نام و نام خانوادگی:

نام آزمون:

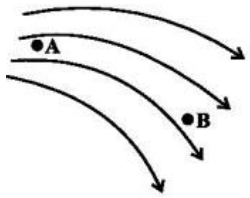
تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰

مدت زمان آزمون: --

نام برگزار کننده

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۷٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۱) کدام گزینه میدان الکتریکی و پتانسیل نقاط A و B را به درستی مقایسه می‌کند؟



۱) $V_A > V_B \ , \ E_A > E_B$

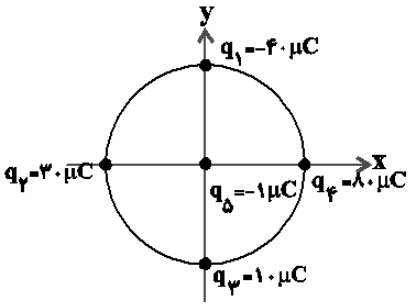
۲) $V_A < V_B \ , \ E_A > E_B$

۳) $V_A > V_B \ , \ E_A < E_B$

۴) $V_A < V_B \ , \ E_A < E_B$

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲) مطابق شکل زیر، چهار ذره باردار بر روی محیط دایره‌ای به شعاع $۲۰cm$ ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره بارداری که در مرکز دایره قرار گرفته در SI کدام است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^۲}{C^۲}$)



۱) $-۱۵/۷۵\vec{i} + ۱۵/۷۵\vec{j}$

۲) $۹\vec{i} - ۹\vec{j}$

۳) $۱۱/۲۵\vec{i} - ۱۱/۲۵\vec{j}$

۴) $-۶/۷۵\vec{i} + ۶/۷۵\vec{j}$

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۱٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۳) بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۲\mu C$ در نقطه $A = (۳m, ۴m)$ در صفحه‌ی xoy قرار دارد. بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۲ = ۸\mu C$ را در چه نقطه‌ای در این صفحه قرار دهیم تا برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار در مرکز مختصات برابر با صفر شود؟

۱) $(۶m, -۸m)$

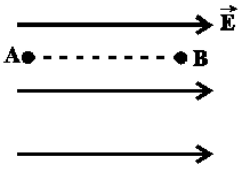
۲) $(-۶m, -۸m)$

۳) $(-۸m, -۶m)$

۴) $(-۱۲m, -۱۶m)$

گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۱٪ | متوسط

۴) مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $q = +۴۰\mu C$ از نقطه A با پتانسیل الکتریکی $۱۰۰V$ تا نقطه B جابه‌جا می‌شود. اگر کاری که نیروی الکتریکی طی این جابه‌جایی روی ذره باردار انجام می‌دهد، برابر با $۱۲mJ$ باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟



۱) ۲۰۰
۲) ۴۰۰
۳) -۲۰۰
۴) -۴۰۰

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۶٪ | متوسط

۵) در یک میدان الکتریکی یکنواخت رو به پایین ذره‌ای به جرم ۵ میلی‌گرم و بار الکتریکی $+۲\mu C$ را از فاصله ۲۰ متری سطح زمین رها می‌کنیم. اگر این ذره با انرژی جنبشی $۷mJ$ به سطح زمین برخورد کند، اندازه میدان الکتریکی چند $\frac{N}{C}$ است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$، از اتلاف صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۰۰
۲) ۱۵۰
۳) ۲۰۰
۴) ۲۵۰

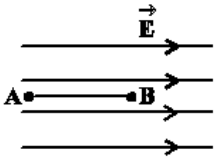
قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۷٪ | متوسط

۶) خازن تختی را شارژ کرده و از مولد جدا می‌کنیم. در همین حالت دی‌الکتریکی با ثابت دی‌الکتریک ۳/۵ را وارد خازن می‌کنیم. پس از برقراری تعادل الکتریکی، انرژی ذخیره شده در خازن و میدان الکتریکی بین صفحات آن، به‌ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

۱) ۳/۵، $\frac{۲}{۷}$
۲) $\frac{۲}{۷}$، ۳/۵
۳) $\frac{۲}{۷}$، $\frac{۲}{۷}$
۴) ۱، $\frac{۲}{۷}$

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۸٪ | متوسط

۷) در شکل زیر و در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۱۰^{۵}\frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۵\mu C$ در نقطه B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطه A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.)



۱) ۰/۱
۲) ۰/۵
۳) ۰/۰۱
۴) ۰/۰۵

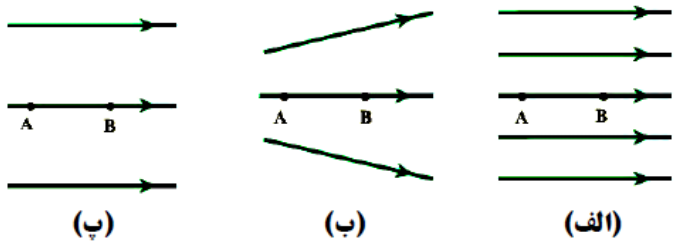
متوسط | درصد پاسخگویی ۲۵٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۸) اگر بار الکتریکی مثبت در جهت خط‌های یک میدان الکتریکی یکنواخت حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ... و اگر بار الکتریکی منفی در خلاف جهت خط‌های یک میدان الکتریکی یکنواخت حرکت کند، پتانسیل الکتریکی نقطه‌های میدان... می‌یابد.

۱) افزایش ـ افزایش
۲) افزایش ـ کاهش
۳) کاهش ـ افزایش
۴) کاهش ـ کاهش

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۹) شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک بار منفی با تندی v از نقطهٔ A پرتاب می‌شود و بدون تغییر جهت تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌شود. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت ذرهٔ باردار در نقطهٔ B کمتر از بقیه است؟ (از نیروی وزن وارد بر بار صرف‌نظر شود.)



۱) الف
۲) ب
۳) پ
۴) تندی بار در نقطهٔ B در هر سه شکل یکسان است.

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۱۰) دو دی‌الکتریک یکی به ضخامت $0/5mm$ و ثابت $\kappa_1 = 5$ و دیگری به ضخامت $3mm$ و ثابت $\kappa_2 = 27$ در اختیار داریم. اگر بتوان تمام فضای بین صفحات سه خازن تخت که ابتدا بین آن‌ها هوا قرار دارد و ابعاد صفحه‌های آن‌ها به‌ترتیب 25×20، 15×20 و 20×20 میلی‌متر مربع است را با یکی از این دی‌الکتریک‌ها به‌طور کامل پر کرد، نسبت بیش‌ترین ظرفیت ممکن به کمترین ظرفیت ممکن در بین خازن‌ها کدام است؟

۱) ۵۴
۲) $\frac{50}{27}$
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{9}{5}$

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۰٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۱۱) دو کرهٔ رسانای باردار مشابه دارای بارهای q و $5q$ هستند. اگر دو کره را با یکدیگر تماس دهیم، در این‌صورت 9×10^{13} الکترون بین دو کره مبادله می‌شود. اندازهٔ بار هر یک از کره‌ها بعد از تماس چند میکروکولن است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}\ C$)

۱) ۷/۲
۲) ۱۴/۴
۳) ۲۱/۶
۴) ۳۶

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار۱

(۱۲) دلیل رسانایی فلزها، وجود الکترون‌های آزادی است که در داخل آن‌ها با سرعت‌های . . . . . و به‌طور . . . . . در حرکت‌اند.

۱) یکسان – نامنظم
۲) یکسان – منظم
۳) متفاوت – نامنظم
۴) متفاوت – منظم

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۹٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار۳

(۱۳) در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره‌ای به جرم $۳\ mg$ و بار الکتریکی $-۵\ \mu C$ از نقطه A با تندی $۵\sqrt{۱۳}\ \frac{m}{s}$ به نقطه B می‌رود. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به‌ترتیب $-۴۰\ V$ و $+۵۰\ V$ باشد، تندی این ذره هنگام رسیدن به نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن ذره صرف‌نظر کنید.)

۱) $۱۰\sqrt{۳}$
۲) ۵
۳) ۲۵
۴) $۵\sqrt{۱۹}$

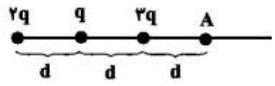
متوسط | درصد پاسخگویی ۲۷٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۱۴) اگر مساحت سطح مشترک صفحات خازن تختی را نصف و اختلاف پتانسیل بین صفحات آن‌را ۲۰ درصد کاهش دهیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۴۰ درصد افزایش می‌یابد.
۲) ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.
۳) ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۶۰ درصد افزایش می‌یابد.

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۱٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

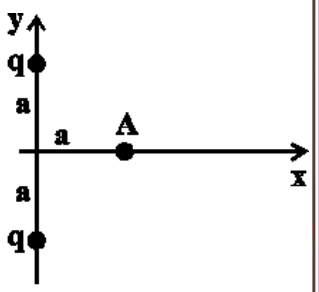
(۱۵) در شکل زیر، در نقطهٔ A چه باری را قرار دهیم تا برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q از طرف سایر بارها برابر صفر شود؟ $(q > ۰)$



۱) $-۴q$
۲) $۴q$
۳) $۲q$
۴) $-۲q$

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۵٪ | قلمچی ۱۳۹۹

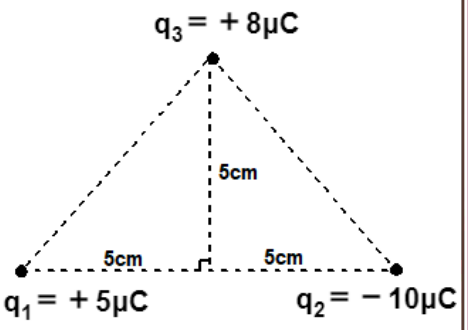
۱۶) مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان q روی محور y ثابت شده‌اند. در این حالت اندازهٔ میدان الکتریکی روی محور x و در نقطهٔ A برابر با E است. اگر یکی از بارها تغییر کرده و برابر با $-۲q$ شود، اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر با کدام گزینه خواهد شد؟



۱) صفر
۲) $\sqrt{۲}E$
۳) $\frac{\sqrt{۱۰}}{۲}E$
۴) $۲E$

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۲٪ | قلمچی ۱۳۹۹

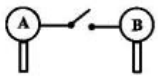
۱۷) در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) ۷۲
۲) ۲۱۶
۳) $۷۲\sqrt{۵}$
۴) $۳۶\sqrt{۵}$

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۲٪ | قلمچی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دارا ۱

۱۸) دو کره رسانای مشابه A و B دارای بارهای الکتریکی $q_A = ۸\mu C$ و $q_B = ۱/۶\mu C$ هستند. دو کره را با یک سیم به هم متصل می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل ... الکترون از کره ... به ... منتقل می‌شود. ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ و باری روی سیم باقی نمی‌ماند.)



۱) ۲×۱۰^{۱۳}، A به B
۲) ۲×۱۰^{۱۳}، B به A
۳) ۴×۱۰^{۱۳}، A به B
۴) ۴×۱۰^{۱۳}، B به A

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۷٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۱۹) بزرگی میدان الکتریکی در فاصله ۱۰ سانتی‌متری از یک بار نقطه‌ای برابر E است. چند سانتی‌متر از این بار دور شویم تا بزرگی میدان الکتریکی ۳۶ درصد کاهش یابد؟

۱) ۲
۲) ۱۲
۳) ۲/۵
۴) ۱۲/۵

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۴٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

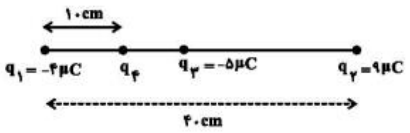
(۲۰) اگر بزرگی میدان الکتریکی در فاصله $1m$ از مرکز کلاهک کروی مولد وان‌دوگراف $9 \times 10^{3} \frac{N}{C}$ باشد، در چه فاصله‌ای از پروتون هسته اتم هیدروژن بر حسب متر، بزرگی میدان الکتریکی ناشی از پروتون برابر با بزرگی میدان حاصل از مولد وان دوگراف است؟
($e = 1/6 \times 10^{-19}\ C$ و $k = 9 \times 10^{9} \frac{N.m^2}{C^2}$)

۱) 8×10^{-14}
۲) 4×10^{-14}
۳) 16×10^{-7}
۴) 4×10^{-7}

متوسط | درصد پاسخگویی ۱۹٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۱) مطابق شکل زیر، بار $q_3 = -5\mu C$ را در چند سانتی‌متری از بار q_4 قرار دهیم تا برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 صفر شود؟

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



۱) ۲۰
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۴۰

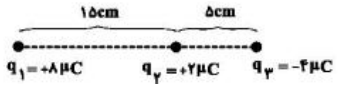
متوسط | درصد پاسخگویی ۲۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۲) دو کره رسانای A و B دارای بار الکتریکی هم‌نام‌اند. اگر دو کره را با هم تماس دهیم، کره B تعداد 5×10^{13} الکترون گرفته و اندازه بار الکتریکی آن ۱۲۵ درصد افزایش می‌یابد. بار اولیه کره B چند μC بوده است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}\ C$)

۱) ۶/۴
۲) ۳/۲
۳) -۳/۲
۴) -۶/۴

گزینه های دام دار۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۹ % | متوسط

(۲۳) مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 روی یک خط قرار گرفته‌اند. بار q_2 را چند سانتی‌متر جابجا کنیم تا برایند نیروهای الکتریکی وارد به بار q_3 برابر با صفر شود؟



۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) صفر

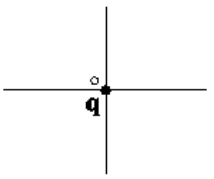
متوسط | درصد پاسخگویی ۲۸ % | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۴) خازن تختی به ظرفیت $12\mu F$ که بین صفحات آن هوا قرار دارد، توسط یک باتری به‌طور کامل شارژ شده است. اگر در حین اینکه خازن به باتری وصل است، فاصله صفحات خازن را نصف کرده و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲ را بین صفحات آن قرار دهیم، چگالی سطحی بار صفحات خازن چند برابر می‌شود؟

۱) ۲
۲) ۴
۳) $\frac{1}{4}$
۴) ۱

متوسط | درصد پاسخگویی ۱۹ % | قلم‌چی ۱۳۹۹

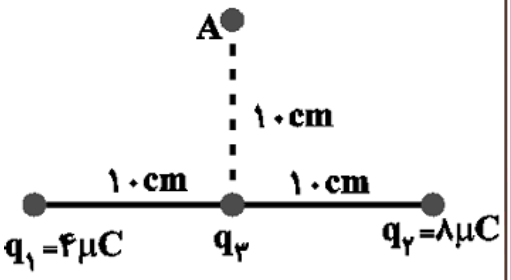
(۲۵) مطابق شکل بار الکتریکی q در مبدأ مختصات قرار دارد. نیروی وارد بر بار $q' = -4\mu C$ که در مکان $x = 2cm$ قرار دارد از طرف بار q برابر $-0/3\vec{i}(N)$ است. نیروی وارد بر بار $q'' = 24\mu C$ که در مکان $y = -6cm$ قرار دارد، از طرف بار q در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



۱) $0/2\vec{j}$
۲) $-0/2\vec{j}$
۳) $0/4\vec{j}$
۴) $-0/4\vec{j}$

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۶) سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 مطابق شکل زیر، روی یک راستا قرار دارند و بار q_2 در حال تعادل است. اگر بار q_3 را روی خط عمودمنصف خط واصل بارهای q_1 و q_2 به نقطهٔ A منتقل کنیم، اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر بار q_3 چند نیوتون خواهد شد؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) $۰/۹\sqrt{۵}$

۲) $۱/۸\sqrt{۵}$

۳) $۰/۹\sqrt{۳}$

۴) $۱/۸\sqrt{۳}$

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۷٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۷) دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -۱\mu C$ و $q_2 = +۹\mu C$ در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند. در چه فاصله‌ای برحسب سانتی‌متر از بار q_1، بار سوم q_3 را قرار دهیم تا بار q_3 در تعادل الکتروستاتیکی باشد؟

۱) ۴۰

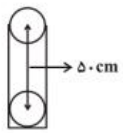
۲) ۳۰

۳) ۲۰

۴) ۱۰

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۸) دو گوی با بار الکتریکی همنام q مطابق شکل زیر درون لوله‌ای که سطح درونی آن بدون اصطکاک است قرار دارند به طوری‌که گوی بالایی به‌طور معلق قرار گرفته است. اگر جرم گوی معلق g ۴۰ و فاصله بین مراکز دو گوی cm ۵۰ باشد، بار الکتریکی q برحسب μC کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (گوی‌ها را بار نقطه‌ای در نظر بگیرید، $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و $k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^۲}{C^۲}$)



۱) $+\frac{۱۰}{۳}$

۲) $-\frac{۱۰}{۳}$

۳) $+\frac{۱}{۳}$

۴) گزینه‌های «۱» و «۲»

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۹٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار۴

(۲۹) بار الکتریکی q_1، نیروی الکتریکی $\vec{F} = ۳۰\vec{i}(N)$ را به بار الکتریکی q_2 وارد می‌کند. اگر اندازه بار q_2 نصف و علامت آن عوض شود، نیرویی که بار q_2 به بار q_1 وارد می‌کند، برحسب نیوتون کدام است؟

۱) $۳۰\vec{i}$

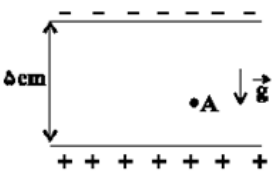
۲) $-۳۰\vec{i}$

۳) $۱۵\vec{i}$

۴) $-۱۵\vec{i}$

متوسط | درصد پاسخگویی ۱۶٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

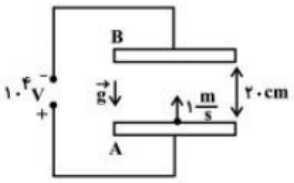
(۳۰) مطابق شکل، ذره‌ای به جرم $10^{-8}\ g$ و بار الکتریکی $+10^{-15}\ C$ از نقطه A درون میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $1/2 \times 10^{5}\ \frac{N}{C}$ از حال سکون رها می‌شود و با تندی $0/4\ \frac{m}{s}$ به صفحه بالایی می‌رسد. فاصله نقطه A از صفحه پایینی چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10\ \frac{N}{kg})$



۱) ۴
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۲

دشوار | درصد پاسخگویی ۷٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۳۱) شکل زیر، دو صفحه رسانای افقی A و B که در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند، را نشان می‌دهد، اندازه اختلاف پتانسیل بین آن‌ها $10^{4}\ V$ است. اگر ذره‌ای به جرم ۲۰۰ g و بار $20\mu C$ را با تندی $1\ \frac{m}{s}$، از مجاورت صفحه A، در راستای قائم رو به بالا پرتاب کنیم، کدام گزینه درست است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر کرده و $g = 10\ \frac{m}{s^2}$)



۱) ذره در فاصله ۱۰ سانتی‌متری از صفحه B متوقف می‌شود.
۲) ذره در فاصله ۵ سانتی‌متری از صفحه B متوقف می‌شود.
۳) ذره با تندی $0/5\ \frac{m}{s}$ با صفحه B برخورد می‌کند.
۴) ذره با تندی $0/25\ \frac{m}{s}$ با صفحه B برخورد می‌کند.

گزینه های دام دانلر۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۴٪ | دشوار

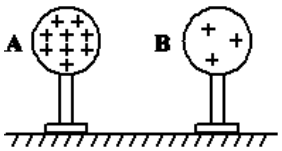
(۳۲) مطابق شکل زیر، دو کره رسانای هم‌اندازه A و B بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر این دو کره را با سیم رسانایی به یکدیگر وصل کنیم، چه تعداد از عبارات زیر، صحیح می‌باشند؟

الف) در جدول تریبوالکتریک، قطعاً رسانای A بالاتر از رسانای B قرار دارد.

ب) انتقال بار بین دو کره تا جایی ادامه پیدا می‌کند که اندازه نیروی الکتریکی بین آنان کمینه شود.

پ) اندازه بار انتقالی بین کره‌ها، قطعاً یک عدد صحیح است.

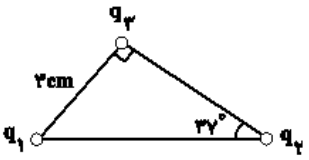
ت) با توجه به تمایل اجسام به پایداری بیشتر، مجموع اندازه بار دو کره بعد از تماس، کمتر از مجموع اندازه بار دو کره قبل از تماس می‌شود.



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) صفر

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۲٪ | تسینتا دشوار

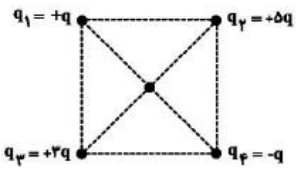
(۳۳) طابق شکل زیر، اندازه برایند نیروهایی که دو بار نقطه‌ای $q_1 = 1\mu C$ و q_2 بر بار $q_3 = 4\mu C$ وارد می‌کنند برابر با $50N$ می‌باشد. اندازه نیرویی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\ ,\ \sin 37^\circ = 0/6)$



۱) ۱۹/۲
۲) ۴/۸
۳) ۲/۴
۴) ۹/۶

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۳٪ | تسینتا دشوار

(۳۴) در شکل زیر، اگر علامت بارهای q_1 و q_4 قرینه شوند، بردار میدان الکتریکی برایند در مرکز مربع در حالت اول با بردار میدان الکتریکی برایند در مرکز مربع در حالت دوم زاویه چند درجه می‌سازد؟ $(q > 0)$



۱) ۴۵
۲) ۶۰
۳) ۹۰
۴) ۱۸۰

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۰٪ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | گزینه های دام دار۳

۳۵

چه تعداد از گزاره‌های زیر، درست است؟

الف) میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، متناسب با اندازه بار الکتریکی واقع در آن نقطه است.

ب) میدان الکتریکی کمیتی برداری و یکای آن در SI برابر با N/C است.

پ) اندازه میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای در هر نقطه، با فاصله آن نقطه از بار نسبت وارون دارد.

ت) جهت میدان الکتریکی در هر نقطه، هم‌جهت با نیروی الکتریکی وارد بر بار فرضی نقطه‌ای مثبت واقع در آن نقطه است.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

دشوار | قلم‌چی ۱۱۳۹۹

۳۶

مساحت هر یک از صفحه‌های خازن تختی با دی‌الکتریک هوا، برابر با $۱۶۰mm^۲$ و فاصله بین آن‌ها $۴/۵mm$ است. اگر بار ذخیره شده در خازن $۸pC$ باشد، اندازه اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن چند ولت است؟ $(\varepsilon_۰ = ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{F}{m})$

۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۲۵
۴) ۵۰

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | گزینه های دام دار۳

۳۷

بر روی دو کره رسانا که شعاع یکی دو برابر دیگری است، بار الکتریکی یکسان توزیع شده است. اگر اختلاف چگالی سطحی بار الکتریکی آن‌ها $۰/۱۵ \frac{C}{m^۲}$ باشد، چگالی سطحی بار الکتریکی کره بزرگ‌تر چند $\frac{C}{m^۲}$ است؟

۱) ۰/۰۵
۲) ۰/۲
۳) ۰/۰۳
۴) ۰/۱۲

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۱٪ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | گزینه های دام دار۳

۳۸

دو صفحه خازن تختی را که فضای بین دو صفحه آن با دی‌الکتریک شیشه($\kappa = ۴$) به‌طور کامل پر شده است به مولدی متصل می‌کنیم. اگر در این حالت دی‌الکتریک بین صفحات را به‌طور کامل بیرون بکشیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن چند برابر می‌شود؟ (پدیده فروشکست رخ نمی‌دهد.)

۱) ۴
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) ۱
۴) ۲

دشوار | درصد پاسخگویی ۹٪ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹

۳۹

اگر بار الکتریکی ذخیره شده در خازنی با ظرفیت $۲\mu F$ بدون تغییر در مشخصات ساختمانی آن به اندازهٔ $۴\mu C$ افزایش یابد، انرژی ذخیره شده در آن $۱۶\mu J$ افزایش می‌یابد. انرژی اولیهٔ خازن چند میکروژول است؟ (پدیدهٔ فرو شکست رخ نمی‌دهد.)

۱) ۹
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۳

دشوار | درصد پاسخگویی ۷٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۴۰) در شکل زیر، میدان الکتریکی برایند ناشی از بارهای q_1 و q_2 در نقطه M برابر با $\vec{E}$ است. اگر q_1 را چهار برابر کنیم و q_2 را به اندازه $2d$ به سمت چپ جابه‌جا کنیم، میدان برایند در نقطه M برابر با $6\vec{E}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{۲۷}{۲}$

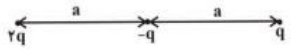
۲) ۶

۳) $-\frac{۲۷}{۲}$

۴) -۶

دشوار | تستینا | درصد پاسخگویی ۲۱٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۴۱) در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار نقطه‌ای q از طرف بارهای نقطه‌ای $-q$ و $2q$ به‌صورت بردار $\vec{F}$ می‌باشد. اگر مکان بارهای نقطه‌ای $-q$ و $2q$ با یک‌دیگر عوض شوند، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q برحسب $\vec{F}$ کدام است؟



۱) $\frac{۷}{۴}\vec{F}$

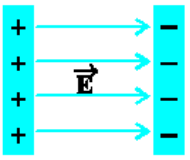
۲) $-\frac{۷}{۴}\vec{F}$

۳) $\frac{۷}{۲}\vec{F}$

۴) $-\frac{۷}{۲}\vec{F}$

دشوار | تستینا | درصد پاسخگویی ۴۰٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۴۲) مطابق شکل زیر، دو صفحه رسانا با بارهای هم‌اندازه و ناهم‌نام در فاصله ۵ سانتی‌متری از یک‌دیگر قرار گرفته‌اند و میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به بزرگی $۱۰\frac{kN}{C}$ بین دو صفحه ایجاد شده است. اگر پروتونی را از کنار صفحه با بار مثبت رها کنیم، تندی آن هنگامی که به صفحه با بار منفی می‌رسد، چند متر بر ثانیه است؟ ($e_p = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ و $m_P = ۲ \times ۱۰^{-۲۷}\ kg$ و از نیروی وزن وارد بر پروتون صرف‌نظر شود)



۱) ۲×۱۰^{۵}

۲) $۲\sqrt{۲} \times ۱۰^{۵}$

۳) ۴×۱۰^{۵}

۴) $۴\sqrt{۲} \times ۱۰^{۵}$

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دالم دار۴

۴۳) دو ذره با بار الکتریکی هم‌اندازه در فاصله r یکدیگر را با نیروی F می‌ربایند. اگر۵۰% یکی از بارها را به دیگری انتقال دهیم در همان فاصله چه نیرویی برحسب F به هم وارد می‌کنند؟

۱) $\frac{۱}{۴}F$

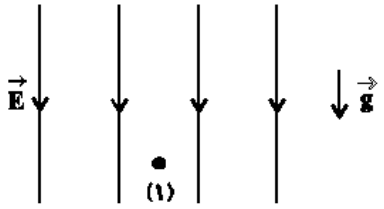
۲) $\frac{۲}{۳}F$

۳) $\frac{۴}{۵}F$

۴) $\frac{۳}{۴}F$

دشوار | درصد پاسخگویی ۸٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۴۴) مطابق شکل زیر، بار الکتریکی $q = ۰/۲\mu C$ با جرم $۱g$، در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $E = ۴ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$ از نقطه (۱) و با تندی ۸ متر بر ثانیه به سمت بالا پرتاب می‌شود. این بار تقریباً پس از چند سانتی‌متر جابه‌جایی تغییر جهت می دهد؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و اتلاف انرژی نداریم.)

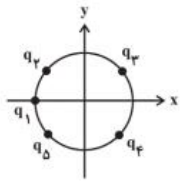


۱) ۳۵/۵
۲) ۸۰
۳) ۴۵/۵
۴) ۱۰۰

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۵٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۴۵) مطابق شکل زیر، پنج بار الکتریکی نقطه‌ای روی دایره‌ای به شعاع $۳cm$ قرار دارند و میدان الکتریکی حاصل از این پنج بار در مرکز دایره صفر است. اگر بار $q_۱ = ۵\mu C$ را حذف کنیم، میدان الکتریکی حاصل از چهار بار باقیمانده در مرکز دایره در SI کدام است؟

$(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) $۵ \times ۱۰^{۷} \vec{i}$
۲) $-۵ \times ۱۰^{۷} \vec{i}$
۳) $(۳\vec{i} + ۴\vec{j}) \times ۱۰^{۷}$
۴) $-(۳\vec{i} + ۴\vec{j}) \times ۱۰^{۷}$

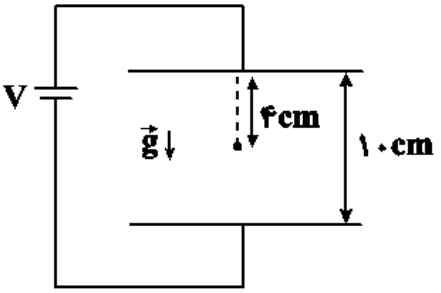
دشوار | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۴۶) در یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی $q = -۲ \times ۱۰^{-۸} C$ را در نقطه A با پتانسیل الکتریکی $V_A = ۲۰۰V$ از حال سکون رها می‌کنیم. هنگامی‌که بار به نقطه B می‌رسد انرژی جنبشی آن $۲ \times ۱۰^{-۶} J$ می‌شود. اگر از نیروی گرانشی صرف‌نظر کنیم، پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟

۱) ۱۰۰
۲) ۳۰۰
۳) ۱۵۰
۴) ۴۰۰

گزینه های دام دار۳ | قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۸ % | دشوار

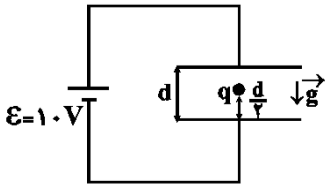
(۴۷) مطابق شکل زیر، ذره‌ای به جرم m و بار q در بین صفحات یک خازن تخت در یک میدان الکتریکی یکنواخت در حالت سکون قرار دارد. اگر صفحه پایینی را $۲cm$ به‌طرف بالا جابه‌جا کنیم، در این‌صورت بار q با تندی ..... متر بر ثانیه به صفحه ..... می‌رسد. $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) $۰/۲\sqrt{۵}$، پایین
۲) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$، پایین
۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$، بالا
۴) $۰/۲\sqrt{۵}$، بالا

تسینتا دشوار | درصد پاسخگویی ۹ % | قلمچی ۱۳۹۹

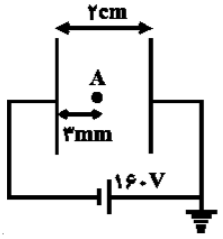
(۴۸) در شکل زیر، ذره باردار $q = -۲\mu C$ به جرم $۱۵mg$ در وسط فاصله دو صفحه باردار افقی و درون میدان الکتریکی یکنواخت به حال تعادل قرار دارد. اگر در یک لحظه با ثابت بودن صفحه پایینی، صفحه بالایی را به موازات خودش به‌اندازه $\frac{d}{۲}$ به‌سمت بالا جابه‌جا کنیم، در این صورت کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد بار q صحیح است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) با تندی $\frac{۲}{۳}\frac{m}{s}$ به صفحه پایینی می‌رسد.
۲) با تندی $۲\frac{m}{s}$ به صفحه بالایی می‌رسد.
۳) با تندی $۲\frac{m}{s}$ به صفحه پایینی می‌رسد.
۴) همچنان ساکن می‌ماند.

تسینتا دشوار | درصد پاسخگویی ۱۹ % | قلمچی ۱۳۹۹

(۴۹) مطابق شکل زیر، دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را به یک باتری وصل کرده‌ایم. پتانسیل الکتریکی نقطه A چند ولت است؟

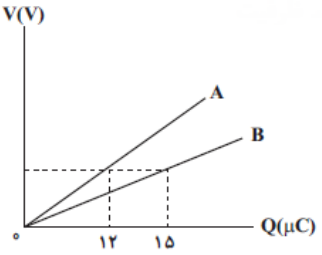


۱) ۲۴
۲) -۲۴
۳) ۱۳۶
۴) -۱۳۶

دشوار | قلم‌چی ۱۳۹۹

۵۰

نمودار ولتاژ دو سر خازن‌های مجزای A و B برحسب بار الکتریکی ذخیره شده در آن‌ها، مطابق شکل زیر است. ظرفیت خازن A چند برابر ظرفیت خازن B است؟



۱) ۰/۸
۲) ۱
۳) ۱/۲
۴) ۱/۲۵

دشوار | درصد پاسخگویی ۸٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دالم دار۳

۵۱

یک خازن تخت را به وسیله یک مولد، باردار کرده و سپس از آن جدا می‌کنیم. اگر در این حالت، $-۶\mu C$ بار الکتریکی از صفحه منفی خازن جدا کرده و به صفحه مثبت آن اضافه کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن نسبت به حالت قبل $۱۲/۶\mu J$ تغییر می‌کند و اگر در ادامه، $-۲\mu C$ بار الکتریکی دیگر از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت اضافه کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن $۳/۴\mu J$ دیگر تغییر می‌کند. انرژی اولیه ذخیره شده در خازن چند میکروژول بوده است؟ (بار الکتریکی اولیه ذخیره شده در خازن بیش‌تر از $۸\mu C$ است.)

۱) ۱۶/۲
۲) ۲۸/۸
۳) ۳۲/۴
۴) ۵۷/۶

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دالم دار۴

۵۲

در شکل زیر، دو گوی باردار در فاصله r از هم قرار دارند، به‌طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. اگر ۶۰ درصد بار گوی (۱) را تخلیه کنیم، گوی (۲) در اولین لحظه پس از تخلیه بار با چه شتابی و به کدام سمت حرکت خواهد کرد؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) $۶ \frac{m}{s^۲}$ به سمت بالا
۲) $۶ \frac{m}{s^۲}$ به سمت پایین
۳) $۴ \frac{m}{s^۲}$ به سمت بالا
۴) $۴ \frac{m}{s^۲}$ به سمت پایین

دشوار | درصد پاسخگویی ۶٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

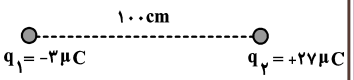
۵۳

برای انتقال بار $-۴)\mu C$ از صفحه مثبت یک خازن به‌ظرفیت $۲\mu F$ به صفحه منفی آن، $۸۰\ \mu J$ انرژی صرف می‌شود. بار اولیه خازن چند میکروکولن بوده است؟

۱) ۸۴
۲) ۴۲
۳) ۳۸
۴) ۷۶

تسینتا دشوار | درصد پاسخگویی ۱۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

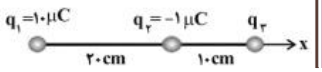
۵۴) در شکل زیر، اگر اندازه میدان الکتریکی هر یک از دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در هر یک از نقاط O و O' که روی خط واصل یا امتداد خط واصل دو بار قرار دارند، برابر باشد، فاصله O تا O' چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۱۰۰

تسینتا دشوار | درصد پاسخگویی ۲۳٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

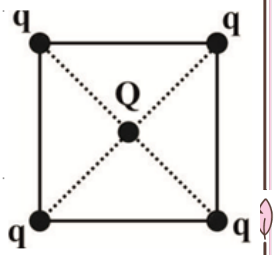
۵۵) در شکل زیر بار q_2 در حال تعادل است. اگر این بار را $5cm$ به بار q_3 نزدیک کنیم، بردار برایند نیروهای وارد بر آن در SI کدام است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) $۱۰/۴۴\vec{i}$
۲) $-۱۰/۴۴\vec{i}$
۳) $۷/۵۶\vec{i}$
۴) $-۷/۵۶\vec{i}$

تسینتا دشوار | درصد پاسخگویی ۱۴٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

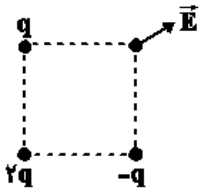
۵۶) مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام q در چهار رأس یک مربع و یک بار نقطه‌ای Q در محل برخورد قطرهای مربع قرار دارند. اندازه بار Q چقدر باشد تا تمام بارهای q واقع در رأس‌ها در حالت تعادل الکتریکی باشند؟$(q > ۰)$

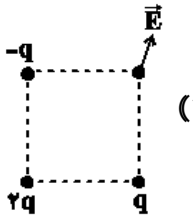


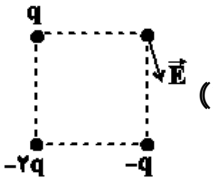
۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}q$
۲) $(\frac{۱+۲\sqrt{۲}}{۲})q$
۳) $(\frac{۱+۲\sqrt{۲}}{۴})q$
۴) $(۱-\frac{\sqrt{۲}}{۴})q$

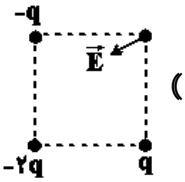
دشوار | درصد پاسخگویی ۱۴٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار ۳

۵۷) در کدام‌یک از شکل‌های زیر، بردار میدان برایند در رأس مربع به درستی رسم شده است؟ $(q > 0)$

۱)


۲)


۳)


۴)


دشوار | درصد پاسخگویی ۸٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار ۳

۵۸) مطابق شکل زیر، میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه O برابر با $-\vec{E}$ است. اگر بار q_2 خنثی شود، میدان الکتریکی در نقطه O' برابر $\frac{\vec{E}}{9}$ می‌شود. $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{2}$

۲) $-\frac{1}{2}$

۳) ۲

۴) -۲

تستینا دشوار | درصد پاسخگویی ۳۰٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

۵۹) خازنی به ظرفیت $400\mu F$، با اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت شارژ شده است. اگر توان متوسط خروجی این خازن $4kW$ باشد، انرژی این خازن در چند میلی‌ثانیه تخلیه می‌شود؟

۱) ۲۰۰۰

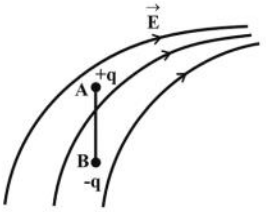
۲) ۲

۳) 2×10^{-6}

۴) 2×10^{6}

۶۰

مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی به دو سر میله نارسانای سبک AB متصل شده و در میدان الکتریکی $\vec{E}$ رها می‌شوند. در این‌صورت کدام گزینه صحیح نیست؟



۱) میله AB حرکت دورانی دارد.

۲) میله AB حرکت انتقالی دارد.

۳) کل انرژی پتانسیل الکتریکی بارها کاهش می‌یابد.

۴) میله AB همواره مماس بر یک خط میدان حرکت می‌کند.

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۷٪ | متوسط

گزینهٔ «۱»

توجه: هر جا که تراکم خطوط میدان الکتریکی بیشتر باشد میدان الکتریکی قوی‌تر است، بنابراین با توجه به شکل:

$E_A > E_B$

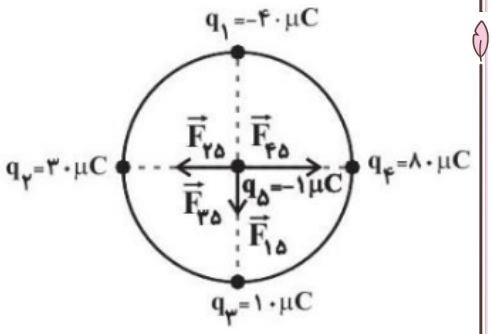
توجه: با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد و با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط، افزایش می‌یابد. بنابراین:

$V_A > V_B$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

گزینه «۳»

ابتدا با توجه به نوع بارها، جهت نیروهای وارد بر بار q_5 را از طرف بارهای دیگر روی شکل، به‌دست می‌آوریم:



دقت کنید چون فاصله همه بارها از بار q_5 یکسان است، لذا نیروهای وارد بر بار q_5 با اندازه خود بارها متناسب است. لذا اگر اندازه نیروی وارد بر بار q_5 از طرف q_3 را به‌دست آوریم، نیرویی که بارهای دیگر وارد می‌کنند مضربی از این نیرو است:

$$F_{35} = k\frac{|q_3||q_5|}{r_{35}^2} \xrightarrow[r_{35}=r=20cm=0/2m]{|q_3|=10\mu C=10\times10^{-6}C,\ |q_5|=1\mu C=10^{-6}C} F_{35} = \frac{9\times10^9\times10\times10^{-6}\times10^{-6}}{(0/2)^2} = \frac{9}{4} = 2/25N$$

$$\Rightarrow \vec{F_{35}} = -2/25\vec{j}$$

حال اندازه نیروهای دیگر به‌ترتیب برابر است با:

$$|q_1| = 4|q_3| \Rightarrow F_{15} = 4F_{35} = 4\times2/25 = 9\ N \Rightarrow \vec{F_{15}} = -9\vec{j}$$

$$|q_2| = 3|q_3| \Rightarrow F_{25} = 3F_{35} = 3\times2/25 = 6/75\ N \Rightarrow \vec{F_{25}} = -6/75\vec{i}$$

$$|q_4| = 8|q_3| \Rightarrow F_{45} = 8F_{35} = 8\times2/25 = 18N \Rightarrow \vec{F_{45}} = 18\vec{i}$$

حال برایند نیروهای وارد بر بار q_5 برابر است با:

$$\vec{F}_{T,5} = \vec{F_{15}} + \vec{F_{25}} + \vec{F_{35}} + \vec{F_{45}} = -9\vec{j} - 6/75\vec{i} - 2/25\vec{j} + 18\vec{i} = 11/25\vec{i} - 11/25\vec{j}$$

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۱٪ | متوسط

گزینهٔ «۲»

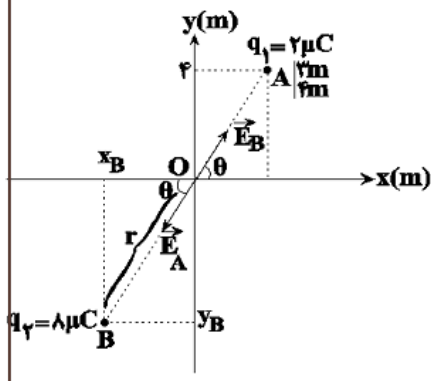
می دانیم وقتی دو بار هم‌نام باشند، میدان الکتریکی برایند بر روی خط واصل دو بار، نزدیک بار با اندازه‌ی کوچک‌تر و بین دو بار صفر می‌شود. پس باید بار مورد نظر در نقطه‌ای مثل B که در فاصله‌ی r از مبدأ مختصات می‌باشد، قرار گیرد.

$$\overline{OA} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5m$$

$$\frac{k\frac{|q|}{(OA)^2}}{k\frac{|q|}{(OB)^2}} = \frac{8}{5}$$

$|x_B| = r\cos\theta = ۱۰ \times \frac{۳}{۵} = ۶m$

$|y_B| = r\sin\theta = ۱۰ \times \frac{۴}{۵} = ۸m$ $\Rightarrow B = (-۶m, -۸m)$



پاسخ: گزینه ۳

گزینه های دام دار۳ | تقلبچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۱٪ | متوسط

چون بار ذره مثبت است، نیروی الکتریکی در جهت میدان الکتریکی است و انرژی پتانسیل الکتریکی ذره هنگام جابه‌جایی در این مسیر از A تا B کاهش می‌یابد.

$W_E = ۱۲mJ = ۱۲ \times ۱۰^{-۳} J$

$\Delta U = -W_E = -۱۲ \times ۱۰^{-۳} J$

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q}$

$\Rightarrow V_B - ۱۰۰ = -\frac{۱۲ \times ۱۰^{-۳}}{۴۰ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow V_B - ۱۰۰ = -۳۰۰$

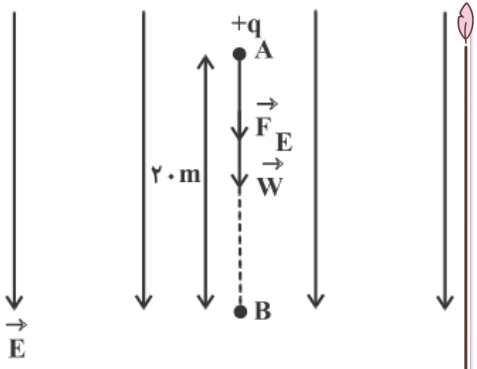
$\Rightarrow V_B = -۲۰۰V$

پاسخ: گزینه ۴

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۶٪ | تقلبچی ۱۳۹۹

گزینهٔ «۲»

مطابق شکل زیر، بر ذره باردار دو نیروی گرانشی زمین($\vec{W} = m\vec{g}$) و نیروی الکتریکی $\vec{F_E} = q\vec{E}$ وارد می‌شود. نیروی گرانشی که همواره رو به پایین است و در اینجا، چون بار الکتریکی q مثبت است، نیروی الکتریکی در جهت میدان الکتریکی، یعنی رو به پایین وارد خواهد شد. بنابراین با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی، چون کار برایند نیروهای وارد بر ذره برابر تغییرات انرژی جنبشی است، به‌صورت زیر اندازه میدان الکتریکی را می‌یابیم. دقت کنید چون ذره رو به پایین حرکت می‌کند، کار نیروی وزن مثبت است.



$\Delta K = W_{mg} + W_E \xrightarrow[W_{mg}=+mg\ d]{W_E=F_E d\cos\theta}$

$K_۲ - K_۱ = mgd + F_E d\cos\theta \xrightarrow{\theta=۰\ ,\ F_E=|q|E}$

$K_۲ - ۰ = mgd + |q|Ed \times \cos(۰)$

$\xrightarrow{m=۵\times۱۰^{-۳}\ g=۵\times۱۰^{-۶}\ kg\ ,\ K_۲=۷\times۱۰^{-۳}\ J}$

$$\Rightarrow 1 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-6} \times E + 2 \times 10^{-6} \times 10 \times 20 = 5 \times 10^{-6} \times 10 \times 20 + 7 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 7 \times 10^{-3} - 10^{-3} = 4 \times 10^{-5} E \Rightarrow 6 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-5} E$$

$$\Rightarrow E = 150 \frac{N}{C}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۷٪ | متوسط

در حالت اول دی‌الکتریک بین صفحات هوا (یا خلأ) بوده و ضریب دی‌الکتریک آن برابر ۱ می‌باشد. بنابراین مطابق رابطه زیر، با تغییر دی‌الکتریک، ظرفیت خازن ۳/۵ برابر می‌شود.

$$C = \kappa \varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2 \varepsilon_0 \frac{A}{d}}{\kappa_1 \varepsilon_0 \frac{A}{d}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} = 3/5$$

با توجه به آن‌که خازن از مولد جدا شده است، بار الکتریکی آن نمی‌تواند جابه‌جا شود و با هر تغییری در خازن، بار آن ثابت می‌ماند. حال مطابق رابطه زیر با مقایسه انرژی در دو حالت مشاهده می‌شود که انرژی خازن $\frac{2}{7}$ برابر می‌شود.

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2}}{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1}} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{3/5} = \frac{2}{7}$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \xrightarrow{C_2 = 3/5 C_1} V_1 = \frac{7}{2} V_2$$

$$E_1 d = \frac{7}{2} E_2 d \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{2}{7}$$

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۸٪ | متوسط

گزینهٔ «۱»

چون وقتی بار $q = -5\mu C$ از B به A جابه‌جا می‌شود، در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کرده است، پس انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

$$\Delta U_E = -E|q|d\cos\theta = -10^5 \times 5 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-2} \times 1$$

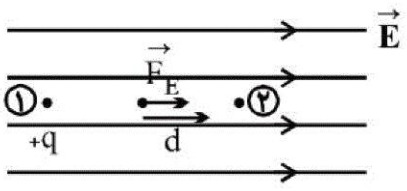
$$\Rightarrow \Delta U_E = -10^{-1} J$$

طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی: $\Delta K = -\Delta U_E = +10^{-1} J$

$$\Delta K = K_2 - K_1 \xrightarrow[K_1 = 0]{V_1 = 0} \Delta K = K_2 \Rightarrow K_2 = 0/1 J$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۵٪ | متوسط

گزینه«۳»



با حرکت بار الکتریکی مثبت در جهت خط‌های میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. زیرا تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار در یک میدان الکتریکی، برابر منفی کار نیروی میدان بر روی این بار می‌باشد.

$$U_2 - U_1 = -W_{F_E} \text{ و } W_{F_E} = |\vec{F}_E| d\cos 0^\circ = |\vec{E}||q|d$$

$$\Rightarrow U_2 - U_1 = -|\vec{E}||q|d \xrightarrow{\Delta U < 0} U_2 < U_1$$

اما باید دقت کنید که تغییرات پتانسیل الکتریکی بستگی به نوع بار جابه‌جا شده در میدان الکتریکی نخواهد داشت. به‌طور کلی هرگاه در جهت خط‌های

میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش یافته و هرگاه در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۲٪ | متوسط

گزینهٔ «۱»

چون بار منفی در جهت خطوط میدان پرتاب شده است، لذا نیرویی در خلاف جهت خطوط میدان به بار منفی وارد می‌شود که باعث کاهش سرعت ذره می‌شود. چون میدان الکتریکی در شکل (الف) قوی‌تر (خطوط میدان متراکم‌تر) است، لذا طبق رابطهٔ $\Delta U = -|q|Ed\cos\alpha$، تغییر انرژی پتانسیل و تغییر انرژی جنبشی آن بیش‌تر است و در نتیجه انرژی جنبشی ذره بیش‌تر کاهش می‌یابد. در نتیجه تندی ذره در نقطهٔ B کمتر از دو آرایش دیگر خواهد شد.

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

گزینه «۲»

طبق رابطه $C = \kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$، کمترین ظرفیت با کمترین نسبت $\frac{\kappa}{d}$ و کمترین مساحت صفحات حاصل می‌شود. بیش‌ترین ظرفیت نیز با بیش‌ترین نسبت $\frac{\kappa}{d}$ و بیش‌ترین مساحت صفحات حاصل می‌شود.

ابتدا نسبت‌های ثابت‌های دو دی‌الکتریک به فاصله صفحاتشان و سپس مساحت مؤثر صفحات مقابل هم را می‌یابیم:

بیشترین $\frac{\kappa_1}{d_1} = \frac{۵}{۰/۵} = ۱۰$

کمترین $\frac{\kappa_2}{d_2} = \frac{۲۷}{۳} = ۹$

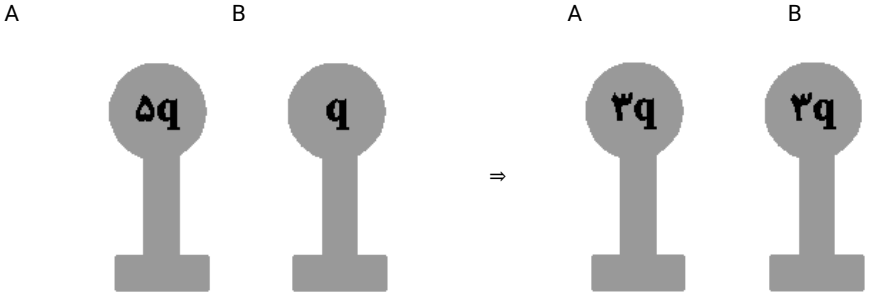
ضمناً مساحت صفحات مورد استفاده ۵۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌متر مربع است که بیش‌ترین مساحت صفحات $۵۰۰\,mm^2$ می‌باشد. کمترین مساحت صفحات نیز $۳۰۰mm^2$ است. لذا می‌توان نوشت:

$$C_{min} = \left(\frac{K}{d}\right)_{min}\varepsilon_0 A_{min} = ۹\times\varepsilon_0\times ۳۰۰ = ۲۷۰۰\varepsilon_0$$
$$C_{max} = \left(\frac{K}{d}\right)_{max}\varepsilon_0 A_{max} = ۱۰\times\varepsilon_0\times ۵۰۰ = ۵۰۰۰\varepsilon_0$$
$$\frac{C_{max}}{C_{min}} = \frac{۵۰۰۰\varepsilon_0}{۲۷۰۰\varepsilon_0} = \frac{۵۰}{۲۷}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۰٪ | متوسط

گزینه «۳»

فرض کنیم بار کره‌ها مثبت باشد، در این‌صورت الکترون‌ها از کرهٔ دارای بار q به کره دارای بار $۵q$ منتقل می‌شوند، پس بار کرهٔ q افزایش و اندازه بار کرهٔ $۵q$ کاهش می‌یابد، تا با هم برابر شوند. در این حالت داریم:



$$q'_1 = q'_2 = \frac{۵q+q}{۲} = ۳q$$

پس تغییر بار هر یک از کره‌ها برابر است با:

$$\Delta q_A = q'_A - q_A = ۳q - ۵q = -۲q$$

این مقدار تغییر بار برابر تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده است.

$$\Delta q_A = -ne \Rightarrow -۲q = -۹ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$
$$\Rightarrow q = ۷/۲ \times ۱۰^{-۶}\, C = ۷/۲\mu C$$

پس بار کره‌ها بعد از تماس برابر است با: $۳q = ۳ \times ۷/۲ = ۲۱/۶\mu C$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه‌های دام دار ۱۱ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

گزینه «۳»

تا وقتی اختلاف پتانسیل به دو سر رسانا اعمال نشود، جهت حرکت الکترون‌های آزاد در رساناها نامنظم و سرعت آن‌ها متفاوت خواهد بود.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه‌های دام دار ۳ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۹٪ | متوسط

گزینه «۳»

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = W_E = \Delta K = \frac{۱}{۲} m\left(v_B^۲ - v_A^۲\right)$$
$$\xrightarrow{W_E = -\Delta U_E = -q\Delta V} -q\Delta V = \frac{۱}{۲} m(v_B^۲ - v_A^۲)$$
$$\Rightarrow -q(V_B - V_A) = \frac{۱}{۲} m(v_B^۲ - v_A^۲)$$
$$\xrightarrow[V_B = +۵۰V, m = ۳\times۱۰^{-۶}\, kg,\ v_A = ۵\sqrt{۱۳}\,\frac{m}{s}]{q = -۵\times۱۰^{-۶}\, C,\ V_A = -۴۰V}$$
$$(۵ \times ۱۰^{-۶})(۹۰) = \frac{۱}{۲}(۳ \times ۱۰^{-۶})(v_B^۲ - ۳۲۵)$$
$$\Rightarrow v_B^۲ = ۶۲۵ \Rightarrow v_B = ۲۵\frac{m}{s}$$

پاسخ: گزینه ۳

تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۷٪ | متوسط

گزینه «۳»

ظرفیت خازن تخت از رابطه $C = \kappa\varepsilon_۰ \frac{A}{d}$ به‌دست می‌آید، داریم:

$$\frac{C_۲}{C_۱} = \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{۱}{۲}$$

از طرفی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$Q = CV$$
$$\Rightarrow \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{C_۲}{C_۱} \times \frac{V_۲}{V_۱} \xrightarrow{V_۲ = V_۱ - \frac{۲۰}{۱۰۰} V_۱ = ۰/۸ V_۱} \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۸ = ۰/۴$$
$$\Rightarrow Q_۲ = ۰/۴ Q$$

درصد تغییرات بار الکتریکی برابر است با:

$$\frac{\Delta Q}{Q_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۴Q_۱ - Q_۱}{Q_۱} \times ۱۰۰ = -۶۰\%$$

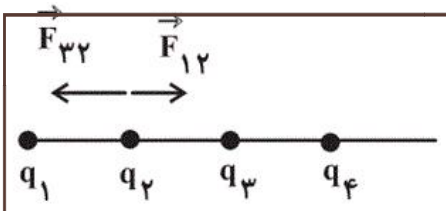
بنابراین بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۱

تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۱٪ | متوسط

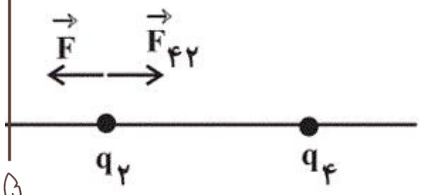
گزینهٔ «۱»

با فرض $F = \frac{kq^۲}{d^۲}$ داریم:



$$\begin{cases} F_{۱۲} = k\dfrac{۲|q|^۲}{d^۲} = ۲F \\ F_{۳۲} = k\dfrac{۳|q|^۲}{d^۲} = ۳F \end{cases}$$

برایند نیروهای وارد بر بار $q_۴$ از طرف بارهای q و $q_۳$ برابر F و به سمت چپ است؛ در نتیجه نیروی $\vec{F}_{۴۲}$ باید برابر F و به سمت راست باشد تا بار q در تعادل قرار گیرد.



$$\frac{k|q_۴||q|}{۴d^۲} = \frac{kq^۲}{d^۲} \Rightarrow |q_۴| = ۴|q|$$

نیروی الکتریکی جاذبه است بنابراین بار آن ناهم‌نام با بار q و منفی است.

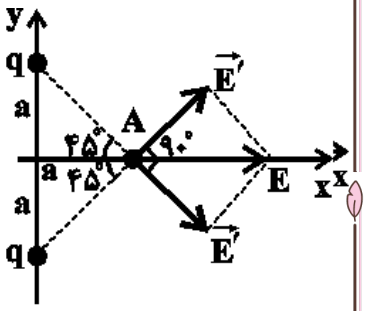
پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۵٪ | متوسط

گزینهٔ «۳»

قبل از تغییر بار داریم:

$$E'^۲ + E'^۲ = E^۲$$

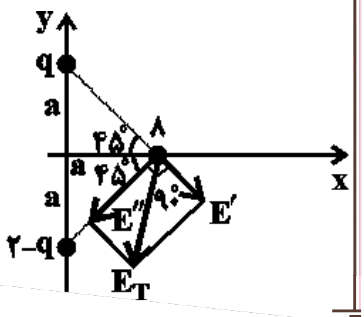
$$\Rightarrow ۲E'^۲ = E^۲ \Rightarrow E' = \frac{E}{\sqrt{۲}}$$



میدان الکتریکی ناشی از هر بار q در نقطهٔ A برابر با $\frac{E}{\sqrt{۲}}$ است.

با تغییر یکی از بارهای q به $-۲q$،

چون اندازهٔ بار دو برابر شده و فاصله تغییرنکرده، بنابراین اندازهٔ میدان آن هم دو برابر می‌شود.



$$E_T = \frac{۲F}{\sqrt{۲}}$$

$E'^{۲} + E''^{۲} = E_T^{۲}$

$\Rightarrow E_T^{۲} = (\frac{E}{\sqrt{۲}})^{۲} + (\frac{۲E}{\sqrt{۲}})^{۲} = \frac{E^{۲}+۴E^{۲}}{۲} = \frac{۵E^{۲}}{۲}$

$\Rightarrow E_T = \sqrt{\frac{۵}{۲}}E = \frac{\sqrt{۱۰}}{۲}E$

پاسخ: گزینه ۳

تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

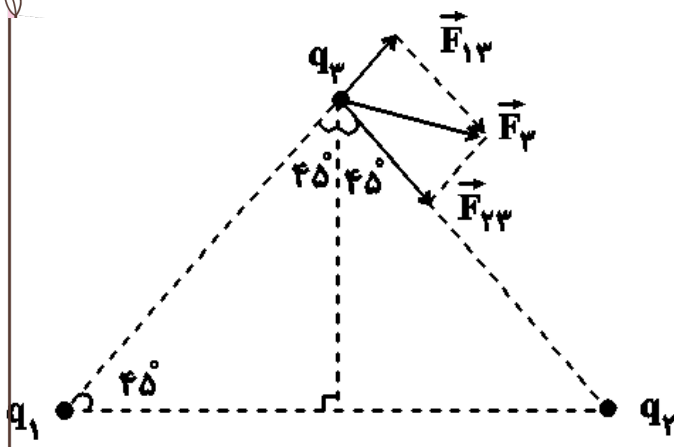
گزینه «۳»

با استفاده از رابطه قانون کولن، داریم:

$F_{۱۳} = k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^{۲}} = \frac{(۹\times۱۰^{۹})\times(۵\times۱۰^{-۶})\times(۸\times۱۰^{-۶})}{(۵\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲})^{۲}} = ۷۲\ N$

$F_{۲۳} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^{۲}} = \frac{(۹\times۱۰^{۹})\times(۱۰\times۱۰^{-۶})\times(۸\times۱۰^{-۶})}{(۵\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲})^{۲}} = ۱۴۴\ N$

با توجه به عمود بودن دو نیروی $\vec{F}_{۱۳}$ و $\vec{F}_{۲۳}$ و با استفاده از رابطه $F_۳ = \sqrt{F_{۱۳}^{۲} + F_{۲۳}^{۲}}$، اندازه برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:



$F_۳ = \sqrt{۷۲^{۲} + ۱۴۴^{۲}} = \sqrt{۷۲^{۲}(۱ + ۲^{۲})} = ۷۲\sqrt{۵}N$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه های دالم دالر۱ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

ابتدا بار نهایی دو کره رسانای مشابه را پس از تماس، محاسبه می‌کنیم.

$q'_A = q'_B = \frac{q_A+q_B}{۲} \Rightarrow q'_A = q'_B = \frac{۸+۱/۶}{۲} = ۴/۸\mu C$

برای محاسبه تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده:

$|\Delta q_A| = |ne| \Rightarrow |q'_A - q_A| = ne$

$|۴/۸ - ۸| \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$

$\Rightarrow n = \frac{۳/۲\times۱۰^{-۶}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۲ \times ۱۰^{۱۳}$ الکترون

چون بار مثبت اولیه کره A بزرگ‌تر از کره B است، بنابراین برای رسیدن به تعادل الکتریکی باید الکترون از کره B به کره A منتقل شود.

پاسخ: گزینه ۳

تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

گزینهٔ «۳»

$F = k\frac{|q|}{r^{۲}} \xrightarrow[\text{ثابت}]{q} \frac{F'}{F} = (\frac{r}{r'})^{۲}$

$E = E - \frac{۱}{۱۰۰}E = \frac{۹۹}{۱۰۰}E$

$$\Rightarrow \frac{E}{\frac{۶۴}{۱۰۰}E} = \left(\frac{۱۰}{۱۰+x}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۸}{۱۰} = \frac{۱۰}{۱۰+x}$$

$$\Rightarrow ۸۰ + ۸x = ۱۰۰ \Rightarrow x = \frac{۲۰}{۸} = ۲/۵cm$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۴٪ | متوسط

گزینهٔ «۴»

$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \Rightarrow ۹\times۱۰^{۳} = ۹\times۱۰^{۹}\frac{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{r^۲}$$

$$\Rightarrow r^۲ = \frac{۹\times۱۰^{۹}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{۹\times۱۰^{۳}}$$

$$\Rightarrow r^۲ = ۱/۶\times۱۰^{-۱۳} = ۱۶\times۱۰^{-۱۴} \Rightarrow r = ۴\times۱۰^{-۷}\,m$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۹٪ | متوسط

با توجه به این‌که بار $q_۱$ و $q_۴$ و فاصله آن‌ها از $q_۴$ مشخص است می‌توانیم دو نیروی $F_{۱۴}$ و $F_{۲۴}$ را بیابیم و برای این‌که برایند نیروهای وارد بر $q_۴$ صفر شود باید $\vec{F}_{۳۴}$ با برایند دو نیروی $\vec{F}_{۱۴}$ و $\vec{F}_{۲۴}$ مساوی و خلاف جهت باشد. ($q_۴ > ۰$ فرض شده)

$$F_{۱۴} = ۹\times۱۰^{۹}\frac{۴\times۱۰^{-۶}|q_۴|}{(۱۰\times۱۰^{-۲})^۲} = ۳۶\times۱۰^{۵}|q_۴| \longleftarrow$$

$$F_{۲۴} = ۹\times۱۰^{۹}\frac{۹\times۱۰^{-۶}q_۴}{(۳۰\times۱۰^{-۲})^۲} = ۹\times۱۰^{۵}|q_۴| \longleftarrow$$

$$F'_T = |\vec{F}_{۱۴}| + |\vec{F}_{۲۴}| = ۴۵\times۱۰^{۵}|q_۴| \longleftarrow$$

پس نیروی $\vec{F}_{۳۴}$ باید به سمت راست باشد. اگر فاصله بار $q_۳$ از بار $q_۴$ را d فرض کنیم، داریم:

$$F_{۳۴} = ۴۵\times۱۰^{۵}|q_۴| = ۹\times۱۰^{۹}\times\frac{۵\times۱۰^{-۶}|q_۴|}{d^۲} \Rightarrow d = ۰/۱\,m = ۱۰\,cm$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۳٪ | متوسط

چون بار دو کره در ابتدا هم‌نام است و کره رسانای B با گرفتن الکترون بار اولیه‌اش افزایش یافته است، الزاماً بار اولیه آن منفی بوده است. در این صورت گزینه‌های «۱» و «۲» حذف می‌شوند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$q'_۴ = q_۱ + \frac{۱۲۵}{۱۰۰}q_۱ \Rightarrow q'_۴ = ۲/۲۵\,q_۱ = \frac{۹}{۴}q_۱$$

$$q'_۴ = q_۱ + (-ne) \Rightarrow \frac{۹}{۴}q_۱ = q_۱ - ne \Rightarrow \frac{۵}{۴}q_۱ = -ne$$

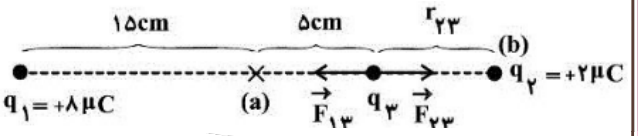
$$q_۱ = -\frac{۴}{۵}ne \xrightarrow[e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C]{n=۵\times۱۰^{۱۳}}$$

$$q_۱ = -\frac{۴}{۵}\times۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q_۱ = -۶/۴\times۱۰^{-۶}\,C$$

$$\xrightarrow{۱۰^{-۶}\,C=۱\,\mu C} q_۱ = -۶/۴\,\mu C$$

پاسخ: گزینه ۳ | گزینه های دام دانلر۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۹٪ | متوسط

با توجه به هم‌نام بودن بارهای $q_۱$ و $q_۲$ ، بار $q_۳$ باید بین آن‌ها و روی خط واصلشان قرار گیرد تا در تعادل الکتریکی باشد. در نتیجه بار $q_۳$ باید از نقطه a به نقطه b منتقل شود.



$$|\vec{F}_{۱۳}| = |\vec{F}_{۲۳}|$$

$$\Rightarrow k\frac{|q_1||q_2|}{(r_{13})^2} = k\frac{|q_2||q_3|}{(r_{23})^2} \Rightarrow \frac{8}{(20)^2} = \frac{2}{(r_{23})^2}$$

$$\Rightarrow r_{23} = 10\ cm \Rightarrow |ab| = 5 + 10 = 15\ cm$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۸٪ | متوسط

$$C = \frac{Q}{V} \xrightarrow{C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}} \kappa\varepsilon_0\frac{A}{d} = \frac{Q}{V} \Rightarrow \frac{Q}{A} = \kappa\varepsilon_0\frac{V}{d}$$

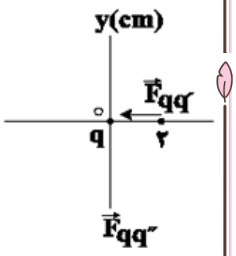
$$\Rightarrow \sigma = \kappa\varepsilon_0\frac{V}{d}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{1} \times 1 \times \frac{d_1}{\frac{1}{2}d_1} \Rightarrow \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = 4$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۹٪ | متوسط

گزینه «۲»



مطابق شکل با توجه به جهت نیروی وارد بر بار q' بار q مثبت است، بنابراین نیروی وارد بر بار q'' از طرف بار q به‌سمت پایین است.

$$\frac{F_{qq'}}{F_{qq''}} = \frac{\frac{|q'|}{r'^2}}{\frac{|q''|}{r''^2}}$$

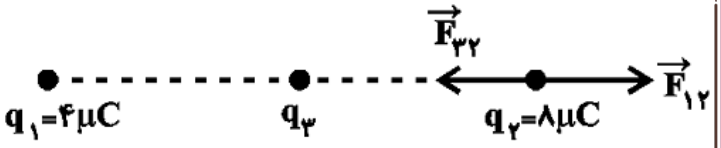
$$\xrightarrow[|q''|=24\mu C,\, r''=6cm]{|q'|=4\mu C,\, r'=2cm,\, F_{qq'}=0/3N}$$

$$\Rightarrow F_{qq''} = 0/3 \times 6 \times \frac{1}{9} = 0/2N \Rightarrow \vec{F}_{qq''} = -0/2\vec{j}(N)$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

گزینه «۲»



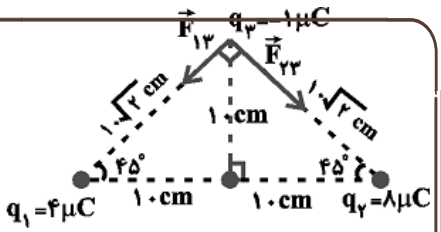
چون بار q_3 در حال تعادل است، پس برایند نیروهای وارد بر آن صفر می‌باشد، در نتیجه نیروهای وارد بر q_3 باید هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر باشند بنابراین $q_3 < 0$ است.

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{32}^2}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{r_{12}^2} = \frac{|q_3|}{r_{32}^2} \xrightarrow[r_{32}=10cm]{|q_1|=4\mu C,\, r_{12}=10+10=20cm}$$

$$\frac{4}{400} = \frac{|q_3|}{100} \Rightarrow |q_3| = 1\mu C \xrightarrow{q_3<0} q_3 = -1\mu C$$

با انتقال بار q_3 روی خط عمودمنصف خط واصل دو بار q_1 و q_2 تا نقطهٔ A، بار q_3 روی رأس قائمهٔ یک مثلث قائم‌الزاویه قرار می‌گیرد.



$$F_{13} = 9\times10^{9}\times\frac{4\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(10\sqrt{2}\times10^{-2})^{2}} = \frac{9}{5} = 1/8\ N$$

$$F_{23} = 9\times10^{9}\times\frac{8\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(10\sqrt{2}\times10^{-2})^{2}} = \frac{18}{5} = 3/6\ N$$

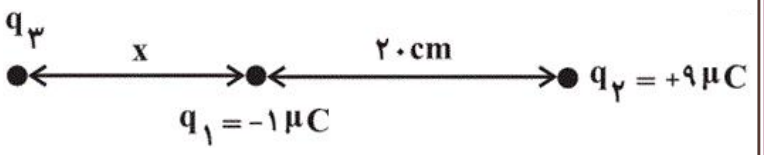
حال چون $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{23}$ بر یکدیگر عمودند، اندازهٔ برایند آن‌ها برابر است با:

$$F_T = \sqrt{F_{13}^{2}+F_{23}^{2}} = \sqrt{1/+3/} = 1/8\sqrt{1+4} = 1/8\sqrt{5}N$$

پاسخ: گزینه ۴

قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۷٪ | متوسط

گزینهٔ «۴»



چون بارهای q و q_1 ناهم‌نام هستند، بار q_3 باید خارج از خط واصل دو بار و نزدیک به بار با اندازه کوچک‌تر قرار گیرد. بنابراین داریم:

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{|q|}{r_{13}^{2}} = \frac{|q_1|}{r_{23}^{2}} \Rightarrow \sqrt{\frac{1}{x^{2}}} = \sqrt{\frac{9}{(20+x)^{2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{20+x} \Rightarrow 3x = 20 + x \Rightarrow 2x = 20 \Rightarrow x = 10\ cm$$

پاسخ: گزینه ۴

قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳٪ | متوسط

گزینهٔ «۴»

با توجه به اطلاعات مسئله خواهیم داشت:

$$F_E = mg \Rightarrow \frac{k|q'|}{r^{2}} = mg \Rightarrow q'^{2} = \frac{mgr^{2}}{k} \Rightarrow q = \pm\sqrt{\frac{mg}{k}}\times r$$

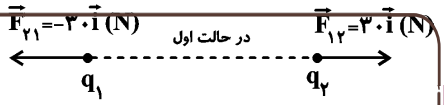
$$\Rightarrow q = \pm\sqrt{\frac{0/04\times10}{9\times10^{9}}}\times 0/5 = \pm\frac{1}{3}\times10^{-5}\ C = \pm\frac{10}{3}\mu C$$

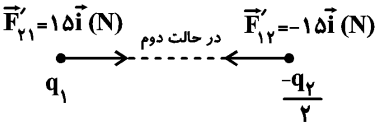
پاسخ: گزینه ۳

گزینه های دالم دار۴ | قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۹٪ | متوسط

گزینه «۳»

با توجه به رابطه قانون کولن، با نصف شدن اندازه یکی از بارها، نیروی میان آن‌ها نصف می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می‌کنند، هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر است و با توجه به تغییر علامت بار q_1 جهت نیروی وارد بر آن نیز عکس می‌شود، به شکل‌های زیر دقت کنید:

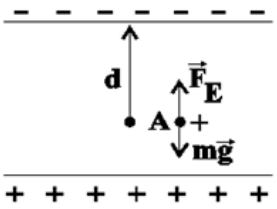




پس نیروی وارد بر بار q از طرف بار q_2 در حالت دوم $\vec{F}'_{21} = 15\vec{i}(N)$ است.

پاسخ: گزینه ۳ قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۱۶٪ متوسط

دو نیرو بر ذره باردار وارد می‌شود، یکی وزن ذره و دیگری نیروی الکتریکی که از طرف میدان بر ذره و رو به بالا وارد می‌شود. بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:



$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_E + W_{mg} = K_2 - \cancel{K_1}$$

$$\Rightarrow qEd\cos(0) - mgd = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\Rightarrow 10^{-15} \times 1/2 \times 10^{5} \times d \times 1 - 10^{-11} \times 10 \times d = \frac{1}{2} \times 10^{-11} \times 16 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow (1/2 \times 10^{-10} - 10^{-10})d = 8 \times 10^{-13}$$
$$\Rightarrow 0/2 \times 10^{-10} \; d = 8 \times 10^{-13}$$

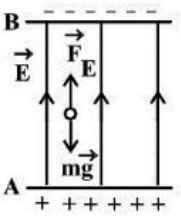
$$\Rightarrow d = 4 \times 10^{-2}\, m = 4\, cm$$ فاصله نقطه A از صفحه بالایی

فاصله نقطه A از صفحه پایینی برابر است با: $5 - 4 = 1\, cm$

پاسخ: گزینه ۱ قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۷٪ دشوار

گزینهٔ «۱»

مطابق شکل جهت میدان الکتریکی از صفحه مثبت به منفی (A به B) است و اندازه آن برابر است با:



$$E = \frac{|V|}{d} = \frac{10^4}{0/2} = 5 \times 10^4 \frac{V}{m}$$

چون بار ذره مثبت است به این ذره باردار، دو نیروی وزن و نیروی الکتریکی وارد می‌شود. نیروی الکتریکی وارد بر آن در جهت خط‌های میدان و رو به بالا است. کار انجام شده توسط میدان الکتریکی روی ذره را در جابه‌جایی d، محاسبه می‌کنیم:

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

$$\theta=0^\circ \;,\; q=20\,\mu C \qquad -6 \times 8 \times 10^4 \times d \times (1) = d(J)$$

جابه‌جایی ذره رو به بالا است و در خلاف جهت نیروی وزن است، در نتیجه کار نیروی وزن در این جابه‌جایی d برابر است با:

$$W_{mg} = mg \times d \times \cos\theta = mgd\cos 180^\circ$$

$$\xrightarrow{\theta=180^\circ\ ,\ m=200g=0/2kg\ ,\ g=10\frac{m}{s^2}}$$

$$W_{mg} = 0/2 \times 10 \times d \times (-1) = -2\,d(J)$$

چون فقط نیروی الکتریکی و نیروی وزن روی ذره کار انجام می‌دهند، کار کل انجام شده روی ذره برابر با مجموع کار این دو نیرو است:

$$W_t = W_E + W_{mg} = d + (-2\,d) = -d\,J$$

حالا به کمک قضیه کار - انرژی جنبشی می‌توان جابه‌جایی ذره از لحظه پرتاب تا لحظه توقف آن را به‌دست آورد:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) \xrightarrow[m=0/2kg\ ,\ W_t=-d(J)]{v=0\ ,\ v_0=1\frac{m}{s}}$$

$$-d = \frac{1}{2} \times 0/2(0 - 1^2) \Rightarrow d = 0/1\,m = 10\,cm$$

بنابراین این ذره پس از $10\,cm$ جابه‌جایی و در فاصله $10\,cm$ از صفحه B متوقف می‌شود و هرگز با صفحه B برخورد نمی‌کند.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه‌ی «۴»

الف) جایگاه مواد در جدول تریبوالکتریک به جنس آنان بستگی دارد، نه به بار اولیه آنان.

ب) چون بار دو کره در ابتدا هم‌نام است، انتقال تا جایی ادامه پیدا می‌کند که نیروی الکتریکی بین آن‌ها بیشینه شود.

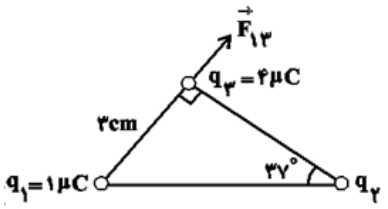
پ) طبق اصل کوانتیده بودن بار، اندازه بار انتقالی قطعاً مضرب صحیحی از e است، اما بار می‌تواند غیرصحیح باشد.

ت) طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار کره‌ها، قبل و بعد از تماس با یکدیگر برابر هستند.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

مطابق شکل نیرویی که دو بار q_1 و q_3 بر هم وارد می‌کنند برابر است با:



$$F_{13} = k\frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} \Rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$
$$\Rightarrow F_{13} = 40\,N$$

با توجه به این‌که دو نیروی $\vec{F}_{23}$ و $\vec{F}_{13}$ بر هم عمودند پس:

$$F_{t_{q_3}} = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2} \Rightarrow 50 = \sqrt{40^2 + F_{23}^2}$$

$$\Rightarrow F_{23} = 30\,N$$

حال فاصله بین دو بار q_2 و q_3 را به‌دست می‌آوریم:

$$\tan 37^\circ = \frac{r_{13}}{r_{23}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{3}{r_{23}} \Rightarrow r_{23} = 4\,cm$$

$$F_{۲۳} = k\frac{|q_۲|\,|q_۳|}{r_{۲۳}^۲} \Rightarrow ۳۰ = ۹\times ۱۰^{۹} \times \frac{|q_۲|\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۴\times ۱۰^{-۲})^۲}$$

$$\Rightarrow |q_۲| = \frac{۴}{۳}\times ۱۰^{-۶}\,C \Rightarrow |q_۲| = \frac{۴}{۳}\mu C$$

برای محاسبه فاصله بار $q_۱$ و $q_۲$ داریم:

$$\sin ۳۷^\circ = \frac{r_{۱۳}}{r_{۱۲}} \Rightarrow \frac{۶}{۱۰} = \frac{۳}{r_{۱۲}} \Rightarrow r_{۱۲} = ۵\ cm$$

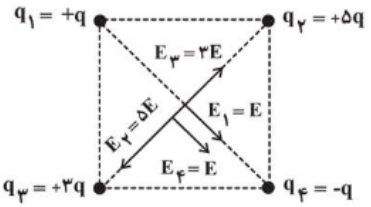
برای محاسبه $F_{۱۲}$ داریم:

$$F_{۱۲} = k\frac{|q_۲|\,|q_۱|}{r_{۱۲}^۲} = ۹\times ۱۰^{۹} \times \frac{\frac{۴}{۳}\times ۱۰^{-۶}\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{(۵\times ۱۰^{-۲})^۲} = ۴/۸\ N$$

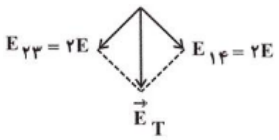
پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۳٪ | تسنیتا دشوار

گزینهٔ «۳»

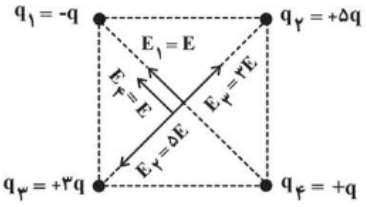
در حالت اول بردارهای میدان الکتریکی حاصل از تک‌تک بارها را رسم می‌کنیم:



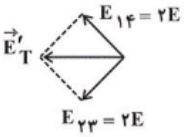
(حالت اول)
↓



برای حالت دوم نیز ابتدا تک‌تک بردارهای میدان الکتریکی را رسم می‌کنیم:



(حالت دوم)
↓



$\vec{E}'_T$ با $\vec{E}_T$ زاویهٔ ۹۰° می‌سازد.

پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دالم دالر ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۰٪ | دشوار

گزینه «۲»

الف) نادرست: طبق رابطه $E = k\frac{|q|}{r^۲}$، میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، متناسب با اندازه بار الکتریکی‌ای است که میدان الکتریکی را ایجاد می‌کند.

ب) درست: طبق رابطه $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$، میدان الکتریکی کمیتی برداری و یکای آن در SI برابر با N/C است.

پ) نادرست: طبق رابطه $E = k\frac{|q|}{r^۲}$، اندازه میدان الکتریکی در هر نقطه، با مربع فاصله آن نقطه از بار نسبت وارون دارد.

ت) درست: طبق رابطه $\vec{E} = (\frac{1}{q_0})\vec{F}$، جهت میدان الکتریکی در هر نقطه، در جهت نیروی وارد بر بار فرضی نقطه‌ای مثبت واقع در آن نقطه است.

بنابراین، از چهار گزاره داده شده دو گزاره «ب» و «ت» درست‌اند.

پاسخ: گزینه ۳ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | دشوار

گزینه «۳»

ابتدا ظرفیت خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow[d=۴/۵mm=۴/۵\times۱۰^{-۳}m]{\kappa=۱, A=۱۶۰mm^۲=۱۶۰\times۱۰^{-۶}m^۲} C = ۱\times۹\times۱۰^{-۱۲} \times \frac{۱۶\times۱۰^{-۵}}{۴/۵\times۱۰^{-۳}} = ۳۲\times۱۰^{-۱۴}\ F$$

حال با توجه به رابطه $Q = CV$، داریم:

$$Q = CV \Rightarrow ۸\times۱۰^{-۱۲} = ۳۲\times۱۰^{-۱۴} \times V \Rightarrow V = ۲۵V$$

پاسخ: گزینه ۱ | گزینه های دام دار ۳ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳ % | دشوار

گزینه «۱»

در ابتدا، نسبت چگالی سطحی کره‌ها را می‌یابیم.

$$\sigma = \frac{Q}{۴\pi r^۲} \xrightarrow{Q: \text{یکسان}} \frac{\sigma_۲}{\sigma_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ = \frac{۱}{۴} \quad (*)$$

از طرفی

$$\sigma_۱ - \sigma_۲ = ۰/۱۵ \quad (**)$$

در نهایت داریم:

$$\xrightarrow[(**)]{(*)} \begin{cases} \frac{\sigma_۲}{\sigma_۱} = \frac{۱}{۴} \\ \sigma_۱ - \sigma_۲ = ۰/۱۵ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sigma_۱ = ۰/۲\frac{C}{m^۲} \\ \sigma_۲ = ۰/۰۵\frac{C}{m^۲} \end{cases}$$

چون بار الکتریکی توزیع شده روی سطح کره‌ها یکسان است، چگالی سطحی بار الکتریکی کره بزرگتر، کمتر از دیگری است. پس:

$$\sigma_۲ = ۰/۰۵\frac{C}{m^۲}$$

پاسخ: گزینه ۳ | گزینه های دام دار ۳ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱ % | دشوار

گزینهٔ «۳»

با توجه به این‌که خازن به مولد متصل است، اختلاف پتانسیل بین صفحات آن ثابت است و فاصله بین صفحات خازن نیز تغییر نکرده است. پس بنابر رابطه:

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \times \frac{d_۱}{d_۲} \xrightarrow[d_۱=d_۲]{V_۱=V_۲} \frac{E_۲}{E_۱} = ۱$$

پاسخ: گزینه ۱ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۹ % | دشوار

گزینهٔ «۱»

با استفاده از رابطهٔ $U = \frac{Q^۲}{۲C}$، می‌توان نوشت:

$$\Delta U = ۱۶\times۱۰^{-۶}\ J \Rightarrow \frac{۱}{۲C}(Q_۲^۲ - Q_۱^۲) = ۱۶\times۱$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲\times۲\times۱۰^{-۶}}(Q_۲ + Q_۱)(Q_۲ - Q_۱) = ۱۶\times۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4\times10^{-6}}(2Q_1 + 4\times10^{-6})(4\times10^{-6}) = 16\times10^{-6}$$

$$\Rightarrow Q_1 = 6\times10^{-6}\,C = 6\mu C$$

و در نهایت انرژی اولیهٔ خازن برابر است با:

$$U_1 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}\times\frac{(6\times10^{-6})^2}{2\times10^{-6}} = \frac{36\times10^{-12}}{4\times10^{-6}} = 9\times10^{-6}\,J = 9\mu J$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۷٪ | دشوار

گزینه «۴»

در حالت‌های اول و دوم، برایند بردارها را می‌نویسیم. داریم:

$\vec{E_1} + \vec{E_2} = \vec{E}$: حالت اول

$4\vec{E_1} + 9\vec{E_2} = 6\vec{E}$: حالت دوم

دقت کنید در حالت دوم، با ۴ برابر شدن بار q، میدان الکتریکی آن ۴ برابر می‌شود و با $\frac{1}{3}$ برابر شدن فاصله بار q_2 از نقطه M، میدان الکتریکی ناشی از آن ۹ برابر می‌شود.

با حل دو معادله بالا داریم:

$$4\vec{E_1} + 9\vec{E_2} = 6\vec{E_1} + 6\vec{E_2} \Rightarrow 2\vec{E_1} = 3\vec{E_2} \Rightarrow \vec{E_2} = \frac{2}{3}\vec{E_1}$$

بردارهای $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$ در نقطه M هم جهت هستند، پس q و q_2 ناهم‌نام‌اند. داریم:

$$|\frac{\vec{E_2}}{\vec{E_1}}| = \frac{2}{3} \Rightarrow |\frac{q_2}{q}| \times (\frac{r_1}{r_2})^2 = \frac{2}{3} \Rightarrow |\frac{q_2}{q}| \times \frac{1}{9} = \frac{2}{3} \Rightarrow |\frac{q_2}{q}| = 6$$

پس نتیجه می‌گیریم: $\Rightarrow \frac{q_2}{q} = -6$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۴۱٪ | تقریبا دشوار

گزینه «۴»

نیرویی که بار $-q$ وارد می‌کند ربایشی و نیرویی که بار $2q$ وارد می‌کند رانشی می‌باشد.

حالت اول: $F_1 = \frac{kq^2}{a^2}$, $F_2 = \frac{2kq^2}{(2a)^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$

در حالت اول چون نیروی ربایشی قوی‌تر از نیروی رانشی است($F_1 > F_2$)، بنابراین برایند آن‌ها به‌صورت نیرویی به سمت چپ به بار q وارد می‌شود.

$$F = F_1 - F_2 = \frac{kq^2}{a^2} - \frac{kq^2}{2a^2} = \frac{kq^2}{2a^2} \Rightarrow F = \frac{kq^2}{2a^2}$$

حالت دوم: $F'_1 = \frac{kq^2}{(2a)^2} = \frac{kq^2}{4a^2}$, $F'_2 = \frac{2kq^2}{a^2}$

در حالت دوم چون نیروی رانشی قوی‌تر از نیروی ربایشی است($F'_2 > F'_1$)، بنابراین برایند آن‌ها به سمت راست به بار q وارد می‌شود.

در این حالت داریم:

$$F' = F'_2 - F'_1 = \frac{2kq^2}{a^2} - \frac{kq^2}{4a^2} = \frac{7kq^2}{4a^2}$$

چون نیرو در حالت دوم در خلاف جهت حالت اول است، بنابراین داریم:

$$\Rightarrow \vec{F'} = -\frac{7}{2}\vec{F}$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۰٪ | تقریبا دشوار

چون پروتون از محل [illegible] صفحه منفی حرکت می‌کند [illegible] آن کاهش می‌یابد.

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

$= -۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۱۰ \times ۱۰^{۳} \times ۵ \times ۱۰^{-۲} \times (۱)$

$\Rightarrow \Delta U_E = -۸ \times ۱۰^{-۱۷}\ J$

$(-۸ \times ۱۰^{-۱۷}) = -\Delta U_E = -\Delta K$:طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی

$\Rightarrow \Delta K = +۸ \times ۱۰^{-۱۷}\ J$

$\Delta K = K_۲ - K_۱ \xrightarrow[K_۱=۰]{v_۱=۰} \Delta K = K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲$

$\Rightarrow ۸ \times ۱۰^{-۱۷} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۲۷} \times v^۲ \Rightarrow v^۲ = ۸ \times ۱۰^{۱۰}$

$\Rightarrow v = \sqrt{۸ \times ۱۰^{۱۰}} = ۲\sqrt{۲} \times ۱۰^{۵}\ \frac{m}{s}$

پاسخ: گزینه ۱ | گزینه های دام دار ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳ % | دشوار

باید دقت کنیم که ابتدا دو بار غیرهم‌نام هستند و ۵۰% یکی یعنی $\frac{۱}{۲}$ آن:

$\begin{cases} q_۱ = q \\ q_۲ = -q \end{cases}$ $\quad \Rightarrow \quad \begin{cases} q'_۱ = \frac{۱}{۲}q \\ q'_۲ = \frac{۱}{۲}q + (-q) = -\frac{۱}{۲}q \end{cases}$

رابطه مقایسه‌ای کولن را برای این مسأله می‌نویسیم.

$\frac{F'}{F} = |\frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲}| \times (\frac{r}{r'})^۲$

$\Rightarrow \frac{F'}{F} = |\frac{\frac{۱}{۲}q}{q} \times \frac{-\frac{۱}{۲}q}{-q}| = \frac{۱}{۴}$

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۸ % | دشوار

گزینهٔ «۱»

طبق رابطه پایستگی انرژی خواهیم داشت: $\Delta U = \Delta K$

$\Delta U_{\text{گرانشی}} + \Delta U_E = -\Delta K$

$+mgh - E|q|d\cos\theta = -\frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$

$\xrightarrow[h=d\ ,\ \theta=۱۸۰^\circ]{v_۲=۰} ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times d - ۴ \times ۱۰^{۵} \times ۰/۲ \times ۱۰^{-۶} \times d \times (-۱)$

$= -\frac{۱}{۲} \times (۱ \times ۱۰^{-۳}) \times (۸)^۲$

$\Rightarrow ۱۰^{-۲}\ d + ۸ \times ۱۰^{-۲}\ d = ۳۲ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow ۹d = ۳/۲$

$\Rightarrow d \simeq ۰/۳۵۵\ m \simeq ۳۵/۵\ cm$

به این نکته توجه کنید در نقطه تغییر جهت، $v_۲ = ۰$ است.

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۵ % | دشوار

گزینهٔ «۲»

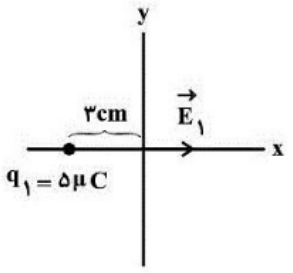
اگر میدان الکتریکی حاصل از هر یک از این بارها در مرکز دایره را به ترتیب $\vec{E}_۱$، $\vec{E}_۲$، $\vec{E}_۳$، $\vec{E}_۴$ و $\vec{E}_۵$ بنامیم، خواهیم داشت:

میدان کل $= ۰ \Rightarrow \vec{E}_۱ + \vec{E}_۲ + \vec{E}_۳ + \vec{E}_۴ + \vec{E}_۵ = ۰$

$\vec{E}_۲ + \vec{E}_۳ + \vec{E}_۴ + \vec{E}_۵ = -\vec{E}_۱$

نتیجه فوق به ما می‌گوید که میدان الکتریکی حاصل از چهار بار باقیمانده هم‌اندازه و در خلاف جهت میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۱$، است. بنابراین باید

میدان الکتریکی q_1 را در مرکز دایره محاسبه کرده و آن را قرینه کنیم:



$$E_1 = \frac{k|q|}{r^2} = \frac{9\times10^9\times5\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2} = 5\times10^7\ \frac{N}{C}$$

$$\Rightarrow \vec{E_1} = 5\times10^7\vec{i}$$

$$\vec{E_2} + \vec{E_3} + \vec{E_4} + \vec{E_5} = -\vec{E_1} = -5\times10^7\vec{i}\left(\frac{N}{C}\right)$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | دشوار

گزینهٔ «۲»

$$\begin{cases}\Delta U = \Delta V \times q \\ \Delta U = -\Delta K\end{cases} \Rightarrow \Delta V.\ q = -\Delta K$$

$$\Rightarrow (V_B - V_A)q = -(K_B - K_A)$$

$$\Rightarrow (V_B - 200)\times(-2\times10^{-8}) = -2\times10^{-6}$$

$$\Rightarrow V_B - 200 = 100 \Rightarrow V_B = 300V$$

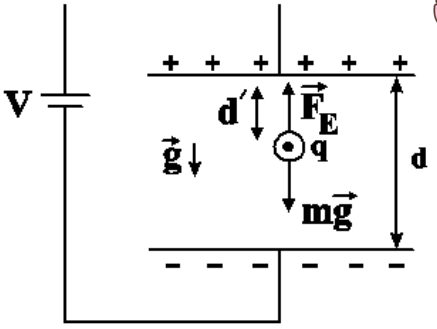
پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دام دار ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۸٪ | دشوار

گزینه «۴»

با توجه به شکل و جهت میدان یکنواخت بین دو صفحه درمی‌یابیم که برای تعادل داشتن ذره می‌بایست بار آن منفی باشد.

$$F_E = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow \frac{V}{d}|q| = mg$$

$$\Rightarrow V|q| = mgd\ (1)$$



در حالتی‌که فاصله بین دو صفحه کاهش می‌یابد، با ثابت ماندن اختلاف پتانسیل بین دو صفحه، طبق رابطه $V = Ed$، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه در این حالت افزایش می‌یابد و افزایش بزرگی میدان به معنی افزایش نیروی میدان الکتریکی و غلبه آن بر نیروی وزن ذره است که باعث می‌شود ذره به سمت بالا یعنی صفحه مثبت شروع به حرکت کند. حال با توجه به قضیه کار - انرژی جنبشی، داریم:

$$(F'_E - mg)d' = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \xrightarrow{v_0=0}$$

$$(|E'|q| - mg)d' = \frac{1}{2}mv^2$$

$$(1)$$

$$d - 2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{mgd}{d-2} - mg\right)d' = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 2g\left(\frac{d}{d-2} - 1\right)d' = v^2$$

$$\xrightarrow{d=10cm,\ d'=4cm=0/04m}$$

$$v^2 = 2 \times 10 \times \left(\frac{10}{10-2} - 1\right) \times 0/04 = 0/20$$

$$\Rightarrow v = 0/2\sqrt{5}\frac{m}{s}$$

پاسخ: گزینه ۱ | قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۹٪ | تستیتا دشوار

$$V = V' \Rightarrow Ed = E'd' = \varepsilon$$

$$\xrightarrow{d'=d+\frac{d}{2}=\frac{3d}{2}} \begin{cases} E = \dfrac{\varepsilon}{d} \\ E' = \dfrac{2\varepsilon}{3d} \end{cases}$$

در ابتدا ذره ساکن است، بنابراین اندازه نیروی وزن و اندازه نیروی الکتریکی وارد بر ذره با یکدیگر برابر است. با جابه‌جایی صفحه بالایی، اندازه میدان الکتریکی بین صفحات کاهش می‌یابد و لذا با کاهش اندازه نیروی الکتریکی، بار به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow mg\frac{d}{2} - E'|q|\frac{d}{2} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$\xrightarrow{mg=E|q|} E|q|\frac{d}{2} - E'|q|\frac{d}{2} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\xrightarrow{E=\frac{\varepsilon}{d},\ E'=\frac{2\varepsilon}{3d}} |q|\frac{d}{2}\left(\frac{\varepsilon}{d} - \frac{2\varepsilon}{3d}\right) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \frac{\varepsilon|q|}{6} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{\varepsilon|q|}{3m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\varepsilon|q|}{3m}}$$

$$\xrightarrow[|q|=2\mu C=2\times10^{-6}\ C]{\varepsilon=10\ V,\ m=15mg=15\times10^{-6}\ kg}$$

$$v = \sqrt{\frac{10\times2\times10^{-6}}{3\times15\times10^{-6}}} = \frac{2}{3}\frac{m}{s}$$

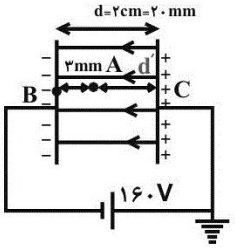
پاسخ: گزینه ۴ | قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۴٪ | تستیتا دشوار

اگر مطابق شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو صفحه رسانا را با ΔV و اختلاف پتانسیل نقطه A و صفحه مثبت را با $\Delta V'$ نشان دهیم، با استفاده از رابطه $|\Delta V| = Ed$ می‌توان نوشت:

$$\frac{|\Delta V'|}{|\Delta V|} = \frac{E'}{E} \times \frac{d'}{d}$$

$$\xrightarrow[d'=17mm;\ |\Delta V| = 160V]{E=E';\ d=2cm=20mm} \frac{|\Delta V'|}{160} = 1 \times \frac{17}{20}$$

$$\Rightarrow |\Delta V'| = 136V$$



با توجه به اینکه با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، می‌توان گفت که $V_C > V_A$، پس:

$$\Delta V' = V_C - V_A \xrightarrow[V_C=0]{\Delta V'=136V} 136 = 0 - V_A$$

$$\Rightarrow V_A = -136V$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با توجه به رابطهٔ $Q = CV$، داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{C_A}{C_B} \times \frac{V_A}{V_B} \xrightarrow[Q_B=۱۵\mu C]{Q_A=۱۲\mu C,\ V_A=V_B}$$

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{۱۲}{۱۵} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = ۰/۸$$

پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دام دار ۳ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۸ % | دشوار

گزینه «۲»

چون از صفحه دارای بار منفی خازن، بار منفی جدا کرده‌ایم، بنابراین بار ذخیره شده در خازن کاهش می‌یابد و در نتیجه، انرژی ذخیره شده در آن نیز کم می‌شود.

با استفاده از رابطه انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن($U = \frac{Q^۲}{۲C}$) و با فرض مقادیر Q و C برحسب میکروکولن و میکروفاراد خواهیم داشت:

$$\Delta U = U_۲ - U_۱$$

$$\Rightarrow -۱۲/۶ \times ۱۰^{-۶} = \frac{(Q-۶)^۲ \times ۱۰^{-۱۲}}{۲C \times ۱۰^{-۶}} - \frac{Q^۲ \times ۱۰^{-۱۲}}{۲C \times ۱۰^{-۶}}$$

$$\Rightarrow -۱۲/۶ = \frac{(Q-۶)^۲ - Q^۲}{۲C} \Rightarrow -۱۲/۶ = \frac{-۱۲Q+۳۶}{۲C} \quad (I)$$

برای حالت دوم نیز مشابه حالت بالا، خواهیم داشت:

$$-۳/۴ = \frac{(Q-۸)^۲ - (Q-۶)^۲}{۲C} \Rightarrow -۳/۴ = \frac{-۴Q+۲۸}{۲C} \quad (II)$$

با حل هم‌زمان دو معادله(I) و(II) خواهیم داشت:

$$\begin{cases} -۱۲/۶ = \frac{-۱۲Q+۳۶}{۲C} \\ -۳/۴ = \frac{-۴Q+۲۸}{۲C} \end{cases} \xrightarrow{\times(-۳)} \Rightarrow \begin{cases} -۱۲/۶ = \frac{-۱۲Q+۳۶}{۲C} \\ ۱۰/۲ = \frac{۱۲Q-۸۴}{۲C} \end{cases}$$

با جمع کردن طرفین دو معادله بالا با هم، خواهیم داشت:

$$-۲/۴ = \frac{-۴۸}{۲C} \Rightarrow C = \frac{۴۸}{۲/۴ \times ۲} = ۱۰\mu F$$

با جایگذاری مقدار ظرفیت خازن در یکی از دو معادله، مقدار بار اولیه را به‌دست می‌آوریم. به عنوان مثال، اگر در معادله دوم جایگذاری کنیم، خواهیم داشت:

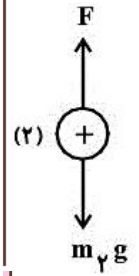
$$-۳/۴ = \frac{-۴Q+۲۸}{۲۰} \Rightarrow -۴Q+۲۸ = -۶۸$$

$$\Rightarrow Q = \frac{۹۶}{۴} = ۲۴\mu C$$

حال می‌توان خواسته سؤال یعنی انرژی اولیه ذخیره شده در خازن را محاسبه کرد:

$$U = \frac{Q^۲}{۲C} = \frac{۲۴^۲}{۲\times۱۰} = ۲۸/۸\,\mu J$$

پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دام دار ۴ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۲ % | دشوار



به گوی بالایی دو نیروی وزن و الکتریکی وارد می‌شود که چون معلق است، برایند نیروها باید صفر باشد:

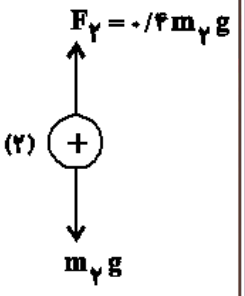
$$F - m_۲g = m_۲a = ۰ \Rightarrow F = m_۲g \qquad (۱)$$

اگر ۶۰ درصد بار گوی (۱) را تخلیه کنیم، نیروی الکتریکی وارد بر گوی (۲) تغییر می‌کند:

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} \xrightarrow{\text{ثابت } r ،\, q_۲} \frac{F'}{F} = \frac{q_۱'}{q_۱} = \frac{q_۱ - ۰/۶q_۱}{q_۱} = ۰/۴$$

$$\Rightarrow F' = ۰/۴F \xrightarrow{(۱)} F' = ۰/۴m_۲g$$

حال با توجه به نیروهای وارد بر گوی (۲)، شتاب آن را محاسبه می‌کنیم:



$$۰/۴\, m_۲g - m_۲g = m_۲a \Rightarrow a = -۰/۶\, g = -۶\,\frac{m}{s^۲}$$

چون برایند نیروها به سمت پایین است، شتاب نیز به سمت پایین خواهد بود.

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۶٪ | دشوار

گزینه «۳»

بار اولیه خازن را $Q_۱$ در نظر می‌گیریم با انتقال بار $-۴\mu C$ از صفحهٔ مثبت به صفحهٔ منفی خازن، بار خازن $Q_۲$ می‌شود که برابر است با:

$$Q_۲ = (Q_۱ + ۴)\mu C$$

بنابراین با افزایش بار خازن، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازهٔ $۸۰\,\mu J$ افزایش می‌یابد.

$$U_۲ = U_۱ + ۸۰ \xrightarrow{U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}} \frac{۱}{۲}\frac{Q_۲^۲}{C} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{Q_۱^۲}{C}\right) + ۸۰$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲C}[Q_۲^۲ - Q_۱^۲] = ۸۰ \xrightarrow{C=۲\mu F} \frac{(Q_۱+۴)^۲}{۲} - \frac{Q_۱^۲}{۲} = ۱۶۰$$

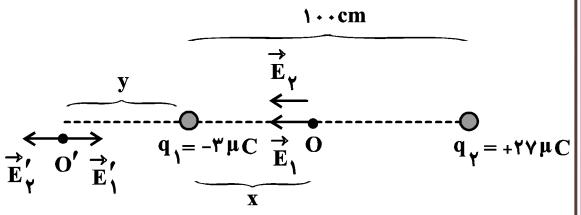
$$\Rightarrow (Q_۱ + ۴)^۲ - Q_۱^۲ = ۳۲۰ \Rightarrow (Q_۱ + ۴ + Q_۱) \times (Q_۱ + ۴ - Q_۱) = ۳۲۰$$

$$\Rightarrow ۲Q_۱ + ۴ = ۸۰ \Rightarrow ۲Q_۱ = ۷۶ \Rightarrow Q_۱ = ۳۸\mu C$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۳٪ | نسبتا دشوار

گزینهٔ «۳»

در نقطهٔ O میدان الکتریکی هر یک از بارها هم‌اندازه و هم‌جهت و در نقطهٔ O' میدان الکتریکی هر یک از بارها هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر است. بنابراین نقطهٔ O در بین دو بار و نقطهٔ O' خارج از فاصله بین دو بار قرار می‌گیرد.



ابتدا فاصله نقطهٔ O تا بار $q_۱$ را می‌یابیم:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow \frac{k|q_۱|}{x^۲} = \frac{k|q_۲|}{(۱۰۰-x)^۲} \Rightarrow \frac{x^۲}{(۱۰۰-x)^۲} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} = \frac{۳}{۲۷}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{x^۲} = \frac{۹}{(۱۰۰-x)^۲} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{x} = \frac{۳}{۱۰۰-x}$$

$$\Rightarrow ۳x = ۱۰۰ - x \Rightarrow x = ۲۵\ cm$$

فاصله نقطه O' تا بار $q_۱$ برابر است با:

$$E'_۱ = E'_۲ \Rightarrow \frac{k|q_۱|}{y^۲} = \frac{k|q_۲|}{(۱۰۰+y)^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۳}{y^۲} = \frac{۲۷}{(۱۰۰+y)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{y^۲} = \frac{۹}{(۱۰۰+y)^۲}$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{y} = \frac{۳}{۱۰۰+y} \Rightarrow ۳y = ۱۰۰ + y \Rightarrow y = ۵۰\ cm$$

$$\Rightarrow OO' = ۵۰ + ۲۵ = ۷۵\ cm$$

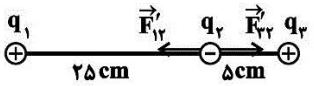
پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۳٪ | تستیتا دشوار

گزینه «۳»

وقتی دو بار هم‌علامت باشند، بین دو بار، روی خط واصل و نزدیک به بار با اندازه کوچکتر، می‌توان نقطه‌ای یافت که اگر بار سومی قرار دهیم، برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود. پس بارهای $q_۱$ و $q_۳$ هم‌علامت‌اند و $q_۳ > ۰$ است. برای برقراری شرط تعادل $q_۲$، می‌توان نوشت:

$$F_{۱۲} = F_{۳۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{۴۰۰} = \frac{q_۳}{۱۰۰} \Rightarrow q_۳ = \frac{۱}{۴}q_۱ \Rightarrow q_۳ = ۲/۵\mu C$$

پس از جابه‌جایی بار $q_۲$ داریم:



$$F'_{۱۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{(۱۰\times۱۰^{-۶})\times(۱\times۱۰^{-۶})}{(۲۵\times۱۰^{-۲})^۲} \Rightarrow \vec{F'}_{۱۲} = -۱/۴۴\vec{i}$$

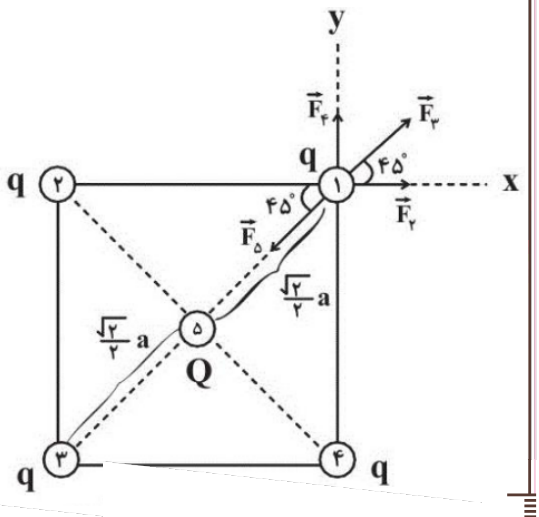
$$F'_{۳۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{(۲/۵\times۱۰^{-۶})\times(۱\times۱۰^{-۶})}{(۵\times۱۰^{-۲})^۲} \Rightarrow \vec{F'}_{۳۲} = ۹\vec{i}$$

$$\vec{F'}_۲ = \vec{F'}_{۱۲} + \vec{F'}_{۳۲} = ۷/۵۶\vec{i}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۴٪ | تستیتا دشوار

گزینه «۳»

برای این‌که بارهای q در حال تعادل باشند، یکی از آن‌ها را به دلخواه بررسی می‌کنیم. آن‌چه که مشخص است، این است که نوع علامت بار Q برای ایجاد تعادل، بایستی مخالف علامت بارهای q باشد تا آن‌ها را جذب کند. حال طول ضلع مربع را a فرض می کنیم، در نتیجه طول قطر آن $\sqrt{۲}a$ خواهد شد و داریم:



$$|\vec{F}_{۲}| = |\vec{F}_{۴}| = \frac{kq^{۲}}{a^{۲}}$$

$$|\vec{F}_{۳}| = k\frac{q^{۲}}{(\sqrt{۲}a)^{۲}} = \frac{kq^{۲}}{۲a^{۲}}$$

$$|\vec{F}_{۵}| = k\frac{|q||Q|}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲}a)^{۲}} = \frac{۲k|q||Q|}{a^{۲}}$$

حال برایند $\vec{F}_{۲}$ و $\vec{F}_{۴}$ هم‌راستا و هم‌جهت با $\vec{F}_{۳}$ می‌باشد. در نهایت برایند $F_{۲,۴}$ و$\vec{F}_{۳}$ باید برابر و قرینه $\vec{F}_{۵}$ باشد، در نتیجه داریم:

$$F_{۲,۴} = \sqrt{۲}\frac{kq^{۲}}{a^{۲}}$$

$$F_{۵} = F_{۳} + F_{۲,۴} = \frac{kq^{۲}}{۲a^{۲}} + \sqrt{۲}\frac{kq^{۲}}{a^{۲}} = \frac{kq^{۲}}{a^{۲}}(\frac{۱}{۲} + \sqrt{۲})$$

$$\xrightarrow{F_{۵}=\frac{۲k|q||Q|}{a^{۲}}} \frac{۲k|q||Q|}{a^{۲}} = \frac{kq^{۲}}{a^{۲}}(\frac{۱}{۲} + \sqrt{۲})$$

$$\frac{|Q|}{|q|} = \frac{۱}{۲}(\frac{۱}{۲} + \sqrt{۲}) = \frac{۱}{۴} + \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{۱+۲\sqrt{۲}}{۴}$$

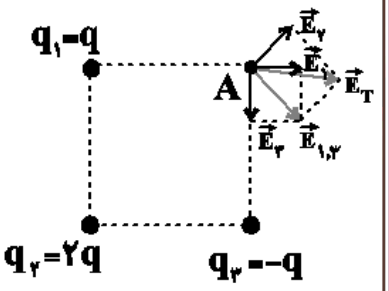
پاسخ: گزینه ۳

گزینه های دالم دار۳ | تقلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۴٪ | دشوار

گزینه «۳»

جهت میدان برایند را در نقطه موردنظر در هر شکل تحلیل می‌کنیم و می‌یابیم:

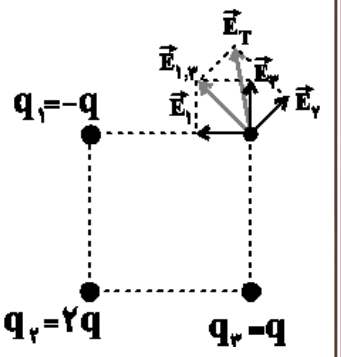
گزینه «۱»: اندازه و فاصله بارهای $q_{۱}$ و$q_{۳}$ از نقطه A یکسان است، پس اندازه میدان هر دو با یکدیگر برابر است. از طرفی چون فاصله بار$q_{۲}$ از نقطهA برابر $\sqrt{۲}$ و اندازه آن نیز ۲ برابر بار $q_{۱}$ است، لذا اندازه میدان بار $q_{۲}$ نیز با بارهای $q_{۱}$ و$q_{۳}$ یکسان است.



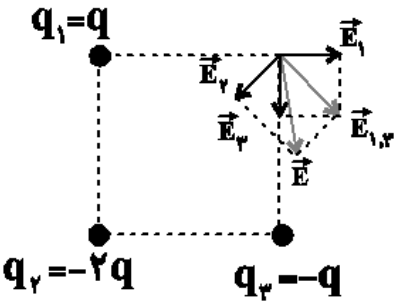
$$\frac{E_{۲}}{E_{۱}} = \frac{|q_{۲}|}{|q_{۱}|} \times (\frac{r_{۱}}{r_{۲}})^{۲} = \frac{۲q}{q} \times (\frac{a}{\sqrt{۲}a})^{۲} = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱$$

حال با توجه به شکل، میدان برایند حاصل از دو بردار $\vec{E}_{۱}$ و$\vec{E}_{۳}$ عمود بر میدان$\vec{E}_{۲}$ است و همچنین چون اندازه$\vec{E}_{۱,۳}$ بزرگ‌تر از$\vec{E}_{۲}$ است، لذا میدان برایند مطابق شکل خواهد بود.

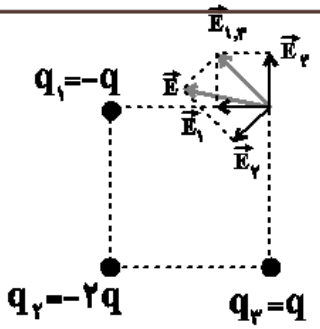
در گزینه‌های «۲»، «۳» و «۴» با استدلال مشابه گزینه «۱» جهت میدان برایند در آن‌ها مطابق شکل‌های زیر خواهد بود.



گزینه «۲»



گزینه «۳»



گزینه «۴»

پاسخ: گزینه ۱ | گزینه های دالم دار ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۸۰٪ | دشوار

گزینهٔ «۱»

میدان $\vec{E_1}$ حاصل از بار q و میدان $\vec{E_2}$ حاصل از بار q_2 است و برای نقطه O می‌توان نوشت: (۱) $\vec{E_1} + \vec{E_2} = -\vec{E}$

برای نقطه O' با خنثی شدن بار q_1، میدان آن نیز خنثی می‌شود و فقط میدان جدید E'_2 حاصل از بار q_2 باقی می‌ماند:

(۲) $\vec{E'_2} = \frac{\vec{E}}{9}$

حال می‌توانیم نسبت میدان‌های $\frac{E'_2}{E_2}$ را به‌دست آوریم:

$$E = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{E'_2}{E_2} = \left(\frac{r_2}{r'_2}\right)^2 \xrightarrow[r_2=x]{r'_2=3x} \frac{E'_2}{E_2} = \left(\frac{x}{3x}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

(۳) $\Rightarrow E'_2 = \frac{E_2}{9}$

با مقایسه روابط (۲) و (۳) می‌توان گفت:

(۴) $\vec{E'_2} = \frac{\vec{E}}{9} = \frac{\vec{E_2}}{9} \Rightarrow \vec{E_2} = \vec{E}$

$$\xrightarrow{(1),\,(4)} \vec{E_1} + \vec{E} = -\vec{E} \Rightarrow \vec{E_1} = -2\vec{E}$$

در نهایت برای نقطه O نسبت میدان‌های $\frac{E_2}{E_1}$ را می‌نویسیم:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \times \left(\frac{x}{x}\right)^2$$

چون میدان‌های E_1 و E_2 در وسط فاصله بین دو بار خلاف جهت هم هستند، دو بار هم‌علامتند:

$$\Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۰٪ | تسبیتا دشوار

ابتدا انرژی خازن را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 400 \times 10^{-6} \times (200)^2 = 8J$$

آنگاه به کمک رابطه توان الکتریکی، داریم:

$$\bar{P} = \frac{U}{t} \Rightarrow 4 \times 10^3 = \frac{8}{t}$$

$$\Rightarrow t = \frac{8}{4 \times 10^3} = 2 \times 10^{-3}\,s = 2ms$$

پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دالم دار ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۸۰٪ | دشوار

گزینه ۴

بعد از رها کردن میله، علاوه بر حرکت انتقالی، حرکت دورانی نیز دارد و از انرژی پتانسیل الکتریکی کل کاسته شده و به انرژی جنبشی افزوده می‌شود.

از طرفی چون خطوط میدان منحنی هستند، میله نمی‌تواند همواره مماس بر یک خط میدان قرار گیرد.