



نام و نام خانوادگی :

پایه تحصیلی :

نام درس :

نام دبیر :

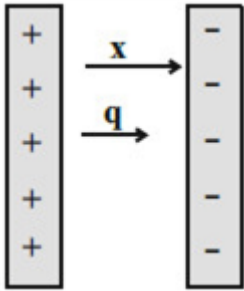
نام آموزشگاه :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک یازدهم

تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۴/۲۹

تجربی (فصل ۱ الکتریسیته ساکن)

۱ مطابق شکل مقابل، ذره‌ای به جرم $2 \mu\text{g}$ و بار الکتریکی -3 nC با تندی اولیه $30 \frac{m}{s}$ به صورت افقی از مقابل صفحه مثبت (و با فاصله ناچیز از آن) به طرف صفحه منفی پرتاب می‌شود. اگر معادله پتانسیل الکتریکی نقاط بین دو صفحه در SI به صورت $V = 100 - 2x$ باشد، این ذره در فاصله چند متری از صفحه مثبت متوقف می‌شود؟ (x فاصله تا صفحه مثبت است و از اتلاف انرژی و وزن ذره صرف نظر کنید).



۲۵ (۴)

۱۵ (۳)

۷۰ (۲)

۳۰ (۱)

۲ خازنی به اختلاف پتانسیل $20V$ وصل شده است. پس از پر شدن خازن، آن را از باتری جدا کرده و سپس فاصله بین صفحات آن را نصف می‌کنیم. اگر انرژی ذخیره شده در خازن $2/5 \text{ mJ}$ کاهش یابد، باز ذخیره شده در خازن چند میلی‌کولن است؟

۰/۵ (۴)

۲/۵ (۳)

۵ (۲)

۲۵ (۱)

۳ دو کره هم‌اندازه رسانا را که در فاصله r از هم قرار دارند و دارای بارهای $+8 \mu\text{C}$ و $-4 \mu\text{C}$ هستند، به یکدیگر تماس داده و فاصله بین دو بار را 50% کاهش می‌دهیم. نیروی بین دو بار، درصد می‌یابد.

۲۵ - افزایش (۴)

۵۰ - افزایش (۳)

۵۰ - کاهش (۲)

۱۰۰ - افزایش (۱)

۴ با توجه به جدول سری الکتریسیته مالشی زیر، در اثر مالش دو جسم خنثی A و C با یکدیگر، 5×10^{13} الکترون و در اثر مالش دو جسم خنثی B و D با یکدیگر، 15×10^{13} الکترون بین آن‌ها مبادله می‌شود. حال اگر دو جسم B و C را با هم تماس دهیم، مجموع بار الکتریکی خالص آن‌ها چند میکروکولن خواهد شد؟ (جسم‌های B و C رسانا و A و D نارسنا هستند و $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

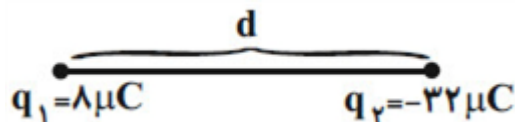
۳۲ - (۴)

۳۲ + (۳)

۱۶ - (۲)

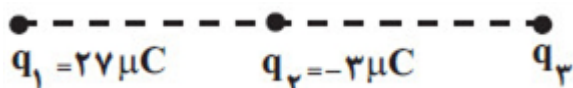
۱۶ + (۱)

- ۵ مطابق شکل زیر، برابند نیروهای الکتریکی وارد از طرف دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 به بار نقطه‌ای مثبت q_3 در نقطه M روی خط واصل دو بار، برابر صفر است. چند میکروکولن بار از q_2 برداشته و به q_1 اضافه کنیم تا فاصله نقطه M از بار q_1 نصف شود؟



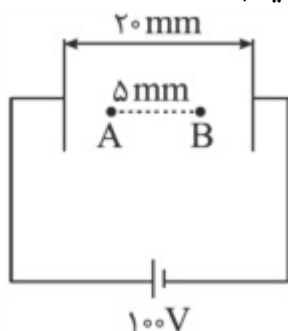
- ۱ $-3 \mu C$ ۲ $-5 \mu C$ ۳ $-7 \mu C$ ۴ $-9 \mu C$

- ۶ در شکل مقابل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 در حالت تعادل الکتریکی‌اند. اگر با ثابت ماندن مکان بارهای q_2 و q_3 ، فاصله بار q_1 تا q_2 را ۵۰ درصد کاهش دهیم، در حالت جدید بزرگی برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 چند برابر بزرگی برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 است؟



- ۱ $\frac{5}{6}$ ۲ $\frac{12}{5}$ ۳ $\frac{6}{5}$ ۴ ۱

- ۷ مطابق شکل ذره‌ی باردار $q = +2 \mu C$ از نقطه‌ی B با تندی $20 \frac{m}{s}$ به سمت نقطه‌ی A پرتاب می‌شود. اگر جرم ذره برابر $2 \times 10^{-6} \text{ kg}$ باشد، تندی این ذره در نقطه‌ی A چند متر بر ثانیه است؟ (از اثر وزن صرف‌نظر کنید.)



- ۱ $10\sqrt{3}$ ۲ $10\sqrt{2}$ ۳ $60\sqrt{3}$ ۴ $10\sqrt{5}$

- ۸ قاشقی از جنس نقره را به وسیله پارچه‌ای ابریشمی تمیز می‌کنیم. اگر در سری الکتریسیته مالشی، ابریشم بالای نقره قرار داشته باشد و این دو ماده در ابتدا خنثی باشند، بار نقره و ابریشم به ترتیب از راست به چپ برحسب میکروکولن مطابق کدام گزینه می‌تواند باشد؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

- ۱ $2/48 \times 10^{-12} \text{ C}$ ، $-2/48 \times 10^{-12} \text{ C}$ ۲ $3/52 \times 10^{-12} \text{ C}$ و $-3/52 \times 10^{-12} \text{ C}$ ۳ $-2/48 \times 10^{-12} \text{ C}$ ، $2/48 \times 10^{-12} \text{ C}$ ۴ $-3/52 \times 10^{-12} \text{ C}$ و $3/52 \times 10^{-12} \text{ C}$

- ۹ دو سر خازنی را که بین صفحات آن هوا است به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم. در این حالت انرژی ذخیره شده در آن U می‌شود. اگر در حالتی که خازن به باتری وصل است، فاصله‌ی بین دو صفحه آن را n برابر کنیم، در این حالت انرژی ذخیره شده در آن U' می‌شود. اگر خازن اولیه را از باتری جدا کنیم و سپس فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی آن را n برابر کنیم، در این حالت انرژی ذخیره شده در آن U'' می‌شود. نسبت $\frac{U''}{U'}$ چه قدر است؟

- ۱ $\frac{1}{n}$ ۲ n ۳ $\frac{1}{n^2}$ ۴ n^2

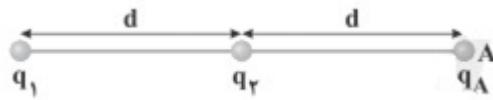
۱۰) گلوله‌ای توپر و رسانا که حامل بار $3\mu\text{C}$ - است را درون کره‌ای فلزی توخالی که دارای بار $12\mu\text{C}$ + است، می‌اندازیم. مقدار بار کره‌ی توخالی چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. ۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.

۱۱) دو بار الکتریکی $q_1 = 80\mu\text{C}$ و $q_2 = -50\mu\text{C}$ در فاصله‌ی d از هم قرار دارند، و بزرگی برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار در وسط فاصله‌ی آن‌ها برابر با E_1 است. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداریم و به بار q_2 منتقل کنیم، برآیند میدان‌های الکتریکی در وسط این دو بار E_2 می‌شود. $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟

- ۱) $\frac{9}{13}$ ۲) $\frac{13}{9}$ ۳) $\frac{9}{20}$ ۴) $\frac{20}{9}$

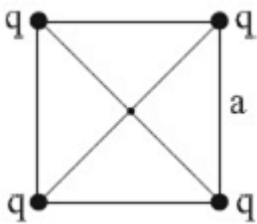
۱۲) مطابق شکل زیر، بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_A در نقطه‌ی A از طرف بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 نیروی الکتریکی $\vec{F}$ وارد می‌شود. اگر بار q_2 حذف شود، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_A برابر با $\vec{F}' = \frac{\vec{F}}{\epsilon}$ می‌شود، حاصل



$\frac{q_1}{q_2}$ برای کدام گزینه است؟

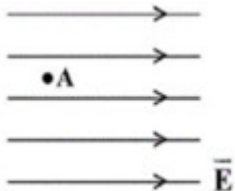
- ۱) $\frac{4}{5}$ ۲) $0/05$ ۳) $-0/05$ ۴) $-\frac{4}{5}$

۱۳) مطابق شکل زیر، چهار بار مشابه در چهار رأس مربعی به ضلع a ثابت شده‌اند. اگر یکی از بارها را به مرکز مربع منتقل کنیم، اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر آن از طرف سه بار دیگر برابر خواهد شد؟ ($\sqrt{2} \simeq 1/4$)



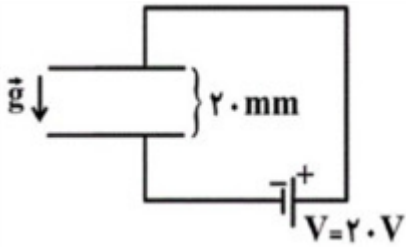
- ۱) $\frac{5}{19}$ ۲) $\frac{5}{14}$ ۳) $\frac{20}{19}$ ۴) $\frac{10}{7}$

۱۴) مطابق شکل زیر، یک پروتون در نقطه‌ی A با تندی 10^5 متر بر ثانیه در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی 2000 N/C پرتاب می‌شود. این پروتون پس از چند میلی‌متر جابه‌جایی متوقف می‌شود؟ ($m_p = 1/6 \times 10^{-27}\text{ kg}$ ، $e = 1/6 \times 10^{-19}\text{ C}$)



- ۱) ۲۵ ۲) $2/5$ ۳) ۵۰ ۴) ۵

۱۵ در شکل زیر، ذره‌ای به جرم ۶ گرم و بار الکتریکی q در میدان الکتریکی یک‌نواخت بین دو صفحه‌ی رسانای موازی در حال تعادل است. بار q چند میکروکولن است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



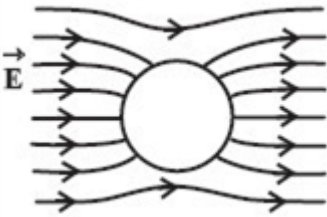
۳۰ (۴)

۶۰ (۳)

۳۰ (۲)

۶۰ (۱)

۱۶ در شکل زیر جسم رسانای کروی شکل در میدان الکتریکی یک‌نواخت خارجی $\vec{E}$ قرار گرفته است. پس از تعادل الکتریکی می‌توان نتیجه گرفت: (فاصله‌ی بین خطوط میدان یکسان است.)



۱ میدان الکتریکی خالص درون رسانا خلاف جهت میدان الکتریکی خارجی $\vec{E}$ است.

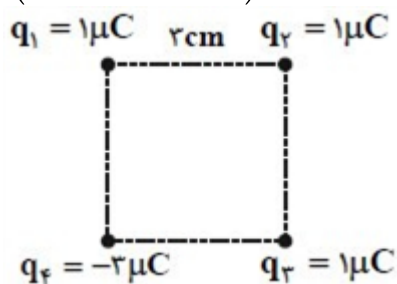
۲ بارهای منفی جسم در جهت میدان الکتریکی خارجی $\vec{E}$ جابه‌جا شده‌اند.

۳ بارهای مثبت جسم خلاف جهت میدان الکتریکی خارجی $\vec{E}$ جابه‌جا شده‌اند.

۴ در داخل جسم رسانا میدان الکتریکی خالص صفر است.

۱۷ در شکل زیر، چهار گوی کوچک رسانا دارای بار الکتریکی در رئوس یک مربع قرار دارند. بار q_1 را با q_2 تماس داده و دوباره به جای خود برمی‌گردانیم. در این صورت، اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر بار q_2 چند نیوتون تغییر می‌کند؟

$$\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}\right)$$



$10(\sqrt{2} - 1)$ (۴)

$20(\sqrt{2} - 1)$ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۱۸ مطابق شکل‌های زیر، بارهای نقطه‌ای $|q|$ در فواصل یکسان در امتداد محور x قرار گرفته‌اند. در کدام گزینه اندازه‌ی نیروی الکتریکی برآیند بر بار مرکزی (q_0) بیش‌تر از سایر گزینه‌ها است؟

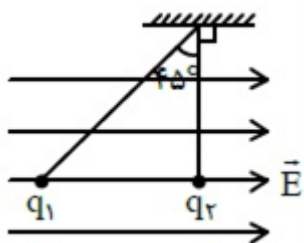
۱ $q_1 = +q \quad q_2 = +q \quad q_0 = +q \quad q_3 = +q \quad q_4 = +q$

۲ $q_1 = +q \quad q_2 = -q \quad q_0 = +q \quad q_3 = -q \quad q_4 = -q$

۳ $q_1 = -q \quad q_2 = -q \quad q_0 = +q \quad q_3 = +q \quad q_4 = +q$

۴ $q_1 = -q \quad q_2 = -q \quad q_0 = +q \quad q_3 = -q \quad q_4 = -q$

۱۹ در فضایی یک میدان الکتریکی یکنواخت افقی به بزرگی $E = 200 \frac{N}{C}$ موجود است. دو بار نقطه‌ای $q_1 = -3 \mu C$ و $q_2 = +2 \mu C$ مطابق شکل، در این میدان قرار گرفته‌اند و در حال تعادل هستند. وزن گلوله ۱ چند نیوتن است؟



۴ 4×10^{-4}

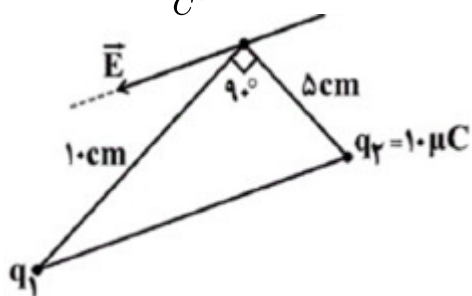
۳ $2\sqrt{2} \times 10^{-4}$

۲ 2×10^{-4}

۱ $\sqrt{2} \times 10^{-4}$

۲۰ مطابق شکل دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در دو رأس یک مثلث قائم‌الزاویه واقع‌اند. میدان الکتریکی حاصل از آن‌ها در رأس سوم مثلث مطابق بردار $\vec{E}$ و به موازات خط واصل دو بار q_1 و q_2 است. اندازه میدان $\vec{E}$ چند نیوتن بر کولن است؟

$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



۴ $7/2 \sqrt{5} \times 10^7$

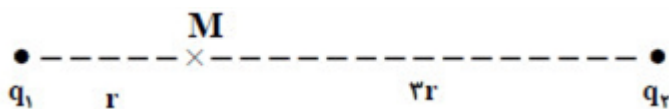
۳ $3/4 \sqrt{5} \times 10^7$

۲ $7/2 \times 10^7$

۱ $10/8 \times 10^7$

۲۱

مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله ۴r از یکدیگر قرار دارند و بردار میدان الکتریکی برآیند آنها در نقطه M بین دو بار برابر با $\vec{E}$ است. با فرض اینکه اندازه هر یک از بارها را $\frac{1}{3}$ کرده و جای آنها را نیز با یکدیگر عوض کنیم، بردار میدان الکتریکی برآیند در نقطه M برابر با $\frac{\vec{E}}{9}$ می‌شود. اگر در حالت اول بار q_1 حذف شود، بردار میدان برآیند در نقطه M چند $\vec{E}$ خواهد شد؟



۱ $-\frac{1}{20}$

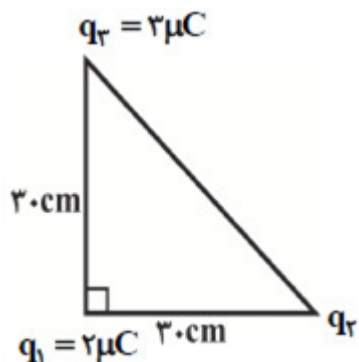
۲ $\frac{1}{20}$

۳ $-\frac{1}{10}$

۴ $\frac{1}{10}$

۲۲

در شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای بر روی رؤس یک مثلث قرار گرفته‌اند. اگر اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار q_1 و q_2 برابر با $\frac{N}{C}$ نیوتون باشد، اندازه برآیند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار q_1 و q_2 در محل بار q_3 چند $\frac{N}{C}$ است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



۱ 7×10^5

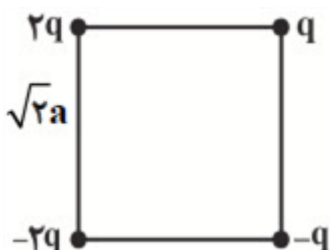
۲ 5×10^5

۳ 3×10^5

۴ 4×10^5

۲۳

چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع $\sqrt{2}a$ قرار دارد. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مرکز مربع کدام است؟ ($q > 0$)



۱ $\downarrow$ و $\frac{3\sqrt{2}kq}{a^2}$

۲ $\downarrow$ و $\frac{3\sqrt{2}kq}{a^2}$

۳ $\uparrow$ و $\frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$

۴ $\uparrow$ و $\frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$

۲۴

دو صفحه‌ی خازن تختی با عایق خلأ را به یک باتری متصل می‌کنیم. اگر فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی این خازن را نصف کرده و با عایقی با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 2$ پر کنیم، به ترتیب از راست به چپ بار الکتریکی خازن و اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند برابر می‌شود؟

۱ ۲، ۴

۲ ۴، ۲

۳ ۲، ۲

۴ ۴، ۴

۲۵ مطابق شکل زیر، درون یک جسم رسانا حفره‌ای وجود دارد. هنگامی که به جسم، بار الکتریکی می‌دهیم، کدام گزینه در مورد چگونگی قرارگیری بار الکتریکی در جسم به درستی بیان شده است؟



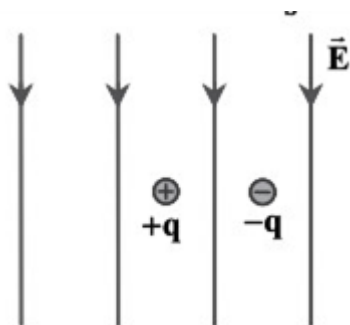
۱ بار الکتریکی در سطح خارجی جسم و نیز در سطح داخلی حفره پخش می‌شود.

۲ بار الکتریکی در سطح خارجی جسم پخش شده و در سطح داخلی حفره بار الکتریکی وجود ندارد.

۳ بار الکتریکی در نقاط نوک‌تیز سطح خارجی و داخلی حفره بیش‌تر تجمع دارد.

۴ بار الکتریکی در تمامی نقاط سطح خارجی و داخلی حفره به طور یکسان پخش می‌شود.

۲۶ مطابق شکل، دو ذره با جرم‌های یکسان $6 \times 10^{-6} \text{ kg}$ ، یکی با بار $+q$ و دیگری با بار $-q$ را درون یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم رو به پایین با اندازه‌ی $E = 3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ قرار می‌دهیم. اگر ذره‌ی $+q$ با شتاب a به سمت پایین و ذره‌ی $-q$ با شتاب a به سمت بالا شروع به حرکت کند، چند میکروکولن است؟
 $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$



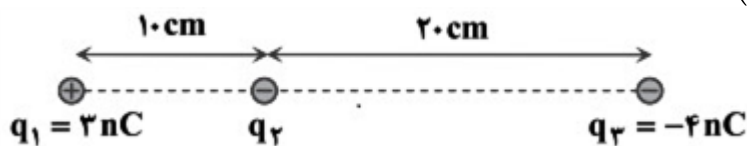
۴ ۴

۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

۲۷ مطابق شکل، سه ذره‌ی باردار بر روی یک خط ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار منفی q_2 برابر $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right)$ باشد، کدام است؟



۴ -4 nC

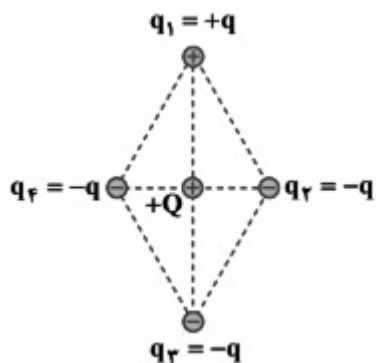
۳ -3 nC

۲ -2 nC

۱ -1 nC

۲۸

مطابق شکل، چهار بار نقطه‌ای در رأس‌های یک لوزی و بار $+Q$ در مرکز آن ثابت شده‌اند. اگر اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین q_1 و $+Q$ برابر F باشد، اندازه‌ی برابند نیروهای وارد بر $+Q$ کدام است؟



۴ صفر

۳ $2F$

۲ $\sqrt{2}F$

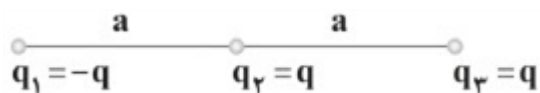
۱ F

در شکل زیر، برابند نیروهای الکتریکی وارد شده به بار الکتریکی q_1 برابر $\vec{F}$ و برابند نیروهای الکتریکی وارد شده به بار

۲۹

الکتریکی q_2 برابر $\vec{F}'$ است. $\frac{\vec{F}'}{\vec{F}}$ کدام است؟

(همه‌ی بارها در جای خود ثابت شده‌اند.)



۴ $\frac{3}{5}$

۳ $-\frac{3}{5}$

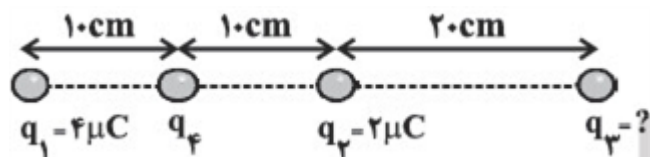
۲ $\frac{5}{3}$

۱ $-\frac{5}{3}$

در شکل زیر، برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_2 ، چند میکروکولن است؟

۳۰

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$



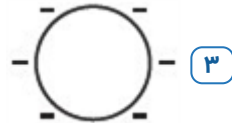
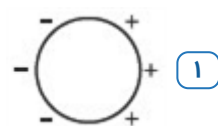
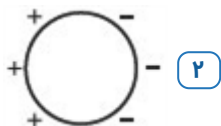
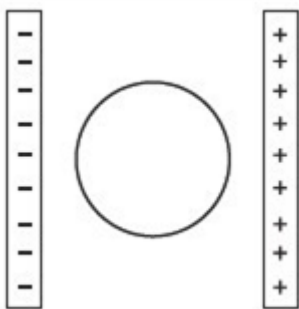
۴ -۱۸

۳ -۸

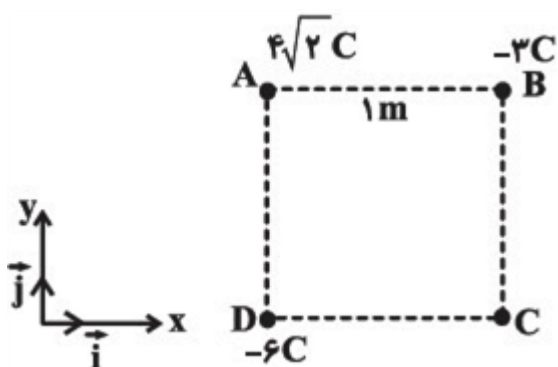
۲ ۸

۱ ۱۸

۳۱ یک کره‌ی فلزی بدون بار را بین دو صفحه‌ی باردار مطابق شکل زیر قرار می‌دهیم. بار الکتریکی که در سطح کره القا می‌شود، مطابق کدام گزینه است؟



۳۲ مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مربعی به ضلع ۱ متر ثابت شده‌اند. بردار برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از این سه بار در رأس C و در SI مطابق کدام گزینه است؟
 $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



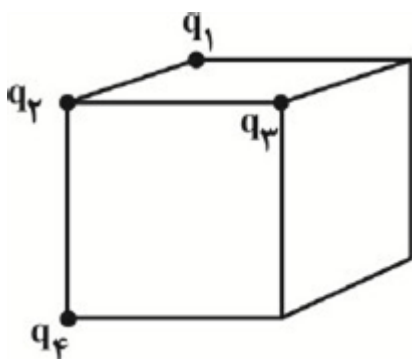
۲ $\vec{E} = -36 \times 10^9 \vec{i} + 9 \times 10^9 \vec{j}$

۱ $\vec{E} = 36 \times 10^9 \vec{i} - 9 \times 10^9 \vec{j}$

۴ $\vec{E} = -36 \times 10^9 \vec{i} + 18 \times 10^9 \vec{j}$

۳ $\vec{E} = 36 \times 10^9 \vec{i} - 18 \times 10^9 \vec{j}$

۳۳ در مکعب شکل زیر، اگر طول هر ضلع ۳۰ cm بوده و $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 20 \mu C$ باشد، اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف سه بار دیگر چند نیوتون است؟
 $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



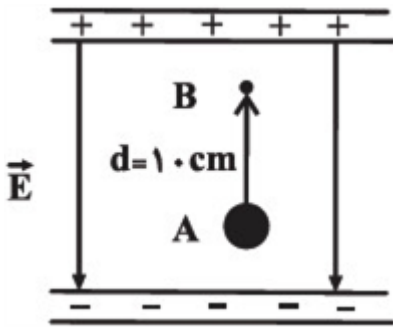
۴ $40\sqrt{5}$

۳ $40\sqrt{2}$

۲ $40\sqrt{3}$

۱ ۱۲۰

۳۴ مطابق شکل زیر، بار نقطه‌ای $+10nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به بزرگی $4000 \frac{N}{C}$ با تندی ثابت $2 \frac{cm}{s}$ از نقطه A به نقطه B انتقال می‌دهیم. در این جابه‌جایی کار نیروی خارجی روی بار چند میکروژول است. (از اثر نیروی وزن و اصطکاک صرف‌نظر کنید).



۴ -۴۰

۳ -۰/۴

۲ +۴۰

۱ +۰/۴

۳۵ دو کره فلزی با بارهای الکتریکی مثبت در اختیار داریم. برای آن‌که چگالی سطحی بار الکتریکی دو کره با هم برابر باشد، باید در هر یک از کره‌ها، مقدار یکسانی باشد.

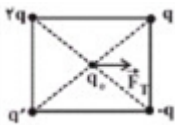
۲ بار الکتریکی

۱ نسبت بار الکتریکی به شعاع کره

۴ نسبت بار الکتریکی به حجم کره

۳ نسبت بار الکتریکی به مجذور قطر کره

۳۶ مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای در چهار رأس مربعی ثابت شده‌اند و بار نقطه‌ای q در مرکز مربع قرار دارد. اگر نیروی افقی $\vec{F}_T$ نشان داده شده در شکل، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q در مرکز مربع باشد، بار الکتریکی q' کدام است؟



۴ -۴q

۳ -۳q

۲ ۴q

۱ ۳q

۳۷ خازن تختی به ظرفیت $20 \mu F$ را به اختلاف پتانسیل $100V$ وصل می‌کنیم. پس از پر شدن خازن، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند میلی‌کولن می‌باشد؟

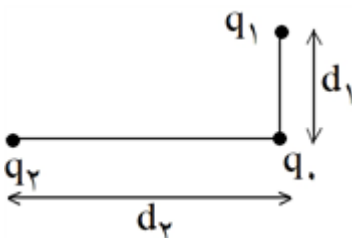
۴ 2×10^{-5}

۳ ۲

۲ 2×10^{-3}

۱ 2×10^{-2}

۳۸ سه بار ذره‌ای مثبت مطابق شکل کنار یک‌دیگر قرار دارند به گونه‌ای که $\frac{q_2}{q_1} = 12$ و $\frac{d_2}{d_1} = 4$ می‌باشد. چنان‌چه نیروی وارد از طرف q_1 به q_2 باشد، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر q_2 چند برابر F است؟



۴ $\sqrt{10}$

۳ $\frac{5}{4}$

۲ ۴

۱ $\frac{7}{4}$

۳۹ دو گوی فلزی کوچک مشابه دارای بارهای q_1 و $q_2 = -5q_1$ در فاصله‌ی d یکدیگر را با نیروی F جذب می‌کنند. دو گوی را با هم تماس می‌دهیم و دوباره در همان محل‌های قبلی قرار می‌دهیم. در این حالت یکدیگر را با نیروی
 ۱ $\frac{2}{5}F$ جذب می‌کنند. ۲ $\frac{2}{5}F$ دفع می‌کنند. ۳ $\frac{4}{5}F$ جذب می‌کنند. ۴ $\frac{4}{5}F$ دفع می‌کنند.

۴۰ انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن مسطح دارای دی‌الکتریک که با ولتاژ معینی پر شده است، برابر با $2 \times 10^{-5} J$ می‌باشد. خازن را از مولد جدا کرده و برای خارج کردن دی‌الکتریک با سرعت ثابت از آن، $8 \times 10^{-5} J$ انرژی مصرف می‌کنیم. ضریب دی‌الکتریک این خازن کدام است؟

۵ ۴

۴ ۳

۳/۵ ۲

۲/۵ ۱

۱) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون اتلاف انرژی نداریم، با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$\Delta U_E = -\Delta K \xrightarrow{K_f=0} \Delta U_E = K_i = \frac{1}{2}mv_i^2 \Rightarrow \Delta U_E = \frac{1}{2} \times \frac{2}{1.6} \times 10^{-6} \times 10^{-3} \times (30)^2$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = 90 \times 10^{-9} J$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = \frac{90 \times 10^{-9}}{-3 \times 10^{-9}} = -30 V \quad \text{حال با توجه به تعریف پتانسیل الکتریکی داریم:}$$

$$\Delta V = V_f - V_i \Rightarrow -30 = (100 - 2x - (100 - 2 \times 0)) \Rightarrow 30 = 2x \Rightarrow x = 15 m$$

۲) گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق رابطه ظرفیت خازن تخت بر اساس مشخصات ساختمانی آن، اگر فاصله بین صفحات آن را نصف کنیم، خواهیم داشت:

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_f}{C_i} = \frac{d_i}{d_f} \xrightarrow{d_f = \frac{1}{2}d_i} \frac{C_f}{C_i} = \frac{d_i}{\frac{1}{2}d_i} \Rightarrow \frac{C_f}{C_i} = 2$$

از طرف دیگر، وقتی خازن از باتری جدا می‌شود، بار خازن ثابت می‌ماند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q_i = Q_f \Rightarrow C_i V_i = C_f V_f \xrightarrow{C_f = 2C_i} 20 = 2V_f \Rightarrow V_f = 10 V$$

حال بار ذخیره شده در خازن را می‌یابیم. با توجه به تغییر انرژی خازن با ثابت بودن بار الکتریکی، داریم:

$$\Delta U = U_f - U_i \xrightarrow{U = \frac{1}{2}QV} \Delta U = \frac{1}{2}QV_f - \frac{1}{2}QV_i = \frac{1}{2}Q(V_f - V_i)$$

$$\xrightarrow[\substack{\Delta U = -2/5 mJ \\ V_i = 20V, V_f = 10V}]{\substack{\text{ثابت است } Q}} -2/5 \times 10^{-3} = \frac{1}{2}Q(10 - 20) \Rightarrow Q = 5 \times 10^{-4} C = 0.5 mC$$

۳) گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \right| \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left| \frac{2}{4} \times \frac{2}{8} \right| \times \left(\frac{r}{\frac{1}{2}r} \right)^2 = \frac{1}{2}$$

$$\frac{F' - F}{F} \times 100 = \frac{\frac{1}{2}F - F}{F} \times 100 = \frac{-1}{2} \times 100 = -50\%$$

۴) گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در سری الکتریسیته مالشی داده شده در صورت تست، جسم A نسبت به جسم C به انتهای

مثبت سری نزدیک‌تر است؛ بنابراین با مالش این دو جسم به یکدیگر، بار جسم A مثبت و بار جسم C منفی می‌شود، با

توجه به موضوع، جسم C، 5×10^{12} الکترون دریافت می‌کند و بار آن برابر می‌شود با:

$$q_C = -n_1 e = -5 \times 10^{12} \times 1.6 \times 10^{-19} = -8 \times 10^{-7} C \Rightarrow q_C = -8 \mu C$$

همچنین جسم D نسبت به جسم B به انتهای منفی سری نزدیک‌تر است؛ بنابراین با مالش این دو جسم به یکدیگر، بار

جسم D منفی و بار جسم B مثبت می‌شود. با توجه به این موضوع جسم B، 15×10^{12} الکترون از دست می‌دهد و بار آن

به صورت زیر به دست می‌آید:

$$q_B = n_2 e = 15 \times 10^{12} \times 1.6 \times 10^{-19} = 24 \times 10^{-7} C \Rightarrow q_B = 24 \mu C$$

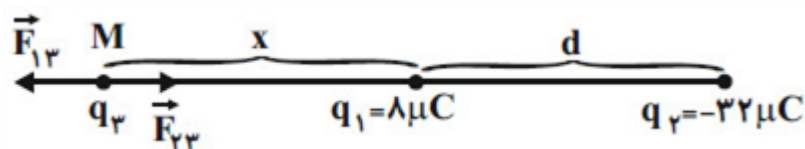
طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار جسم‌های B و C بعد از تماس، با مجموع بار آن‌ها قبل از تماس برابر است

؛ یعنی:

$$q'_T = q_T \Rightarrow q'_B + q'_C = q_B + q_C \xrightarrow[q_C = -8 \mu C]{q_B = 24 \mu C} q'_B + q'_C = 24 + (-8) = +16 \mu C$$

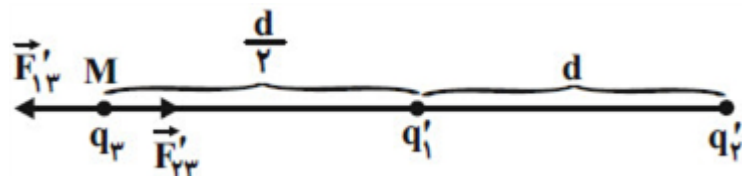
۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون بارهای q_1 و q_2 ناهم نام هستند، نقطه M خارج دو بار و نزدیک به باری است که اندازه آن کوچکتر باشد و اگر فاصله q_2 تا q_1 را برابر x در نظر بگیریم، داریم:



$$F_{12} = F_{22} \Rightarrow k \frac{|q_1||q_2|}{x^2} = k \frac{|q_2||q_2|}{(d+x)^2} \Rightarrow \frac{8}{x^2} = \frac{32}{(d+x)^2} \Rightarrow d+x = 2x \Rightarrow x = d$$

حال اگر بخواهیم فاصله نقطه M تا q_1 نصف شود شکل زیر را خواهیم داشت:



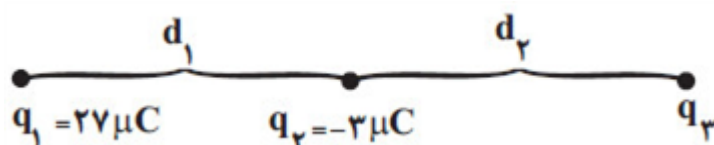
$$F'_{12} = F'_{22} \Rightarrow k \frac{|q_2'||q_2'|}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = k \frac{|q_2'||q_2'|}{\left(\frac{rd}{2}\right)^2} \Rightarrow |q_2'| = r|q_2'| \Rightarrow q_2' = -r q_2'$$

$$q_2' + q_2' = q_1 + q_2 \Rightarrow q_2' + q_2' = -24 \mu C \Rightarrow \begin{aligned} q_2' &= 12 \mu C \\ q_2' &= -12 \mu C \end{aligned}$$

پس باید $5 \mu C$ بار از q_2 به q_1 منتقل شود.

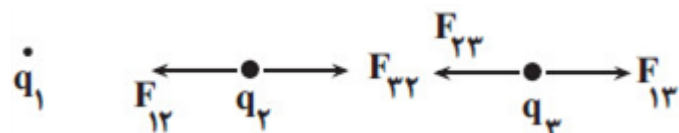
۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا $\frac{d_1}{d_2}$ را به دست می آوریم؛ چون برابری نیروهای وارد بر بار q_2 برابر صفر است.



$$\frac{k|q_1||q_2|}{(d_1+d_2)^2} = \frac{k|q_2||q_2|}{d_2^2} \Rightarrow \left(\frac{d_1+d_2}{d_2}\right)^2 = r \Rightarrow \frac{d_1+d_2}{d_2} = r \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = r$$

در حالت اول، چون برابری نیروی وارد بر هر بار از طرف دو بار دیگر برابر با صفر است. داریم:



$$F_{12} = F_{22}$$

$$F_{22} = F_{12} \Rightarrow F_{12} = F_{12} = F_{22}$$

$$F_{22} = F_{22}$$

با نصف شدن فاصله دو بار q_1 و q_2 داریم:

$$\frac{F'_{12}}{F_{12}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 4 \Rightarrow F'_{12} = F_{22} \xrightarrow{F_{22}=F_{12}} F'_{12} = 4F_{12} \quad (I)$$

$$\frac{F'_{12}}{F_{12}} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} \Rightarrow F'_{12} = F'_{12} - F_{22} \xrightarrow{F_{22}=F_{12}} F'_{12} = \frac{9}{4}F_{12} - F_{12} = \frac{5}{4}F_{12}$$

$$\xrightarrow{F_{12}=F_{12}} F'_{12} = \frac{5}{4}F_{12} \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow \frac{F'_{12}}{F'_{12}} = \frac{\frac{5}{4}F_{12}}{\frac{5}{4}F_{12}} = \frac{12}{5}$$

۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V = Ed \Rightarrow \frac{\Delta V_{\text{کل}}}{\Delta V_{\text{جزء}}} = \frac{d_{\text{کل}}}{d_{\text{جزء}}} \Rightarrow \frac{100}{\Delta V_{AB}} = \frac{20}{5} \Rightarrow \Delta V_{AB} = 25V$$

در این صورت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره‌ی باردار برابر است با:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow 25 = \frac{\Delta U}{4} \Rightarrow \Delta U = 100 \mu J$$

$$\Delta U = -\Delta K \Rightarrow \Delta K = -100 \mu J$$

اکنون برای محاسبه‌ی تندی ذره در نقطه‌ی A داریم:

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (V_A^2 - V_B^2) \Rightarrow -100 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} (2 \times 10^{-6}) (V_A^2 - 400) \\ \Rightarrow -100 = V_A^2 - 400 \Rightarrow V_A^2 = 300 \Rightarrow V_A = 10 \sqrt{3} \frac{m}{s}$$

۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که در سری الکتریسیته‌ی مالشی، ابریشم بالای نقره قرار دارد، بنابراین نقره دارای الکترون‌خواهی بیش‌تری نسبت به ابریشم است و در نتیجه زمانی‌که این دو ماده به یکدیگر مالش داده می‌شود، ابریشم دارای بار مثبت و نقره دارای بار منفی می‌شود. از طرفی می‌دانیم بار الکتریکی هر ماده همواره مضرب صحیحی از بار پایه است. بنابراین داریم:

$$2/48 \times 10^{-12} \mu C = 2/48 \times 10^{-18} C = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 15/5$$

$$3/52 \times 10^{-12} \mu C = 3/52 \times 10^{-18} C = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 22$$

۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی خازن به باتری وصل باشد، اختلاف پتانسیل آن ثابت می‌ماند. در این حالت اگر

فاصله‌ی بین دو صفحه n برابر شود، بنا به رابطه‌ی $C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، چون A ثابت است، ظرفیت آن $\frac{1}{n}$ برابر خواهد شد.

بنابراین طبق رابطه‌ی $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، چون V ثابت و ظرفیت $\frac{1}{n}$ برابر شده است، انرژی خازن نیز $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود.

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} \xrightarrow{A=\text{ثابت}} \frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} \xrightarrow{d'=nd} \frac{C'}{C} = \frac{d}{nd} \\ \frac{C'}{C} = \frac{1}{n}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{V=\text{ثابت}} \frac{U'}{U} = \frac{C'}{C} \xrightarrow{\frac{C'}{C}=\frac{1}{n}} \frac{U'}{U} = \frac{1}{n} \Rightarrow U' = \frac{1}{n} U$$

با جدا کردن خازن از مولد، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، اما چون با n برابر کردن فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن ظرفیت

آن، $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود، لذا طبق رابطه‌ی $U = \frac{Q^2}{2C}$ می‌توان نوشت:

$$U = \frac{Q^2}{2C} \xrightarrow{Q=\text{ثابت}} \frac{U''}{U} = \frac{C}{C'} \xrightarrow{\frac{C}{C'}=n} \frac{U''}{U} = n \Rightarrow U'' = nU$$

$$\frac{U''}{U'} = \frac{nU}{\frac{1}{n}U} \Rightarrow \frac{U''}{U'} = n^2 \quad \text{بنابراین نسبت } \frac{U''}{U'} \text{ برابر است با:}$$

۱۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالت تعادل الکترواستاتیکی، بار جسم رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌گردد.

بنابراین گلوله‌ی توپر در تماس با کره‌ی توخالی، بدون بار می‌شود و تمام بار مجموعه بر روی سطح خارجی کره‌ی توخالی

پخش می‌شود. اگر بار قدیمی کره‌ی توخالی را Q_1 و بار جدید آن را Q_2 بنامیم، داریم:

$$Q_1 = +12 \mu C, Q_2 = +12 + (-3) \Rightarrow Q_2 = +9 \mu C$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییرات} = \frac{(9) - (12)}{12} \times 100 = -25\%$$

بنابراین بار کره‌ی توخالی ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

$$E_{T_1} = E_1 + E_2 \xrightarrow[r_1=r_2=\frac{d}{2}]{E=k\frac{|q|}{r^2}} E_{T_1} = \frac{k}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} (80 + 50) = \frac{4k}{d^2} \times 130 \quad (*)$$

$$q_1 = 80 \mu C \quad q_2 = -50 \mu C$$

$$q_1' = q_1 - 0.5 q_2 = 80 - 20 = 60 \mu C$$

$$q_2' = q_2 + 0.5 q_1 = -50 + 20 = -30 \mu C$$

$$q_1' = 60 \mu C \quad q_2' = -30 \mu C$$

$$E_{T_2} = E_1' + E_2' \xrightarrow[r_1'=r_2'=\frac{d}{2}]{E=k\frac{|q|}{r^2}} \frac{k}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} (60 + 30) = \frac{4k}{d^2} \times 90 \quad (**)$$

$$(*, **) \Rightarrow \frac{E_{T_2}}{E_{T_1}} = \frac{90}{130} = \frac{9}{13}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر q_A از طرف بارهای q_1 و q_2 در حالت اول برابر است با:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (1)$$

اگر بار q_2 حذف شود، تنها نیروی وارد بر q_A ، $\vec{F}_1$ خواهد بود، بنابراین نیروی خالصی که در حالت دوم داریم $\left(\frac{\vec{F}}{\epsilon}\right)$ همان $\vec{F}_1$ است.

$$\vec{F}_1' = \vec{F}_1 = \frac{\vec{F}}{\epsilon} \quad (2)$$

$$\vec{F} = \frac{\vec{F}}{\epsilon} + \vec{F}_2 \Rightarrow \vec{F}_2 = \frac{\epsilon}{\epsilon} \vec{F}_1$$

بنابراین از روابط (۱) و (۲) داریم:

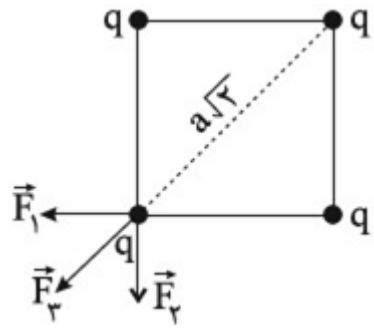
از این روابطه هم‌جهت بودن $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_1$ استنباط می‌شود.

پس نتیجه می‌گیریم $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هم‌جهت هستند، بنابراین q_1 و q_2 همنام هستند، پس با استفاده از قانون کولن داریم:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{|q_1||q_A|}{|q_2||q_B|} \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{\frac{F}{\epsilon}}{\frac{\epsilon F}{\epsilon}} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \times \left(\frac{d}{2d}\right)^2 \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{4}{5}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم طبق قانون کولن دو بار مشابه همدیگر را دفع می‌کنند و اندازه‌ی نیروی دافعه از

رابطه‌ی $F = \frac{k|q_1||q_2|}{r}$ به دست می‌آید. در حالت اول داریم:



$$\left| \vec{F}_1 \right| = \left| \vec{F}_2 \right| = \frac{kq^2}{a^2} \Rightarrow \left| \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \right| = \frac{kq^2}{a^2} \times \sqrt{2}$$

$$F_3 = \frac{kq^2}{(a\sqrt{2})^2}$$

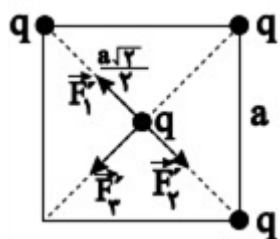
$$(\vec{F}_T)_x = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \frac{kq^2}{a^2} \sqrt{2} + \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$\Rightarrow (\vec{F}_T)_x = \left(\frac{\sqrt{2} + 1}{2} \right) \frac{kq^2}{a^2} = \frac{1}{2} \frac{kq^2}{a^2} \quad (I)$$

$$\left| \vec{F}'_1 \right| = \left| \vec{F}'_2 \right| = \left| \vec{F}'_3 \right| = \frac{kq^2}{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2} \right)^2} = \frac{2kq^2}{a^2} \quad (II)$$

در حالت دوم:

نیروهای $\vec{F}'_1$ و $\vec{F}'_2$ همدیگر را خنثی می‌کنند.



$$(\vec{F}_T)_y = \vec{F}'_1 + \vec{F}'_2 + \vec{F}'_3 = \frac{2kq^2}{a^2} \quad (II)$$

$$I, II \Rightarrow \frac{(\vec{F}_T)_y}{(\vec{F}_T)_x} = \frac{\frac{2kq^2}{a^2}}{\frac{1}{2} \frac{kq^2}{a^2}} = \frac{4}{1} = \frac{2}{1}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از آنجایی که پروتون پرتاب می‌شود، تنها نیروی مؤثر وارد بر آن در مسیر حرکت، نیرویی

است که از سوی میدان الکتریکی یکنواخت بر آن وارد می‌شود. با توجه به قضیه‌ی کار - انرژی جنبشی

$$W_t = W_E = \Delta K \Rightarrow W_E = K_f - K_i$$

داریم:

از آنجایی که ذره متوقف می‌شود، انرژی جنبشی نهایی آن صفر است، یعنی:

$$W_E = -K_i \Rightarrow -|q|Ed = -\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{1}{6} \times 10^{-19} \times 2000 \times d = \frac{1}{2} \times \frac{1}{6} \times 10^{-27} \times 10^6$$

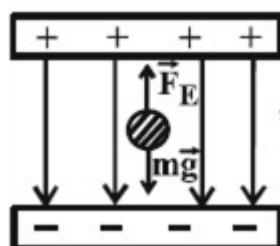
$$\Rightarrow d = 0.025m = 25mm$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی رسانای موازی با بارهای یکسان، یکنواخت است و از

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} = \frac{20}{20 \times 10^{-2}} = 10^3 \frac{V}{m} \text{ یا } \frac{N}{C}$$

رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

شرط تعادل ذره در میدان یکنواخت قائم (با در نظر گرفتن نیروی وزن) به صورت زیر است:



$$F_E = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow 10^3 \times |q| = 6 \times 10^{-27} \times 10$$

$$\Rightarrow |q| = \frac{6 \times 10^{-27}}{10^3} = 6 \times 10^{-30} C = 60 \mu C$$

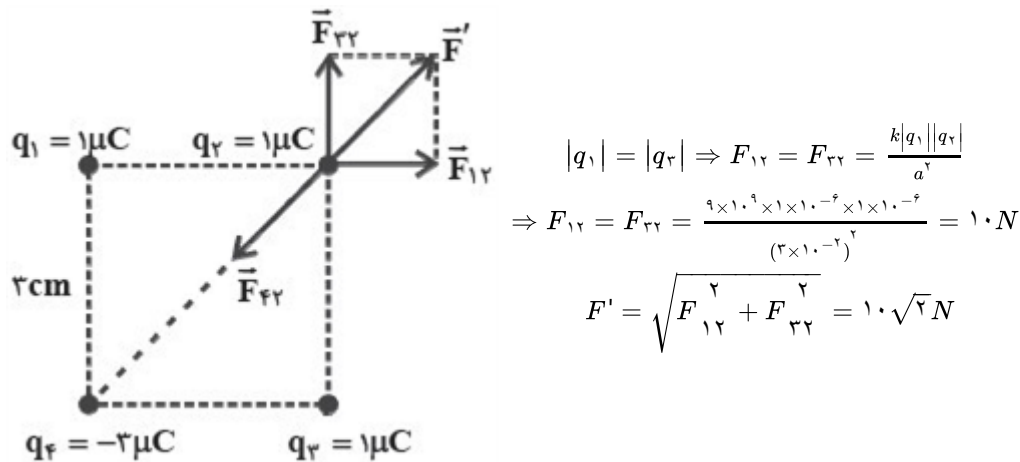
از طرفی چون نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا ذره ساکن بماند، با توجه به جهت میدان الکتریکی، علامت بار

$$q = -60 \mu C$$

ذره منفی است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با قرار گرفتن جسم رسانا در میدان الکتریکی خارجی، ابتدا میدان الکتریکی، در داخل رسانا خلاف جهت میدان خارجی ایجاد می‌شود زیرا بارهای منفی جسم خلاف جهت $\vec{E}$ جابه‌جا می‌شوند. پس از رسیدن به تعادل الکتریکی، این دو میدان هم‌اندازه می‌شوند و برهم نهی آن‌ها در داخل جسم رسانا صفر می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اول قبل از تماس برآیند نیروهای وارد بر بار q_2 را می‌یابیم:



$$|q_1| = |q_2| \Rightarrow F_{12} = F_{23} = \frac{k|q_1||q_2|}{a^2}$$

$$\Rightarrow F_{12} = F_{23} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 10 \text{ N}$$

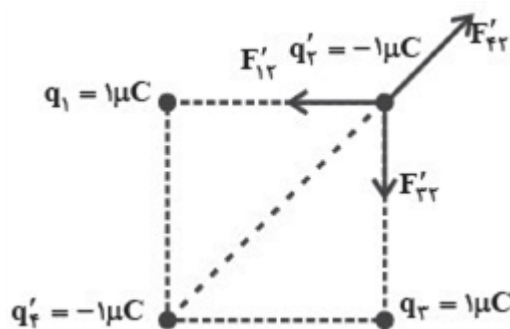
$$F' = \sqrt{F_{12}^2 + F_{23}^2} = 10\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_{24} = \frac{k|q_2||q_4|}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(2\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 15 \text{ N}$$

$$F_{T,2} = F_{24} - F' = (15 - 10\sqrt{2}) \text{ N}$$

لذا برآیند نیروهای وارد بر q_2 برابر است با:

حال اگر دو ذره ی q_2 و q_4 را با یکدیگر تماس دهیم، بار یکسان پیدا می‌کنند:



$$q_2' = q_4' = \frac{q_2 + q_4}{2} = \frac{-3 + 1}{2} = -1 \mu\text{C}$$

$$F'_{12} = F'_{23} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 10 \text{ N}$$

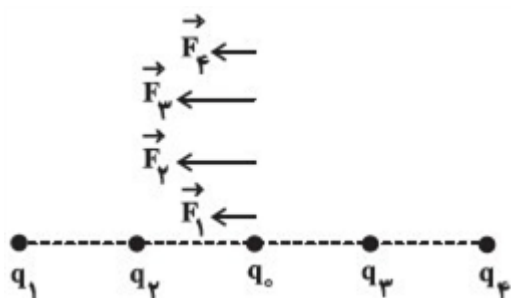
$$\Rightarrow F'' = \sqrt{F'_{12}^2 + F'_{23}^2} = 10\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F'_{24} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(2\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 5 \text{ N}$$

$$F'_{T,2} = F'' - F'_{24} = (10\sqrt{2} - 5) \text{ N}$$

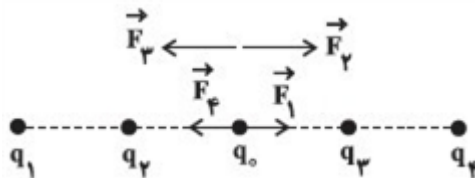
$$F'_{T,2} - F_{T,2} = 10\sqrt{2} - 5 - (15 - 10\sqrt{2}) = 20(\sqrt{2} - 1) \text{ N}$$

گزینه ۳:

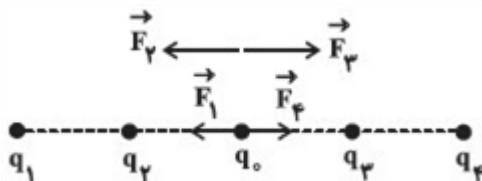


همه نیروهای وارد بر بار مرکزی هم جهت هستند، پس برابند آنها بیشینه خواهد بود. بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:



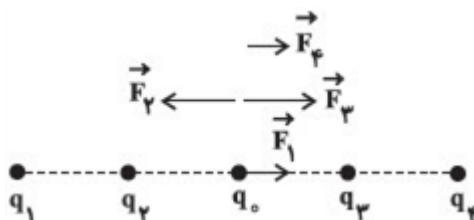
گزینه ۴:



در گزینه‌های ۱ و ۴:

نیروهای $|F_1| = |F_4|$ و $|F_2| = |F_3|$ بنابراین این نیروها دوه‌دو یکدیگر را خنثی کرده و $F_t = 0$.

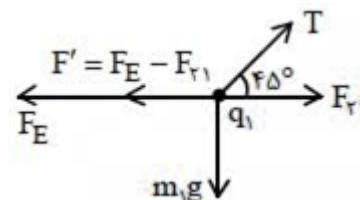
گزینه ۲:

نیروهای $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ یکدیگر را خنثی می‌کنند. $F_t = F_1 + F_4$ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نخ متصل به گلوله ۲ قائم است. پس نیروی وارد بر q_2 از طرف q_1 با نیروی وارد از طرفمیدان خنثی می‌شود. پس: $F_{12} = q_2 E$ نیروی وارد بر بار q_1 هم به صورت $F' = |q_1| E - F_{21}$ است. بنابراین:

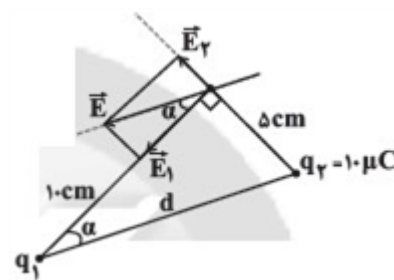
$$F' = (|q_1| - q_2)E = 10^{-9} \times 200 = 2 \times 10^{-7} N$$

$$F' = m_1 g \tan 45^\circ$$

$$\Rightarrow W_1 = F' = 2 \times 10^{-7} N$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 را در راس قائمه محاسبه می‌کنیم.



$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 10^{-6}}{(25 \times 10^{-2})^2} = 3/6 \times 10^7 \frac{N}{C}$$

$$\Rightarrow E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-2}} = 3/6 \times 10^7 \frac{N}{C}$$

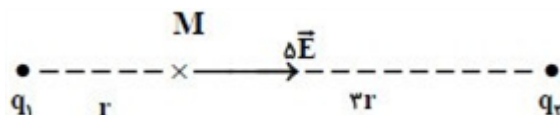
$$d = \sqrt{5^2 + 10^2} = 5\sqrt{5} \text{ cm}$$

حال بر اساس نسبت‌های مثلثاتی و با توجه به شکل داریم:

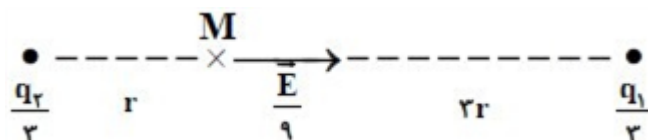
$$\sin \alpha = \frac{5}{5\sqrt{5}} = \frac{E_2}{E} \Rightarrow E = \sqrt{5} E_2 = 3/6 \sqrt{5} \times 10^7 \frac{N}{C}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\text{حالت اول: } \begin{cases} E_1 = \frac{k|q_1|}{r^2} \\ E_2 = \frac{k|q_2|}{r^2} \end{cases} \Rightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \Delta \vec{E}$$



$$\begin{cases} E_1' = \frac{k \left(\frac{|q_1|}{r} \right)}{(r^2)^2} = \frac{k|q_1|}{r^4} = \frac{1}{r^2} E_1 \\ E_2' = \frac{k \left(\frac{|q_2|}{r} \right)}{r^2} = \frac{k|q_2|}{r^4} = \frac{3}{r^2} E_2 \end{cases}$$



$$\begin{cases} \vec{E}_1' = -\frac{1}{r^2} \vec{E}_1 \\ \vec{E}_2' = -\frac{3}{r^2} \vec{E}_2 \end{cases}$$

دقت کنید چون مکان q_1 و q_2 تغییر می‌کند، پس $\vec{E}_1'$ و $\vec{E}_2'$ در خلاف جهت $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ خواهند بود و با علامت منفی در معادله قرار می‌گیرند.

$$\text{حالت اول: } \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \Delta \vec{E}$$

$$\text{حالت دوم: } \vec{E}_1' + \vec{E}_2' = \frac{\vec{E}}{9} \Rightarrow -\frac{1}{r^2} \vec{E}_1 + (-\frac{3}{r^2} \vec{E}_2) = \frac{\vec{E}}{9}$$

$$\begin{cases} \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \Delta \vec{E} \\ -\frac{1}{r^2} \vec{E}_1 - \frac{3}{r^2} \vec{E}_2 = \frac{\vec{E}}{9} \end{cases} \Rightarrow \vec{E}_2 = -\frac{1}{10} \vec{E}$$

دقت کنید با حذف میدان حاصل از بار q_1 ، میدان موجود در نقطه M همان میدان $\vec{E}_2$ خواهد بود.

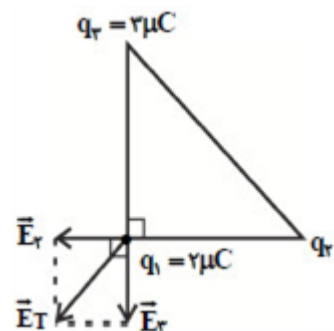
$$\left. \begin{aligned} F_{11} = F_{12} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \\ E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_2 = \frac{F_{12}}{|q_1|} = \frac{0.8}{2 \times 10^{-9}} = 4 \times 10^8 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-9}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 3 \times 10^8 \frac{N}{C}$$

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$= \sqrt{(3 \times 10^8)^2 + (4 \times 10^8)^2} = 5 \times 10^8 \frac{N}{C}$$

در شکل رسم شده بار q_2 مثبت در نظر گرفته شده است اگر منفی هم بود تأثیری در پاسخ مسئله نداشت.

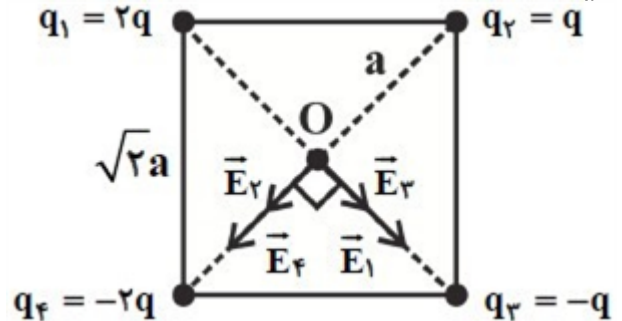


گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا قطر مربع را محاسبه می‌کنیم و سپس آن را نصف کرده تا فاصله هر بار الکتریکی تا

مرکز به دست آید. $\sqrt{2}a \times \sqrt{2} = 2a$ قطر مربع

بنابراین فاصله هر بار تا مرکز مربع برابر با a می‌باشد.

اکنون میدان ناشی از هر بار الکتریکی را در مرکز مربع محاسبه می‌کنیم، می‌دانیم $E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{a^2}$ و همچنین داریم: $E_3 = E_4 = k \frac{|q|}{a^2}$ است.



میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ هم‌جهت‌اند و بنابراین برابری آنها برابر است با:

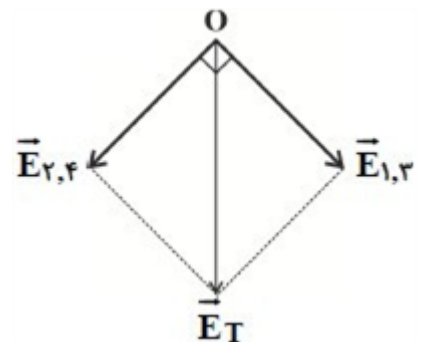
$$E_{1,2} = E_1 + E_2 = k \frac{2|q|}{a^2} + k \frac{|q|}{a^2} = k \frac{3|q|}{a^2}$$

به همین ترتیب میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_3$ و $\vec{E}_4$ هم‌جهت‌اند و بنابراین برابری آنها برابر است با:

$$E_{3,4} = E_3 + E_4 = \frac{k|q|}{a^2} + \frac{2k|q|}{a^2} = \frac{3k|q|}{a^2}$$

در نهایت میدان را محاسبه می‌کنیم:

$$E_T = \sqrt{E_{1,2}^2 + E_{3,4}^2} = \sqrt{\left(\frac{3kq}{a^2}\right)^2 + \left(\frac{3kq}{a^2}\right)^2} = \frac{3\sqrt{2}kq}{a^2}$$



مطابق شکل جهت میدان الکتریکی برابری به سمت پایین است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای ظرفیت خازن می‌نویسیم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow[\text{برای } \kappa: 2]{\text{برای } d: \frac{1}{2}} C$$

$$Q = CV \xrightarrow[\text{برای } C: 2]{\text{ثابت } V} Q$$

$$E = \frac{V}{d} \xrightarrow[\text{برای } d: \frac{1}{2}]{\text{ثابت } V} E$$

چون خازن به باتری متصل است، ولتاژ دو سر آن ثابت می‌ماند:

۲۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی که به یک جسم رسانا بار الکتریکی داده می‌شود، تمامی بار الکتریکی در سطح

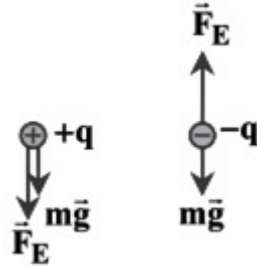
خارجی جسم رسانا پخش می‌شود و به عبارتی در سطح داخلی جسم بار الکتریکی وجود نخواهد داشت.

حتی اگر حفره‌ای هم در داخل جسم رسانا وجود داشته باشد، باز هم بار الکتریکی در سطح خارجی جسم پخش می‌شود و در سطح داخلی حفره بار الکتریکی وجود نخواهد داشت.

بنابراین به واسطه‌ی نبودن بار الکتریکی در سطح داخلی حفره‌ی گزینه‌ی ۱، ۳ و ۴ نادرست می‌باشد و گزینه‌ی ۲ صحیح می‌باشد.

۲۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



نیروهای وارد بر بارها مطابق شکل مقابل است.

$$F_E = |q| E$$

$$F_T = ma \Rightarrow a = \frac{F_T}{m}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{شتاب ذره مثبت} &= \frac{|q|E + mg}{m} = \ddot{a} \\ \text{شتاب ذره منفی} &= \frac{|q|E - mg}{m} = a \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{|q|E + mg}{|q|E - mg} = \ddot{a}$$

$$\Rightarrow |q|E + mg = \ddot{a} |q|E - \ddot{a} mg \Rightarrow \ddot{a} mg = \ddot{a} |q|E \Rightarrow$$

$$|q| = \frac{\ddot{a} mg}{E} = \frac{\ddot{a} \times 60 \times 10^{-3} \times 10}{3 \times 10^5} \Rightarrow q = 4 \times 10^{-6} C = 4 \mu C$$

۲۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



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

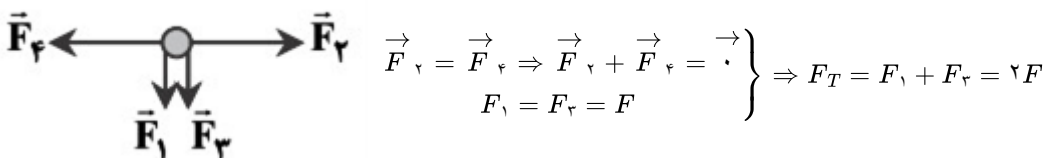
$$F_{T_2} = F_{12} + F_{23} \Rightarrow 2/2 \times 10^{-6} = 9 \times 10^9 \times \left(\frac{3 \times 10^{-9} \times |q_2|}{100 \times 10^{-4}} + \frac{4 \times 10^{-9} \times |q_2|}{400 \times 10^{-4}} \right)$$

$$\Rightarrow 0.8 \times 10^{-6} = 3 \times 10^2 |q_2| + 10^2 |q_2| = 4 \times 10^2 |q_2|$$

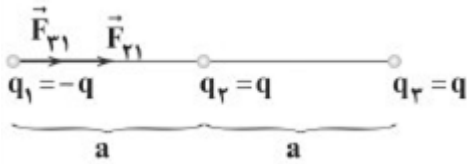
$$\Rightarrow |q_2| = 0.2 \times 10^{-8} C \Rightarrow q_2 = -2 \text{ nC}$$

۲۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروهای وارد بر بار $+Q$ از طرف سایر بارها مطابق شکل است:

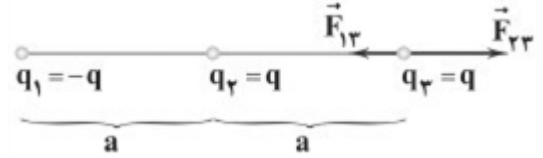


گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا برابند نیروهای الکتریکی وارد شده به بار الکتریکی q_1 را به دست می‌آوریم:



$$\left. \begin{aligned} F_{12} &= \frac{k|q||q|}{a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \\ F_{13} &= \frac{k|q||q|}{(2a)^2} = \frac{kq^2}{4a^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{4a^2} = \frac{5kq^2}{4a^2}$$

در ادامه برابند نیروهای الکتریکی وارد شده به بار الکتریکی q_2 را به دست می‌آوریم:



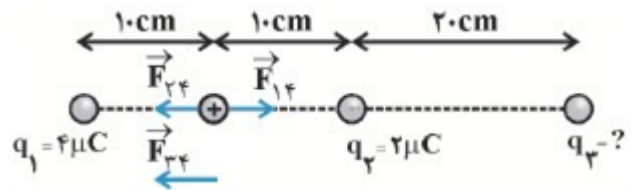
$$\left. \begin{aligned} F_{21} &= \frac{kq^2}{4a^2} \\ F_{23} &= \frac{kq^2}{a^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F' = \frac{kq^2}{a^2} - \frac{kq^2}{4a^2} = \frac{3kq^2}{4a^2}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{3kq^2}{4a^2}}{\frac{5kq^2}{4a^2}} = \frac{3}{5}$$

و در نهایت داریم:

دقت کنید: جهت $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ به سمت راست می‌باشد و با یک‌دیگر هم‌جهت هستند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با فرض مثبت بودن q_2 داریم (این فرض تأثیری در جواب ندارد):



$$\left| \vec{F}_{12} \right| = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times |q_2|}{(1 \times 10^{-2})^2} = 36 \times 10^5 \times |q_2|$$

$$\left| \vec{F}_{23} \right| = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times |q_3|}{(2 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^5 \times |q_3|$$

برابند نیروهای $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{23}$ به سمت نیروی $\vec{F}_{13}$ یعنی به سمت راست است.

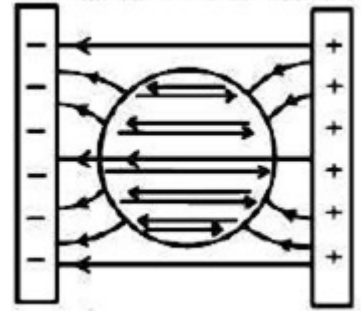
$$R = |F_{12}| - |F_{23}| = 36 \times 10^5 \times |q_2| - 18 \times 10^5 \times |q_3| = 18 \times 10^5 \times |q_3|$$

بنابراین برای صفر شدن برابند نیروهای وارد بر بار q_2 ، $\vec{F}_{23}$ باید برابر R و به سمت چپ باشد، بنابراین چون $q_2 > 0$ است، q_3 حتماً مثبت است.

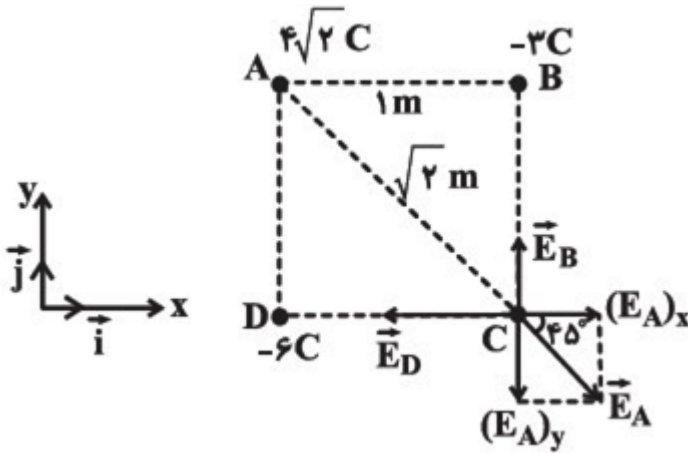
$$\vec{F}_{23} = R \Rightarrow k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = 18 \times 10^5 \times |q_3| \Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times |q_3|}{(2 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^5$$

$$\Rightarrow |q_3| = 18 \times 10^{-6} C = 18 \mu C \xrightarrow{q_2 > 0} q_3 = +18 \mu C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر، بین دو صفحه‌ی باردار میدان الکتریکی برقرار است. بر اثر القاء الکتریکی در کره‌ی فلزی، به بارهای مثبت در جهت میدان و به بارهای منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود. القای بار در کره به گونه‌ای است که میدان الکتریکی برآیند داخل رسانا صفر شود. در واقع الکترون‌های کره‌ی فلزی به سمت صفحه‌ی با بار مثبت جذب می‌شوند و بنابراین در طرف دیگر کره بار مثبت ایجاد می‌شود.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای میدان الکتریکی برآیند ناشی از سه بار در نقطه C داریم:



$$E_B = \frac{k|q_B|}{r_B^2} = \frac{k \times r}{(1)^2} = r k \left(\frac{N}{C} \right)$$

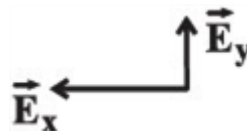
$$E_D = \frac{k|q_D|}{r_D^2} = \frac{k \times r}{(1)^2} = r k \left(\frac{N}{C} \right)$$

$$E_A = \frac{k|q_A|}{r_A^2} = \frac{k \times r \sqrt{2}}{(\sqrt{2})^2} = \sqrt{2} k \left(\frac{N}{C} \right)$$

$$(E_A)_x = (E_A)_y = E_A \cos 45^\circ = \sqrt{2} k \times \frac{\sqrt{2}}{2} = k \left(\frac{N}{C} \right)$$

$$\begin{cases} E_x = (E_A)_x - E_D = k - r k = -r k \left(\frac{N}{C} \right) \\ E_y = E_B - (E_A)_y = r k - k = k \left(\frac{N}{C} \right) \end{cases}$$

$$\vec{E} = -r k \vec{i} + k \vec{j} \xrightarrow{k = 9 \times 10^9 \frac{N.m}{C^2}} \vec{E} = -3 \times 10^9 \vec{i} + 9 \times 10^9 \vec{j} \left(\frac{N}{C} \right)$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه تمامی بارها با یکدیگر هم‌اندازه بوده و فاصله آنها تا بار q_2 یکسان است، پس اندازه نیرویی که از طرف هر یک به بار q_2 وارد می‌شود، با هم برابر است و داریم:

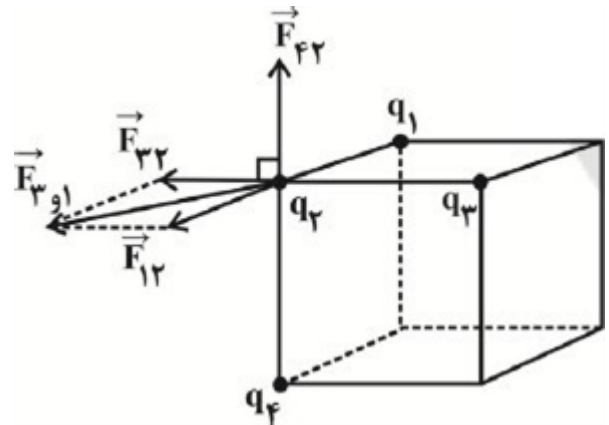
$$|F_{12}| = |F_{32}| = |F_{42}| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \\ = 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 40 \text{ N}$$

حال ابتدا برای دو نیروی $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{32}$ را به دست می‌آوریم، همان طور که در شکل می‌بینیم این دو نیرو بر هم عمودند:

$$F_{3,1} = \sqrt{F_{32}^2 + F_{12}^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} = 40\sqrt{2} \text{ N}$$

حال برای دو نیروی $\vec{F}_{3,1}$ و $\vec{F}_{42}$ را به دست می‌آوریم که مطابق شکل این دو نیرو نیز بر یکدیگر عمودند:

$$F_T = \sqrt{F_{3,1}^2 + F_{42}^2} = \sqrt{(40\sqrt{2})^2 + 40^2} = 40\sqrt{3} \text{ N}$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کار نیروی میدان روی بار عبارت است از:

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

$$\xrightarrow[\cos \alpha = -1]{\alpha = 180^\circ} W_E = 100 \times 10^{-9} \times 4000 \times 10^{-1} \times (-1) = -4 \times 10^{-5} \text{ J} = -40 \mu\text{J}$$

با توجه به این‌که تندی جسم ثابت است، تغییرات انرژی جنبشی صفر است. پس طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

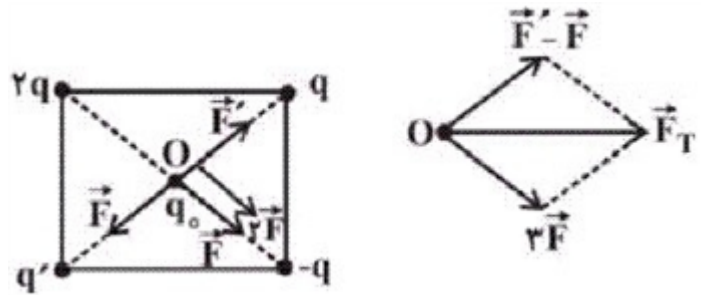
$$W_{\text{کل}} = \Delta K \Rightarrow W_{\text{خارجی}} + W_E = 0 \Rightarrow W_{\text{خارجی}} = -W_E = +40 \mu\text{J}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطه چگالی سطحی بار الکتریکی، داریم:

$$\sigma_1 = \sigma_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2} \Rightarrow \frac{Q_1}{4\pi r_1^2} = \frac{Q_2}{4\pi r_2^2} \\ \Rightarrow \frac{Q_1}{r_1^2} = \frac{Q_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{Q_1}{\frac{D_1^2}{4}} = \frac{Q_2}{\frac{D_2^2}{4}} \Rightarrow \frac{Q_1}{D_1^2} = \frac{Q_2}{D_2^2}$$

۳۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با فرض $q, q_0 > 0$ اگر اندازه‌ی نیرویی که بار الکتریکی q بر بار q_0 اعمال می‌کند برابر F باشد، بزرگی نیرویی که بار $2q$ به بار q_0 وارد می‌کند برابر با $2F$ و بزرگی نیرویی که بار $-q$ بر بار q_0 وارد می‌کند برابر با F می‌باشد که جهت این نیروها مطابق شکل زیر است:



برای آن که $\vec{F}_T$ افقی و نیم‌ساز دو بردار دیگر باشد، داریم:

$$|\vec{F}' - \vec{F}| = |\sqrt{2}\vec{F}| \Rightarrow F' = \sqrt{2}F \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q'q_0}{qq_0} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{q'}{q} \Rightarrow q' = \sqrt{2}q$$

۳۷

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. بنا به رابطه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن داریم:

$$q = CV \Rightarrow q = 20 \times 10^{-6} \times 100 = 2 \times 10^{-3} C \Rightarrow q = 2 \text{ mC}$$

۳۸

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{F_r}{F_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 12 \times \frac{1}{16} = \frac{3}{4} \Rightarrow F_r = \frac{3}{4}F$$

$$F_T = \sqrt{F_1^2 + F_r^2} = \sqrt{F^2 + \frac{9}{16}F^2} = \frac{5}{4}F$$

۳۹

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

حالت اول :

$$F = \frac{kq_1(5q_1)}{d^2}$$

پس از تماس گوی‌ها با هم، از آن‌جا که مشابه هم هستند، بار مجموع بین آن‌ها به صورت مساوی تقسیم می‌شود.

$$\text{پس از تماس} \Rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + (-5q_1)}{2} = -2q_1$$

حالت دوم :

$$F' = \frac{k(2q_1)(2q_1)}{d^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{4}{5}$$

۴۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون دی‌الکتریک را از خازن خارج می‌کنیم، داریم: $C_1 = kC_2$

با توجه به این که خازن از مولد جدا شده است، بنابراین بار الکتریکی ذخیره شده در آن ثابت می‌ماند و می‌توان نوشت:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow kC_2 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow V_2 = kV_1$$

برای خارج کردن دی‌الکتریک با سرعت ثابت، $8 \times 10^{-5} J$ انرژی صرف شده است. چون بار الکتریکی ذخیره شده در خازن

ثابت است، این مقدار انرژی صرف افزایش پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازن شده و در خازن ذخیره می‌شود.

$$U_2 = U_1 + 8 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5} + 8 \times 10^{-5} = 10 \times 10^{-5} J$$

$$U = \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2}qV \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{q_1=q_2} \frac{U_2}{U_1} = \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{V_2=kV_1} \frac{10 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = k \Rightarrow k = 5$$

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

