



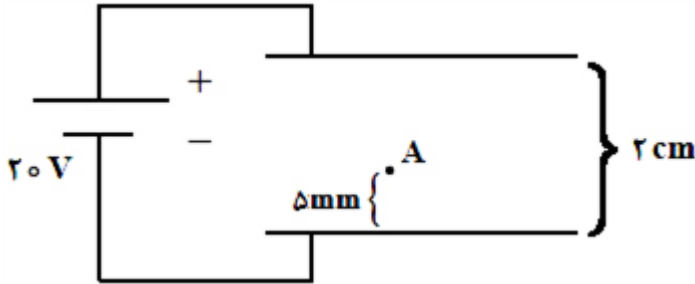
نام و نام خانوادگی :

پایه تحصیلی :

نام دبیر :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک سال یازدهم تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۵/۰۱
ریاضی (فصل ۱ الکتریسیته ساکن)

۱ دو صفحه رسانای موازی را به باتری وصل می‌کنیم. اگر بار $q = -5 \text{ mC}$ را در نقطه A رها کنیم، وقتی به صفحه بالایی می‌رسد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میلی‌ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ (از اثر وزن ذره صرف‌نظر کنید.)



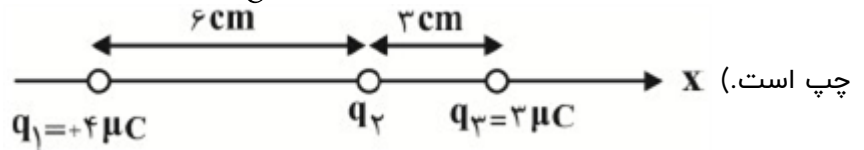
۱۰۰ و کاهش (۱)

۱۰۰ و افزایش (۲)

۷۵ و کاهش (۳)

۷۵ و افزایش (۴)

۲ مطابق شکل مقابل، اگر برایند نیروهای وارد بر بار نقطه‌ای q_2 ، چهار برابر برایند نیروهای وارد بر بار نقطه‌ای q_3 از طرف بارهای دیگر باشد، q_2 چند میکروکولن است؟ $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ و جهت برایند نیروهای وارد بر q_3 به سمت



$-\frac{15}{8}$ (۱)

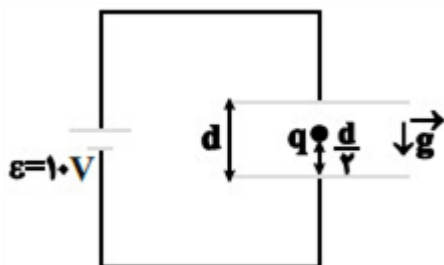
$\frac{15}{8}$ (۲)

$-\frac{8}{15}$ (۳)

$\frac{8}{15}$ (۴)

۳ در شکل مقابل، ذره‌ی باردار $q = -2 \mu\text{C}$ به جرم 15 mg در وسط فاصله‌ی دو صفحه‌ی رسانای افقی که به دو قطب یک باتری متصل هستند، به حال تعادل قرار دارد. اگر در یک لحظه با ثابت بودن صفحه‌ی پایینی، صفحه‌ی بالایی را به اندازه‌ی $\frac{d}{2}$ به سمت بالا جابه‌جا کنیم، در این صورت کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد بار q صحیح است؟

$$\left(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}\right)$$



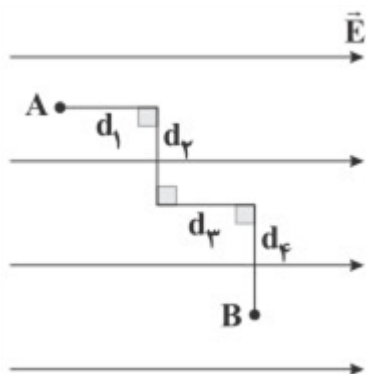
۱ با تندی $\frac{2}{3} \frac{m}{s}$ به صفحه‌ی پایینی می‌رسد. (۱)

۲ با تندی $\frac{2}{3} \frac{m}{s}$ به صفحه‌ی پایینی می‌رسد. (۲)

۳ با تندی $\frac{2}{3} \frac{m}{s}$ به صفحه‌ی پایینی می‌رسد. (۳)

۴ هم‌چنان ساکن می‌ماند. (۴)

- ۴ با توجه به شکل زیر، بار الکتریکی نقطه ای $q = -10 \text{ mC}$ در مسیر نشان داده شده از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا شده است. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آن در این جابه‌جایی چند ژول است؟
 $\left(d_1 = d_2 = 40 \text{ cm}, d_3 = d_4 = 5 \text{ cm}, E = 4 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$



۲۲۰ (۴)

۳۲۰ (۳)

۲۲۰ (۲)

۳۲۰ (۱)

- ۵ با حرکت بار الکتریکی منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی آن می‌یابد و کار انجام شده توسط میدان روی آن است.

کاهش - منفی (۴)

کاهش - مثبت (۳)

افزایش - منفی (۲)

افزایش - مثبت (۱)

- ۶ چه تعداد از عبارتهای زیر نادرست است؟

(الف) در یک دستگاه منزوی، قبل و بعد از تماس دو جسم رسانا، مجموع بار این دو جسم ثابت می‌ماند.
 (ب) اگر شانه‌ای پلاستیکی را به موی سر خشک و تمیز مالش دهیم، بار الکتریکی جابه‌جا شده از مرتبه‌ی کولن است.
 (ج) اگر نایلون و پارچه‌ی کتان را (با توجه به سری الکتریسیته‌ی مالشی) به یکدیگر مالش دهیم، نایلون دارای بار منفی می‌شود.

۲ (۴)

۱ (۳)

۳ (۲)

صفر (۱)

- ۷ سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -30 \mu\text{C}$ ، $q_2 = +20 \mu\text{C}$ و q_3 بر روی یک خط قرار دارند، به طوری که برابری نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_1 و q_2 از طرف دو بار دیگر صفر است. در این صورت برابری نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 از طرف بارهای q_1 و q_2 چگونه است؟

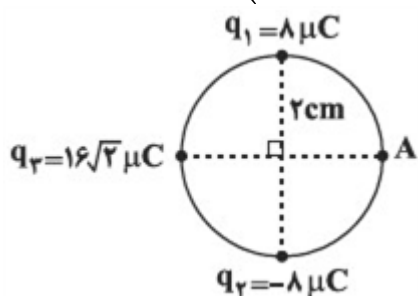
صفر است. (۲)

مخالف صفر است. (۱)

بستگی به مکان، مقدار و علامت بار q_3 دارد. (۴)

فقط بستگی به مقدار و علامت بار q_3 دارد. (۳)

- ۸ در شکل مقابل سه بار الکتریکی نقطه‌ای در جای خود بر روی محیط یک دایره ثابت شده‌اند. برابری میدانهای الکتریکی ناشی از آنها در نقطه A چند $\frac{\text{kN}}{\text{C}}$ و جهت آن به کدام سمت است؟
 $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right)$



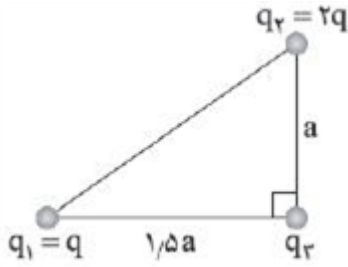
1.8×10^4 (۴)

1.8×10^4 (۳)

1.8×10^7 (۲)

1.8×10^7 (۱)

۹ در شکل زیر اگر نیرویی که بار q_1 به q_3 وارد می‌کند برابر با F باشد، برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 چند F می‌باشد؟



۱۱
۲ (۴)

$\frac{\sqrt{85}}{2}$ (۳)

$\frac{\sqrt{83}}{2}$ (۲)

$\sqrt{\frac{11}{2}}$ (۱)

۱۰ دو ذره‌ی باردار در فاصله‌ی r به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F وارد می‌کنند. اگر اندازه‌ی بار الکتریکی یکی از ذره‌ها نصف شود و فاصله‌ی بین دو ذره به $2r$ برسد، بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره چند برابر F می‌شود؟

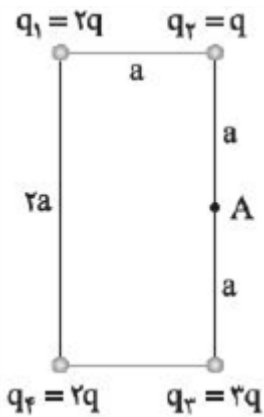
۱ (۴)

$\frac{1}{2}$ (۳)

$\frac{1}{4}$ (۲)

$\frac{1}{8}$ (۱)

۱۱ در شکل زیر اندازه‌ی میدان الکتریکی خالص حاصل از بارهای الکتریکی نشان داده شده در نقطه‌ی A چند برابر میدان بار q_4 در همان نقطه است؟



$\sqrt{7}$ (۴)

۵ (۳)

$\sqrt{6}$ (۲)

$\sqrt{13}$ (۱)

۱۲ مساحت صفحات دو خازن تخت A و B یکسان است. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه‌ی خازن B سه برابر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه‌ی خازن A باشد، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن B ، 6 برابر بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن A می‌شود. ظرفیت خازن A چند برابر ظرفیت خازن B است؟ (بین صفحات هر دو خازن، هوا است.)

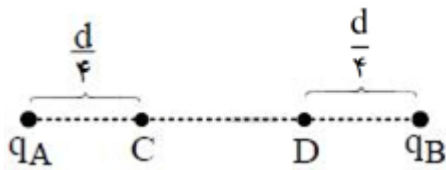
۱۸ (۴)

$\frac{1}{18}$ (۳)

۲ (۲)

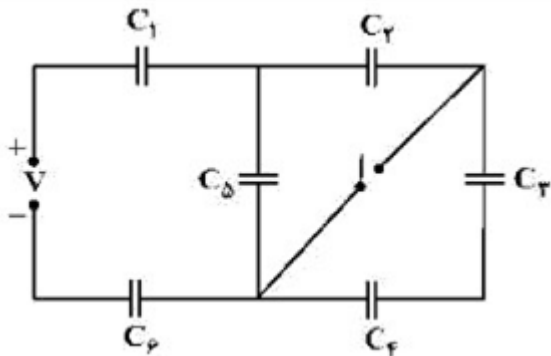
$\frac{1}{2}$ (۱)

۱۳ مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای همنام مثبت q_A و q_B در فاصله d از هم ثابت شده‌اند به طوری که $q_A = 4q_B$ است. چنانچه یک بار نقطه‌ای منفی را از نقطه C تا نقطه D با سرعت ثابت جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟



- ۱ افزایش می‌یابد. ۲ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ۳ کاهش می‌یابد. ۴ ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۴ در مدار زیر، همه‌ی خازن‌ها مشابه‌اند و ابتدا کلید باز است. با بستن کلید، بار خازن C_5 چند برابر می‌شود؟



- ۱ $\frac{11}{12}$ ۲ $\frac{11}{10}$ ۳ $\frac{2}{5}$ ۴ $\frac{3}{10}$

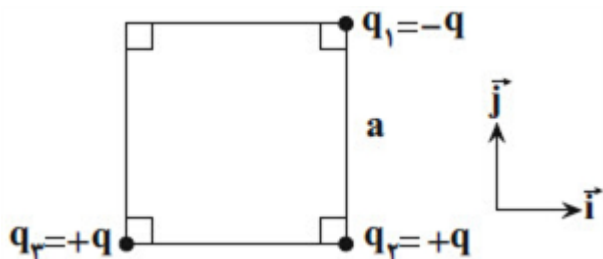
۱۵ خازنی با دو صفحه‌ی تخت و موازی به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابتی متصل است. اگر ابعاد صفحات خازن ۲۰٪ افزایش یابد و همچنین فاصله‌ی بین صفحات خازن را با یک دی‌الکتریک با ضریب ۲ برابر پر کنیم و فاصله‌ی بین صفحات خازن ۴ برابر شود، انرژی ذخیره‌شده در خازن و همچنین بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن چند درصد و چگونه تغییر می‌کنند؟

- ۱ ۲۸٪ کاهش، ۷۲٪ افزایش ۲ ۲۸٪ افزایش، ۷۲٪ کاهش ۳ ۲۸٪ کاهش، ۷۲٪ کاهش ۴ ۲۸٪ کاهش، ۲۸٪ کاهش

۱۶ در شکل زیر، بار نقطه‌ای $q < 0$ را از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌کنیم. پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A از پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B و کار میدان الکتریکی در این جابه‌جایی است.

- ۱ بیش‌تر، منفی ۲ کم‌تر، مثبت ۳ بیش‌تر، مثبت ۴ کم‌تر، منفی

۱۷ در شکل زیر سه ذره باردار با بار هم‌اندازه در سه گوشه یک مربع به ضلع a قرار دارند. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر بار q_2 از طرف بارهای q_1 و q_3 کدام است؟



۲ $-k \frac{q^2}{a^2} \vec{i} + k \frac{q^2}{a^2} \vec{j}$

۱ $k \frac{q^2}{a^2} \vec{i} - k \frac{q^2}{a^2} \vec{j}$

۴ $-k \frac{q^2}{a^2} \vec{i} - k \frac{q^2}{a^2} \vec{j}$

۳ $k \frac{q^2}{a^2} \vec{i} + k \frac{q^2}{a^2} \vec{j}$

۱۸ دو بار الکتریکی و مثبت در فاصله r از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر ۶۰ درصد از بار الکتریکی یکی از دو بار کم و همین مقدار را به بار الکتریکی دیگر اضافه کنیم، اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار در همان فاصله چه تغییری می‌کند؟

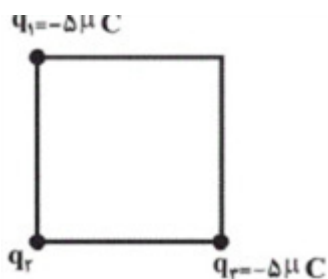
۲ ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

۱ ۶۴ درصد افزایش می‌یابد.

۴ ۳۶ درصد افزایش می‌یابد.

۳ ۶۴ درصد کاهش می‌یابد.

۱۹ مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس یک مربع ثابت شده‌اند. اگر میدان الکتریکی خالص در رأس چهارم مربع برابر با صفر باشد، بار q_2 چند میکروکولن است؟



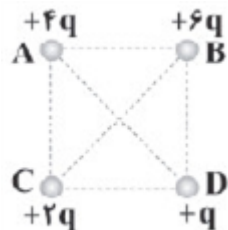
۴ $-5\sqrt{2}$

۳ $-10\sqrt{2}$

۲ $5\sqrt{2}$

۱ $10\sqrt{2}$

۲۰ مطابق شکل زیر، در چهار رأس مربعی، بارهای الکتریکی نشان داده شده قرار گرفته‌اند و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از این بارها در مرکز مربع برابر E می‌باشد. اگر بار واقع در رأس D حذف شود، بزرگی میدان الکتریکی در مرکز مربع چند برابر E می‌شود؟



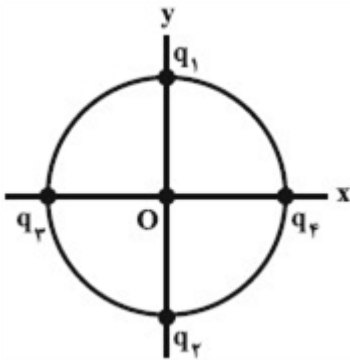
۲ $0.8\sqrt{2}$

۱ $\sqrt{2}$

۴ $0.3\sqrt{2}$

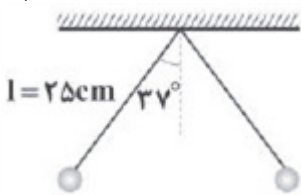
۳ $0.6\sqrt{2}$

- ۲۱) مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 0.2 \mu C$ ، $q_2 = -0.6 \mu C$ ، $q_3 = 0.4 \mu C$ و q_4 در فاصله‌های مساوی از هم روی محیط یک دایره ثابت شده‌اند. اگر بردار میدان الکتریکی برآیند ناشی از این چهار بار در مرکز دایره در SI به صورت $\vec{E} = 1500 \vec{i} - 2000 \vec{j}$ باشد، بار q_4 چند میکروکولن است؟
- ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)



- ۱) 0.6 ۲) -0.6 ۳) 0.2 ۴) -0.2

- ۲۲) در شکل زیر دو گلوله‌ی هم جرم دارای بارهای برابر $3 \mu C$ در حال تعادل هستند، جرم گلوله‌ها چند گرم است؟
- ($g = 10 \frac{m}{s^2}$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

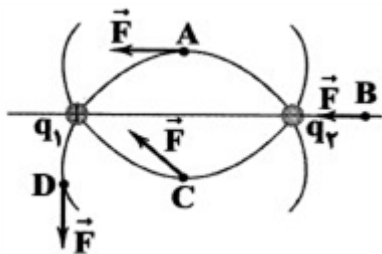


- ۱) 160 ۲) 320 ۳) 120 ۴) 576

- ۲۳) ذره‌ای با بار الکتریکی $q = 2 \mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $4 \times 10^5 \frac{N}{C}$ در نقطه‌ی A رها می‌شود و از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B می‌رود. اگر انرژی جنبشی این ذره در نقطه‌ی B، 80 mJ باشد، فاصله‌ی AB چند متر است؟ (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید.)

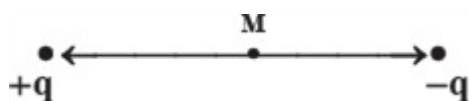
- ۱) 0.1 ۲) 0.2 ۳) 0.15 ۴) 0.3

- ۲۴) مطابق شکل زیر یک الکترون در نقاط A، B، C و D در میدان الکتریکی ناشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه ناهمنام q_1 و q_2 قرار گرفته است. در کدام نقطه جهت نیروی الکتریکی وارد بر این الکترون درست رسم شده است؟



- ۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

۲۵ مطابق شکل زیر، دو ذره ناهم نام با بار الکتریکی هم اندازه در فاصله d از یکدیگر قرار دارند و نقطه M در وسط این دو بار و ثابت می باشد. اگر هر یک از بارها به اندازه $\frac{d}{4}$ به سمت راست جابه جا شوند، اندازه برایند میدان الکتریکی در نقطه M چند برابر می شود؟



۱ (۴)

۱۷ (۳)
۴

۴۰ (۲)
۹

۲۰ (۱)
۹

۲۶ دو ذره کوچک، مشابه و یکسان دارای بار الکتریکی $q_1 = -6 \mu C$ و $q_2 = 54 \mu C$ در فاصله ۸ سانتی متری از یکدیگر قرار دارند. در این حالت، میدان الکتریکی برایند در فاصله d_1 از بار q_2 صفر می شود. حال، دو ذره را با یکدیگر تماس می دهیم و سپس آن ها را به مکان اولیه خود باز می گردانیم. در این حالت میدان الکتریکی برایند در فاصله d_2 از بار q_2 صفر می شود. فاصله $d_1 - d_2$ بر حسب سانتی متر کدام است؟

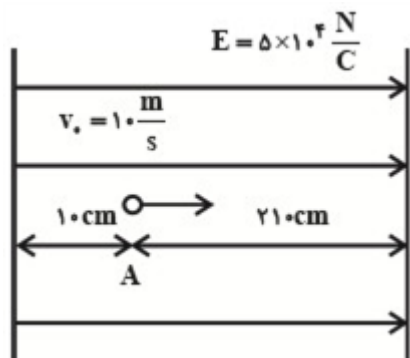
۶ (۴)

۲ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

۲۷ در شکل زیر، ذره ای با بار الکتریکی $q = 1/6 \times 10^{-8} C$ و جرم $m = 1/6 \times 10^{-4} kg$ با تندی $10 \frac{m}{s}$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $E = 5 \times 10^4 \frac{N}{C}$ در جهت نشان داده شده از نقطه ای A پرتاب می شود. تندی ذره هنگامی که به صفحه ی مقابل می رسد، چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن وارد بر ذره صرف نظر شود).



۲۱ (۴)

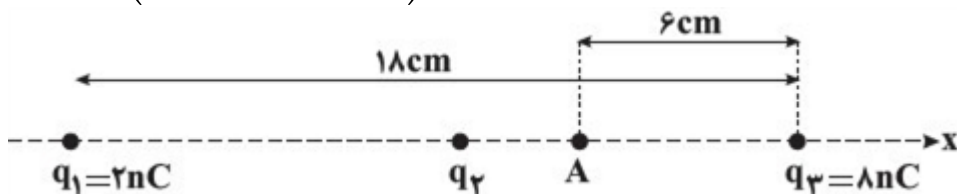
۲۰ (۳)

۱۱ (۲)

۹ (۱)

۲۸ مطابق شکل زیر، ۳ بار الکتریکی نقطه ای در یک راستا روی محور x قرار داشته و در حال تعادل اند. میدان الکتریکی

برایند ناشی از آن ها در نقطه A چگونه است؟ $\left(k = 9 \times 10^9 N \cdot \frac{m^2}{C^2} \right)$



۱ صفر است.

۲ در سوی مثبت محور x است.

۳ در سوی منفی محور x است.

۴ بسته به نوع و اندازه بار q_2 ، هر سه گزینه می تواند صحیح باشد.

۲۹ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 مطابق شکل زیر قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی q_3 را در چند سانتی‌متری بار الکتریکی q_1 قرار دهیم تا در تعادل الکتریکی باشد؟



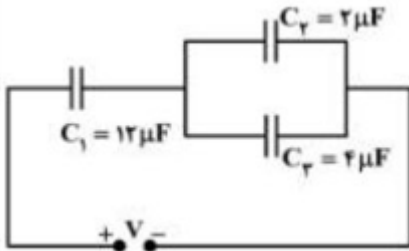
۴ (۴)

۹۰ (۳)
۱۳

۴۰ (۲)
۱۳

۶ (۱)

۳۰ در مدار زیر، فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی هریک از خازن‌ها $2/0$ mm است و قدرت دی‌الکتریک خازن‌های C_1 ، C_2 و C_3 به ترتیب ۱۰، ۳ و ۸ کیلوولت بر میلی‌متر است، بیشینه‌ی V برای این‌که هیچ‌یک از خازن‌ها دستخوش فرو ریزش الکتریکی نشوند، چند ولت است؟



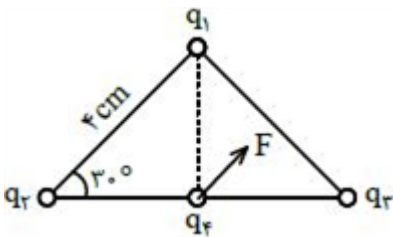
۱۸۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۹۰ (۲)

۶۰ (۱)

۳۱ سه بار نقطه‌ای q_1 ، $q_2 = +q$ و $q_3 = -q$ در سه رأس یک مثلث متساوی‌الساقین ثابت شده‌اند. اگر بردار $\vec{F}$ بردار برآیند نیروی وارد بر q_3 و این بردار موازی خط واصل بین دو بار q_1 و q_2 باشد، $\frac{q}{Q}$ برابر کدام گزینه می‌باشد؟



$\frac{3\sqrt{3}}{2}$ (۴)

$-\frac{3\sqrt{3}}{2}$ (۳)

$-\frac{2\sqrt{3}}{9}$ (۲)

$\frac{2\sqrt{3}}{9}$ (۱)

۳۲ چگالی سطحی بار کره‌ای رسانا برابر با $36 \frac{\mu C}{m^2}$ است. اگر همان مقدار بار را روی کره‌ای که شعاع آن ۲۰ درصد بیش‌تر از شعاع کره‌ی قبلی است قرار دهیم، چگالی سطحی بار نسبت به حالت اول چند میکروکولن بر متر مربع تغییر می‌کند؟

-۱۷ (۴)

-۱۱ (۳)

-۴۷ (۲)

-۲۵ (۱)

۳۳ اگر ذره‌ای به بار q و جرم m در بین صفحات خازن تختی که فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی آن d و اختلاف پتانسیل بین صفحات آن V باشد قرار گیرد و از حال سکون شروع به حرکت کند، اندازه‌ی جابه‌جایی این بار در ثانیه‌ی اول کدام است؟ (از اثر نیروی گرانش صرف‌نظر شود.)

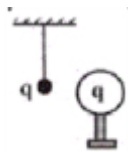
Vd (۴)

$\frac{Vq}{2md}$ (۳)

$\frac{Vq}{md}$ (۲)

صفر (۱)

۳۴ مطابق شکل زیر، آونگ الکتریکی دارای بار q است. ابتدا کره‌ای نارسانا که بار الکتریکی q به طور یکنواخت در آن توزیع شده است را به گلوله‌ی آونگ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود گلوله‌ی آونگ به اندازه‌ی زاویه‌ی α منحرف می‌شود. سپس کره‌ی نارسانا را دور کرده و کره‌ای رسانا که دارای بار الکتریکی q است را به گلوله‌ی آونگ نزدیک می‌کنیم. در این حالت میزان انحراف گلوله‌ی آونگ به اندازه‌ی زاویه‌ی β است. کدام گزینه درست است؟



۲ $\alpha < \beta$

۱ $\alpha = \beta$

۴ بستگی به میزان بار q دارد.

۳ $\alpha > \beta$

۳۵ مطابق شکل زیر، و بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام q_A و q_B در فاصله‌ی d از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. اگر $q_A = 4q_B$ باشد، در این صورت در حرکت از نقطه‌ی C تا نقطه‌ی D جهت و اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارها به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کنند؟



۱ عوض می‌شود، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۲ ثابت می‌ماند، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳ ثابت می‌ماند، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۴ عوض می‌شود، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳۶ اگر برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -2\mu C$ و $q_2 = +18\mu C$ در فاصله‌ی ۵ سانتی‌متری از بار q_1 و روی خط واصل دو بار برابر با صفر باشد، بزرگی برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار در

وسط خط واصل آن‌ها چند نیوتون بر کولن است؟ $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$

۴ $5/76 \times 10^5$

۳ 72×10^5

۲ $5/76 \times 10^6$

۱ 72×10^6

۳۷ دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+2\mu C$ و $+8\mu C$ در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری هم قرار دارند. بار الکتریکی q را در نقطه‌ای قرار داده‌ایم و هر سه بار الکتریکی به حالت تعادل درآمده‌اند. بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟

۴ $\frac{16}{9}$

۳ $-\frac{16}{9}$

۲ $\frac{8}{9}$

۱ $-\frac{8}{9}$

۳۸ بار الکتریکی $+10\mu C$ را به اندازه‌ی ۵ cm در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{N}{C}$ به موازات خطوط میدان جابه‌جا می‌کنیم. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی این بار چند ژول است؟

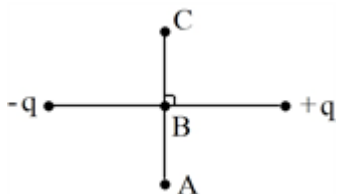
۴ ۵

۳ - ۵

۲ ۵/۵۵

۱ - ۵/۵۵

۳۹ در شکل زیر، اندازه‌ی بارهای الکتریکی نقطه‌ای با هم برابر است و نقطه‌های A ، B و C روی عمودمنصف خط واصل بین دو بار قرار دارند. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی پتانسیل الکتریکی نقاط A ، B و C صحیح است؟



- ۱ $V_A = V_B = V_C$ ۲ $V_A = V_C < V_B$ ۳ $V_A = V_C > V_B$ ۴ $V_A < V_B < V_C$

۴۰ کدام گزینه جای خالی عبارت زیر را با توجه به پدیده فروریزش کامل می‌کند؟
 «وقتی دی‌الکتریک در میدان الکتریکی قرار می‌گیرد. تأثیر میدان الکتریکی بر اتم باعث می‌شود که ابر الکترونی و هسته میدان الکتریکی جابه‌جا شود.»

- ۱ در جهت - در جهت ۲ خلاف جهت - خلاف جهت
 ۳ خلاف جهت - در جهت ۴ در جهت - خلاف جهت

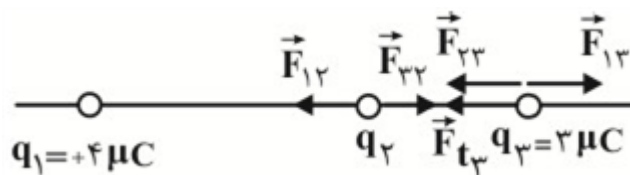
۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

کاهش انرژی پتانسیل $\Rightarrow$ جابه‌جایی تحت تأثیر میدان $\Rightarrow$ بار منفی به سمت صفحه مثبت

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{20}{0.02} = 1000 \frac{V}{m}$$

$$\Rightarrow \Delta U = -qEd = -5 \times 10^{-2} \times 1000 \times 15 \times 10^{-2} = -75 \times 10^{-2} J = -75 \text{ mJ}$$



۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا برابری نیروهای وارد بر بار q_2 را به دست می‌آوریم:

$$F_{12} = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{12} = 90 \times \frac{3 \times 4}{81} = \frac{40}{3} N$$

$$F_{23} = \frac{k|q_2||q_3|}{r^2} \Rightarrow F_{23} = 90 \times \frac{3 \times |q_2|}{9} = 30|q_2|$$

چون برابری نیروهای وارد بر بار q_2 به سمت چپ است پس $\vec{F}_{23}$ هم باید به سمت چپ باشد. ($q_2 < 0$)

$$F_{t2} = F_{23} - F_{12} = 30|q_2| - \frac{40}{3}$$

حال نیروی وارد بر q_2 را به دست می‌آوریم.

$$F_{12} = 90 \times \frac{4 \times |q_2|}{6^2} = 10|q_2| \Rightarrow F_{t2} = F_{23} - F_{12} = 20|q_2|$$

طبق گفته‌ی سؤال:

$$\Rightarrow \frac{F_{t2}}{F_{23}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{20|q_2| - \frac{40}{3}}{30|q_2|} = \frac{1}{4} \Rightarrow 120|q_2| - \frac{160}{3} = 20|q_2| \Rightarrow 100|q_2| = \frac{160}{3}$$

$$\Rightarrow |q_2| = \frac{16}{30} \mu C \Rightarrow q_2 = -\frac{8}{15} \mu C$$

۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V = V' \Rightarrow Ed = E'd' = \varepsilon \xrightarrow{d' = d + \frac{d}{\gamma} = \frac{\gamma d}{\gamma}} \begin{cases} E = \frac{\varepsilon}{d} \\ E' = \frac{\gamma \varepsilon}{\gamma d} \end{cases}$$

در ابتدا ذره ساکن است، بنابراین اندازه‌ی نیروی وزن و اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر ذره با یکدیگر برابر است. با

جابه‌جایی صفحه‌ی بالایی، اندازه‌ی میدان الکتریکی بین صفحات رسانای افقی کاهش می‌یابد و لذا با کاهش اندازه‌ی

نیروی الکتریکی، بار به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow mg \frac{d}{\gamma} - E'|q| \frac{d}{\gamma} = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{mg = E|q|} E|q| \frac{d}{\gamma} - E'|q| \frac{d}{\gamma} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\xrightarrow{E = \frac{\varepsilon}{d}, E' = \frac{\gamma \varepsilon}{\gamma d}} |q| \frac{d}{\gamma} \left(\frac{\varepsilon}{d} - \frac{\gamma \varepsilon}{\gamma d} \right) = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{\varepsilon|q|}{\gamma} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{\varepsilon|q|}{\gamma m}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\varepsilon|q|}{\gamma m}} \xrightarrow{\varepsilon = 10V, m = 15mg = 15 \times 10^{-9} \text{ kg}} \sqrt{\frac{10 \times 2 \times 10^{-9}}{3 \times 15 \times 10^{-9}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{10 \times 2 \times 10^{-9}}{3 \times 15 \times 10^{-9}}} = \frac{2}{3} \frac{m}{s}$$

۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی q در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شده است، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

از طرفی می‌دانیم جابه‌جایی که بر راستای خطوط میدان الکتریکی، عمود است، تأثیری در تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی ذره ندارد و تنها جابه‌جایی که موازی خطوط میدان الکتریکی است، می‌تواند انرژی پتانسیل الکتریکی ذره را تغییر دهد، بنابراین:

$$\begin{cases} \Delta U_E = -E|q| d \cos \alpha \\ \text{جابه‌جایی موازی میدان} = d_1 + d_2 = 40 + 40 = 80 \text{ cm} \\ \alpha = 180^\circ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -4 \times 10^4 \times 10 \times 10^{-3} \times 80 \times 10^{-2} \times (-1) = 320 \text{ J}$$

۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای پاسخ به این نوع سؤال‌ها بهتر است یک میدان الکتریکی فرضی از جایی که محل تجمع بارهای مثبت است به طرف محل تجمع بارهای منفی رسم کنیم، بنابراین اگر بار منفی در خلاف جهت این میدان الکتریکی حرکت کند، از طرف میدان، نیرویی در جهت جابه‌جایی بر آن وارد می‌شود. پس کار میدان روی آن مثبت است، ولی بار منفی برای حرکت در خلاف جهت میدان نیاز به نیروی محرک ندارد و حرکت آن به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود، بنابراین انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تنها عبارت «الف» صحیح است.

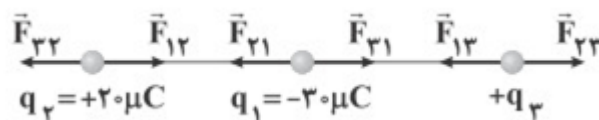
بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) یک کولن مقدار بار بسیار بزرگی است و بار الکتریکی جابه‌جا شده در اثر مالش شانه‌ی پلاستیکی با موی سر از مرتبه‌ی نانوکولن است.

ج) در سری الکتریسیته‌ی مالشی، پارچه‌ی کتان پایین‌تر از نایلون قرار دارد، بنابراین در اثر مالش این دو، نایلون دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود.

۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به صفر بودن برایندهای نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_1 و q_2 از طرف دو بار دیگر، مطابق شکل زیر داریم:



$$\vec{F}_{22} = -\vec{F}_{12} \Rightarrow |F_{22}| = |F_{12}|$$

بار q_2 در حال تعادل است.

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{31} \Rightarrow |F_{21}| = |F_{31}|$$

بار q_1 در حال تعادل است.

از طرفی طبق قانون کولن داریم:

$$\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{31} \Rightarrow |F_{13}| = |F_{31}|$$

$$\vec{F}_{23} = -\vec{F}_{32} \Rightarrow |F_{23}| = |F_{32}|$$

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \Rightarrow |F_{21}| = |F_{12}|$$

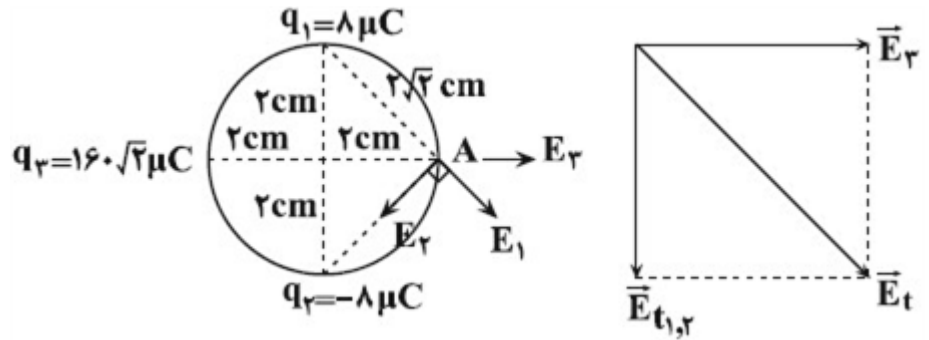
$$|F_{23}| = |F_{13}|$$

بنابراین از روابط بالا نتیجه می‌گیریم که:

بنابراین برایندهای نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر نیز صفر است.

۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به خارج شدن بردار میدان الکتریکی از بار الکتریکی مثبت و وارد شدن آن به بار الکتریکی منفی، جهت میدان‌های الکتریکی ناشی از هر بار الکتریکی را روی شکل مشخص می‌کنیم:



حال بزرگی میدان‌های الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{|q_1| = |q_2|}{r_1 = r_2} \Rightarrow |\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = k \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{(2\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^7 \frac{N}{C}$$

$$|\vec{E}_{t(1,2)}| = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = 9\sqrt{2} \times 10^7 \frac{N}{C} \downarrow$$

$$|\vec{E}_2| = k \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{16\sqrt{2} \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} = 9\sqrt{2} \times 10^7 \frac{N}{C} \rightarrow$$

$$|\vec{E}_t| = \sqrt{E_{t(1,2)}^2 + E_2^2} = 18 \times 10^7 \frac{N}{C} = 18 \times 10^6 \frac{kN}{C} \searrow$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۹

$$F_{12} = \frac{kq_1 \times q_2}{a^2} = F, \frac{F_{23}}{F_{12}} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_{12}}{r_{23}} \right)^2 = 2 \times \frac{9}{4} = \frac{9}{2} \Rightarrow F_{23} = \frac{9}{2} F$$

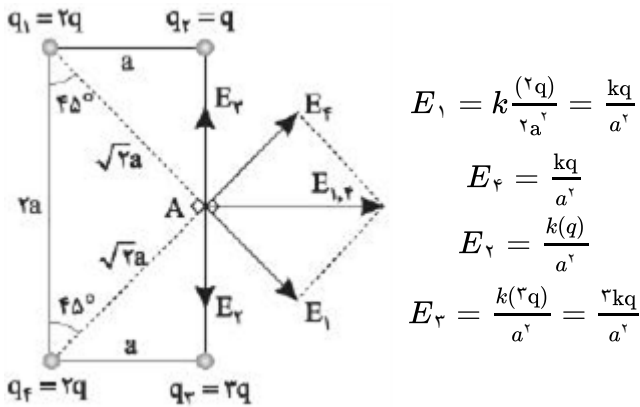
$$F_T = \sqrt{F_{12}^2 + F_{23}^2} = \sqrt{F^2 + \frac{81}{4} F^2} = \frac{\sqrt{85}}{2} F$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از رابطه‌ی قانون کولن داریم:

۱۰

$$\begin{cases} F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \\ F' = k \frac{|q_1||q_2|}{(r')^2} = \frac{1}{16} \times k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \end{cases} \Rightarrow F' = \frac{1}{16} F$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا میدان‌های حاصل از هر بار را حساب می‌کنیم:



E_1 و E_2 بر یکدیگر عمود هستند:

$$E_{1,2} = \sqrt{\left(\frac{kq}{a^2}\right)^2 + \left(\frac{kq}{a^2}\right)^2} = \sqrt{2} \frac{kq}{a^2}$$

E_3 و E_4 خلاف جهت یکدیگر هستند:

$$E_{3,4} = \frac{\sqrt{2}kq}{a^2} - \frac{kq}{a^2} = \frac{\sqrt{2}kq}{a^2} \Rightarrow E_T = \sqrt{\left(\sqrt{2} \frac{kq}{a^2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}kq}{a^2}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{2k^2q^2}{a^4} + \frac{2k^2q^2}{a^4}} \Rightarrow E_T = \sqrt{4} \left(\frac{kq}{a^2}\right) = 2 \frac{kq}{a^2}$$

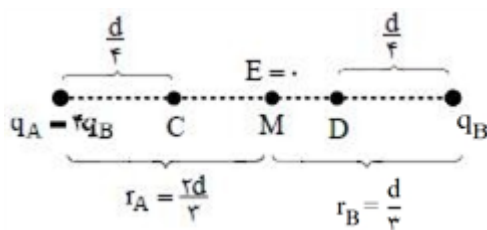
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به رابطه‌ای که در زیر اثبات شده است، توجه کنید:

$$\begin{cases} C = \frac{k\epsilon \cdot A}{d} \\ E = \frac{V}{d} \Rightarrow d = \frac{|\Delta V|}{E} \end{cases} \Rightarrow C = \frac{k\epsilon \cdot A}{\frac{|\Delta V|}{E}} = \frac{k\epsilon \cdot AE}{|\Delta V|}$$

با توجه به این که مقادیر k , ϵ و A برای هر دو خازن یکسان است، داریم:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{E_A}{E_B} \times \frac{|\Delta V_B|}{|\Delta V_A|} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \sqrt{2} = 1$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا جایی را تعیین می‌کنیم که میدان ناشی از دو بار صفر است:



$$K \frac{|q_A|}{r_A^2} = K \frac{|q_B|}{r_B^2} \xrightarrow{|q_A|=|q_B|} \frac{1}{r_A^2} = \frac{1}{r_B^2} \Rightarrow r_A = r_B \Rightarrow \begin{cases} r_A = \frac{\sqrt{2}d}{2} \\ r_B = \frac{d}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

در نقطه M میدان ناشی از دو بار صفر است، پس از C تا M میدان الکتریکی ذره A بیش‌تر بوده و از M تا D میدان

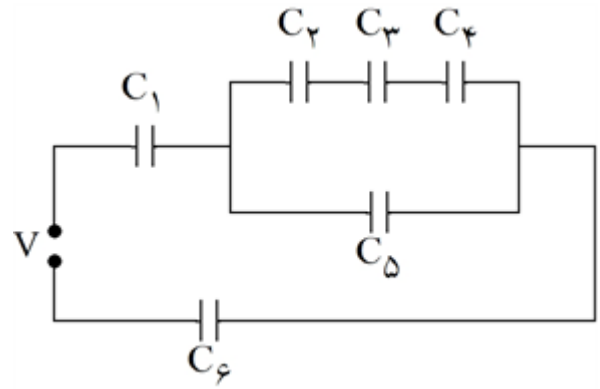
الکتریکی ذره B بیش‌تر است، پس از C تا M نیروی وارد بر بار منفی به سمت چپ بوده و چون جابه‌جایی به سمت

راست است، پس کار میدان منفی می‌باشد. بنابراین ΔU مثبت بوده و انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد. از M

تا D نیروی وارد بر ذره منفی به سمت راست است و چون جابه‌جایی هم به سمت راست می‌باشد، پس کار میدان مثبت

است، بنابراین ΔU منفی می‌باشد و انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش یافته است.

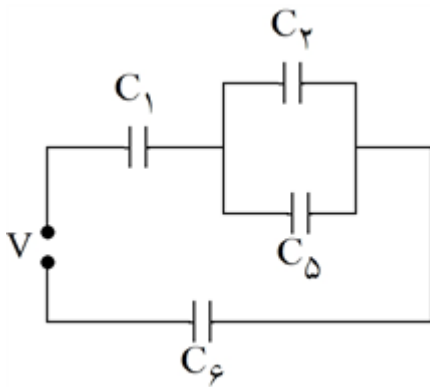
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا مدار را ساده می‌کنیم.



$$C_{2,3,4} = \frac{C}{3} \Rightarrow C_{2,3,4,5} = \frac{C}{3} + C = \frac{4C}{3} \Rightarrow C_{1,2,3,4,5,6} = \frac{4C}{11}$$

$$\Rightarrow q = CV = \frac{4CV}{11} = q_{2,3,4,5} = 2q_5 \Rightarrow q_5 = \frac{4CV}{22}$$

مدار در حالت بسته:



$$C_{2,5} = 2C$$

$$C_{1,2,5,6} = \frac{2C}{5} \Rightarrow q' = CV = \frac{2CV}{5} = 2q'_5 \Rightarrow q'_5 = \frac{CV}{5}$$

$$\frac{q'_5}{q_5} = \frac{\frac{CV}{5}}{\frac{4CV}{22}} = \frac{22}{20} = \frac{11}{10}$$

پس خواهیم داشت:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر ابعاد صفحات خازن در حالت اولیه را a در نظر بگیریم، زمانی که ۲۰٪ افزایش می‌یابد، ابعاد آن $\frac{1}{2}a$ خواهد شد، بنابراین مساحت صفحات خازن $\frac{1}{4}a^2$ خواهد شد.

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{1}{4}a^2}{a^2} = \frac{1}{4}$$

حال محاسبه می‌کنیم ظرفیت خازن با این تغییرات چند برابر خواهد شد:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{1} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

می‌دانیم زمانی که اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت باشد، انرژی ذخیره‌شده در آن با ظرفیت خازن رابطه‌ی مستقیم دارد. در نتیجه:

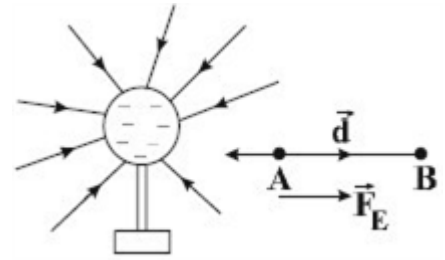
$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow 25\% \text{ کاهش یافته}$$

حال با استفاده از رابطه‌ی $Q = CV$ می‌توانیم درصد تغییرات بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن را به دست بیاوریم:

$$Q = CV \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow 25\% \text{ کاهش یافته}$$

۱۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون بار کره منفی است، بنابراین مطابق شکل زیر خطوط میدان الکتریکی به کره وارد می‌شوند. با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط افزایش می‌یابد. همچنین جهت نیروی وارد بر بار $q < 0$ در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی است. بنابراین با جابه‌جایی بار منفی از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B، چون نیروی میدان الکتریکی وارد بر بار و جابه‌جایی هم‌جهت هستند، بنابراین $W_{\text{میدان}} > 0$ است.



۱۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون اندازه بارهای q_1 و q_2 و فاصله آن‌ها تا بار q_2 مساوی‌اند، بنابراین:

$$\begin{aligned} |\vec{F}_x| &= |\vec{F}_y| \\ |\vec{F}_x| &= k \frac{|q_1||q_2|}{a^2} = k \frac{q^2}{a^2} \\ \vec{F} &= F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \\ \vec{F} &= k \frac{q^2}{a^2} \vec{i} + k \frac{q^2}{a^2} \vec{j} \end{aligned}$$

۱۸

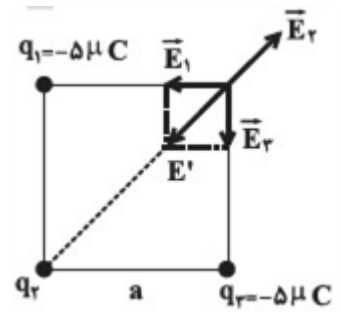
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از قانون کولن می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{aligned} F &= k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad |q_1| = |q_2| \quad F = \frac{kq^2}{r^2} \\ F' &= \frac{k|q_1||q_2'|}{r^2} \\ \frac{|q_1'|}{|q_1|} &= \frac{|q_2'|}{|q_2|} = \frac{0.6|q|}{|q|} = 0.6 \\ \frac{|q_1'|}{|q_1|} &= \frac{|q_2'|}{|q_2|} = \frac{1.6|q|}{|q|} = 1.6 \end{aligned} \right. \Rightarrow F = \frac{k(0.6|q|)(1.6|q|)}{r^2} = \frac{0.6 \times 1.6 kq^2}{r^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{0.6 \times 1.6 \frac{q^2}{r^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} = 0.6 \times 1.6 \Rightarrow F' = 0.6 \times 1.6 F$$

$$\text{درصد تغییر نیروی الکتریکی} = \frac{F' - F}{F} \times 100 = \frac{0.6 \times 1.6 F - F}{F} \times 100 = -36\%$$

در حالت دوم، نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی، ۳۶ درصد نسبت به حالت اول کاهش می‌یابد.



مطابق شکل، ابتدا اندازه و جهت میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_1 و q_1 در رأس چهارم مربع تعیین می‌کنیم، سپس با توجه به اندازه و جهت میدان برایند ناشی از این دو بار، اندازه و جهت میدان ناشی از بار q_2 را تعیین می‌کنیم و در نهایت بار q_2 را می‌یابیم:

$$E_1 = E_2 = k \frac{|q_1|}{a^2}$$

$$E' = E_1 \sqrt{2} = k \frac{|q_1|}{a^2} \sqrt{2}$$

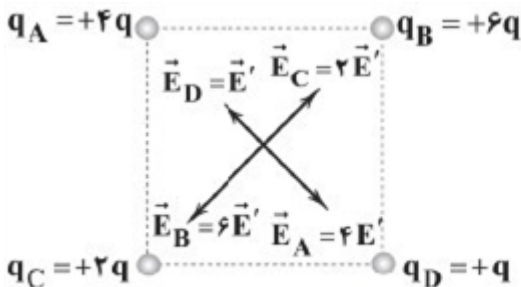
$$E_2 = E' \Rightarrow k \frac{|q_2|}{a^2} = k \frac{|q_1|}{a^2} \sqrt{2} \Rightarrow |q_2| = \sqrt{2} |q_1| \Rightarrow |q_2| = 10 \sqrt{2} \mu C$$

$$q_2 = 10 \sqrt{2} \mu C$$

با توجه به جهت میدان $\vec{E}_2$ ، بار q_2 مثبت است و بنابراین:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فاصله‌ی تمام بارها تا مرکز مربع یکسان است. حال اگر میدان الکتریکی حاصل از بار q را در مرکز مربع برابر E' فرض کنیم، می‌توان نوشت:

حالت اول:

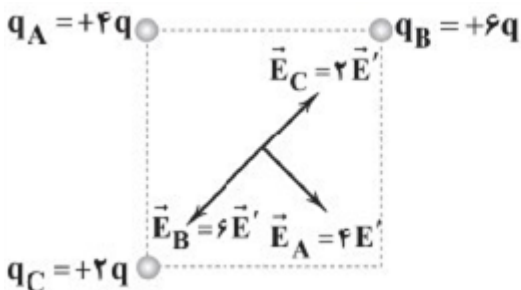


$$E = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow E \propto q$$

یکسان

$$\Rightarrow E = \sqrt{(4E')^2 + (2E')^2} = 5E'$$

حالت دوم: با حذف کردن بار q_D ، میدان الکتریکی سایر بارها در مرکز مربع تغییری نکرده و می‌توان نوشت:



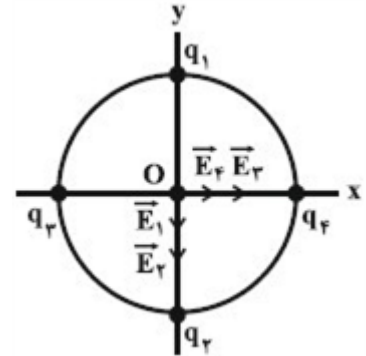
$$E_{\text{برایند}} = \sqrt{(4E')^2 + (4E')^2} = 4\sqrt{2}E' \Rightarrow \frac{E_{\text{برایند}}}{E} = \frac{4\sqrt{2}E'}{5E'} = \frac{4}{5}\sqrt{2}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مؤلفه میدان الکتریکی برآیند در مرکز دایره در راستای قائم (E_y) ، ناشی از میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 است. با توجه به این که $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$ است، داریم:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.2 \times 10^{-6}}{r^2} \Rightarrow E_1 = \frac{180}{r^2}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.6 \times 10^{-6}}{r^2} \Rightarrow E_2 = \frac{540}{r^2}$$

$$|E_y| = E_1 + E_2 \Rightarrow 2000 = \frac{180}{r^2} + \frac{540}{r^2} \Rightarrow r^2 = 0.36 \text{ m}^2$$



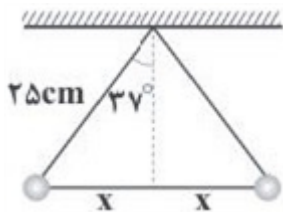
حال اندازه میدان الکتریکی ناشی از بار q_3 را در مرکز دایره می یابیم.

$$E_3 = k \frac{|q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{0.4 \times 10^{-6}}{0.36} \Rightarrow E_3 = 1000 \frac{N}{C}$$

با توجه به مؤلفه میدان الکتریکی برآیند در مرکز دایره در راستای افقی (E_x) و مقایسه آن با E_3 ، می توان متوجه شد که بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار q_4 در مرکز دایره برابر با $500 \frac{N}{C}$ و به طرف راست است، بنابراین بار q_4 منفی است. داریم:

$$E_4 = k \frac{|q_4|}{r^2} \Rightarrow 500 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_4|}{0.36} \Rightarrow |q_4| = 0.2 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q_4 = -0.2 \mu\text{C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل فاصله بین دو گلوله را محاسبه می کنیم:



$$\sin 37^\circ = \frac{x}{25} \Rightarrow \frac{6}{10} = \frac{x}{25} \Rightarrow \frac{3}{5} = \frac{x}{25} \Rightarrow x = 15 \text{ cm}$$

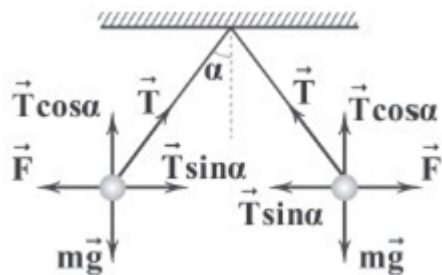
$$\text{فاصله بین دو گلوله} = 2x = 2 \times 15 = 30 \text{ cm}$$

چون بارهای دو گلوله هم اندازه و هم نام هستند، یکدیگر را دفع می کنند، بنابراین نیروی الکتریکی بین آنها را محاسبه

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 0.9 \text{ N}$$

می کنیم:

حال با توجه به این که گلوله ها در حال تعادل هستند، می توان گفت:



$$\begin{cases} T \sin \alpha = F \\ T \cos \alpha = mg \end{cases} \Rightarrow \frac{T \sin \alpha}{T \cos \alpha} = \frac{F}{mg}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{F}{mg} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$

$$\tan 37^\circ = \frac{0.9}{m \times 10} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{0.9}{10m} \Rightarrow m = 0.12 \text{ kg} = 120 \text{ g}$$

۲۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به این که نیروی خارجی به ذره‌ی باردار موردنظر وارد نمی‌شود، طبق قضیه‌ی کار و انرژی داریم:

$$\Delta K = W_E \Rightarrow \Delta K = |q| E d \cos \theta \Rightarrow K_B - K_A = |q| E d \cos \theta$$

$$\xrightarrow{K_A=0} 8.0 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-6} \times (4 \times 10^5) \times (AB) \times 1 \Rightarrow AB = \frac{8 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-1}} = 0.1 \text{ m}$$

دقت کنید که نیروی الکتریکی وارد شده به ذره‌ی باردار موردنظر در جهت جابه‌جایی آن می‌باشد و θ برابر صفر بوده و $\cos \theta$ برابر یک می‌باشد.

۲۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانید، در هر نقطه بردار میدان الکتریکی مماس و هم‌جهت بر خطوط میدان الکتریکی است و از طرف دیگر به بارهای الکتریکی منفی در خلاف جهت بردار میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود، بنابراین همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، نیروی الکتریکی وارد شده به الکترون در نقطه‌ی A درست رسم شده است.



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در حالت اول میدان الکتریکی هر یک از این بارها در نقطه M برابر است با:

$$E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{r^2} = k \frac{|q|}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 4k \frac{|q|}{d^2}$$

$$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 \xrightarrow{E_1=E_2} E_{\text{total}} = 2E_1 \quad (۱)$$

بار الکتریکی $q_1 = +q$ به اندازه $\frac{d}{4}$ به سمت راست جابه‌جا می‌شود و فاصله آن تا نقطه M برابر با $\frac{d}{4}$ می‌شود. یعنی

فاصله آن نصف می‌شود و با توجه به رابطه $E = k \frac{|q|}{r^2}$ ، با نصف شدن فاصله، اندازه میدان الکتریکی آن ۴ برابر می‌شود.

همچنین، بار الکتریکی $q_2 = -q$ به اندازه $\frac{d}{4}$ به سمت راست جابه‌جا می‌شود و فاصله آن تا نقطه M

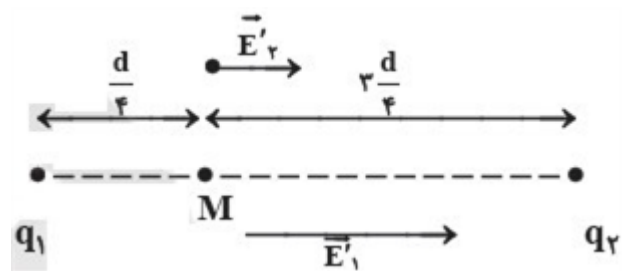
برابر با $\frac{3d}{4}$ می‌شود. یعنی فاصله $\frac{3}{4}$ می‌شود و با توجه به رابطه $E = k \frac{|q|}{r^2}$ ، با $\frac{3}{4}$ برابر شدن فاصله، میدان الکتریکی آن

$\frac{4}{9}$ برابر می‌شود. $\left(E_2' = \frac{4}{9}E_2\right)$

$$E_{\text{total}}' = E_1' + E_2' \xrightarrow{E_1' = 4E_1 \text{ و } E_2' = \frac{4}{9}E_2} E_{\text{total}}' = 4E_1 + \frac{4}{9}E_2$$

$$\xrightarrow{E_1=E_2} E_{\text{total}}' = 4E_1 + \frac{4}{9}E_1 = \frac{40}{9}E_1$$

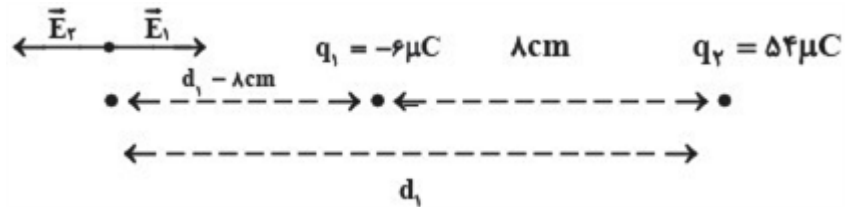
$$\frac{E_{\text{total}}'}{E_{\text{total}}} = \frac{\frac{40}{9}E_1}{2E_1} = \frac{20}{9}$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالت اول، به دلیل ناهم‌نام بودن دو بار، میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی امتداد خط واصل دو بار و خارج از فاصله بین دو بار و نزدیک بار q_1 صفر می‌شود.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{6}{(d_1 - 8)^2} = \frac{54}{d_1^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{(d_1 - 8)^2} = \frac{9}{d_1^2} \Rightarrow \frac{1}{d_1 - 8} = \frac{3}{d_1} \Rightarrow d_1 = 3d_1 - 24 \Rightarrow d_1 = 12 \text{ cm}$$



(حالت اول)

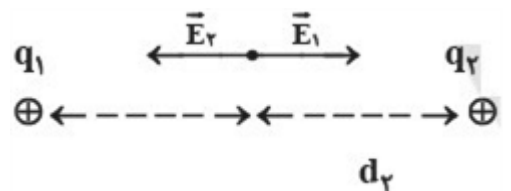
در حالت دوم، با تماس دو ذره و با توجه به مشابه بودن دو ذره، بار الکتریکی دو ذره یکسان و برابر با $24 \mu C$ می‌شود. در این حالت میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ای روی پاره خط واصل دو بار و بین دو بار برابر با صفر می‌شود.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-6 + 54}{2} = 24 \mu C$$

$$E'_1 = E'_2 \Rightarrow k \frac{|q'_1|}{(r'_1)^2} = k \frac{|q'_2|}{(r'_2)^2} \Rightarrow \frac{24}{(8 - d_2)^2} = \frac{24}{d_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{(8 - d_2)^2} = \frac{1}{d_2^2} \Rightarrow d_2 = 8 - d_2 \Rightarrow d_2 = 4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow d_1 - d_2 = 12 - 4 = 8 \text{ cm}$$



(حالت دوم)

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق قضیه کار - انرژی جنبشی و با توجه به این‌که تنها نیرویی که بر جسم وارد می‌شود، نیروی ناشی از میدان الکتریکی است، داریم:

$$W_E = \Delta K \Rightarrow |q| E d = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \xrightarrow[q=1/6 \times 10^{-8} C, E=5 \times 10^4 \frac{N}{C}]{d=21 \text{ cm}=2/1 m}$$

$$1/6 \times 10^{-8} \times 5 \times 10^4 \times 2/1 = \frac{1}{2} \times 1/6 \times 10^{-4} (v_2^2 - 10^2) \Rightarrow v_2^2 - 10^2 = 21$$

$$\Rightarrow v_2 = 121 \Rightarrow v_2 = 11 \frac{m}{s}$$

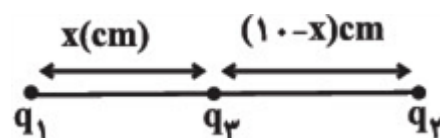
۲۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون هر سه بار در حال تعادل اند، $q_2 < 0$ است. از طرف دیگر بدیهی است که میدان الکتریکی بار q_3 در نقطه A، از میدان الکتریکی ناشی از بار q_1 در نقطه A بزرگتر است. پس برآیند میدانهای الکتریکی بارهای q_1 و q_3 در نقطه A به سوی چپ می باشد و از طرفی میدان الکتریکی بار q_2 نیز در این نقطه به سوی چپ است. پس میدان الکتریکی در نقطه A در خلاف جهت محور x است.

۲۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون q_1 و q_2 هم نام هستند، پس بار q_3 باید بین دو بار و نزدیک به بار با اندازه کوچکتر یعنی q_1 باشد. اگر فاصله اش تا q_1 را x در نظر بگیریم، داریم:

$$\begin{aligned} \left| \vec{F}_{13} \right| &= \left| \vec{F}_{23} \right| \Rightarrow k \frac{|q_1| |q_3|}{x^2} = k \frac{|q_2| |q_3|}{(10-x)^2} \\ \Rightarrow \frac{1}{x^2} &= \frac{2/25}{(10-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1/5}{10-x} \\ \Rightarrow \frac{3}{2}x &= 10-x \Rightarrow \frac{5}{2}x = 10 \Rightarrow x = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$



۳۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$C_1 = 10 \frac{\text{KV}}{\text{mm}} = \frac{V}{d} \Rightarrow 0.02 \text{ mm} \rightarrow V_{\max C_1} = 0.2 \text{ KV}$$

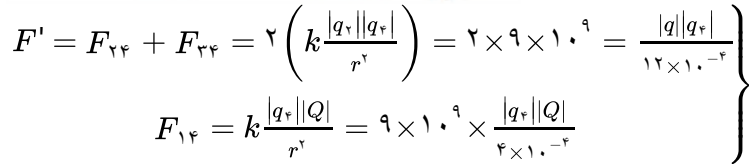
$$C_2 : 3 \frac{\text{KV}}{\text{mm}} = \frac{V}{d} \Rightarrow V_{\max C_2} = 0.06 \text{ KV} \text{ و } V_{\max C_3} = 0.16 \text{ KV}$$

۰/۰۶ کیلووات یعنی ۶۰ ولت را به C_2 می دهیم که کمترین تحمل را دارد:

$$V_{C_2} = V_{C_3} = 60 \text{ V} \Rightarrow q_{2,3} = \frac{C_{2,3}}{2+4} \times 60 = 360 \mu\text{C}$$

$$\Rightarrow q_1 = 360 \mu\text{C} \Rightarrow V_1 = \frac{360}{12} = 30 \text{ V} \Rightarrow V_T = 60 + 30 = 90 \text{ V} \text{ (متوالی بودن با } C_{2,3} \text{)}$$

31



که با توجه به علامت منفی Q :

32

بنابراین چگالی سطحی بار کره با مربع شعاع آن رابطه‌ی عکس دارد و می‌توان نوشت:

بنابراین چگالی سطحی در حالت دوم $\frac{\mu C}{m_2}$ ۱۱ کاهش می‌یابد.

33

آنجا که $v_0 = 0$ است، یس داریم:

13

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این که در اجسام نارسانا، بار الکتریکی جابه‌جا نمی‌شود، وقتی کره‌ای نارسانا که بار الکتریکی q به طور یکنواخت در آن توزیع شده است را به آونگ نزدیک می‌کنیم، اندازه‌ی نیروی دافعه بیش‌تر است و گلوله‌ی آونگ بیش‌تر منحرف می‌شود. در حالت دوم، زمانی که کره‌ی رسانی با بار الکتریکی q به گلوله‌ی آونگ نزدیک می‌شود، دافعه‌ی الکتریکی باعث می‌شود تا بارهای روی کره‌ی رسانی در دورترین فاصله از بار گلوله‌ی آونگ قرار گیرند و به این دلیل نیروی دافعه‌ی بین آن‌ها کاهش یافته و گلوله‌ی آونگ با زاویه‌ی کم‌تری منحرف می‌شود، بنابراین $\alpha > \beta$ است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا نقطه‌ای روی خط واصل دو بار را که میدان الکتریکی برآیند در آن‌جا صفر می‌شود، به‌دست می‌آوریم: (چون دو بار هم‌نام هستند، بنابراین میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ای بین دو بار صفر می‌شود.)

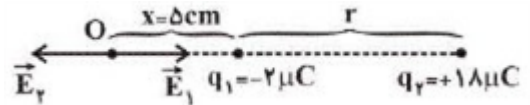
$$E_T = E_A - E_B \xrightarrow{E_T=0} E_A = E_B \Rightarrow \frac{kq_A}{d_A^2} = \frac{kq_B}{d_B^2} \Rightarrow \frac{2}{d_A^2} = \frac{18}{d_B^2} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{2}{3} \quad (1)$$

$$d_A + d_B = d \xrightarrow{(1)} d_A = \frac{2}{3}d, d_B = \frac{d}{3}$$

با حرکت از C تا D ، E_A کاهش و E_B افزایش می‌یابد، بنابراین میدان الکتریکی برآیند ($E_T = E_A - E_B$) کاهش می‌یابد تا این‌که در فاصله‌ی $\frac{2}{3}d$ از q_A میدان الکتریکی برآیند صفر می‌شود، پس از این نقطه با حرکت به سمت نقطه‌ی D جهت میدان الکتریکی برآین عوض می‌شود و همچنین اندازه‌ی آن نیز افزایش می‌یابد.

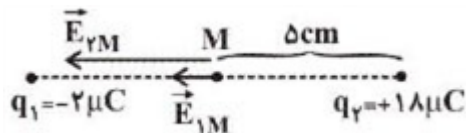
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون برآیند میدان‌های الکتریکی در نقطه‌ی O برابر با صفر است، اندازه‌ی میدان الکتریکی هر یک از بارها در این نقطه با یک‌دیگر برابر است و داریم:

$$\left| \vec{E}_1 \right| = \left| \vec{E}_2 \right| \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2}$$



$$\Rightarrow \frac{2}{5^2} = \frac{18}{(r+5)^2} \Rightarrow r = 10 \text{ cm}$$

اکنون بزرگی میدان الکتریکی هریک از بارها را در نقطه‌ی M وسط خط واصل دو بار که در فاصله‌ی 5 cm از هریک از بارها



قرار دارد، تعیین می‌کنیم:

$$\left| \vec{E}_{1M} \right| = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = \frac{18}{25} \times 10^7 \frac{N}{C}$$

$$\left| \vec{E}_{2M} \right| = 9 \times 10^9 \times \frac{18 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 18}{25} \times 10^7 \frac{N}{C}$$

چون این دو میدان در نقطه‌ی M هم‌جهت می‌باشند، داریم:

$$\left| \vec{E}_T \right| = \left| \vec{E}_{1M} \right| + \left| \vec{E}_{2M} \right| = (9 + 18) \times \frac{18}{25} \times 10^7 = \frac{36}{25} \times 10^7 = \frac{36}{5} \times 10^6 = 72 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

۳۷

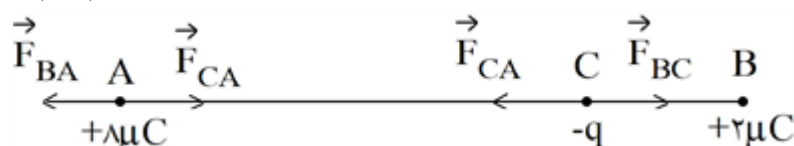
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. برای آن که هر سه بار الکتریکی به حالت تعادل درآیند باید بار الکتریکی q منفی باشد و در بین بارهای A و B و نزدیک به باری که مقدار کمتری دارد قرار گیرد.

$$x = \frac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} + 1} = \frac{30}{\sqrt{\frac{8}{2}} + 1} = \frac{30}{2 + 1} = 10 \text{ cm}$$

فاصله‌ی نقطه‌ی تعادل از بار کوچک‌تر یعنی $+2\mu\text{C}$.

$$AC = 2BC, AC + BC = 30 \text{ cm} \Rightarrow AC = 20 \text{ cm}, BC = 10 \text{ cm}$$

$$F_{CA} = F_{BA} \Rightarrow \frac{kq \times 8}{20^2} = \frac{k \times 2 \times 8}{30^2} \Rightarrow q = 2 \times \left(\frac{20}{30}\right)^2 = \frac{8}{9} \mu\text{C}$$



$$\Delta U = -W = -(Fd \cos \theta) = -(F \times d \times \cos 180^\circ)$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

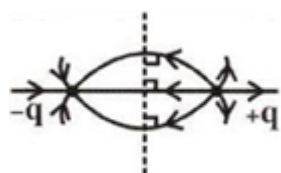
۳۸

$$\Delta U = Eqd = 10^5 \times 10 \times 10^{-6} \times \frac{5}{100} = 0.5 \text{ J}$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، میدان الکتریکی همواره بر خط عمودمنصف دو بار ناهم‌نام عمود

۳۹

می‌باشد، در نتیجه چنان‌چه باری را روی خط عمودمنصف حرکت بدهیم، کار انجام شده از طرف میدان بر روی بار برابر با صفر خواهد بود، زیرا نیروی وارد بر بار از طرف میدان و جابه‌جایی آن بر هم عموداند، پس:



$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow W = Eqd \cos 90^\circ = 0$$

$$W = -q\Delta V = 0 \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow V_A = V_B = V_C$$

پس تمام نقاط روی عمودمنصف بین دو بار ناهم‌نام و هم‌اندازه، هم‌پتانسیل خواهند بود.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۴۰

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4

