مقدمه :

سوژه اصلی این فصل، **الکترون** است. همانطور که می‌دانید اتم‌ها از هسته و الکترون تشکیل شده‌اند، الکترون‌ها بار منفی و هسته بار مثبت دارند. همچنین هسته از پروتون‌ها با بار مثبت و نوترون‌ها که از لحاظ بار خنثی می‌باشند، تشکیل شده است. بنابراین بار الکترون را با e- و بار پروتون را با e+ نشان می‌دهیم.

$$q = \pm ne \quad (n = 0, 1, 2, \ldots)$$

به کمیت‌هایی که فقط مقادیر معینی را می‌توانند اختیار کنند که این مقادیر ضریبی از یک عدد ثابت و مستقل است **عدد کوانتومی** گفته می‌شود.

تست 8 به هرسانتی‌متر از یک میله‌ی عایق ۸ سانتی‌متری 10^{10} الکترون می‌دهیم، بار این میله چند کولن است؟ (ریاضی ۷۴)

۱) 2×10^{-8}　　۲) -2×10^{8}

۳) $12/8\times10^{-9}$　　۴) $-12/8\times10^{-9}$

تست 8 یک جسم که به وسیله‌ی مالش دارای بارالکتریکی شده است، چند کولن الکتریسیته می‌تواند داشته باشد؟ ($e = 1/6\times10^{-19}\,c$)

۱) 2×10^{-19}　　۲) 4×10^{-19}

۳) 8×10^{-19}　　۴) هر سه گزینه

تقسیم‌بندی اجسام از نظر رسانش الکتریکی :

۱ – **نارسانا :** الکترون‌ها به شدت به هسته اتم مقید و وابسته هستند. برداده شده در محل دریافت باقی می‌ماند.

۲ – **رسانا :** این اجسام (فلزات) دارای الکترون‌های آزاد هستند. در این اجسام، برداده شده به سطح رسانا آمده و در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود.

روش‌های بادار کردن اجسام :

۱– روش مالش : (نارسانا)

در این فرآیند الکترون‌های سست پیوند یک ماده نارسانا (الکترون‌های لایه دورتر) از سطح آن جدا می‌شوند و بر سطح ماده‌ی دیگر می‌نشینند. در واقع در اثر مالش انرژی کافی برای کندن الکترون از لایه‌های سست فراهم می‌شود.

نمونه ۱ : اگر یک تیغه پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهیم، در اثر انتقال الکترون‌ها از پارچه به تیغه ، پارچه دارای بار مثبت و تیغه پلاستیکی بار منفی پیدا می‌کند.

نمونه ۲ : اگر یک تیغه شیشه‌ای را با پارچه‌ی ابریشمی مالش دهیم، در اثر انتقال الکترون‌ها از تیغه به پارچه ، تیغه شیشه‌ای بار مثبت و پارچه بار منفی پیدا می‌کند. (در واقع الکترون‌های شیشه آنقدر انرژی می‌گیرند که از شیشه جدا می‌شوند.)

تست 8 میله‌ای از جنس آلیاژ برنج را در دست گرفته و با پارچه پشمی مالش می‌دهیم. پس از انجام این فرآیند، بار میله و پارچه به ترتیب کدام است؟

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

۲– روش تماس :

هنگامیکه دو کره رسانای باردارمشابه که روی پایه‌ی عایقی قرار دارند، با هم تماس پیدا کنند، مبادله‌ی الکترون از کره‌ای که الکترون بیشتری دارد به کره‌ای که الکترون کمتری دارد صورت می‌پذیرد تا هنگامیکه دو کره بار هم‌نام و هم‌اندازه پیدا کنند.

www.my-dars.ir

توجه : طبق قانون پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار کره های مشابه قبل و بعد از تماس برابر است بنابراین اگر بار اولیه‌ی کره‌ها را با q_1, q_2 و بار آنها را پس از تماس با q'_1, q'_2 نشان دهیم، داریم :

$$q'_1 + q'_2 = q_1 + q_2 \qquad q'_1 = q'_2 = \frac{q_1+q_2}{2}$$

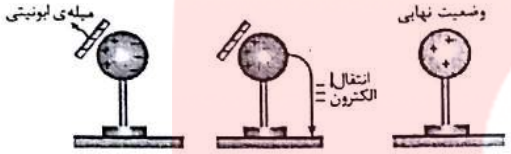
مثال : دو کره‌ی مشابه فلزی در اختیار داریم، بار کره‌ی اول $+3\mu C$ و بار کره‌ی دوم $-13\mu C$ است. اگر دو کره را با سیم رسانایی به یکدیگر وصل کنیم، الف) پس از انتقال بار، بار هر کره چند μC می‌شود؟ ب) در این انتقال بار، چه تعداد الکترون از سیم عبور می‌کند؟

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1+q_2}{2} = \frac{+3-13}{2} = -5\mu C \qquad \Delta q = |q'_1 - q_1| = |-5-(+3)| = 8\mu C$$

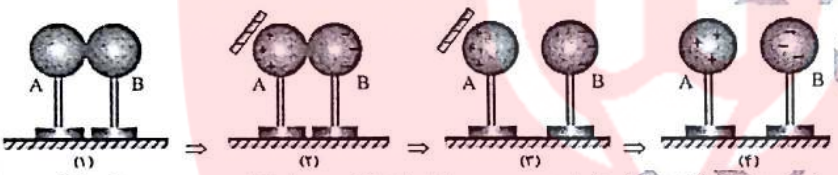
$$n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{8\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}} = 5\times10^{13}$$

۳-روش القا :

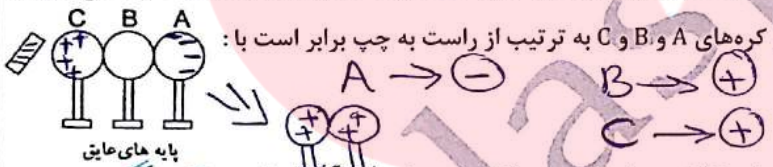
برای باردار کردن یک جسم رسانا لزوماً نیاز به اتصال دو رسانا نیست به روش باردارکردن یک جسم رسانا بدون تماس، را القای الکتریکی گویند.



نمونه ۱ : باردار کردن یک کره رسانا به روش القا :

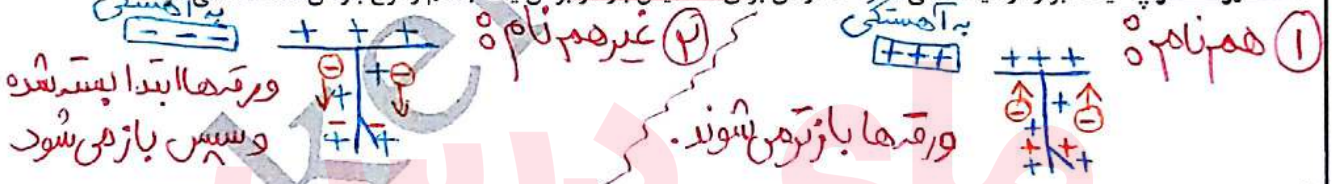


تست : مطابق شکل میله‌ی ابونیتی با بار منفی مجاور سه کره فلزی قرار دارد. در همین حالت ابتدا کره‌ی A را از مجموعه جدا می‌کنیم. و پس از دورکردن میله، کره C و B را از هم جدا می‌کنیم. بار کره‌های A و B و C به ترتیب از راست به چپ برابر است با :



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

الکتروسکوپ : یک ابزار آزمایشگاهی است که از آن برای تشخیص باردار بودن یک جسم و نوع بار آن استفاده می‌شود.



تست : یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. اگر این میله را به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کنیم. (بدون تماس دادن) تیغه‌ها چه وضعیتی خواهند داشت و بار کلاهک چه خواهد بود؟

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

تست : هرگاه یک میله‌ی رسانای بدون بار به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ .....

ابتدا بار کلاهک در میله القا انجام می‌دهد (بار مکوس کلاهک را) وسپس بر مانند غیرهم‌نام عمل می‌کند

۱) کاهش می‌یابد.　　۲) افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.　　۴) بستگی به نوع بار الکتروسکوپ دارد.

تست : ظرف استوانه‌ای شکل فلزی را روی کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار قرار داد. گلوله کوچک فلزی بارداری که از نخی ابریشمی آویزان است، داخل ظرف کرده و آنرا به نوسان درمی‌آوریم. ورقه الکتروسکوپ .....

۱) اصلا باز نخواهد شد.　　۲) باز شده و به همین حالت باقی می‌ماند.
۳) فقط یکبار باز شده و سپس بسته خواهد شد.　　۴) مرتب باز و بسته می‌گردد.

القا ابتدا صورت می‌گیرد و سپس بعلت نوسان باقی می‌ماند

www.my-dars.ir

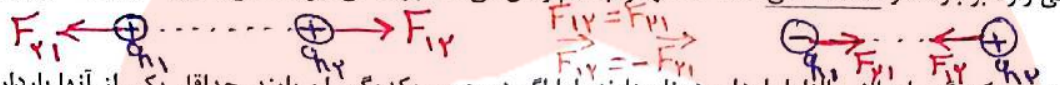
قانون کولن : نیروی جاذبه یا دافعه الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار q_1, q_2 که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، با حاصل‌ضرب بار دو ذره نسبت مستقیم و مجذور فاصله‌ی آن‌ها نسبت عکس دارد.

$$F = K\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$　ضریب گذردهی الکتریکی در خلاء

$F = 9\times10^9 \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (q: C, r: m)　　$F = 9\times10^9 \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (q: μC, r: cm)

بردار نیروی الکتریکی وارد بر بارها در امتداد خطی است که آنها را به هم وصل می‌کند جهت آن نیز بستگی به ربایشی یا رانشی بودن نیرو دارد.



تذکر : هرگاه دو جسم یکدیگر را برانند، الزاما بارهای همنام دارند، اما اگر دو جسم یکدیگر را بربایند. حداقل یکی از آنها باردار است، یعنی ① غیرهمنام ② خنثی ③ خنثی

مثال دو بارالکتریکی ذره‌ای $q_1 = +4\mu C, q_2 = -2\mu C$ در فاصله‌ی ۶cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازه‌ی نیرویی که این دو ذره به یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتن است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

$F = 9\times10^9 \times \frac{|-2\times4|}{6^2} = 20N$

مثال دو ذره‌ی با بارهای q_1 ، $q_2 = 5q_1$ در فاصله‌ی ۳cm از یکدیگر ثابت شده‌اند، اندازه‌ی نیرویی که دو ذره به یکدیگر وارد می‌کنند ۵۰N است، اندازه‌ی q_1, q_2 را حساب کنید.

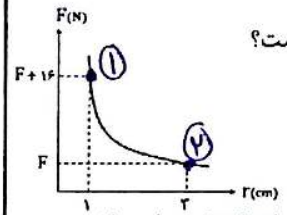
$F = 9\times10^9 \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow 50 = 9\times10^9 \frac{q_1 \times 5q_1}{3^2} \Rightarrow q_1 = 1\mu C$　$q_2 = 5\mu C$

تست دو بارالکتریکی q_1, q_2 در فاصله‌ی r بر یکدیگر نیروی F وارد می‌کند. اگر این دو بار را بدون تغییر فاصله در آب خالص فرو بریم، نیروی F' را بر یکدیگر وارد می‌کنند در اینصورت :

$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ ↓ $\Rightarrow F = K\frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F' < F$

۱) $F' = F$　　۲) $F' < F$　　۳) $F' > F$　　۴) هرسه

مثال نمودار نیروی الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار بر حسب فاصله‌ی آن‌ها مطابق شکل است. F چند نیوتن است؟



$\frac{F}{F+16} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{F}{F+16} = \frac{1}{9} \Rightarrow F = 2N$

مثال دو بار هم اندازه‌ی q روی دو کره‌ی فلزی مشابه در فاصله‌ی معینی از یکدیگر قرار دارند. اگر نیمی از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم، نیروی الکتریکی بین دو بار در همان فاصله، در هر یک از حالات زیر چند برابر می‌شود؟

الف) بارها همنام باشند.

ب) بارها ناهمنام باشند.

I) $\Delta q = \frac{1}{2}q$ ⇒ $\left(\frac{q}{2}\right)$ $\left(\frac{3q}{2}\right)$ ⇒ $\frac{F'}{F} = \frac{3}{4}$

II) $\Delta q = \frac{1}{4}q$ ⇒ $\left(\frac{3q}{4}\right)$ $\left(\frac{3q}{4}\right)$ ⇒ $\frac{F'}{F} = \frac{9}{8}$

همنام

$\frac{F'}{F} = \frac{n^2-1}{n^2}$

I) $\Delta q = \frac{1}{2}q$ $\left(\frac{q}{2}\right)$ $\left(-\frac{q}{2}\right)$ ⇒ $\frac{F'}{F} = \frac{1}{4}$

II) $\Delta q = \frac{3}{4}q$ $\left(\frac{3q}{4}\right)$ $\left(-\frac{3q}{4}\right)$ ⇒ $\frac{F'}{F} = \frac{9}{8}$

غیرهمنام

$\frac{F'}{F} = \frac{(n-1)^2}{n^2}$

تست دو بار الکتریکی همنام $q_1 = 8\mu C$ و q_2 درفاصله‌ی r بر یکدیگر نیروی F را بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداشته و به q_2 اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله‌ی بارها نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیه‌ی q_2 چند میکروکولن است؟ (ریاضی ۸۹)

۱) ۱　　۲) ۲　　۳) ۳

$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \times \frac{q_2'}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow 1.5 = \frac{6}{8} \times \frac{4(q_2+2)}{q_2} \Rightarrow q_2 = 2\mu C$

تست 8 دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = -2\mu C$ (غیرهمنام) به فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند. اگر نصف یکی از بارها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم و دو بار را به فاصله‌ی $\frac{r}{2}$ از هم قرار می‌دهیم. اندازه‌ی نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می‌کنند، در مقایسه با حالت قبل چند برابر می‌شود؟ (خارج تجربی ۸۷)

$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$ ، $\frac{1}{4}$ ، 4 ، برابر ۱ =

۱) ۱　　۲) ۳

۳) $\frac{1}{4}$　　۴) $\frac{1}{16}$

اصل برهم‌نهی نیروهای کولنی :

در صورتی که بیش از دو بار در صفحه موجود باشد، بر هر بار بیش از یک نیرو وارد می‌شود که در این صورت برای محاسبه نیروی کل از **برآیند بردارها** استفاده می‌کنیم.

$|q_2| > |q_1|$

تعادل سه‌بار روی خط :

۱- دو بار همنام (بین دو بار)

$\frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$ ، q_1 ، q ، $q+nq$ ، nq ، q_2

۲- دو بار غیر همنام (خارج از دو بار)

q_1 ، $nq-q$ ، q_2 ، q ، nq

بار در حال تعادل باید نزدیک بار ..... کوچکتر ..... باشد.

مثال 8 دو بار الکتریکی q_1, q_2 در دو نقطه‌ی A و B به فاصله‌ی $AB = 30\,cm$ قرار دارند، بار سوم $+q'$ را در چه فاصله‌ای از q_2 قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟

$\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} = \frac{r_1}{r_2} = 2$ برابر ، $3q = 30$ ، $q = 10\,cm$ ، q ، $q+2q$ ، $30\,cm$

الف) $q_2 = +3\mu c, q_1 = +12\mu c$

ب) $q_2 = +4\mu c, q_1 = -64\mu c$

$\sqrt{\left|\frac{q_1}{q_2}\right|} = \frac{r_1}{r_2} = 4$ برابر ، $3q = 30$ ، $q = 10\,cm$ ، q ، $4q$

مثال 8 دو بار نقطه‌ای $q_1 = +4\mu c, q_2 = -36\mu c$ به فاصله‌ی $12\,cm$ از یکدیگر قرار دارند. اندازه و نوع بار و محل بار سوم را بر روی خط واصل دو بار به گونه‌ای تعیین کنید که هر سه بار در حال تعادل قرار گیرند؟

$r_3 = 6$ ، $r_2 = 12$ ، $6\,cm$ ، $12\,cm$ ، F_{31} ، F_{21} ، بنابراین بار منفی است ، هر دو نیرو صفر

$\frac{q_3}{3q - q_2} = \left(\frac{r_3}{r_2}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow q_3 = -q_1$

مرحله اول

$\frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} = 3$ برابر ، $3q$ ، $2q = 12 \Rightarrow q = 6\,cm$

تست 8 در شکل زیر، بار آزمون، وسط دو بار نقطه‌ای q_1, q_2 قرار دارد و برآیند نیروهای وارد بر آن $\vec{F}$ است. در صورتی که بار q_1 خنثی کنیم. نیروی $\vec{F}$ تغییر جهت داده و اندازه‌ی آن نصف می‌شود. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟

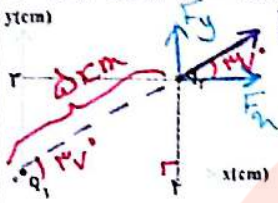
$\frac{F}{2}$ ، $\frac{3F}{2}$ ، $r_1 = r_2 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{3F}{2}}{\frac{F}{2}} = 3$ برابر

۱) ۳　　۲) ۲/۵

۳) ۴　　۴) ۵

www.my-dars.ir

مثال : مطابق شکل زیر دو بار نقطه‌ای $q_1 = -10\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ بر روی صفحه‌ی مختصات ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی وارد بر q_3 در SI کدام است؟



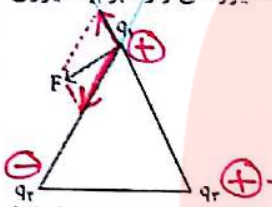
$F = 9\frac{|5x+10|}{5^2} = 180\ N$

$F_{q_1} = 180 \times 0.8 = 144$

$F_y = 180 \times 0.6 = 108$ (مثلث‌های معروف 37°, 53°)

۱) $144\vec{i} + 108\vec{j}$ ۲) $-144\vec{i} - 108\vec{j}$ ۳) $108\vec{i} + 144\vec{j}$ ۴) $-108\vec{i} - 144\vec{j}$

تست : در سه راس مثلث متساوی الاضلاعی به شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای q_1, q_2, q_3 وجود دارد. اگر برآیند نیروهای وارد بر q_1 نیروی $\vec{F}$ باشد، کدام گزینه صحیح است؟

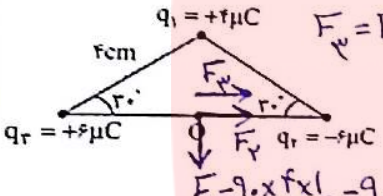


$|q_2| > |q_3|$

فرضاً

۱) q_2, q_3 هم‌نام و $|q_2| > |q_3|$ ۲) q_2, q_3 غیرهم‌نام و $|q_2| > |q_3|$
۳) q_2, q_3 هم‌نام و $|q_3| > |q_2|$ ۴) q_2, q_3 غیر هم‌نام و $|q_3| > |q_2|$

تست : سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در سه راس یک مثلث ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر بار $q_1 = 1\mu C$ واقع در نقطه‌ی O در وسط خط واصل دو بار q_2, q_3 چند نیوتن است؟ (ریاضی ۸۴)



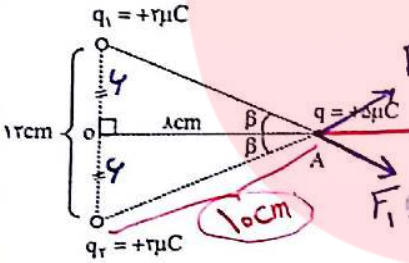
$F_3 = F_2 = 90 \times \frac{6 \times 1}{(2\sqrt{3})^2} = 45\ N$

$F_1 = 90 \times \frac{6 \times 1}{(2\sqrt{3})^2} = 90\ N$

۱) ۴۵ ۲) ۹۰ ۳) $45\sqrt{3}$ ۴) $90\sqrt{2}$

مثلث‌های معروف

مثال : در شکل زیر برآیند نیروهای وارد بر بار واقع در نقطه‌ی A چند نیوتن است؟



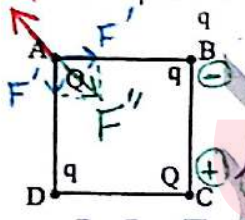
$F_2 = 90 \times \frac{2 \times 5}{10^2} = 9\ N$

$F_T = 2F\cos\frac{\alpha}{2} = 2 \times 9 \times \frac{8}{10} = 14.4\ N$

$F_1 = 9\ N$

$\cos\beta = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}$

تست : بارهای الکتریکی q و Q مطابق شکل در ۴ راس مربعی قرار دارند. اگر برآیند نیروهای وارد بر Q صفر باشد، $\frac{Q}{q}$ کدام است؟



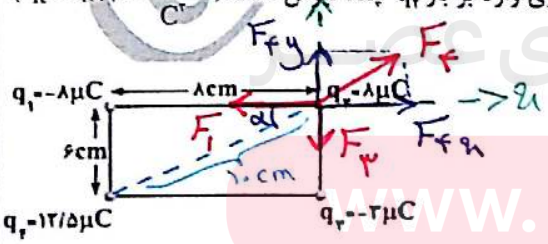
$F = F''$

$\frac{KQq}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{Kq^2}{a^2} \times \sqrt{2}$

$Q = -2\sqrt{2}q$

۱) $2\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) $-\sqrt{2}$ ۴) $-2\sqrt{2}$

تست : چهار بار الکتریکی در رأس‌های مستطیلی مطابق شکل، قرار دارند. نیروی وارد بر بار q_2 چند نیوتن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$) (خارج ریاضی ۹۰)

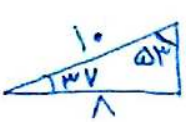


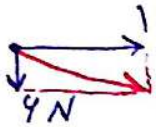
$F_{4x} = F_4\cos\alpha = 90 \times \frac{8}{10} = 72\ N$

$F_{4y} = F_4\sin\alpha = 90 \times \frac{6}{10} = 54\ N$

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) $6\sqrt{10}$ ۴) $9\sqrt{10}$

مثلث‌های معروف :





از ۶ فاکتور بگیر

$\sqrt{6^2+18^2} = 6\sqrt{1+3^2}$

www.myedars.ir
Scanned by CamScanner

مثال ۸ مانند شکل، دو گلوله با بارهای همنام و مساوی هر کدام به جرم ۱۰ گرم را در یک لوله‌ی شیشه‌ای قائم با بدنه‌ی نارسانا و بدون اصطکاک رها می‌کنیم. در حالت تعادل، گلوله‌ها در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند. بار الکتریکی هر گلوله را محاسبه کنید.

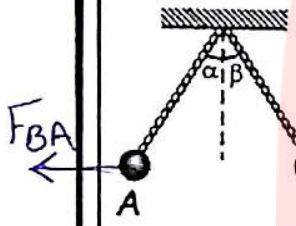
$(k=9\times10^{9}\frac{N.m^2}{C^2}, g=10\frac{N}{kg})$

دافعه ← F　　هردوشبیه یا منفی

$F=mg$

$k\frac{q_1 q_2}{r^2}=mg \Rightarrow 9\times10^{9}\frac{q^2}{(0.3)^2}=0.01\times10 \Rightarrow q=\pm1\mu C$

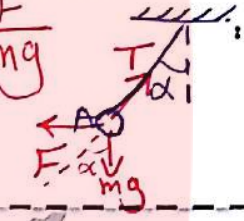
مثال ۸ مطابق شکل زیر، به دو آونگ الکتریکی هم‌طول بارهای q_A ، $q_B=2q_A$ می‌دهیم. اگر جرم دو گلوله‌ی آونگ یکسان باشد، زاویه‌ی انحراف آونگ‌ها نسبت به قائم چه رابطه‌ای با یکدیگر دارند؟



چون جرم‌ها برابر است ← $\alpha=\beta$

مقدار بارها تأثیری در زاویه‌ها ندارد.

برداشت :



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

$\alpha=\beta \Leftarrow m_A=m_B$ (۱)

$\alpha<\beta \Leftarrow m_A>m_B$ (۲)

مثال ۸ دو گلوله فلزی مشابه، هرکدام دارای وزن ۰/۳N دارای بار یکسان و همنام بوده و توسط دو نخ هم طول و برابر ۱m از یک نقطه آویزان هستند و به حال تعادلند. چنانچه فاصله گلوله‌ها از هم برابر ۱/۲m باشد، بار هرکدام را تعیین کنید.

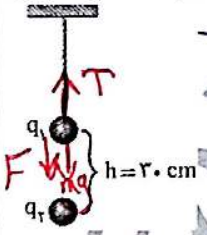
$\tan\alpha=\frac{0.6}{0.8}=\frac{3}{4}$

$\alpha=37^\circ$

$\tan37^\circ=\frac{3}{4}=\frac{9\times10^{9}\frac{q^2}{(1.2)^2}}{0.3}$

$q=9\times10^{-6}C=9\mu C$

تست ۸ مطابق شکل، گلوله‌ای به جرم ۱۰۰ gr و بار $q_1=+20\mu C$ به انتهای نخی که حداکثر می‌تواند نیروی کشش ۷N را تحمل کند، آویخته شده است. گلوله‌ی دیگری با بار q_2 را در راستای نخ و به فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر بار q_1 قرار می‌دهیم. بار q_2 (با حداکثر اندازه‌ی ممکن) چند میکروکولن باشد تا نخ در همین وضعیت پاره نشود؟



۱) ۳

۲) ۶

۳) -۳

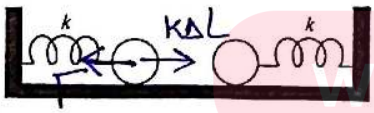
۴) -۶

$T_{max}=F_{max}+mg$

$7=9\times10^{9}\frac{20\times q_2}{(0.3)^2}+0.1\times10 \Rightarrow q_2=-3\mu C$

چون ۴ رو به پاس است غیرهمنام خواهد بود

مثال ۸ دو گلوله مشابه به دو فنر مشابه متصل شده‌اند و روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارند و فاصله آن‌ها از هم ۵cm است. اگر به هر گلوله بار ۲μc+ بدهیم، فاصله آن‌ها از هم ۲ برابر می‌شود. ثابت کشسانی هر فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟



$K\Delta L=F_E$

$K\times1.5\times10^{-2}=9\times10^{9}\times\frac{2\times2}{10^2}$

$\Rightarrow K=144\frac{N}{m}$

www.my-dars.ir

کار در منزل ۱

۱- الکترونی در مسیر دایره‌ای به شعاع ۱ آنگستروم به دور هسته‌ای که ۱۰ پروتون دارد، می‌چرخد. نیروی وارد بر این الکترون چند نیوتون است؟

۱) $۳/۲\times۱۰^{-۵}$　　۲) $۲/۳\times۱۰^{-۷}$　　۳) ۳×۱۰^{-۱۰}　　۴) ۲×۱۰^{-۱۸}

۲- دو ذره با بارهای الکتریکی برابر و همنام در فاصله‌ی ۶ سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر نیرویی که ذره به یکدیگر وارد می‌کنند ۴۰N باشد، بارالکتریکی هر ذره چند کولن است؟

۱) ۴×۱۰^{-۶}　　۲) ۴×۱۰^{-۷}　　۳) ۲×۱۰^{-۶}　　۴) ۲×۱۰^{-۷}

۳- دو بار نقطه‌ای $+۴\mu C$,$-۶\mu C$ در فاصله‌ی ۱۰cm ازیکدیگر قرار دارند. اگردو بار را به یکدیگر تماس داده، سپس از هم جدا نموده و در فاصله‌ی ۲۰cm قرار دهیم، اندازه و نوع نیروی الکتریکی که بر یکدیگر وارد می‌کنند، کدام است؟

۱) ۰/۹N جاذبه　　۲) ۰/۹N دافعه　　۳) ۰/۲۲۵N جاذبه　　۴) ۰/۲۲۵N دافعه

۴- اگر فاصله‌ی دو ذره‌ی باردار و اندازه‌ی یکی از بارها را ۲ برابر کنیم. نیرویی که دو ذره بر هم وارد می‌کنند. چند برابر حالت اول است؟

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

۵- دو ذره با بارهای الکتریکی $q_۱, q_۲$ در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر ثابت شده‌اند. فاصله‌ی بین دو بار چگونه تغییر کند تا نیروی الکتریکی بین آنها ۰/۴۴ افزایش یابد؟

۱) ۱۰cm ، کاهش　　۲) ۱۲cm ، کاهش　　۳) ۱۰cm ، افزایش　　۴) ۱۲cm ، افزایش

۶- فرض می‌کنیم دو بار Q+ که در یک فاصله‌ی معین قرار دارند. نیرویی برابر F به یکدیگر وارد می‌کنند. چند درصد از بار یکی را برداشته به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله، نیروی بین آن‌ها برابر $\frac{۱۵}{۱۶}$F گردد؟(تجربی ۷۸)

۱) ۱۵　　۲) ۱۶　　۳) ۲۰　　۴) ۲۵

۷- جسم A، اجسام B و C را با نیروی الکتریکی جذب می‌کند، جسم D را با نیروی الکتریکی دفع می‌کند در این‌صورت :

۱) B و C ممکن است یکدیگر را جذب کنند.　　۲) B و C الزاما یکدیگر را دفع می‌کنند.

۳) جسم D ممکن است بدون بارالکتریکی باشد.　　۴) بارالکتریکی D الزاما مخالف بار B است.

۸- دو بار الکتریکی $q_۱ = q_۲ = q$ در فاصله‌ی r برهم نیروی F وارد می‌کنند. اگر اندازه‌ی یکی از بارها را ۲۰% افزایش و باردیگررا ۸۰% کاهش دهیم و فاصله‌ی بین دو باررا نصف کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند چند برابر حالت اولیه می‌شود؟

۱) ۰/۲۴　　۲) ۰/۴۸　　۳) ۰/۹۶　　۴) ۰/۰۶

۹- در شکل مقابل، بار میله‌ی A ، مثبت و بار میله‌ی B ، منفی و الکتروسکوپ از نظر الکتریکی ، خنثاست. اگر میله‌ی A را از کلاهک دور کنیم، زاویه‌ی انحراف برگه‌های الکتروسکوپ چگونه تغییر میکند؟

۱) کاهش　　۲) افزایش

۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش　　۴) ابتدا افزایش ، سپس کاهش

۱۰- دو بار هم اندازه و قرینه‌ی هم را درنظر بگیرید. نصف یکی را بر می‌داریم و به دومی اضافه می‌کنیم فاصله‌ی بین دو بار را چند برابر کنیم تا در دو حالت بارها نیروی مساوی به هم وارد کنند؟

۱) ۲　　۲) ۴　　۳) ۰/۵　　۴) ۰/۲۵

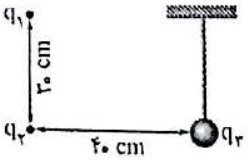
۱۱- اگر دو بار نقطه‌ای مشابه $q_۱$ به فاصله r ازیکدیگر قراربگیرند، ۹N نیرو، و اگر دو بار نقطه‌ای مشابه $q_۲$ به فاصله r ازیکدیگر قراربگیرند، ۱۶N نیرو به هم وارد میکنند. دو بار مشابه نقطه‌ای $q_۱+q_۲$ از فاصله r چه نیرویی به هم وارد میکنند؟($q_۱$ و $q_۲$ هم علامتند.)

۱) ۲۵　　۲) ۴۹　　۳) ۷۲　　۴) ۱۴۴

۱۲- بار الکتریکی معین Q را به دو قسمت q و Q-q تقسیم میکنیم و آن‌ها را به فاصله‌ی معینی از یکدیگر قرار میدهیم. در صورتی که نیروی دافعه‌ی میان این دو قسمت بیشینه شود، رابطه بین q و Q کدام است؟

۱) $q=\frac{۱}{۴}Q$　　۲) $q=\frac{۱}{۳}Q$　　۳) $q=\frac{۱}{۵}Q$　　۴) $q=\frac{۱}{۲}Q$

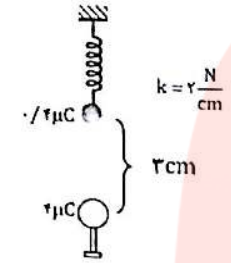
۱۳- در شکل مقابل، گلوله‌ی کوچکی با بار q_2 به انتهای نخی آویزان است. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



۱) $\frac{۱۲۵}{۶۴}$　　۲) $-\frac{۱۲۵}{۶۴}$

۳) $\frac{۱۲۵}{۴۸}$　　۴) $-\frac{۱۲۵}{۴۸}$

۱۴- در شکل مقابل تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ (اجرام دارای ۲۰۰gr جرم می‌باشند.)

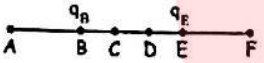


۱) ۲
۲) ۴
۳) ۷
۴) ۹

۱۵- دو کره‌ی رسانای مشابه A و B دارای بارالکتریکی برابر Q هستند. این دو کره به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. کره‌ی مشابه دیگری که آن را c می‌نامیم و از نظر الکتریکی خنثی است در ابتدا با کره‌ی A تماس داده و سپس با کره‌ی B تماس می‌دهیم و در نهایت از محل خارج می‌سازیم اندازه نیرویی که A و B به هم وارد می‌کنند معادل چند F است؟

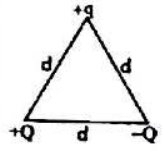
۱) $\frac{۳}{۸}F$　　۲) $\frac{۱}{۲}F$　　۳) $\frac{۱}{۴}F$　　۴) $\frac{۱}{۱۶}F$

۱۶- در شکل زیر، نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون $+q$. در نقطه‌ی A برابر صفر است.اگر بار $-q_B$ جایگزین بار q_B شود، نیروی الکتریکی وارد بر آزمون $-q$. در کدام نقطه می‌تواند صفر شود؟



۱) A　　۲) C　　۳) D　　۴) F

۱۷- سه بار، مطابق سه راس مثلث متساوی‌الاضلاعی واقع شده‌اند. برآیند نیروهای وارد بر $+q$ چه زوایایی با خط واصل بارهای $+q, -Q$ می‌سازد؟



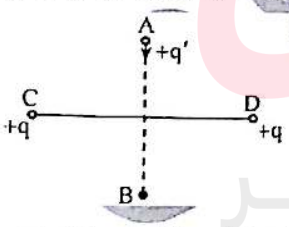
۱) ۶۰　　۲) ۳۰

۳) ۹۰　　۴) ۱۵۰

۱۸- سه بار الکتریکی $+q, +q, -q$ در سه راس مثلث متساوی الاضلاعی قرار دارند. اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر بار $-q$ چند برابر نیروهای وارد بر هر یک از بارهای $+q$ است؟

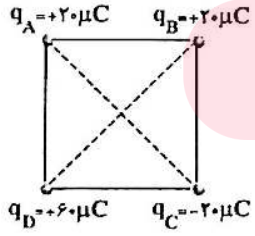
۱) $\sqrt{۳}$　　۲) ۱　　۳) ۲　　۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۹- در شکل زیر هرگاه بار $+q'$ روی عمود منصف خط CD از A به طرف B حرکت داده شود، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای مستقر در C ، D ..... می‌یابد.



۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش
۳) همواره کاهش
۴) همواره افزایش

۲۰- در چهار راس یک مربع به ضلع ۲۰cm ، مطابق شکل بارهای نقطه‌ای قرار داده‌ایم. اگر یک بار $-۱۰\mu C$ را در مرکز مربع قرار دهیم. نیروی وارد بر آن چند نیوتن و در کدام جهت خواهد بود؟



۱) $۱۸۰\sqrt{۲}$ ، به سمت چپ　　۲) $۱۸۰\sqrt{۲}$ ، به سمت بالا

۳) $۲۷۰\sqrt{۲}$ ، به سمت بالا　　۴) $۲۷۰\sqrt{۲}$ ، به سمت چپ

www.my-dars.ir

میدان الکتریکی :

در اطراف هربار الکتریکی فضایی وجود دارد که اگر بار الکتریکی دیگری در این فضا قرار گیرد به آن نیرو وارد می‌شود این خاصیت را **میدان الکتریکی** می‌نامند. (مثال : جاذبه زمین، در کرات دیگر چون جاذبه وجود ندارد نیرو هم وارد نمی‌شود.)

نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامیم. میدان الکتریکی کمیتی برداری است و یکای آن $\frac{N}{C}$ می‌باشد.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = k\frac{|q|}{r^2}$$

میدان الکتریکی در اطراف ذرات باردار نقطه‌ای از رابطه‌ی روبرو بدست می‌آید.

شدت میدان الکتریکی با اندازه‌ی بار نقطه‌ای متناسب بوده و با مجذور فاصله نسبت عکس دارد.

مثال : بار نقطه‌ای $+50\mu C$ در نقطه‌ای با بردار مکان $\vec{r_0} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$ قرار دارد. اندازه بردار شدت میدان الکتریکی در نقطه‌ای با بردار مکان $\vec{r} = 8\vec{i} - 5\vec{j}$ چند نیوتن برکولن است؟

$\Delta\vec{r} = 6\vec{i} - 8\vec{j}$

$|\Delta\vec{r}| = 10\,m$

$E = 9\times10^9 \times \frac{50\times10^{-6}}{10^2} = 45000\,N/C$

تست : میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری از بار q برابر E است. چند سانتی‌متر دیگر از این بار دور شویم تا میدان الکتریکی ۷۵ درصد کاهش یابد؟(خارج تجربی ۸۲)

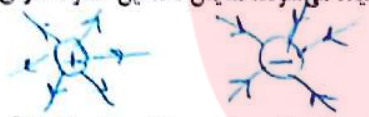
$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{20}{20+d}\right)^2 \Rightarrow d = 20\,cm$

۱) ۱۰　　۲) ۲۰　　۳) ۳۰　　۴) ۴۰

۲۵٪

خطوط میدان الکتریکی:

میدان الکتریکی در فضای اطراف یک‌بار نقطه‌ای را می‌توان با خط‌های جهتداری که خطوط میدان الکتریکی نامیده می‌شوند، نمایش داد. این خطوط دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند.



۱- جهت خطوط میدان الکتریکی برای بار مثبت رو به خارج بار و برای بار منفی به سوی بار می‌باشد.

۲- خطوط میدان در هر نقطه جهت میدان در آن نقطه را نشان می‌دهد. خطوط میدان الکتریکی در هر نقطه برداری است، که بر خط میدانی که از آن نقطه می‌گذرد، مماس بوده و با آن هم‌جهت است.

۳- در هر ناحیه که میدان الکتریکی قوی‌تر است، خطوط میدان الکتریکی به هم نزدیک‌تر و متراکم‌تر است.

۴- خطوط میدان الکتریکی یکدیگر را قطع نمی‌کنند یعنی از هر نقطه، تنها یک خط میدان می‌گذرد. در هر نقطه فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد که همان میدان الکتریکی برآیند است.

تست : دو بار الکتریکی $+2\mu C$, $+8\mu C$ در فاصله‌ی ۳۰cm از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی q را در نقطه‌ای قرار داده‌ایم که میدان الکتریکی در محل هرسه بار صفر شود. بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟ (خارج تجربی ۸۸)

$\frac{q_{h2}}{q_{h1}} = \left(\frac{10}{20}\right)^2 \Rightarrow q_{h2} = -8\mu C$

$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{q_{h1}}{q_{h2}}} = 2$

$q_1 = 10\,cm$

۱) $-\frac{8}{9}$　　۲) $\frac{8}{9}$　　۳) $-\frac{16}{9}$　　۴) $\frac{8}{9}$

تست : در شکل زیر دو بار نقطه‌ای q و مثبت و مساوی q_A, q_B به فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند و اندازه شدت میدان برآیند آن‌ها در نقطه‌ی C برابر E_1 است. اگر بار q_A را به $-q_A$ تبدیل کنیم. اندازه شدت میدان برآیند در نقطه‌ی C برابر E_2 می‌شود. نسبت $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است.

$E_{13} = 4E$

$C \rightarrow E_A = E$

$\frac{E_B}{E_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = 4$

$E_2 = 3E$

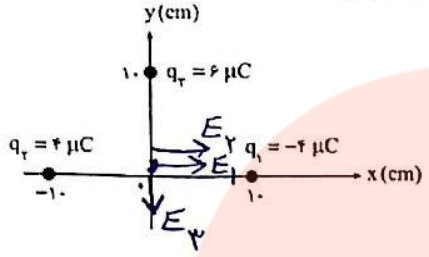
$E_2 = 5E$

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{5E}{3E} = \frac{5}{3}$

۱) $\frac{5}{3}$　　۲) $\frac{4}{3}$　　۳) ۲　　۴) $\frac{3}{2}$

www.my-dars.ir

تست در شکل روبرو، ۳ بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟



(خارج ریاضی۹۱) ($k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

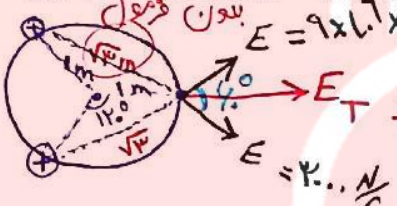
۱) $9\times10^6\,\vec{i}$

۲) $-5/4\times10^6\,\vec{j}$

۳) $(7/2\vec{i}-5/4\vec{j})\times10^6$

۴) $(5/4\vec{i}-7/2\vec{j})\times10^6$

تست روی دایره‌ای به شعاع ۱ متر سه نقطه به فاصله‌های مساوی از یکدیگر قرار دارند. دو بارالکتریکی نقطه‌ای ۱ میکروکولنی هر کدام در یکی از این نقاط قرار دارند. میدان الکتریکی حاصل از آن دو ذره در نقطه‌ی سوم چند نیوتون برکولن است؟ (تجربی ۸۴)



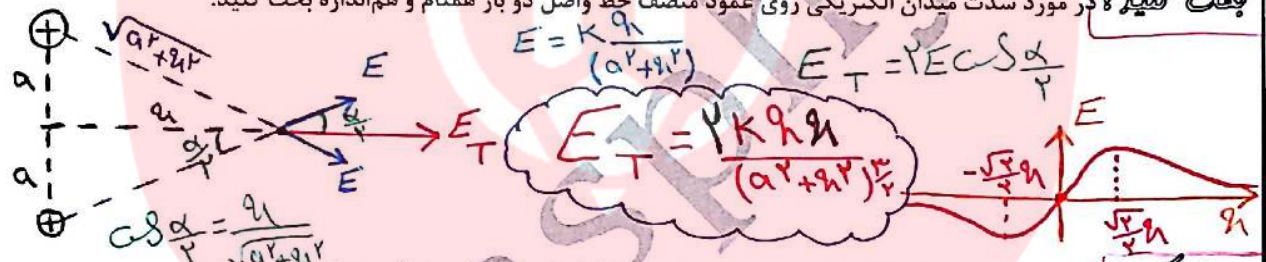
۱) ۱۵۰۰

۲) ۳۰۰۰

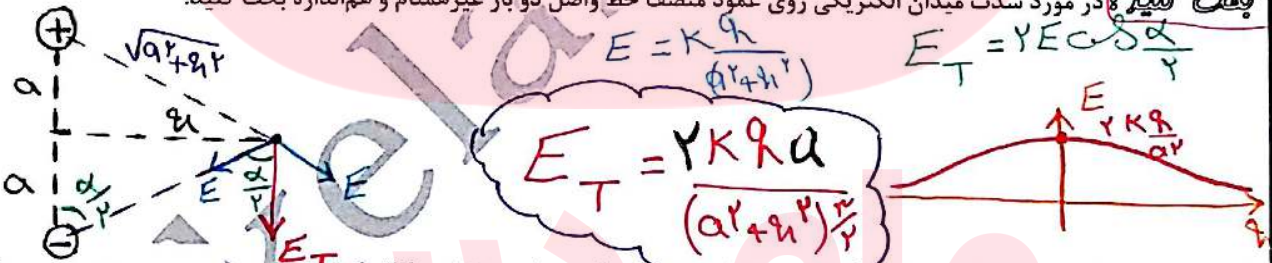
۳) $1500\sqrt{3}$

۴) $3000\sqrt{3}$

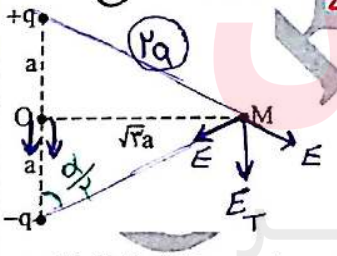
بحث کنید در مورد شدت میدان الکتریکی روی عمود منصف خط واصل دو بار همنام و هم‌اندازه بحث کنید.



بحث کنید در مورد شدت میدان الکتریکی روی عمود منصف خط واصل دو بار غیرهمنام و هم‌اندازه بحث کنید.



تست در شکل مقابل، بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ی O چند برابر میدان در نقطه‌ی M است؟



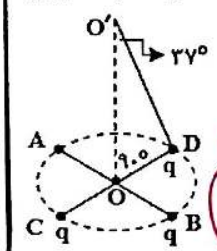
۱) ۴

۲) $4\sqrt{3}$

۳) ۸

۴) $8\sqrt{3}$

تست دو قطر عمود بر هم AB و CD از یک دایره‌ی افقی را در نظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در نقاط D,C,B,A قرار می‌دهیم. اگر میدان الکتریکی هر یک از بارها در نقطه‌ی O′ برابر $5\times10^4\ \frac{N}{C}$ باشد، برآیند میدان الکتریکی حاصل در نقطه‌ی O′ چند نیوتون برکولن است؟ (ریاضی ۸۸)



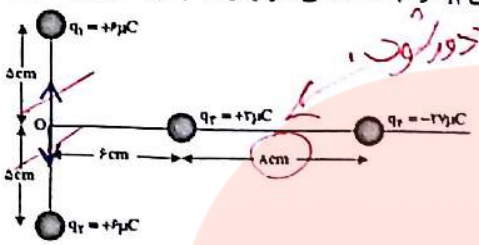
۱) 8×10^4

۲) $6/4\times10^4$

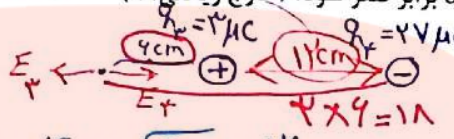
(۳) $1/6\times10^5$

۴) 2×10^5

تست : بارهای الکتریکی q_1، q_2، q_3 و q_4 مطابق شکل زیر قرار گرفته اند. بار الکتریکی q_3 را چند سانتی‌متر ودرکدام جهت جابجا کنیم، تا میدان حاصل از بارها در نقطه‌ی O برابر صفر شود؟ (خارج ریاضی ۸۹)



۱) ۴ سانتی‌متر به راست
۲) ۴ سانتی‌متر به چپ
۳) ۱۰ سانتی‌متر به راست
۴) ۱۰ سانتی‌متر به چپ



رابطه نیروی وارد بر بار الکتریکی با سایر نیروها :

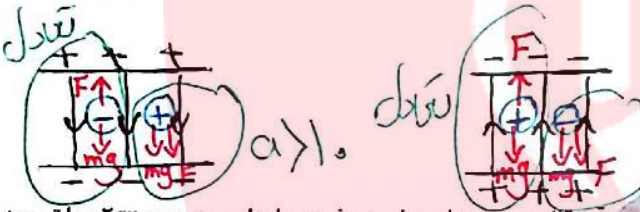
$$\vec{F} = E q$$

اگر بار الکتریکی q در میدان الکتریکی $\vec{E}$ واقع شود، نیروی مقابل به آن وارد می‌شود :

تست : درشکل زیر، بردار میدان الکتریکی حاصل از بار q در محل بار $-۲q$ برابر $\vec{E}$ است. بردار میدان الکتریکی حاصل از بار $-۲q$ در محل بار q کدام است؟

۱) $\vec{E}$　　۲) $-\vec{E}$
۳) $۲\vec{E}$　　۴) $-۲\vec{E}$

بار معلق در میدان الکتریکی یکنواخت :



شرط تعادل : $E q = mg$

تست : در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی باردار به جرم ۲gr معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره چگونه است؟

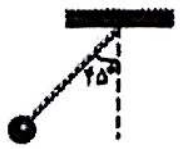
۱) ۰/۴ میکروکولن ، مثبت
۲) ۰/۴ میکروکولن ، منفی
۳) ۴۰ میکروکولن ، مثبت
۴) ۴۰ میکروکولن ، منفی

مثال : ذره‌ی باردار با بار q به جرم ۱gr را در میدان یکنواختی به بزرگی $۲۰۰\frac{N}{C}$ که در راستای قائم و رو به بالا امتداد دارد رها می‌کنیم. بار آن چند میکروکولن است، در صورتیکه :

الف) ذره با شتاب $۱۵\frac{N}{kg}$ به سمت پایین سقوط کند.

ب) ذره با شتاب $۸\frac{N}{kg}$ به سمت پایین سقوط کند.

تست : گلوله‌ای به جرم ۴gr و بار $۲\mu C$ به وسیله‌ی نخ از نقطه‌ای آویزان است و در یک میدان الکتریکی یکنواخت افقی قرار گرفته است و مطابق شکل، در حال تعادل می‌باشد. بزرگی میدان چند نیوتن برکولن است؟



۱) $۰/۵\times۱۰^{-۲}$
۲) $۰/۵\times۱۰^{-۲}$
۳) ۲×۱۰^{۳}
۴) ۲×۱۰^{۴}

www.my-dars.ir

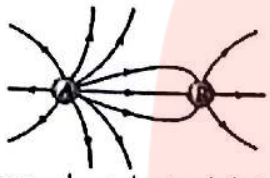
کار در منزل ۲

۱- اندازه‌ی میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲ متری یک بار الکتریکی نقطه‌ای، ۲۵۰ نیوتن برکولن بیشتر از اندازه‌ی میدان در فاصله‌ی ۳ متری آن بارالکتریکی است. میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۳ متری چند نیوتن برکولن است؟

۱) ۲۰۰　　۲) ۲۵۰　　۳) ۴۰۰　　۴) ۶۵۰

۲- میدان الکتریکی درفاصله‌ی r از یک بار نقطه‌ای ۲۵۰ نیوتن برکولن است. اگر فاصله را ۱۰cm بیشتر کنیم، میدان الکتریکی۱۶۰ نیوتن برکولن می‌شود. r چند سانتی‌متر است؟ (خارج ریاضی ۹۲)

۱) ۲۰　　۲) ۴۰　　۳) $\frac{۴۰}{۹}$　　۴) $\frac{۱۶۰}{۹}$

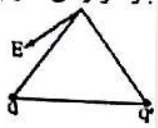


۳- با توجه به خطوط میدان الکتریکی در اطراف کره‌ها، اگر بارکره‌ی A برابر q باشد، بار کره‌ی B کدام است؟

۱) $-۰/۶q$　　۲) $۰/۶q$

۳) صفر　　۴) چنین خطوطی برای کره‌ی B ممکن نیست.

۴- دو بار نقطه‌ای q', q، مطابق شکل، در دو راس مثلث متساوی الاضلاعی قرار دارند. اگر بردار میدان حاصل از این دو بار در راس سوم مثلث، به صورتی باشد که در شکل نشان داده شده، کدام گزینه صحیح است؟(ریاضی ۷۶)



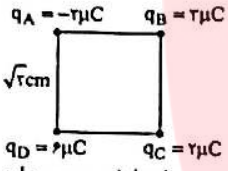
۱) q' منفی ، q مثبت و $q > |q'|$

۲) q' منفی ، q مثبت و $q < |q'|$

۳) q' مثبت ، q منفی و $|q| > q'$

۴) q' مثبت ، q منفی و $|q| < q'$

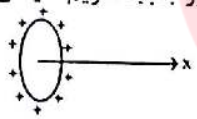
۵- در شکل زیر اندازه‌ی برآیند میدان‌ها در مرکز مربع چند $\frac{N}{C}$ است؟



۱) $۱/۸\sqrt{۳}\times ۱۰^۷$　　۲) ۴۵×۱۰^۷

۳) ۲۷×۱۰^۷　　۴) $۳/۶\sqrt{۳}\times ۱۰^۷$

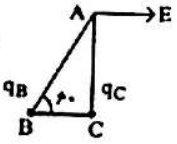
۶- در شکل زیر، محور حلقه‌ی رسانای بارداری منطبق بر محور xها است. اگر روی این محور از مرکز حلقه تا فاصله دور جابجا شویم، میدان الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟



۱) پیوسته کاهش　　۲) پیوسته افزایش

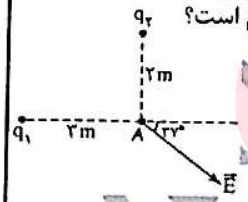
۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش　　۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

۷- میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_B و q_C در راس A به موازات ضلع BC است. نسبت $\frac{E_B}{E_C}$ کدام است؟



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

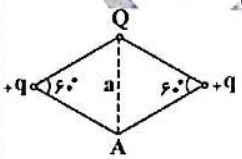
۸- در شکل روبرو برآیند میدان‌های الکتریکی دو بار نقطه‌ای $q_۱, q_۲$ در نقطه‌ی A رسم شده است. نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



۱) ۳　　۲) -۳

۳) $\frac{۹}{۱۶}$　　۴) $-\frac{۱}{۳}$

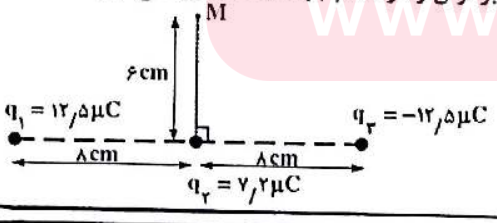
۹- در لوزی روبرو، میدان الکتریکی حاصل از بارها در نقطه‌ی A صفر است. نسبت $\frac{Q}{q}$ چقدر است؟(خارج تجربی ۸۱)



۱) -۱　　۲) -۲

۳) +۱　　۴) +۲

۱۰- سه بارنقطه‌ای مطابق شکل زیر قرار دارند. بزرگی میدان در نقطه‌ی M چند نیوتن برکولن و در کدام جهت است؟ (ریاضی ۹۲)



۱) $\nearrow ,۱۸\sqrt{۲}\times ۱۰^۶$　　۲) $\swarrow ,۶\sqrt{۲}\times ۱۰^۶$

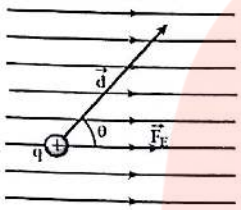
۳) $\swarrow ,۶\times ۱۰^۶$　　۴) $\nearrow ,۱۸\times ۱۰^۶$

www.my-dars.ir

انرژی پتانسیل :

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذرّه‌ی باردار در میدان الکتریکی $\vec{E}$ در یک جابجایی مشخص برابر با منفیِ کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی در همان جابجایی است؛ یعنی :

$$\Delta U_E = -W_E$$



بار ذره‌ای q را در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ در نظر بگیرید که مطابق شکل روبرو جابجایی $\vec{d}$ را انجام داده است. کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$W_E = F_E d\cos\theta$$

$W_E > 0$ { بار مثبت در جهت میدان / بار منفی در خلاف جهت }

با توجه به اینکه $\vec{F}_E = q\vec{E}$ است، این رابطه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$W_E = |q|Ed\cos\theta$$

با توجه به $\Delta U_E = -W_E$، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار ذره‌ای q چنین محاسبه می‌شود:

$$\Delta U_E = -W_E = -|q|Ed\cos\theta$$

رابطه‌ی ΔU (حدرسای)

که در آن، θ زاویه‌ی بین نیروی $\vec{F}_E$ و جابجایی $\vec{d}$ است. در این رابطه بار الکتریکی (q) بر حسب کولن (C)، بزرگی میدان الکتریکی (E) بر حسب نیوتن بر کولن $(\frac{N}{C})$، اندازه جابجایی (d) بر حسب متر (m) و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی (ΔU_E) بر حسب ژول (J) است.

مثال ۸ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۲\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۴\mu C$ از حال سکون ($V_0 = ۰$) رها می‌شود، پس از ۵۰cm جابه‌جایی در راستای خطوط میدان الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه تغییر می‌کند؟ (انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد)

ب) اگر جرم ذره‌ای باردار ۰/۲gr باشد و از آثار گرانشی صرف‌نظر شود، سرعت ذره پس از جابه‌جایی به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟

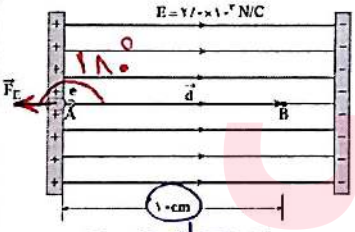
$$\Delta U = -E|q|d\cos\theta = -۲\times۱۰^{۴}\times۴\times۱۰^{-۶}\times۰/۱\times(+۱) = -۰/۰۸\,J$$

$$W_E = K_۲ - K_۱ \Rightarrow +۰/۰۸ = \frac{۱}{۲}\times۰/۲\times۱۰^{-۳}V_۲^{۲} \Rightarrow V_۲ = ۲۰\frac{m}{S}$$

($W_E = -\Delta U$)

مثال کتاب

مثال ۸ در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل، الکترونی از نقطه‌ی A با سرعت V_0 پرتاب شده است. الکترون سرانجام در نقطه‌ی B متوقف می‌شود. $(m_e = ۹/۱\times۱۰^{-۳۱}kg)$ (انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد چون سرعت و انرژی جنبشی کاهش یافته)



الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در این جابجایی چقدر است؟

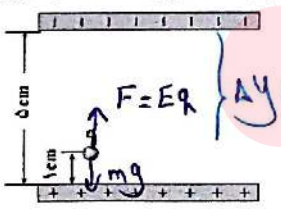
ب) سرعت پرتاب الکترون را پیدا کنید.

$$\Delta U = -E|q|d\cos\theta = -۲\times۱۰^{۴}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۰/۱\times(-۱) = +۳/۲\times۱۰^{-۱۷}\,J$$

$$W_E = -\Delta U = \frac{۱}{۲}mV_B^{۲} - \frac{۱}{۲}mV_A^{۲} \Rightarrow -۳/۲\times۱۰^{-۱۷} = -\frac{۱}{۲}\times۹/۱\times۱۰^{-۳۱}\times V_0^{۲}$$

$$V_0 = ۸/۴\times۱۰^{۶}\frac{m}{S}$$

مثال ۸ مطابق شکل، یک غبار که دارای بار الکتریکی $۱۰^{-۱۵}C$ و جرم $۱۰^{-۸}gr$ است در میدان الکتریکی یکنواخت $۱/۲\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ بین دو صفحه افقی قرار گرفته است. اگر غبار در ابتدا ساکن و به فاصله ۱cm از صفحه پایینی قرار داشته باشد، در چه مدتی به صفحه بالایی می‌رسد؟



$$Eq - mg = ma \Rightarrow ۱/۲\times۱۰^{۵}\times۱۰^{-۱۵} - ۱۰^{-۸}\times۱۰^{-۳}\times۱۰ = ۱۰^{-۸}\times۱۰^{-۳}\times a$$

$$a = ۲\frac{m}{S^{۲}}$$

$$\Delta y = \frac{۱}{۲}at^{۲} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۱}{۲}\times۲\times t^{۲} \Rightarrow t = ۰/۱S$$

www.my-dars.ir

تست 8 ذره‌ی بارداری با بار الکتریکی $q=4nC$ و جرم $m=3mgr$ از نزدیکی صفحه مثبت یک میدان الکتریکی یکنواخت افقی به بزرگی $E=10^{4}\frac{N}{C}$ آزادانه رها می‌شود. اندازه‌ی سرعت این بار پس از طی مسافت 3cm بین دو صفحه‌ی رسانا به چند متربرثانیه می‌رسد؟

۱) ۱

۲) ۱۰

۳) ۰/۱

۴) ۰/۰۱

پتانسیل الکتریکی

شرط اساسی برای انتقال بار الکتریکی بین دو نقطه، وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه می‌باشد. زمین را به عنوان مرجع پتانسیل الکتریکی فرض نموده و پتانسیل آن را صفر در نظر می‌گیریم، اختلاف پتانسیل الکتریکی هر نقطه نسبت به زمین، پتانسیل الکتریکی آن نقطه نامیده می‌شود. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به یکای بار الکتریکی مثبت، هنگامیکه این بار از یک نقطه تا نقطه‌ی دیگر جابه‌جا می‌شود، **اختلاف پتانسیل الکتریکی** گفته می‌شود. این کمیت نرده‌ای می‌باشد و آن را با ΔV نمایش می‌دهیم و واحد آن $\frac{J}{C}$ یا V می‌باشد.

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

تست 8 بار الکتریکی $q=-2\mu c$ ازنقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1=-40V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2=-10V$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۸۷)

۱) $10^{-4}j$ کاهش می‌یابد.　　۲) $10^{-4}j$ افزایش می‌یابد.

۳) $6\times10^{-5}j$ افزایش می‌یابد.　　۴) $6\times10^{-5}j$ کاهش می‌یابد.

حال می‌خواهیم با استفاده از تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی رابطه‌ای برای میدان الکتریکی به دست آوریم. مطابق شکل بار q+ از نقطه‌ی ۱ تا ۲ جابه‌جا می‌شود.

$$\Delta V=-Ed\cos\alpha$$

یکاهای ..... و ..... برای میدان الکتریکی به کار می‌روند و معادل یکدیگرند.

بحث کنید 8 در مورد جهت حرکت بار در میدان الکتریکی و چگونگی تغییر انرژی پتانسیل و اختلاف پتانسیل بحث کنید.

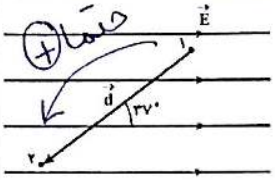
① بار مثبت در جهت میدان　　② بار مثبت در خلاف جهت میدان

③ بار منفی در جهت میدان　　④ بار منفی در خلاف جهت میدان

تست 8 با توجه به میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل زیر، کدام گزینه درباره‌ی پتانسیل الکتریکی نقاط درست است؟

۱) $V_A>V_B=V_C$　　۲) $V_A<V_B<V_C$

۳) $V_C>V_B$　　۴) $V_A=V_B>V_C$



مثال : در میدان الکتریکی یکنواخت شکل مقابل که بزرگی آن $E = ۵\times۱۰^{۵}\frac{V}{m}$ است :

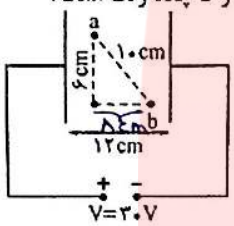
الف) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط ۱ و ۲ را بیابید.

ب) اگر بار نقطه‌ای $q = +۲nC$ از نقطه ۱ به نقطه ۲ جابجا شود، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن و کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی را بدست آورید. ($d = ۱۰cm$ و $\cos۳۷^\circ = ۰/۸$)

الف) $\Delta V = +Ed\cos\alpha = ۵\times۱۰^{۵}\times۰/۱\times\cos۳۷^\circ = ۴\times۱۰^{۴}V$

ب) $\Delta U = q\Delta V = ۲\times۱۰^{-۹}\times۴\times۱۰^{۴} = ۸\times۱۰^{-۵}\,j = ۸۰\mu j$ و $W_E = -۸۰\mu j$

تست : در شکل مقابل، دو صفحه‌ی تخت رسانا به ولتاژ ثابتی وصل شده‌اند. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی a و b چند ولت است؟

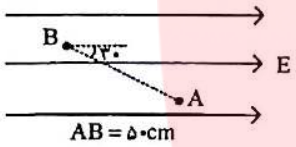


$۱۲cm : ۳۰V$

$۸cm : ? = ۲۰V$

۱) ۱۵
۲) ۱۸
۳) ۲۰
۴) ۲۵

تست : بار الکتریکی $+۲\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۶\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ مطابق شکل زیر از نقطه‌ی A تا B با سرعت ثابت جابه‌جا می‌شود. اختلاف پتانسیل بین این دو نقطه در این جابه‌جایی چند ولت است؟



$\Delta V = +Ed\cos\alpha^{۳۰^\circ} = +۶\times۱۰^{۵}\times۰/۵\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳\sqrt{۳}}{۲}\times۱۰^{۵}$

۱) $\frac{۳\sqrt{۲}}{۲}\times۱۰^{۵}V$
۲) $\frac{۳\sqrt{۲}}{۲}\times۱۰^{۴}V$
۳) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}\times۱۰^{۵}V$
۴) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}\times۱۰^{۴}V$

تست : اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B، $V_B - V_A = ۱۰۷$ است. چنانچه ذره‌ای به جرم ۲ میلی‌گرم و بار $+۵\mu C$ از نقطه‌ی A با سرعت $۵\sqrt{۶}\frac{m}{s}$ به سمت نقطه‌ی B پرتاب شود، سرعت آن در نقطه‌ی B چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

$W_E = -\Delta U$

$W_E = K_B - K_A \Rightarrow -q\Delta V = \frac{۱}{۲}m(V_B^{۲} - V_A^{۲})$

$-۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰ = \frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{-۳}(V_B^{۲} - (۵\sqrt{۶})^{۲})$

$V_B = ۱۰\frac{m}{s}$

۱) ۱۰
۲) $۱۰\sqrt{۲}$
۳) ۵
۴) $۵\sqrt{۲}$

نمونه : وقتی گفته می‌شود ولتاژ یک باتری ۱/۵ ولت است یعنی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین قطب‌های مثبت ومنفی آن ۱/۵ ولت است.

$\Delta V = V_+ - V_- = ۱/۵V$

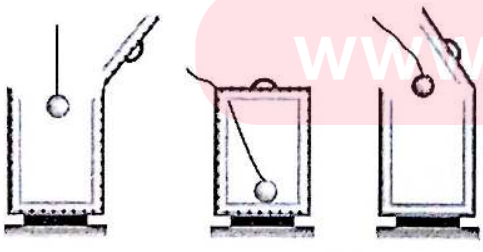
تست : اختلاف پتانسیل بین دو پایانه (قطب) یک باتری ۱۵V است. اگر قطب مثبت را به پتانسیل ۳V- متصل کنیم. پتانسیل قطب منفی چند ولت است؟

$\Delta V = V_{(+)} - V_{(-)}$

$۱۵ = -۳ - V_{(-)} \Rightarrow V_{(-)} = -۱۸V$

۱) -۱۲
۲) +۱۲
۳) -۱۸
۴) +۱۸

توزیع بار الکتریکی :

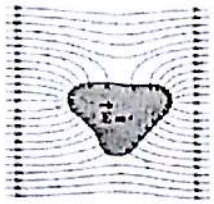


وقتی به یک جسم نارسانا بارالکتریکی داده می‌شود، چون این اجسام الکترون آزاد ندارند، بار الکتریکی در آن‌ها جابه‌جا نشده و در محل داده شده باقی می‌ماند.

هنگامیکه به یک جسم رسانا بار الکتریکی داده می‌شود، بارها در اثر نیروی دافعه الکتریکی، تا حد ممکن از هم فاصله می‌گیرند و بر روی سطح جسم پخش می‌شوند.

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

نمونه : اگر توسط وسیله‌ای، سطح بیرونی رسانا را باردار کنیم بار به طور یکنواخت روی سطح آن پخش می‌شود. ولی اگر به سطح درونی رسانا بار منتقل کنیم، بار داخل رسانا باقی نمی‌ماند. بلکه روی سطح بیرونی رسانا آمده و پخش می‌شود.



رسانای منزوی و خنثی در میدان الکتریکی خارجی:

اگر یک رسانای خنثی منزوی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار داده شود الکترون‌های آزاد رسانا طوری روی سطح خارجی آن توزیع می‌شوند که اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کنند و میدان خالص درون رسانا صفر شود. همچنین میدان روی سطح رسانا عمود بر سطح می‌باشد.

تست : یک کره‌ی رسانای بدون بار توخالی ویک میله‌ی رسانای باردار دراختیار داریم.درکدام‌یک ازحالات زیر بارنهایی کره بزرگتر است؟

الف) میله را ابتدا به سطح داخلی و سپس به سطح خارجی کره تماس دهیم. ← بار تقسیم می‌شود.

ب) میله را ابتدا به سطح خارجی و سپس به سطح داخلی کره تماس دهیم. ← بار میله تخلیه می‌شود.

۱)الف　　(۲)ب

۳)هر دو حالت برابر است.　　۴)بستگی به نوع بار میله دارد.

چگالی سطحی بار :

برای بررسی توزیع بار در سطح خارجی اجسام رسانای باردار، از کمیتی به نام چگالی سطحی بارالکتریکی استفاده می‌شود. بارالکتریکی موجود در سطح خارجی رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی می‌نامند. یکای آن $\frac{C}{m^2}$ می‌باشد.

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

کره $A = 4\pi r^2$

تست : دو گلوله‌ی باردار مشابه به شعاع ۱cm و بار q که فاصله‌هایشان ازهم ۱m است، یکدیگر را با نیروی ۰/۹N می‌رانند. چگالی سطحی بار روی هریک از گلوله‌ها تقریبا چند میکروکولن برمترمربع است؟

$0.9 = 9\times10^9 \frac{q^2}{1^2} \Rightarrow q = 10\mu C$

$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2} = \frac{10\mu}{4\times3.14\times(0.01)^2} \simeq 8\times10^3 \frac{\mu C}{m^2}$

۱) $12/5\times10^{-9}$　　۲) 8×10^{-3}

۳) 8×10^{3}　　۴) $12/5\times10^{-3}$

تست : حجم یک کره‌ی رسانا $32cm^3$ و چگالی سطحی بار $5\frac{nc}{cm^2}$ است.اگر کره را با یک سیم به زمین اتصال دهیم، چه تعداد الکترون بین جسم و زمین منتقل می‌شود؟ $(\pi = 3)$

$32 = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow r = 2cm$

$q = \sigma\times4\pi r^2 = 5\times4\times3\times2^2 = 240nC$

$q = ne$

$240\times10^{-9} = n\times1.6\times10^{-19}$

$n = 1.5\times10^{12}$

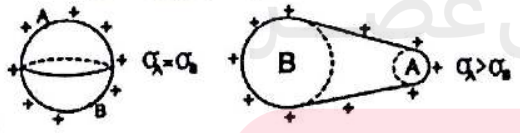
۱) 10^{12}　　۲) 10^{15}

۳) $1/5\times10^{12}$　　۴) $1/5\times10^{15}$

اگر جسم رسانا دارای شکل متقارن باشد، بار به طور یکسان در تمام سطح خارجی جسم رسانا توزیع شده، به طوری که بارهای الکتریکی در فواصل یکسان در تمام نقاط، سطح خارجی رسانا قرار می‌گیرند.

اگر جسم رسانا دارای شکل نامتقارن باشد، بار الکتریکی در نقاط زاویه‌دار و نوک‌تیز در فواصل نزدیکتری نسبت به سایر نقاط قرار می‌گیرند، توزیع بار در سطح خارجی اجسام رسانای نامتقارن به گونه‌ای است که باعث می‌شود، چگالی سطحی در نقاط نوک‌تیز بیشتر شود.

مقایسه چگالی سطح بار دو کره :



$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_{h2}}{q_{h1}} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

مثال : هشت قطره جیوه هر یک با بار q و به شعاع r چگالی سطحی بار σ موجود است. اگر این ۸ قطره را به هم بچسبانیم و تشکیل یک قطره بزرگ دهد. چگالی سطحی بار چند برابر می‌شود؟

$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_{h2}}{q_{h1}} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 8\times\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 2$ برابر

$8\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3$

$\frac{r_2}{r_1} = 2$

جواب گزینه ۴ $\sqrt[3]{n}$

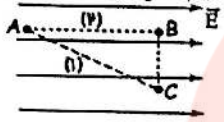
www.my-dars.ir

کار در منزل ۳

۱- در انتقال بار $+8C$، از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B مقدار $3/2kj$ انرژی آزاد می‌شود. اگر پتانسیل نقطه‌ی B برابر $+800V$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

۱) ۴۰۰　۲) ۸۰۰　۳) ۱۶۰۰　۴) ۱۲۰۰

۲- بار الکتریکی q را در میدان الکتریکی یکنواختی به شکل زیر، یک بار از مسیر۲، از نقطه‌ی A تا C جابه‌جا می‌کنیم. اگر کار انجام شده توسط میدان را در مسیر ۱ با W_1 و مسیر ۲ با W_2 نشان دهیم، کدام رابطه صحیح است؟



۱) $W_1 > W_2$　۲) $W_2 > W_1$

۳) $W_1 = W_2$　۴) بسته به شرایط، گزینه‌ی ۱ یا ۲ صحیح است.

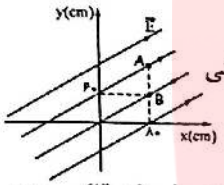
۳- بار الکتریکی $q = -4\mu C$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5 V/m$ رها می‌شود. درجابجایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار ۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند کیلوولت است؟ (ریاضی ۸۹)

۱) ۲　۲) -۲　۳) ۲۰۰　۴) -۲۰۰

۴- بار $q = 2\mu C$ در میدان الکتریکی $\vec{E} = \vec{i} + \vec{j}$ (در SI)، طبق معادله‌ی $\vec{r} = (-t)\vec{i} + (t)\vec{j}$ حرکت می‌کند. اندازه‌ی کار میدان در جابه‌جایی بار در ثانیه‌ی اول حرکت آن، چند میکرو ژول است؟

۱) صفر　۲) $\sqrt{2}$　۳) $2\sqrt{2}$　۴) ۴

۵- در شکل مقابل، نقاط A و B در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $5\times10^4 \frac{N}{C}$ قرار دارند. انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q = 4\mu c$ در انتقال از نقطه‌ی A تا B چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟



۱) 72×10^{-3} ، کاهش　۲) 96×10^{-3} ، کاهش　۳) 72×10^{-3} ، افزایش　۴) 96×10^{-3} ، افزایش

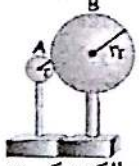
۶- در یک اتاق به ارتفاع ۳m با سقف و کف فلزی، گلوله‌ای شیشه‌ای به جرم 1g و بار $+5nC$ با سرعت ۵ متربرثانیه در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر پتانسیل سقف اتاق $-3\times10^6 V$ و پتانسیل کف آن صفر باشد، این گلوله چند متر بالا می‌رود؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۲/۵　۲) ۲　۳) ۱/۵　۴) ۱

۷- گلوله‌ی فلزی با بار $+Q$ را از درون به استوانه‌ای فلزی خنثی که روی میز عایقی قرار دارد، تماس می‌دهیم. بار ایجاد شده در درون و بیرون استوانه به ترتیب برابرند با : (تجربی ۷۴)

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

۸- در شکل مقابل، دو کره‌ی رسانای خنثی و باردار A و B که بر روی پایه‌های عایقی سوارند، در تماس با یکدیگر قرار دارند. میله‌ای با بار منفی را به کره‌ی A نزدیک و سپس دو کره را از هم جدا و در نهایت میله را دور می‌کنیم. نسبت چگالی سطحی بار کره‌ی A به کره‌ی B کدام است؟



۱) $\frac{1}{9}$　۲) $\frac{1}{3}$　۳) ۳　۴) ۹

۹- شعاع یک کره‌ی رسانا که به طور مثبت باردار شده است، 5cm وچگالی سطحی بار آن $5\frac{\mu C}{cm^2}$ است. چند میکروکولن بار الکتریکی به کره داده شود تا چگالی سطحی بار مثبت آن $4\frac{\mu C}{cm^2}$ شود؟ ($\pi = 3$)

۱) ۶۰　۲) -۶۰　۳) ۳۰۰　۴) -۳۰۰

۱۰- قطر دو کره‌ی رسانای مشابه که به طور مثبت باردار شده‌اند، 10cm و چگالی سطحی بار روی آن‌ها $10\frac{\mu C}{m^2}$ و $50\frac{\mu C}{m^2}$ است. اگر این دو کره را به هم تماس دهیم، بار روی هر کره چند میکروکولن می‌شود؟ ($\pi = 3$)

۱) ۰/۹　۲) ۳/۶　۳) ۹۰۰۰　۴) ۳۶۰۰۰

۱۱- یک کره‌ی رسانا به شعاع 10cm، روی پایه‌ی عایق قرار دارد. چگالی سطحی بار کره $160\mu C/m^2$ است. اگر کره را با یک سیم به زمین (چشمه‌ی خنثی بار الکتریکی) اتصال دهیم، چند الکترون از زمین به کره منتقل می‌شود؟ ($e = 1/6\times10^{-19} C, \pi = 3$) (تجربی ۹۲)

۱) $1/2\times10^{14}$　۲) $1/2\times10^{13}$　۳) $1/2\times10^{17}$　۴) $1/2\times10^{19}$

۱۲- دو کره‌ی رسانای A و B به شعاع‌های r_A و $r_B = 2r_A$ و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = 2\sigma_A$ دارای بارالکتریکی مثبت‌اند. چند درصد از بار کره‌ی بزرگتر به کره کوچکتر منتقل شود تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود؟ (ریاضی ۹۳)

۱) ۱۵　۲) ۲۵　۳) ۵۰　۴) ۷۵

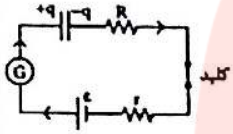
@ekelasbayan
www.my-dars.ir

خـــــازن :

وسیله‌ای است برای ذخیره‌سازی بار الکتریکی، که در صورت لزوم می‌توان بار الکتریکی از آن برداشت کرد. خازن‌ها از انواع مختلفی تولید می‌شود که ساده‌ترین نوع آن خازن تخت یا مسطح می‌باشد،

باردار (شارژ) کردن خازن :

روش ساده و مرسوم برای باردار کردن خازن قرار دادن آن در مدار الکتریکی ساده‌ای است که دارای یک باتری است.



نکته : در صورت وجود آمپرسنج در مدار، بلافاصله بعد از وصل‌شدن کلید به علت حرکت الکترونها و مقاومت نداشتن خازن، آمپرسنج عدد زیادی را نشان می‌دهد ولی بتدریج اندازه جریان کاهش می‌یابد.

تخلیه بار در خازن (دشارژ خازن) :

اگردو صفحه‌ی خازن را با یک سیم رابط به‌هم وصل کنیم. (یا مصرف کننده‌ای در مدار قرار دهیم.) بارهای منفی روی یک صفحه از طریق سیم به صفحه‌ی دیگر منتقل می‌شوند تا هر دو صفحه خنثی شوند.

ظرفیت خازن :

هرچه اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های خازن (ΔV) بیش‌تر باشد، بار ذخیره‌شده در خازن (q) نیز بیش‌تر می‌شود نسبت بار ذخیره شده روی دو صفحه‌ی خازن به اختلاف پتانسیل بین دو صفحه عدد ثابتی می‌باشد که این عدد را ظرفیت خازن گویند.

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

ظرفیت خازن را با C نمایش می‌دهیم و واحد آن فاراد یا کولن بر ولت می‌باشد.

ثابت

تست : اگر با تغییر منبع ولتاژ، اختلاف پتانسیل دو سرخازنی را ۴ برابر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{4}$　　۲) ۱　　۳) ۲　　۴) ۳

تست : ظرفیت خازن و اختلاف پتانسیل بین دو سرآن، هرکدام ۲ برابر می‌شود، بار ذخیره‌شده درخازن چند برابر می‌شود؟

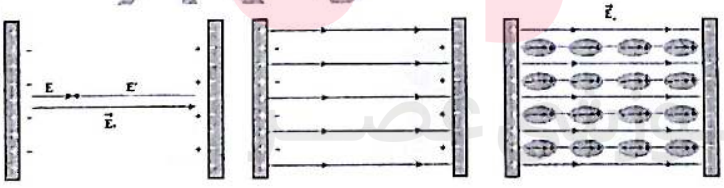
$q = CV$

۱) ۱　　۲) $\sqrt{2}$　　۳) ۲　　۴) ۴

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

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V} = \frac{۱۵\mu}{۱۲} = ۱,۲۵\,\mu F$$

دی‌الکتریک چگونه ظرفیت خازن را افزایش می‌دهد ؟



توجه کنید که دی‌الکتریک‌ها بر دو نوع اند : قطبی و غیرقطبی. وقتی یک دی‌الکتریک قطبی(مانند آب، NH_3 ، HCl) در میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن قرار می‌گیرد، سر منفی مولکول‌های دوقطبی به طرف صفحه‌ی مثبت و سر مثبت آن‌ها به طرف صفحه‌ی منفی کشیده می‌شود و درنتیجه این مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن همردیف کنند.همردیفی این مولکول‌های دوقطبی، میدانی الکتریکی مانند $\vec{E}'$ ایجاد می‌کند که جهت آن در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}_0$ اولیه‌ی صفحه‌های خازن است. به این ترتیب، میدان الکتریکی برآیند $\vec{E}$ در داخل دی‌الکتریک جمع‌برداری میدان‌های $\vec{E}_0$ و $\vec{E}'$ می‌شود که جهت آن در همان جهت $\vec{E}_0$ ، ولی بزرگی آن از بزرگی $\vec{E}_0$ کوچک‌تر است.

آنچه گفته شد برای دی الکتریک های غیرقطبی(مانند متان، بنزن و)...نیز برقرار است .وقتی مولکول‌های چنین دی‌الکتریکی در میدان بین دو صفحه‌ی خازن قرار می‌گیرند بر اثر القاء قطبیده می‌شوند؛ یعنی میدان الکتریکی باعث

می‌شود که ابر الکترونی این مولکول‌ها در خلاف جهت میدان جابجا شود و به این ترتیب، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند و اصطلاحا مولکول‌ها **قطبیده** می شوند.

پس از آن مانند مولکول‌های دی‌الکتریک قطبی، میدان بین دو صفحه‌ی خازن را تضعیف می‌کنند.دیدیم که در هر دو حالت با توجه به اینکه خازن متصل به باتری نیست، با قرار دادن دی الکتریک(چه قطبی و چه غیرقطبی) بین صفحه‌های خازن، میدان اولیه‌ی بین این صفحه‌ها کاهش می‌یابد و درنتیجه اختلاف پتانسیل بین دو صفحه نیز کاهش می‌یابد. بنابراین، طبق رابطه زیر و با توجه به اینکه بار ثابت مانده است، ظرفیت خازن افزایش می یابد:

اثر دیگر حضور دی‌الکتریک‌ها در خازن، افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن است. اما در هر حال برای هر دی‌الکتریکی، بیشینه‌ی میدان ودرنتیجه اختلاف پتانسیلی وجود دارد که از آن به بعد دی‌الکتریک اصطلاحاً دستخوش **فروریزش الکتریکی** می‌شود و به آن اختلاف پتانسیل بیشینه، **پتانسیل فروریزش** می‌گویند. مقدار بیشینه‌ی میدان الکتریکی‌ای که دی‌الکتریک می‌تواند بدون فروریزش تحمل کند را **قدرت(استقامت)دی الکتریک** می نامند. به لحاظ میکروسکوپی، فروریزش الکتریکی ناشی از کنده شدن الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی الکتریک توسط میدان الکتریکی و سپس رانده‌شدن این الکترون‌ها توسط میدان الکتریکی و ایجاد یک مسیر رسانایی بین دو صفحه‌ی خازن است که با ایجاد یک جرقه همراه است و معمولاً خازن را می‌سوزاند. خازن‌ها معمولاً با مقدار ظرفیت آنها و اختلاف پتانسیل بیشینه ای که می توانند تحمل کنند مشخص می شوند.

$V = E.d$

پتانسیل فروریزش ← قدرت دی الکتریک

عوامل موثر بر ظرفیت خازن :

ظرفیت خازن به مشخصات مدار خازن بستگی ندارد و تنها تابعی از ویژگی های ساختمانی خازن است.

۱- با مساحت سطح مشترک بین صفحات خازن ($C\alpha A$)

۲- با فاصله‌ی بین صفحات خازن نسبت عکس دارد. ($C\alpha\frac{1}{d}$)

۳- به جنس دی‌الکتریک به کار رفته بین صفحات بستگی دارد. ($C\alpha k$)

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

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

میدان بین صفحات خازن:

با توجه به روابط بالا و روابط میدان، رابطه میدان الکتریکی بین صفحات خازن بصورت مقابل خواهد بود :

$$E = \frac{V}{d} = \frac{q}{K\varepsilon_0 A}$$

مثال : مساحت هر یک از صفحات خازن تختی $400\,cm^2$ و فاصله جدایی صفحه‌های آن $0/1mm$ است. فضای بین صفحه‌ها را با صفحه‌ی کاغذی پر می‌کنیم. مطلوبست : (ثابت دی الکتریک خازن برابر ۳/۵ و قدرت دی الکتریک برابر $16\frac{kv}{mm}$ می‌باشد.)

الف) ظرفیت خازن $C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d} = 3/5 \times 8/85 \times 10^{-12} \times \frac{4 \times 10^{-2}}{0/1 \times 10^{-3}} = 1/2 \times 10^{-8} = 12nF$

ب) پتانسیل فروریزش الکتریکی $V = Ed = 16\frac{kv}{mm} \times 0/1mm = 1/6\,KV$

تست : فاصله‌ی صفحات موازی یک خازن، که فاصله‌ی میان آنها هواست. $0/1mm$ است، اگر ظرفیت خازن $0/9nF$ و صفحات بصورت مربعی باشد، اندازه‌ی هر ضلع چند متر است؟ ($\varepsilon_0 = 9\times10^{-12}\frac{C^2}{N.m^2}$)

۱) ۱۰۰　　۲) ۱۰

۳) ۰/۱　　۴) ۰/۰۱

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

$0/9\times10^{-9} = 1\times9\times10^{-12} \times \frac{a^2}{0/1\times10^{-3}} \Rightarrow a = 0/1m$

تست : فاصله‌ی میان صفحات خازن مسطحی به شکل مربع ۵ برابر می‌شود وفضای میان صفحات که خالی بوده است، توسط دی الکتریک با ضریب ۳/۲ پر می‌شود. ابعاد صفحات خازن چند برابر شود تا ظرفیت خازن تغییر نکند؟

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{5}{4}$

۱) $\frac{5}{4}$　　۲) $\frac{25}{16}$

۳) $\frac{16}{25}$　　۴) $\frac{4}{5}$

تست : ظرفیت خازن مسطحی $5\mu F$ و بارالکتریکی آن $40\mu C$ و فاصله‌ی صفحات آن از یکدیگر $0/4mm$ است. شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن چند واحد SI است؟

$V = \frac{q}{C} = \frac{40\mu}{5\mu} = 8V$

$E = \frac{V}{d} = \frac{8}{0/4\times10^{-3}} = 20000$

۱) ۲۰۰۰　　۲) ۲۰　　۳) ۰/۳۲　　۴) ۳/۲

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

انرژی ذخیره شده در خازن :

هنگامیکه خازنی به مولد وصل شده تا در آن بار ذخیره شود، انرژی‌ای که مولد برای پرکردن خازن مصرف می‌کند، بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی دو صفحه‌ی خازن ذخیره می‌شود.

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

تست : خازنی به منبع برق ۲۰۰V وصل است. اگر انرژی ذخیره شده درآن ۱/۸j باشد، ظرفیت خازن چند μF است؟ (خارج تجربی۹۳)

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

۱) ۲۷ ۲) ۳۶ ۳) ۹۰ ۴) ۱۸۰

$1/8=\frac{1}{2}C\times 200^2 \Rightarrow C=9\times 10^{-5}=90\mu F$

تست : انرژی ذخیره شده در خازن تختی ۲۵μj است. اگر بار خازن ۲۰μc افزایش یابد، انرژی ذخیره‌شده در آن ۲۲۵μj می‌شود. ظرفیت خازن چند میکرو فاراد است؟

$\frac{225}{25}=\frac{U_2}{U_1}=\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 \Rightarrow 9=\left(\frac{q+20}{q}\right)^2 \Rightarrow q=10\mu C$

۱) ۰/۱۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) ۱۰

$U_1=\frac{1}{2}\frac{q_1^2}{C_1} \Rightarrow 25=\frac{1}{2}\frac{10^2\mu^2}{C_1} \Rightarrow C_1=2\mu F$

تحلیل : اگر خازنی را به مولد وصل نموده تا شارژ شود، مادامی که خازن را از مولد جدا نکرده‌ایم، فقط اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند. در صورتی که تغییری در ساختمان خازن ایجاد شود، در مورد ظرفیت ، بار و انرژی و میدان خازن بحث کنید.

$\frac{U_2}{U_1}=\frac{q_2}{q_1}=\frac{C_2}{C_1}$

رابطه‌ی مستقیم

U ثابت :

$E\propto\frac{1}{d}$ و A و K

فقط فاصله صفحات از هم روی میدان بین صفحات تأثیر دارد.

مثال : دو صفحه‌ی خازنی را که فاصله‌ی بین آن‌ها قابل تنظیم است. به دو قطب یک مولد متصل کرده‌ایم. اگر بدون جداکردن خازن از مولد، فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن را نصف کنیم، ظرفیت و انرژی ذخیره‌شده و میدان الکتریکی در خازن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

$\frac{d_2}{d_1}=\frac{1}{2}$

$\frac{C_2}{C_1}=2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1}=2 \Rightarrow \frac{E_2}{E_1}=2$

C U E

تحلیل : اگر خازنی را به مولد وصل کرده تا شارژ شود، سپس این خازن شارژ شده را از مولد جدا نماییم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ثابت می‌ماند. درصورتی که تغییری در ساختمان خازن ایجاد شود، در مورد ظرفیت، اختلاف پتانسیل و انرژی و میدان خازن بحث کنید.

$\frac{U_2}{U_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{C_1}{C_2}$

رابطه‌ی عکس

q ثابت :

$E\propto\frac{1}{K}$ و $\frac{1}{A}$ و $\times$

تغییر فاصله صفحات تأثیری بر میدان ندارد.

مثال : اگر فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن را ۲۵ درصد کاهش دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن تقریبا چگونه تغییر می‌کند؟(۲حالت)

حالت اول : q ثابت

$\frac{U_2}{U_1}=\frac{C_2}{C_1}=\frac{d_1}{d_2}=\frac{4}{3}$ افزایش ۳۳٪

حالت دوم : q ثابت

$\frac{d_2}{d_1}=\frac{3}{4}$

$\frac{U_2}{U_1}=\frac{C_1}{C_2}=\frac{d_2}{d_1}=\frac{3}{4}$ کاهش ۲۵٪

مثال : اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازن را از ۱۰ ولت به ۳۰ ولت افزایش می‌دهیم. اگر انرژی ذخیره شده درخازن به اندازه‌ی ۱۶۰۰μj افزایش یابد:

$U_2-U_1=\frac{1}{2}C(V_2^2-V_1^2) \Rightarrow 1600\times 10^{-6}=\frac{1}{2}C(30^2-10^2)$

$C=4\mu F$

الف)ظرفیت خازن چه اندازه بوده است؟

ب)بار خازن چه اندازه افزایش یافته است؟

$q_2-q_1=C(V_2-V_1)=4\mu(30-10)=80\mu C$

مثال : برای انتقال 4mC- الکتریسیته از صفحه‌ی منفی خازن به صفحه مثبت آن ۲۰j انرژی آزاد می‌شود. اگر ظرفیت خازن 8μF باشد، بار اولیه هر صفحه‌ی خازن را محاسبه کنید.

بار کاهش می‌یابد

$\Delta U=U_2-U_1=\frac{1}{2C}\left(q_2^2-q_1^2\right) \Rightarrow -20=\frac{1}{2\times 8\mu}\left((q-4)^2-q^2\right)$

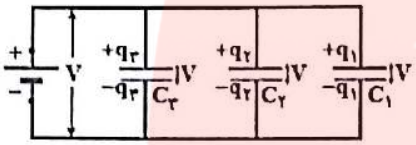
$q=0.042C=42mC$

اتصال خازن‌ها :

خازن ها می‌توانند به روش های مختلفی به یکدیگر متصل شوند که در اینجا دو نوع رایج این اتصال ها را بررسی می‌کنیم که موازی و متوالی نامیده می‌شوند. خازن‌هایی که به این روش‌ها به هم متصل شده‌اند را می توان با یک خازن جایگزین کرد که به این خازن، خازن معادل و به ظرفیت آن، ظرفیت معادل(C_{eq}) می گویند. انرژی الکتریکی ذخیره شده در این خازنِ معادل برابر مجموع انرژی تک تک خازن هاست.

موازی :

در مدار مقابل بلافاصله پس از بستن مدار اختلاف پتانسیل دو سر مدار با اختلاف پتانسیل تمامی خازن‌ها برابر خواهد بود با ثابت بودن اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن‌ها، بار الکتریکی ذخیره‌شده در هر یک از خازن‌ها متفاوت بوده و مقدار آن به ظرفیت خازن‌ها بستگی دارد. پس هر خازن متناسب با ظرفیت خود بار الکتریکی را ذخیره می‌کند.



$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$q_T = q_1 + q_2 + q_3$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$$

نکته : ظرفیت معادل خازن‌های موازی از ظرفیت هر یک از خازن‌ها بزرگتر است.

پرسش : دو خازن به طور موازی به ولتاژ V وصل شده‌اند. کدام یک بار و انرژی بیشتری دارد؟

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1}$$

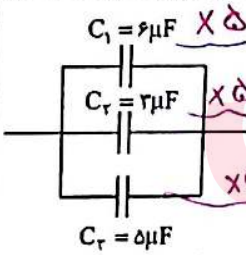
تست : دو خازن $C_1 = 3\mu F$, C_2 را به یکدیگر وصل می‌کنیم و ولتاژ ۱۰۰V را به دو سر مجموعه‌ی آن‌ها می‌بندیم. اگر انرژی ذخیره‌شده در مجموعه‌ی خازن‌ها برابر ۲۵ میلی‌ژول شود، ظرفیت C_2 چند میکرو فاراد است؟

$$U_T = \frac{1}{2} C_{eq} V^2$$

$$2 \Delta \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C_{eq} \times 100 \Rightarrow C_{eq} = 8\mu F = C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = 5\mu F$$

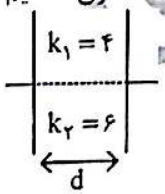
۱) ۲　　۲) ۳　　۳) ۶　　۴) ۸

تست : در مدار شکل زیر، اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر ۳۰۰μj باشد، انرژی ذخیره شده در خازن C_2 و انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها به ترتیب از راست به چپ چند μj است؟



۱) ۱۵۰ و ۷۰۰
۲) ۲۵۰ و ۷۰۰
۳) ۲۰۰ و ۶۰۰
۴) ۱۰۰ و ۶۰۰

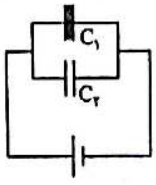
تست : مطابق شکل زیر، خازنی به ظرفیت C و دی الکتریک هوا را با دو دی الکتریک $k_1 = 4$ و $k_2 = 6$ به دو قسمت مساوی تقسیم کرده‌ایم. ظرفیت خازن جدید چند C است؟



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

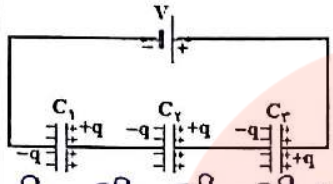
۱) ۲　　۲) ۵　　۳) ۱۰　　۴) ۲/۴

مثال : در مدار شکل زیر با خروج دی‌الکتریک خازن C_1 بار ذخیره شده در هرخازن و بارذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها چگونه تغییر می‌کند؟



سری (متوالی) : (بار) رابطه‌ی عکس

در متوالی خازن‌ها یکی پس از دیگری به یکدیگر بسته شده‌اند، هیچ انشعابی بین آن‌ها وجود ندارد. هیچ یک از خازن‌ها به طور مستقل به ولتاژ وصل نیستند و ولتاژ دو سر مدار سر مدار برابر مجموع ولتاژ دو سر خازن است. برای بدست آوردن ظرفیت خازن معادل C_{eq} ، نخست اختلاف پتانسیل هر یک از خازن‌ها را به‌طور جداگانه بدست می‌آوریم:



$$q_T = q_1 = q_2 = q_3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

نکته : ظرفیت معادل خازن‌های متوالی از ظرفیت هریک از خازن‌ها کوچکتر است.

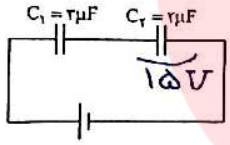
تست خازن $C_1 = 3\mu F$ را با چه خازنی و به چه صورتی ببندیم تا ظرفیت معادل آن‌ها $2\mu F$ شود؟

۱) $1\mu F$ و متوالی ۲) $1\mu F$ و موازی ۳) $6\mu F$ و متوالی ۴) $6\mu F$ و موازی

پرسش دو خازن به طور متوالی به ولتاژ V وصل شده‌اند. ولتاژ و انرژی کدام خازن بیشتر است؟

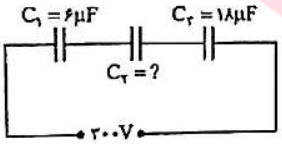
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

تست اگر در شکل زیر ولتاژ خازن C_2 برابر ۱۵V باشد، انرژی ذخیره شده در خازن $3\mu F$ چند μj خواهد بود؟



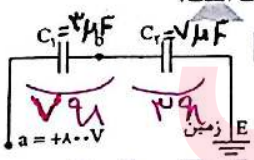
۱) ۱۵۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۲۲۵ ۴) ۳۳۷/۵

تست در شکل زیر اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_2 برابر ۱۰۰V باشد، ظرفیت خازن C_3 چند μF است؟



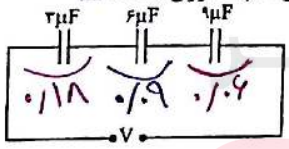
۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

تست دو خازن $C_1 = 3\mu F, C_2 = 7\mu F$ مطابق شکل زیر به یکدیگر متصل شده‌اند. پتانسیل نقطه‌ی b چند ولت است؟



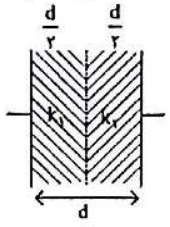
۱) ۲۴ ۲) $\frac{3}{7} \times 240$ ۳) ۵۶۰ ۴) ۸۰۰

تست در شکل زیر اگر در خازن $6\mu F$ انرژی ۰/۰۹j ذخیره شده باشد، انرژی ذخیره‌شده در مجموعه‌ی خازن‌ها چند ژول است؟



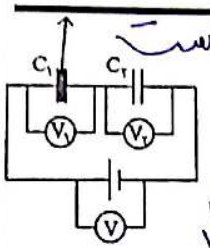
۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳۳ ۴) ۰/۴

تست درشکل زیر یک خازن تخت به ظرفیت C و دی‌الکتریک هوا به دو قسمت مساوی تقسیم شده و هر قسمت با ثابت $k_1 = 3$ و $k_2 = 6$ پر شده است. ظرفیت خازن جدید چند برابر C است؟



۱) ۴/۵ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۱۸

www.my-dars.ir

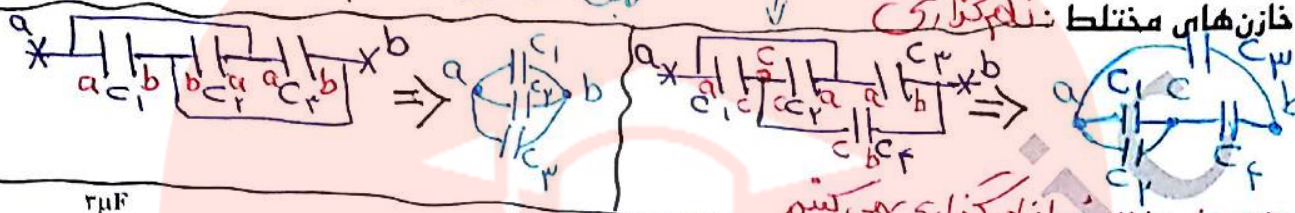


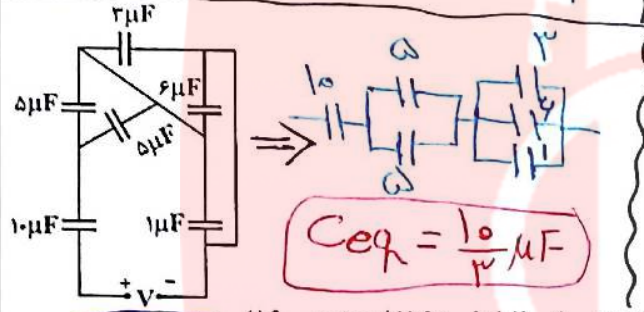
تست در شکل زیر با خارج نمودن دی‌الکتریک بین صفحات خازن C_1 چه تغییری در اعدادی که ولت سنج‌های V_1, V_2, V نشان می‌دهند ایجاد می‌شود؟

۱) افزایش ، کاهش ، ثابت　　۲) کاهش ، افزایش ، ثابت

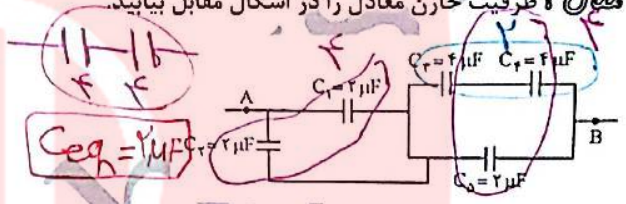
۳) ثابت ، افزایش ، افزایش　　۴) کاهش ، ثابت ، کاهش

خازن‌های مختلط

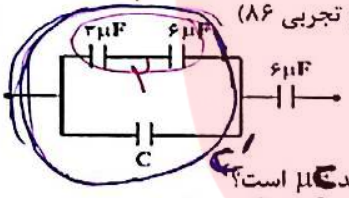




مثال ظرفیت خازن معادل را در اشکال مقابل بیابید.



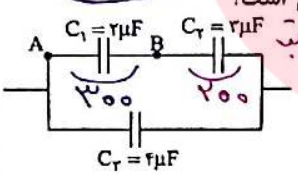
تست در شکل مقابل ظرفیت معادل مدار $2/4\mu F$ می‌باشد. ظرفیت C چند میکروفاراد است؟ (خارج تجربی ۸۶)



۱) ۰/۴　　۲) ۲

۳) ۲/۲　　۴) ۴

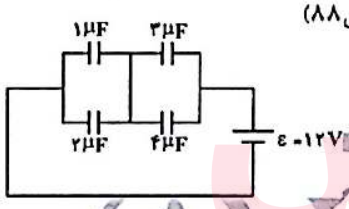
تست در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B، برابر ۳۰۰ ولت باشد، بارخازن C_2 چند μC است؟



۱) ۸۰۰　　۲) ۹۰۰

۳) ۲۰۰　　۴) ۱۲۰۰

تست در مدار شکل زیر، بار الکتریکی خازن یک میکروفارادی چند میکروکولن است؟ (خارج تجربی ۸۸)



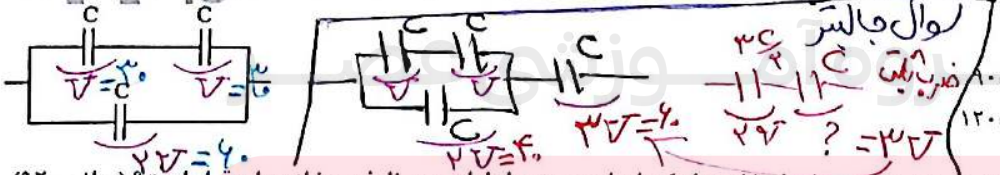
۱) ۵/۴

۲) ۸/۴

۳) ۱۲/۸

۴) ۱۶/۸

تست اگر سه خازن مشابه مطابق شکل بسته شده و ولتاژ مجاز دو سر هر خازن حداکثر ۶۰ باشد، ولتاژ دو سر مجموعه، حداکثر چند ولت می‌تواند باشد؟



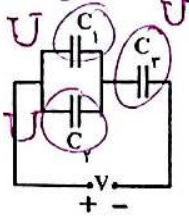
۱) ۶۰

۲) ۸۰

۳) ۱۸۰

۴) ۱۲۰

تست در مدار روبرو، انرژی ذخیره شده در هر یک از خازن‌ها یکسان است. چه رابطه‌ای بین ظرفیت خازن‌ها برقرار است؟ (ریاضی ۹۲)



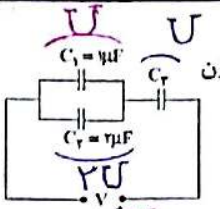
۱) $C_1 = C_2 = \frac{1}{4}C_3$

۲) $C_1 = C_2 = 4C_3$

۳) $C_1 = C_2 = \frac{1}{2}C_3$

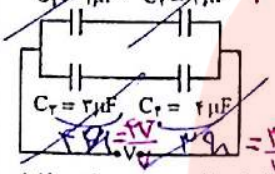
۴) $C_1 = C_2 = 2C_3$

تست 8 در شکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن C_1، دو برابر انرژی ذخیره شده در خازن C_2 است. ظرفیت خازن C_2 چند میکروفاراد است؟ (تجربی ۸۸)



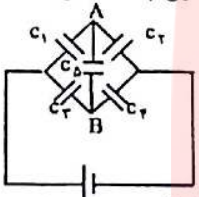
۱) ۱　　۲) ۳
۳) ۶　　۴) ۹

تست 8 در شکل روبرو بیشترین انرژی در کدام خازن ذخیره شده است؟



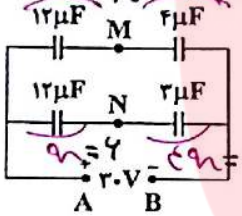
۱) C_1　　۲) C_2
۳) C_3　　۴) C_4

تست 8 در مدارشکل زیر $V_A - V_B = 0$ است. اگر $C_1 = 3\mu F$ و $C_2 = 2\mu F$ و $C_3 = 6\mu F$ و $C_4 = 10\mu F$ ظرفیت معادل خازن چند میکرو فاراد است؟



۱) $\frac{5}{6}$　　۲) $\frac{3}{6}$
۳) $\frac{10}{3}$　　۴) $\frac{5}{3}$

تست 8 در مدار روبرو، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی M و N چند ولت است؟

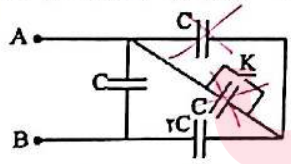


۱) صفر
۲) ۱/۵
۳) ۲/۵
۴) ۱۲/۵

اتصال کوتاه :

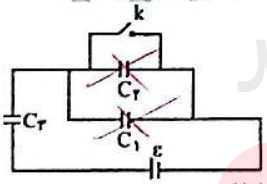
همانطور که میدانید صفحات خازن دارای بارهای مساوی و مخالف هم می‌باشند. اگر توسط سیمی دو سر یک خازن یکدیگر وصل کنیم، اتصال بارهای مخالف و مساوی، باعث خنثی‌شدن بار خازن یا مجموعه‌ی خازن‌ها شده، اختلاف پتانسیل دو سر خازن یا مجموعه‌ی خازن‌ها صفر می‌شود،

تست 8 در شکل اگر کلید را ببندیم، ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B نسبت به حالتی که کلید باز است چند برابر می‌شود؟ (ریاضی ۸۶)



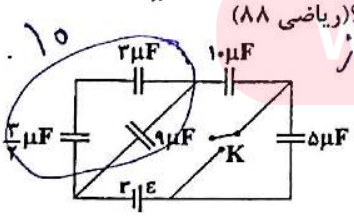
۱) ۳　　۲) $\frac{1}{2}$
۳) $\frac{2}{3}$　　۴) $\frac{5}{6}$

تست 8 در شکل داده شده، با بسته شدن کلید k ، ولتاژ دو سر خازن C_2 چند برابر می‌شود؟ ($C_1 = C_2 = C_3$) (خارج تجربی ۹۰)



۱) $\frac{1}{2}$　　۲) $\frac{2}{3}$
۳) $\frac{3}{2}$　　۴) ۲

تست 8 در مدار مقابل ، کلید باز است. اگر کلید را ببندیم، بار خازن ۱۰ میکروفارادی چند برابر است؟ (ریاضی ۸۸)



۱) ۱　　۲) ۲
۳) ۸　　۴) ۴

اتصال خازن‌های شارژ شده :

دو خازن C_1 و C_2 را به دو مولد با اختلاف پتانسیل V_1 و V_2 متصل نموده تا شارژ شود. سپس خازن‌های شارژشده‌ی C_1 و C_2 را از مولد ها جدا نموده و سپس صفحات دو خازن را به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از خازن‌ها پس از اتصال با مجموعه‌ی خازن‌ها برابر می‌باشد. بار کل ذخیره‌شده در مجموعه‌ی خازن‌ها پس از اتصال به نوع اتصال صفحات باردار دو خازن بستگی دارد.

$$V' = \frac{|C_1V_1 \pm C_2V_2|}{C_1+C_2}$$

الف) اتصال مستقیم (+)

ب) اتصال غیرمستقیم (معکوس) : (−)　$|q_1 \pm q_2| = q_1' + q_2'$

تست ۶ خازن $2\mu F$ را با اختلاف پتانسیل ۴۰۷ شارژ کرده و از مولد جدا می‌کنیم. اگر این خازن را به خازن خالی C_2 وصل کنیم، بار خازن C_2 پس از اتصال به $64\mu C$ می‌رسد. ظرفیت خازن C_2 چند μF است؟

$q_1 = 180\mu C$

$C_2 = 4C_1 = 4\times 2 = 8\mu F$

۱) ۴　　۲) ۸　　۳) ۱۲　　۴) ۱۶

تست ۷ خازنی با ظرفیت C_1 با اختلاف پتانسیل V_1 پر شده است. آن را از منبع ولتاژ جدا کرده و به دو سر خازن خالی با ظرفیت C_2 می‌بندیم. تا رسیدن به تعادل، خازن C_1 نصف انرژی خود را از دست می‌دهد. نسبت C_1 به C_2 کدام است؟(تجربی ۸۴)

$U_1' = \frac{1}{2}U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}C_1V'^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}C_1V_1^2\right) \Rightarrow V' = \frac{\sqrt{2}}{2}V_1 = \frac{C_1V_1}{C_1+C_2}$

$\sqrt{2}C_1 + \sqrt{2}C_2 = 2C_1 \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \sqrt{2}-1$

۱) ۱　　۲) ۲　　۳) $\sqrt{2}-1$　　۴) $\sqrt{2}+1$

تست ۸ در مدار مقابل ،کلید k_1 بسته و k_2 باز است. اگر ابتدا کلید k_1 را باز کنیم و سپس کلید k_2 را ببندیم، بار خازن C_1 چند برابر می‌شود؟ (خازن C_2 ابتدا خالی است و همه خازن‌ها مشابه هستند.)(خارج ریاضی۹۲)

$q_1 = C_1\frac{\varepsilon}{2}$

$V' = \frac{C_1\frac{\varepsilon}{2}}{C_2+C} = \frac{\varepsilon}{3}$

$q_2 = C_1\frac{\varepsilon}{6}$

$\frac{q_2}{q_1} = \frac{C_1\frac{\varepsilon}{6}}{C_1\frac{\varepsilon}{2}} = \frac{1}{3}$

۱) ۱　　۲)　　۳) $\frac{1}{3}$　　۴) $\frac{1}{3}$

کار در منزل٤

۱- چند خازن با ظرفیت ۲ میکرو فاراد موجود است که ماکزیمم ولتاژ قابل تحمل هر یک ۲۰۰ ولت است. با این خازن‌ها می‌خواهیم خازن معادلی با ظرفیت ۱/۲ میکرو فاراد را بسازیم که حداکثر ۱۰۰۰ ولت را بتواند تحمل کند تعداد خازن‌ها چند است؟

۱) ۱۵　　۲) ۲۰　　۳) ۲۵　　۴) ۳۰

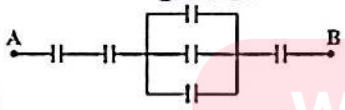
۲- در مدار روبرو، ظرفیت هر یک از خازن‌ها برابر با $11\mu F$ است. ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند میکروفاراد است؟

۱) ۸　　۲) ۶　　۳) ۴　　۴) ۳

۳- انرژی ذخیره شده خازنی که به اختلاف پتانسیل 1KV وصل است، برابر $۱۰.۰\frac{kw}{h}$ است. ظرفیت خازن چند μF است؟ (خارج تجربی۸۹)

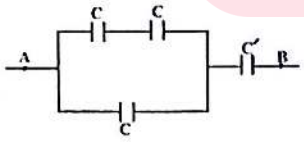
۱) ۳/۶　　۲) ۷/۲　　۳) ۳۶　　۴) ۷۲

۴- در شکل مقابل خازن‌ها مشابه و ظرفیت کل ۰/۶ میکروفاراد است. ظرفیت هر خازن چند میکروفاراد است؟(خارج ریاضی۸۶)



۱) ۱　　۲) ۲　　۳) ۳　　۴) ۴

۵- اگر در شکل مقابل، ظرفیت خازن معادل بین A و B، $\frac{3}{4}C'$ باشد، نسبت $\frac{C}{C'}$ کدام است؟ (خارج ریاضی ۸۵)



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

www.my-dars.ir　گروه آموزشی عصر

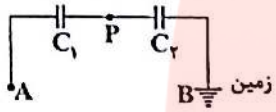
۶- ۴خازن مشابه را یک بار به طور سری و بار دیگر به طور موازی می‌بندیم و در هر بار دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها در حالت موازی چند برابر انرژی ذخیره شده در حالت سری است؟(خارج ریاضی۸۸)

۱) ۳　　۲) ۱۶　　۳) $\frac{۱}{۴}$　　۴) $\frac{۱}{۱۶}$

۷- خازنی به ظرفیت $۵۰\mu F$ توسط اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت شارژ شده است. این خازن را از منبع جدا کرده و دو سر آن را به دو سر یک خازن خالی وصل می‌کنیم. اگر بار الکتریکی منتقل شده به این خازن جدید $۱۰^{-۳}$ کولن باشد، ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟ (خارج ریاضی۸۵)

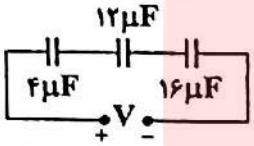
۱) ۱۲/۵　　۲) ۱۷/۵　　۳) ۲۵　　۴) ۳۵

۸- دو خازن $C_۱ = ۳\mu F$ و $C_۲ = ۵\mu F$ مطابق شکل در مداری قرار دارند. اگر پتانسیل نقطه‌ی P برابر ۱۲۰ ولت باشد. پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟ (پتانسیل نقطه‌ی B برابر صفر است.) (تجربی ۷۷)



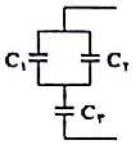
۱) ۱۲۰　　۲) ۲۰۰　　۳) ۳۲۰　　۴) ۳۶۰

۹- در شکل روبرو اگر انرژی ذخیره شده در مجموع سه خازن برابر ۰/۳۸ میکروژول باشد، انرژی ذخیره شده در خازن ۱۲ میکروفارادی چند میکروژول است؟ (تجربی ۷۸)



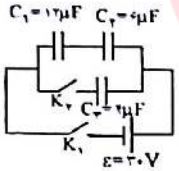
۱) ۰/۰۶　　۲) ۰/۰۸　　۳) ۰/۱۲　　۴) ۰/۲۴

۱۰- در شکل روبرو $C_۱ = ۲\mu F$ ، $C_۲ = ۳\mu F$ و $C_۳ = ۱\mu F$ است. اگر بار الکتریکی خازن $C_۱$ برابر $۸۰\mu C$ باشد، انرژی ذخیره شده در خازن $C_۲$ چند ژول است؟ (تجربی ۷۸)



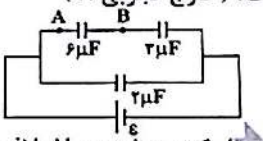
۱) ۲　　۲) ۳　　۳) ۴　　۴) ۱/۲

۱۱- در مدار روبرو، ابتدا کلید $K_۱$ بسته و کلید $K_۲$ باز است. اگر پس از تعادل بارهای الکتریکی، کلید $K_۲$ بسته شود اختلاف پتانسیل نهایی دو سر خازن $C_۱$ نسبت به حالت قبل چند ولت تغییر کرده است؟ (ریاضی ۸۴)



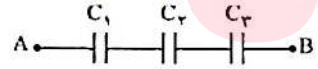
۱) صفر　　۲) ۱　　۳) ۲　　۴) ۱۰

۱۲- در شکل مقابل اگر بار خازن ۲میکروفارادی برابر با $۳۰\mu C$ باشد، اختلاف پتانسیل بین A و B چند ولت است؟ (خارج تجربی ۹۱)



۱) ۴۵　　۲) ۵۰　　۳) ۹۰　　۴) ۱۰۰

۱۳- در شکل مقابل، $C_۱ = ۴\mu F$ ، $C_۲ = ۶\mu F$ و $C_۳ = ۱۲\mu F$ است و هر خازن حداکثر می‌تواند ولتاژ ۱۲ ولت را تحمل کند. بیشترین اختلاف پتانسیلی که می‌توان بین دو نقطه‌ی A و B اعمال کرد تا خازن‌ها دچار فروشکست نشوند، چند ولت است؟ (ریاضی ۸۹)

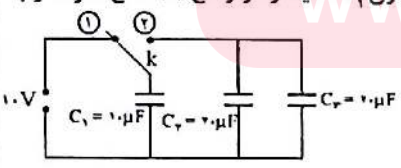


۱) ۱۲　　۲) ۲۴　　۳) ۲۲　　۴) ۳۶

۱۴- خازن $C_۱$ به اختلاف پتانسیل ۱۰۰V و خازن $C_۲ = ۶\mu F$ به اختلاف پتانسیل ۴۰۰V متصل‌اند. این دو خازن پس از پر شدن از مولد جدا، و صفحه‌های همنام آن‌ها به‌هم وصل می‌شوند. پس از اتصال اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه به ۲۸۰V می‌رسد. ظرفیت خازن $C_۱$ چند میکروفاراد است؟ (ریاضی ۸۴)

۱) ۱۰/۷۳　　۲) ۴　　۳) ۲　　۴) ۵/۲۲

۱۵- در مدار روبرو خازن‌ها بدون بار هستند و ابتدا کلید در وضع (۱) بسته شده و پس از شارژ خازن $C_۱$، کلید را از وضع (۱) قطع نموده و به وضع (۲) می‌بندیم. پس از برقراری تعادل، بار خازن $C_۱$ چند میکروکولن می‌شود؟ (تجربی ۸۹)



۱) ۲۰　　۲) ۵۰　　۳) ۸۰　　۴) ۱۰۰

کار در منزل ۱

۱- گزینه (۲)

$$F=k\frac{|q_1|\times|q_2|}{r^2}=9\times10^9\times\frac{1/6\times10^{-19}\times(10\times1/6\times10^{-19})}{(10^{-10})^2}=9\times1/6\times1/6\times\frac{10^{-28}}{10^{-20}}=23/04\times10^{-8}$$

$$F=2/3\times10^{-7}N$$

۲- گزینه (۱)

$$F=K\frac{qq}{r^2}\Rightarrow40=9\times10^9\times\frac{q^2}{(6\times10^{-1})^2}\Rightarrow q^2=16\times10^{-12}\Rightarrow q=4\times10^{-6}C$$

$$q=4\mu C$$

۳- گزینه (۴)

$$F=K\frac{q_1'q_2'}{r'^2}\rightarrow F'=9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{400\times10^{-4}}=0/225$$

دافعه

۴- گزینه (۴)

$$\frac{F'}{F}=\frac{q_2'}{q_2}\times(\frac{r}{r'})^2\rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{2q_2}{q_2}\times(\frac{r}{2r})^2=2\times\frac{1}{4}\rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{1}{2}$$

۵- گزینه (۱)

$$F'=F+0/44F\rightarrow F'=1/44F\rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{144}{100}\rightarrow\frac{F'}{F}=(\frac{r}{r'})^2\rightarrow\frac{144}{100}=(\frac{60}{r'})^2\rightarrow\frac{12}{10}=\frac{60}{r'}$$

$$r'=50cm\rightarrow\Delta r=r'-r=50-60=-10cm$$

۶- گزینه (۱)

$$\frac{F'}{F}=\left|\frac{q_1'}{q_1}\right|\times\left|\frac{q_2'}{q_2}\right|=(\frac{Q-q}{Q})\times(\frac{Q+q}{Q})\rightarrow\frac{15}{16}=\frac{Q^2-q}{Q^2}$$

$$Q^2=16q^2\rightarrow q=\frac{Q}{4}\Rightarrow q=0/25Q$$

۷- گزینه (۱)

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

۸- گزینه (۳)

☺

$$\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{\frac{۱/۲q\times۰/۲q}{(\frac{۱}{۲}r)^۲}}{\frac{q\times q}{r^۲}}=۰/۹۶$$

۹- گزینه (۲)

😐

۱۰- گزینه (۴)

😐

$$\frac{F'}{F}=\frac{\frac{۱}{۲}q}{q}\times\frac{\frac{۱}{۲}q}{q}\times(\frac{r}{r'})^۲\Rightarrow\frac{r'}{r}=\frac{۱}{۲}$$

۱۱- گزینه (۲)

$$k\frac{q_۱^۲}{r^۲}=۹, k\frac{q_۲^۲}{r^۲}=۱۶$$

☹

$$k\frac{(q_۱+q_۲)^۲}{r^۲}=k\frac{q_۱^۲}{r^۲}+k\frac{q_۲^۲}{r^۲}+۲k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}=۹+۱۶+(۲\times۳\times۴)=۴۹$$

۱۲- گزینه (۳)

☹

از طریق مشتق قابل اثبات می باشد.

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

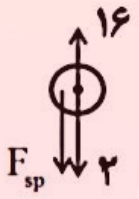
۱۳- گزینه (۲)

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{1x} = F_{2x} \rightarrow F_1 \cos\alpha = F_2 \rightarrow F_1 \times \frac{40}{50} = F_2 \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{k\frac{|q_1|\times|q_2|}{r_1^2}}{k\frac{|q_2|\times|q_2|}{r_2^2}} \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \left|\frac{q_1}{q_2}\right| \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \rightarrow \frac{5}{4} = \left|\frac{q_1}{q_2}\right| \times \left(\frac{40}{50}\right)^2 \rightarrow \left|\frac{q_1}{q_2}\right| = \frac{125}{64} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -\frac{125}{64}$$

۱۴- گزینه (۳)

$$F = 90 \times \frac{0/4 \times 4}{9} = 16N$$



$$F_{sp} + 2 = 16$$

$$F = K\Delta L \Rightarrow 14 = 2 \times \Delta L \Rightarrow \Delta L = 7cm$$

۱۵- گزینه (۱)

$$q'_A = q'_C = \frac{q_A + q_C}{2} = \frac{Q+0}{2} = \frac{1}{2}Q$$

$$q'_B = q'_C = \frac{q_B + q'_C}{2} = \frac{Q + \frac{Q}{2}}{2} = \frac{3}{4}Q$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_A}{q_A} \times \frac{q'_B}{q_B} = \frac{\frac{1}{2}Q}{Q} \times \frac{\frac{3}{4}Q}{Q} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \rightarrow F' = \frac{3}{8}F$$

۱۶- گزینه (۲)

در ابتدا دو بار q_B و q_E غیرهمنام بوده و q_B مقدار کمتری دارد. پس از تغییر دو بار همنام شده، در نتیجه نقطه‌ی تعادل بین دو بار نزدیک به بار کوچکتر خواهد بود.

۱۷- گزینه (۱)

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

۱۸- گزینه (۱)

$$F_{۱۲}=F_{۲۳}=F_{۲۱}=F$$

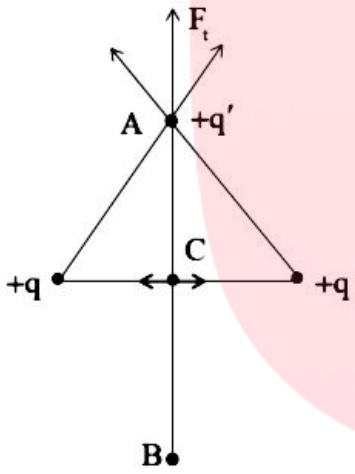
$$F_۱=۲F\cos(\frac{۶۰^\circ}{۲})=۲F\cos۳۰^\circ=۲F\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\sqrt{۳}F$$

$$F_۲=۲F\cos(\frac{۱۲۰^\circ}{۲})=۲F\cos۶۰^\circ=۲F\times\frac{۱}{۲}=F$$

$$\frac{F_۱}{F}=\sqrt{۳}$$

۱۹- گزینه (۲)

برآیند نیرو در نقطه‌ی A مقدار مشخصی است. سپس برآیند در نقطه C برابر صفر است و مجدد برآیند نیرو در نقطه B مقدار مشخصی است.



۲۰- گزینه (۱)

$$F_۱=F_۲\rightarrow F_T=۲F_۱\cos(\frac{۹۰^\circ}{۲})=\sqrt{۲}F_۱$$

$$F=۹\times۱۰^۹\times\frac{۴۰\times۱۰^{-۶}\times۱۰\times۱۰^{-۶}}{(\frac{۲۰\sqrt{۲}}{۲})\times۱۰^{-۲}}=\frac{۹\times۴\times۱۰^{-۱}}{۲۰۰\times۱۰^{-۲}}=۱۸۰N\Rightarrow F_T=۱۸۰\sqrt{۲}N$$

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

کار در منزل ۲

۱- گزینه(۱)

☺

$$\frac{E_۲}{E_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

$$\frac{E_۲}{E_۱}=\left(\frac{۲}{۳}\right)^۲=\frac{۴}{۹}\rightarrow E_۱=\frac{۹}{۴}E_۲\Rightarrow\frac{۹}{۴}E_۲-E_۲=۲۵۰\rightarrow\frac{۵}{۴}E_۲=۲۵۰\rightarrow E_۲=۲۰۰\,N/C$$

$$E_۱-E_۲=۲۵۰\,N/C$$

۲- گزینه (۲)

☺

$$E=\frac{kq}{r^۲}\Rightarrow\frac{E_۲}{E_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲\Rightarrow\frac{۱۶۰}{۲۵۰}=\left(\frac{r}{r+۱۰}\right)^۲\Rightarrow\frac{۴}{۵}=\frac{r}{r+۱۰}\Rightarrow ۴r+۴۰=۵r\Rightarrow r=۴۰\text{cm}$$

۳- گزینه (۳)

😐

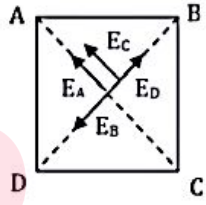
۴- گزینه (۳)

☺

۵- گزینه (۲)

😐

$$r=\frac{\sqrt{۲}\times\sqrt{۲}}{۲}=۱\text{cm}$$



$$E'=E_A+E_C+\frac{k}{r^۲}(q_A+q_C)=\frac{۹\times۱۰^۹}{۱۰^{-۲}}(۲\times۲)\times۱۰^{-۶}=۳۶\times۱۰^۷\,N/C$$

$$E''=E_D-E_B+\frac{k}{r^۲}(q_D+q_B)=\frac{۹\times۱۰^۹}{۱۰^{-۲}}(۶-۳)\times۱۰^{-۶}=۲۷\times۱۰^۷\,N/C$$

$$\sqrt{E'^۲+E''^۲}=\sqrt{\left(۳۶\times۱۰^۷\right)^۲+\left(۲۷\times۱۰^۷\right)^۲}=\sqrt{\left(۹\times۱۰^۷\right)^۲\left(۴^۲\times۳^۲\right)^۲}$$

$$=۹\times۱۰^۷\sqrt{۲۵}=۴۵\times۱۰^۷\,N/C$$

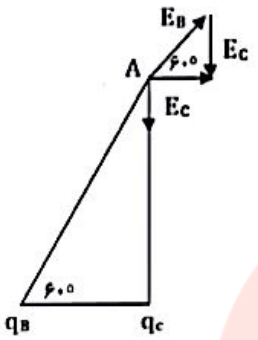
۶- گزینه (۳)

😐

میدان در مرکز حلقه و در فاصله ی خیلی دور از حلقه صفر است.

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

۷- گزینه (۳)



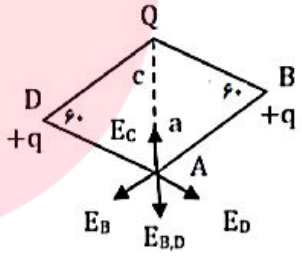
$$sin۶۰^\circ = \frac{E_C}{E_B} = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow \frac{E_B}{E_C} = \frac{۲}{\sqrt{۳}} = \frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$$

۸- گزینه ۱

$$E_۱ = k\frac{q_۱}{r_۱^۲} = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{q_۱}{۳^۲} = ۱۰^۹ q_۱ \ , \ E_۲ = k\frac{q_۲}{r_۲^۲} = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{q_۲}{۲^۲} = \frac{۹}{۴}\times۱۰^۹ \times q_۲$$

$$tan۶۰^\circ = \frac{E_۲}{E_۱} \rightarrow \frac{\sin ۳۷^\circ}{\cos ۳۷^\circ} = \frac{\frac{۹}{۴}\times۱۰^۹ q_۲}{۱۰^۹ q_۱} \Rightarrow \frac{۰/۶}{۰/۸} = \frac{۹}{۴}\times\frac{q_۲}{q_۱} \rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = \frac{۹}{۴}\times\frac{۸}{۶} \rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = ۳$$

۹- گزینه (۱)



مثلث‌های ABC و ADC متساوی الاضلاع هستند: $AB = AD = a \Rightarrow E_B = E_D$

برآیند میدان‌ها در نقطه A صفر است: $E_C = E_{B,C} \Rightarrow E_C = E_B$

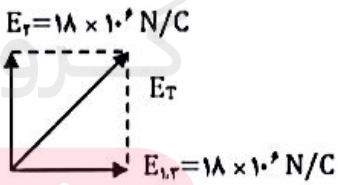
$$\Rightarrow \frac{K_Q}{a^۲} = \frac{k_q}{a^۲} \Rightarrow \left|\frac{Q}{q}\right| = ۱ \Rightarrow \frac{Q}{q} = -۱$$

۱۰- گزینه (۱)

$$q_۱^۲ = q_۲ \Rightarrow E_۱ = E_۲ = \frac{kq_۱}{r^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۱۲/۵\times۱۰^{-۶}}{(۰/۱)^۲} = ۱۱۲/۵\times۱۰^۵ \frac{N}{C} = ۱۱۲/۵\times۱۰^۷ \frac{N}{C} = \frac{۹}{۸}\times۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

$$E_{۱,۳} = ۲E_۱ cos\left(\frac{۷۴^\circ}{۲}\right) = ۲\times\frac{۹}{۸}\times۱۰^۷ \times \frac{۸}{۱۰} = ۱۸\times۱۰^۶ \frac{N}{C}$$

$$E_۲ = \frac{kq_۲}{r^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۷/۲\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۱۰^{-۴}} = \frac{۹}{۵}\times۱۰^۷ \frac{N}{C} = ۱/۸\times۱۰^۷ \frac{N}{C} = ۱۸\times۱۰^۶ \frac{N}{C}$$



$$E_T = \sqrt{۲}\times۱۸\times۱۰^۶ N/C$$

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

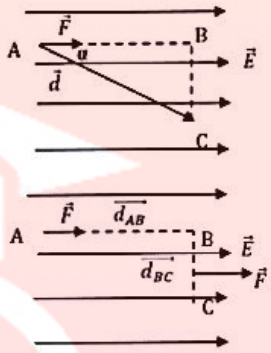
کار در منزل ۳

۱- گزینه (۴) ☺

$\Delta u = -۳۲۰۰j$

$\Delta u = q\Delta v \Rightarrow \Delta u = q(V_B - V_A) \xrightarrow{\text{چون انرژی آزاد می شود } \Delta u \text{ منفی است}} -۳۲۰۰ = +۸\left(۸۰۰ - V_A\right) \rightarrow V_A = ۱۲۰۰v$

۲- گزینه (۳) ☺



$W_۱ = Fdcos\alpha = qEdcos\alpha \ , \ d = AC$

$cos\alpha = \frac{AB}{AC} \rightarrow W_۱ = qE(AC)(\frac{AB}{AC}) \rightarrow W_۱ = qE(AB)$

$W_۲ = W_{AB} + W_{BC}$

$W_{AB} = Fd_{AB}cos۰^\circ = qE(AB) \times ۱ \rightarrow W_{AB} = qE(AB)$

$W_{BC} = Fd_{BC}cos۹۰^\circ \xrightarrow{(cos۹۰^\circ = ۰)} W_{BC} = ۰$

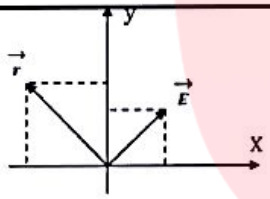
$W_۲ = qE(AB) \rightarrow W_۲ = W_۱$

۳- گزینه (۱) ☺

$\Delta K = +۸mj \rightarrow \Delta u = -۸mj$

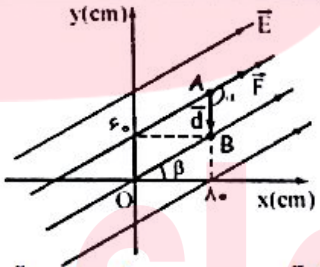
$\Delta v = \frac{\Delta u}{q} = \frac{-۸\times۱۰^{-۳}}{-۴\times۱۰^{-۶}} = ۲۰۰۰v = +۲kv$

۴- گزینه (۱) 😐



در شکل مقابل بردارهای $\vec{E}$ (ثابت) و $\vec{r}$ (لحظه ای) را نشان داده ایم همانطور که از شکل برمی آید، مسیر حرکت بار، خط راستی عمود بر بردار میدان است، یعنی $\alpha = ۹۰^\circ$ بوده و کار میدان برابر صفر است.

۵- گزینه (۳) ☹



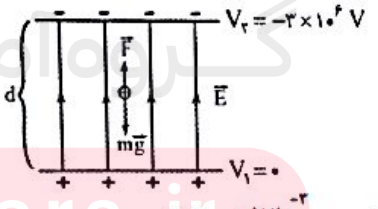
$OB = \sqrt{(۸۰)^۲ + (۶۰)^۲} = \sqrt{۱۰^۴} = ۱۰۰cm$

$sin\beta = \frac{۶۰}{OB} = \frac{۶۰}{۱۰۰} = ۰/۶$

$W = Fdcos\theta = qE(AB)cos(۹۰ + \beta)$

$w = \left(۴\times۱۰^{-۶}\right) \times \left(۵\times۱۰^{۴}\right) \times ۰/۶ \times (-sin\beta) \quad w = ۱۲\times۱۰^{-۲} \times \left(-۰/۶\right) = -۷۲\times۱۰^{-۳}j \xrightarrow{(\Delta u = -w)} \Delta u = ۷۲\times۱۰^{-۳}j$

۶- گزینه (۱) ☹



$|\Delta v| = Ed \rightarrow \left|-۳\times۱۰^{۴} - ۰\right| = E\times۳ \rightarrow E = ۱۰^{۴} N/m$

$F = qE = \left(۵\times۱۰^{-۹}\right) \times ۱۰^{۴} = ۵\times۱۰^{-۳}N$

$\sum F = F - mg = ۵\times۱۰^{-۳} - \left(۱\times۱۰^{-۳}\right) \times ۱۰ = -۵\times۱۰^{-۳}N \quad a = \frac{\sum F}{m} = \frac{-۵\times۱۰^{-۳}}{۱\times۱۰^{-۳}} = ۵\frac{N}{kg}$

$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta y \quad \left(if: \Delta y = h_s \rightarrow v = ۰\right) \rightarrow ۰^۲ - v_۰^۲ = ۲ah_s \rightarrow h_s = \frac{-v_۰^۲}{۲a} = \frac{-۵^۲}{۲\times(-۵)} = \frac{۲۵}{۱۰} \rightarrow h_s = ۲/۵m$

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

۷- گزینه (۲)

☺ حرکت الکترون ها به طرف گلوله، برای خنثی نمودن بار آن، باعث ایجاد بار مثبت در سطح خارجی استوانه می‌گردد. پس گلوله ی فلزی خنثی شده و بار در سطح خارجی استوانه $Q+$ می باشد.

۸- گزینه (۴)

😐 $\sigma = \frac{|q|}{۴\pi r^۲} \rightarrow \frac{\sigma A}{\sigma B} = \left|\frac{q_A}{q_B}\right| \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ = ۱ \times \left(\frac{۳r}{r}\right)^۲ \rightarrow \frac{\sigma A}{\sigma B} = ۹$

۹- گزینه (۴)

😐 $A = ۴\pi r^۲ = ۴ \times ۳ \times ۵^۲ = ۳۰۰cm^۲$ مساحت خارجی کره

بار اولیه کره $q_۱ = \sigma_۱ A = ۵\left(\frac{\mu C}{cm^۲}\right) \times ۳۰۰\left(cm^۲\right) = ۱۵۰۰\mu C$

بار ثانویه کره $q_۲ = \sigma_۲ A = ۴\left(\frac{\mu C}{cm^۲}\right) \times ۳۰۰\left(cm^۲\right) = ۱۲۰۰\mu C$

$\Delta q = q_۲ - q_۱ = ۱۲۰۰-۱۵۰۰ = -۳۰۰\ \mu c$ بار داده شده به کره برابر $۳۰۰\ \mu c-$ است.

۱۰- گزینه (۱)

😐 $A = ۴\pi r^۲ = ۴ \times ۳ \times \left(\frac{۱۰}{۲}\right)^۲ = ۳۰۰cm^۲ = ۳\times ۱۰^{-۲} m^۲$

$q_۱ = \sigma_۱ A = ۱۰\left(\frac{\mu C}{cm^۲}\right) \times ۳ \times ۱۰^{-۲}\left(m^۲\right) = ۰/۳\mu C \ , \ q_۲ = \sigma_۲ A = ۵۰\left(\frac{\mu C}{cm^۲}\right) \times ۳ \times ۱۰^{-۲}\left(m^۲\right) = ۱/۵\mu C$

$q_۱' = q_۲' = \frac{q_۱+q_۲}{۲} = \frac{۰/۳+۱/۵}{۲} = \frac{۱/۸}{۲} \rightarrow q_۱' = q_۲' = ۰/۹\mu C$

۱۱- گزینه (۲)

😐 $\sigma = \frac{q}{A} = \frac{ne}{۴\pi r^۲} \Longrightarrow n = \frac{\sigma \times ۴\pi r^۲}{e} = \frac{۱۶۰\times ۱۰^{-۶} \times ۴\times ۳\times (۰/۱)^۲}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۱/۶\times ۱/۲\times ۱۰^{-۵}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۱/۲ \times ۱۰^{۱۴}$

۱۲- گزینه (۲)

☹ $\sigma_B = ۲\sigma_A \Longrightarrow \frac{q_B}{A_B} = ۲\frac{q_B}{A_A} \Longrightarrow \frac{q_B}{۴\pi r^۲ B} = ۲\frac{q_A}{۴\pi r^۲ A} \Longrightarrow \frac{q_B}{r_B^۲} = ۲\frac{q_A}{r_A^۲}$

$\Longrightarrow \frac{q_B}{۴r_A^۲} = ۲\frac{q_A}{r_A^۲} \Longrightarrow q_B = ۸q_A$

$\frac{q_B'}{q_A'} = \frac{r_B}{r_A} = ۲$

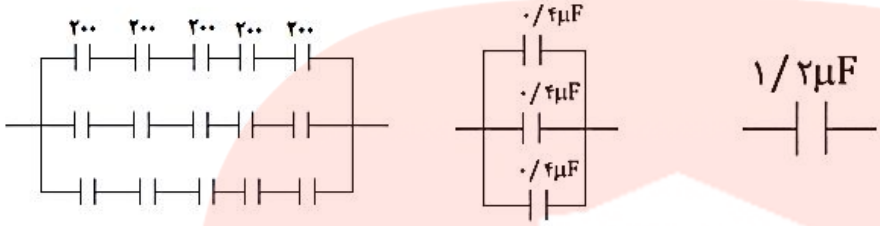
$\begin{cases} q_B' = q_B - x \times q_B \\ q_A' = q_A + x \times q_B \end{cases} \xrightarrow{q_B = ۸q_A} \begin{cases} q_B' = ۸q_A(۱-x) \\ q_A' = q_A + ۸x \times q_A = q_A(۱-۸x) \end{cases}$

$\frac{q_B'}{q_A'} = ۲ \Longrightarrow \frac{۸q_A(۱-x)}{q_A(۱-۸x)} = ۲ \Longrightarrow ۸ - ۸x = ۲ + ۱۶x \Longrightarrow ۶ = ۲۴x \Longrightarrow x = \frac{۱}{۴} = ۲۵\ \%$

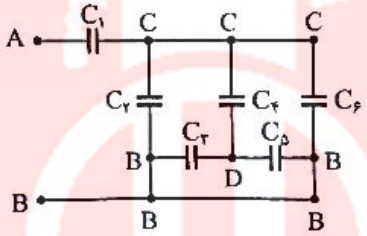
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

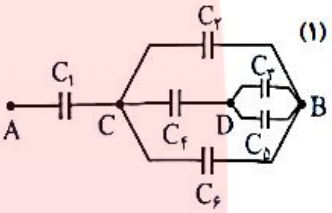
کار در منزل ۴

۱-گزینه (۱)



۲-گزینه (۱)





$C_{۳,۵}=C_۳+C_۵=۱۱+۱۱=۲۲\mu F$

$C_{۳,۵}$ و $C_۴$ معادل : $C_{۳,۴,۵}=\frac{C_{۳,۵}\times C_۴}{C_{۳,۵}+C_۴}=\frac{۲۲\times ۱۱}{۲۲+۱۱}=\frac{۲۲}{۳}\mu F$

(ظرفیت معادل بین Cو B)

$C'_T=C_{۳,۴,۵}+C_۲+C_۶=\frac{۸۸}{۳}\mu F$

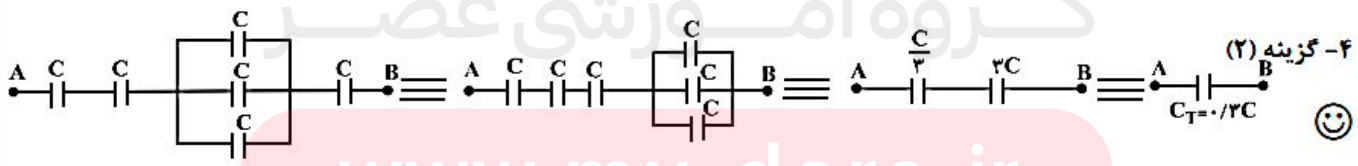
$C_T=\frac{C_۱\times C'_T}{C_۱+C'_T}=\frac{۱۱\times\frac{۸۸}{۳}}{۱۱+\frac{۸۸}{۳}}=۸\mu F$

۳- گزینه (۲)

$u=۱۰^{-۶}kwh=۱۰^{-۶}\times(۳۶\times۱۰^۵)j=۳/۶j$

$u=\frac{۱}{۲}CV^۲\Rightarrow ۳/۶=\frac{۱}{۲}\times C\times(۱۰۰۰)^۲\Rightarrow C=۷/۲\times۱۰^{-۶}F=۷/۲\mu F$

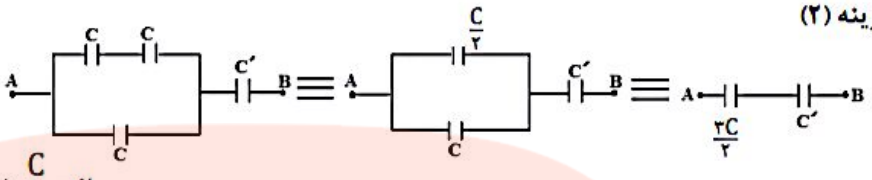
۴- گزینه (۲)



$C_T=۰/۶\mu F\Rightarrow ۰/۳C=۰/۶\Rightarrow C=۲\mu F$

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

۵-گزینه (۲)



$$\frac{۱}{C_T}=\frac{۱}{\frac{۳C}{۲}}+\frac{۱}{C'}\Rightarrow\frac{۴}{۳C'}=\frac{۲}{۳C}+\frac{۱}{C'}\Rightarrow\frac{C}{C'}=۲$$

۶-گزینه (۲)

$$u=\frac{۱}{۲}CV^۲\Rightarrow\frac{u_۱}{u_۲}=\frac{C_۱}{C_۲}=\frac{nC}{\frac{C}{n}}=n^۲=۱۶$$

۷-گزینه (۱)

$$q_۱=C_۱V_۱=۵۰\times۱۰^{-۶}\times۱۰۰\Rightarrow q_۱=۵\times۱۰^{-۳}C\Rightarrow q_۱'=q_۱-۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}C$$

$$q_۱'=C_۱V_{\text{زمین}}\Rightarrow۴\times۱۰^{-۳}=۵\times۱۰^{-۶}\times V\Rightarrow V=۸۰V$$

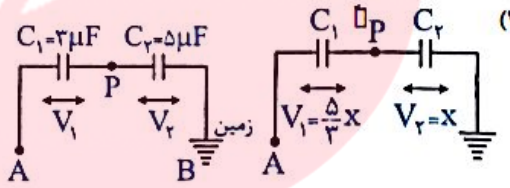
$$q_۲'=CV_{\text{زمین}}\times۱۰^{-۳}=C_۲\times۸۰\Rightarrow C_۲=۱۲/۵\mu F$$

۸-گزینه (۳)

$$V_۲=V_P-V_B\rightarrow V_۲=۱۲۰V$$

$$\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{C_۲}{C_۱}\rightarrow\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{۵}{۳}\rightarrow V_۱=\frac{۵}{۳}x\Rightarrow V_۱=\frac{۵}{۳}\times۱۲۰=۲۰۰V$$

$$V_۱=V_A-V_P\rightarrow۲۰۰=V_A-۱۲۰\Rightarrow V_A=۳۲۰V$$



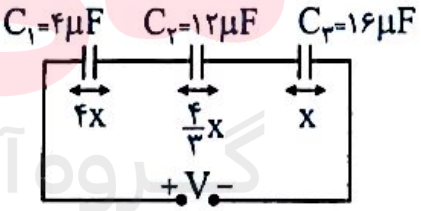
۹-گزینه (۲)

$$C_۲=\frac{۱۲}{۱۶}C_۲=\frac{۳}{۴}C_۲\Rightarrow U_۲=\frac{۴}{۳}U_۲=\frac{۴}{۳}x$$

$$C_۱=\frac{۴}{۱۶}C_۲=\frac{۱}{۴}C_۲\Rightarrow U_۱=۴U_۲=۴x$$

$$U_T=U_۱+U_۲+U_۳\rightarrow۰/۳۸=۴x+\frac{۴}{۳}x+x=\frac{۱۹x}{۳}\Rightarrow x=۰/۰۶\mu j$$

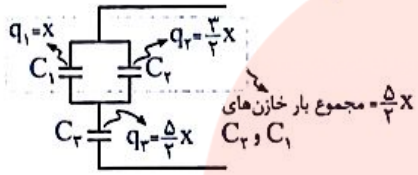
$$U_۲=\frac{۴}{۳}x\rightarrow U_۲=۰/۰۸\mu j$$



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

۱۰-گزینه (۱) اگر بار خازن C_1 را x فرض کنیم ، بار خازن C_2 برابر با $\frac{۳}{۲}x$ می‌شود :

مجموع بار خازن‌های C_1 و C_2 $= \frac{۵}{۲}x$



مجموع C_1 و C_2 با C_3 سری است $\Rightarrow$ بار خازن C_3 $\frac{۵}{۲}x =$

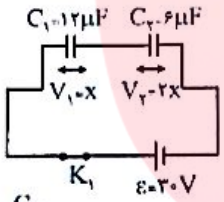
$$q_1 = x = ۸۰۰\mu C$$

$$q_3 = \frac{۵}{۲}x \Rightarrow q_3 = \frac{۵}{۲} \times ۸۰۰ = ۲۰۰۰\mu C$$

$$U_3 = \frac{۱}{۲}\frac{q_3^{۲}}{C_3} \rightarrow U_3 = \frac{۱}{۲} \times \frac{(۲۰۰۰ \times ۱۰^{-۶})^{۲}}{۱ \times ۱۰^{-۶}} = ۲j$$

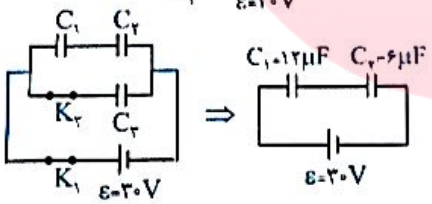
۱۱-گزینه (۱) حالت اول : اگر کلید k_1 بسته و کلید k_2 باز باشد ، خازن C_2 از مدار حذف می‌گردد.

و مدار به شکل مقابل می‌شود .



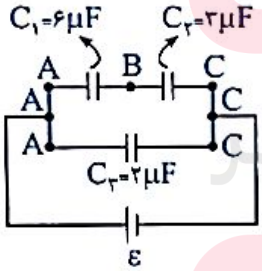
$$\Rightarrow \varepsilon = V_1 + V_2 \Rightarrow ۳۰ = x + ۲x \Rightarrow x = ۱۰V \Rightarrow V_1 = x = ۱۰V$$

حالت دوم : اگر هر دو کلید بسته باشد، مدار به شکل زیر تبدیل می‌شود :



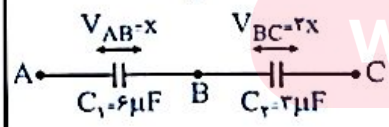
همانطور که مشاهده می‌کنید دو سر مجموع خازن‌های C_1 و C_2 همانند حالت اول، مولد متصل می‌باشد، بنابراین ولتاژ دو سر خازن C_1 دقیقاً همانند حالت اول است. پس در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_1 نسبت به حالت قبل تغییر نمی‌کند.

۱۲- گزینه (۲) ابتدا اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و C را به کمک رابطه‌ی $q=CV$ محاسبه می‌کنیم :



$$q_3 = C_3 V_{AC} \xrightarrow[C_3 = ۳\mu F]{q_3 = ۹۰۰\mu C} ۹۰۰ = ۳ \times V_{AC} \Rightarrow V_{AC} = ۳۰۰V$$

حال می‌توان خازن C_1 و C_2 را به شکل زیر در نظر گرفت :



$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} \xrightarrow[V_{BC} = ۲x,\ V_{AC} = ۳۰۰V]{V_{AB} = x} ۳۰۰ = x + ۲x \Rightarrow x = ۱۰۰V \Rightarrow V_{AB} = x = ۱۰۰V$$

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

۱۳-گزینه (۲) سهم خازن C_1 از ولتاژ کل (V_{AB}) بیشتر از سایر خازن‌هاست.($V_1 = V_{max} = ۱۲V$)

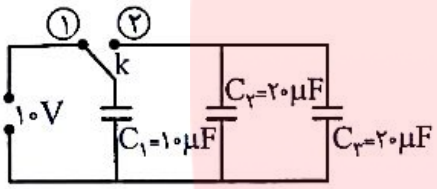
$$q_1 = q_2 = q_3 \rightarrow C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow ۴\times۱۲ = ۶V_2 = ۱۲V_3 \rightarrow V_2 = ۸V, V_3 = ۴V$$

$$V_{AB} = V_1 + V_2 + V_3 = ۱۲ + ۸ + ۴ \rightarrow V_{AB} = ۲۴V$$

۱۴-گزینه (۲)

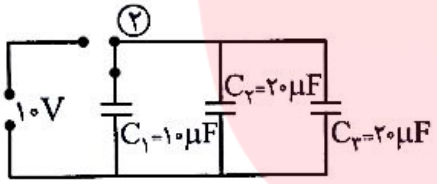
$$V_t = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow ۲۸۰ = \frac{۱۰۰C_1 + ۲۴۰۰}{C_1 + ۶} \Rightarrow ۱۸۰C_1 = ۷۲۰ \Rightarrow C_1 = ۴\mu F$$

۱۵-گزینه(۱) مدار را در دو حالت بررسی می‌کنیم :



حالت اول: اگر کلید در وضع (۱) بسته شود، در واقع خازن‌های C_2 و C_3 حذف می‌شوند، زیرا در مدار قرار نمی‌گیرند، به همین علت فقط خازن C_1 شارژ می‌شود.

باید دقت شود که در این حالت ولتاژ دو سر خازن C_1 برابر با ۱۰ ولت است.



حالت دوم : اگر کلید در وضع (۲) بسته شود ، در واقع خازن شارژ شده‌ی C_1 را از منبع جدا کرده و به خازن خالی C_2 و C_3 متصل کرده‌ایم و ولتاژ مشترک پس از اتصال برابر است با :

$$V_{\text{مشترک}} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{C_1 + C_2 + C_3} = \frac{C_1V_1 + ۰ + ۰}{C_1 + C_2 + C_3} = \frac{۱۰\times۱۰}{۱۰ + ۲۰ + ۳۰} = ۲V$$

بار خازن C_1 در حالت دوم عبارت است از :

$$q_1' = C_1V_{\text{مشترک}} \xrightarrow{C_1=۱۰\mu F,\ V=۲V} q_1' = ۱۰\times۲ = ۲۰\mu C$$

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