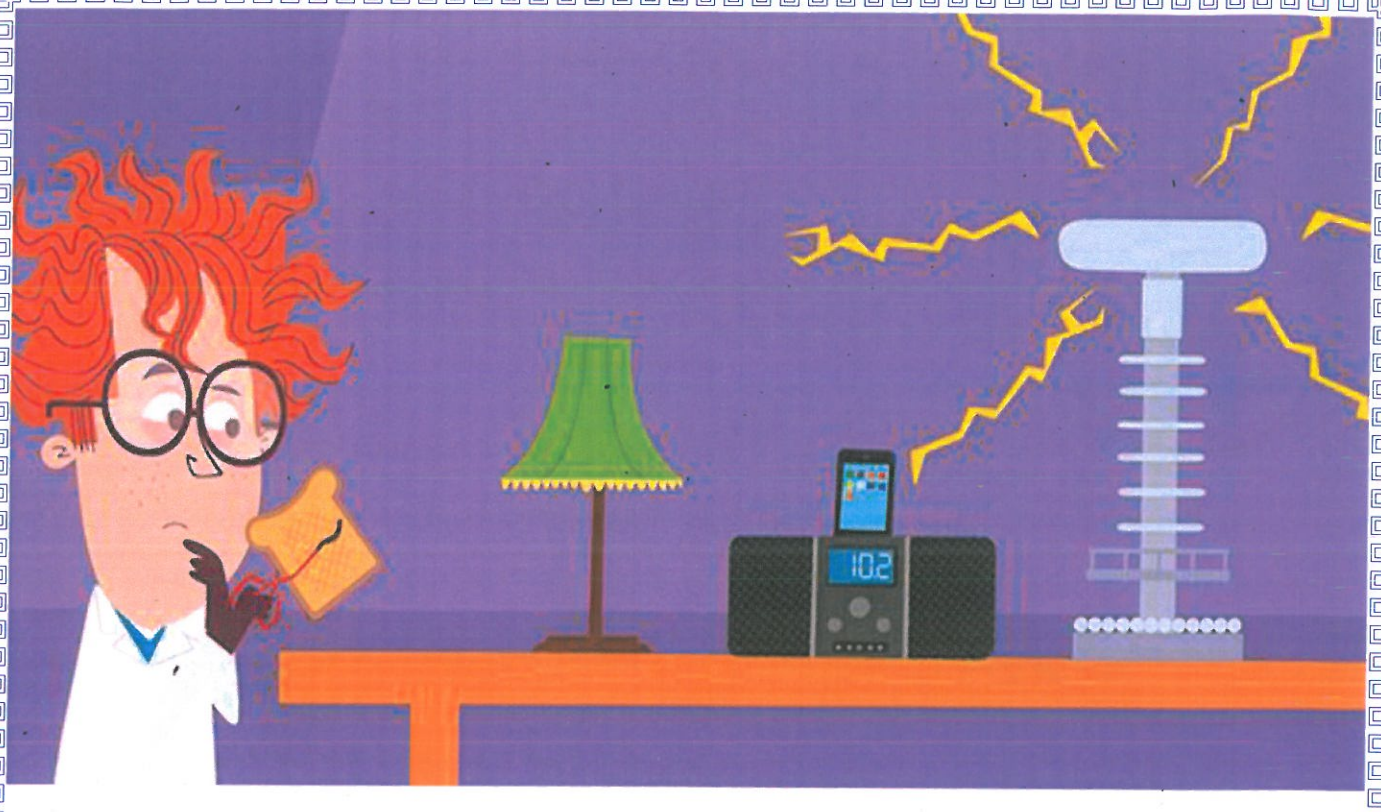
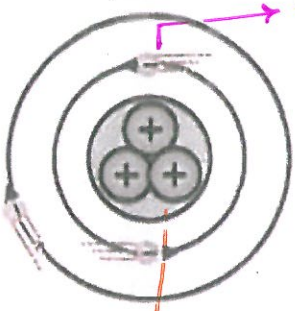


Electricity Handout

Written by : Eng.Abbas.Moutab

Eng_Moutab : 09214358150

می دانیم هر ماده از اتم ساخته شده است؛و هر اتم از دو قسمت شامل هسته و الکترون هایی که به دور هسته در گردش هستند.



هسته از ذرات ریزی بنام پروتون و نوترون تشکیل شده است

بار الکتریکی پروتون مثبت و بار الکتریکی الکترون منفی است (نوترون بار ندارد)

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

وقتی جسمی به جسم دیگر بار می دهد،الکترون از یکی به دیگری منتقل می شود.

چرا پروتون نه!؟؟ پروتون سنگین، نمی تونه تکون بخوره

پس اگر جسمی بار بگیرد تعداد الکترون های آن از تعداد پروتون هایش زیاد می شود و بار الکتریکی جسم منفی و اگر جسمی بار از دست بدهد تعداد پروتون هایش بیشتر از تعداد الکترون های آن شده و بار الکتریکی جسم مثبت می شود

الکترون ها در هسته جذب ← بارهای هم نام همدیگر را دفع
بارهای ناهم نام همدیگر را جذب

یکای بار الکتریکی کولن نام دارد و آنرا با نماد C نمایش می دهیم.

اندازه بار الکتریکی یک الکترون یا یک پروتون برابر $1.6 \times 10^{-19} C$ است که با نماد e بیان می کنیم:

الکترون از دست بدهد
بار الکتریکی $q = \pm ne$ $n = 0.1.2.3$
الکترون بگیرد
$1/6 \times 10^{-19} C$ ثابت

n نمی تونه اعشاری باشه

اصل پایستگی بار الکتریکی :

بار الکتریکی بوجود نمی آید ، از بین نمی رود ، از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود.

اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی :

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

بار الکتریکی هر جسم باید مضرب صحیحی از e باشد.

$n = 0 \longrightarrow q = 0$ کولن نداریم
$n = 1 \longrightarrow q = 1/6$
$n = 2 \longrightarrow q = 3/2$

روش های باردار کردن اجسام :

الف)روش مالش

از این روش برای باردار کردن اجسام نارسانا استفاده می کنند.در هنگام مالش با انتقال تعدادی الکترون از یک جسم به جسم دیگر تعادل بارها در اتم خنثی بهم می خورد.

نوع باری که جسم بر اثر مالش پیدا می کند بر اساس جدول سری تریبوالکتریک معلوم می شود :

سری تریبوالکتریک

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
سُرب
ابریشم
آلومینیوم
پوست انسان
کاغذ
چوب
پارچهٔ کتان
کهربا
برنج، نقره
پلاستیک، پلی اتیلن
لاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

میله پلاستیکی با پارچه پشمی

میله دارای بار الکتریکی منفی در جدول نزدیک به منفی ها

پارچه پشمی دارای بار الکتریکی مثبت در جدول نزدیک به مثبت ها

جدول دقت کن

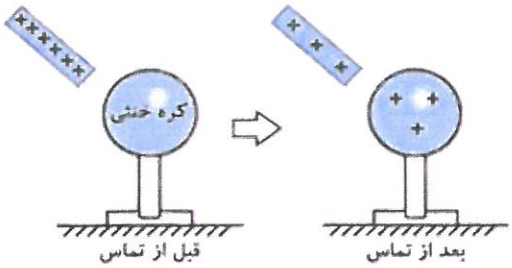
میله شیشه‌ای با پارچه کتان

میله شیشه‌ای دارای ... بار الکتریکی مثبت ..

پارچه کتان دارای ... بار الکتریکی منفی ....

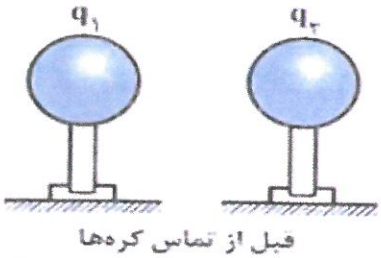
ب)روش تماس

شکل مقابل را در نظر بگیرید :



توجه داشته باشید که در نهایت بار هردو کره باید با هم برابر باشد

که به آن بار تعادل خواهیم گفت :



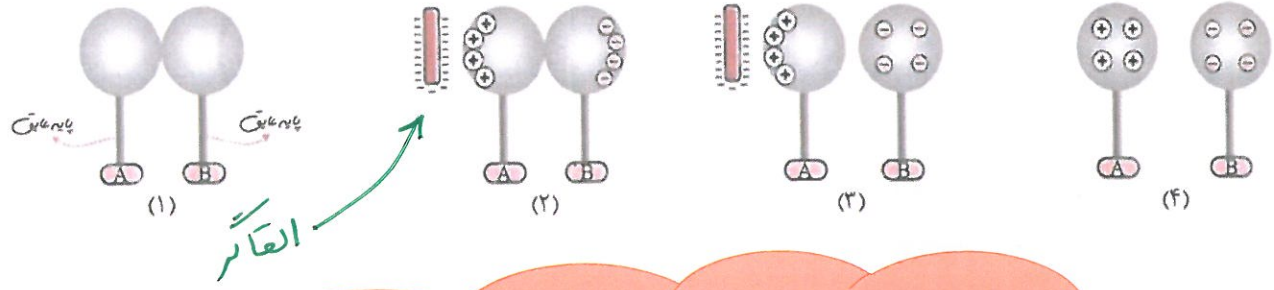
بار تعادل بعد از تماس $q' = \frac{q_1 + q_2}{2}$

ج)روش القا :

ایجاد بار در رسانا ها بدون تماس آنها با یکدیگر را القای بار الکتریکی و بار ایجاد شده را بار القایی می گویند.

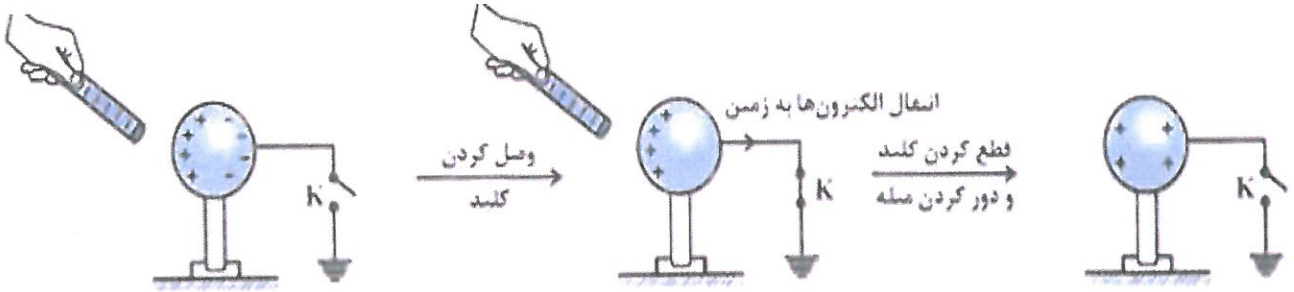
به شکل زیر توجه کنید :

القا ← تماس ندارد ← بار جسم عوض نمی شود.



زمین به عنوان مبدا بار الکتریکی و مبدا پتانسیل الکتریکی شناخته می شود

یعنی هر جسم باردار را با زمین تماس دهیم بار الکتریکی آن به زمین منتقل می شود

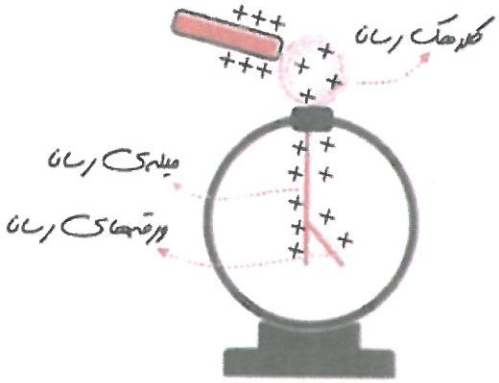


اگر جسم دارای بار مثبت را به زمین وصل کنیم

بار منفی از زمین به جسم منتقل می شود و بار جسم منفی می شود.

الکتروسکوپ وسیله ای است که از آن برای موارد زیر می توان استفاده کرد :

تشخیص رسانا یا نا رسانا بودن اجسام – تشخیص باردار بودن اجسام – تشخیص نوع بار اجسام



جسم را با الکتروسکوپ بزن ← اگر ورقه‌ها کمی خورد رسانا
کمی نخورد نارسانا

اگر جسم باردار نباشد، ورقه‌ها کمی نمی‌خورد.

فرض کن قبلاً الکتروسکوپ را با جسم با بار مثبت باردار کردیم. حال برای تشخیص جسمی که بارش را نمی‌دانیم، آمدیم با الکتروسکوپ می‌زنیم:

اگر ورقه‌ها بیشتر باز شد ← بار مثبت

اگر ورقه‌ها بسته شد ← بار منفی

در حالت کلی :

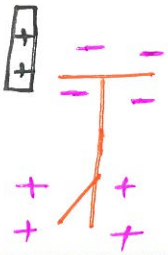
اگر فاصله‌ی ورقه‌های الکتروسکوپ بیشتر از قبل شد، بارهای هم نام بهم نزدیک شده اند

اگر فاصله‌ی ورقه‌های الکتروسکوپ کمتر از قبل شد، بارهای نا هم نام بهم نزدیک شده اند

یادگیر

Classwork1) جسمی با بار مثبت را به کلاهک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می کنیم و بدون تماس به آن در کنارش نگه می داریم. ملاحظه می شود ورقه های الکتروسکوپ باز شده است، در این حالت بار کلاهک و بار ورقه ها بترتیب .. (د ت ۷۵)

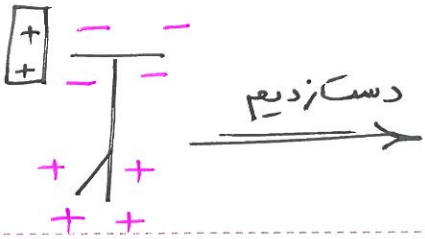
۱) مثبت – مثبت ۲) مثبت – منفی ۳) منفی – مثبت ۴) منفی – خنثی



بدون تماس
الف

Classwork2) میله‌ای با بار مثبت را کنار کلاهک الکتروسکوپ بدون باری قرار می دهیم و دست خود را لحظه‌ای به کلاهک تماس داده و سپس دست و میله را از کلاهک دور می کنیم. در این حالت بار کلاهک ..... و بار ورقه ها ..... می باشد.

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



دست زدیم

با جای منفی از دستمان به الکتروسکوپ می‌رود و مثبت‌ها را می‌گذیم

Classwork3) در شکل زیر، گلوله‌ی فلزی باردار از نخ آویزان است. کره‌ی فلزی خنثی را که دارای دسته‌ی نارسانا است به گلوله نزدیک می کنیم. مشاهده می شود که گلوله ..... می شود. وقتی تماس حاصل شد کره را جدا می کنیم و دوباره به آرامی آنرا به گلوله نزدیک می کنیم و ملاحظه می شود که گلوله ..... می شود.

۱) جذب – دفع ۲) دفع – جذب
۳) دفع – دفع ۴) جذب – جذب

جسم باردار
جسم خنثی را جذب می کند

بعد از جذب، مشی تعادل ← با هر دو برابر و هم علامت ← همدیگر را دفع

Classwork4) چند الکترون باید از یک سکه خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+1\mu C$ شود؟ (د ر ۹۵)

یعنی n

$$q = ne \Rightarrow 1\times10^{-6} = n\ 1{,}6\times10^{-19}$$

$$n = \frac{10^{-6}}{1{,}6\times10^{-19}}$$

Classwork5) جسمی دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر 5×10^{12} الکترون از آن بگیریم، بار الکتریکی آن $\frac{5}{4}$ بار اولیه می شود. بار اولیه جسم چند کولن است؟ (قلم چی)

جسم مثبت است ← الکترون بگیریم، مثبت تر می شه

حساب کن اون تعداد الکترون چقدر بار؟!!؟ $\Delta q = ne = 5 \times 10^{12} \times 1,6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-7} C$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{5}{4}q_1 - q_1 = \frac{1}{4}q_1 = 8 \times 10^{-7} C \Rightarrow q_1 = 3,2 \times 10^{-6} C$$

Homework1) اگر به جسم رسانایی که دارای بار الکتریکی $q = +16 \times 10^{-6} C$ است، 10^{15} الکترون بدهیم، بار الکتریکی نهایی جسم پس از این تبادل چند کولن خواهد شد؟ (قلم چی)

دقت کن همواره بار بدهیم :

Classwork6) سه جسم C،B،A را دو به دو به یکدیگر نزدیک می کنیم. وقتی A و B به یکدیگر نزدیک می شوند، همدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می کنند و اگر B و C را به یکدیگر نزدیک کنیم، یکدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می کنند. کدام یک از گزینه ها می تواند درست باشد؟

(خ ت ۹۰)

۱) A و C بار هم نام و هم اندازه دارند

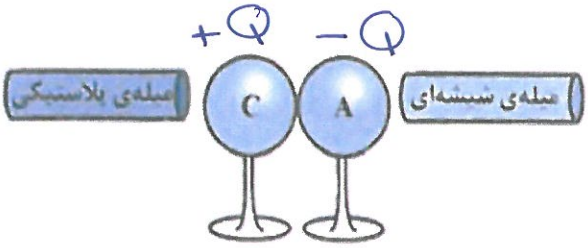
۲) B،A و C بار غیر هم نام دارند.

۳) B بدون بار و C باردار است

۴) A بدون بار و B باردار است

جسم باردار، جسم خنثی را جذب می کند
بارهای هم نام همدیگر را دفع می کنند.
بارهای غیر هم نام همدیگر را جذب می کنند.

Classwork7) دو میله پلاستیکی و شیشه‌ای به ترتیب با پارچه های پشمی و کتانی مالش داده شده اند. مطابق شکل زیر، میله های باردار را به کره های خنثی A و C نزدیک می کنیم بطوریکه بار $-Q$ روی کره A جمع شود. در همین حالت کره C را از کره A جدا کرده و سپس میله های باردار را از کره ها دور می کنیم. اگر کره B را که در ابتدا خنثی است ابتدا به کره A و سپس با کره C تماس دهیم، بار کره B در نهایت چقدر می شود؟ (قلم چی)



۱) $-\frac{Q}{2}$
۲) $-\frac{Q}{4}$
۳) $+\frac{Q}{4}$
۴) $+\frac{Q}{2}$

تماس = تعادل

$A \leftrightarrow B$

$q' = \frac{-Q+0}{2} = -\frac{Q}{2}$

$B \leftrightarrow C$

$q' = \frac{-\frac{Q}{2}+Q}{2} = \frac{Q}{4}$

$-\frac{Q}{2}$ A B $-\frac{Q}{2}$

$+\frac{Q}{4}$ C B $+\frac{Q}{4}$

Homework2) یک میله فلزی خنثی را به یک الکتروسکوپ باردار نزدیک می کنیم (بدون تماس) ورقه های الکتروسکوپ ....

۱) بهم نزدیک و سپس دور می شوند
۲) از هم دور می شوند
۳) بهم نزدیک می شوند
۴) از هم دور و سپس نزدیک می شوند

Classwork8) دو کره فلزی مشابه A و B بترتیب با بارهای الکتریکی $-3\times10^{-6}C$ و $-5\times10^{-6}C$ روی پایه های عایقی قرار دارند. اگر این دو کره را با سیمی رسانا بهم متصل کنیم چه تعداد الکترون و از کدام کره به دیگری منتقل می شود؟ (قلم چی)

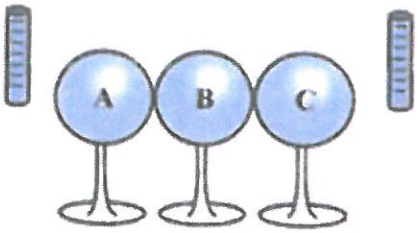
تعادل

$q' = \frac{-3\times10^{-6} - 5\times10^{-6}}{2} = -4\times10^{-6}$

بارهای هردو

1.25×10^{13} الکترون از کره B به کره A رفت

Homework3) سه کره فلزی مشابه A و B و C مطابق شکل روی پایه های عایقی قرار دارند و بهم چسبیده هستند. دو میله باردار با بار یکسان q- را از دو طرف به آنها نزدیک می کنیم. سپس این سه کره را در همین حالت از هم جدا می کنیم تا تماسی نداشته باشند و در آخر میله ها را دور می کنیم، کره B در نهایت چه نوع باری پیدا می کند؟ (قلم چی)



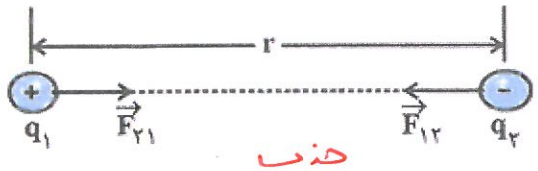
۱) مثبت
۲) منفی
۳) خنثی
۴) نمی توان گفت

یادت باشه

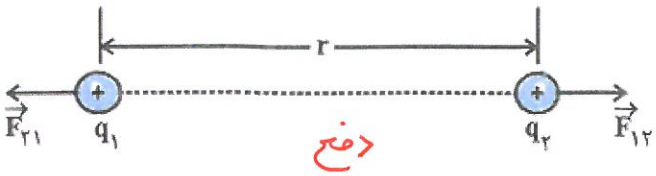
در حضور میله منفی بارهای مثبت و منفی رو ازهم جدا کرد.

قانون کولن :

دو ذره باردار در فاصله r به یکدیگر نیرویی وارد می کنند که با اندازه بارها رابطه مستقیم و با مجذور فاصله رابطه عکس دارد.



جذب



دفع

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2}$$

q_1, q_2 : اندازه بارها [C]

r : فاصله بارها [m]

F : اندازه نیروی کولنی [N]

⚠ علامت بار

k ضریب ثابت $\Rightarrow 9\times10^9 \ \frac{Nm^2}{C^2}$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'||q_2'|}{|q_1||q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

حالت مقایسه ای

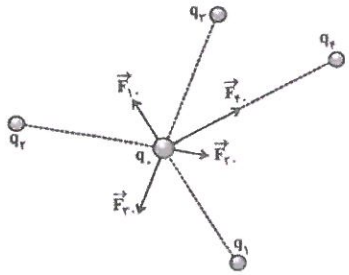
اگر اندازه بارها μC و فاصله cm بود ، دگر نمی توان نشو ، بنویس :

$$F = \frac{9_0\ 9_1 9_2}{r^2}$$

ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی در خلأ است و با k رابطه عکس دارد

ε_0 واحد $\rightarrow \frac{C^2}{N m^2}$

اگر به جای دو ذره باردار، تعدادی بار نقطه ای داشته باشیم، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار، برآیند نیروهایی است که هر یک از ذره ها به خودی خود بر آن ذره مورد نظر وارد می کند.

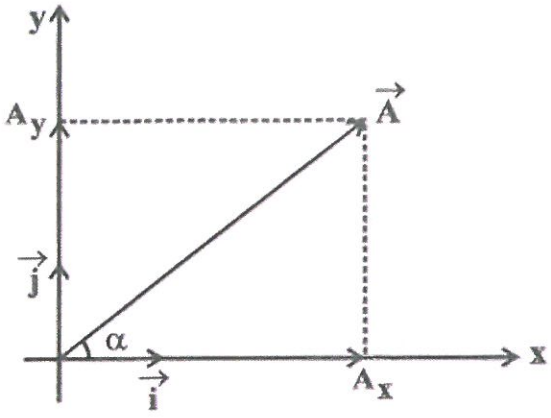


جذب و دفع رو مشخص کن

اندازه نشو نو پیدا کن ⟸ جمع برداری انجام بده

ی ا د آ و ر ی

جمع برداری



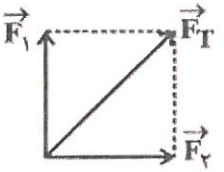
برای تجزیه بردار A روی محور مختصات داریم:

تزدیک زاویه $A_x = A\cos\alpha$

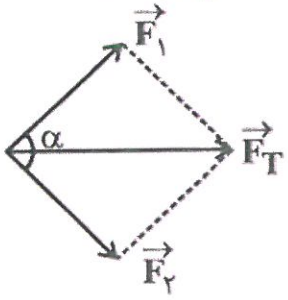
دور از زاویه $A_y = A\sin\alpha$

اندازه $|A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

نمادی: $A = A_x i + A_y j$

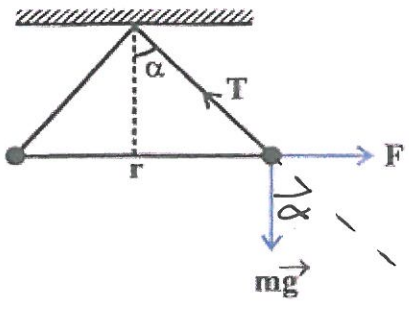


اندازه دو بردار با زاویه ۹۰° $F_T = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$



اندازه دو بردار با زاویه α $F_T = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$

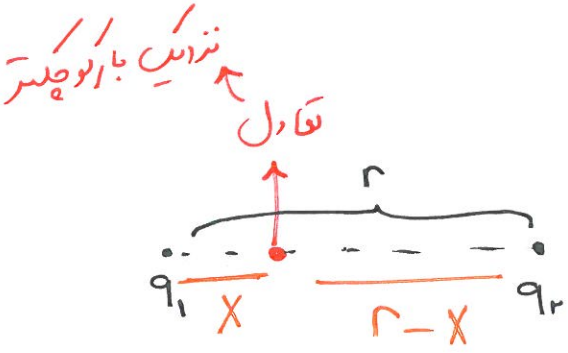
⚠ if $F_1 = F_2 \Rightarrow F_T = 2F_1\cos\frac{\alpha}{2}$



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

برآیند صفر و نقطه تعادل برای دو ذره باردار

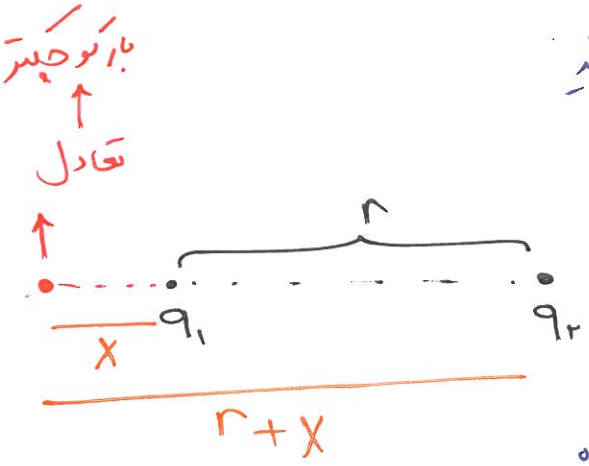
فرض $|q_1| < |q_2|$



اگر دو بار هم نام باشند ، تعادل داخل دو بار

$$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{x}{r-x}$$

تعادل یعنی اندازه برآیند آنجا صفر است.



اگر دو بار نا هم نام باشند ، تعادل خارج دو بار

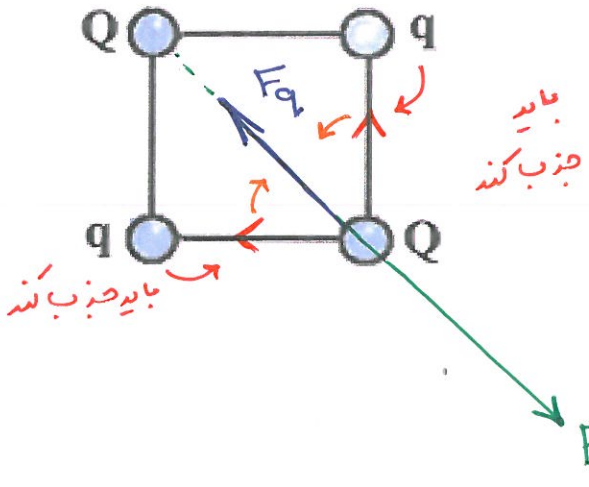
$$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{x}{r+x}$$

یعنی نیروهای وارده باهم برابرند و همدیگر را خنثی می کنند

اگر چند بار داشته باشیم و قضیه تعادل باشد :

با فرض برآیند نیروهای وارد بر یکی از Q ها

اول هم شکل ها را مشخص کن



برای اینکه این بردار خنثی شه باید برداری خلاف جهت و هم اندازه با این وارد شود.

برای تعادل : $|F_q| = |F_Q|$

Classwork1) دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله 3m از هم قرار دارند و نیروی دافعه 0.02N به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ (خ ت ۹۱)

۱) 10 ۲) 5 ۳) 4 ۴) 2

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \frac{2}{100} = \frac{9\times10^9 \cdot 5q_1 \cdot q_1}{3^2}$$

$$q_1^2 = 4\times10^{-12} \Rightarrow q_1 = 2\times10^{-6} = 2\mu C$$

Classwork2) الکترونی در مسیر دایره‌ای به شعاع 10A به دور هسته‌ای که 10 پروتون دارد می‌چرخد. نیروی وارد بر این الکترون از طرف هسته تقریبا چند نیوتون است؟ (در ۷۲)

بارها: ۱۰ پروتون $10\times1.6\times10^{-19}$ — یک الکترون 1.6×10^{-19}

$1A^\circ = 10^{-10}m$

$$F = \frac{9\times10^9 \cdot 1.6\times10^{-19} \cdot 10\times1.6\times10^{-19}}{(10\times10^{-10})^2}$$

Classwork3) نیروی بین دو بار الکتریکی در فاصله r از هم برابر F است. اگر اندازه یکی از بارها و هم چنین فاصله بین دو بار نصف شود نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟ (خ ر ۸۷)

$$\frac{F'}{F} = \frac{1.2q}{q}\times\frac{q}{q}\times\left(\frac{r}{1.2r}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = 2$$

Homework1) نیروی دافعه بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصله r از هم برابر 0.02N است. اگر به یکی از بارها 2μc اضافه کنیم این نیروی دافعه در همین فاصله برابر 0.03N می‌شود. اندازه اولیه هریک از بارها چند میکروکولن بوده است؟ (خ ت ۸۶)

Classwork4) دو بار الکتریکی هم نام و برابر در فاصله ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می کنند. اگر ۲۵ درصد از بار یکی برداریم و به بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که بهم وارد می کنند چند F می شود؟ (ت ۸۸)

درصدگیری ! $q'_1 = q_1 - \frac{۲۵}{۱۰۰} q_1$ ، $q'_2 = q_2 + \frac{۲۵}{۱۰۰} q_2$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(q - \frac{۲۵}{۱۰۰}q)(q + \frac{۲۵}{۱۰۰}q)}{qq} = \frac{q^2(1 - \frac{1}{16})}{q^2}$$

$$\rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{۱۵}{۱۶}$$

Homework2) دو بار الکتریکی هم نام $q_1 = 8\mu c$ و q_2 در فاصله r نیروی F برهم وارد می کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 برداشته و به دومی اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله بارها نیروی متقابل بین آنها ۵۰ درصد افزایش می یابد. مقدار اولیه q_2 چند میکروکولن است؟ (ر ۸۹)

Classwork5) دو کره فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +5\mu c$ و $q_2 = +15\mu c$ در فاصله r نیروی F را بر یکدیگر وارد می کنند. اگر این دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم، بطوریکه فقط بین دو کره مبادله بار صورت گیرد و مجددا به همان فاصله قبلی برگردانیم نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می کند؟ (ت ۹۱)

۱) ۲۵ درصد افزایش می یابد
۲) ۲۵ درصد کاهش می یابد
۳) تقریبا ۳۳ درصد کاهش می یابد
۴) تقریبا ۳۳ درصد افزایش می یابد ✓

تماس تعادل ← بارهای هردو: $q' = \frac{۵ + ۱۵}{۲} = ۱۰\mu C$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{۱۰ \times ۱۰}{۵ \times ۱۵} = \frac{۱۰۰}{۷۵} = \frac{۴}{۳}$$

تغییرات $\frac{۱}{۳}$ بیشتر ← ۳۳ درصد بیشتر

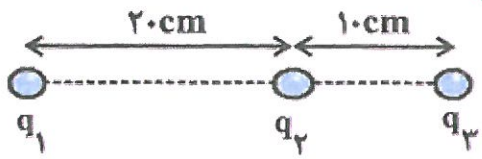
Classwork6) دو بار الکتریکی هم نام با جرم های مختلف در حال دور شدن از یکدیگر هستند. اگر نیروی وارد بر این بارها نیروی دافعه الکتریکی بین دو بار باشد، به تدریج و با دور شدن بارها از هم، نسبت اندازه شتاب دو بار ..... و اندازه شتاب هر بار ..... می یابد.

هر دو طب دین میک

Homework3) دو گلوله فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می باشند، از فاصله 30cm نیروی جاذبه 4N بر یکدیگر وارد می کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیه گلوله ها کدام است؟ (در ۹۴)

۱) 12 و -6 ۲) 10 و -4 ۳) 9 و -3 ۴) 8 و -2

Classwork7) در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه‌ای برابر صفر است. $\frac{q_3}{q_2}$ کدام است؟ (در ۹۳)



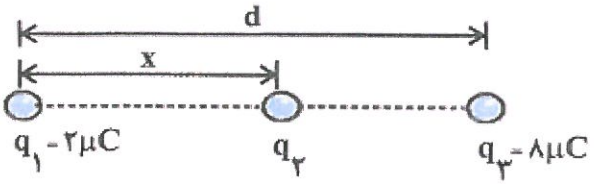
تعادل

اگر q_3 و q_2 رو می خوای، تعادلشون منشه q_1

خارج دو با ۱ / q_2 و q_3، نسبت منفی

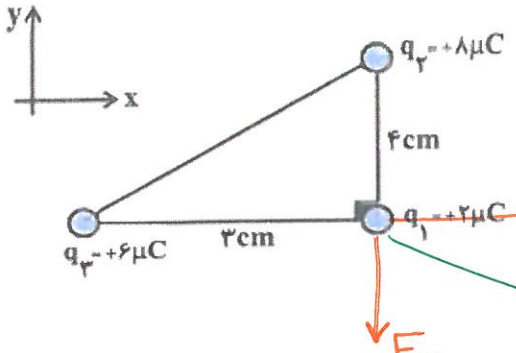
$\frac{q_3}{q_2} = -\frac{4}{9}$ ، $\frac{q_2}{q_3} = -\frac{9}{4}$ ، $\sqrt{\frac{q_2}{q_3}} = \frac{20}{30} \Rightarrow$

Homewoek4) سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر هر یک از بارها برابر صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (خ ت ۹۳)



اول نسبت x و d رو پیدا کن

Classwork8) در شکل زیر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یکه بنویسید.



دفع یا جذب مشخص کن، نیرو را نبویس، بردار با زی کن

$$F_{31}=\frac{9\cdot\times6\times2}{(3)^2}=12\cdot N$$

F_T

$$F_{21}=\frac{9\cdot\times8\times2}{(4)^2}=9\cdot N$$

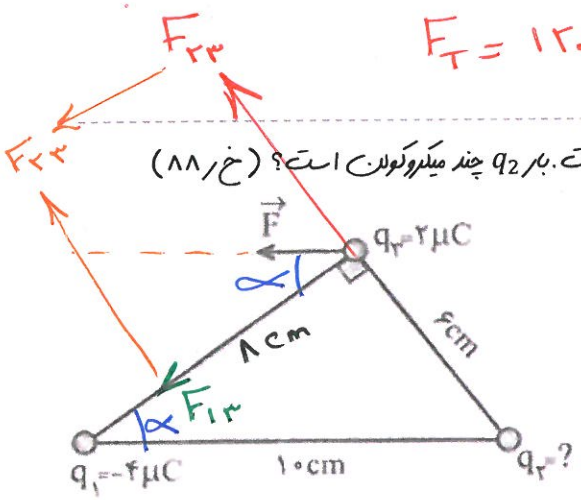
$$|F_T|=\sqrt{9\cdot^2+12\cdot^2}$$

دو بردار با زاویه ۹۰

$$F_T=12\cdot\vec{i}-9\cdot\vec{j}$$

برحسب i و j

Classwork9) در شکل زیر، برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 موازی با قاعده مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (خ ر ۸۸)



برای اینکه برآیند او نظیری دربیاد ← q_2 باید دفع کنه

⚠ بردار بدون تغییر زاویه، تغییر مکان بده

برای ربط F_{13} و F_{23}:

$$\frac{6}{8}=\frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}}=\tan\alpha=\frac{F_{23}}{F_{13}}$$

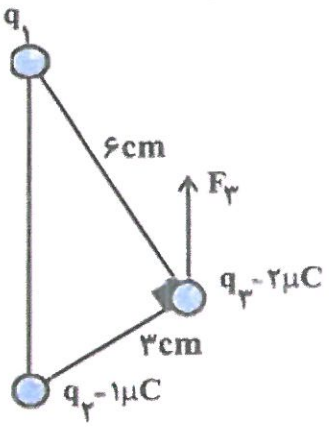
$$F_{13}=\frac{9\cdot\times4\times2}{(8)^2}$$

F_{23} بدست می‌آید:

$$F_{23}=\frac{k\,q_2\,q_3}{(6)^2}$$

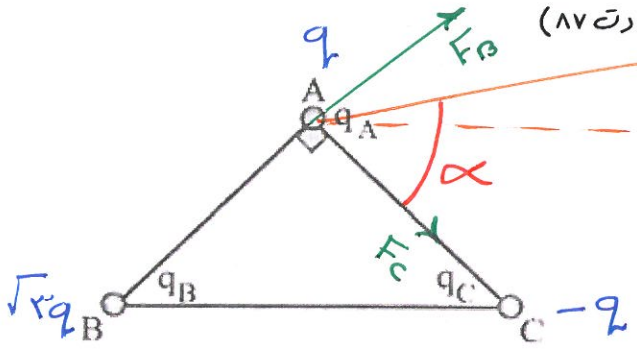
q_2 بدست اومد

Homework5) اگر برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 موازی خط واصل بین بارهای q_1 و q_2 باشد F_3 چند نیوتون است؟ (ر ت ۹۵)



دقیقاً مثل سوال قبلی، بترتیب جلو برو

Classwork10) در مثلث متساوی الاضلاع زیر، بارهای الکتریکی $q_A = q$ و $q_B = \sqrt{3}q$ و $q_C = -q$ را داریم. زاویه‌ای برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره خط AB می سازد، چند درجه است؟ (ر ت ۸۷)



$F_B > F_C$ ⟶ برآیند نزدیک به F_B

زاویه بین AB و F_T بالاتر از ۹۰+۴۵

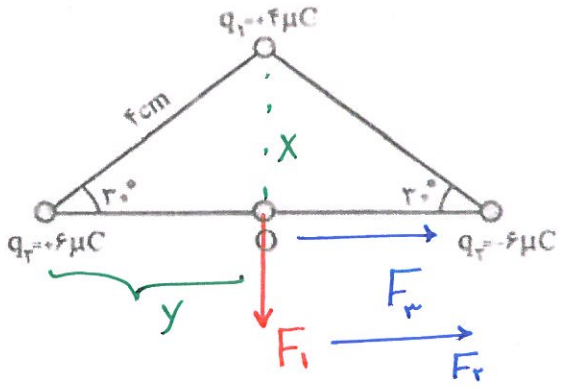
$$\tan\alpha = \frac{F_B}{F_C} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$F_B = \frac{k\sqrt{3}qq}{r^2} \qquad F_C = \frac{kqq}{r^2}$$

زاویه

$90+60=150^\circ$

Classwork11) در شکل زیر، نیروی وارد بر بار $q_4 = 1\mu C$ واقع در نقطه O در وسط خط واصل دو بار q_2 و q_3 چند نیوتون است؟ (در ۸۴)



$\sin ۳۰ = \frac{x}{۴} \Rightarrow x = ۲cm$

$\cos ۳۰ = \frac{y}{۴} \Rightarrow y = ۲\sqrt{۳}$

$F_۳ = F_۲ = \frac{۹۰ \times ۶ \times ۱}{(۲\sqrt{۳})^۲} = ۴۵N$

برآیند $F_۲$ و $F_۳$

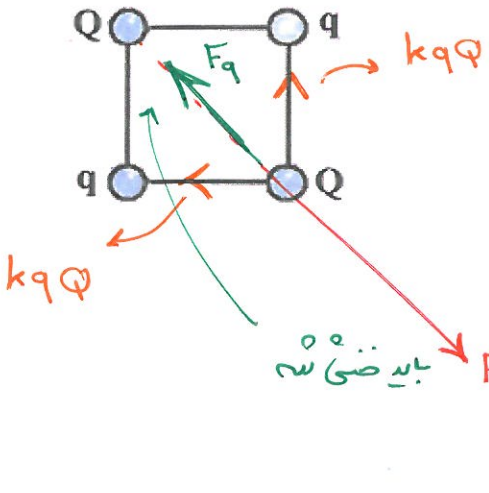
$F_{T_{۲,۳}} = ۴۵ + ۴۵ = ۹۰$

$F_۱ = \frac{۹۰ \times ۴ \times ۱}{(۲)^۲} = ۹۰N$

$F_T = ۹۰\sqrt{۲}$

Classwork12) بارهای الکتریکی q و Q مطابق شکل در ۴ راس مربع قرار دارند. اگر برآیند نیروهای وارد بر بار Q صفر باشد، نسبت $\frac{Q}{q}$ چند است؟ (در ۷۹)

ضلع مربع را a بگیرید(!)



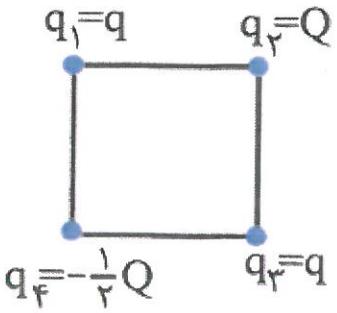
q ، Q را جزب ← علامت منفی

$F_۹ = \sqrt{(kqQ)^۲ + (kqQ)^۲} = \sqrt{۲}\ kqQ$

برای تعادل $\sqrt{۲}\ kqQ = \frac{kQQ}{۲} \Rightarrow Q = ۲\sqrt{۲}q$

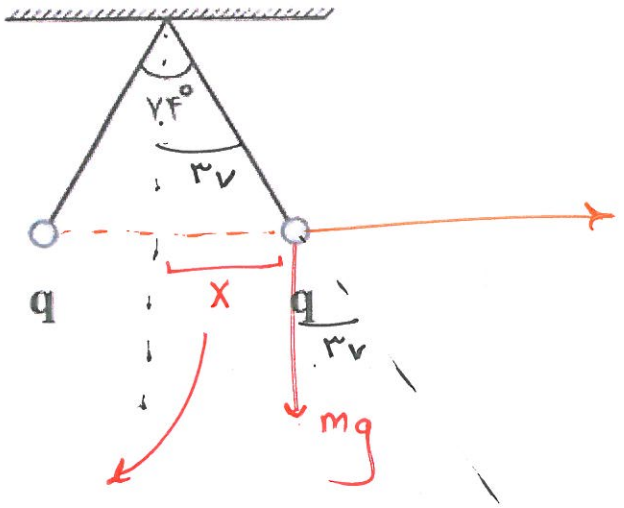
و منفی

Homework6) چهار ذره باردار در راس های یک مربع قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر ذره q_2 صفر است. نسبت $\frac{Q}{q}$ چند است؟ (در ۹۶)



اول وضعیت Q ها رو مشخص کن بعد q_2 رو وارد کن

Classwork13) مطابق شکل زیر، دو آونگ الکتریکی مشابه با بار الکتریکی q و جرم های برابر با 30gr در حال تعادل قرار دارند. اگر طول آونگ ها 5cm باشد، اندازه بار q چند میکروکولن است؟ (قلم چی)



q ها با هم فاصله دارند، با همدیگر دفع شدند

مربوط کن بهم :

$\tan ۳۷ = \frac{F}{mg}$

$\sin ۳۷ = \frac{x}{۵} \Rightarrow x = ۳cm$

$\frac{۶}{۸} = \frac{۹.۹۹}{(۶)^۲} \Big/ \frac{}{۳۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}$

فاصله بارها

۶cm

میدان الکتریکی :

هر بار الکتریکی در فضای اطراف خود خاصیتی دارد که اگر بار خارجی دیگری در آن فضا قرار گیرد به آن نیرو وارد می کند

خروس کاری برای خود خلمرو دارد

اندازه میدان الکتریکی در هر نقطه برابر است با نیرویی که به بار آزمون در آن نقطه وارد می شود :

نیروی وارد بر بار آزمون مثبت

$E = \frac{F}{q_0}$ میدان الکتریکی $\left[\frac{N}{C}\right]$

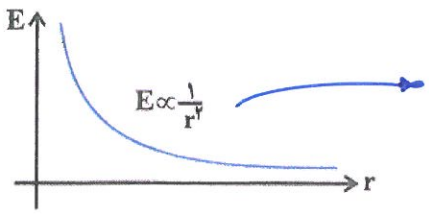
میدان الکتریکی کمیتی ..برداری..... است که جهت آن ، با جهت نیروی وارد بر بار آزمون مثبت همسو است.

اگر فرمول F را مطابق قانون کولن جاگذاری کنیم ، رابطه میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار در فاصله مشخصی از آن بدست می آید :

$E = \frac{Kq}{r^2}$ میدان ذره باردار در فاصله r

میدان الکتریکی با ...اندازه بار..... رابطه مستقیم و با مجذور فاصله..... رابطه عکس دارد.

نمودار میدان الکتریکی در اطراف یک ذره باردار را می توان مطابق شکل تعریف کرد :



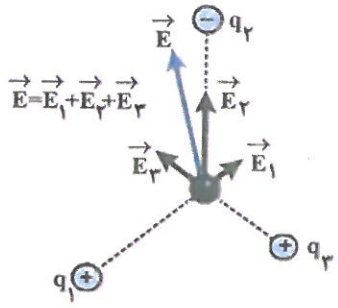
فاصله (r) دارد ⟵ صفر نیست

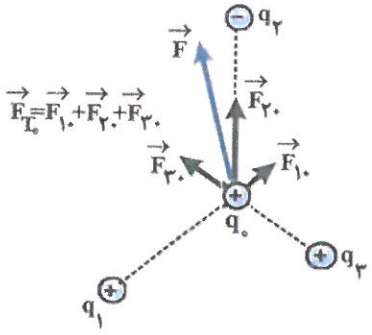
برای مقایسه دو میدان الکتریکی داریم :

$\frac{E'}{E} = \frac{q'}{q} \times (\frac{r}{r'})^2$

میدان با فاصله رابطه عکس دارد.

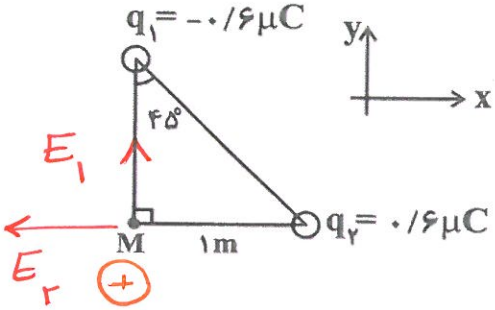
اگر بخواهیم میدان الکتریکی وارد بر یک نقطه خاص از طرف چندین بار را محاسبه کنیم ، همانند برآیند نیروها باید سراغ جمع برداری بریم :





همانند نیرو
بردار کشی کن
جمع برداری کن

به عنوان مثال در نظر بگیرید، در شکل زیر، می خواهیم میدان الکتریکی در نقطه M را بدست بیاوریم :



اول بار آزمون مثبت ، ۱C بزار

$$E_1 = E_2 = \frac{۹\times۱۰^{۹} \times ۶\times۱۰^{-۷}}{(۱)^{۲}} = ۵۴۰۰$$

$$E_T = -۵۴۰۰\,i + ۵۴۰۰\,j \Rightarrow |E_T| = ۵۴۰۰\sqrt{۲}$$

نقطه تعادل برای میدان الکتریکی :

۱) اگر دو بار هم نام باشند: داخل دو بار، نزدیک کوچکتر

اگر ۲ تا بار برابر باشند میدان هیچ جا صفر نیست

عین نیروها

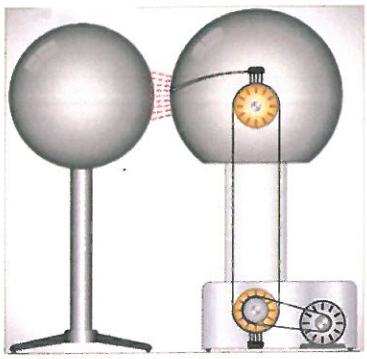
$$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{x}{d-x}$$

۲) اگر دو بار غیر هم نام باشند: خارج دو بار، نزدیک به کوچکتر

$$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{x}{d+x}$$

خوب است مطالب زیر را یاد بگیرید :

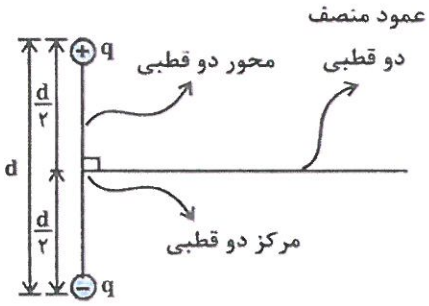
مولد واندوگراف ، دستگاهی است برای ایجاد بار الکتریکی که اساس کار آن بر پایه مالش و القای بار الکتریکی است.



غلتک پایین از جنس پلی اتیلن (نزدیک به سری منفی) و غلتک بالا از جنس آلومینیوم (نزدیک به سری مثبت) است.

در اثر چرخش تسمه ها و مالش لاستیک ، بار مثبت در روی کلاهک جمع می شود

دو قطبی الکتریکی ، شامل دو ذره باردار با اندازه های یکسان q ولی با علامت های مخالف است که به فاصله d از هم قرار دارند :



تعریف دو قطبی برای امتحان یازدهم مهم است.

Classwork1) میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای $20\mu c$ در فاصله یک متری آن چند نیوتون بر کولن است؟ (در ۸۰)

$$E = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow E = \frac{9\times10^9 \times 20\times10^{-6}}{(1)^2}$$

Classwork2) فرض کنید کلوهک یک مولد واندوگراف کره ای به شعاع $0.1m$ است و باری به بزرگی $2\mu c$ روی آن جمع شده است. با فرض آنکه همه بار در مرکز کره باشد، بزرگی میدان الکتریکی این بار در فاصله $2m$ از مرکز کره چقدر است؟

$$E = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6}}{(2+0.1)^2}$$

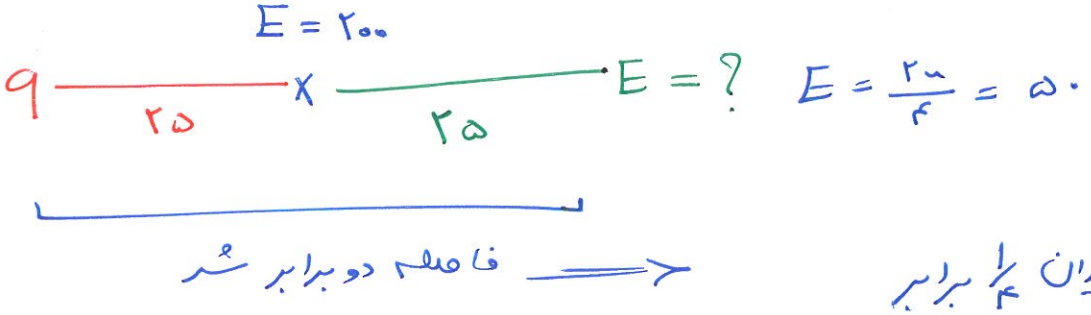
Classwork3) میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی در فاصله ۱۰ متری چند برابر میدان حاصل در فاصله‌ی یک متری همان بار است؟ (سنجش ۸۴)

$$\frac{E_{10}}{E_1} = \left(\frac{1}{10}\right)^2 = \frac{1}{100}$$

Homework1) میدان الکتریکی در فاصله $20cm$ از بار q برابر $18\frac{N}{C}$ است. چند سانتی متر دیگر از بار مذکور دور شویم تا میدان الکتریکی $8\frac{N}{C}$ شود؟ (رد ۸۳)

دورشدن یعنی $\Leftarrow$ $x\ cm$ $+$ قدیم

Classwork4) میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله ۲۵ سانتی متری آن $200\frac{N}{C}$ است. اگر ۲۵ سانتی متر دیگر از بار q دور شویم، میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن می شود؟ (در ۷۹)



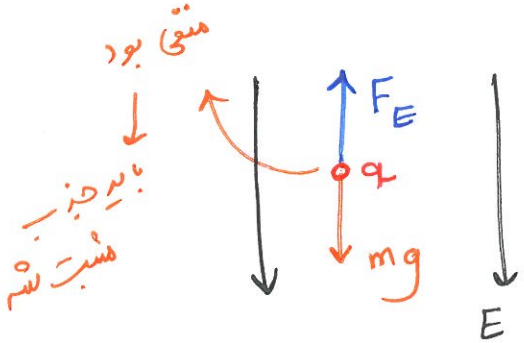
Classwork5) میدان الکتریکی در فاصله r از یک بار نقطه ای $250\frac{N}{C}$ است. اگر فاصله را 10cm بیشتر کنیم، میدان الکتریکی $160\frac{N}{C}$ می شود. r چند سانتی متر است؟ (خ ۹۲)

$$\frac{۲۵۰}{۱۶۰} = \left(\frac{r+۱۰}{r}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۵}{۴} = \frac{r+۱۰}{r}$$

$$۵r = ۴r + ۴۰ \Rightarrow r = ۴۰cm$$

Classwork6) ذره ای با جرم 10gr و بار الکتریکی 5μc- در یک میدان الکتریکی یکنواخت بدون تکیه گاه به حالت سکون قرار دارد. میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و جهت آن به کدام سمت است؟ (خ ۸۵)

حالت سکون ⟸ باید نیروها یکدیگر را خنثی کنند



$$F_E = mg \Rightarrow Eq = mg$$

$$E = \frac{mg}{q}$$

Classwork7) میدان الکتریکی در فاصله 20cm از بار q برابر E است. چند سانتی متر دیگر از این بار دور شویم تا میدان الکتریکی حاصل ۷۵ درصد کاهش یابد؟ (خ ت ۸۲)

$$E_2 = E_1 - \frac{75}{100}E_1 = \frac{25}{100}E_1 = \frac{1}{4}E_1$$

$$\frac{\frac{1}{4}E_1}{E_1} = \left(\frac{20}{20+x}\right)^2 \Longrightarrow \frac{1}{2} = \frac{20}{20+x} \rightarrow x = 20\,cm$$

باید دور شویم

Classwork8) اندازه میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای q در فاصله 4r از آن برابر $100\frac{N}{C}$ است. اگر اندازه بار الکتریکی را دو برابر کنیم، در $\frac{1}{3}$ فاصله قبلی از بار، اندازه میدان الکتریکی چند خواهد بود؟

$$\frac{E}{100} = \frac{2q}{q} \times \left(\frac{r}{\frac{1}{3}r}\right)^2 \rightarrow \frac{E}{100} = 18$$

$$E = 1800\ N/C$$

Homework2) بزرگی میدان الکتریکی در فاصله 10cm از یک بار نقطه‌ای برابر E است. چند سانتی متر از این بار دور شویم تا بزرگی میدان الکتریکی ۳۶ درصد کاهش یابد؟

Classwork9) اندازه میدان الکتریکی در فاصله ۳ متری یک بار الکتریکی $250\frac{N}{C}$ کمتر از اندازه میدان الکتریکی در فاصله ۲ متری از همان بار است. بزرگی میدان الکتریکی در فاصله ۳ متری از بار چند است؟

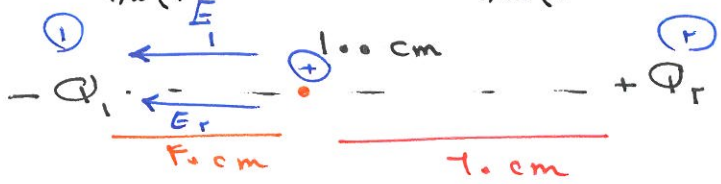
$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9} \quad , \quad E_2 = E_3 - 250$$

$$\frac{4}{9}E_2 = E_2 - 250 \longrightarrow \frac{5}{9}E_2 = 250 \longrightarrow E_2 = 450$$

$$E_3 = 450 - 250 = 200$$

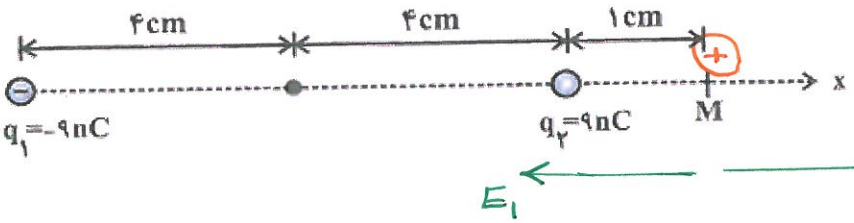
Classwork10) دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-Q_1$ و $+Q_2$ در فاصله یک متری از هم قرار دارند. اگر در نقطه بین دو بار و به فاصله ۴۰ سانتی متری از بار $-Q_1$ ، اندازه میدان الکتریکی هریک از بارها برابر باشد، نسبت اندازه $\frac{Q_2}{Q_1}$ کدام است؟ (خ ت ۸۶)

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۲/۵



$$E_1 = E_2 \longrightarrow \frac{kQ_1}{(40)^2} = \frac{kQ_2}{(60)^2} \longrightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{3600}{1600} = 2/25$$

Classwork11) در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطه M چند است؟ اول بار آزمون مثبت 1c



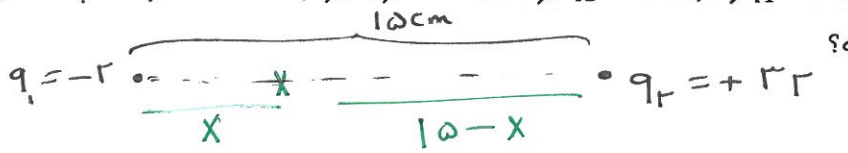
$$E_1 = \frac{9\times10^9 \times 9\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2} = 10^4 \ N/C$$

$$E_2 = \frac{9\times10^9 \times 9\times10^{-9}}{(1\times10^{-2})^2} = 81\times10^4 \ N/C$$

$\longrightarrow$ برآیند $E_2 - E_1$

Classwork12) دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -2\mu c$ و $q_2 = +32\mu c$ در فاصله 15cm از یکدیگر ثابت شده اند. در فاصله چند سانتی متر از بار q_2 بزرگی میدان حاصل از دو بار صفر است؟

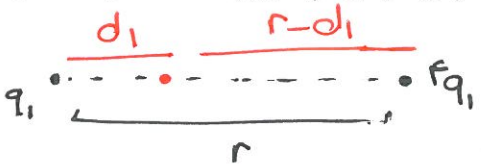
تعادل



$$\sqrt{\frac{32}{2}} = \frac{15-x}{x} \rightarrow 4 = \frac{15-x}{x} \rightarrow x = 3cm$$

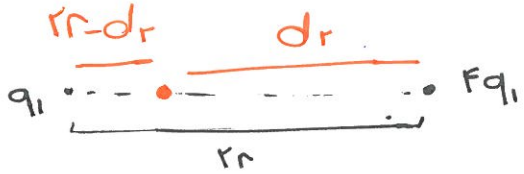
فاصله از q_2: $12cm$

Classwork13) دو بار نقطه‌ای q_1 و $4q_1$ در فاصله r از هم واقع اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصله دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برایند در فاصله d_2 از بار q_2 صفر می شود. d_2 چند برابر d_1 است؟ (رد ۹۴)



همفاصله ← وسط

$$\sqrt{\frac{4q_1}{q_1}} = \frac{r-d_1}{d_1} \Rightarrow r = 3d_1 \quad (1)$$



همفاصله ← وسط

$$\sqrt{\frac{4q_1}{q_1}} = \frac{d_2}{2r-d_2} \Rightarrow 4r-2d_2 = d_2 \quad (2)$$

$$(1),(2) \quad 4(3d_1) = 3d_2 \Rightarrow 12d_1 = 3d_2 \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 4$$

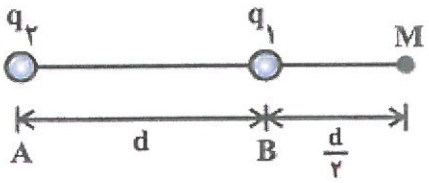
Classwork14) دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-Q_1$ و $+Q_2$ در فاصله یک متری هم قرار دارند. اگر در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصله ۴۰ سانتی متری از بار $-Q_1$ میدان الکتریکی حاصل از هریک از دوبار، برابر باشند، نسبت اندازه ی دو بار الکتریکی $\frac{Q_2}{Q_1}$ کدام است؟ (رد ۸۶)

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۲/۵

حل شد

Homework3) در شکل زیر، در چند سانتی متری از بار q_1 میدان الکتریکی حاصل از بارها صفر است؟ (سنجش ۸۵)

Classwork15) دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقاط A و B مطابق شکل قرار دارند. شدت میدان الکتریکی در نقطه M برابر E است. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، شدت میدان در همان نقطه $\frac{-E}{3}$ می شود. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟ (خ ۸۲)



$\frac{۳}{۲}d$

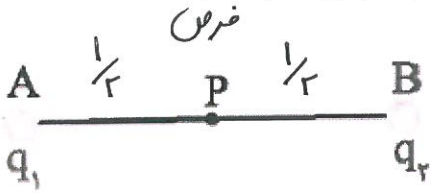
خنثی دیدن، دیدی ← برداری عمل کن

q_1 خنثی، فقط q_2 موند ←

$$\begin{cases} E_1 + E_2 = E \\ E_2 = -\frac{E}{3} \end{cases} \Leftarrow \quad E_1 - \frac{E}{3} = E \Rightarrow E_1 = \frac{۴}{۳}E$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{q_2}{(\frac{۳}{۲}d)^2}}{\frac{q_1}{(\frac{d}{۲})^2}} = \frac{-\frac{E}{3}}{\frac{۴}{۳}E}$$

Classwork16) دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه های A و B مطابق شکل قرار دارند. میدان الکتریکی در نقطه ی P وسط دو بار، E است اگر بار q_1 را خنثی کنیم، شدت میدان در همان نقطه -3E می شود. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ چند است؟ (سنجش ۸۷)



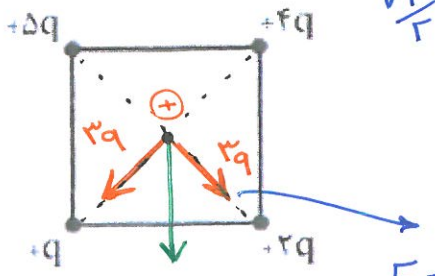
$$\begin{cases} E_1 + E_2 = E \\ E_2 = -۳E \end{cases} \Leftarrow \quad E_1 - ۳E = E \Rightarrow E_1 = ۴E$$

q_1 خنثی ←

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{q_1}{q_2} = \frac{۴E}{-۳E}$$

Classwork17) اگر در یک راس مربعی بار q قرار گیرد، میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز مربع برابر E است. حال اگر در راس های مربع بارها بصورت شکل زیر قرار گیرند، اندازه میدان الکتریکی در مرکز آن چند E می شود؟ (در ۸۵)

اول برای یکی رأس حساب کن ← مرکز ← فاصله نصف قطر $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

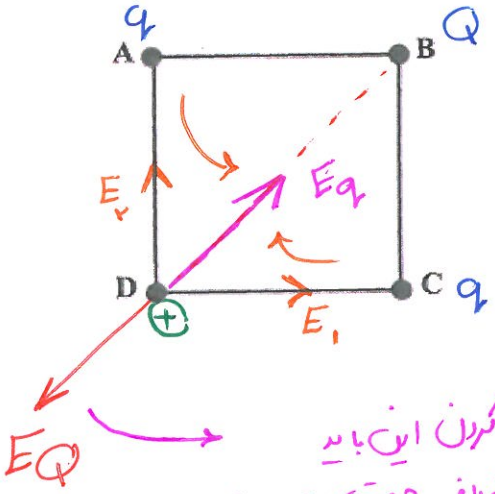


$$E=\frac{kq}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲})^۲}=۲kq$$

$$E=\frac{k۳q}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲})^۲}=۶kq$$

برآیند ← $۶\sqrt{۲}\,kq$ ← چند برابر $۲kq$ ← $۳\sqrt{۲}$ برابر

Classwork18) در شکل زیر، دو بار نقطه‌ای یکسان q در دو راس A و C از مربعی به ضلع a و بار نقطه‌ای Q در راس B قرار دارند. اگر شدت میدان در نقطه D برابر صفر باشد، نسبت $\frac{Q}{q}$ چند است؟



$a=۱$ ضلع
$\sqrt{۲}$ قطر

فرض Q، مثبت

$$E_۱=E_۲=\frac{kq}{(۱)^۲}$$

برآیند این دو $\sqrt{۲}\,kq$

برای خنثی کردن این باید برداری خلاف جهت و هم اندازه وارد شه

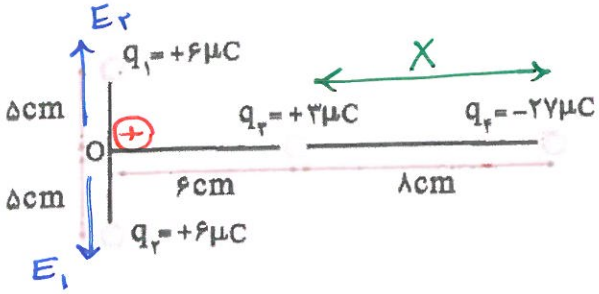
q ها جذب کردن (منفی)

برای تعادل دو بردار باید هم اندازه شوند

$$E_Q=E_q \Rightarrow \frac{kQ}{(\sqrt{۲})^۲}=\sqrt{۲}\,kq \Rightarrow Q=۲\sqrt{۲}q$$

نسبت منفی

Classwork19) ۴ بار الکتریکی مطابق شکل زیر قرار دارند. بار الکتریکی q_4 را چند سانتی متر و در کدام جهت جا به جا کنیم، تا میدان حاصل از بارها در نقطه‌ی O برابر صفر شود؟ (خ ر۸۹)



E_1 و E_2 همدیگر را خنثی می‌کنند.

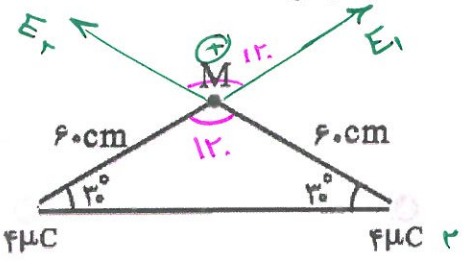
برای q_4، q_3 در نقطه O تعادل برقرار است

$$\sqrt{\frac{۲۷}{۳}} = \frac{X+۶}{۶} \Rightarrow ۱۸ = X+۶ \rightarrow X = ۱۲\,cm$$

فاصله q_4 برای تعادل

پس q_4 را باید ۴cm به سمت راست ببریم (از q_3 دور کنیم)

Classwork20) در شکل زیر، میدان الکتریکی در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن است؟ (سنجش ۸۴)

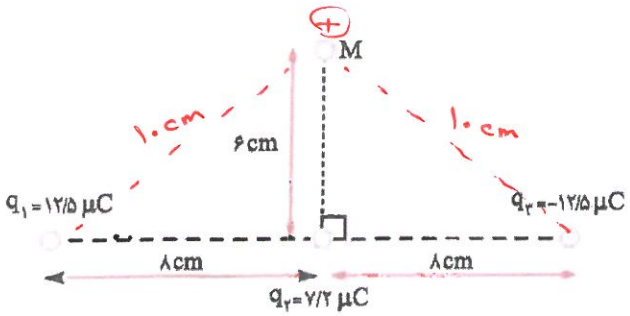


$$E_1 = E_2 = \frac{۹\times۱۰^{۹}\times ۴\times۱۰^{-۶}}{(۶۰\times۱۰^{-۴})^{۲}}$$

برای برآیند دو بردار هم‌اندازه:

$$E_T = ۲E_1 \cos\frac{۱۲۰}{۲}$$

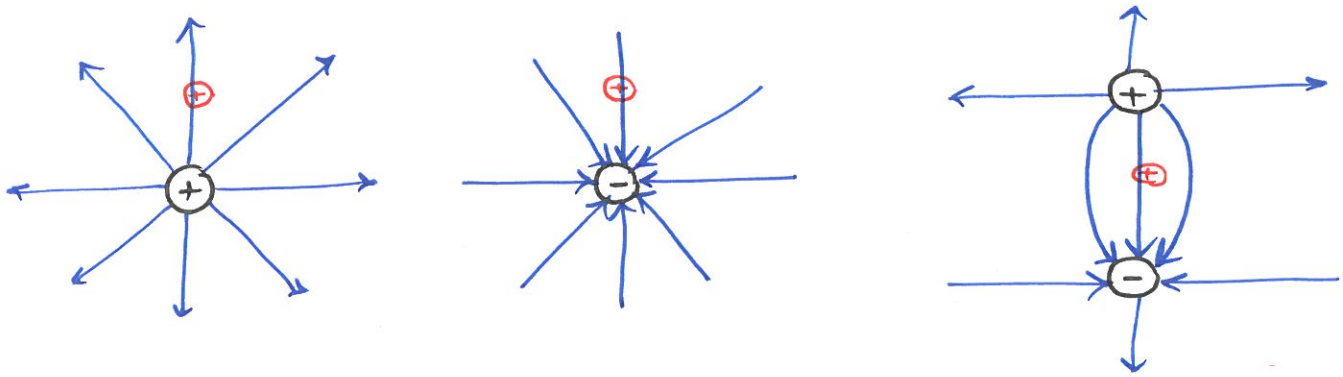
Homework4) بزرگی میدان الکتریکی در نقطه M چند است؟ (د ر۹۲)



خطوط میدان الکتریکی :

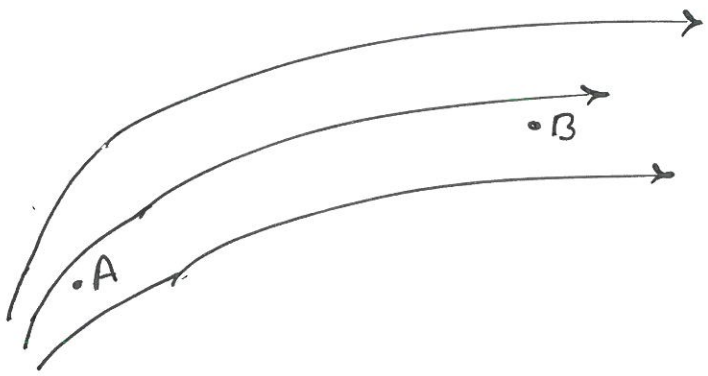
برای تجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار،از خطوط جهت داری بنام خطوط میدان استفاده می کنیم که ویژگی های زیر را دارند :

✓ خطوط میدان الکتریکی در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار آزمون مثبت واقع در آن نقطه است.



✓ میدان در هر نقطه برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می گذرد.

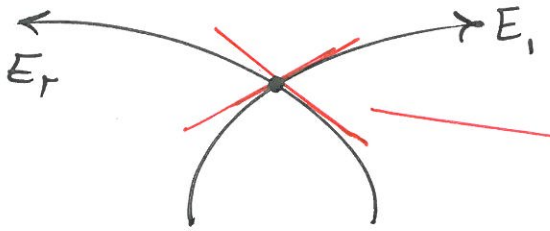
✓ در هر ناحیه که میدان قوی تر باشد ، خطوط میدان بهم نزدیک ترند.



$E_A > E_B$

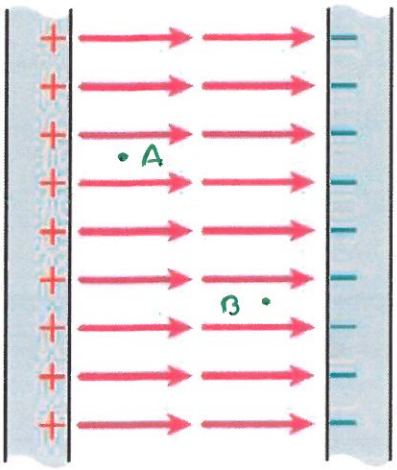
✓ خطوط میدان همدیگر را قطع نمی کنند.

قطع کنند چی میشه!!؟؟



در یک نقطه دو مماس بوجود می آید.

میدان الکتریکی یکنواخت :



- ✓ در هر نقطه داخل میدان یکنواخت،بزرگی میدان یکسان است

$$E_A = E_B$$

- ✓ در هرنقطه داخل میدان یکنواخت،جهت میدان یکسان است

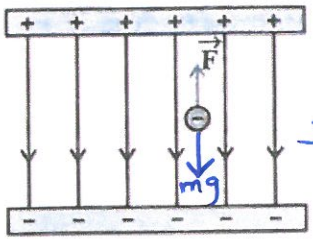
از مثبت (پتانسیل بیشتر) به منفی (پتانسیل کمتر)

- ✓ فاصله بین خطوط در میدان یکنواخت همیشه ثابت است

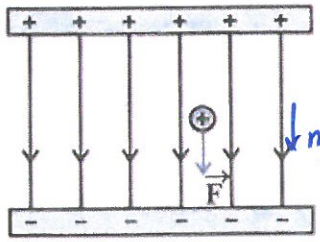
نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت :

اگر بار الکتریکی q در میدان الکتریکی E قرار گیرد، از طرف میدان بر آن نیرو وارد می شود که جهت نیرو مطابق شکل های زیر تعیین می شود :

$$F = Eq$$



بار منفی
جذب سمت مثبت

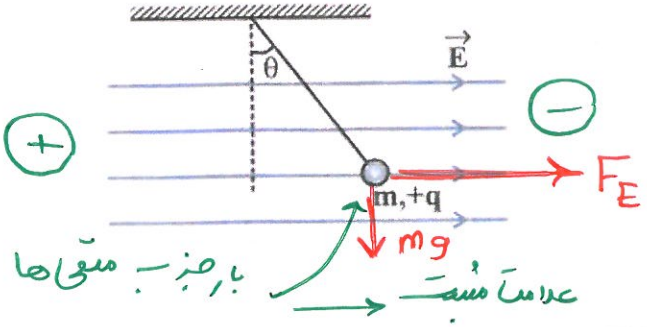


بار مثبت
جذب
سمت منفی

تعادل نفی شه

برای تعادل $F=mg$

اگر کولنگ به ما دادند



بار جذب منفی‌ها

علامت مثبت

$$\tan\theta = \frac{F_E = Eq}{mg}$$

ذره آلفا یعنی چی!!؟؟

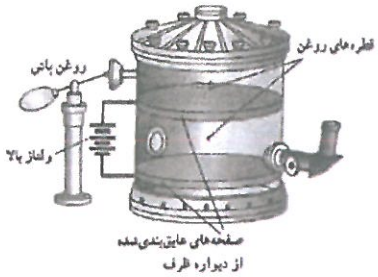
هسته هلیوم $\longleftarrow {}^{4}_{2}He \longleftarrow$ دارای (۲) الکترون و (۲) پروتون

خوب است مطالب زیر را بدانید:

انحراف در میدان

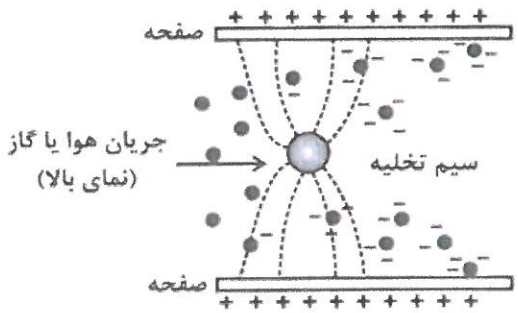
$\alpha > e$

آزمایش قطره - روغن میلیکان، با هدف نشان دادن این که بار الکتریکی با هر مقداری ظاهر نمی شود و همواره مضرب درستی از e است با استفاده از دستگاه زیر انجام شد

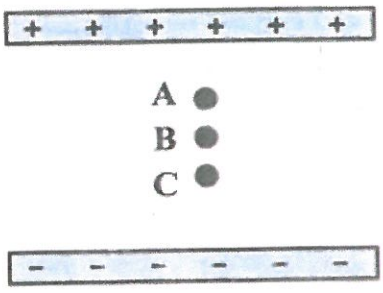


زنبورهای عسل معمولا هنگام پرواز دارای بار مثبت می شوند و وقتی به گرده، روی گل می رسند، میدان های الکتریکی آنها روی گرده بارهای مثبت و منفی به گونه‌ای القا می کند که آن سمت از گرده که سمت زنبور است دارای بار منفی شده و جذب زنبور می شود

دستگاه رسوب دهنده الکترواستاتیکی، دستگاهی است که با ایجاد میدان الکتریکی قوی، دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه ها بالا می آید جدا می سازد



Classwork1) بین دو صفحه شکل زیر، نیروی وارد بر بار کوچک q :



بار یکسان
میدان یکسان

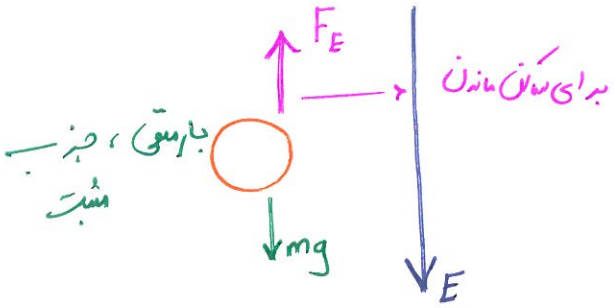
۱) در همه نقاط برابر و هم جهت است ✓

۲) اندازه آن در A و C بیشتر است

۳) در نقطه B صفر و در نقاط A و C هم اندازه و خلاف جهت است

۴) اندازش در نقاط A و C کمتر از B است.

Classwork2) بادکنکی به جرم 15gr دارای بار الکتریکی 300nC- است. اگر این بادکنک را در یک میدان الکتریکی قرار دهیم و بادکنک به حالت معلق بماند، بزرگی و جهت میدان الکتریکی چند و کدام سمت است؟



تعادل $F_E = mg \Rightarrow E = \frac{mg}{q}$

$E = \frac{15 \times 10^{-3} \times 10}{300 \times 10^{-9}}$

Classwork3) هرگاه یک پروتون و یک الکترون و یک ذره آلفا در داخل یک میدان یکنواخت قرار گیرند، به کدام یک از طرف میدان نیروی بیشتری وارد می شود؟

۱) الکترون ۲) پروتون ۳) آلفا ✓ ۴) هر سه یکسان

آلفا تعداد P و e بیشتر

Homework1) ذره ای به جرم 10gr و بار الکتریکی 5μC- در یک میدان الکتریکی یکنواخت بدون تکیه گاه به حالت سکون قرار دارد. میدان الکتریکی چند و کدام جهت است؟ (خ ر ۸۶)

نیروها رو رسم کن

Classwork4) روی ذره ای به جرم 1gr ، بار الکتریکی q قرار داده ایم. وقتی این ذره در میدان الکتریکی یکنواخت $500\frac{N}{C}$ قرار می گیرد، اندازه نیروی وارد بر آن از طرف میدان برابر با وزن آن می شود. بار q چند کولن است؟

$$F_E = mg \Rightarrow Eq = mg \Rightarrow q = \frac{1\times10^{-3}\times10}{500}$$

Classwork5) در یک نقطه از فضا به بار $-5\times10^5\mu C$ نیروی $F=-400i+300j$ وارد می شود. اندازه میدان الکتریکی در این نقطه کدام است؟ (خ ر۸۱)

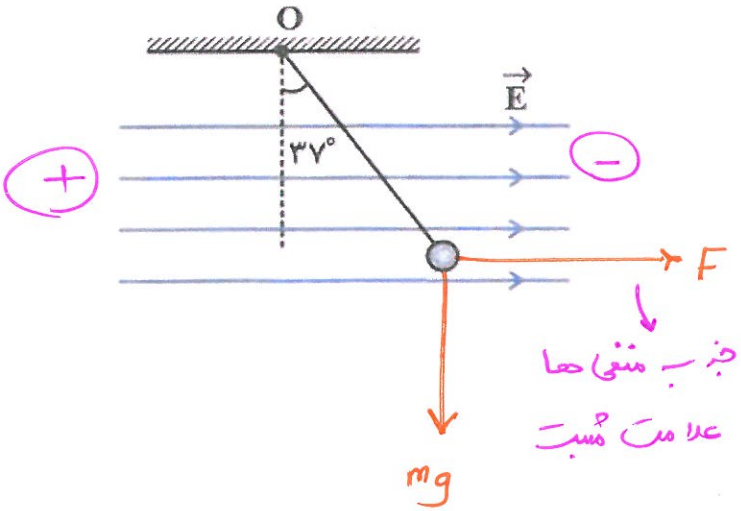
۱) ۲۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

مقدار اندازه بردار نیرو $|F| = \sqrt{400^2+300^2} = 500$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{500}{5\times10^5\times10^{-6}} = 1000\ N/C$$

Classwork6) مطابق شکل زیر، گلوله کوچک باردار به جرم 12gr توسط یک نخ سبک از نقطه O آویزان شده و در میدان یکنواخت به بزرگی $2\times10^4\frac{N}{C}$ در حال تعادل است. بار الکتریکی گلوله چند میکرو کولن است؟ (علم چی)

۱) ۸ ۲) -۸ ۳) ۴/۵ ۴) -۴/۵



جهت مثبت ها علامت مثبت

$$\tan 37 = \frac{F=Eq}{mg}$$

$$\frac{6}{8} = \frac{2\times10^4\times q}{12\times10^{-3}\times10}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی :

فرض کنید در شکل مقابل، بار q_1 بار q_2 را دفع کند. در اینصورت بار q_2 دارای انرژی جنبشی می شود(هُلش داد). طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی

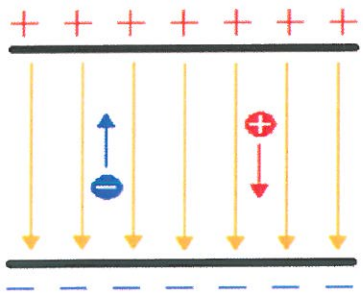
جنبشی نمی تواند خود به خود بوجود آمده باشد و ناشی از انرژی پتانسیلی است که به نیروی الکتریکی بین دو ذره وابسته است. به این انرژی، انرژی پتانسیل الکتریکی گفته می شود.

اندازه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی از رابطه زیر بدست می آید :

$\Delta U = qEd\cos\theta$ اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی [ژ]

اندازه بار — اندازه میدان — زاویه خط میدان با جابجایی — جابجایی

در فرمول علامت نمی زاریم ، درگیر cos هم نمی شیم !!! علامت از شکل های زیر :

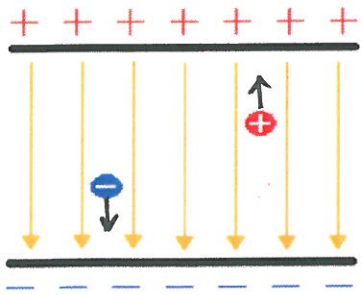


جا.منفی ← سمت مثبت

جا.مثبت ← سمت منفی

خودش میره !! زور نمی خواد ، انرژی کاهش

کاهش یعنی منفی

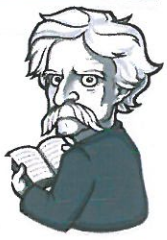


جا.منفی ← سمت منفی

جا.مثبت ← سمت مثبت

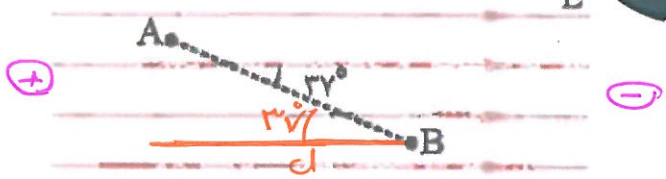
نمی تونه بره ، دفع میشه !! برای رفتن زور میخاد

انرژی افزایش ، افزایش یعنی مثبت



به d بازی های زیر توجه کن لطفا ، پس خردا کم نیاری !!!

فرض بار مثبت از A تا B

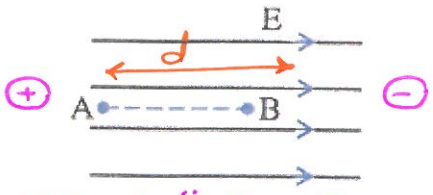


بار مثبت سمت منفی ← $-\Delta U$

$\Delta U = Eqd\cos(180 - 37)$

برای منفی شدن

فرض بار منفی از B تا A



منفی سمت منفی ← $+\Delta U$

$\Delta U = Eqd\cos 0$

برای مثبت در اومدن

$d = AB\cos\theta$ تستی

در فیزیک دهم با انرژی و کار آشنا شدیم ، می شه اونارو با این انرژی قاطی کرد :

$$W_E = -\Delta U \Rightarrow W_E = F_E d\cos\theta \xrightarrow{F_E = Eq} W_E = qEd\cos\theta$$

کار میدان

برای اصل پایستگی انرژی داشتیم :

$K = \frac{1}{2}mv^2$

قانون پایستگی انرژی $E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$\Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

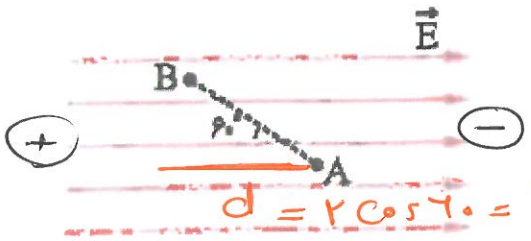
تغییرات انرژی $\Delta K + \Delta U = 0 \Rightarrow \Delta K = -\Delta U$

$(W = -\Delta U)$ کار کل انجام شده $W_t = \Delta K$ تغییرات انرژی جنبشی

Classwork1) ذره ای با بار الکتریکی مثبت q را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت E در خلاف جهت میدان و موازات خط های میدان به اندازه d جا به جا می کنیم. در اینصورت انرژی ..... بار q به اندازه Eqd ..... می یابد. (خ/۸۶)

۱) جنبشی- افزایش ۲) جنبشی کاهش ۳) پتانسیل افزایش ۴) پتانسیل کاهش

Classwork2) بار الکتریکی $+5\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $8 \times 10^5 \frac{N}{C}$ از نقطه A تا B جا به جا می کنیم. اگر AB=2m باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جا به جایی چند ژول است؟



$d = 2\cos 60 = 1\,m$

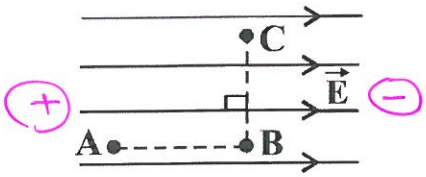
۱) -4 ۲) $+4$

۳) -8 ۴) $+8$

$\Delta U = 8\times10^{5}\times5\times10^{-6}\times1 = +4$ تست با مثبت، سمت مثبت $\leftarrow +\Delta U$

$\Delta U = Eqd\cos\theta = 8\times10^{5}\times5\times10^{-6}\times2\times\cos(60)$

Classwork3) در شکل زیر، اندازه میدان الکتریکی برابر با $10^5 \frac{N}{C}$ است. اگر AB=3cm و BC=4cm باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار $+5\mu c$ در جا به جایی از A تا C چند است؟



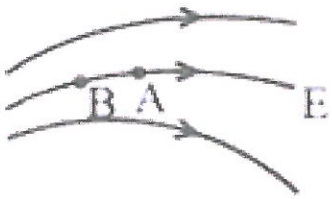
$\Delta U_{BC} = 0 \leftarrow \cos 90 = 0$ عمود بر خطوط میدان BC

$\Delta U_{AB} = -10^{5}\times5\times10^{-6}\times3\times10^{-2}$

↑

با مثبت، سمت منفی

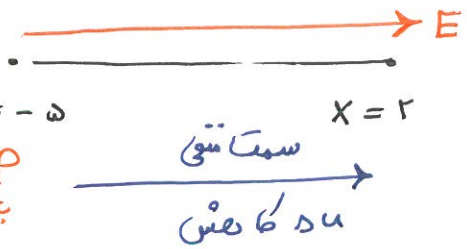
Homework1) اگر در میدان الکتریکی شکل زیر، بار آزمون مثبت از A تا B جا به جا شود، انرژی پتانسیل آن .....



۱) افزایش ۲) کاهش

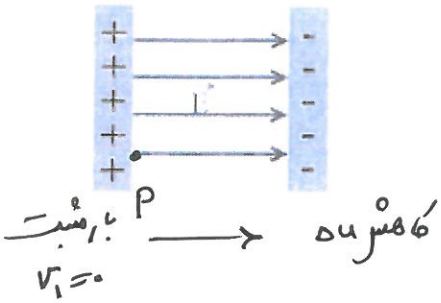
۳) ثابت ۴) صفر

Classwork4) در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $3 \times 10^3 \frac{N}{C}$ که در جهت محور x است، پروتونی از مکان x=-5cm و از حال سکون رها می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن وقتی به مکان x=2cm می‌رسد چند ژول است؟ (قلم چی)



$$\Delta U = -3\times10^{3}\times1.6\times10^{-19}\times7\times10^{-2}$$

Classwork5) مطابق شکل، دو صفحه رسانا با بارهای هم اندازه و ناهم نام در فاصله 5cm از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی یکنواخت E به بزرگی $10^3 \frac{N}{C}$ بین دو صفحه ایجاد شده است. اگر پروتونی را از کنار صفحه مثبت رها کنیم، سرعت آن هنگامی که به بار منفی می‌رسد چند متر بر ثانیه است؟ (جرم پروتون $2 \times 10^{-27} kg$) (قلم چی)



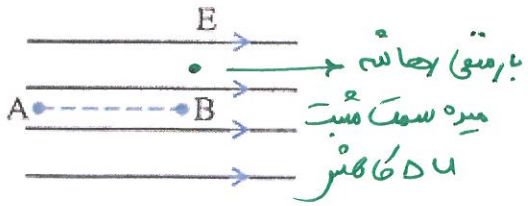
$$\Delta U = -10^{3}\times1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-2}$$

$$W = -\Delta U$$

$$W = \Delta K = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

$$8\times10^{-18} = \frac{1}{2}\times2\times10^{-27}(V_2^2 - 0)$$

Classwork6) در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $10^5 \frac{N}{C}$ ذره ای با بار الکتریکی -5μC در نقطه B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، 20cm جا به جا شده و به نقطه A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (خ ر۹۴)



$$\Delta U = -10^{5}\times5\times10^{-6}\times20\times10^{-2}$$

$$W = -\Delta U$$

$$W = \Delta K = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

$$0.1 = \frac{1}{2}\times m (V_2^2 - 0)$$

مهم نیست

مستقیم k درخواست ←

$k = 0.1$ ژ

اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ):

نسبت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به بار الکتریکی ذره را اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه ای که ذره میان آنها جا به جا شده است می گوییم.

پتانسیل مبدأ

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

اختلاف پتانسیل الکتریکی (اختلاف ولتاژ) — تغییرات انرژی پتانسیل — اندازه بار

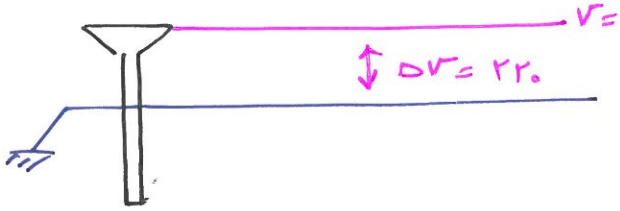
در این رابطه علامت q را می گذاریم. علامت ΔU را قبلا بلدیم.

واحد: $1\ V = 1\ J/C$ ولت

پتانسیل الکتریکی یک کمیت نرده ای ... است و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه مستقل از اندازه بار ... است.

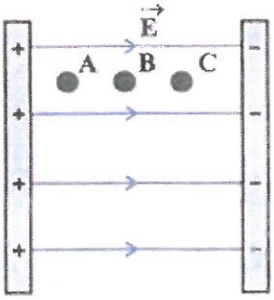
مبدا پتانسیل الکتریکی: زمین بعنوان مبدأ پتانسیل با $V=0$ انتخاب می شود. تیربرق

علامت مداری زمین

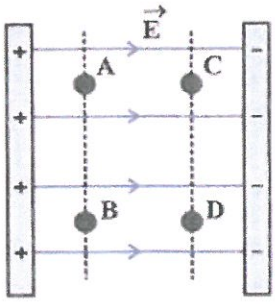


کمترین پتانسیل بعنوان مبدأ

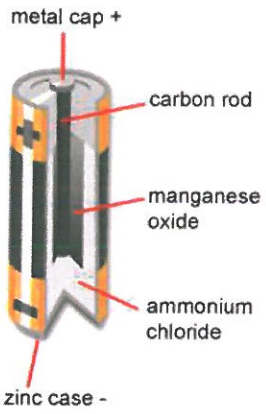
در میدان الکتریکی یکنواخت، منطقه نزدیک به سمت مثبت میدان همیشه پتانسیل (ولتاژ) بیشتری از سمت منفی میدان دارد.



$V_A > V_B > V_C$



$V_A = V_B > V_C = V_D$



هر باتری دو سمت دارد که یکی مثبت و دیگری منفی است.

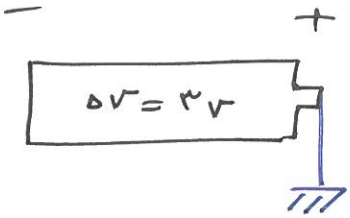
وقتی می گوییم باتری خودرو ۱۲ ولت است، یعنی:

$$\Delta V = V_+ - V_- = 12$$

ولتاژ باتری

بنابراین پتانسیل پایانه مثبت به اندازه ۱۲ ولت از پتانسیل پایانه منفی بیشتر است.

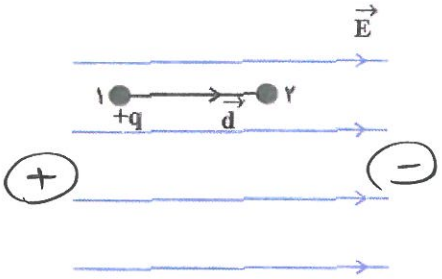
اگر یکی از پایه ها را به زمین بزنیم چی میشه!!؟؟



$V_+ - V_- = ۳ \rightarrow V_- = -۳$

علامت اختلاف پتانسیل الکتریکی در داخل میدان :

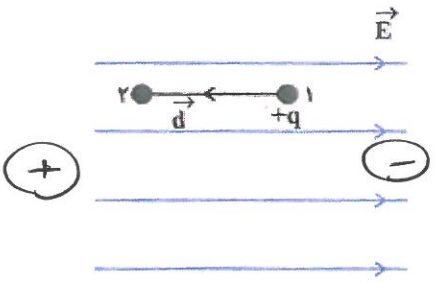
مستقل از علامت q



اگر به سمت ⊕، خلاف جهت میدان برویم

اختلاف ولتاژ افزایش

افزایش یعنی مثبت



اگر به سمت ⊖، جهت میدان برویم

اختلاف ولتاژ کاهش

کاهش یعنی منفی

برای هر دو حالت اندازه اختلاف پتانسیل الکتریکی از رابطه زیر پیروی می کند :

$$\Delta V = Ed \implies E = \frac{|\Delta V|}{d}$$

Classwork1) پتانسیل الکتریکی در هر نقطه عبارت است از: (ر ۷۸)

۱) انرژی لازم برای جا به جایی ۱۲ کیلوگرم از هر جسم تا ارتفاع ۱ متری

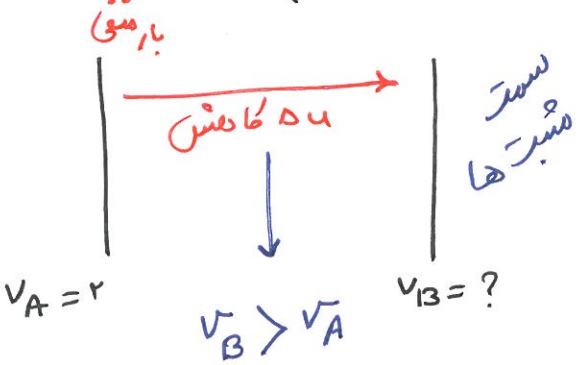
۲) نیروی وارد بر واحد بار مثبت در آن نقطه تعریف میدان الکتریکی

۳) کار لازم برای جا به جایی یک کولن بار در فاصله ۱ متر

۴) کار لازم برای انتقال واحد بار مثبت از مبدا پتانسیل به آن نقطه تعریف پتانسیل الکتریکی

Classwork2) بار الکتریکی $-5mC$ از نقطه A به پتانسیل الکتریکی $2V$ به نقطه B منتقل می شود. اگر در این جا به جایی کار نیروی میدان الکتریکی $5mJ$ باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ (ر ت ۹۰)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۱۰ ۴) ۳۰



$W = +۵\ mj$

$\Delta U = -۵\ mj$

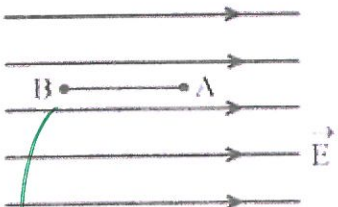
$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۵\ mj}{-۵\ mC} = ۱V$

$V_B - V_A = ۱ \Rightarrow V_B = ۳V$

Classwork3) بار الکتریکی $q = -4\mu C$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5 \frac{V}{m}$ رها می شود. در جا به جایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار، 8mJ افزایش می یابد. $V_B - V_A$ چند کیلوولت است؟ (ر ۸۹)

۱) ۲ ۲) -۲

۳) ۲۰۰ ۴) -۲۰۰



$\Delta K = +۸\ mj = W$

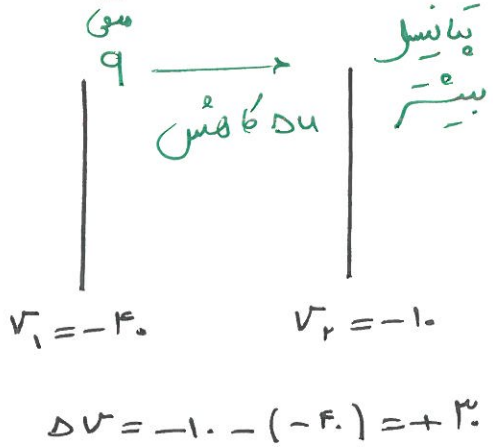
$\Delta U = -۸\ mj$

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۸\ mj}{-۴\mu C} = ۲۰۰۰ = ۲kV$

$V_B - V_A = +۲kV$

Homework1) درون یک میدان الکتریکی یکنواخت بار الکتریکی $q = +2\mu C$ از نقطه A تا B جا به جا می شود. اگر کار نیروی الکتریکی در این انتقال برابر با $+5 \times 10^{-5} j$ باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q و $V_B - V_A$ چند است؟ (در ۹۶)

Classwork4) بار الکتریکی $q = -2\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2 = -10V$ جا به جا می شود. انرژی پتانسیل بار چند ژول و چگونه تغییر می کند؟ (در ۸۷)



$$\Delta V = -10 - (-40) = +30$$

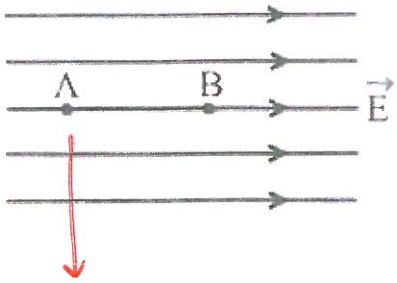
$$\Delta U = \Delta V q = -30 \times 2 \times 10^{-6}$$

کاهش می یابد

Homework2) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه ۵۰۰ ولت است. با صرف چند ژول انرژی، بار الکتریکی ۰/۸ میکروکولنی بین این دو نقطه جابجا می شود؟ (در ۸۶)

ΔU را می خواد

Classwork5) در شکل زیر، میدان الکتریکی ۳۰۰۰ نیوتون بر کولن و فاصله AB برابر با 2cm است. $V_A - V_B$ چند ولت است؟ (در ۸۱)



۱) -۶۰۰۰ ۲) ۶۰۰۰

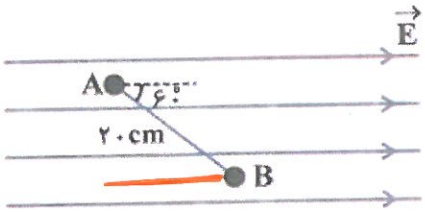
۳) -۶۰ ۴) ۶۰

$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \Delta V = E.d = ۳۰۰۰ \times ۲\times ۱۰^{-۲} = ۶۰$

A به مثبت نزدیک‌تر

$V_A - V_B =$ مثبت

Classwork6) مطابق شکل زیر، میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^3 \frac{N}{C}$ مفروض می‌باشد. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B در فاصله 20cm از هم چند ولت است؟



$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{Eqd\cos\theta}{q} = Ed\cos\theta$

$\Delta V = ۱۰^{۳} \times ۲۰\times ۱۰^{-۲} \times \cos ۶۰$

Classwork7) بین دو صفحه موازی که به فاصله 2cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی 500V ایجاد کرده ایم. اگر یک ذره آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد؟ (در ۹۵)

نیروی داخل میدان $F = Eq$

$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{۵۰۰}{۲\times ۱۰^{-۲}} = ۲۵\times ۱۰^{۳}$

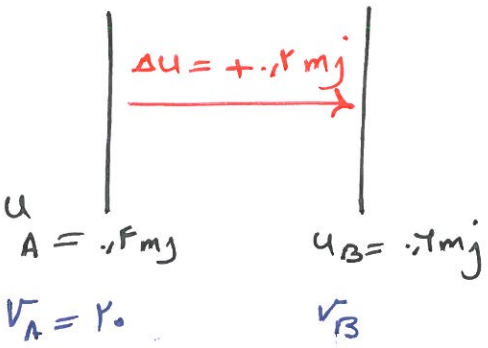
آلفا: ۲ پروتون، ۲ الکترون — $_{۲}^{۴}He$

$F = ۲۵\times ۱۰^{۳}\left(۲\times ۱.۶\times ۱۰^{-۱۹}\right)$

Homework3) اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه های باتری خودرویی برابر 12V می باشد. اگر در مدت 20s بار الکتریکی -30C از پایانه منفی به پایانه مثبت باتری جاری شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول و چگونه تغییر می کند؟

Classwork8) در یک میدان الکتریکی، بار $q = -2\mu C$ از نقطه A تا B جا به جا می شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقاط A و B به ترتیب 0.4mJ و 0.6mJ و پتانسیل نقطه A برابر 20V باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ (خ ت ۹۳)

۱) ۸۰ ۲) -۸۰ ۳) -۱۲۰ ۴) ۱۲۰



با q منفی بسمت منفی ها ، ΔU افزایش ⇐ پس $V_B < V_A$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{+0.2\times10^{-3}}{-2\times10^{-6}} = -100$$

$$V_B - V_A = -100 \Rightarrow V_B = -80 \text{ ولت}$$

Classwork9) در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره باردار به جرم 0.1gr از نقطه ای به پتانسیل الکتریکی +100V از حال سکون به حرکت در می آید و با سرعت $10\frac{m}{s}$ به نقطه دیگری به پتانسیل الکتریکی -100V می رسد. اگر در این مسیر نیروی موثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکرو کولن است؟ (خ ر ۹۵)

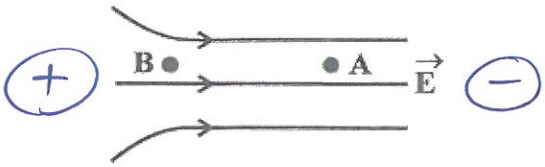
۱) ۲/۵ ۲) ۴ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

$\Delta V = 200$ ولت

$$\Delta k = \frac{1}{2}\times0.1\times10^{-3}\left(10^2 - 0\right) = W = -\Delta U$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \longrightarrow$$ بدست میاد

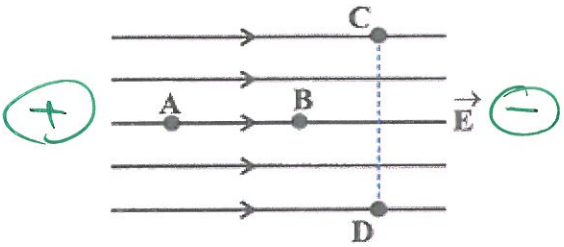
(Classwork10) میدان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل را در شکل های زیر مقایسه کنید.



$E_A > E_B$ تراکم خطوط

$V_B > V_A$ نزدیکی به سمت مثبت

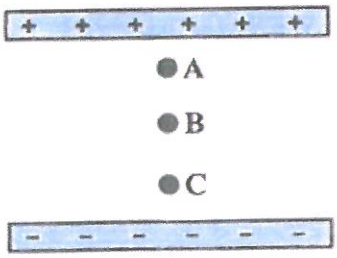
انرژی پتانسیل کاهش



$E_A = E_B = E_C = E_D$ میدان یکنواخت

$V_A > V_B > V_C = V_D$

انرژی پتانسیل افزایش



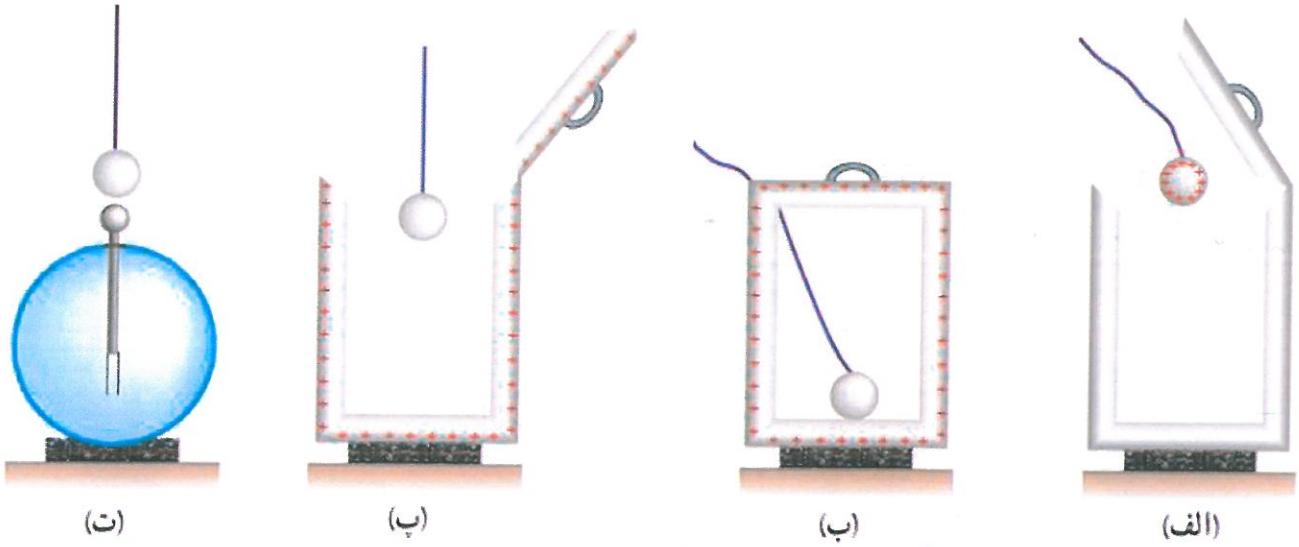
$E_A = E_B = E_C$

$V_A > V_B > V_C$

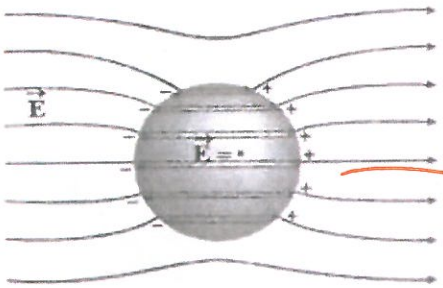
توزیع بار الکتریکی در رساناها :

در اجسام رسانا، بار الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا پخش می شود.

برای مثال در قابلمه بار بر روی سطح خارجی آن پخش می شود و داخل قابلمه باری نداریم.



⚠ خودگوی بعد برخورد، بارش از دست رفت



در شکل مقابل، میدان الکتریکی خارجی باعث جدا شدن بارهای مثبت و منفی در وجه کره رسانا شده است. به طوریکه میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می کند.(در داخل هیچ میدانی نیست)

داخل کره رسانا
میدان صفر

میدان درون رسانایی که در تعادل الکترواستاتیکی است، صفر است. یعنی:

$$W_E = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow \Delta V = 0$$

«بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی داخل رسانا صفر بوده و همه نقاط داخل رسانا پتانسیل یکسانی دارند»

چگالی سطحی بار الکتریکی :

برای مقایسه تراکم بار الکتریکی در بخش های مختلف سطح یک جسم از کمیتی بنام چگالی سطحی بار الکتریکی استفاده می کنیم.

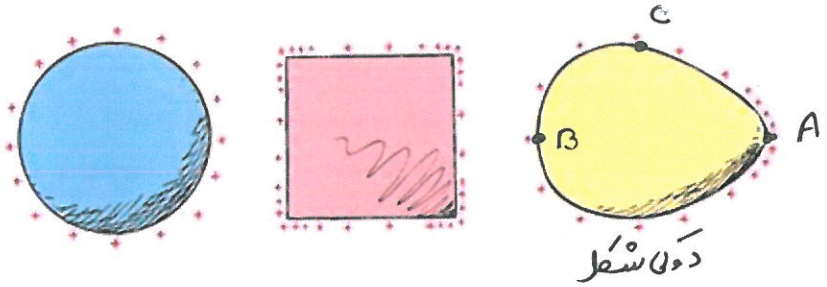
$$\sigma = \frac{q}{A}$$

سطحی — چگالی سطحی بار الکتریکی

q : مقدار بار $[C]$

A : مساحت پخش شده $[m^2]$

این رابطه نشان می دهد که در جسمی با سطح نا متقارن، بار الکتریکی در نقاط با سطح کم(نوک تیز) بیشتر است.



دو رسانای کروی

$q_A > q_B > q_C$

$E_A > E_B > E_C$

$F_A > F_B > F_C$

پتانسیل رسانا هم جا یکسان $V_A = V_B = V_C$

بار بیشتر ← چگالی بیشتر ← میدان قوی تر

برای مقایسه چگالی سطحی بار می توان نوشت :

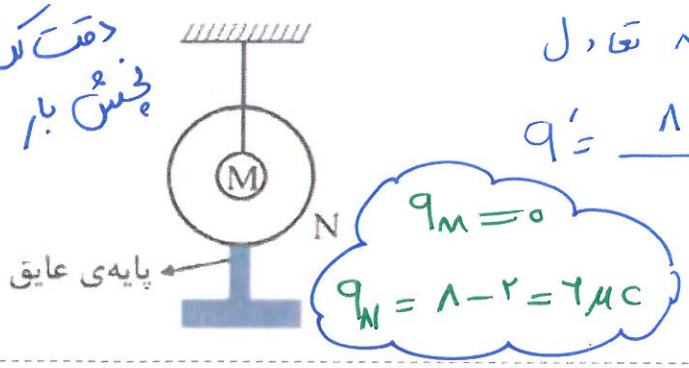
$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\text{for circle}} \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

شعاع کره ها

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

قطر نیز

Classwork1) مطابق شکل، در داخل پوسته فلزی کروی شکل N با بار الکتریکی $-2\mu C$ ، کره رسانای باردار M با بار الکتریکی $+8\mu C$ توسط نخ عایقی آویزان شده است. اگر کره M را با پوسته کروی N تماس دهیم، بار الکتریکی کره M و بار پوسته کروی N چند خواهد شد؟ (قلم چی)



دقت کن فقط با پوسته N برخورد می‌کند

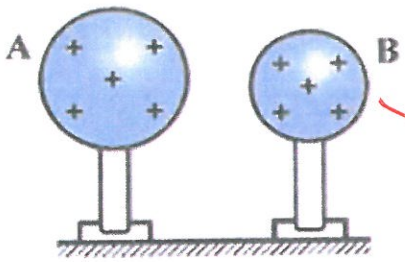
برخورد M و N تعادل

$q' = \frac{8-2}{2} = 3\mu C$

این برای حالتی است که دوتا را جدا کنیم

⚠ اینجا هم بار میره روی پوسته N

Classwork2) دو کره رسانای باردار A و B مطابق شکل روی پایه‌های عایق قرار دارند و $q_A = q_B$ و $r_A > r_B$ است. اگر این دو کره را با هم تماس دهیم: (خ ر ۸۴)



پتانسیل بیشتر ⟸ شعاع کمتر

بعد از برخورد الکترون (بار منفی) از پتانسیل کمتر A بسمت پتانسیل بیشتر B می‌رود

Classwork3) چگالی سطحی بار الکتریکی کره ای فلزی به قطر یک متر، $5\frac{\mu C}{m^2}$ است. بار الکتریکی موجود در سطح کره چند میکروکولن است؟ (خ ر ۸۹)

مساحت کره $A = 4\pi r^2 = 4\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi d^2 = \pi$

$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow q = \sigma A = 5 \times \pi = 5\pi\ \mu C$

Classwork4) دو کره رسانای A و B به شعاع‌های $r_B = 2r_A$ و r_A و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = 2\sigma_A$ دارای بار الکتریکی مثبت اند چند درصد از بار کره بزرگتر به کره کوچکتر منتقل شود تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آنها شود؟ (د ر ۹۳)

$\frac{26A}{6A} = \frac{q_B}{q_A} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \Rightarrow q_A = \frac{1}{8} q_B$

حالت نهایی: $\frac{Q'_B}{Q'_A} = \frac{2r_A}{r_A} = 2 \Rightarrow Q'_A = \frac{1}{2} Q'_B$

پایستگی: $q_A + q_B = Q'_A + Q'_B \Rightarrow \frac{1}{8} q_B + q_B = \frac{1}{2} Q'_B + Q'_B \Rightarrow Q'_B = \frac{3}{4} q_B$

$\Delta q_B = -\frac{1}{4} \Rightarrow$ بود A و B از کره ۲۵٪ از

Homework1) شعاع یک کره فلزی 2cm و چگالی سطحی بار الکتریکی آن $+3\frac{\mu C}{cm^2}$ است. اگر 72μC به بار این کره اضافه شود، چگالی سطحی بار کره چند درصد افزایش می یابد؟ $(\pi = 3)$

Classwork5) یک کره رسانا به شعاع 10cm روی پایه عایقی قرار دارد. چگالی سطحی بار کره $160\frac{\mu C}{m^2}$ است. اگر کره را با یک سیم به زمین اتصال دهیم، چند الکترون از زمین به کره منتقل می شود؟ $(\pi = 3)$ (رد ت ۹۲)

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow 160 \times 10^{-6} = \frac{q}{4 \times 3 \times (10 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow q = 1/6 \times 10^{-6} \times 12\ C$$

$$q = ne \Rightarrow 1/6 \times 12 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 1/2 \times 10^{14}$$

Homework2) قطر کره فلزی A که دارای بار الکتریکی q است، 20cm و قطر کره فلزی B که دارای بار الکتریکی 2q است، 40cm می باشد. چگالی سطحی بار کره A چند برابر B است؟ (قلم چی)

Classwork6) ۲۷ عدد مکعب فلزی مشابه با بار الکتریکی برابر را ذوب کرده و با استفاده از آنها یک مکعب بزرگتر می سازیم. اگر مکعب ها با محیط اطراف بار مبادله نکنند، چگالی سطحی بار الکتریکی بزرگ چند برابر هر مکعب کوچک است؟ (قلم چی)

$$Q' = 27Q$$

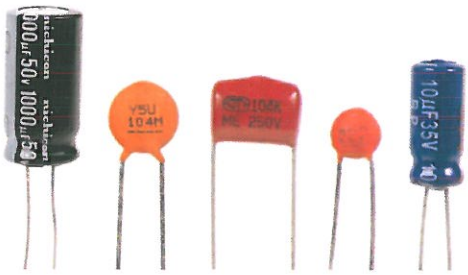
$$A' = 9A$$

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{27Q}{Q} \times \frac{A}{9A} = 3$$

۳ برابر

۲۷ مکعب ← 3×3 هر وجه

خازن :

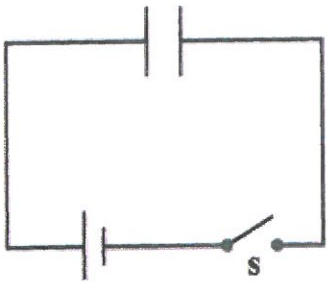


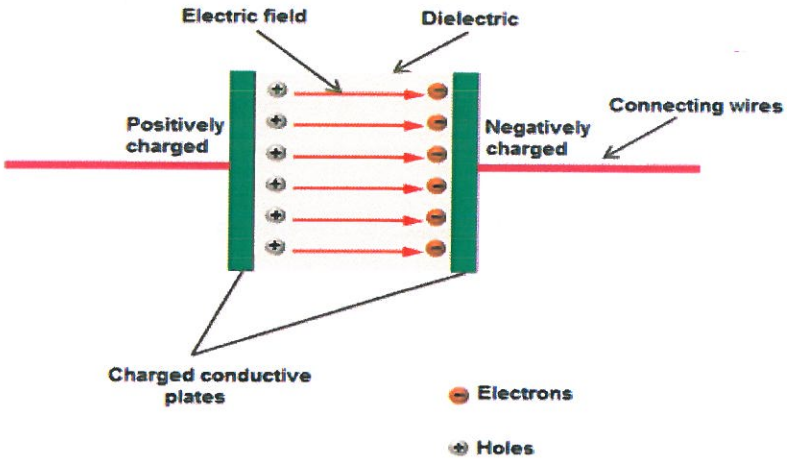
خازن وسیله ای است که بار الکتریکی و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می کند.

خازن ها برای استفاده در مواقع لازم ابتدا باید شارژ شوند و در موقع استفاده از آنها تخلیه الکتریکی یا اصطلاحا دشارژ می شوند.

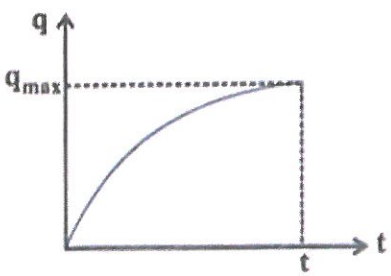
❖ شارژ خازن

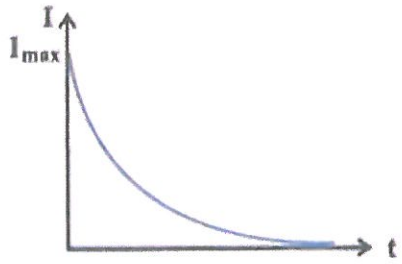
خازنی متصل به یک باتری را در نظر بگیرید. با وصل کردن کلید، به واسطه میدان ایجاد شده در خازن بوسیله باتری، صفحات خازن دارای پتانسیل های مثبت و منفی می شوند که سبب شارش بار الکتریکی در داخل خازن می شود.

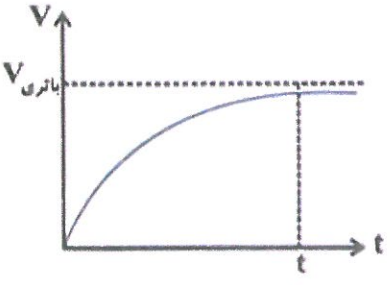




این شارش بار تا زمانی ادامه پیدا می کند تا اختلاف پتانسیل دو سر خازن با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر شود. که در این حالت می گوییم خازن شارژ شده است.

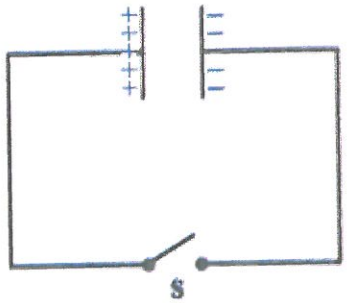




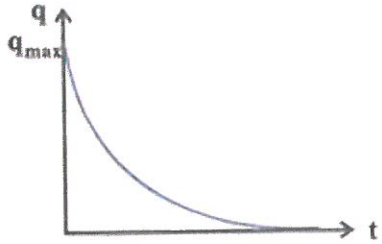


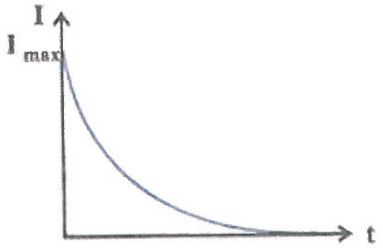
ثابت زمانی خازن

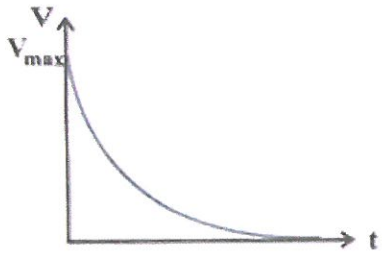
❖ دشارژ خازن



خازنی را مطابق شکل مقابل در نظر بگیرید که دو سمت آن بعد از وصل کلید بهم متصل می شوند. در این حالت با جا به جایی بارهای منفی از صفحه منفی به صفحه مثبت، میدان الکتریکی بین صفحات خازن کاهش می یابد تا جایی که صفر شود. در اینصورت خازن تخلیه و هر یک از صفحات آن بدون بار می شود.







دو طرف، هر عنصری را بهم بزنیم، می سوزد ← سیم می شود.

ظرفیت خازن :

ظرفیت خازن وابسته به ساختار فیزیکی آن است که از رابطه زیر بدست می آید :

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

ضریب دی الکتریک

مساحت صفحات m^2

فاصله صفحات m

ضریب گذردهی الکتریکی در خلا

واحد ظرفیت خازن چیست !؟

واحد ظرفیت خازن، فاراد F است.

یک فاراد ظرفیت خازنی است که اگر بین صفحات آن اختلاف پتانسیل یک ولت ایجاد شود، بار ذخیره شده در خازن برابر یک کولن می شود.

ظرفیت با دی الکتریک و مساحت رابطه مستقیم
با فاصله صفحات رابطه عکس دارد.

$PF \longrightarrow 10^{-12}\ F$

$\mu F \longrightarrow 10^{-6}\ F$

$fF \longrightarrow 10^{-15}\ F$

در آزمایش تجربی نیز مشاهده شده است که با افزایش اختلاف پتانسیل صفحات خازن ، بار خازن نیز زیاد می شود.
بنابراین نسبت $\frac{q}{\Delta V}$ همواره مقدار ثابتی است که ظرفیت خازن را نشان می دهد :

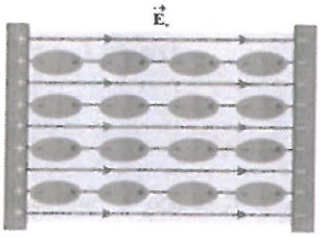
$$V = \frac{q}{C} \qquad q = CV$$

$$C = \frac{q}{V} \longrightarrow \text{بار الکتریکی}$$
$$\longrightarrow \text{ولتاژ}$$

$$\frac{C}{V} = F$$

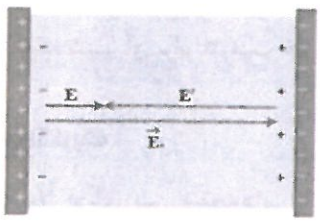
با دستکاری بار خازن و ولتاژ خازن ، ظرفیت آن تغییر نمی کند.
ظرفیت خازن فقط با تغییر ساختار آن تغییر می کند.
تولید کننده بار الکتریکی ، اختلاف ولتاژ است. پس با افزایش ولتاژ ، بار الکتریکی افزایش می یابد.
تولید کننده بار الکتریکی ، اختلاف ولتاژ است.

دی الکتریک برای خازن چکاری انجام می دهد !!؟؟
میدان داخل خازن را کاهش می دهد



$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

باعث کاهش اختلاف ولتاژ می شود.



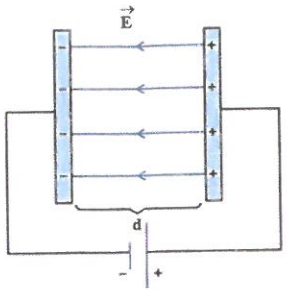
$$C = \frac{q}{V}$$

ظرفیت خازن افزایش می یابد.

خازن متصل به باتری ، اختلاف پتانسیل اش ثابت است.
خازن پر شده و جدا از باتری ، بار الکتریکی اش ثابت است.
⇐ تکوار

www.konkuru.ir

میدان الکتریکی خازن :



$$E=\frac{V}{d} \xrightarrow{V=\frac{q}{C}} E=\frac{q}{Cd} \xrightarrow{C=k\varepsilon_0\frac{A}{d}} E=\frac{q}{\frac{k\varepsilon_0 A}{d}\times d} \Rightarrow E=\frac{q}{k\varepsilon_0 A}$$

میدان با چگالی سطحی بار الکتریکی رابطه مستقیم $E=\frac{1}{k\varepsilon_0}\sigma$

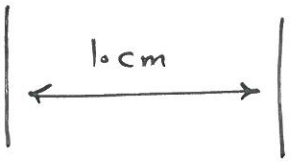
فرو ریزش الکتریکی :

هر دی الکتریک خازن بیشینه میدان قابل تحملی دارد که در صورت افزایش میدان از آن حد، دو سمت خازن به یکدیگر متصل شده و خازن می سوزد.

این مقدار بیشینه میدان الکتریکی را که دی الکتریک می تواند بدون فروریزش تحمل کند، قدرت دی الکتریک می گوییم و بر حسب $\frac{kV}{mm}$ یا $\frac{kV}{cm}$ بیان می شود.

قدرت دی الکتریک خازن مقابل چند است؟

قدرت دی الکتریک مبنا $400\ \frac{kV}{cm}$



$400 \longrightarrow 1cm$

$? \longrightarrow 10cm \Rightarrow 4000\ \frac{kV}{cm}$

پتانسیل فرو ریزش :

مقدار بیشینه اختلاف پتانسیل الکتریکی که دی الکتریک می تواند بدون فروریزش تحمل کند را پتانسیل فروریزش می گوییم.

(ولتاژ مجرای)

کمترین ظرفیت خازن ⟵ بیشترین ولتاژ قابل تحمل

ولتاژ مجرای ۱۲ ولت ؟ $12=7$

برای کمترین خازن

ولتاژ و ظرفیت رابطه عکس

ولتاژ مجرای ۱۲

$C_1=4F \qquad C_2=12F$

$+\ V_1\ - \qquad +\ V_2\ -$ ⟵ ولتاژ ۳

www.konkuru.ir

Classwork1) اختلاف پتانسیل بین دو صفحه یک خازن تخت را از ۴۸ به ۳۲ ولت کاهش می دهیم. اگر با این کار ۱۲ میکروکولن از بار الکتریکی ذخیره شده در خازن کم شود، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ (قلم چی)

$|\Delta V| = ۴۸ - ۳۲ = ۱۶$

$|\Delta q| = ۱۲\mu C$

$C = \frac{q}{V} = \frac{۱۲}{۱۶} = \frac{۳}{۴}\mu C$

Classwork2) خازن تختی را به مولدی وصل کرده و پس از پر شدن از آن جدا می کنیم و فاصله بین صفحات آنرا نصف می کنیم. در اینصورت بار الکتریکی و ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می کند؟ (قلم چی)

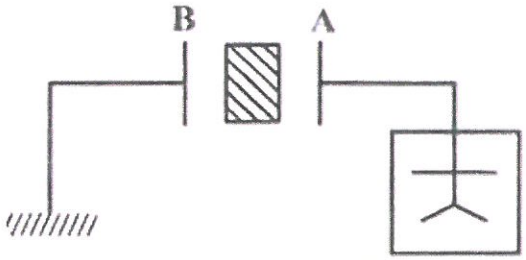
q ثابت

$C = k\varepsilon \frac{A}{d}$ → نصف → دوبرابر

$C = \frac{q}{V}$ → دوبرابر → نصف

Homework1) خازنی را توسط باتری پر کرده و بعد از جدا کردن از باتری، دی الکتریکی بین صفحات آن قرار می دهیم. در اینصورت میدان الکتریکی بین صفحات خازن .....

Classwork3) دو صفحه فلزی A و B مطابق شکل به موازات یکدیگر و میان آنها تیغه ای شیشه ای قرار دارد. صفحه A به کمک یک الکتروسکوپ و صفحه B به زمین متصل است و در این حالت صفحات الکتروسکوپ از یکدیگر فاصله دارند. حال اگر تیغه شیشه ای را به آرامی از میان صفحات خازن ایجاد شده خارج کنیم .....



۱) صفحات الکتروسکوپ جا به جا نمی شوند.

۲) صفحات الکتروسکوپ از هم دور می شوند.

۳) صفحات الکتروسکوپ ابتدا از هم دور و سپس بهم نزدیک می شوند.

۴) صفحات الکتروسکوپ بهم نزدیک می شوند.

(ی) الکتریک بیرون بکشیم، ظرفیت خازن کاهش می یابد.

بار خازن کاهش می یابد

پایستگی بار

بار خازن میره ← الکتروسکوپ

صفحه ها دور می شن

Classwork4) خازن تختی با عایقی به ضریب دی الکتریک 2 و ظرفیت $4 \times 10^{-2}\mu F$ ، به اختلاف پتانسیل 200V وصل است. اگر در این وضعیت عایق از بین صفحات خازن خارج شود، ظرفیت و بار خازن چگونه تغییر می کند؟ (خ/۸۴)

ضریب دی الکتریک برداری ← ظرفیت نصف

C جدید $= ۲\times۱۰^{-۲}\mu F$

V ثابت

بار نصف

q قدیم $= ۴\times۱۰^{-۲}\times ۲۰۰$

q جدید $= ۲\times۱۰^{-۲}\times ۲۰۰$

نصف شد

Classwork5) ظرفیت خازن تختی که عایق بین صفحات آن هواست، برابر با C_0 می باشد. فاصله صفحات خازن را به اندازه ۲۵ درصد فاصله اولیه کاهش می دهیم و بین آنها را با دی الکتریکی با ثابت K بطور کامل پر می کنیم. اگر ظرفیت خازن جدید $4C_0$ گردد، K کدام است؟ (علم چی)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ✓ ۴) ۴

$d_۲ = d_۱ - \frac{۲۵}{۱۰۰} d_۱ = \frac{۷۵}{۱۰۰} d_۱ = \frac{۳}{۴} d_۱$

ظرفیت $\frac{۴}{۳}$ برابر

$\frac{۴}{۳} \times k = ۴ \rightarrow k = ۳$

Classwork6) فاصله بین دو صفحه رسانای خازن تختی برابر 2mm و ظرفیت آن 5μF است. اگر بار ذخیره شده در این خازن 20μC باشد، اندازه میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه خازن چند ولت بر متر است؟

$C = \frac{q}{V} \rightarrow V = \frac{q}{C} = \frac{۲۰\times۱۰^{-۶}}{۵\times۱۰^{-۶}} = ۴$ ولت

$E = \frac{V}{d} = \frac{۴}{۲\times۱۰^{-۳}} = ۲\times۱۰^{۳} \frac{V}{m}$

Homework2) اندازه میدان خازنی با دی الکتریک هوا برابر ۶۰۰ است. با جدا شدن خازن از باتری و پر کردن آن با دی الکتریک به ضریب K ، بزرگی میدان حاصل از صفحات آن ۴۰۰ می شود. K چند است؟ (علم چی)

Classwork7) فضای بین دو صفحه خازنی هریک به مساحت $400cm^2$ را با عایق به قدرت دی الکتریک $150\frac{kV}{mm}$ با ضخامت $0.2mm$ پر می کنیم. پتانسیل ضرو رینژ الکتریکی خازن چند است؟

$V = E.d = 150\frac{kV}{mm} \times \frac{2}{10}mm = 30\,kV$

پتانسیل ضرو رینژ

$\frac{V}{m}$ میدان

قدرت دی الکتریک

Classwork8) حداکثر اختلاف پتانسیل که می توان به دو سر یک خازن تخت اعمال کرد که فاصله بین صفحات آن بطور کامل با یک دی الکتریک با ضخامت 1.2mm پر شده است تا ضرو رینژ الکتریکی رخ ندهد برابر با 3000V است. بیشینه بار الکتریکی ذخیره شده در خازن تختی به ظرفیت $40\mu F$ که از همان جنس دی الکتریک اما با ضخامت 4.8mm پر شده است، چند کولن باشد تا دی الکتریک نسوزد؟ (علم چی)

ضرو رینژ

$V = E.d \Rightarrow E = \frac{V}{d} = \frac{3000}{1.2} = 2500\frac{V}{mm}$

$q = CV = CE.d = 40\times10^{-6} \times 2500 \times 4.8 = 0.48\,C$

انرژی خازن :

هر کدام از کمیت ها را دارند یا اونا برو

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

مساحت زیر نمودار V-q برای خازن، برابر انرژی ذخیره شده است.

برای مقایسه انرژی خازن می توان نوشت :

خازن متصل به باتری :

ولتاژ ثابت

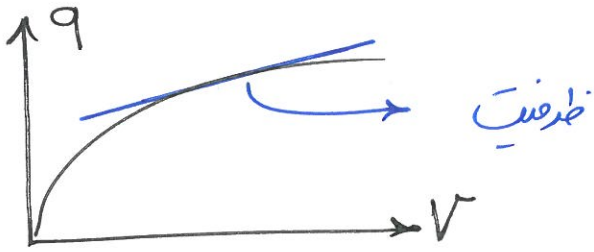
$$U = \frac{1}{2}CV^2 \longrightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$$

خازن جدا از باتری :

بار ثابت

$$U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

شیب نمودار q-V چی میشه!!؟؟



Classwork1) ظرفیت خازنی 22μF است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن 16μJ افزایش می یابد. بار اولیه آن چند میکروکولن است؟ (خ ر ۸۶)

$q_2 = q_1 + \frac{20}{100} q_1 = \frac{6}{5} q_1$

$U_2 = U_1 + 16 \Rightarrow \Delta U = 16$

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

$\frac{11}{25} q_1^2$

$16 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{22} \left((\frac{6}{5} q_1)^2 - q_1^2 \right) \Rightarrow 16 = \frac{1}{44} \left(\frac{36}{25} q_1^2 - q_1^2 \right)$

$q_1^2 = 1600 \Rightarrow q_1 = 40\,\mu C$

Classwork2) مساحت هریک از صفحات خازنی برابر با $0.2m^2$ و فضای بین صفحات آن با دی الکتریک با ثابت 10 پر شده است. اگر این خازن را به ولتاژ 100V متصل کنیم، 9μJ انرژی الکتریکی در آن ذخیره می شود. فاصله بین صفحات آن چند میلی متر است؟

$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow 9 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} C \times 10^4 \Rightarrow C = 18 \times 10^{-10}\ F$ $\quad (\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2})$

$C = k\varepsilon \frac{A}{d} \Rightarrow 18 \times 10^{-10} = 10 \times 9 \times 10^{-12} \frac{0.2}{d} \Rightarrow d = 10^{-2}\ m$

$= 10\ mm$

Classwork3) دو سر خازن تختی به ظرفیت C را که بین صفحات آن هواست به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل می کنیم. اگر دی الکتریکی با ثابت K=2 را بین صفحات خازن وارد کنیم، مقادیر جدول زیر چند برابر می شوند؟

اختلاف پتانسیل	ظرفیت خازن	بار الکتریکی	انرژی ذخیره شده	بزرگی میدان
ثابت	افزایش	افزایش	افزایش	ثابت
	$C = k\varepsilon \frac{A}{d}$	$C = \frac{q}{V}$	$U = \frac{1}{2} C V^2$	$E = \frac{V}{d}$

Classwork4) یک دوربین عکاسی با هر بار فلش زدن یک میلی ژول انرژی نورانی تولید می کند. منبع تغذیه این سیستم یک باتری ۴ ولتی است که مستقیما به خازنی که برای فلش زدن تعبیه شده متصل می باشد. اگر بازده تبدیل انرژی خازن به انرژی نورانی برابر ۲۵ درصد باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد می باشد؟ (قلم چی)

حل انرژی ذخیره شده در خازن در هر فلش

$\frac{25}{100} U = 1mj \Rightarrow U = 1 \times \frac{100}{25} = 4mj$

$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C \times 16 \Rightarrow C = 0.5\ mF = 500\ \mu F$

www.konkuru.ir

Classwork5) دو سر خازنی را که دی الکتریک آن هوا است به دو سر یک باتری وصل می کنیم. انرژی ذخیره شده در آن U می شود. اگر در حالتی که خازن به باتری وصل است، فاصله ی بین دو صفحه را n برابر کنیم، انرژی آن U' می شود. ولی اگر خازن اولیه را از باتری جدا کنیم و سپس فاصله بین دو صفحه را n برابر کنیم، انرژی آن U'' می شود. نسبت $\frac{U''}{U'}$ چقدر است؟ (خ ر ۹۳)

متصل به باتری V ثابت ، d ⟵ n برابر ⟵ C ⟵ $\frac{1}{n}$ برابر

$U=\frac{1}{2}CV^2$ $\frac{U'}{U}=\frac{1}{n}$

جدا از باتری q ثابت ، d ⟵ n برابر ⟵ C ⟵ $\frac{1}{n}$ برابر

$U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ $\frac{U''}{U}=n$ $\frac{U''}{U'}=\frac{n}{\frac{1}{n}}=n^2$

Classwork6) اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن به ظرفیت $1\mu F$ را از V_1 به V_2 افزایش می دهیم و انرژی آن به اندازه $150\mu J$ افزایش می یابد. اگر تفاضل V_1 و V_2 برابر 10V باشد، V_1+V_2 چند ولت است؟

$U_1=\frac{1}{2}\times 1\times V_1^2\times 10^{-6}$

$U_2=\frac{1}{2}\times 1\times V_2^2\times 10^{-6}$ ⟶ $U_2-U_1=150\times 10^{-6}$

$\Delta U=\frac{1}{2}C\Delta V^2 \Rightarrow 150=\frac{1}{2}\times 1\,(V_2^2-V_1^2) \Rightarrow (V_2+V_1)(V_2-V_1)=300$ (10)

$V_2+V_1=30\,V$

Classwork7) صفحه های خازن تختی را که ضریب دی الکتریک آن 2.1 و فاصله بین صفحات آن 4.2mm است به اختلاف پتانسیل 220V متصل می کنیم. اگر در همین حالت، دی الکتریک خازن را بیرون بیاوریم، فاصله بین دو صفحه را چگونه تغییر بدیم تا انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن تغییر نکند؟ (قلم چی)

ولتاژ ثابت ، برای ثابت ماندن انرژی، باید ظرفیت ثابت بمانه

$C_1=C_2 \Rightarrow \frac{k_1}{d_1}=\frac{k_2}{d_2} \Rightarrow \frac{2,1}{4,2}=\frac{1}{d_2}$

$d_2=2mm$

فاصله ۲ میلی متر کاهش دهیم