کارنامه خرد

فصل اول

الکتریسیته ساکن

۱- چگونه توسط یک الکتروسکوپ می‌توانیم تشخیص دهیم که:

الف) یک میله باردار است یا نه؟

جواب: میله را به تیغه یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم. اگر ورقه‌های الکتروسکوپ از یکدیگر دور شدند، میله باردار است؛ در غیر اینصورت میله خنثی است.

ب) میله رساناست یا عایق؟

جواب: میله را به تیغه یک الکتروسکوپ باردار تماس می‌دهیم. اگر بار الکتروسکوپ تخلیه شد (ورقه‌ها به هم چسبیدند) میله رسانا و در غیر این صورت میله عایق است.

پ) نوع بار میله باردار چیست؟

جواب: میله را به تیغه الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم. اگر ورقه‌های الکتروسکوپ بیشتر از قبل از هم فاصله گرفتند بار میله موافق با بار الکتروسکوپ و اگر ورقه‌ها به هم نزدیک شدند بار میله مخالف بار الکتروسکوپ است.

۲- یک میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله پلاستیکی $-۱۲/۸nC$ می‌شود.

الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه پشمی چقدر است؟

جواب: به همان اندازه و مثبت، یعنی:

$$+۱۲/۸nC$$

ب) تعداد الکترون‌های منتقل شده از پارچه پشمی به میله پلاستیکی را محاسبه کنید.

جواب: تعداد الکترون ها به صورت زیر به دست میاید:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{۱۲/۸ \times ۱۰^{-۹}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۸ \times ۱۰^{۱۰}$$

۳- الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن (C^{12}_{6}) چند کولن است؟

جواب: بار الکتریکی خالص اتم کربن صفر بوده و بار هسته به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$q = +ne = +۶ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۹/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^{+}) چقدر است؟

جواب: بار الکتریکی اتم کربن یک‌بار یونیده مثبت برابر است با:

$$q = +۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

۳-۱ قانون کولن

$$F_{\text{تئوری}} = ۹\times۱۰^{۹} \frac{|q_۱||q_۲|}{R^۲}$$

$$F_{\text{عملی}} = K \frac{|q_۱||q_۲|}{R^۲}$$

۴- دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_۱=۴/۰nC$ و $q_۲=-۶/۰nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله $r=۳۰cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

جواب: گر دو گوی هم اندازه با بارهای مختلف را به هم تماس دهیم بار هر گوی پس از تماس به صورت زیر بدست می آید :

$$q = \frac{q_۱+q_۲}{۲} = \frac{۴ + (-۶)}{۲} = -۱\, nC$$

پس بار هر گوی برابر منفی یک کولن می شود که نیروی رانشی به یکدیگر وارد خواهند کرد:

$$F = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} =$$

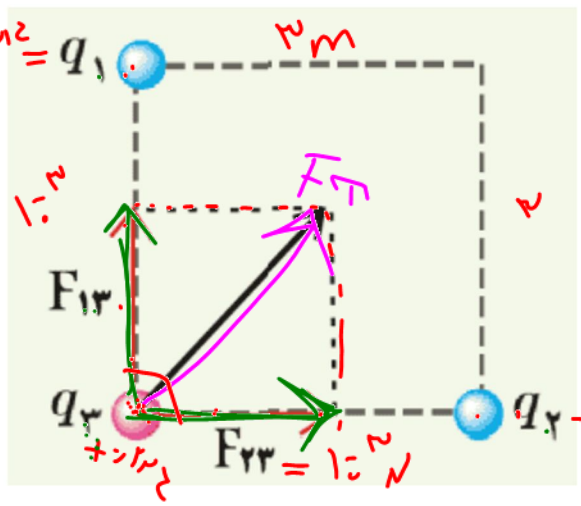
$$۹\times۱۰^{۹} \times \frac{|-۱\times۱۰^{-۹}||-۱\times۱۰^{-۹}|}{۰/۳^۲} =$$

$$= ۱\times۱۰^{-۷} N$$

همانطور که گفتیم، پس از تماس ، بار گوی ها یکسان می شود و بنابراین همدیگر را دفع می کنند. یعنی نیرو، رانشی است.

۵- سه ذرّه باردار q_1 و q_3 ،q_2 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع ۳m ثابت شده‌اند. اگر $q_1=q_2=-5\mu C$ و $q_3=+0/2\mu$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را برحسب بردارهای یکه i و j تعیین کنید.

نیروهای وارده را محاسبه می کرده در نهایت جمع می نماییم:



جواب: چون بارهای q_1 و q_2 برابر و فاصله آنها از بارq_3 یکسان است؛ بنابراین $F_{13}=F_{23}$ در نتیجه:

$$F_{13}=F_{23}=k\frac{|q_2||q_3|}{r^2}=$$

$$9\times10^9\times\frac{5\times10^{-6}\times0/2\times10^{-6}}{3^2}=1\times10^{-3}N$$

$$\rightarrow\begin{cases}\vec{F}_{23}=(1\times10^{-3}N)\,\vec{i}\\ \vec{F}_{13}=(1\times10^{-3}N)\,\vec{j}\end{cases}$$

$$\vec{F}=\vec{F}_{23}+F_{23}=(1\times10^{-3}N)\,\vec{i}+(1\times10^{-3}N)\,\vec{j}$$

۶- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_2=+5/0nC$، $q_1=-4/0nC$ و $q_3=-4/0nC$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید.

جواب: نیروی خالص وارد بر بار q_2 صفر است زیرا وسط خط واصل دو بار هم اندازه قرار دارد. برای پیدا کردن نیروی خالص وارد بر بار q_3 نیروهایی که از طرف بارهای q_2 و q_1 بر این بار وارد می شود را بدست می آوریم :

$$F_{13}=k\frac{|q_1||q_3|}{r^2}=$$

$$9\times10^9\times\frac{|-4\times10^{-9}||-4\times10^{-9}|}{0/16^2}=$$

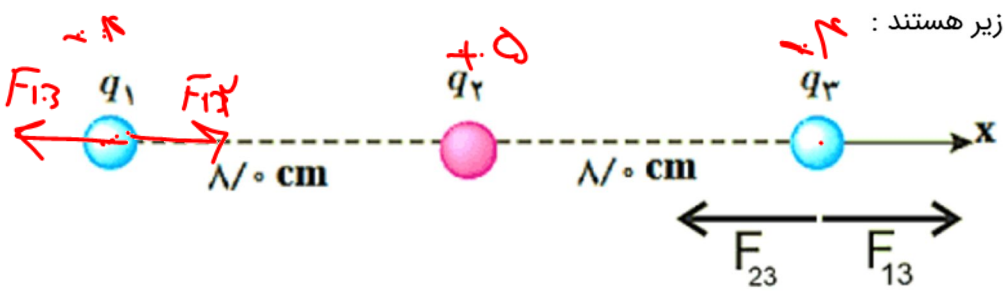
$$5/62\times10^{-6}N$$

$$F_{23}=k\frac{|q_2||q_3|}{r^2}=$$

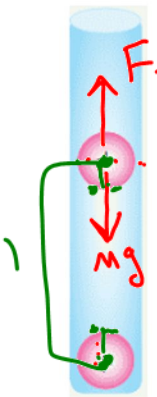
$$9\times10^9\times\frac{|+5\times10^{-9}||-4\times10^{-9}|}{0/08^2}=$$

$$=2/81\times10^{-5}N$$

جهت نیروها به شکل زیر هستند :



۷- در شکل روبه رو، دو گوی مشابه به جرم ۲/۵g و بار یکسان مثبت q در فاصله ۱/۰cm از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.



الف) اندازه بار q را به دست آورید.

جواب: برای اینکه گوی معلق بماند باید نیروی وزن و نیروی الکتریکی یکسان باشد:

$$F_E = F_w$$

$$k\frac{|q||q|}{r^2} = mg \rightarrow$$

$$\frac{9\times10^9\times q^2}{(10^{-2})^2} = 2/5\times10^{-3}\times9/8$$

$$q = \sqrt{\frac{24/5\times10^{-7}}{9\times10^9}} =$$

$$\sqrt{2/72\times10^{-16}} = 1/64\times10^{-8}C$$

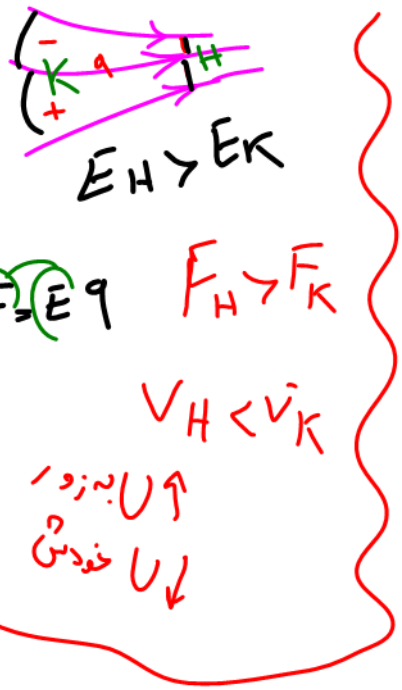
ب) تعداد الکترون‌های کنده شده از هر گوی چقدر است؟

جواب: تعداد الکترون کنده شده :

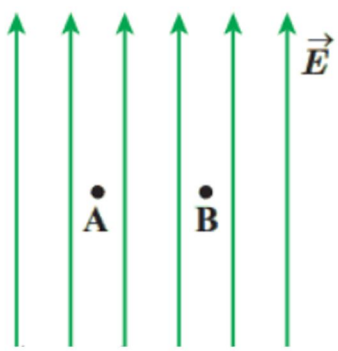
$$n = \frac{q}{e} = \frac{1/64\times10^{-8}C}{1/6\times10^{-19}C} = 10^{11}$$

۱-۴، ۱-۵ و ۱-۶ میدان الکتریکی، میدان الکتریکی حاصل از یم ذرّه باردار و خطوط میدان الکتریکی

۸- یک ذرّه باردار را یک بار در نقطه A و بار دیگر در نقطه B قرار می‌دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذرّه باردار در این دو نقطه وارد می‌شود را مقایسه کنید.



جواب: با توجه به رابطه $F = qE$ نیروی الکتریکی در هر دو نقطه یکسان است .



$E_A = E_B$

$F_A = F_B$

۹- هسته آهن شعاعی در حدود $۴/۰ \times ۱۰^{-۱۵}\text{m}$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است.

الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $۴/۰ \times ۱۰^{-۱۵}\text{m}$ از هم قرار دارند چقدر است؟

جواب: بزرگی نیروی دو پروتون از رابطه زیر بدست می آید:

$$F = k\frac{|q_P||q_P|}{r^۲} =$$

$$۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{|۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}||۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}|}{(۴ \times ۱۰^{-۱۵})^۲} =$$

$$= ۱۴/۴N$$

ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $۱/۰ \times ۱۰^{-۱۰}\text{m}$ از مرکز هسته چقدر است؟

جواب: ۲۶ پروتون داخل هسته است پس بار هسته برابر است با:

$$q_p = ne = ۲۶ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C =$$

$$۴۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$$

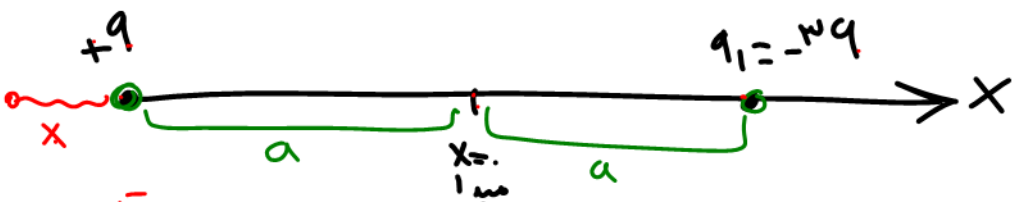
$$E = k\frac{|q|}{r^۲} =$$

$$۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۴۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{(۱ \times ۱۰^{-۱۰})^۲} =$$

$$۳/۷۴ \times ۱۰^{۱۲}\ N/C$$

۱۰- شکل زیر، دو ذرّه باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور X ثابت شده‌اند. بارها در فاصله یکسان a از مبدأ مختصات (نقطه O) قرار دارند.

(الف) در کجای این محور (غیر از بی نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برایند برابر با صفر است؟



$|q| < |-3q|$
بار کوچیکه
بار بزرگه

$E_1 = E_2$

$\frac{kq}{x^2} = \frac{k(3q)}{(2a+x)^2}$

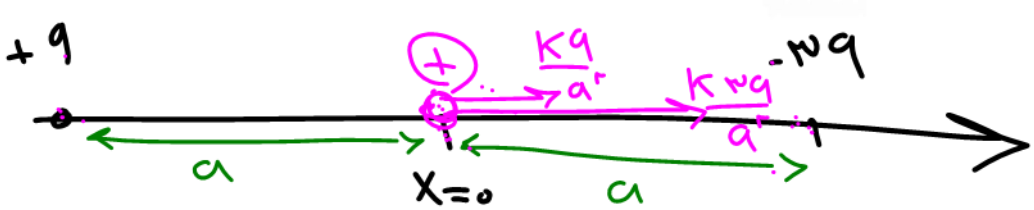
$\frac{1}{x} = \frac{1.7}{2a+x}$

$1.7x = 2a + x$

$0.7x = 2a$

$x = \frac{2a}{0.7}$

(ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند در مبدأ مختصات را بیابید. جواب:

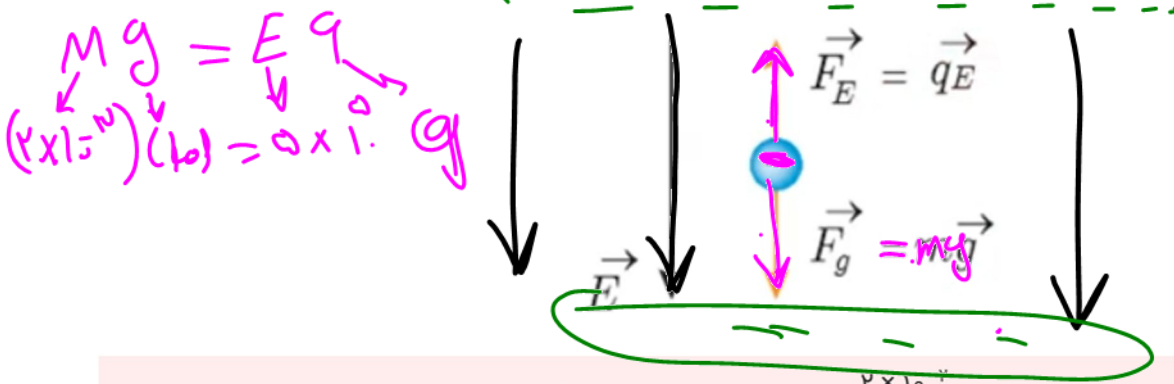


$E_T = E_1 + E_2$

$\frac{15q}{9a^2} + \frac{3q}{a^2} = \frac{4kq}{9a^2}$

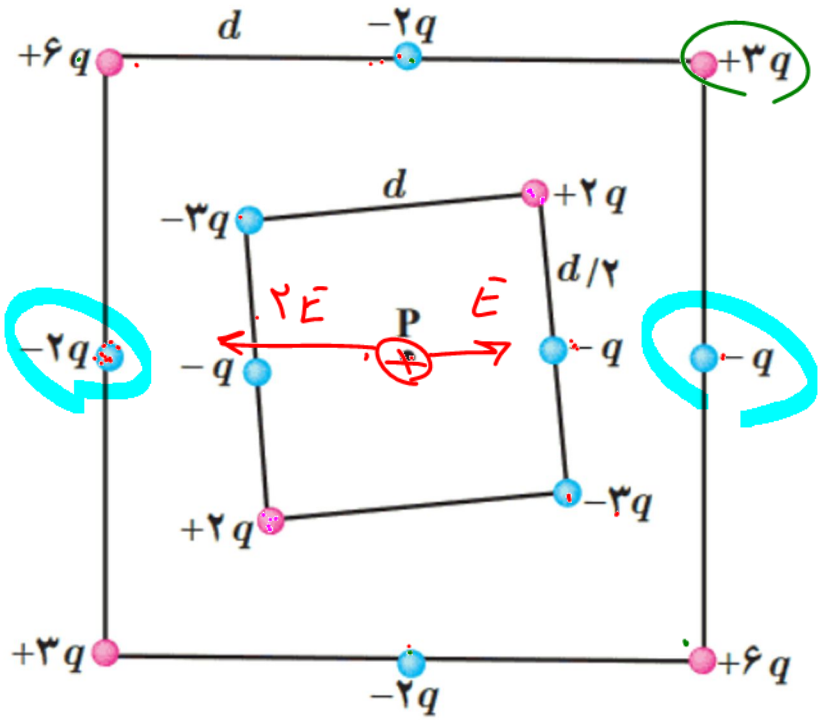
۱۱- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵/۰ \times ۱۰^{۵} N/C$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذرّه بارداری به جرم ۲/۰g معلّق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = ۱۰N/kg$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذرّه را مشخص کنید.

جواب: میدان رو به پایین است برای معلق ماندن نیرو رو به بالاست پس بار الکتریکی منفی میباشد. و نیروی وزن و میدان یکسان است. پس:



$$F_E = F_{mg} \Rightarrow qE = mg \Rightarrow q \times ۵ \times ۱۰^{۵} = ۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow q = \frac{۲ \times ۱۰^{-۲}}{۵ \times ۱۰^{۵}} = ۴ \times ۱۰^{-۸} C$$

۱۲- شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه P هم مرکزند، همردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع به فاصله d یا d/۲ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند در نقطه P چیست؟



$E = k\frac{q}{d^2}$

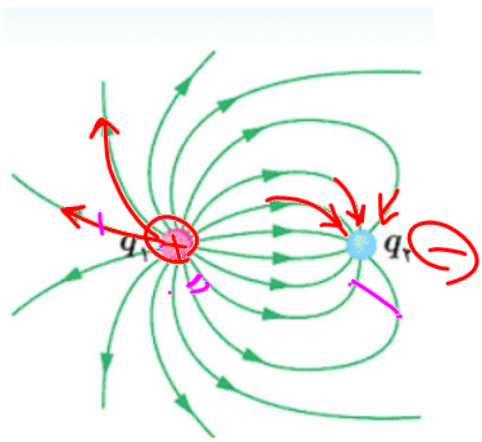
جواب:

$$E_1 = k\frac{|-q|}{d^2} = \frac{kq}{d^2} \rightarrow \vec{E}_1 = \left(\frac{kq}{d^2}\right)\vec{i}$$
$$E_2 = k\frac{|-2q|}{d^2} = \frac{2kq}{d^2} \rightarrow \vec{E}_2 = \left(\frac{2kq}{d^2}\right)\vec{i}$$

$$\rightarrow \vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \rightarrow \vec{E}_T = \left(-\frac{kq}{d^2}\right)\vec{i}$$

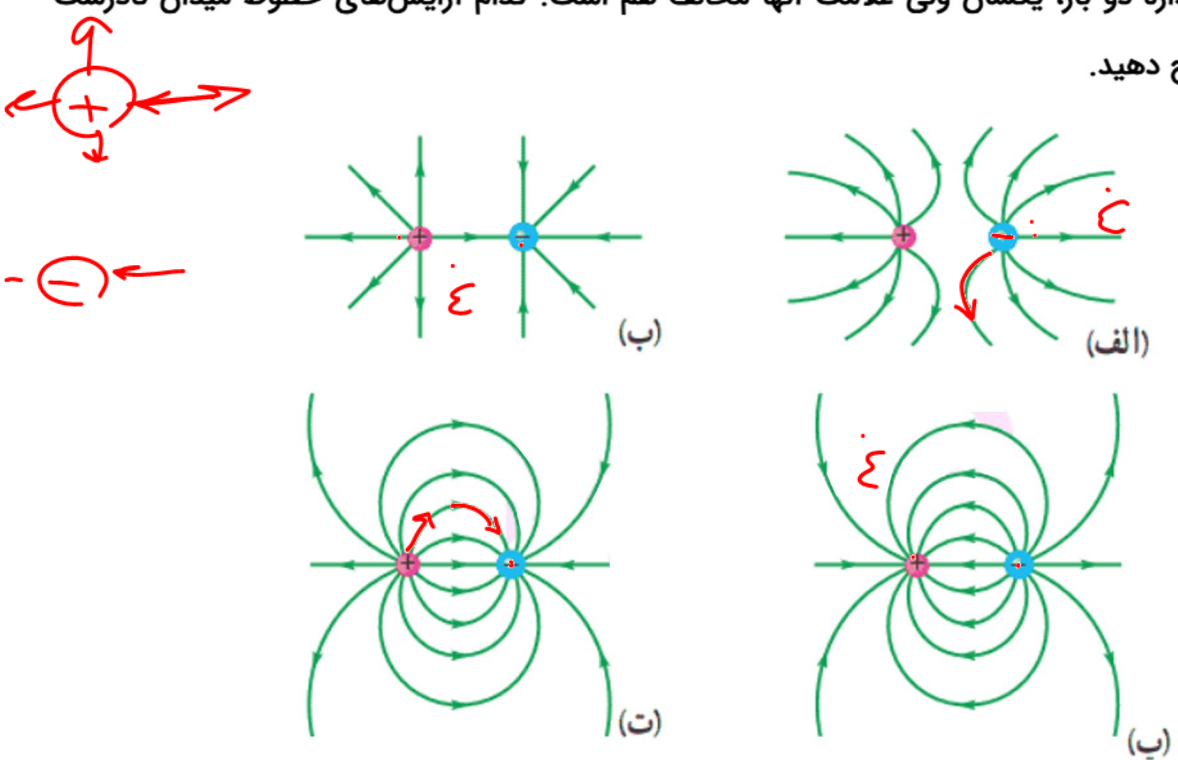
۱۳- خطوط میدان الکتریکی برای دو کره رسانای باردار کوچک در شکل روبه رو نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازه آنها را مقایسه کنید.

جواب: بار q_1 مثبت است و بار q_2 منفی است. اندازه بار q_1 بیشتر است زیرا خطوط میدان بیشتری در اطراف آن قرار دارد.



$|q_1| > |q_2|$

۱۴- در شکل‌های زیر، اندازه دو بار، یکسان ولی علامت آنها مخالف هم است. کدام آرایش‌های خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



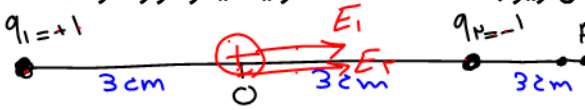
الف) نادرست است خطوط میدان به سمت داخل بار منفی می شود.

ب) جهت خطوط درست است اما خطوط بین دو بار به طور کامل رسم نشده است.

پ) نادرست ، جهت خطوط درست رسم نشده است .

ت) صحیح است .

۱۵- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1=+1/0nC$ و $q_2=-1/0nC$ مطابق شکل زیر به فاصله ۶/۰cm از یکدیگر قرار دارند.



الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.

جواب: در نقطه O میدانی که هر دو بار ایجاد می کنند هم اندازه و هم جهت (به سمت راست) می باشد پس میدان خالص جمع میدان های ناشی از این دو بار است :

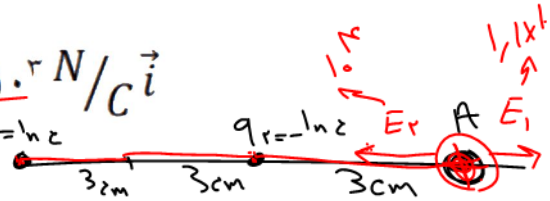
$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r^2}\vec{i} = 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2}\vec{i} = 1\times10^4\ N/C\ \vec{i}$$

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r^2}\vec{i} = 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2}\vec{i} = 1\times10^4\ N/C\ \vec{i}$$

$$E_{کل} = E_1 + E_2 = 2\times10^4\ N/C\ \vec{i}$$

در نقطه A جهت میدان الکتریکی بار q۱ به سمت راست و جهت میدان بار q۲ به سمت چپ می باشد پس داریم :

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r^2}\vec{i} = 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2}\vec{i} = 1/1\times10^3\ N/C\ \vec{i}$$

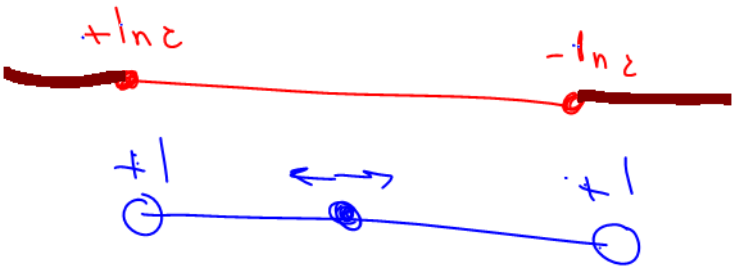


$$E_2 = -k\frac{|q_2|}{r^2}\vec{i} = -9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2}\vec{i} = -1\times10^4\ N/C\ \vec{i}$$

$$E_{کل} = E_1 + E_2 = 1/1\times10^3\ N/C\ \vec{i} - 1\times10^4\ N/C\ \vec{i} = -8/9\times10^3\ N/C\ \vec{i}$$

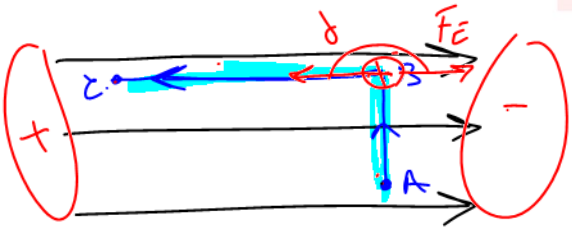
ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟

جواب: زمانی میدان خالص صفر می شود که اندازه میدان ناشی از هر دو بار هم اندازه و خلاف جهت هم باشند که فقط در وسط دو بار هم اندازه هستند اما در این نقطه هم جهت می باشند پس در هیچ کجای خط واصل دو بار میدان الکتریکی خالص صفر نمی شود.



۷-۱ و ۸-۱ انرژی پتانسیل الکتریکی و پتانسیل الکتریکی

۱۶- مطابق شکل زیر، بار $q=+۵۰nC$ در میدان الکتریکی یکنواخت $۸/۰\times۱۰^{۵}N/C$ نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه جا می‌کنیم. اگر $AB=۰/۲۰m$ و $BC=۰/۳۰m$ باشد، مطلوب است:



الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q،

جواب: نیروی الکتریکی در میدان یکنواخت در تمام نقاط یکسان است :

$$F = |q|E = ۵۰\times۱۰^{-۹}\times۸\times۱۰^{۵} = ۴\times۱۰^{-۲}N$$

ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه جایی انجام می‌دهد،

جواب: در دو مرحله جابجایی صورت می گیرد که کار در جابجایی AB به دلیل اینکه عمود بر راستای میدان الکتریکی است صفر می باشد. پس فقط کار میدان الکتریکی در جابجایی BC را بدست می آوریم:

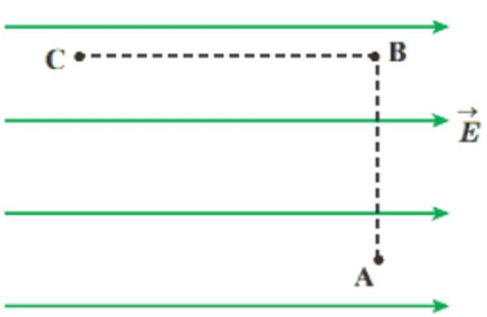
$$W_{AB} = ۰$$

$$W_{BC} = |q|Ed\cos\theta = ۴\times۱۰^{-۲}\times\cos۱۸۰ = -۱/۶\times۱۰^{-۲}j$$

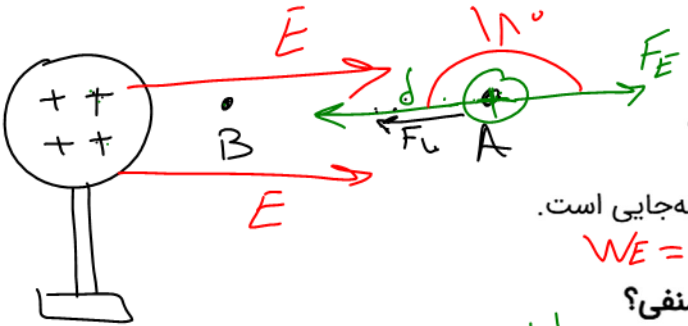
پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی.

جواب: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار انجام شده است پس

$$\Delta U = -W_{BC} = +۱/۶\times۱۰^{-۲}j$$



۱۷- در شکل زیر ذرّه باردار مثبت و کوچکی را از حالت سکون، از نقطه A به سمت کره باردار که روی پایه عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطه B قرار می‌دهیم.



(الف) در این جابه جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟

جواب: منفی، زیرا نیروی الکتریکی وارد بر ذره باردار در خلاف جهت جابه‌جایی است.

(ب) کاری که ما در این جابه جایی انجام می‌دهیم مثبت است یا منفی؟

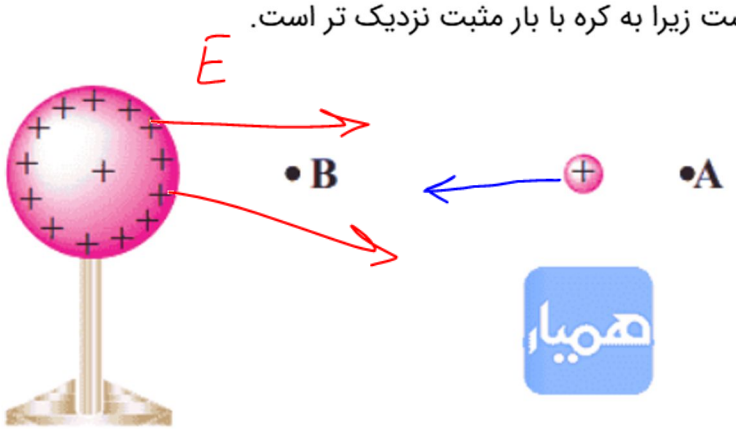
جواب: مثبت، زیرا نیروی ما در جهت جابه‌جایی ذره باردار است.

(پ) انرژی پتانسیل ذرّه باردار در این جابه جایی چگونه تغییر می‌کند؟

جواب: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار نیروی الکتریکی است از آنجایی که کار منفی است پس انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.

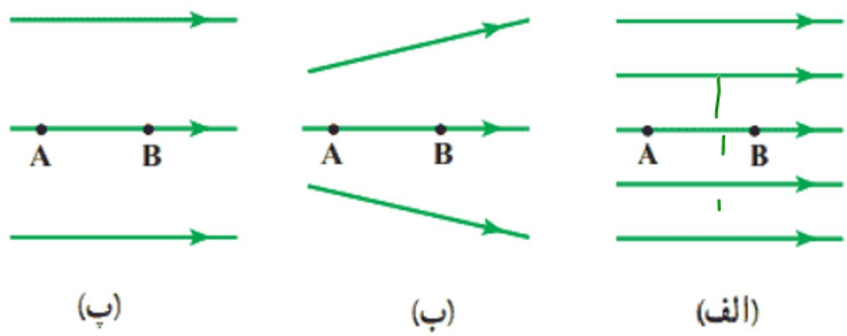
(ت) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

جواب: پتانسیل نقطه B بیشتر است زیرا به کره با بار مثبت نزدیک تر است.



همیار

۱۸- شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید.



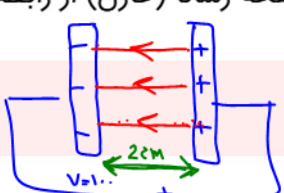
(پ) (ب) (الف)

جواب: در قسمت الف بیشتر میشود زیرا نیروی الکتریکی وارد بر ذره توسط میدان بیشتر و قویتر است.

۱۹- دو صفحه رسانا با فاصله ۲/۰۰cm را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آنها را به اختلاف پتانسیل ۱۰۰V وصل می‌کنیم. درنتیجه، یکی از صفحه‌ها به طور منفی و دیگری به طور مثبت باردار می‌شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی به وجود می‌آید. اندازه این میدان الکتریکی را حساب کنید و با توجه به جهت خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه توضیح دهید که کدام یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

جواب: میدان الکتریکی دو صفحه رسانا (خازن) از رابطه زیر بدست می آید :

$$E = \frac{V}{d} = \frac{۱۰۰v}{۰/۰۲m} = ۵۰۰۰N/C$$



چون جهت خطوط میدان از صفحه مثبت به منفی است و با حرکت در جهت میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، بنابراین صفحه با بار مثبت پتانسیل بیشتری دارد.

۲۰- بار الکتریکی q=-۴۰nC از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی V۱=-۴۰ تا نقطه‌ای با پتانسیل V۲=-۱۰ آزادانه جابه‌جا می‌شود.

الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟ جواب به روش اول:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\Delta U_E}{q} \rightarrow \Delta U_E = q\Delta V = -40 \times 10^{-9}(-10-(-40)) = -1/200 \times 10^{-6} j$$

انرژی پتانسیل الکتریکی $۱/۲\times۱۰^{-۶}$ ژول کاهش می‌یابد.

جواب به روش دوم:

$$\Delta U = q(V_2 - V_1)$$

$$\Delta U = -40 \times 10^{-9}(-10+40)$$

$$\Delta U = -1200 \times 10^{-9} J$$

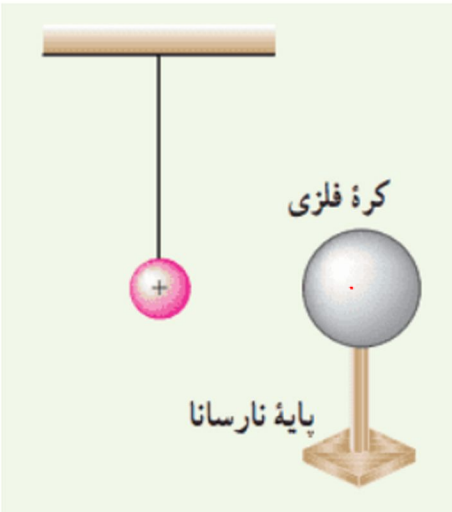
چون تغییرات انرژی پتانسیل بار منفی است پس انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته است.

ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، در مورد چگونگی تبدیل انرژی بار q در این جابه جایی توضیح دهید.

جواب: در اینجا انرژی پتانسیل ذخیره شده در بار الکتریکی به انرژی جنبشی تبدیل می شود و سرعت می گیرد.

۹-۱ میدان الکتریکی در داخل رساناها

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



جواب: در اثر نزدیک شدن به آونگ بار مثبت ، بارهای منفی به سمت آونگ متمایل می شوند (مانند شکل زیر) و چون بارهای ناهم نام به هم نزدیک میشوند آونگ جذب کره می گردد

۲۲- یک صفحه پلاستیکی باردار (تلق یا ورق باردار) را به براده‌های ریز آلومینیمی بدون بار نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که براده‌ها به طرف صفحه پلاستیکی، جذب می‌شوند. علت این پدیده را توضیح دهید.

با نزدیک کردن صفحه ی پلاستیکی به براده ها در صفحه پلاستیکی و براده ها القا صورت می‌گیرد و در نتیجه ی القا براده ها جذب صفحه ی پلاستیکی میشوند

۲۳- وقتی ماهواره‌ای به دور زمین می‌چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می‌شود. این بارها ممکن است موجب آسیب رساندن به قطعات الکترونیکی ماهواره شود. فرض کنید ماهواره‌ای در اثر عبور از یکی از لایه‌های جو دارای بار الکتریکی $q=۲/۰\times۱۰^{-۹}C$ شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع $۴۰cm$ است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید. (از تجمع بار بر روی لبه‌ها چشم پوشی شود.)

$$A = ۶ \times (۰/۴)^۲ = ۰/۹۶$$

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{۲\times۱۰^۹}{۹۶\times۱۰^۲} \simeq ۰/۰۲\times۱۰^{-۷} = ۲\times۱۰^{-۹}\frac{C}{m^۲}$$

۱-۱۰ خازن

۲۴- اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هریک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟

الف) بار آن دو برابر شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن سه برابر شود.

جواب: ظرفیت خازن فقط وابسته به ساختمان آن می باشد پس در هر دو حالت الف و ب ظرفیت خازن تغییری نمی کند.

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

$$C = K\varepsilon_۰\frac{A}{d}$$

۲۵- 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.

جواب به روش اول:

$$\begin{cases} V_1 = ۲۸V \\ V_2 = ۴۰V \\ \Delta q = ۱۵\mu C \\ C = ? \end{cases}$$

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

$$C = \frac{۱۵}{(۴۰ - ۲۸)} = \frac{۱۵}{۱۲}$$

$$C = ۱/۲۵\mu F$$

جواب به روش دوم:

در حالت اول ظرفیت خازن C۱ اختلاف پتانسیل V۱=۲۸ بار اولیه Q۱ می باشد، با تغییر بار و ولتار ، میزان ظرفیت خازن تغییر نمی کند

$$\Delta Q = C\Delta V = C(V_2 - V_1)$$

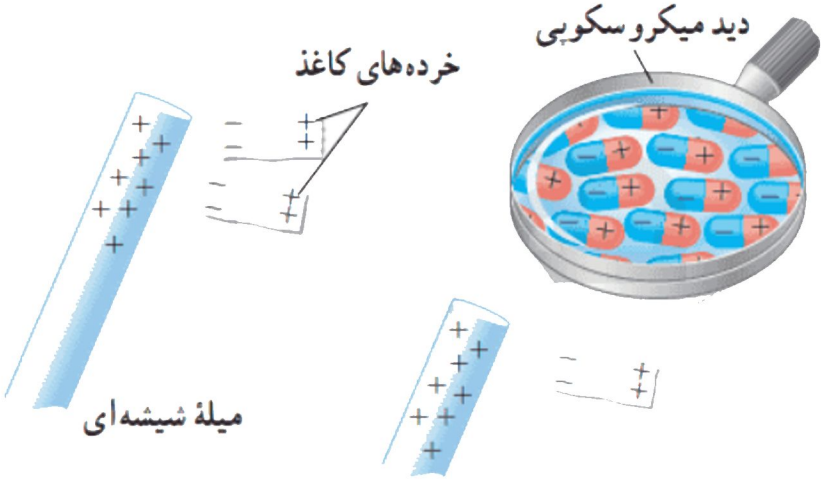
$$C = \frac{\Delta Q}{V_2 - V_1} = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۶} C}{۴۰V - ۲۸V} = ۱/۲۵ \times ۱۰^{-۶} F \approx \mu F$$

۱۱-۱ خازن با دی‌الکتریک

۲۶- بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به جای اینکه به طور قائم فرو ریزد، خمیده می‌شود؟

جواب: یک سر مولکول‌های قطبی آب که باری مخالف بار بادکنک دارند به سمت بادکنک کشیده شده و سبب انحراف مسیر آب می‌شوند.

۲۷- با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله باردار، خرده‌های کاغذ را می‌رباید؟



جواب: میله باردار باعث القای بار مخالف در یک سمت خرده‌های کاغذ شده و جاذبه بین بارهای ناهمنام سبب اتصال خرده‌های کاغذ به میله باردار می‌شود.

۲۸- ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات ۱/۰mm که بین صفحه‌های آن هوا قرار دارد، برابر ۱/۰F است. مساحت صفحه‌های این خازن چقدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

جواب به روش اول:

با استفاده از رابطه ظرفیت خازن :

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{1 \times 1 \times 10^{-3}}{8/85 \times 10^{-12}} = 1/12 \times 10^{8} m^2$$

می بینیم که برای تهیه خازنی با ظرفیت یک فاراد باید صفحه هایی به مساحت صد میلیون متر مربع فراهم کرد ، در نتیجه در می یابیم که یک فاراد (ظرفیت خازن) واحد بسیار بزرگی است.

جواب به روش دوم:

$$\begin{cases} d = 1 \times 10^{-3} m \\ C = 1F \\ \kappa = 1 \\ A = ? \\ \varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \end{cases}$$

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

$$A = \frac{Cd}{K\varepsilon_0} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 8/85 \times 10^{-12}}$$

$$A = 1/1 \times 10^{8} m^2$$

از حل این مسئله نتیجه میگیریم که برای ساخت چنین خازنی نیاز به صفحاتی با مساحت بسیار زیاد داریم که عملا امکان پذیر نمی باشد.

۲۹- یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، درحالی که باتری همچنان به خازن متصل است، فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام یک از موارد زیر درست است؟

الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

جواب: با توجه به رابطه $E = \frac{V}{d}$ چون ولتاژ خازن به باتری متصل است ولتاژ ثابت است و با دو برابر شده فاصله ، میدان نصف می شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

جواب: نادرست

اختلاف پتانسیل میان صفحه ها تغییر نمی کند زیرا همچنان به باتری متصل است و اختلاف پتانسیل خازن همان اختلاف پتانسیل باتری می باشد

پ) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

جواب: نادرست،

با توجه به رابطه $C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ با دو برابر شدن d ظرفیت خازن نصف می شود.

ت) بار روی صفحه‌ها تغییر نمی‌کند.

جواب: نادرست،

با توجه به رابطه $C = \frac{Q}{v}$ چون C نصف شده و V ثابت است پس Q باید نصف شود تا رابطه درست باشد.

۳۰- مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی، $1/00m^2$ و فاصله دو صفحه از هم $0/500mm$ است. عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۴/۹ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

$$\begin{cases} A = 1m^2 \\ d = /5\times10^{-3}\,m \\ \kappa = 4/9 \\ C = ? \\ \varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\,\frac{F}{m} \end{cases}$$

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

$$C = 4/9\times8/85\times10^{-12}\times\frac{1}{/5\times10^{-3}}$$

$$C = 86/7\times10^{-9}F = 86/7nF$$

۱۲-۱ انرژی خازن

۳۱- دو صفحه خازن تخت بارداری را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.

جواب: هر قدر انرژی ذخیره شده در خازن بیشتر باشد، در زمان اتصال صفحات جرقه بزرگ‌تری پدید می‌آید. اگر فاصله صفحات را دو برابر کنیم ظرفیت خازن نصف می‌شود. با توجه به رابطه‌ی $U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ و ثابت بودن بار روی صفحات (Q) انرژی ذخیره شده در خازن دو برابر می‌شود. بنابراین در زمان اتصال صفحات جرقه بزرگ‌تری پدید می‌آید.

جواب به روش دوم: میدانیم $C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ چون (Q) ثابت است: $U = \frac{Q^2}{2C}$ پس انرژی جرقه بیشتر میشود.

۳۲- ظرفیت خازن تختی ۲۰nF و بار الکتریکی ذخیره شده در آن ۱۸۰nC است:

الف) انرژی ذخیره شده در این خازن چقدر است؟

$$U = \frac{1}{2} \times \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(180 \times 10^{-9})^2}{20 \times 10^{-9}} = 81 \times 10^{-7} J$$

جواب به روش دوم:

$$U = \frac{q^2}{2C} = \frac{90 \times 9}{40 \times 18 \times 10^{-18}} 10^{-9} = 810 \times 10^{-9} J$$

ب) بین صفحات خازن هواست. خازن را از باتری جدا و بین صفحه های آن را دو برابر میکنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چقدر افزایش میابد؟

نکته۱ – باتری را از خازن جدا کرده ایم بنابراین بار خازن ثابت می ماند. نکته

2- فاصله ی صفحات خازن را دو برابر کرده ایم بنابراین ظرفیت خازن در حالت دوم نصف می شود.

$$q_1 = q_2 = 180nC \quad C_2 = 10nF$$

بنابر این داریم :

دفعه اول

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C_1} \rightarrow U_1 = \frac{1}{2} \times \frac{(180nC)^2}{20nF} = \frac{1}{2} \times \frac{180nC \times 180nC}{20nF} = 810nj$$

حالت جدید

$$\frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C_2} \rightarrow U_1 = \frac{1}{2} \times \frac{(180nC)^2}{10nF} = \frac{1}{2} \times \frac{180nC \times 180nC}{10nF} = 1620nj$$

$$U_2 - U_1 = 1620 - 810 = +810nj$$

سوال در چاپ جدید حذف شده: ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بارالکتریکی آن q است. اگر ۳/۰mC بار الکتریکی را از صفحه منفی جداکرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه ۸/۰J زیاد می‌شود. q را محاسبه کنید.

جواب:

$$\Delta U = \frac{Q^2}{2C} \Longrightarrow$$

$$\Delta U = \frac{((q+3) \times 10^{-3})^2}{2C} - \frac{(q \times 10^{-3})^2}{2C} = \frac{(q^2 + 6q + 9 - q^2) \times 10^{-6}}{2C} = 8$$

$$\Longrightarrow \frac{(6q+9)}{2C} \times 10^{-6} = 8 \Longrightarrow$$

$$6q + 9 = 2C \times 10^{-6} \times 8 = 16C \times 10^{-6} = 16 \times 12 \times 10^{-6} \times 10^{6} = 192$$

$$\Longrightarrow 6q = 183 \Longrightarrow q = 30,5$$