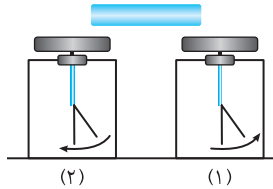




آزمون ۴۵

زمان پیشنهادی	مبحث آزمون
۳۵ دقیقه	جامع فصل ۵ (فصل ۱ فیزیک ۲)



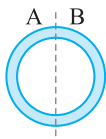
۱- در شکل زیر با نزدیک کردن میله به کلاهک دو الکتروسکوپ باردار، انحراف ورقه‌ها مطابق شکل تغییر می‌کند. کدام گزینه دربارهٔ میله الزاماً درست است؟

(۱) میله خنثی می‌باشد.

(۲) بار میله همانام با بار الکتروسکوپ (۱) می‌باشد.

(۳) بار میله ناهمنام با بار الکتروسکوپ (۲) می‌باشد.

(۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درستند.



۲- پوستهٔ کرووی رسانایی مطابق شکل در اختیار داریم. اگر پوسته باردار و دارای بار $+4\mu C$ باشد و میله‌ای با

بار منفی از طرف نیم کرهٔ A به کره نزدیک کنیم، کدام گزینه در مورد بار نیم کره‌های A و B درست است؟

(۱) $q_B = 0\mu C$, $q_A = 4\mu C$

(۲) $q_B = -4\mu C$, $q_A = 8\mu C$

(۳) $q_B = -2\mu C$, $q_A = 6\mu C$

(۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۳- بار الکتریکی دو جسم A و B به صورت $q_A = 1/5 q_B$ می‌باشد. اگر به روشی 1.5×10^{13} الکترون از جسم B گرفته و به جسم A بدهیم

تا بار دو جسم به صورت $q'_B = 1/5 q'_A$ شود، q_B و q_A به ترتیب از راست به چپ برابر چند میکروکولن می‌باشند؟

(۱) $9\mu C$ و $6\mu C$ (۲) $4\mu C$ و $6\mu C$ (۳) $12\mu C$ و $8\mu C$ (۴) $3\mu C$ و $2\mu C$

۴- دو کرهٔ فلزی و مشابه دارای بارهای q_1 و $q_2 = 2|q_1|$ در فاصلهٔ r بر هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر این دو کره را با هم تماس داده و سپس

در همان فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دهیم، نیرویی که بر هم وارد می‌کنند، برابر nF می‌شود. n برابر کدام گزینه می‌شود؟

(۱) $\frac{9}{8}$ (۲) $\frac{1}{8}$

(۳) $\frac{3}{8}$ (۴) گزینهٔ (۱) و (۲) می‌تواند درست باشد.



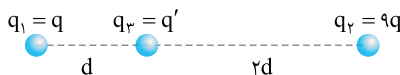
۵- در شکل زیر، اگر برابند نیروهای وارد بر بار $+q$ ، برابر برابند نیروهای وارد بر بار $-q$

باشد، حاصل q'/q برابر کدام گزینه است؟

(۱) $\frac{72}{13}$ (۲) $\frac{13}{72}$ (۳) $\frac{36}{13}$ (۴) $\frac{13}{36}$

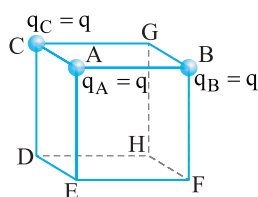
۶- در شکل زیر دو ذره با بارهای q_1 و q_2 در دو طرف بار q' قرار دارند، بار q_1 را $\frac{d}{3}$ به q' نزدیک می‌کنیم. اگر بخواهیم اندازهٔ برابند

نیروهای الکتریکی وارد بر q' ثابت بماند و تنها جهتش عوض شود، باید بار q_2 را چند d و به کدام سمت جابه‌جا کنیم؟



(۱) $\frac{d}{3}$ به سمت راست (۲) $\frac{d}{3}$ به سمت چپ

(۳) d به سمت راست (۴) d به سمت چپ

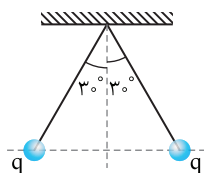


۷- در مکعب روبه‌رو، بار q' را در کدام رأس مکعب قرار دهیم تا برابند نیروهای وارد بر رأس A صفر شود،

همچنین q'/q برابر کدام گزینه است؟

(۱) $2\sqrt{2}$. G (۲) $2\sqrt{2}$. F

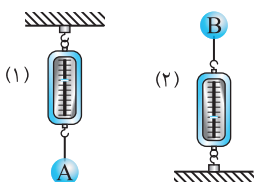
(۳) $-2\sqrt{2}$. G (۴) $-2\sqrt{2}$. D



۸- آونگی مطابق شکل در حال تعادل است، اگر به اندازه q_0 به بار هر گوی اضافه کنیم، زاویه بین دو نخ

آونگ دو برابر می‌شود. اگر بخواهیم آونگ در حالت تعادل باقی بماند، $\frac{q_0}{q}$ برابر با کدام گزینه است؟

- (۱) $1/5$ (۲) 2 (۳) $2/5$ (۴) 3

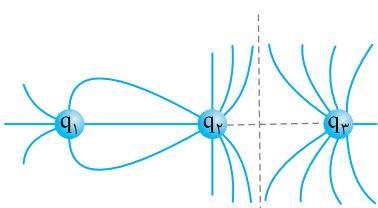


۹- مطابق شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه A و B به جرم 11 kg و بار $q_A = 2 \mu\text{C}$ و $q_B = -4 \mu\text{C}$ در فاصله

3 cm از هم قرار گرفته‌اند. اگر نیرویی که نیروسنج (۱) نشان می‌دهد را با F_1 و نیرویی که نیروسنج (۲)

نشان می‌دهد را با F_2 نشان دهیم، F_1/F_2 برابر کدام گزینه است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

- (۱) 1 (۲) $19/3$ (۳) $11/8$ (۴) $8/3$



۱۰- سه گوی مشابه و رسانا دارای آرایش خطوط میدانی مطابق شکل زیر می‌باشند. اگر گوی

q_1 را با q_3 تماس داده و سپس از هم جدا کنیم

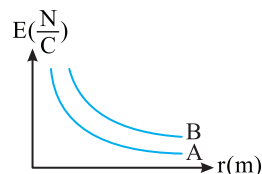
(۱) بارهای q_1 ، q_2 و q_3 همانم می‌شوند.

(۲) بارهای q_1 و q_2 همانم و با بار q_3 ناهمنام می‌شوند.

(۳) بارهای q_1 و q_3 ممکن است خنثی شوند.

(۴) علامت بارها تغییری نمی‌کند.

۱۱- نمودار $E-r$ دو ذره باردار A و B در فواصل مختلف رسم شده است. با توجه به نمودار کدام گزینه درست است؟



(۱) $|q_A| > |q_B|$ و q_A و q_B ناهمنام‌اند.

(۲) $|q_A| < |q_B|$ و q_A و q_B ناهمنام‌اند.

(۳) $|q_A| > |q_B|$ ، نوع بار q_A و q_B را نمی‌توان تشخیص داد.

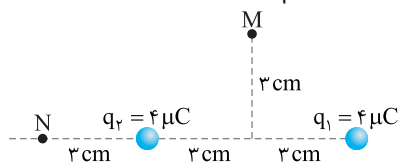
(۴) $|q_A| < |q_B|$ ، نوع بار q_A و q_B را نمی‌توان تشخیص داد.

۱۲- بارهای الکتریکی $q_1 = 4 \mu\text{C}$ و $q_2 = -8 \mu\text{C}$ روی محور xها به ترتیب در مکان‌های $x = 8 \text{ cm}$ و $x = 12 \text{ cm}$ قرار دارند. بار $q_3 = -18 \mu\text{C}$

را در چه نقطه‌ای روی محور قرار دهیم تا میدان الکتریکی خالص در مبدأ محور x برابر صفر شود؟

- (۱) $+18\sqrt{2} \text{ cm}$ (۲) $-18\sqrt{2} \text{ cm}$ (۳) $-36\sqrt{2} \text{ cm}$ (۴) $+36\sqrt{2} \text{ cm}$

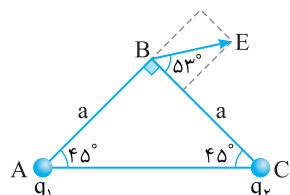
۱۳- در شکل زیر میدان در نقطه M را با E_1 و میدان در نقطه N را با E_2 نشان می‌دهیم. نسبت E_1/E_2 برابر کدام گزینه است؟



- (۱) $3/4$ (۲) $9\sqrt{2}/40$ (۳) $3/2$ (۴) $9\sqrt{2}/20$

۱۴- در شکل زیر، میدان خالص حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطه B رسم شده است. نسبت q_1/q_2

کدام گزینه است؟ ($\sin 53^\circ = 4/5$)



- (۱) $3/2$ (۲) $-3/2$ (۳) $4/3$ (۴) $-4/3$

۱۵- در ناحیه‌ای از فضا، میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^4 \text{ N/C}$ در جهت غرب به شرق وجود دارد. اگر ذره‌ای به جرم 4 g با بار

$q = +3 \times 10^{-6} \text{ C}$ را در میدان رها کنیم، شتاب حرکت بار چند m/s^2 خواهد بود؟ ($g = 10 \text{ N/C}$)

- (۱) 10 (۲) $12/5$ (۳) $17/5$ (۴) 5

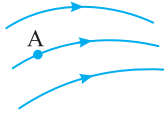
۱۶- ذره‌ای با بار $+12\mu\text{C}$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه A به نقطه B رفته است. اگر $V_A = 2/3 \times 10^3 \text{ V}$ و $V_B = 1/7 \times 10^3 \text{ V}$

باشد، کار میدان الکتریکی در این جابه‌جایی چند میلی‌ژول است؟

- (۱) $-7/2$ (۲) $+7/2$ (۳) $-3/6$ (۴) $+3/6$

۱۷- شکل زیر، بخشی از خطوط میدان الکتریکی غیریکنواختی را نشان می‌دهد. یک ذره آلفا (α) از جنس

هسته هلیوم است) را در نقطه A رها می‌کنیم. ذره آلفا در مسیر حرکتش به نقطه‌ای مانند B می‌رسد. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب $V_A = 8\text{V}$ و $V_B = 10\text{V}$ باشد. انرژی جنبشی ذره α در



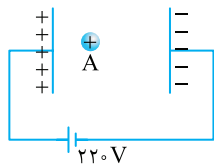
نقطه B چند ژول می‌شود؟ (از اثر نیروی گرانش صرف‌نظر کنید و $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.)

- (۱) $6/4 \times 10^{-19}$ (۲) $5/76 \times 10^{-18}$

(۳) ۴ (۴) گزینه‌های (۱) و (۲) می‌تواند درست باشد.

۱۸- در یک میدان الکتریکی یکنواخت $E = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، پروتونی را از نقطه A رها می‌کنیم. اگر پروتون با

سرعت $\sqrt{2} \times 10^5 \text{ m/s}$ به صفحه منفی برخورد کند، فاصله نقطه A از صفحه مثبت برابر چند سانتی‌متر است؟ (بار پروتون $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، جرم آن $1/6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است و از نیروی وزن صرف‌نظر می‌کنیم.)

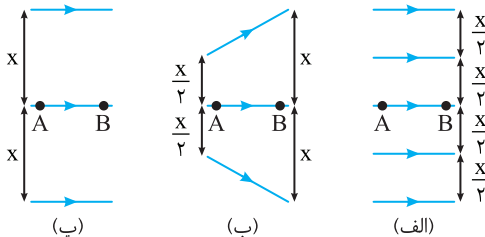


- (۱) ۶ (۲) ۱۱

- (۳) ۱ (۴) ۱۶

۱۹- شکل زیر، سه آرایش از خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش

یک الکترون از نقطه A به سمت B پرتاب می‌شود. اگر در آرایش شکل (ب) الکترون در نقطه B به‌طور لحظه‌ای متوقف شود، کدام گزینه در مورد وضعیت الکترون در نقطه B در آرایش شکل (الف) و (پ) درست است؟ (در هر سه آرایش فاصله A و B یکسان می‌باشد.)



(۱) در شکل (الف) هم الکترون متوقف شده، اما در شکل (پ) الکترون سرعت دارد.

(۲) در شکل (الف) الکترون به نقطه B نمی‌رسد، اما در شکل (پ) الکترون در نقطه B سرعت دارد.

(۳) در شکل (الف) و (پ) الکترون در نقطه B متوقف می‌شود.

(۴) در شکل (الف) و (پ) الکترون در نقطه B سرعت دارد.

۲۰- جسم رسانایی را در میدان الکتریکی یکنواختی قرار می‌دهیم. پس از تعادل الکتروستاتیکی کدام گزینه در

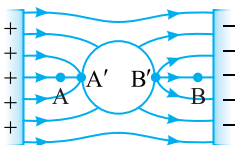
مورد مقایسه پتانسیل و میدان در نقاط مختلف درست است؟

$$E_A = E_B = E_{B'} = E_{A'}, V_A > V_{A'} > V_{B'} > V_B \quad (1)$$

$$E_A > E_{A'} > E_{B'} > E_B, V_A > V_{A'} = V_{B'} > V_B \quad (2)$$

$$E_A > E_B, E_{A'} = E_{B'} = 0, V_A > V_{A'} = V_{B'} > V_B \quad (3)$$

$$E_A > E_B, E_{A'} = E_{B'}, V_A > V_{A'} > V_{B'} > V_B \quad (4)$$



۲۱- مطابق شکل یک ذره با بار $+q$ را در مرکز یک پوسته کروی رسانا قرار می‌دهیم. کدام گزینه پتانسیل و

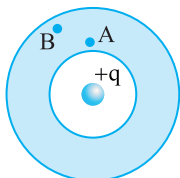
میدان الکتریکی در نقاط A و B را به‌درستی با هم مقایسه می‌کند؟

$$E_A = E_B = 0, V_A = V_B \quad (2)$$

$$E_A = E_B, V_A = V_B = 0 \quad (1)$$

$$E_A < E_B, V_A < V_B \quad (4)$$

$$E_A > E_B, V_A > V_B \quad (3)$$



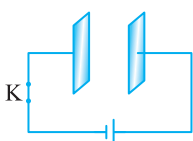
۲۲- اختلاف پتانسیل یک خازن را به اندازه a ولت افزایش می‌دهیم، در این صورت بار ذخیره شده روی صفحات خازن $1/25a$ میکروکولن

افزایش می‌یابد. ظرفیت اولیه خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۱ (۲) $1/25$ (۳) $1/5$ (۴) $1/75$

۲۳- ابعاد صفحات خازن تخت شکل زیر $2\text{cm} \times 1\text{cm}$ است. کلید k را باز می‌کنیم، اگر یکی از صفحات را

حول محوری که از مرکز می‌گذرد، 90° بچرخانیم، اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند برابر می‌شود؟



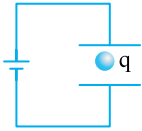
- (۱) ۲ (۲) $1/2$

- (۳) ۴ (۴) $1/4$

۲۴- دو سر خازنی را که دی‌الکتریک آن هوا است به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم، انرژی ذخیره شده آن U می‌شود. در حالی که خازن به باتری وصل است، فاصله بین دو صفحه را n برابر می‌کنیم. در این حالت انرژی آن U' می‌شود. بار دیگر خازن اولیه را از باتری جدا کرده و سپس بین صفحات خازن یک دی‌الکتریک با ضریب n قرار می‌دهیم، در این حالت انرژی آن U'' می‌شود. نسبت U''/U' چقدر است؟

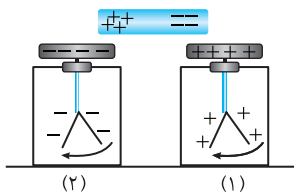
- (۱) $\frac{1}{n}$ (۲) $\frac{1}{n^2}$ (۳) n^2 (۴) ۱

۲۵- در شکل زیر ذره q بین دو صفحه خازن در حال تعادل است. اگر فاصله بین دو صفحه خازن را نصف کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



- (۱) ذره همچنان در تعادل است.
(۲) ذره با شتاب g به سمت پایین حرکت می‌کند.
(۳) ذره با شتاب g به سمت بالا حرکت می‌کند.
(۴) با توجه به شرایط هر سه حالت ممکن است.

پاسخ آزمون ۵۰.....



۱- گزینه ۳ ابتدا گزینه (۱) را بررسی می‌کنیم. اگر میله نارسانا و خنثی باشد، تغییر محسوسی در انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ ایجاد نمی‌شود. بنابراین میله نارسانا و خنثی نیست. اگر میله رسانا و خنثی بود چه اتفاقی می‌افتاد؟ در شکل با نزدیک کردن میله انحراف ورقه‌ها در الکتروسکوپ (۱) افزایش و در الکتروسکوپ (۲) کاهش یافته است. بنابراین بار الکتروسکوپ‌ها ناهمنام است. با نزدیک شدن میله رسانا، میله در اثر القا باردار می‌شود و سبب می‌گردد که انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ کاهش یابد. (مطابق شکل روبه‌رو) بنابراین میله رسانا نیز، خنثی نمی‌باشد و گزینه (۱) نادرست است.

اگر میله دارای بار را به کلاهک الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم، چنانچه بار میله و بار الکتروسکوپ (۲) ناهمنام باشند به دلیل ربایش الکتریکی، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ (۲) کاهش می‌یابد و چون بار میله با الکتروسکوپ (۱) همنام است (بار دو الکتروسکوپ ناهمنام است) ورقه‌های الکتروسکوپ (۱) از هم دور می‌شوند، پس گزینه (۳) الزاماً درست است.

البته اگر بار میله بسیار زیاد باشد ممکن است که انحراف ورقه‌ها با نزدیک شدن میله کاهش یابد و ورقه‌ها بسته شوند و با نزدیک‌تر شدن مجدد میله به کلاهک، ورقه‌ها مجدداً دارای بار شوند و انحراف ورقه‌ها از حالت اول بیش‌تر شود. اگر میله دارای بار همنام با بار الکتروسکوپ باشد در اثر رانش الکتریکی بار ورقه‌ها افزایش می‌یابد و انحراف ورقه‌ها بیش‌تر می‌شود. در واقع بیش‌تر شدن انحراف ورقه‌ها مشخص نمی‌کند که بار میله و بار الکتروسکوپ همنام بوده یا ناهمنام هستند.

۲- گزینه ۴ با نزدیک کردن میله به پوسته کروی القا صورت می‌گیرد. در سمت نیمکره A بار مثبت و در سمت نیمکره B بار منفی القا خواهد شد که بنا به قانون پایستگی بار، باید مجموع جبری بار طرفین $+4\mu C$ باشد که در هر سه گزینه این‌گونه است.

۳- گزینه ۱ با توجه به فرض مسئله:

$$q_A = 1/\Delta q_B, \quad q = -ne = -\frac{1.5}{\Delta} \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19} = -3 \times 10^{-6} C = -3\mu C$$

$$\begin{cases} q'_B = q_B + |q| \\ q'_A = q_A - |q| \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q'_B = q_B + |q| \\ q'_A = 1/\Delta q_B - |q| \end{cases}$$

$$q'_B + q'_A = 2/\Delta q_B \xrightarrow{q'_B = 1/\Delta q'_A} q'_B + \frac{2}{3} q'_B = 2/\Delta q_B \Rightarrow \frac{5}{3} q'_B = \frac{2}{\Delta} q_B \Rightarrow q'_B = 1/\Delta q_B$$

از جسم B ، الکترون گرفته‌ایم بنابراین به اندازه $|q| = 3\mu C$ بر بار آن افزوده شده است.

$$q'_B = q_B + |q| \Rightarrow 1/\Delta q_B = q_B + 3\mu C \Rightarrow q_B = 6\mu C$$

$$q_A = 1/\Delta q_B \Rightarrow q_A = 1/\Delta \times 6 = 9\mu C$$

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

۴- گزینه ۴ ابتدا بزرگی F را محاسبه می‌کنیم:

با توجه به این‌که قدرمطلق بار q_2 را داشته و علامت آن مشخص نیست، پس دو حالت داریم:

حالت اول: $q_2 = +2q_1$

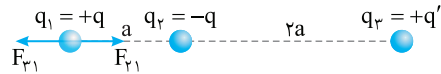
$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{3q_1}{2} \Rightarrow F' = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} \Rightarrow F' = k \frac{9q_1^2}{4r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{\frac{9}{4} \frac{q_1^2}{r^2}}{\frac{2}{r^2}} = \frac{9}{8} \Rightarrow F' = \frac{9}{8} F \Rightarrow n = \frac{9}{8}$$

حالت دوم: $q_2 = -2q_1$

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-q_1}{2} \Rightarrow F'' = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} = \frac{1}{4} k \frac{q_1^2}{r^2} \Rightarrow \frac{F''}{F} = \frac{\frac{1}{4} \frac{q_1^2}{r^2}}{\frac{2}{r^2}} = \frac{1}{8} \Rightarrow F'' = \frac{1}{8} F \Rightarrow n = \frac{1}{8}$$

۵- گزینه ۱

برایند نیروهای وارد بر بار $+q$ را به دست می آوریم:

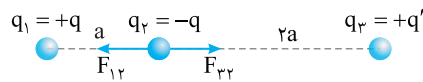


$$F_{12} = k \frac{qq}{a^2}, \quad F_{13} = k \frac{qq'}{9a^2} = \frac{1}{9} \left(k \frac{qq'}{a^2} \right)$$

با توجه به این که F_{12} و F_{13} در خلاف جهت یکدیگرند و مشخص نیست که اندازه کدام نیرو بزرگ تر است، پس:

$$F_1 = |F_{12} - F_{13}| = \left| k \frac{qq}{a^2} - \frac{1}{9} k \frac{qq'}{a^2} \right| = \frac{kq}{a^2} \left| q - \frac{q'}{9} \right|$$

برایند نیروهای وارد بر بار $-q$ را نیز به دست می آوریم:



$$F_{21} = k \frac{qq}{(2a)^2} = \frac{1}{4} k \frac{qq}{a^2}, \quad F_{23} = k \frac{qq'}{a^2}$$

$$F_2 = |F_{21} - F_{23}| = \left| k \frac{qq}{4a^2} - k \frac{qq'}{a^2} \right| = \frac{kq}{a^2} \left| q - \frac{q'}{4} \right|$$

$$\frac{kq}{a^2} \left| q - \frac{q'}{9} \right| = \frac{kq}{a^2} \left| q - \frac{q'}{4} \right| \Rightarrow \left| q - \frac{q'}{9} \right| = \left| q - \frac{q'}{4} \right|$$

حال با توجه به صورت سؤال $F_1 = F_2$ است، بنابراین:

حال معادله قدرمطلق بالا را حل می کنیم:

$$q - \frac{q'}{9} = q - \frac{q'}{4} \Rightarrow \Delta q' = 0 \Rightarrow q' = 0$$

حالت اول: اگر هر دو معادله تساوی مثبت یا هر دو منفی باشد:

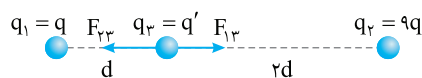
که نادرست می باشد چون q' ذره باردار است.

$$q - \frac{q'}{9} = -q + \frac{q'}{4} \Rightarrow 2q = \frac{13}{36} q' \Rightarrow \frac{q'}{q} = \frac{72}{13}$$

حالت دوم: یک طرف تساوی مثبت و طرف دیگر منفی باشد:

۶- گزینه ۳

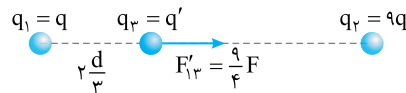
نیروی که بار $q_1 = q$ بر بار q' در فاصله d وارد می کند را F می نامیم. در این صورت نیروی که بار q_2 بر بار q' وارد می کند، خواهد شد:



$$\begin{cases} F_{13} = F = k \frac{qq'}{d^2} \\ F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{(2d)^2} = k \frac{9q \times q'}{4d^2} \Rightarrow F_{23} = \frac{9}{4} k \frac{qq'}{d^2} \Rightarrow F_{23} = \frac{9}{4} F \end{cases}$$

نیروی برایند وارد بر q' برابر است با: به سمت چپ $F_T = F_{23} - F_{13} = \frac{9}{4} F - F = \frac{5}{4} F$

با حرکت q_1 به سوی q' نیروی که q_1 بر q' وارد می کند را حساب می کنیم:



$$F'_{13} = k \frac{qq'}{\left(\frac{2d}{3}\right)^2} = \frac{9}{4} k \frac{qq'}{d^2} = \frac{9}{4} F$$

می خواهیم اندازه نیروی وارد بر q' ثابت بماند و جهت آن عوض شود در این صورت باید:

$$F'_T = F_T \Rightarrow \frac{9}{4} F - F'_{23} = \frac{5}{4} F \Rightarrow F'_{23} = F, \quad \frac{F'_{23}}{F_{23}} = \left(\frac{2d}{d'}\right)^2 \Rightarrow \frac{F}{\frac{9}{4} F} = \frac{4d^2}{d'^2} \Rightarrow d' = 3d, \quad \Delta d = 3d - 2d = d$$

بنابراین باید بار $q_2 = 9q$ را به اندازه d به سمت راست حرکت دهیم.

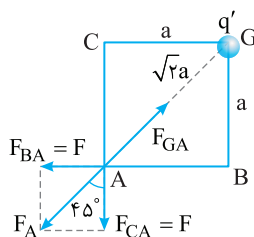
۷- گزینه ۳

با توجه به جهت نیروهایی که بارهای q_B و q_C به بار q_A وارد می کنند،

برایند آن ها روی رأس A در جهت نشان داده شده است. (از بالا به مکعب نگاه می کنیم)

باید بار q' در رأس G قرار گیرد تا بتواند نیرویی خلاف جهت و هم اندازه نیروی برایند ناشی از

بارهای q_B و q_C بر بار q_A وارد کند و آن را خنثی کند.

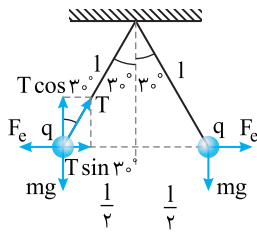


$$F_A = \sqrt{F_{BA}^2 + F_{CA}^2} \Rightarrow F_A = \sqrt{2} F = \sqrt{2} k \frac{qq^2}{a^2} \quad (1), \quad F_{GA} = k \frac{|q||q'|}{(\sqrt{2}a)^2} \quad (2)$$

$$(1) = (2) \Rightarrow \sqrt{2} k \frac{q^2}{a^2} = k \frac{|q||q'|}{2a^2} \Rightarrow \frac{|q'|}{|q|} = 2\sqrt{2}$$

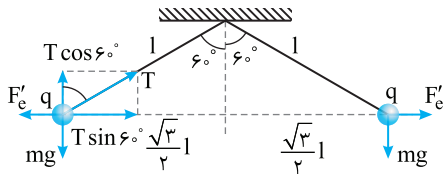
باید بار q' با بار q ناهمنام باشد تا نیروی F_{GA} در خلاف جهت نیروی F_A باشد، بنابراین:

$$\left(\frac{q'}{q}\right) = -2\sqrt{2}$$



۸- گزینه ۲ در حالت اول با توجه به راستای دو نخ با هم و در تعادل بودن آنها داریم:

$$\begin{cases} T \sin 30^\circ = F_e \\ T \cos 30^\circ = mg \end{cases} \Rightarrow \tan 30^\circ = \frac{F_e}{mg} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} mg = k \frac{q^2}{l^2} \quad (1)$$



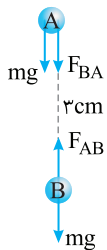
با دو برابر شدن زاویه بین دو گوی زاویه هر کدام با راستای قائم 60° می‌شود که با توجه به راستای نخ و در حال تعادل بودن آنها داریم:

$$\begin{cases} T \sin 60^\circ = F'_e \\ T \cos 60^\circ = mg \end{cases} \Rightarrow \tan 60^\circ = \frac{F'_e}{mg} \Rightarrow \sqrt{3} mg = \frac{k(q+q_0)^2}{3l^2} \quad (2)$$

حال با تقسیم دو طرف رابطه‌های (۱) و (۲) بر هم داریم:

$$\frac{\frac{\sqrt{3}}{3} mg}{\sqrt{3} mg} = \frac{k \frac{q^2}{l^2}}{\frac{k(q+q_0)^2}{3l^2}} \Rightarrow \frac{q^2}{(q+q_0)^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{q}{q+q_0} = \frac{1}{3} \Rightarrow 3q = q+q_0 \Rightarrow 2q = q_0 \Rightarrow \frac{q_0}{q} = 2$$

۹- گزینه ۲ ابتدا نیروهایی که به گوی‌های A و B وارد می‌شود را حساب می‌کنیم. توجه کنید که بار گوی‌های A و B ناهم‌نام هستند و نیروی الکتریکی آنها رابشی است.



نیروی وزن گوی A: $mg = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$, نیروی الکتریکی بین A و B: $F_{BA} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 4 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}} = 80 \text{ N}$

$F_1 = mg + F_{BA} = 190 \text{ N}$

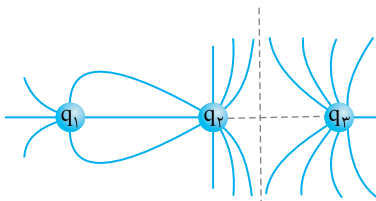
چون نیروها هم‌جهت هستند، برابری جمع دو نیرو می‌شود.

نیروی وزن گوی B: $mg = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$, نیروی الکتریکی بین A و B: $F_{AB} = F_{BA} = 80 \text{ N}$

چون نیروها خلاف جهت هم هستند برابری تفاضل دو نیرو می‌شود. در این صورت: $F_2 = mg - F_{AB} = 30 \text{ N}$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{190}{30} = \frac{19}{3}$

بنابراین نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ برابر است با:



۱۰- گزینه ۱ خط‌های میدان از بار q_1 به بار q_2 رسیده است، بنابراین بارهای q_1 و q_2

ناهم‌نام هستند و خط‌های میدان q_2 و q_3 رانش الکتریکی را نشان می‌دهند. بنابراین q_2 با q_3 همنام است. با توجه به شکل اندازه بارها به صورت مقابل است: $|q_3| > |q_2| > |q_1|$ وقتی دوبار q_1 و q_3 را تماس دهیم چون ناهم‌نام هستند و $|q_3| > |q_1|$ علامت بار q_1 نیز تغییر می‌کند و هر سه بار همنام می‌شوند بنابراین گزینه (۱) درست است.

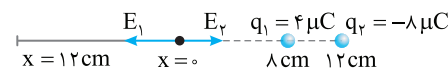
۱۱- گزینه ۴ با توجه به نمودار در یک فاصله معین، میدان حاصل از ذره B بزرگ‌تر از ذره

A است. پس داریم: $E_A < E_B \Rightarrow k \frac{|q_A|}{r^2} < k \frac{|q_B|}{r^2} \Rightarrow |q_A| < |q_B|$

مدارس پرتیر ۹۶

اما در مورد نوع بار هیچ اظهار نظری نمی‌توان کرد.

۱۲- گزینه ۴ ابتدا برابری میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 را در مبدأ محور x، به‌دست می‌آوریم.



$$|\vec{E}| = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{64 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_1 = \frac{9}{16} \times 10^7 \text{ N/C} \\ E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{12 \times 12 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2} \times 10^7 \text{ N/C} \end{cases}, \quad E_{1,2} = \frac{9}{16} \times 10^7 - \frac{1}{2} \times 10^7 \Rightarrow E_{1,2} = \frac{1}{16} \times 10^7 \text{ N/C}$$

میدان $E_{1,2}$ برابر E_1 هم‌جهت با میدان E_1 و در جهت منفی محور x است. بنابراین میدان الکتریکی E_2 باید به سمت راست (در جهت مثبت محور x) باشد.

چون بار q_2 منفی است باید آن را در سمت راست مبدأ قرار دهیم.

$$\begin{cases} E_2 = E_{1,2} \\ E_2 = k \frac{q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{1}{16} \times 10^7 = 9 \times 10^9 \times \frac{18 \times 10^{-6}}{r^2} \Rightarrow r^2 = 16 \times 9 \times 18 \times 10^{-4} \Rightarrow r^2 = 4 \times 4 \times 9 \times 2 \times 9 \times 10^{-4} \Rightarrow r = 4 \times 9 \times \sqrt{2} \times 10^{-2} \Rightarrow r = 36\sqrt{2} \text{ cm} \end{cases}$$

۱۳- گزینه ۴ میدان‌های حاصل از بار q_1 و q_2 را در نقطه N مشخص و اندازه آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$E_{1N} = k \frac{q_1}{r^2} = k \times \frac{4 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-4}} = \frac{4}{1} k \times 10^{-2}, \quad E_{2N} = k \frac{q_2}{r^2} = k \times \frac{4 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = \frac{4}{9} k \times 10^{-2}$$

چون E_{1N} و E_{2N} هم‌جهت‌اند، بنابراین برآیند آن‌ها برابر جمع E_{1N} و E_{2N} می‌شود.

$$E_r = E_{1N} + E_{2N} = \frac{4}{1} k \times 10^{-2} + \frac{4}{9} k \times 10^{-2} = \frac{40}{9} k \times 10^{-2}$$

میدان حاصل از بار q_1 و q_2 را در نقطه M مشخص و اندازه آن‌ها را به دست می‌آوریم:

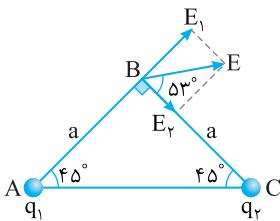
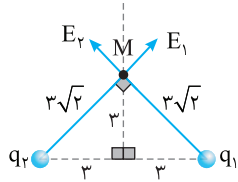
$$E_{1M} = k \frac{q_1}{r^2} = k \times \frac{4 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-4}} = \frac{4}{1} k \times 10^{-2}, \quad E_{2M} = k \frac{q_2}{r^2} = k \times \frac{4 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-4}} = \frac{4}{1} k \times 10^{-2}$$

چون E_{1M} و E_{2M} بر هم عمودند، بنابراین برآیند آن‌ها برابر است با:

$$E_1 = \sqrt{E_{1M}^2 + E_{2M}^2} = \frac{4}{9} k \sqrt{2} \times 10^{-2}$$

$$\frac{E_1}{E_r} = \frac{\frac{4}{9} k \sqrt{2} \times 10^{-2}}{\frac{40}{9} k \times 10^{-2}} = \frac{\sqrt{2}}{10}$$

بنابراین:



۱۴- گزینه ۴ میدان E را در امتداد اضلاع مثلث تجزیه می‌کنیم. میدان در امتداد AB برابر میدان q_1 و میدان

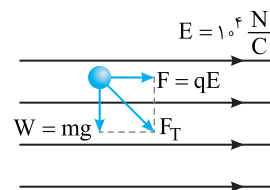
$$\tan \theta = \frac{E_1}{E_r} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{k \frac{|q_1|}{a^2}}{k \frac{|q_2|}{(3a)^2}} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{4}{9}$$

در امتداد BC برابر میدان q_2 در نقطه B است. در این صورت:

اما میدان E_r به سمت بار q_2 است، بنابراین بار q_2 منفی است و میدان E_1 به سمت خارج بار q_1 است، بنابراین

$$\frac{q_1}{q_2} = -\frac{4}{9}$$

بار q_1 مثبت است. در نتیجه:



۱۵- گزینه ۲ نیروهای وارد بر ذره را رسم می‌کنیم: ۱- نیروی وزن رو به پایین ۲- نیروی الکتریکی که توسط میدان

الکتریکی به سمت غرب بر جسم وارد می‌شود.

$$\begin{cases} F_E = qE = 3 \times 10^{-6} \times 10^4 = 0.03 \text{ N} \\ W = mg = 4 \times 10^{-3} \times 10 = 0.04 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow F_T = \sqrt{F_E^2 + W^2} = \sqrt{(0.03)^2 + (0.04)^2} \Rightarrow F_T = 0.05 \text{ N}$$

طبق قانون دوم نیوتون شتاب حرکت جسم برابر است با:

$$F_T = ma \Rightarrow 0.05 = 4 \times 10^{-3} a \Rightarrow a = 12.5 \text{ m/s}^2$$

۱۶- گزینه ۲ با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل:

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow{\Delta U = -W} V_B - V_A = \frac{-W}{q} \Rightarrow \frac{1}{12} \times 10^{-3} - \frac{2}{3} \times 10^{-3} = \frac{-W}{12 \times 10^{-6}} \Rightarrow W = +7 \times 10^{-3} \text{ J} \Rightarrow W = +7 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\begin{cases} V_A = 8 \text{ V} \\ V_B = -10 \text{ V} \end{cases}, \quad \begin{cases} V_A = -8 \text{ V} \\ V_B = -10 \text{ V} \end{cases}$$

۱۷- گزینه ۴ با توجه به این که پتانسیل B باید از پتانسیل A کم‌تر باشد، پس برای پتانسیل‌ها داریم:

$$\begin{cases} V_A = -8 \text{ V} \\ V_B = -10 \text{ V} \end{cases} \Rightarrow \Delta V = -2 \text{ V} \Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow{\Delta U = -W = -\Delta K} \Delta V = \frac{-(K_2 - K_1)}{q} \Rightarrow -K_2 = q \Delta V, \quad q = +ne = 2 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.2 \times 10^{-13} \text{ C}$$

$$\Rightarrow K_2 = 3.2 \times 10^{-13} \times 2 = 6.4 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\begin{cases} V_A = 8 \text{ V} \\ V_B = -10 \text{ V} \end{cases} \Rightarrow \Delta V = -18 \text{ V} \Rightarrow K_2 = 3.2 \times 10^{-13} \times 18 = 5.76 \times 10^{-12} \text{ J}$$

۱۸- گزینه ۱ با استفاده از رابطه $W = Edq \cos \theta$ ، اندازه کار را به دست آورده و با قضیه کار و انرژی جنبشی، فاصله نقطه A

از صفحه مثبت را حساب می‌کنیم:

$$\theta = 0 \Rightarrow W_E = +qEd' = \frac{1}{6} \times 10^{-16} \times 2 \times 10^3 \times d' \Rightarrow W_E = +\frac{1}{3} \times 10^{-16} d' (\text{J})$$

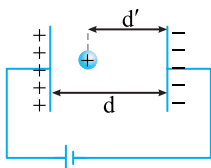
$$W_E = \Delta K \Rightarrow +\frac{1}{3} \times 10^{-16} d' = \frac{1}{2} \times \frac{1}{6} \times 10^{-27} \times 2 \times 10^3 \Rightarrow d' = \frac{1}{2} \times \frac{10^{-27} \times 2 \times 10^3}{3 \times 10^{-16}} = \frac{1}{3} \text{ m} \Rightarrow d' = 5 \text{ cm}$$

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow 2 \times 10^3 = \frac{220}{d} \Rightarrow d = \frac{11}{100} \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

فاصله بین دو صفحه برابر است با:

$$\text{فاصله } A \text{ از صفحه مثبت} = d - d' = 11 - 5 = 6 \text{ cm}$$

اکنون فاصله A از صفحه مثبت را به دست می‌آوریم:



۱۹- گزینه ۲ در آرایش شکل (الف) تراکم خطوط بیش تر و میدان قوی تر است. بنابراین نیروی وارد بر الکترون بیش تر بوده و قبل از رسیدن الکترون به نقطه B الکترون متوقف شده و برمی گردد. در شکل (پ) میدان ضعیف تر است و نیروی وارد بر الکترون کم تر بوده بنابراین الکترون بعد از نقطه B متوقف می شود.

۲۰- گزینه ۳ پتانسیل نقاط درون رسانا با هم برابر است، پس $V_{A'} = V_{B'}$ و می دانیم هر چه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم، پتانسیل کاهش می یابد. پس $V_A > V_{A'} = V_{B'} > V_B$ می شود.

میدان درون رسانا صفر است، پس $E_{A'} = E_{B'} = 0$ و میدان در ناحیه هایی که تراکم خطوط بیش تر باشد قوی تر است، پس $E_A > E_B$.

۲۱- گزینه ۲ پس از تعادل الکتروستاتیکی پتانسیل تمام نقاط یک رسانا با هم برابر می شود، پس $V_A = V_B$ و همچنین میدان تمام نقاط درون یک رسانا برابر صفر است، پس $E_A = E_B = 0$.

مدارس برتر ۹۶

۲۲- گزینه ۲ در حالت اول ظرفیت خازن برابر است با:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$

ظرفیت خازن مقدار ثابتی است و با تغییرات اختلاف پتانسیل، ظرفیت خازن تغییر نمی کند. بنابراین:

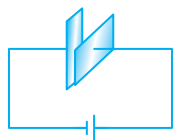
$$C = \frac{Q + 1/2 \Delta a}{V + a} \quad (2)$$

حال با توجه به تساوی معادله (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{Q}{V} = \frac{Q + 1/2 \Delta a}{V + a} \Rightarrow QV + aQ = QV + 1/2 \Delta aV \Rightarrow aQ = 1/2 \Delta aV \Rightarrow \frac{Q}{V} = 1/2 \Delta a \mu F$$

که می دانیم $\frac{Q}{V}$ برابر ظرفیت خازن می باشد.

۲۳- گزینه ۱ با باز کردن کلید، بار روی هر صفحه ثابت می ماند و با چرخاندن 90° یکی از صفحه ها، قسمت مشترک دو صفحه که روبه روی هم قرار می گیرند نصف خواهد شد. در نتیجه:



$$\begin{cases} A_1 = 2 \times 1 = 2 \text{ cm}^2 \\ A_2 = 1 \times 1 = 1 \text{ cm}^2 \end{cases} \Rightarrow A_2 = \frac{A_1}{2} \xrightarrow{C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}} C_2 = \frac{C_1}{2}, \quad C = \frac{Q}{V} \xrightarrow{\substack{C_2 = \frac{1}{2} C_1 \\ Q = \text{ثابت}}} \xrightarrow{C_2 = \frac{1}{2} C_1} V_2 = 2V_1$$

۲۴- گزینه ۴ هنگامی که خازن به باتری وصل باشد V ثابت است و با n برابر کردن فاصله صفحات چون $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ است، ظرفیت خازن $\frac{1}{n}$ می شود

و خواهیم داشت:

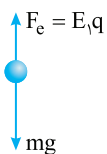
$$\frac{U'}{U} = \frac{\frac{1}{2} C' V'^2}{\frac{1}{2} C V^2} \xrightarrow{\substack{V = V' \\ C' = \frac{1}{n} C}} \frac{U'}{U} = \frac{1}{n} \quad (1)$$

هنگامی که خازن پس از پر شدن از باتری جدا می شود، Q ثابت است و با قرار دادن دی الکتریکی با ضریب n ظرفیت خازن n برابر می شود:

$$\frac{U''}{U} = \frac{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C''}}{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}} \xrightarrow{C'' = nC} \frac{U''}{U} = \frac{1}{n} \quad (2)$$

با تقسیم رابطه (۲) بر رابطه (۱) داریم:

$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{\frac{U''}{U}}{\frac{U'}{U}} = \frac{\frac{1}{n}}{\frac{1}{n}} = 1$$

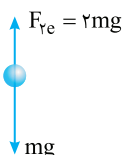


۲۵- گزینه ۳ ابتدا ذره در حال تعادل می باشد. پس نیروی الکتریکی برابر $E_1 q$ رو به بالا و هم اندازه mg به ذره وارد می شود.

هنگامی که فاصله بین دو صفحه نصف شود $d_2 = \frac{d_1}{2}$ داریم:

$$F_{1e} = mg \Rightarrow E_1 q = mg$$

$$E = \frac{V}{d} \xrightarrow{\substack{\text{اختلاف پتانسیل ثابت است،} \\ \text{چون صفحات به باتری وصل است.}}} \xrightarrow{d_2 = \frac{d_1}{2}} E_2 = 2E_1 \Rightarrow F_{2e} = E_2 q = 2E_1 q = 2mg$$



بنابراین برابند نیروهای وارد بر جسم، به صورت روبه رو می شود:

$$F_{2e} - mg = ma \Rightarrow 2mg - mg = ma \Rightarrow a = g$$

پس در حالت دوم ذره با شتاب $a = g$ به سمت بالا ($F_{2e} > mg$) شروع به حرکت می کند.