پایین مخالفت می کند. در نتیجه نیروی محرکه القایی ایجاد شده در پیچه نیرویی از طرف پایین به بالا به آهنربا وارد می کند و سرعت سقوط آهنربا را کاهش می دهد و آهنربا به هنگام برخورد با سطح نرم زمین به مقدار کمتری در زمین فرو می رود.

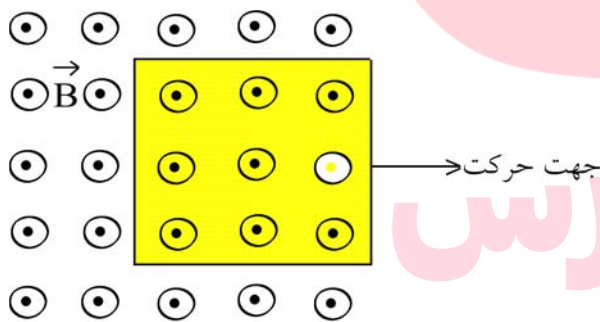
۱۰- دو میله رسانای موازی در صفحه‌ای عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارند. این میله‌ها توسط گالوانومتری مطابق شکل زیر به یک‌دیگر بسته شده‌اند. میله‌ی رسانای CD می‌تواند روی دو میله‌ی موازی بلغزد. اگر میله‌ی CD در جهت نشان داده شده در شکل به حرکت درآید جهت القایی در مدار در چه سویی است؟



وقتی میله CD به طرف چپ حرکت می‌کند، خطهای میدان مغناطیسی را قطع می‌کند و سطح قاب رو به کاهش خواهد بود و در نتیجه شار مغناطیسی کاهش می‌یابد در این صورت با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی در جهتی خواهد بود که آثار مغناطیسی آن با تغییر شار مخالفت می‌کند و میدانی رو به بالا را ایجاد می‌کند. پس جهت جریان القایی از C به D می‌باشد، زیرا میدان مغناطیسی رو به بالا در قاب ایجاد کرده است تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

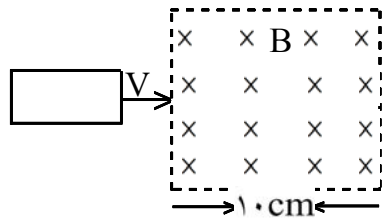
راه حل دیگر استفاده از قاعده دست راست است، به طوری که اگر نوک انگشتان دست راست بردار سرعت و خم چهار انگشت جهت مغناطیسی داخل قاب را نشان دهد، انگشت شست جهت جریان در میله را نشان می‌دهد که از C به D می‌باشد.

۱۱- پیچ‌های مستطیلی را که در شکل زیر نشان داده شده است به طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی برونسو خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در پیچه در چه سویی است؟



وقتی قاب را به طرف راست می‌کشیم تا از میدان مغناطیسی خارج کنیم، شار مغناطیسی عبوری از سطح قاب رو به کاهش خواهد بود، زیرا تعداد خطهایی که از قاب می‌گذرد رو به کاهش خواهد بود، در این صورت طبق قانون لنز جهت جریان القایی در قاب پاد ساعتگرد است و میدان مغناطیسی برونسو ایجاد می‌کند تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

۱۲- حلقه ی فلزی مستطیلی شکلی به ابعاد $3\text{cm} \times 5\text{cm}$ مطابق شکل زیر با سرعت ثابت 2m/s وارد میدان مغناطیسی یکنواخت 0.02 T می شود و از طرف دیگر آن خارج می شود. نمودار تغییرات شاری که از حلقه می گذرد و نیروی محرکه ی القا شده در آن را بر حسب زمان رسم کنید.



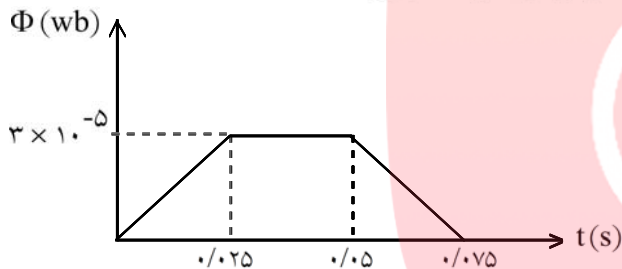
وقتی قاب با سرعت V وارد میدان مغناطیسی می شود، در لحظه ی اول $\Phi = 0$ و وقتی به طور کامل وارد میدان می شود $\Phi_1 = BA$ و هنگامی که از طرف دیگر خارج می شود شار مغناطیسی کم و به $\Phi_3 = 0$ می رسد.

$$\Phi_1 = 0$$

$$\Phi_2 = BA \cos \theta$$

$$\Phi_3 = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi_2 = BA \cos \theta \\ A = 3 \times 5 = 15 \text{ cm}^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ B = 0.02 \text{ T} \text{ و } \theta = 0 \Rightarrow \Phi_2 = 0.02 \times (15 \times 10^{-4}) = 3 \times 10^{-5} \text{ (wb)} \end{array} \right.$$



نمودار شار مغناطیسی - زمان

وقتی قاب به طور کامل وارد میدان می شود، مسافت 5cm را طی می کند و این بازه زمانی برابر است با:

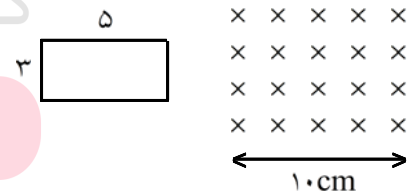
$$\left\{ \begin{array}{l} x = V \cdot \Delta t \\ x = 5\text{cm} \text{ و } V = 2\text{m/s} \Rightarrow \Delta t = \frac{x}{V} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 0.025 \end{array} \right.$$

مدت زمانی که طول می کشد تا با سرعت ثابت از میدان مغناطیسی عبور کند، از رابطه زیر به دست می آید.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta x = V(\Delta t) \\ x = 5\text{cm} \text{ و } V = 2\text{m/s} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{V} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 0.025 \text{ s} \end{array} \right.$$

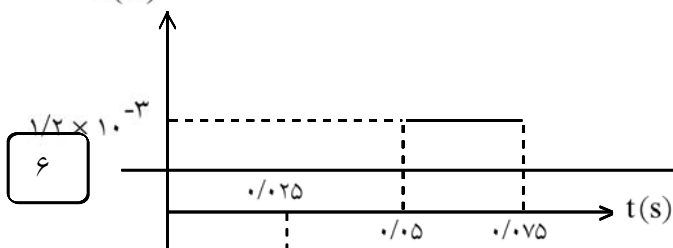
مای درس گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



قاب در مدت 0.025 ثانیه وارد میدان می شود و در مدت 0.025 ثانیه از آن خارج می شود و در مدتی که در میدان حرکت می کند شار مغناطیسی ثابت و نیروی محرکه برابر صفر خواهد بود.

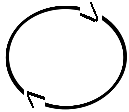
$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = B \cdot L \cdot V \cdot \sin \alpha \quad \alpha = 0 \\ \varepsilon = 0.02 \times (3 \times 10^{-2}) \times (2) = 1/2 \times 10^{-3} \text{ V} \end{array} \right.$$



۱۳- جهت جریان القایی در هر یک از حلقه‌های دایره‌ای نشان داده شده در شکل زیر در چه سویی است؟

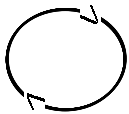
الف) جریان در سیم رو به افزایش است و میدان مغناطیسی اطراف آن در حال قوی شدن است و شاری که از حلقه می‌گذرد در حال افزایش می‌باشد، پس طبق قانون لنز جریان ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود تا با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند.

I افزایش



ب) جریان در سیم رو به کاهش و میدان مغناطیسی اطراف آن در حال ضعیف شدن است و شاری که از حلقه می‌گذرد در حال کاهش می‌باشد، پس طبق قانون لنز جریان ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

I کاهش



پیچهای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه‌ی آن 0.04 T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت 0.01 s تغییر کرده و به 0.04 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد.

اگر سطح هر حلقه‌ی پیچه 50 cm^2 باشد، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۱۴- اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

$$N = 1000$$

$$\theta = 0$$

$$B_1 = 0.04 \text{ T}$$

$$\Delta t = 0.01 \text{ s}$$

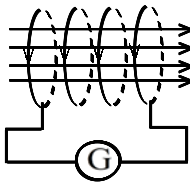
$$B_2 = -0.04 \text{ T}$$

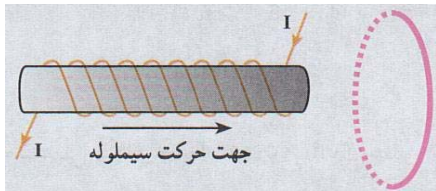
$$A = 50 \text{ cm}^2 = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = \left| -N \left(\frac{B_2 - B_1}{\Delta t} \right) A \cos \theta \right| \\ |\bar{\varepsilon}| = \left| -1000 \left(\frac{-0.04 - 0.04}{0.01} \right) \times (50 \times 10^{-4}) \right| \end{cases} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 40 \text{ V}$$

۱۵- جهت جریان القایی را تعیین کنید.

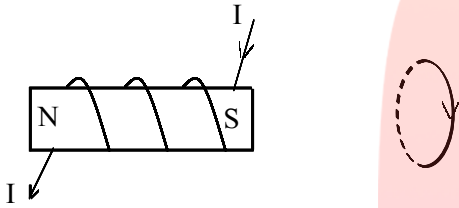
وقتی میدان مغناطیسی از 0.04 T به صفر می‌رسد، جریان القایی در پیچه مطابق شکل در قسمت جلو حلقه رو به پایین از صفر تا I می‌رسد تا آثار مغناطیسی حاصل از آن با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند و وقتی میدان مغناطیسی از صفر تا 0.04 T - می‌رسد، جریان در همان جهت قبلی ادامه خواهد داشت تا آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی در جهت منفی مخالفت کند.





۱۶- در شکل زیر اگر سیملوله را در جهت نشان داده شده در شکل به حلقه نزدیک کنیم جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟

سیملوله حامل جریان است و طبق قانون دست راست طرف راست آن قطب S و طرف چپ آن قطب N است. وقتی سیملوله با سرعت V به طرف حلقه می‌رود، شار مغناطیسی در حلقه تغییر می‌کند و در مدار نیروی محرکه القایی و جریان القایی برقرار می‌شود. جهت جریان القایی در حلقه طبق قانون لنز در جهتی است که آثار مغناطیسی آن با نزدیک شدن سیملوله مخالفت می‌کند. پس در طرف چپ حلقه قطب S و در طرف راست قطب N تشکیل می‌شود تا با نزدیک شدن قطب S سیملوله مخالفت کند. حال با مشخص بودن قطب S و N می‌توان با استفاده از قاعده دست راست جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کرد مطابق شکل می‌باشد.



۱۷- پیچه‌ای با سطح مقطع 30 cm^2 دارای ۱۰۰۰ حلقه است و در ابتدا بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت 0.2 s پیچه بچرخد و موازی میدان مغناطیسی زمین قرار بگیرد، نیروی محرکه‌ی متوسط القایی در آن چه قدر است؟ (اندازه‌ی میدان زمین را 0.5 G در نظر بگیرید.)

$$A = 30 \text{ cm}^2 = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N = 1000$$

$$\theta_1 = 0$$

$$\theta_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$B = 0.5 \text{ G} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{\varepsilon} &= -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t} \end{aligned} \right.$$

$$\Delta t = 0.2 \text{ s} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1000 \times \frac{0.5 \times 10^{-4} \times (30 \times 10^{-4}) (0 - 1)}{0.2} = \bar{\varepsilon} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

www.my-dars.ir

۱۸- اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای مطابق رابطه‌ی زیر (در SI) تغییر کند:

$$\Phi_B = (2t^2 + 3t - 1) \times 10^{-3}$$

بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t = 2s$ چه قدر است؟

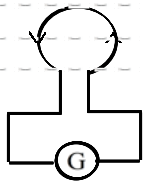
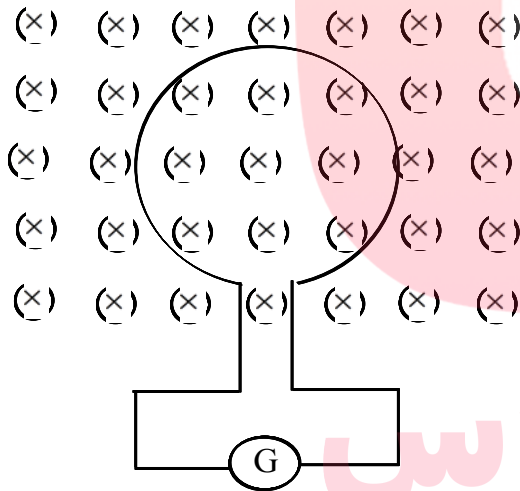
مشق شار مغناطیسی نسبت به زمان برابر نیروی محرکه القایی لحظه‌ای است، پس:

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{d\phi}{dt} \\ \phi_B = (2t^2 + 3t - 1) \times 10^{-3} \Rightarrow \frac{d\phi}{dt} = (4t + 3) \times 10^{-3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon = (4t + 3) \times 10^{-3} \\ t = 2s \Rightarrow \varepsilon = (4 \times 2 + 3) \times 10^{-3} = 1/9 \times 10^{-2} \text{ V} \end{cases}$$

نیروی محرکه در لحظه $t = 2s$ برابر $1/9 \times 10^{-2}$ ولت می‌باشد.

۱۹- حلقه‌ای مطابق شکل زیر درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر اندازه‌ی میدان افزایش یابد، جهت جریان القایی را روی حلقه مشخص کنید.



میدان مغناطیسی درون سو و حلقه عمود بر میدان مغناطیسی است. هرگاه میدان مغناطیسی درون سو افزایش یابد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد و در مدار جریان القایی برقرار می‌شود که آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی مخالفت می‌کند، در این صورت جریان القایی پادساعتگرد می‌باشد.

www.my-dars.ir

جریان متناوبی که بیشینه ی آن $2A$ و دوره ی آن $0.02s$ است از یک رسانای 5Ω اهمی می گذرد. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۲۰- در چه لحظه هایی شدت جریان بیشینه خواهد بود. در این لحظه ها نیروی محرکه ی القایی چه قدر است؟ ابتدا زمان تناوب را به دست می آوریم تا بتوانیم نمودار جریان - زمان را رسم کنیم.

$$I_m = 2A$$

$$T = 0.02s$$

$$R = 5\Omega$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega = \frac{2\pi}{T} \\ T = 0.02s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi \text{ rad/s} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_m \sin \omega t \\ I_m = 2A \Rightarrow I = 2 \sin 100\pi t \end{array} \right.$$

با توجه به نمودار و معادله شدت جریان - زمان در لحظه های $\frac{1}{100}$ و $\frac{3}{100}$ شدت جریان ماکزیمم است، یعنی در لحظه $\frac{1}{100}$ برابر $(+2A)$ و در لحظه $\frac{3}{100}$ $(-2A)$ می باشد. در این مدار نیروی محرکه القایی با شدت جریان الکتریکی هم فاز است و در لحظه هایی که شدت جریان ماکزیمم است، نیروی محرکه ی القایی نیز ماکزیمم است. در روش دیگر می توان گفت وقتی $\sin 100\pi t$ برابر (± 1) گردد، شدت جریان و نیروی محرکه ی القایی ماکزیمم است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 100\pi t = \pm 1 \\ \sin \frac{\pi}{2} = 1 \Rightarrow 100\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{200} s \\ \sin \frac{3\pi}{2} = -1 \Rightarrow 100\pi t = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{3}{200} s \end{array} \right.$$

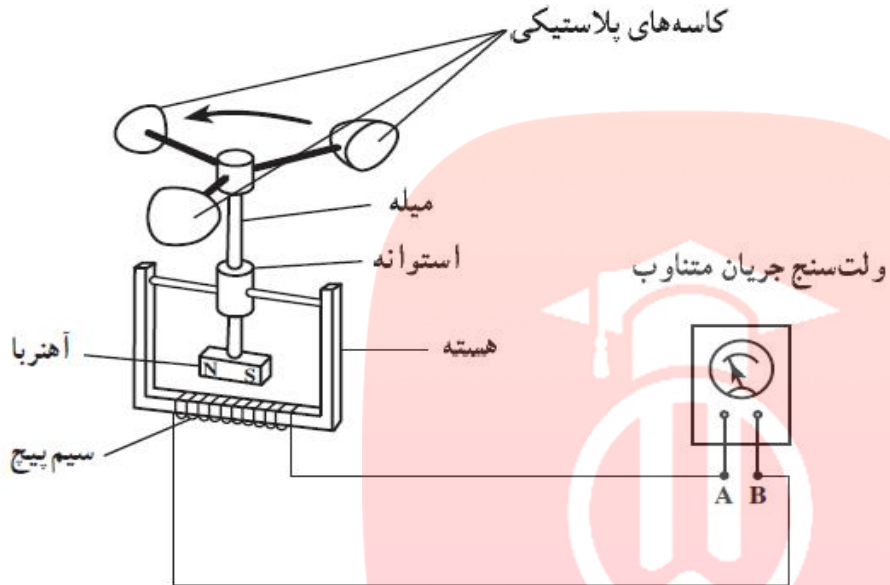
۲۱- در لحظه ی $t = \frac{1}{400} s$ ، شدت جریان چه قدر است؟

برای به دست آوردن شدت جریان در لحظه $t = \frac{1}{400} s$ مقدار آن را در معادله شدت جریان - زمان قرار می دهیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} I = 2 \sin 100\pi t \\ t = \frac{1}{400} s \Rightarrow I = 2 \sin 100\pi \times \frac{1}{400} \end{array} \right.$$

$$I = 2 \sin \frac{\pi}{4} \Rightarrow I = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} A$$

- ۲۲- شکل زیر، ساختمان یک بادسنج را نشان می دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد، میله ی آن می چرخد و ولت سنج عددی را نشان می دهد.
- الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه ی ولت سنج می شود؟
- ب) آیا با افزایش سرعت باد، عددی که ولت سنج نشان می دهد تغییر می کند؟ چرا؟
- پ) برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه، دو پیشنهاد ارائه دهید.



- الف) طبق قانون لنز، با چرخش آهنربا، میدان مغناطیسی اطراف سیم پیچ تغییر می کند و سیم پیچ با ایجاد جریانی (اختلاف پتانسیل القایی) با آن مخالفت می کند.
- ب) بله، هرچه سرعت چرخش آهنربا بیشتر شود، تغییرات میدان به زمان بیش تر می شود.
- پ) استفاده از آهنربای قوی تر و خم کردن سر هسته ی آهنی به سمت آهنربا.

$$\varepsilon = \frac{-d\phi}{dt}$$

مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir