❋بار الکتریکی:

وقتی جسمی الکترون بدهد یا بگیرد دارای بارالکتریکی می‌شود.

$$q = \pm ne \rightarrow e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$$

q: بارالکتریکی (کولن)

e: بار الکتریکی الکترون

n: تعداد الکترون جابه‌جا شده

❋اصل پایستگی بار:

مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است، یعنی بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد.

❋اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی:

بار الکتریکی گرفته شده یا داده شده به یک جسم، همواره مضرب درستی از بار بنیادی e است.

$$q = \pm ne$$

$$n = ۰ \text{ و } ۱ \text{ و } ۲ \text{ و } ۳ \text{ و } \ldots$$

❋روش های ایجاد بار الکتریکی در اجسام:

۱) مالش: در اثر مالش دو جسم به یکدیگر، دو بار مساوی و مخالف در هردو ایجاد می‌شود.

❋ میله پلاستیکی + پارچه پشمی : میله پلاستیکی دارای بار منفی و پارچه پشمی دارای بار مثبت می‌شود.

❋ میله شیشه‌ای+ پارچه ابریشمی: میله شیشه ای دارای بار مثبت و پارچه دارای بار منفی می‌شود.

نکته: نوع باری که جسم بر اثر مالش پیدا می‌کند بر اساس جدولی موسوم به سری تریبو الکتریک معلوم می‌شود. در این جدول مواد پایین‌تر، الکترون خواهی بیشتری دارند، یعنی اگر دوماده در تماس با یکدیگر باشند، الکترون‌ها از ماده بالاتر جدول به مادهٔ پایین تر در آن، منتقل می‌شود.

نکته: اگر باتماس جداگانه جسم A وC با جسم B دو جسم بار مخالف پیدا کنند در سری الکتریسیته مالشی، B بین C و A می‌باشد. اگر با تماس جداگانه A وC با جسم D ، دو جسم بار موافق پیدا کنند؛ جسم D بالاتر

یا پایین تر از A و C می‌باشد.

۲) تماس: در اثر تماس یک جسم باردار به جسم دیگر، مقداری از بار الکتریکی جسم اول به جسم دوم منتقل می‌شود.

نکته: در روش تماس اگر دوجسم هم شکل و هم اندازه باشند بار جا به جا شده برابر است. بار این دو جسم پس از تماس بایکدیگر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$q = \frac{q_۱ + q_۲}{۲}$$

نکته: اگر دو کره باردار را به یکدیگر تماس دهیم؛ بارها به نسبت شعاع دو کره توزیع می‌شوند.

$$\frac{q_۱}{q_۲} = \frac{R_۱}{R_۲}$$

نکته: اگر دوکره دارای بار همنام نامساوی باشند پس از تماس با یکدیگر نیروی بین آن‌ها افزایش یافته و اگر دو کره دارای بار ناهمنام و نامساوی باشند پس از تماس با یکدیگر ممکن است ثابت مانده یا افزایش و یا کاهش یابد.

۳) القای الکتریکی: ایجاد بار در اجسام، در اثر نزدیکی یک جسم باردار به آن‌ها را القای بار الکتریکی گویند.

نکته: در این روش هیچ باری از القاگر به جسم منتقل نمی‌شود. بارهای مثبت و منفی تولید شده در این روش را بارهای القایی الکتریکی می‌گویند.

نکته: توسط روش القا می‌توان اجسام رسانا و نارسانا را باردار کرد.

نکته: همواره باری که جسم القا میکند کوچکترمساوی خودش است.

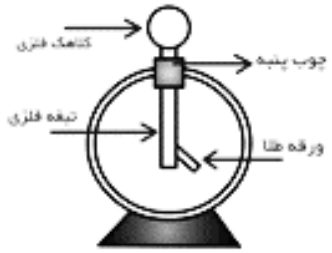
نکته: اگردو جسم یکدیگر را دفع کنند الزاما بار آن ها همنام است.

نکته: اگر دوجسم یکدیگر راجذب کنند ممکن است:

۱) هر دوباردار و بارشان ناهمنام بوده باشد.
۲) یکی خنثی و دیگری باردار باشد.
۳) دارای بار همنام باشند به طوریکه اختلاف بار دو جسم بسیار زیادو ابعاد جسم با بارکمترمناسب باشد.

*الکتروسکوپ:

الکتروسکوپ وسیله ای است دارای دو ورقه ی طلا یا آلومینیوم که روی یک تیغه فلزی قرار داردو تیغه فلزی به یک کلاهک رسانا متصل شده است که تیغه ی فلزی و ورق ها در یک قاب عایق دارد.



از الکتروسکوپ در موارد زیر استفاده می گردد:

۱) تشخیص وجود یا عدم وجود بار الکتریکی
۲) تعیین نوع بار الکتریکی
۳) تعیین مقدار بار الکتریکی
۴) تعیین رسانایا نارسانا بودن اجسام

۱)تشخیص وجود بار در اجسام به وسیله الکتروسکوپ:

جسم را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک می کنیم و نزدیک کلاهک نگاه می داریم. اگر جسم دارای بار الکتریکی باشد، با نزدیک کردن آن الکترون های آزاد الکتروسکوپ تحت تاثیر نیروهای رانش و ربایش آن جابه‌جا شده و ورقه‌ها بارهای همنام پیدا می‌کنند و از هم جدا می شوند. در صورتی که جسم بدون بار الکتریکی باشد در ورقه ها هیچ تغییری مشاهده نمی شود.

۲) تعیین نوع بارالکتریکی جسم به وسیله الکتروسکوپ:

در این مورد الکتروسکوپ دارای بارالکتریکی می باشد و نوع بار آن برای ما معلوم است و بار جسم نامشخص. در صورتی که زاویه دو ورقه ها کم می شود بار جسم (میله) با بار کلاهک الکتروسکوپ غیر همنام است. است و اگر زاویه دو ورقه زیاد می شود، بار جسم (میله) با بار الکتریکی کلاهک الکتروسکوپ همنام است.

۳)تعیین مقدار بارالکتریکی به وسیله الکتروسکوپ:

در مواقعی از الکتروسکوپ برای این کاربرد استفاده می گردد که ما دوجسم دارای بار داشته باشیم و بخواهیم تعیین کنیم مقدار بار کدام یک بیشتر است. برای این منظور هر یک از اجسام را جداگانه به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک می کنیم و میزان انحراف ورقه ها را اندازه می گیریم. در جسمی که میزان انحراف بیشتر باشد، مقدار بار الکتریکی نیز بیشتر است.

نکته: در مقایسه بار میله و الکتروسکوپ ...

۱) اگر دو ورقه به هم نزدیک شوند: بارالکترسکوپ > بار میله

۲) اگر دو ورقه به هم بچسبند: بارالکترسکوپ = بار میله

۳) اگر دو ورقه ابتدا نزدیک و سپس دور شوند: بارالکترسکوپ < بار میله

۴)تعیین رسانا یا نارسانا بودن جسم به وسیله الکتروسکوپ:

برای آنکه تعیین کنیم جسم رساناست یا نارسانا، باید آن را به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس دهیم، اگر جسم رسانا باشد، قسمتی از بارهای الکتریکی الکتروسکوپ به جسم منتقل شده و فاصله، دو ورقه از هم کم می شود و اگر جسم نارسانا باشد، بارالکتریکی به جسم منتقل نشده و فاصله ی ورقه ها از هم تغییری نمی کند

مثال: جسمی با بار مثبت را به کلاهک الکترو سکوپ خنثی نزدیک کرده و بدون تماس با آن در کنارش نگه می‌داریم ملاحظه می شود ورقه های الکتروسکوپ باز شده است در این حالت بار کلاهک و بار ورقه ها به ترتیب عبارتند از:

۱) مثبت – مثبت ۲) مثبت - منفی ۳) منفی- مثبت ۴) منفی - منفی

❋قانون کولن:

نیروی الکتریکی (الکترواستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط مستقیم بین آن‌ها اثر می‌کند با حاصل ضرب بزرگی آن‌ها متناسب است و با مجذور فاصله بین آنها رابطه معکوس دارد. بزرگی این نیرو برابر است با:

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2}$$ ← فاصله بین دوبار (m)

$$k = ۹ \times ۱۰^۹ \ \frac{N.m^2}{C^2}$$ (ثابت کولن)

$$k = \frac{۱}{۴\pi\varepsilon_.}$$

$\varepsilon_.$ ضریب گذردهی خلأ $= ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \ \frac{C^2}{N.m^2}$

- اگر در سوالات واحد بارها میکروکولن و واحد فاصله این دو بار سانتی‌متر باشد؛ می‌توان ثابت کولن را برابر با ۹۰ در نظر گرفت و بدون تغییر واحد اعداد را درهم ضرب کرده و نیروی الکتریکی را محاسبه کرد.

- اگر اندازه بارهای $q_۲$ و $q_۱$ و یا فاصلهٔ بین آن‌ها (r) تغییر کند در مقایسه اندازه نیروی کولنی می‌توان نوشت:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_۱||q'_۲|}{|q_۱||q_۲|} \times \left(\frac{r'}{r}\right)^۲$$

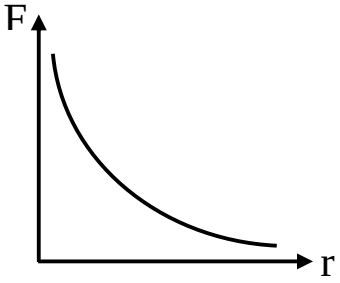
- طبق قانون سوم نیوتون هرعملی را عکس العملی است هم‌اندازه و در خلاف جهت آن؛ بنابراین نیرویی که بار $q_۱$ به بار $q_۲$ وارد می‌کند با نیرویی که بار $q_۲$ به بار $q_۱$ وارد می‌کند برابر بوده و درخلاف جهت هم می‌باشند.

$$\vec{F}_{۱,۲} = -\vec{F}_{۲,۱}$$
$$|\vec{F}_{۱,۲}| = |\vec{F}_{۲,۱}|$$

- اگر دوبار الکتریکی دو گلوله کوچک در نظر گرفته شوند و فقط تحت تاثیر نیروی کولنی که به یکدیگر وارد می‌کنند، شتاب بگیرند، در مقایسه شتاب آن‌ها می‌توان گفت:

$$F_{۱,۲} = F_{۲,۱} \rightarrow m_۱a_۱ = m_۲a_۲ \rightarrow \frac{m_۱}{m_۲} = \frac{a_۲}{a_۱}$$

- نمودار نیروی بین دوذره برحسب فاصله آن‌ها به صورت زیر می باشد:



$$F \propto \frac{۱}{r^۲}$$

- اگر مجموع بار دوکره هم‌نام و هم اندازه ثابت باشد؛ نیروی دافعه بین آن‌ها زمانی بیشترین مقدار ممکن است که بارآن‌ها برابر باشد.

مثال: دو بار الکتریکی نقطه ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصلهٔ ۳ متری هم قرار دارند و نیـروی دافعـهٔ ۰/۰۲ نیوتن بـه یکـدیگر وارد مـی‌کننـد. q_1 را به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \ \frac{N.m^2}{C^2})$

مثال: دو گلوله به جرم‌های m_1 و $m_2 = 2m_1$ به ترتیب دارای بارهای الکتریکی q و ۳q روی سطح افقی بدون اصطکاک در فاصلهٔ نزدیکی از هـم رها می‌شوند؛ در این لحظه، تحت اثر نیروی الکتریکی شتاب گلولهٔ m_2 چند برابر شتاب گلوله m_1 می باشد؟

مثال: نیروی بین دو بار الکتریکی q_1 و q_2 که به فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، F است. اگر اندازه یکی از بارها و همچنین فاصلهٔ بین دو بار نصف شود، نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟

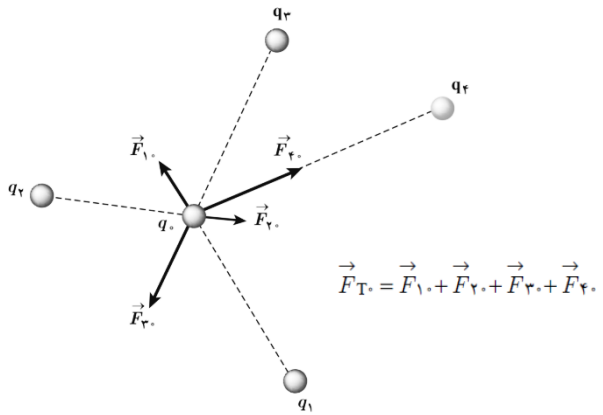
مثال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر در فاصلهٔ ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگر اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند، چند F می‌شود؟

مثال: دو گلولهٔ فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری، نیروی جاذبهٔ ۴ نیوتون بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دوگلوله را به هم تماس دهیم، بارالکتریکی هر کدام ۳μC خواهد شد. باراولیهٔ گلوله ها بر حسب میکروکولن کدام است؟

۱) ۶- و ۱۲ ۲) ۴- و ۱۰ ۳) ۳- و ۹ ۴) ۲- و ۸

❋اصل بهم نهی نیروهای الکترواستاتیکی:

اگر چند ذره باردار در ناحیه ای از فضا وجود داشته باشند، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار، برآیند نیروهایی است که هر یک از ذره‌های دیگر در غیاب سایر ذره‌ها، بر آن ذره وارد می‌کند.

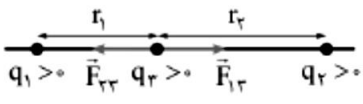


❋نقطه تعادل با حضور دوبار:

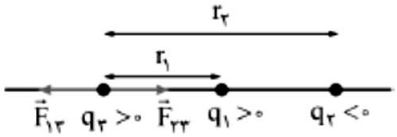
دوبار الکتریکی q_1 و q_2 را داریم می‌خواهیم ببینیم که بار الکتریکی q_3 را در چه نقطه ای قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود. برای پیدا کردن این نقطه مسئله را از دونظر بررسی می‌کنیم:

الف) بررسی کیفی: نقطه مورد نظر، برروی خط گذرنده از دوبار و نزدیک به بار کوچکتر است. اگر بارها همنام باشند نقطه تعادل بین دوبار و اگر ناهمنام باشند، خارج از دوبار قرار دارد.

ب) بررسی کمی: کافی است بار q_3 را در نقطه ای فرضی(که شرایط کیفی بالا را برآورده می‌کند) قرار دهیم و اصل برهم نهی نیروهای کولنی را برای آن بنویسیم. جمع برداری دو نیرو در آن نقطه مساوی صفر قرار می‌دهیم و فاصله مورد نظر را از دوبار به دست می‌آوریم.



$q_1 < q_2$



$q_1 < |q_2|$

در شکل‌های بالا داریم:

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{k|q_1|q_3}{(r_1)^2} = \frac{k|q_2|q_3}{(r_2)^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{(r_1)^2} = \frac{|q_2|}{(r_2)^2}$$

r_1: فاصلهٔ بار q_3 از بار q_1

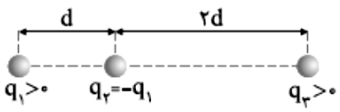
r_2: فاصلهٔ بار q_3 از بار q_2

$$\frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

نکته: هرگاه دو بار هم‌اندازه باشند فقط در وسطشان مقدار نیروها برابر است.

مثال:

سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم‌اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟ (سراسری تجربی خارج از کشور- ۹۵)



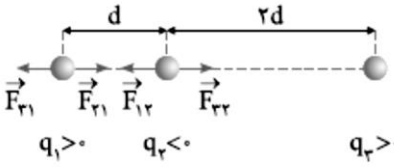
۱) $\frac{۸}{۱۳}$

۲) $\frac{۱۳}{۸}$

۳) $\frac{۱۳}{۷۲}$

۴) $\frac{۷۲}{۱۳}$

پاسخ:



نیروهای وارد بر بارهای q_2 و q_1 مطابق شکل است. با توجه به هم‌اندازه بودن بارهای q_1 و q_2 و این‌که q_3 به q_2 نزدیک‌تر است، قطعاً $|\vec{F}_{32}| > |\vec{F}_{31}|$ است. از طرفی طبق قانون سوم نیوتون $|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$ است.

حال با توجه به هم‌اندازه بودن برایند نیروهای وارد بر q_1 و q_2 می‌توان نوشت:

$$F_{32} - F_{12} = F_{21} - F_{31} \Rightarrow F_{32} + F_{31} = 2F_{12}$$

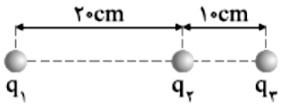
$$\Rightarrow \frac{k|q_3||q_2|}{4d^2} + \frac{k|q_3||q_1|}{9d^2} = 2 \times \frac{k|q_1||q_2|}{d^2}$$

$\xrightarrow[\text{دقت کنید } |q_3| \text{ و } |q_1| \text{ مثبت هستند و قدرمطلق نمی‌خواهند.}]{|q_2|=|q_1| \text{ و ساده کردن دو طرف}}$

$$\frac{q_3}{4} + \frac{q_3}{9} = \frac{2q_1}{1} \Rightarrow \frac{13q_3}{36} = \frac{2q_1}{1} \Rightarrow \frac{q_3}{q_1} = \frac{72}{13}$$

مثال:

در شکل روبه‌رو، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه‌ای برابر صفر است. $\frac{q_3}{q_2}$ کدام است؟ (سراسری تجربی- ۹۳)



۱) -۴

۲) $+۴$

۳) $-\frac{۹}{۴}$

۴) $+\frac{۹}{۴}$

پاسخ:

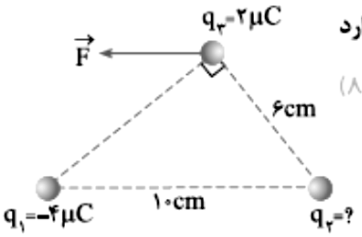
با توجه به این‌که $\frac{q_3}{q_2}$ مورد سؤال است، تعادل بار q_1 را بررسی کنید. q_1 خارج فاصلهٔ q_2 و q_3 است. بنابراین q_2 و q_3 ناهم‌نام هستند. (گزینه‌های (۱) و (۳))

$$F_{21} = F_{31} \Rightarrow k\frac{|q_2||q_1|}{20^2} = k\frac{|q_3||q_1|}{30^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{20^2} = \frac{|q_3|}{30^2}$$

$$\Rightarrow \left|\frac{q_3}{q_2}\right| = \left(\frac{30}{20}\right)^2 = \frac{9}{4} \quad , \quad \text{ناهم‌نام} \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = -\frac{9}{4}$$

مثال:

سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برایند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بـار q_3 وارد می‌کنند ($\vec{F}$)، موازی با قاعدهٔ مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور- ۸۸)



۱) ۳

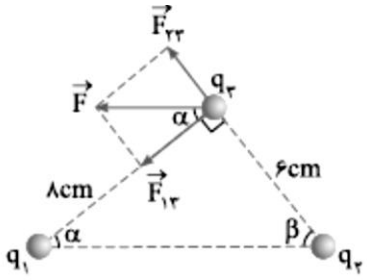
۲) ۴

۳) $\frac{۹}{۴}$

۴) $\frac{۲۷}{۱۶}$

پاسخ:

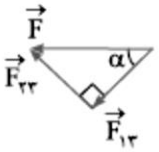
ابتدا F را بـه دو راسـتای اضـلاع مثلث تجزیه کنید:



در مثلث بزرگ می‌توان نوشت:

$$\tan\alpha = \frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{۶}{۸}$$

در مثلث روبه‌رو می‌توان نوشت:



$$\tan\alpha = \frac{F_{23}}{F_{13}} \Rightarrow \frac{۶}{۸} = \frac{\frac{k|q_2||q_3|}{۶^۲}}{\frac{k|q_1||q_3|}{۸^۲}} \Rightarrow \frac{۶}{۸} = \frac{|q_2|\times ۸^۲}{|q_1|\times ۶^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۶}{۸} = \frac{|q_2|\times ۶۴}{۴\times ۳۶} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = |q_2|\times\frac{۴}{۹} \Rightarrow |q_2| = \frac{۳\times ۹}{۴\times ۴} = \frac{۲۷}{۱۶}\mu C$$

با توجه به جهت نیروی $\vec{F}_{23}$، بار q_2 مثبت است.

*میدان الکتریکی:

به خاصیتی که در فضای پیرامون یک بار الکتریکی ایجاد می‌شود به اصطلاح میدان الکتریکی می‌گویند. میدان الکتریکی، کمیتی برداری است و یکای آن در SI نیوتون برکولن است.

بزرگی میدان الکتریکی از رابطهٔ زیر تعیین می شود و جهتش همان جهت نیروی وارد بر بار بار آزمون می‌باشد.

$$\vec{F} = \vec{E}q.$$

نکته: اندازه میدان الکتریکی حاصل از بار q از رابطه زیر به دست می‌آید:

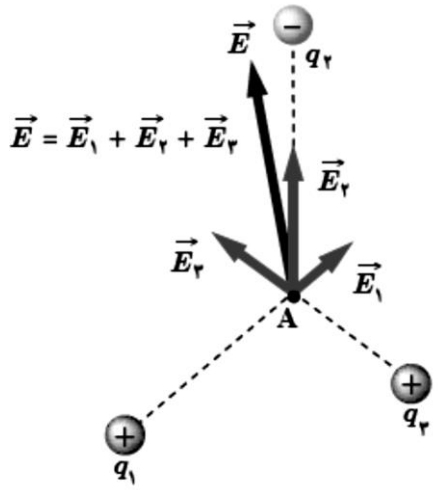
$$E = \frac{Kq}{r^۲}$$

نکته: نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی در میدان الکتریکی عبارت است از:

$$\vec{F} = \vec{E}q$$

❋اصل برهم نهی میدان‌های الکتریکی:

میدان الکتریکی نیز کمیتی برداری است، بنابراین میدان الکتریکی کل در هر نقطه اطراف چند بار الکتریکی از جمع برداری میدان‌های حاصل از تک تک بارها بدست می‌آید.

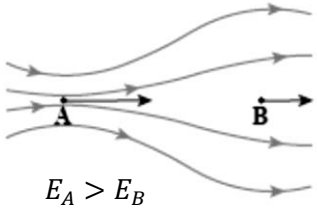


تذکر: نکاتی را که در اصل برهم نهی نیروهای الکتریکی به کار بردیم در این بخش نیز استفاده می‌کنیم.

❋خطوط میدان الکتریکی:

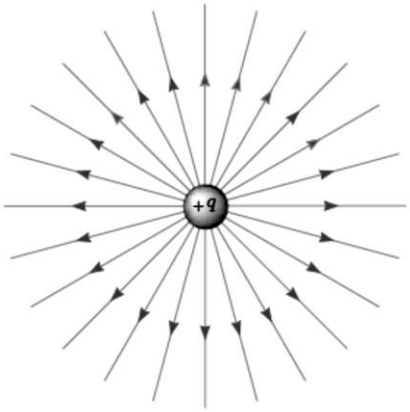
قواعد:

- ✓ جهت میدان الکتریکی در یک نقطه برابر با بردار مماس بر خطوط میدان در آن نقطه در نظر گرفته می‌شود.
- ✓ تعداد خطوطِ میدان در واحد سطح، در صفحه عمود بر خطوط، نشان‌دهنده قدرت میدان در صفحه مدنظر است. (یعنی تراکم این خطوط، معرف بزرگی میدان الکتریکی است.)
- ✓ خطوط میدان از ذرات با بار مثبت شروع شده و به ذرات با بار منفی ختم می‌شوند.
- ✓ تعداد خطوطی که از بار مثبت خارج و یا به بار منفی وارد می‌شوند، نشان‌دهنده اندازه بارهای الکتریکی مذکور هستند.
- ✓ دو خط میدان الکتریکی، هیچ‌گاه همدیگر را قطع نخواهند کرد .

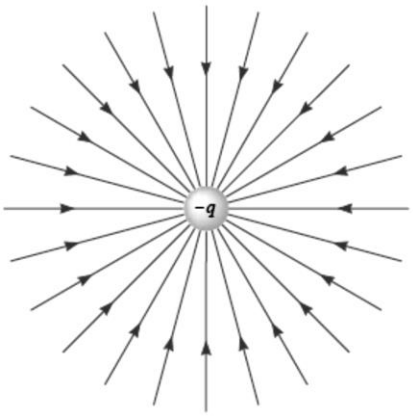


$E_A > E_B$

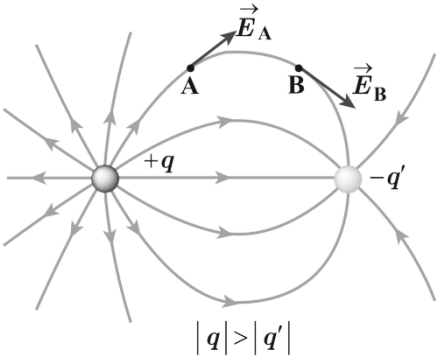
رسم:

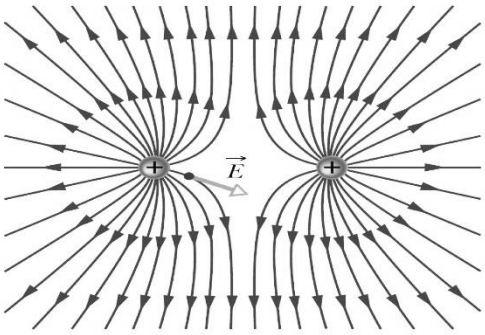


الف) خطوط میدان الکتریکی در جهتِ دور شدن از ذرهٔ باردار $q+$ است.



ب) خطوط میدان الکتریکی به سمت ذرهٔ باردار $q-$ است.



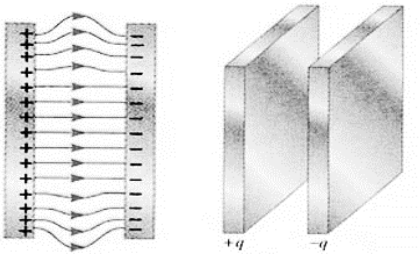


نکته: اگر دوبار الکتریکی داشته باشیم و با حذف یکی از بارها میدان برآیند تغییر جهت دهد، الزاماً بارها همنام بوده و بار با اندازه بزرگتر حذف شده‌است.

❋میدان الکتریکی یکنواخت:

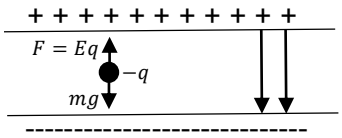
در ناحیه ای که خطوط میدان به فاصله مساوی از هم باشند (تعداد خطوط عبوری از واحد سطح در همه جا یکسان باشد) میدان الکتریکی در تمام نقاط به یک میزان خواهد بود.

شکل زیر خطوط میدان را بین دو صفحه موازی که بار مساوی دارند، نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌کنید در ناحیه وسط، خطوط میدان موازی و با فواصل یکسان هستند، بنابراین میدان در تمام آن نواحی(وسط) یکنواخت است.



نکته: در کناره این دو صفحه، خطوط میدان منحنی شده و میدان یکنواخت نمی‌باشد.

نکته: اگر ذره ای باردار، درون میدان الکتریکی در حالت تعادل (معلق) باشد، باید نیروی الکتریکی وارد بر ذره از طرف میدان برابر و در خلاف جهت وزن بار باشد.



$$F = Eq = mg$$

مثال:

دوبار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 4q_1$ ، در فاصله‌ی r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دوبار در فاصله‌ی d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصله‌ی دوبار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصله‌ی d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر q_1 است؟

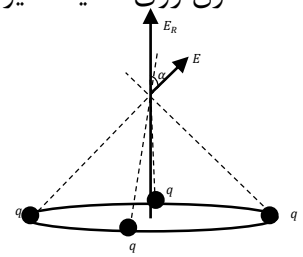
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

مثال:

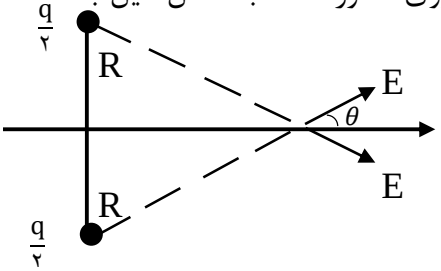
میدان الکتریکی در فاصله r از یک بار نقطه‌ای $\frac{N}{C}$ ۲۵۰ است. اگر فاصله را ۱۰ سانتی‌متر بیش‌تر کنیم. میدان الکتریکی $\frac{N}{C}$ ۱۶۰ می‌شود. r را به دست آورید.

نکته: هرگاه n زوج بار نقطه ای مشابه به صورت متقارن روی محیط دایره ای قرار بگیرند میدان برآیند در نقطهٔ A برابر است با:

$$E_R = nE\cos\alpha$$



نکته: هرگاه مقداری باربه یک حلقه وارد شودکه شعاع R دارد میدان روی محور حلقه به شکل ذیل به دست می‌آید:



$$E_R = 2E\cos\theta$$

کلیک کنید
@FREE_AZMON
قلمچی و سنجش
سوالات کنکور با پاسخ تشریحی
بزرگترین و جامع ترین آرشیو آزمونهای آزمایشی(قلمچی و سنجش گزینه دو و ...)
کلیک کنید
کلیک کنید

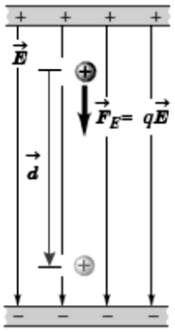
❋انرژی پتانسیل الکتریکی:

اگر دو ذره باردار در مجاورت هم قرار بگیرند دارای انرژی پتانسیل الکتریکی می شوند . این انرژی به نیروی الکتریکی بین دو ذره، وابسته است.

❋کار نیروی الکتریکی:

کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار در میدان الکتریکی E در یک جا به جایی مشخص برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در آن جابه‌جایی می‌باشد.

$$W_e = -\Delta U_e = |q|Ed\cos\theta$$

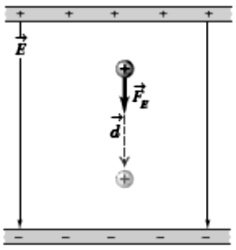


❋تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار ذره‌ای در میدان الکتریکی یکنواخت:

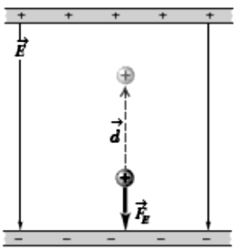
$$\Delta U_e = -W_e = -|q|Ed\cos\theta$$

بارالکتریکی(C) — ژول(J) — میدان($\frac{N}{C}$) — جابه‌جایی(m)

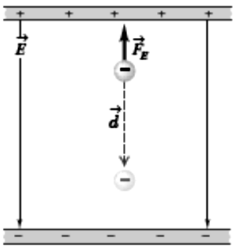
در این رابطه θ زاویهٔ بین نیروی الکتریکی و جابه جایی است.



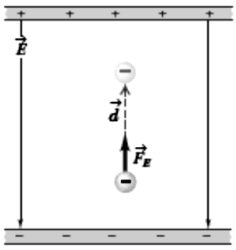
الف) بار مثبت را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار مثبت* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *کاهش می‌یابد*.



ب) بار مثبت را در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار منفی* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *افزایش می‌یابد*.



ب) بار منفی را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.



ت) بار منفی را در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار مثبت* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *کاهش می‌یابد*.

❋اختلاف پتانسیل الکتریکی:

نسبت تغییر انرژی پتانسیل در جابه جایی ذره بین دو نقطه، به بار الکتریکی ذره را اختلاف پتانسیل الکتریکی آن دو نقطه می‌گویند.

$$\Delta V = \frac{-W}{q} = \frac{\Delta u}{q} \rightarrow \Delta v = Ed \rightarrow \begin{cases} E = \frac{\Delta V}{d} & \text{(در میدان الکتریکی یکنواخت)} \\ E = \frac{F}{q} \\ E = \frac{kq}{r^2} \end{cases}$$

حال اگر از نقطه مرجع (نقطه‌ای که انرژی پتانسیل الکتریکی و پتانسیل الکتریکی در آن صفر است) به نقطه دلخواهی حرکت کنیم، پتانسیل در این نقطه دلخواه برابر است با:

$$V = \frac{-W}{q} = \frac{\Delta u}{q} = \frac{Kq}{r}$$

نکته:

۱) هر گاه بار $\pm q$ در جهت میدان جابه جا شود، پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و برعکس.

۲) هر گاه بار $+q$ در جهت میدان جابه جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش و انرژی جنبش آن افزایش می‌یابد.

۳) هر گاه بار $-q$ در جهت میدان جابه جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش و انرژی جنبش آن کاهش می‌یابد.

❋کار انجام‌شده توسط نیروی خارجی:

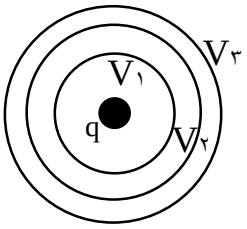
اگر در یک میدان الکتریکی ذره باردار q را با اعمال نیرویی از نقطه ای به نقطه دیگر جابه جا کنیم، نیروی خارجی ما کار $W_{\text{خارجی}}$ را روی بار انجام می‌دهد. با استفاده از قضیه کارو انرژی، تغییر انرژی جنبشی بار q چنین می شود:

$$\Delta K = W_{\text{خارجی}} + W_E$$

حال اگر فرض کنیم بار در ابتدا و انتهای مسیر ساکن باشد داریم:

$$W_{\text{خارجی}} = -W_E = q\Delta V$$

نکته: اگر ذره باردار q مطابق شکل زیر قرار گیرد، مقایسه پتانسیل الکتریکی نقاط اطراف آن به صورت روبه‌رو خواهد بود:



$$q > 0 \rightarrow V_3 < V_2 < V_1$$
$$q < 0 \rightarrow V_3 > V_2 > V_1$$

مثال:

در یک فضا، میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی منفی را در نقطه‌ای از این فضا از حال سکون رها می‌کنیم. تا زمانی‌که ذره تحت اثر میدان الکتریکی در این فضا جابه‌جا می‌شود، به‌سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی ..... می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... می‌یابد. (از وزن ذره صرف نظر شود.)

۱) کم‌تر - افزایش ۲) کم‌تر - کاهش ۳) بیش‌تر - افزایش ۴) بیش‌تر - کاهش

مثال:

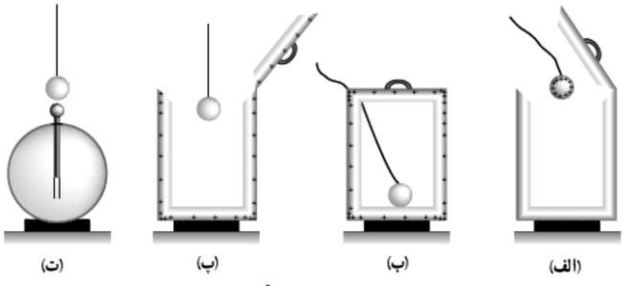
دریک میدان الکتریکی، بار $q = -2\mu C$ از نقطه A تا B جابه جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه A و B به ترتیب ۰/۴mJ و ۰/۶mJباشد و پتانسیل نقطه A برابر با ۲۰ ولت باشد، پتانسیل نقطه B را محاسبه نمایید.

❋رسانای منزوی:

به جسم رسانایی که تحت هیچ میدان خارجی الکتریکی، قرار نداشته باشد اصطلاحا رسانای منزوی می‌گویند.

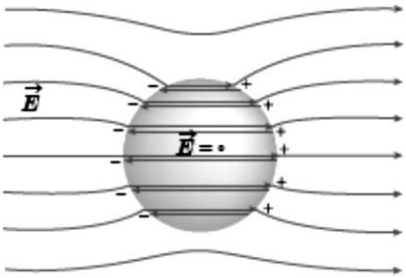
❋آزمایش فاراده:

ظرف رسانایی با درپوش فلزی در نظر بگیرید که روی پایه نارسانایی قرار دارد و روی درپوش آن دسته ای عایق نصب شده است. ابتدا ظرف بدون بار است یک گوی فلزی را که از نخ عایق صلبی آویزان است، باردار و سپس وارد ظرف می کنیم و با کف ظرف تماس می‌دهیم. درپوش فلزی را می بندیم آنگاه گوی را کمی بالا می کشیم بعد درپوش فلزی را با دسته عایقش برمی داریم. پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می کنیم. مشاهده می‌شود عقربه الکتروسکوپ تکان نمی خورد. از این آزمایش نتیجه می‌گیریم بار اضافی یک رسانای منزوی روی سطح خارجی آن توزیع می شود.



نکته: در یک رسانای منزوی ، بارها در تعادل الکتروستاتیکی قرار دارند. یعنی بارها از جایی به جای دیگر منتقل نمی شوند. درنهایت، جریان در داخل رسانای منزوی وجود ندارد .همچنین میدان الکتریکی در داخل رسانای منزوی برابر صفر می باشد.

نکته: اگر رسانای منزوی را وارد میدان الکتریکی، کنیم، خطوط میدان الکتریکی عمود بر سطح رسانا خواهد.



نکته: میدان الکتریکی درون رسانا صفر بوده (مطابق شکل بالا چون میدان الکتریکی خارجی باعث جداشدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا شده است، میدان حاصل از این بارها میدان الکتریکی خارجی را خنثی کرده و میدان الکتریکی در درون رسانا صفر می‌شود.) و پتانسیل تمام نقاط در آن باهم برابر است.

❋چگالی سطحی بار الکتریکی:

چگالی سطحی $(\frac{C}{m^2})$

بار موجود در واحد سطح را چگالی سطحی بار الکتریکی جسم می‌گویند.

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

بار الکتریکی (C)

مساحت سطح (m^2)

نکته: بار الکتریکی در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود به طوریکه چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک‌تیز بیشتر است اما در نارسانا بارالکتریکی داده شده به جسم در همان نقطه داده‌شده باقی مانده و پخش نمی‌شود.

نکته: چگالی سطحی بار درکره از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$$

نکته: چگالی سطحی بار الکتریکی در رساناها از رابطه زیر نیز قابل محاسبه است:

$$\sigma = \frac{\varepsilon_. V}{R} = E\varepsilon_.$$

مثال:

دو کره‌ی رسانای A و B به شعاع‌های r_A و $r_B = ۲r_A$ و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = ۲\sigma_A$ دارای بار الکتریکی مثبت‌اند. چند درصد از بار کره‌ی بزرگ‌تر به کره‌ی کوچک‌تر منتقل شود تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

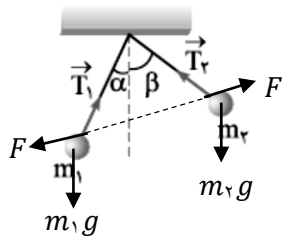
مثال:

یک کره‌ی رسانا به شعاع ۱۰cm ، روی پایه‌ی عایق قرار دارد. چگالی سطحی بار کره $۱۶۰\frac{\mu C}{m^۲}$ است. اگر کره را با یک سیم به زمین (چشمه‌ی خنثی بار الکتریکی) اتصال دهیم، چند الکترون از زمین به کره منتقل می‌شود؟

۱) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۳}$ ۲) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۴}$ ۳) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۷}$ ۴) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۹}$

❋نیروی الکتریکی و آونگ:

اگر دوگلولهٔ باردار را توسط دونخ نارسانا آویزان کنیم دو آونگ ساخته می‌شود؛ همچنین اگر گلوله‌ای باردار را در میدان الکتریکی قرار دهیم به طوریکه از طرف میدان بر گلوله نیرو وارد شود و آن را منحرف کند آونگ تشکیل می‌شود. برای بررسی این نوع آونگ‌ها کافی است نیروهای وارد برآن ها را رسم کرده و روابط مربوطه را مطابق شکل بنویسیم.



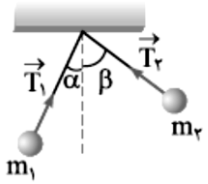
نکته: در آونگ اگر F بر mg عمود باشد، می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\tan\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{Eq}{mg}$$

در این رابطه mg وزن ذره باردار و F نیروی وارد بر ذره باردار می‌باشد.

زاویه‌ای که هرنخ با راستای قائم می‌سازد

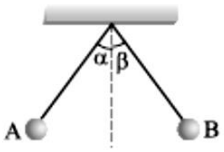
نکته: اگر جرم آونگ ها برابر نباشند، آنگاه زاویه‌ای که هرنخ با راستای قائم می‌سازد برابر نخواهند بود و همیشه رابطه زیر بین کشش نخ‌ها برقرار است:



$$T_1 \sin\alpha = T_2 \sin\beta$$

مثال:

در شکل روبه‌رو گلوله‌های باردار از دو نخ با طول‌های متفاوت به‌گونه‌ای آویزان هستند که گلوله‌ها در یک راستای افقی قرار گرفته و زاویهٔ انحراف آن‌ها از راستای قائم برابر α و β بوده و اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها F_A و F_B است. اگر $q_A > q_B$ و $m_A < m_B$ باشد، کدام رابطهٔ زیر درست است؟



۱) $\alpha = \beta\ ,\ F_A = F_B$

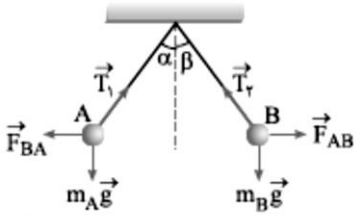
۲) $\alpha > \beta\ ,\ F_A = F_B$

۳) $\alpha > \beta\ ,\ F_A > F_B$

۴) $\alpha = \beta\ ,\ F_A < F_B$

پاسخ:

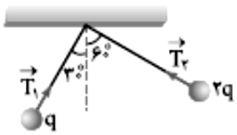
طبق قانون سوم نیوتون، $F_{BA} = F_{AB}$ است و تفاوت q_A و q_B تأثیری ندارد. نیروهای وارد بر بارهای q_A و q_B را رسم می‌کنیم؛ دقت کنید که گلوله‌ها در یک راستای افقی بوده و F بر mg عمود است. بنابراین باز هم می‌توان نوشت:



$$\begin{cases} \tan\alpha = \dfrac{F_{BA}}{m_A g} \\ \tan\beta = \dfrac{F_{AB}}{m_B g} \end{cases} \xrightarrow[m_A < m_B]{F_{AB}=F_{BA}} \tan\alpha > \tan\beta \Rightarrow \alpha > B$$

مثال:

در شکل روبه‌رو، دو آونگ الکتریکی باردار و هم‌طول، در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ T_1 چند برابر کشش نخ T_2 است؟ (سراسری ریاضی- ۹۵)



۱) $\frac{1}{2}$

۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

۳) $\sqrt{3}$

۴) ۲

پاسخ:

$$T_1 \sin\alpha = T_2 \sin\beta$$

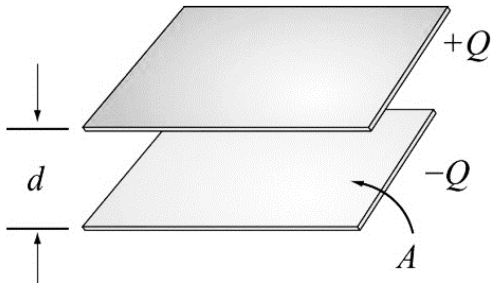
$$T_1 \sin 30^\circ = T_2 \sin 60^\circ$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

❋خازن:

یک خازن به جزئی گفته می‌شود که وظیفه آن ذخیره بار و در نتیجه انرژی الکتریکی است. خازن‌ها از نظر ظاهر و اندازه متفاوت هستند اما مکانیزم کارکرد آن‌ها یکسان است. اصول کارکرد خازن به این صورت است که دو ناحیه با بار مخالف در معرض یکدیگر قرار می‌گیرند. دو بار مخالف، میدانی الکتریکی را ایجاد می‌کنند که در خود انرژی الکتریکی را ذخیره کرده و می‌توان در صورت لزوم از آن استفاده کرد.

در شکل زیر شماتیکی از ساده‌ترین نوع خازن نشان داده شده است که به آن خازن تخت می‌گویند. در این نوع از خازن از دو صفحه رسانای موازی استفاده شده که مساحت هرکدام از آن‌ها برابر با A است و با فاصله d از یکدیگر قرار گرفته‌اند.



آزمایشات نشان می‌دهند که مقدار بار Q ذخیره شده در خازن با اختلاف پتانسیل ΔV دو صفحه رابطه‌ای خطی دارد. بنابراین مقدار بار ذخیره شده در خازن را می‌توان در قالب فرمول زیر بیان کرد:

$$Q = C\,|\Delta V|$$

در رابطه بالا C را تحت عنوان «ظرفیت خازن» می‌شناسند. از نظر فیزیکی، این ضریب نشان دهنده میزان توانایی خازن در ذخیره بار الکتریکی است. واحد اندازه‌گیری ظرفیت در سیستم SI فاراد است که با F نشان داده می‌شود. در حقیقت ا فاراد معادل با مقدار زیر است.

$$1\ \text{F} = 1\ \text{فاراد} \quad = \quad 1\ \text{کولن} / \text{ولت} = 1\ \text{C/V}$$

معمولا ظرفیت خازن‌ها از مرتبه پیکوفاراد تا میلی فاراد است. ۱ پیکوفاراد برابر با $۱۰^{-۱۲}$ فاراد در نظر گرفته می‌شود. در مدارات الکتریکی نیز از دو خط موازی به‌منظور نشان دادن محل خازن استفاده می‌شود. البته حالت‌های مختلفی از نشان دادن خازن در یک مدار وجود دارد. در شکل زیر دو روش مرسوم جهت نشان دادن خازن رسم شده است:

نکته: ظرفیت خازن به بار الکتریکی ذخیره شده در آن و اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد بلکه ظرفیت خازن تنها به ساختار آن بستگی دارد که جلوتر به آن اشاره خواهد شد.

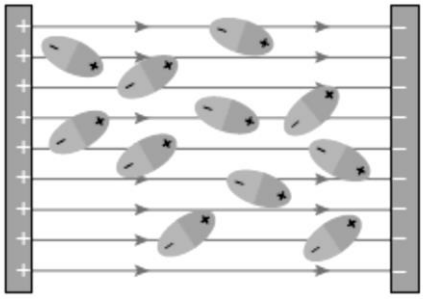
❋خازن با دی الکتریک:

اگر فضای میان صفحه‌های یک خازن را با ماده‌ای عایق (مانند پلاستیک یا کاغذ) که به آن دی الکتریک گفته می‌شود پر کنیم، ظرفیت خازن باضریبی موسوم به ثابت دی الکتریک مادهٔ عایق (که آن را با κ نشان می‌دهند) افزایش می‌یابد؛ یعنی اگر ظرفیت خازن را با C. نمایش دهیم آن‌گاه ظرفیت خازن با دی الکتریک برابر است با:

$C = \kappa C.$

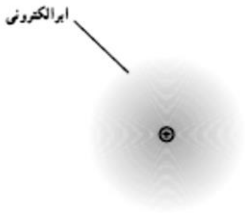
فرض کنید فضای داخل یک خازن را با دی‌الکتریک پر کنیم؛ توجه کنید که دی الکتریک‌ها بر دو نوع‌اند: **قطبی و ناقطبی**. وقتی یک دی الکتریک قطبی (مانند آب) در میدان الکتریکی بین دوصفحه قرار گیرد، سر منفی مولکول های دوقطبی به طرف صفحهٔ مثبت و سر مثبت آن‌ها به سمت صفحهٔ منفی کشیده می‌شود و در نتیجه این مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند خود را درجهت میدان الکتریکی بین دوصفحهٔ خازن هم‌ردیف کنند.

الف) در نبود میدان الکتریکی، سمت‌گیری مولکول‌های دوقطبی نامنظم است.

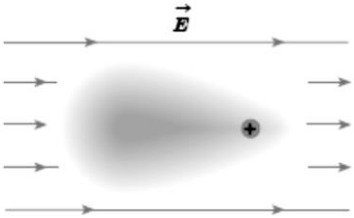


ب) در حضور میدان الکتریکی، مولکول‌های قطبی می‌کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی خارجی هم‌ردیف کنند.

وقتی یک دی الکتریک ناقطبی(مانند متان، بنزن و ...) در میدان بین دو صفحهٔ خازن قرار می‌گیرد و بر اثر القا قطبیده می‌شود؛ یعنی میدان الکتریکی اعمال شده باعث می‌شود که ابر الکترونی مولکول‌های دی الکتریک در خلاف جهت میدان جابه‌جا شود و به این ترتیب، مرکز بارهای مثبت و منفی مولکول ها از هم جدا شده و اصطلاحاً مولکول‌ها قطبیده شوند.



الف) درنبود میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت ومنفی برهم منطبق‌اند.



ب) در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت ومنفی ازهم جدا می شوند و ابرالکترونی در خلاف جهت میدان جابه جا می شود.

درجلوتر نشان خواهیم داد با افزودن دی‌الکتریک به خازن ظرفیت آن افزایش می‌یابد.

❋ظرفیت خازن:

آزمایش و محاسبه نشان می‌دهد که ظرفیت یک خازن تخت با مساحت صفحه های A و فاصلهٔ جدایی صفحه‌های d، از رابطه زیر به دست می آید:

$$C_{\cdot} = \frac{\varepsilon_{\cdot} A}{d}$$

که در آن $\varepsilon_{\cdot}$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ ($\varepsilon_{\cdot} = ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{F}{m}$) است.

حال اگر فضای بین صفحات خازن را با یک دی الکتریک به ثابت دی الکتریک κ کاملاً پر کنیم، برای ظرفیت خازن جدید داریم:

$$C = \frac{\kappa \varepsilon_{\cdot} A}{d}$$

❋میدان های الکتریکی خازن:

۱) **میدان بین صفحات** که فقط به بار ذخیره شده روی آن‌ها بستگی دارد.

۲) **میدان عایق** که همواره با میدان خازن مختلف الجهت بوده و هیچگاه صفر نمی‌شود.

۳) **میدان برآیند**: برآیند میدان بین صفحات و میدان عایق می‌باشد. (تمام فرمول های موجود برای میدان برآیند است.)

❋افزایش ظرفیت خازن با افزودن دی الکتریک:

هرگاه خازن به مولد وصل باشد اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن(V) ثابت بوده؛ پس میدان برآیند نیز ثابت است. باجایگذاری عایق، میدانی مخالف میدان اصلی بین صفحات قرار می‌گیرد. برای اینکه میدان عایق جبران شود و میدان برآیند ثابت بماند میدان اولیه صفحات خازن افزایش یافته که این افزایش میدان در اثر افزایش بار صفحات و در نتیجه افزایش ظرفیت خازن بوده است.

نکته:

۱) هرگاه خازن به مولد وصل باشد، اختلاف پتانسیل بین صفحات آن (V) ثابت بوده و میدان الکتریکی برآیند آن از رابطه $E = \frac{V}{d}$ محاسبه می‌شود.

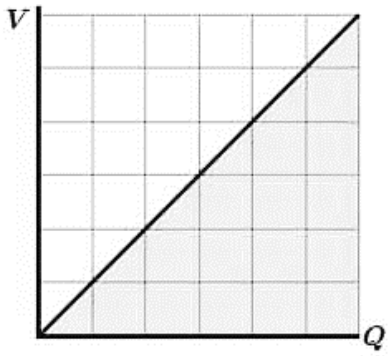
۲) هرگاه خازن از مولد جدا باشد، بار ذخیره شده روی صفحات آن ثابت (q) بوده و میدان الکتریکی برآیند از رابطه $E = \frac{q}{\kappa \varepsilon_{\cdot} A}$ به دست می‌آید.

❋فروریزش الکتریکی:

شکست الکتریکی (یا فروریزش الکتریکی) پدیده‌ای است که وقتی اختلاف پتانسیل الکتریکی در یک عایق الکتریکی از آستانه‌ی تحمل آن عایق (پتانسیل فروریزش) بیشتر می‌شود، عایق الکتریکی تبدیل به رسانا می‌شود. در نتیجه جریان ناگهانی در مدار یا عایق (دی الکتریک) آزاد می‌شود که ممکن است مطلوب نباشد. این پدیده ممکن است در یک مدار اتفاق افتد و مدار را از کار بیندازد یا به علت اعمال بیش از حد ولتاژ به یک دی الکتریک، به طور ناگهانی تخلیه الکتریکی شود. (یا جریان زیادی از آن بگذرد.) صاعقه نیز نوعی شکست الکتریکی به حساب می‌آید که باعث تخلیه ناگهانی در عایق (هوا) می‌شود. آستانه‌ی تحمل یک دی الکتریک را قدرت دی الکتریک می‌نامند و واحد آن عموماً kV/mm (کیلوولت بر میلی‌متر) است.

❋انرژی خازن:

وقتی صفحه های خازن دارای بار الکتریکی می شوند در خازن انرژی ذخیره می شود. برای اینکه انرژی ذخیره شده در خازن را مشاهده کنیم، کافی است دو سر یک خازن پر شده را به دو سر یک لامپ کوچک وصل کنیم. به شرط آنکه ظرفیت و اختلاف پتانسیل خازن به اندازه کافی زیاد باشد، لامپ برای مدتی روشن و سپس خاموش می شود.



در حین شارژ شده خازن باتری کار $W=Q\Delta V$ را روی بار انجام می دهد. و با توجه به افزایش اختلاف پتانسیل دو صفحه در حین شارژ شدن، به ازای انتقال هر بار باید کار بیشتری انجام شود. و از آنجایی که در این فرایند ظرفیت خازن همواره ثابت می ماند و طبق رابطه $V=Q/C$ ، اختلاف پتانسیل تابع خطی از بار Q است. بنابراین می توان مقدار متوسط اختلاف پتانسیل را به صورت زیر بدست آورد.

$$\bar{V}=\frac{V+0}{2}=\frac{V}{2}$$

کار انجام شده برای باردار شدن کامل خازن برابر با حاصل ضرب کل بارهای جزئی منتقل شده (Q) در اختلاف پتانسیل متوسط است. یعنی:

$$W = Q\bar{V} = Q\left(\frac{V}{۲}\right) = \frac{۱}{۲}QV$$

این کار به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی فضای بین صفحه های خازن ذخیره می شود:

$$U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}QV = \frac{۱}{۲}CV^{۲} = \frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$$

که در این رابطه U بر حسب ژول (J) و Q بر حسب کولن (c) و V بر حسب ولت (V) و C بر حسب فاراد (F) است.

یادآوری:

$$\frac{A_۲}{A_۱} = \frac{B_۲}{B_۱} \rightarrow \frac{\Delta A}{A_۱} = \frac{\Delta B}{B_۱}$$

$$\frac{A_۲}{A_۱} = \frac{B_۲}{B_۱} \rightarrow \frac{\Delta A}{A_۱} = \frac{\Delta B}{B_۲}$$

مثال:

اگر فاصله‌ی بین صفحات یک خازن را نصف کرده و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲ بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند برابر می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ٤ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ٤) $\frac{۱}{۴}$

گزینه‌ی ۲ صحیح است. ظرفیت خازن با فاصله‌ی بین صفحات نسبت عکس دارد و با ضریب دی‌الکتریک عایق متناسب است.

$$\frac{C_۲}{C_۱} = \frac{K_۲}{K} \times \frac{d_۱}{d_۲} = ۲ \times \frac{۱}{\frac{۱}{۲}} = ۴$$

مثال: صفحات خازن تختی به شکل دایره‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین صفحات آن ۰/۰۰۰۲ میلی‌متر می‌باشد. درصورتی که عایقی به ثابت دی الکتریک ۱۰ را بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت خازن را به دست آورید. ($\varepsilon_۰ = ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m}$ و $\pi = ۳$)

مثال: خازن $C=5\mu F$ را با پتانسیل $V=60V$ شارژ و آن را از مدار جدا می سازیم.
الف) بار و انرژی ذخیره شده در خازن را بدست آورید.
ب) اگر سطح اشتراک صفحات را دو برابر و فاصله آن ها را نصف کنیم، آنگاه ظرفیت و بارالکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن چه تغییری می کند؟

پاسخ:

الف)

$$Q = CV = 5 \times 60 = 300\ \mu C$$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 60^2 = 9000\ \mu J$$

ب)

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} = 2 \times 2 = 4 \qquad C_2 = 4C_1 = 20\ \mu F$$

چون خازن را از مولد جدا کرده ایم ، بار الکتریکی خازن تغییر نمی کند.

$$V = \frac{Q}{C} \qquad \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{4} \qquad V_2 = 15\ V$$

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \qquad \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{4} \qquad U_2 = 2250\ \mu J$$

مثال: با تخلیه‌ی قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پر شده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

مثال: ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر ۳ میلی کولن بار مثبت را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه ۸ ژول افزایش می یابد. q را محاسبه کنید.