۱- بار الکتریکی

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

ممکن است این سؤال پیش آید که مواد خنثی چه موادی هستند؟ پاسخ این است که اتم‌های مواد از سه نوع ذره‌ی بنیادی به نام‌های الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده‌اند و الکترون‌ها منفی، پروتون‌ها مثبت و نوترون‌ها خنثی می‌باشند.

امروزه اثبات شده است که نوترون‌ها نیز از ذرات مثبت و منفی تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین ویژگی بارهای الکتریکی **رانش بارهای هم‌نام** و **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 می‌رود نه به وجود می‌آید، بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.**

۳- بار الکتریکی در اجسام باردار

همه‌ی اجسام دارای بار الکتریکی هستند. این بارها به صورت منفی (در الکترون‌ها) و به صورت مثبت (در پروتون‌ها) قرار دارد. نکته‌ی مهم این است که در اکثر اجسام مقدار بارهای منفی و مثبت (تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها) برابر است و از این رو خنثی (بدون بار) به نظر می‌رسند.

جسم باردار جسمی است که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌هایش برابر نباشد. اگر تعداد الکترون‌ها بیشتر باشد جسم دارای بار منفی و اگر تعداد پروتون‌ها بیشتر باشد جسم دارای بار مثبت است.

در گذشته تصور بر این بود که بارهای مثبت (پروتون‌ها) جابه‌جا می‌شوند ولی امروزه اثبات شده است که **انتقال بار فقط از طریق الکترون انجام می‌پذیرد.**

بار الکترون فوق‌العاده ناچیز و برابر $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ می‌باشد. C علامت کولن یکای بار الکتریکی است. اگر n تعداد الکترون یا پروتون اضافی باشد، مقدار بار جسم (q) بر حسب کولن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$q = ne$$

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

۴- کوانتومی بودن بار

همان‌طور که گفته شد بار الکتریکی از زیاد شدن یا کم شدن الکترون‌های ماده به وجود می‌آید. از ظاهر سخن چنین برمی‌آید که جسم نمی‌تواند به عنوان مثال ۱/۵ الکترون از دست بدهد یا بگیرد. برای همین بود که در رابطه‌ی $q = ne$ گفته شد که n باید عددی صحیح باشد. **به عبارت دیگر بار الکتریکی جسم باید مضرب صحیحی از بار الکترون باشد.** یعنی به عنوان مثال $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹} C$ می‌تواند باشد و مقادیر میانی این ارقام را نمی‌تواند بپذیرد. یعنی بار هیچ ماده‌ای مثلاً ۲×۱۰^{-۱۹} کولن نخواهد شد.

مای درس
www.my-dars.ir
www.m-ganji.com

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.

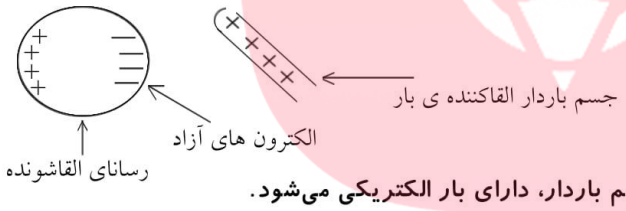
در گروه مقابل اجسامی هستند که الکترون‌های آن‌ها به راحتی در ماده جابه‌جا می‌شود و از مدار یک هسته به مدار هسته‌ی بعدی می‌روند. به این الکترون‌ها **الکترون آزاد** گفته می‌شود. الکترون‌های آزاد سبب می‌شوند بار الکتریکی بتواند در جسم شارش پیدا کند. به اجسامی که دارای الکترون آزاد هستند و الکتریسیته از آن‌ها 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 (مثلا دارای بار مثبت) الکترون‌های آزاد رسانا توسط جسم باردار جذب می‌شود و به یک سو کشیده می‌شود. بدین ترتیب یک رسانا دارای بار مثبت و سر دیگر دارای بار منفی می‌شود.

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



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

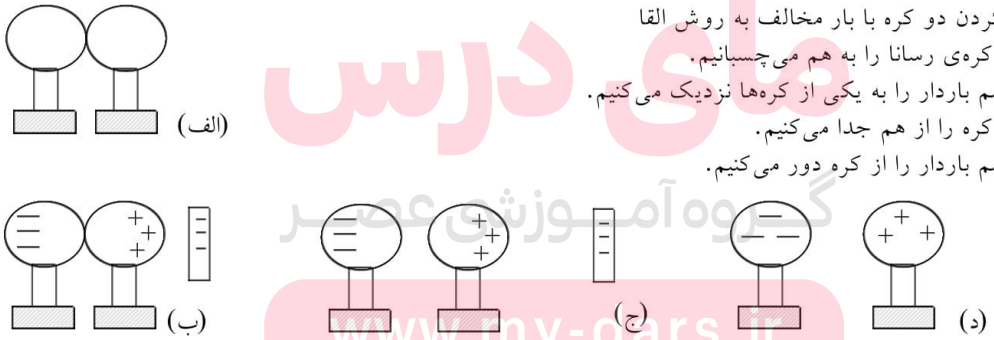
۷- باردار کردن دو کره با بار مخالف به روش القا

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.



گروه آموزش عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۸- آذرخش یا تخلیه‌ی الکتریکی

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

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

۹- تمرکز بار در رسانا

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

۱۰- اختلاف پتانسیل الکتریکی

دو مخزن آب را که در ارتفاع‌های غیر مساوی قرار دارند با هم ارتباط می‌دهیم. آب از مخزن بالاتر به مخزن پایین منتقل می‌شود. در این مساله جرم آب مخزن‌ها اهمیت ندارد.

دو کره‌ی هم اندازه و دارای بار نامساوی را به هم اتصال می‌دهیم. بار از کره‌ی دارای بار بیشتر به کره‌ی دارای بار کمتر می‌رود. چرا که پتانسیل کره‌ی پربارتر بیشتر از دیگری است.

دو کره‌ی نامساوی و هم‌بار را با هم اتصال می‌دهیم. بار از کره‌ی کوچکتر به کره‌ی بزرگتر منتقل می‌شود. چرا که پتانسیل کره‌ی کوچک‌تر بیشتر از دیگری است.

پتانسیل الکتریکی در اصل انرژی هر ذره‌ی باردار در جسم می‌باشد. در انتقال بار از یک رسانا به رسانای دیگر مقدار بار هیچ اهمیتی ندارد، بلکه انرژی الکتریکی هر ذره است که دارای اهمیت است.

به اختلاف انرژی الکتریکی هر ذره‌ی باردار در دو وضعیت مختلف، اختلاف پتانسیل الکتریکی گفته 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 اندازه‌ی بار و شکل هندسی جسم بستگی دارد.

۱۱- ولتاژ اسمی دستگاه

برای کار هر وسیله‌ی الکتریکی باید بین دو سر آن اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شود. روی هر وسیله‌ی الکتریکی دو عدد، مثلاً $۲۲۰\,V$ - $۶۰\,W$ نوشته شده است. عبارت $۲۲۰\,V$ به این معنا است که مناسب‌ترین اختلاف پتانسیل برای کار این وسیله ۲۲۰ ولت می‌باشد. **اختلاف پتانسیل مناسب هر دستگاه به ساختمان درونی دستگاه بستگی دارد و به آن ولتاژ اسمی دستگاه می‌گویند.**

۱۲- **بار الکتریکی**

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

$$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,C$$

۱۳- **اتم خنثی**

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

مای درس
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

-۱۴ **از دست دادن الکترون**

جسمی که n الکترون از دست می‌دهد، تعداد الکترون‌هایش کم‌تر از تعداد پروتون‌هایش می‌شود و جسم به اندازه‌ی ne بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند.

بار الکتریکی جسمی که n الکترون از دست داده است. : $q = +ne$

-۱۵ **گرفتن الکترون**

جسمی که n الکترون گرفته است، تعداد الکترون‌هایش بیش‌تر از تعداد پروتون‌هایش می‌شود و جسم به اندازه‌ی ne بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند.

بار الکتریکی جسمی که n الکترون گرفته است. : $q = -ne$

-۱۶ **باردار شدن اجسام بر اثر مالش**

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

-۱۷ **جسم رسانا**

در موادی که تعداد الکترون‌های آزاد آن بسیار زیاد است بار الکتریکی به آسانی شارش پیدا می‌کند، که آن‌ها را **رسانای الکتریکی** می‌نامند.

در کلیه‌ی فلزها، کربن، بدن انسان، سطح زمین و ... بار الکتریکی شارش پیدا می‌کند (جریان می‌یابد) و آن‌ها رسانای الکتریکی هستند.

-۱۸ **نارسانا**

در اجسامی که الکترون‌ها به سختی به هسته‌ی اتم وابسته‌اند، تعداد الکترون‌های آزاد بسیار ناچیز است و در این اجسام الکترون‌ها نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند. این اجسام، که بار الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهند، **نارسانای الکتریکی یا عایق** نامیده می‌شوند.

در جسم‌هایی مانند شیشه، پلاستیک، چینی، ابریشم، چوب، همه‌ی گازها از جمله هوای خشک و ... بار الکتریکی شارش پیدا نمی‌کند (جریان نمی‌یابد) و این مواد نارسانا هستند.

-۱۹ **پایستگی بار الکتریکی**

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

-۲۰ **باردار کردن الکتروسکوپ**

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

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

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

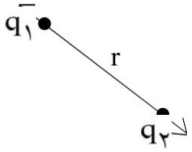
-۲۲ **نزدیک کردن جسم باردار با بار ناهم‌نام به الکتروسکوپ باردار**

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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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:



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

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2 \quad \text{(ثابت کولن)}$$

$$\varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12}\ C^2/Nm^2 \quad \text{(ضریب گذردهی الکتریکی خلا)}$$

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 آن ها تقسیم می‌شود و در نتیجه بار الکتریکی هر کره پس از تماس از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

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

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 خط هایی جهت‌دار نشان داد که در اطراف بار مثبت این خط ها 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:

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

بزرگی میدان الکتریکی در فاصله‌ی r از بار الکتریکی q

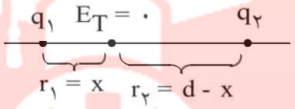
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

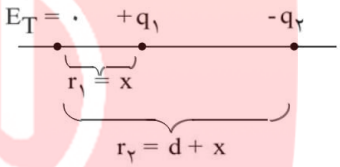
-۲۷ **میدان الکتریکی صفر روی خط واصل دو بار نقطه‌ای**

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

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



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



-۲۸ **تجسم میدان الکتریکی اطراف بارها**

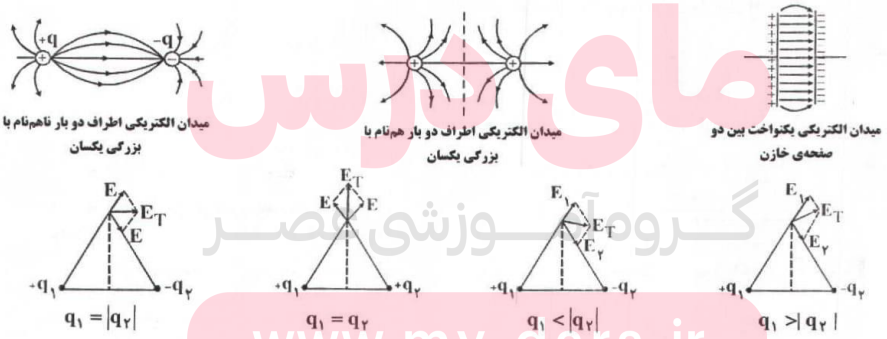
میدان الکتریکی اطارف جسم باردار را با خطوط میدان نشان می‌دهیم. این خطوط دارای ویژگی‌های زیر هستند:

۱- جهت خطوط هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبت است.

۲- جهت میدان خطی مماس بر خط میدان و هم‌جهت با خط میدان است.

۳- در هر ناحیه که میدان قوی‌تر است، خطوط میدان به هم نزدیکترند.

۴- خطوط میدان هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند. از هر نقطه از فضا یک خط میدان می‌گذرد.



www.my-dars.ir

www.m-ganji.com

۲۹- ۱- بار الکتریکی فقط روی سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود، به طوری که تراکم آن در نقاط تیز جسم رسانا بیش‌تر می‌باشد.
۲- روی سطح یک کره رسانا، بار الکتریکی به‌طور 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.

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

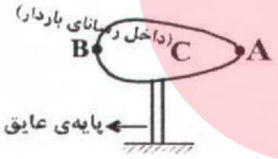
۳۰- **چگالی سطحی بار الکتریکی در کره‌ی رسانا**

اگر بار الکتریکی روی سطح یک کره‌ی رسانا به شعاع R توزیع شده باشد، با توجه به رابطه‌ی $A = ۴\pi R^۲$ برای مساحت کره می‌توان نوشت:

$$\sigma = \frac{q}{۴\pi R^۲} \Rightarrow \sigma \propto \frac{q}{R^۲}$$

۳۱- **پتانسیل الکتریکی جسم رسانای باردار**

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



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

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.

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

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.

$$W = FdCos\alpha \text{ کاری که ما انجام می دهیم}$$
$$W' = F'dCos\alpha' \text{ کاری که نیروی الکتریکی انجام می دهید}$$
$$\Rightarrow \Delta U = W_{(\text{کار ما})} \quad \text{یا} \quad \Delta U = -W'_{(\text{کار میدان})}$$

۳۴- **تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی**

هر گاه در یک جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار آزاد شود، یعنی $\Delta U < ۰$ و هرگاه انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شود، یعنی $\Delta U > ۰$ است.

www.my-dars.ir

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۳۵- **تغییر پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی**

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

۳۶- **تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی**

هرگاه بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی در جهتی که خودش می‌تواند برود (یعنی در جهت نیروی الکتریکی) 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).

۳۷- **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.

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

۳۸- **ظرفیت خازن مسطح**

ظرفیت خازن به تغییرات بار الکتریکی اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و ظرفیت خازن مسطح از رابطه‌ی $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ 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:

$$C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{A'}{A} \times \frac{d}{d'}$$

۳۹- **قرار دادن صفحه‌ی رسانا بین صفحه‌های خازن**

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

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

۴۰- **خازن متصل به مولد**

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

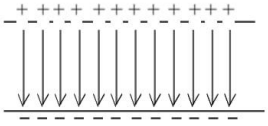
۴۱- **خازن پرشده‌ی جدا از مولد**

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

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

-۴۲ **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.

-۴۳ **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.

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

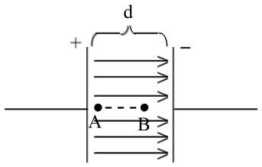
-۴۴ **نیروی وارد بر بار الکتریکی در بین صفحه‌ی خازن**

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.

$$F = qE \Rightarrow F = q\frac{V}{d} \leftarrow \text{نیروی وارد بر بار آزمون } q \text{ از طرف خازن باردار}$$

-۴۵ **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.

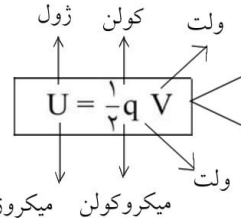


$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow V = Ed$$

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

-۴۶ **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:



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

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

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۴۷- تغییر مشخصات یک خازن پر شده

هر گاه مشخات ساختمانی یک خازن پر شده را تغییر می‌دهیم، طبق رابطه‌ی $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ می‌توان نحوه‌ی 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 $U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ تعیین کنید.

۴۸- به هم بستن خازن‌ها

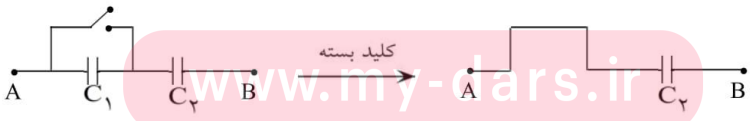
- $C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ (ظرفیت معادل دو خازن متوالی)
- $C_T = C_n$ (ظرفیت معادل n خازن مشابه و متوالی)
- $C_T = mC$ (ظرفیت معادل m خازن مشابه و موازی)
- $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$ ← (ظرفیت معادل خازن های متوالی)
  - $C_T < C_1$
  - $C_T < C_2$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

۴۹- تغییر در ظرفیت معادل مدارهای خازنی

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.

۵۰- اثر کلید در مدارهای خازنی (۱)

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



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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 روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$\vec{E} = \frac{۱}{q}\vec{F}$$

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.

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

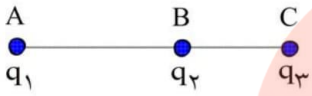
در این رابطه ΔU برحسب ژول (J)، q برحسب کولن (C) و ΔV برحسب ولت (V) است.

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 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.

مای درس
www.my-dars.ir

۱- سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +۲/۵\mu C$ ، $q_2 = -۱\mu C$ و $q_3 = +۴\mu C$ در نقطه‌های A و B و C در شکل زیر ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر q_1 را به دست آورید. $AC = ۶cm$ و $BC = ۲cm$.



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

$$F_{21} = K\frac{q_2 q_1}{AB^2} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{۱\times ۱۰^{-۶}\times ۲/۵\times ۱۰^{-۶}}{(۴\times ۱۰^{-۲})^2} = \frac{۲۲۵}{۱۶}\,N$$

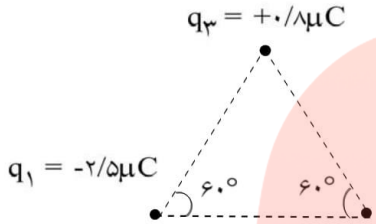
$$F_{31} = K\frac{q_3 q_1}{AC^2} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{۴\times ۱۰^{-۶}\times ۲/۵\times ۱۰^{-۶}}{(۶\times ۱۰^{-۲})^2} = ۲۵\,N$$

$$F_{31} > F_{21} \Rightarrow F_T = F_{31} - F_{21} = ۲۵ - \frac{۲۲۵}{۱۶} = \frac{۱۷۵}{۱۶}\,N$$

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

۲- سه ذره‌ی باردار، مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع ۶cm ثابت شده‌اند. نیروهای وارد بر بارهای الکتریکی q_1 و q_2 را محاسبه کنید.



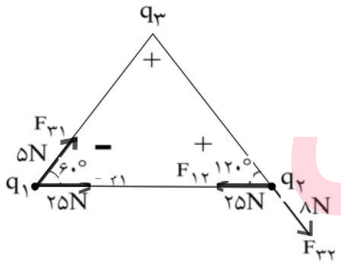
نیروی متقابل هر دو بار را به دست آورید.

$$F_{۳۲} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{۰/۸\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۶\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۸\ N$$

$$F_{۲۱} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{۴\times ۱۰^{-۶}\times ۲/۵\times ۱۰^{-۶}}{(۶\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۲۵\ N$$

$$F_{۱۳} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{۲/۵\times ۱۰^{-۶}\times ۰/۸\times ۱۰^{-۶}}{(۶\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۵\ N$$

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



$$F_{T۱} = \sqrt{۲۵^{۲}+۵^{۲}+۲\times ۲۵\times ۵\times \cos ۶۰^{\circ}}$$

$$\Rightarrow F_{T۱} = \sqrt{۶۲۵+۲۵+۱۲۵} = \sqrt{۲۵\times(۲۵+۱+۵)}$$

$$\Rightarrow F_{T۱} = ۵\sqrt{۳۱}\ N$$

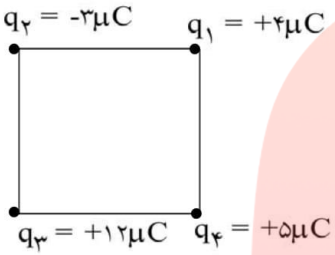
$$F_{T۲} = \sqrt{۲۵^{۲}+۸^{۲}+۲\times ۲۵\times ۸\times \cos ۱۲۰^{\circ}}$$

$$\Rightarrow F_{T۲} = \sqrt{۶۲۵+۶۴-۲۰۰} = \sqrt{۴۸۹}\ N$$

مای درس
گروه آموزشی مصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۳- مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی در رأس‌های مربعی به ضلع $۶cm$ قرار دارند. نیروی الکتریکی وارد بر $q_۴$ را محاسبه کنید.



$$F_{۱۴} = F_{۴۱} = ۵۰N$$

$$F_{۲۴} = k\frac{q_۲ q_۴}{r^۲} = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{۳\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۲\times۱۰^{-۴}} = ۱۸/۷۵N$$

$$F_{۳۴} = k\frac{q_۳ q_۴}{r^۲} = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{۱۲\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۱۰^{-۴}} = ۱۵۰N$$

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

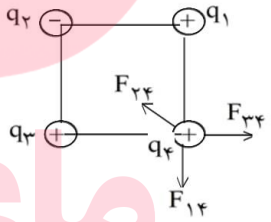
$$\vec{F}_{۱۴} = -۵۰\vec{j}$$

$$\vec{F}_{۲۴} = (۱۸/۷۵\,Cos\,۴۵)\left(-\vec{i}+\vec{j}\right) \Rightarrow \vec{F}_{۲۴} \simeq ۱۳\left(-\vec{i}+\vec{j}\right)$$

$$\vec{F}_{۳۴} = ۱۵۰\vec{i}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{۱۴} + \vec{F}_{۲۴} + \vec{F}_{۳۴}$$

$$\vec{F}_T = ۱۳۷\vec{i} - ۳۷\vec{j} \Rightarrow F_T = \sqrt{(۱۳۷)^۲ + (۳۷)^۲} = ۱۴۲N$$

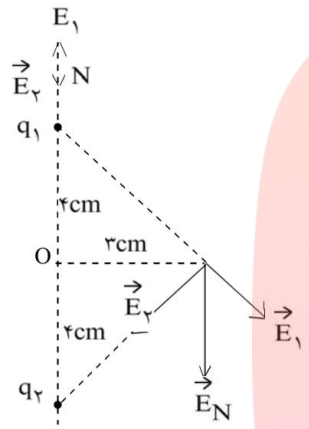


برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۴$ برابر ۱۴۲ نیوتون است.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۴- دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = -q_2 = +5\mu C$ 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) به‌دست آورید.



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

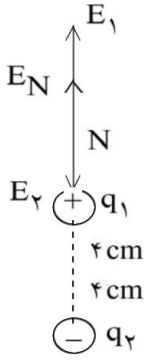
در نقطه N:

$$E_1 = k\frac{q_1}{r_1^2} = 9\times10^9 \ \frac{5\times10^{-6}}{10^{-4}} = 4/5\times10^8 \ N/C$$

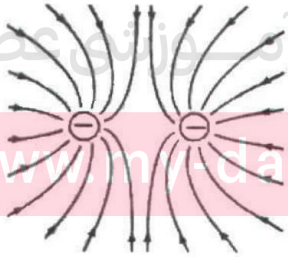
$$E_2 = k\frac{q_2}{r_2^2} = 9\times10^9 \ \frac{5\times10^{-6}}{81\times10^{-4}} = 0/55\times10^7 N/C$$

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

$$E_N = E_1 - E_2 = 4/5\times10^8 - 0/055\times10^8 = 4/43\times10^8 N/C$$



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

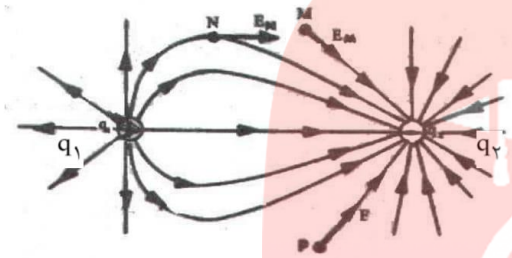


مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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.

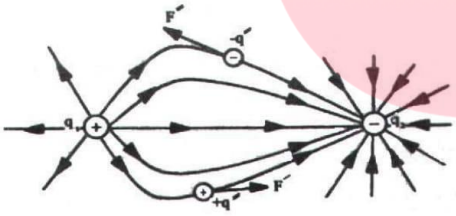


۷- بردار میدان الکتریکی را در چند نقطه روی شکل نشان دهید.

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 واقع‌اند روی شکل رسم کنید.

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



۹- با توجه به تعریف میدان الکتریکی و ویژگی‌خطهای 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 هم‌جهت هستند و بزرگی میدان الکتریکی در هر نقطه مقدار ثابتی است.

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

وقتی جسمی دارای بار الکتریکی منفی می‌شود 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.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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

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

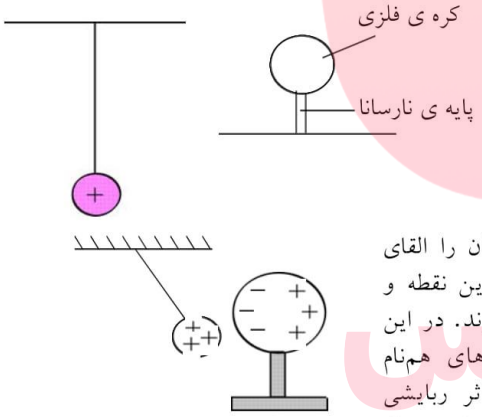
۱۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری یک خودرو برابر $12V$ است. اگر بار الکتریکی جابه‌جا شده منفی باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟ $(q = -1/5C)$

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

$$\Delta U = (-1/5) \times (+12) = -18J$$

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

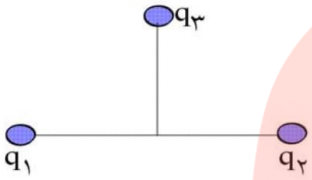
۱۳- یک کره‌ی فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد.



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.

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

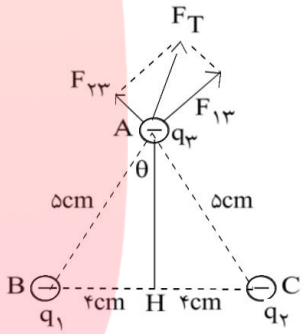
۱۴- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -۴\mu C$ و $q_2 = -۳\mu C$ مطابق شکل در فاصله‌ی $۸cm$ از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای $q_3 = -۵\mu C$ در نقطه‌ای که فاصله‌ی آن از هریک از دو بار الکتریکی قبلی برابر $۵cm$ است، قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.



$$F_{13} = k\frac{q_1 q_3}{r^2} = ۹\times۱۰^{۹}\frac{۴\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{-۶}}{۲۵\times۱۰^{-۴}} = ۷۲N$$

$$F_{23} = k\frac{q_2 q_3}{r^2} = ۹\times۱۰^{۹}\frac{۳\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{-۶}}{۲۵\times۱۰^{-۴}} = ۵۴N$$

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



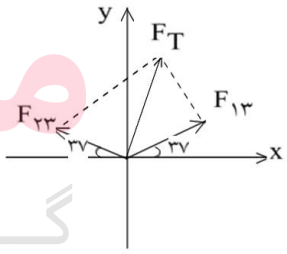
با توجه به شکل بار q_3 بر روی عمود منصف مثلث ABC قرار دارد و برای محاسبه زاویه θ چنین عمل می‌کنیم.

$$\sin\theta = \frac{BH}{AB} = \frac{۴}{۵} = ۰/۸ \Rightarrow \theta = ۵۳^\circ$$

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

$$\begin{cases}\vec{F}_{13} = (۷۲\cos۳۷)\hat{i} + (۷۲\sin۳۷)\hat{j}\\ \vec{F}_{23} = -(۵۴\cos۳۷)\hat{i} + (۵۴\sin۳۷)\hat{j}\end{cases}$$

$$\begin{cases}\vec{F}_{13} = ۵۷/۶\hat{i} + ۴۳/۲\hat{j}\\ \vec{F}_{23} = -۴۳/۲\hat{i} + ۳۲/۴\hat{j}\end{cases}$$



$$F_T = ۱۴/۴\hat{i} + ۷۵/۶\hat{i} \Rightarrow F_T = \sqrt{(۱۴/۴)^2 + (۷۵/۶)^2} \approx ۷۷N$$

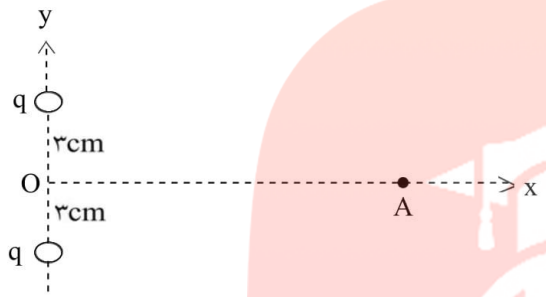
۱۵- توضیح دهید که چرا خطهای میدان الکتریکی یکنواخت، به‌صورت خطهای راست و موازی با فاصله‌های مساوی با یک‌دیگرند.

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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

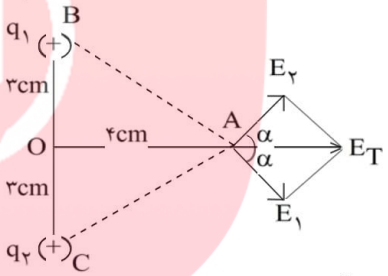
مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۶- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام $q = +5\mu C$ مطابق شکل زیر به فاصله‌ی $6cm$ از یک‌دیگر قرار دارند. جهت و اندازه‌ی میدان الکتریکی را در نقطه‌ی A واقع بر عمودمنصف 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:

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



$$E_1 = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9\ \frac{5\times10^{-6}}{25\times10^{-4}} = 1/8\times10^7\ (N/C)$$
$$E_1 = E_2 = 1/8\times10^7\ (N/C)$$

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

$$\sin\alpha = \frac{OB}{AB} = \frac{3}{5} = 0/6 \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$
$$\cos\alpha = \frac{AO}{AB} = \frac{4}{5} = 0/8$$
$$\vec{E}_1 = 1/8\times10^7\left(0/8\vec{i} - 0/6\vec{j}\right)$$
$$\vec{E}_2 = 1/8\times10^7\left(0/8\vec{i} - 0/6\vec{j}\right)$$
$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow E_T = 2/88\times10^7\vec{i} \Rightarrow E = 2/88\times10^7\ N/C$$

بزرگی میدان الکتریکی در نقطه A برابر $2/88\times10^7\ (N/C)$ می‌باشد.

مای درس
گروه آموزشی محمد گنجی
www.my-dars.ir

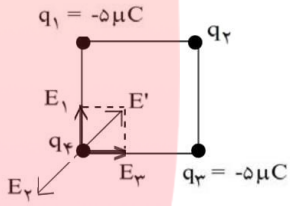
۱۷- سه ذره‌ی باردار $q_۱$ ، $q_۲$ و $q_۳$ مطابق شکل زیر در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_۱ = q_۳ = -۵\mu C$ باشد، نوع و اندازه‌ی بار $q_۲$ را طوری تعیین کنید که بار $q_۴$ در حال تعادل باشد.

شرط این که بار الکتریکی $q_۴$ در تعادل قرار گیرد این است که برآیند میدان الکتریکی بارهای دیگر در محل بار $q_۴$ صفر باشد، در این صورت با توجه به اطلاعات مسأله و شکل زیر می‌توان نوشت:

$$q_۱ = q_۳ = -۵\mu C$$

$$E_۱ = E_۳ = \frac{kq_۱}{r^۲}$$

$$E' = \sqrt{E_۱^۲ + E_۳^۲} = \sqrt{۲}E_۱ = \frac{\sqrt{۲} \times k \times q_۱}{r^۲}$$



برای این که میدان الکتریکی در محل بار الکتریکی $q_۴$ صفر گردد لازم است: $(E_۲ = E')$

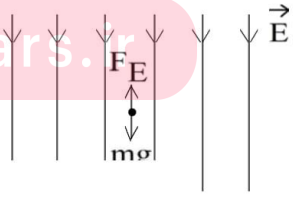
شرط تعادل $E_۲ = E'$

$$\frac{kq_۲}{۲r^۲} = \frac{\sqrt{۲}kq_۱}{r^۲} \Rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = ۲\sqrt{۲} \Rightarrow q_۲ = ۲ \times \sqrt{۲}(۵) = ۱۰\sqrt{۲}\mu C$$

۱۸- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی بارداری به جرم $۲g$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

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

$$\begin{cases} \sum F_y = ۰ \\ F_E - mg = ۰ \\ F_E = E_q \Rightarrow Eq - mg = ۰ \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \end{cases}$$

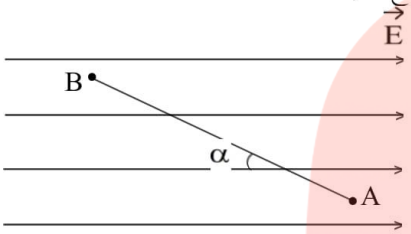


$$\begin{cases} q = \frac{mg}{E} \\ E = ۵ \times ۱۰^۴ N/C \Rightarrow q = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۵ \times ۱۰^۴} \Rightarrow q = ۰/۴ \times ۱۰^{-۶} C = -۰/۴\mu C \end{cases}$$

مای درس
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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



$\text{Cos } 30^\circ = 0/86$

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

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

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

$$\begin{cases} W = FdCos\theta \\ Cos\theta = -Cos\alpha \Rightarrow W = -FdCos\alpha \\ d = AB = 2m \Rightarrow W = -4 \times 2 \times 0/86 = -6/88J \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \Delta U = +W \\ W = -6/88J \end{cases} \Rightarrow \Delta U = (-6/88) = -6/88J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار $+q$ به اندازه‌ی ۶/۸۸ ژول کاهش می‌یابد.

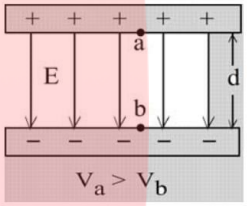
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۲۲- دو صفحه‌ی رسانا با فاصله‌ی ۲cm را موازی یک‌دیگر قرار می‌دهیم و آن‌ها را به اختلاف پتانسیل ۱۰۰V وصل می‌کنیم. درنتیجه، یکی از صفحه‌ها به‌طور منفی و دیگری به‌طور مثبت باردار می‌شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی بوجود می‌آید. اندازه‌ی این میدان الکتریکی را حساب کنید و توضیح دهید که کدام‌یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیش‌تری دارند.

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

$$\begin{cases} V = \dfrac{\Delta U}{q} \\ \Delta U = F.d \Rightarrow V = \dfrac{F.d}{q} \end{cases}$$

$$F = Eq \Rightarrow V = \frac{Eq.d}{q} \Rightarrow E = \frac{V}{d}$$



$$\begin{cases} E = \dfrac{V}{d} \\ d = ۲ \times ۱۰^{-۲}\,m \\ V = ۱۰۰V \end{cases} \Rightarrow E = \frac{۱۰۰}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۵ \times ۱۰^{۳}\,N/C$$

۲۳- در یک میدان الکتریکی، بار $q = +۲\mu C$ از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل آن در نقطه های A و B به ترتیب $-۴ \times ۱۰^{-۵}\,J$ و $۵ \times ۱۰^{-۵}\,J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه $(V_B - V_A)$ را محاسبه کنید.

$$\begin{cases} \Delta U = U_۲ - U_۱ \\ \Delta U = ۵ \times ۱۰^{-۵} - (-۴ \times ۱۰^{-۵}) = ۹ \times ۱۰^{-۵}\,J \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta V = \dfrac{\Delta U}{q} \\ q = ۲ \times ۱۰^{-۶}\,C \Rightarrow \Delta V = \dfrac{۹ \times ۱۰^{-۵}}{۲ \times ۱۰^{-۶}} = ۴۵ \text{ ولت} \end{cases}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

بار الکتریکی $q = -۴\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = -۴۰V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲ = -۱۰V$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

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

$$\begin{cases}\Delta V = V_۲ - V_۱ \\ \Delta V = -۱۰ - (-۴۰) = ۳۰ \text{ ولت}\end{cases}$$

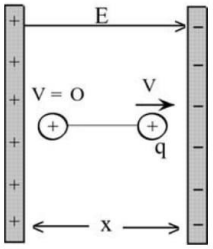
$$\begin{cases}\Delta V = \dfrac{\Delta U}{q} \\ q = -۴ \times ۱۰^{-۶} C\end{cases} \Rightarrow \Delta U = (-۴ \times ۱۰^{-۶}) \times (۳۰) = -۱/۲ \times ۱۰^{-۴} J$$

انرژی پتانسیل بار q به اندازه $۱/۲ \times ۱۰^{-۴}$ 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 $۱۰۰۰V$ است. یک ذره به بار $+۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و جرم $۱/۶ \times ۱۰^{-۲۸} kg$ (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 چه‌قدر 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.

ب)
$$\begin{cases}\Delta U = q.(\Delta V) \\ \Delta V = V_۲ - V_۱ = -۱۰۰۰V \\ q = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C\end{cases} \Rightarrow \Delta U = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times (-۱۰۰۰) = -۱/۶ \times ۱۰^{-۱۶} J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی ذره پروتون به اندازه $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۶}$ 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.

$$\begin{cases}\Delta U = -\Delta K = -\left(\frac{۱}{۲}mV^۲\right) \\ m_P = ۱/۶ \times ۱۰^{-۲۸} kg \\ \Delta U = -/۱۶ \times ۱۰^{-۱۶}\end{cases} \Rightarrow -۱/۶ \times ۱۰^{-۱۶} = -\left(\frac{۱}{۲} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۲۸} \times V^۲\right)$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{۲} \times ۱۰^{۶} m/s$$

www.my-dars.ir

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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

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

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

۲۸- دو صفحه‌ی مربعی شکل به ضلع ۱۶cm در فاصله‌ی ۲mm از یک‌دیگر قرار دارند. فضای بین دو صفحه از پارافین با ضریب دی‌الکتریکی ۲/۵ پر شده است. ظرفیت خازن حاصل چه اندازه است؟

$$\begin{cases} A = 16 \times 16 \times 10^{-4} = 2/56 \times 10^{-2}\ m^2 \\ d = 2 \times 10^{-3}\ m \\ k = 2/5 \\ \varepsilon_0 \approx 9 \times 10^{-12}\ C^2/Nm^2 \end{cases} \Rightarrow C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} = 2/5 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{2/56 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}}$$

$$C = 2/88 \times 10^{-10}\ \text{کولن} = 288pC$$

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 شده‌اند. اگر این خازن‌های پر را از مدار اصلی آن‌ها جدا و صفحه‌های هم‌نام آن‌ها را به هم وصل کنیم، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

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

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

$$\begin{cases} V' = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} \\ V' = \frac{5 \times 1200 + 10 \times 750}{5 + 10} = 900\ \text{ولت} \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} q'_1 = C_1 V' = 5 \times 900 = 4500\mu C \\ q'_2 = C_2 V' = 10 \times 900 = 9000\mu C \end{cases}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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:

$$W_T = W_1 + W_2 = ۳/۶ + ۲/۸ = ۶/۴J$$

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

$$\begin{cases} W_T = \frac{۱}{۲}C_T V'^۲ \\ C_T = ۱۵\mu F \Rightarrow W_T = \frac{۱}{۲}\times ۱۵\times ۱۰^{-۶}\times (۹۰۰)^۲ \approx ۶J \end{cases}$$

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. $۸\ J$ انرژی باید مصرف کنیم تا $+۳mC$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی جدا کرده و به صفحه‌ی مثبت منتقل کنیم. q را محاسبه کنید.

قبل از انتقال بار مقدار خازن برابر است با: $U_1 = \frac{۱q^۲}{۲C}$

حال اگر مقدار $۳mC$ بار الکتریکی را بین دو صفحه جابجا کنیم، انرژی خازن در شرایط جدید از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$U_2 = \frac{۱}{۲}\frac{(q + ۳\times ۱۰^{-۳})^۲}{C}$$

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

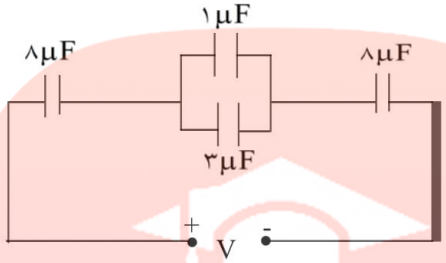
$$\begin{cases} \Delta U = U_2 - U_1 = ۸J \\ C = ۱۲\times ۱۰^{-۶}F \Rightarrow ۸ = \frac{(q + ۳\times ۱۰^{-۳})^۲}{۲\times ۱۲\times ۱۰^{-۶}} - \frac{q^۲}{۲\times ۱۲\times ۱۰^{-۶}} \end{cases}$$

$$q\times ۶\times ۱۰^{-۳} = ۱۸۳\times ۱۰^{-۶} \Rightarrow q = ۳۰/۵\times ۱۰^{-۳}C = ۳۰/۵mC$$

بار الکتریکی خازن قبل از انتقال بار برابر ۳۰/۵ میلی کولن است.

مای درس
گروه آموزشی مای درس
www.my-dars.ir

در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر V ۱۰ است. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:



۳۲- ظرفیت معادل مدار چه قدر است؟

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

در مدار مجموعه خازن‌ها و پیل چون جریان الکتریکی برقرار نیست اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌ها برابر نیروی محرکه پیل خواهد بود، در این‌صورت:

$V = \varepsilon =$ ۱۰ ولت

$$\left.\begin{matrix} q = CV \\ C = ۲\mu F \end{matrix}\right\} \Rightarrow q = ۲ \times ۱۰ = ۲۰\mu C$$

$$q = q_۱ = q_{۲و۳} = q_۴ = ۲۰\mu C$$

$$\begin{cases} V_۱ = \dfrac{q_۱}{C_۱} \Rightarrow V_۱ = \dfrac{۲۰}{۸} = ۲/۵ \text{ ولت} \\ V_{۲و۳} = \dfrac{q_{۲و۳}}{C'} \Rightarrow V_{۲و۳} = \dfrac{۲۰}{۴} = ۵ \text{ ولت} \\ V_۴ = \dfrac{q_۴}{C_۴} \Rightarrow V_۴ = \dfrac{۲۰}{۸} = ۲/۵ \text{ ولت} \end{cases}$$

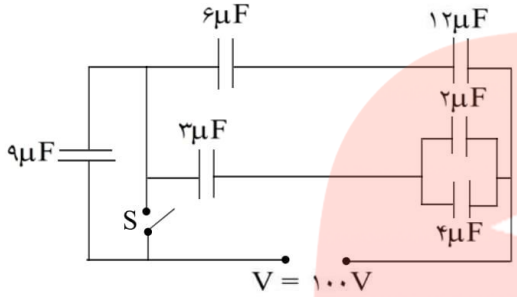
$$\begin{cases} V_{۲و۳} = V_۲ = V_۳ = ۵ \text{ ولت} \\ q_۲ = C_۲ V_۲ \Rightarrow q_۲ = ۱ \times ۵ = ۵\mu C \end{cases}$$

$$q_۳ = C_۳ V_۳ \Rightarrow q_۳ = ۳ \times ۵ = ۱۵\mu C$$

مای درس
گروه آموزشی
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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



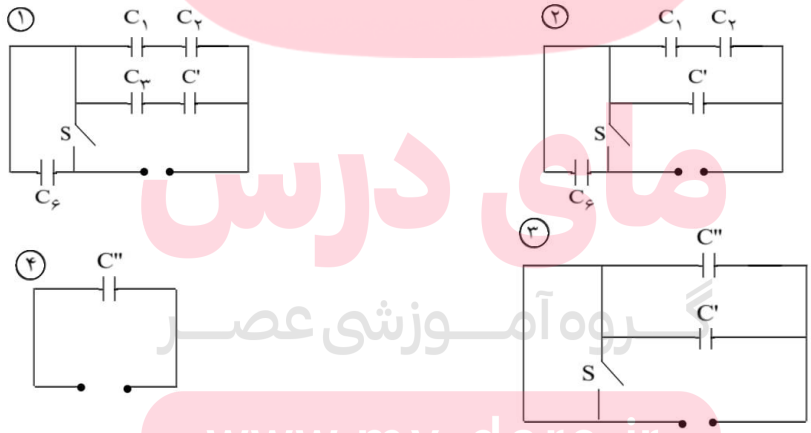
الف) کلید S باز است و خازن $C_۶$ در مدار خواهد بود.

(۱) $C' = C_۴ + C_۵ = ۲ + ۴ = ۶\mu F$

(۲) $C'' = \dfrac{C'C_۳}{C' + C_۳} = \dfrac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} = ۲\mu F$

(۳) $C''' = \dfrac{C_۱ C_۲}{C_۱ + C_۲} \Rightarrow C''' = \dfrac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\mu F$

(۴) $C = \dfrac{C_۶(C'' + C''')}{C_۶ + (C'' + C''')} \Rightarrow C = \dfrac{۹(۲ + ۴)}{۹ + (۲ + ۴)} = ۳/۶\mu F$



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

$$\begin{cases} W = \frac{۱}{۲}CV^۲ \\ C = ۳/۶\mu F \Rightarrow W = \frac{۱}{۲}(۳/۶ \times ۱۰^{-۶})(۱۰۰)^۲ \Rightarrow W = ۱/۸ \times ۱۰^{-۲} J \end{cases}$$

ب) کلید S بسته است و خازن $C_۶$ از مدار خارج می‌گردد (اتصال کوتاه)

$$\begin{cases} C' = C_۴ + C_۵ = ۶\mu F \\ C'' = \dfrac{C'C_۳}{C' + C_۳} = ۲\mu F \\ C''' = \dfrac{C_۱ C_۲}{C_۱ + C_۲} = ۴\mu F \end{cases}$$

محمد گنجی
مشاور و برنامه ریز کنکور
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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

مالش

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

رسانا

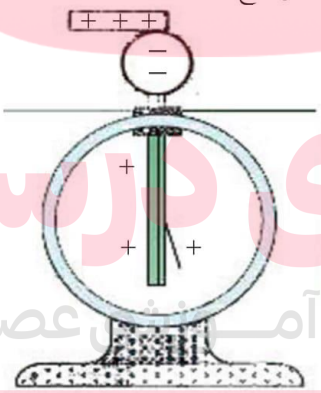
۳۷- جمله‌ی زیر را کامل کنید.
در یک جسم ..... بار الکتریکی در محل ایجاد شده باقی می‌ماند.

نارسانا

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

رانشی - ربایشی

۳۹- هرگاه 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.



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

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

الکتروسکوپ را به‌وسیله‌ی یک سیم به زمین وصل کرده، جسمی باردار را به آن نزدیک می‌کنیم، سپس اتصال به زمین را قطع کرده و جسم باردار رادور می‌کنیم.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

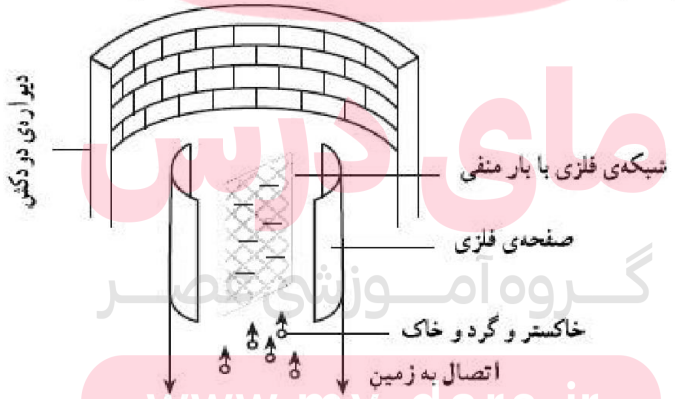
۴۱- با الکتروسکوپ چگونه می‌توان تعیین کرد که:
الف) جسمی باردار است؟
ب) جسم جه نوع باری دارد؟
پ) جسمی رساناست یا نارسانا؟

الف) حرکت کردن تیغه‌های الکتروسکوپ پس از نزدیک کردن جسم باردار به آن (دور شدن تیغه‌های الکتروسکوپ خنثی)
ب) اگر پس از تماس تیغه‌های الکتروسکوپ از هم دورتر شوند، بار جسم هم‌نام بار الکتروسکوپ است و اگر تیغه‌ها ابتدا نزدیک و سپس دور شوند، بارها مخالف‌اند.
پ) ابتدا به جسم مقداری بار الکتریکی می‌دهیم. اگر پس از نزدیک کردن الکتروسکوپ تغییری در وضعیت آن ایجاد شد، جسم رسانا و در غیر این‌صورت نارسانا است.

۴۲- آیا با الکتروسکوپ می‌توان مقدار بار دو کره‌ی هم‌اندازه، رسانا و باردار را با یک‌دیگر مقایسه کرد؟

بله، با نزدیک کردن کره‌ها به الکتروسکوپ و مقایسه‌ی فاصله‌ی تیغه‌ها در دو حالت

سوختن زغال‌سنگ در نیروگاه‌ها مقدار زیادی خاکستر، گرد و خاک و گازهای زائد تولید می‌کند. همه‌ی این فرآورده‌ها موجب مشکل‌های زیست‌محیطی می‌شوند. در این دودکش رسوب‌دهنده‌ی الکتریکی، خاکستر و گرد و خاک از گازهای زائد حذف می‌شوند (شکل زیر).
رسوب دهنده شامل شبکه‌ای فلزی است که توسط دو صفحه‌ی فلزی متصل به زمین محصور شده است. به شبکه‌ی فلزی بار منفی بزرگی داده می‌شود. خاکستر و ذره‌های دود با گذشتن از سیم‌های شبکه بار منفی پیدا می‌کنند. آن‌ها به‌طرف صفحه‌های فلزی حرکت می‌کنند و د رآن‌جا بار منفی خود را از دست می‌دهند.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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

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

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 الکتریسیته 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) الکتریسیته هستند.

۵۱- می‌دانیم که تعداد الکترون‌های آزاد موجود در رسانا بسیار زیاد است. به عنوان مثال در یک سانتی‌متر مکعب مس در حدود $۱۰^{۲۲}$ 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، ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰۰، ... فرض کنید که در هر ثانیه بتوانید یک تریلیون یعنی $۱۰^{۱۲}$ 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 ۳×۱۰^{۷} ثانیه در نظر بگیرید.

$$t=\frac{n}{n_{\circ}}=\frac{۱۰^{۲۲}}{۱۰^{۱۲}}=۱۰^{۱۰} \quad \text{و} \quad \text{تعداد سال}=\frac{۱۰^{۱۰}}{۳\times۱۰^{۷}}\approx ۳/۳\times۱۰^{۲}=\text{سال ۳۳۳}$$

۵۲- برای آن‌که در جسمی خنثی بار الکتریکی $(+۶/۴\times۱۰^{-۶}\,C)$ ۶/۴ میکروکولن ایجاد شود، چه تعداد الکترون باید از آن گرفته شود؟

$$q=ne \Rightarrow ۶/۴\times۱۰^{-۶}=n\times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n=۴\times۱۰^{۱۳}$$

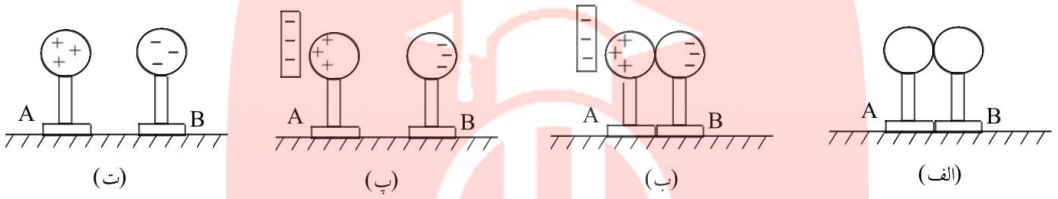
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

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 چه‌قدر است؟ اتم مس چه مقدار بار الکتریکی منفی دارد؟ بار الکتریکی اتم مس چه‌قدر است؟

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

۵۴-



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؟

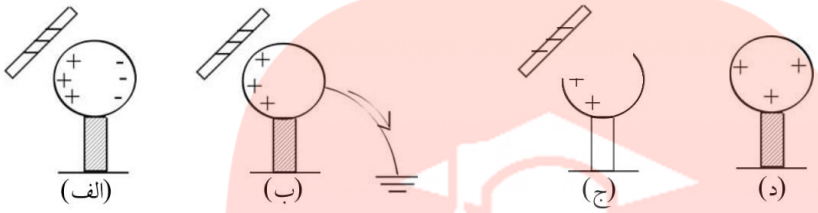
در اثر اصطکاک تانکر باردار می‌شود. اگر به تدریج تخلیه نشود، تخلیه‌ی ناگهانی و جرقه می‌تواند سبب آتش‌سوزی شود.

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.

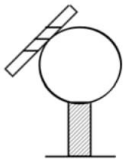
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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 کدام‌یک از وسیله‌های منزل لازم است بار الکتریکی ایجاد شده را کاهش دهیم (و یا کنترل کنیم)؟

ماشین لباس‌شویی. چون در این وسیله حرکت مالشی وجود دارد.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۶۳- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مشاهده‌های خود که با الکتریسیته‌ی 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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir