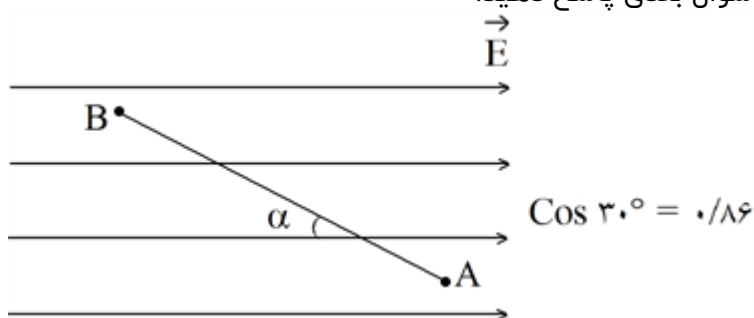


در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم روبه بالا، ذره‌ای باردار به جرم ۵ گرم معلق و در حال سکون است. اگر بزرگی میدان 100 N/C باشد:

۱ با استدلال، علامت بار ذره را تشخیص دهید.

۲ مقدار بار الکتریکی این ذره را محاسبه کنید. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

بار $q = +5 \mu\text{C}$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{N}{C} \times 10^5$ مطابق شکل زیر از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = 2 \text{ m}$ و $\alpha = 30^\circ$ درجه باشد، به سوال بعدی پاسخ دهید:



۳ نیروی الکتریکی وارد بر بار q را محاسبه کنید.

۴ کاری که برای این جابه‌جایی باید انجام دهیم، چه قدر است؟

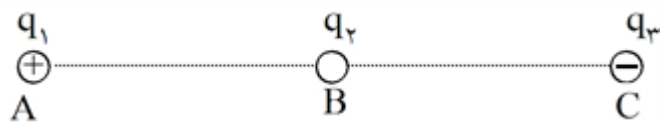
۵ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q را حساب کنید.

بار الکتریکی $q = -4 \mu\text{C}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40 \text{ V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = -10 \text{ V}$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. به سوال بعدی پاسخ دهید:

۶ انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

۷ توضیح دهید که تغییر انرژی پتانسیل بار q (باتوجه به قانون پایستگی انرژی) به چه انرژی‌ای تبدیل می‌شود؟

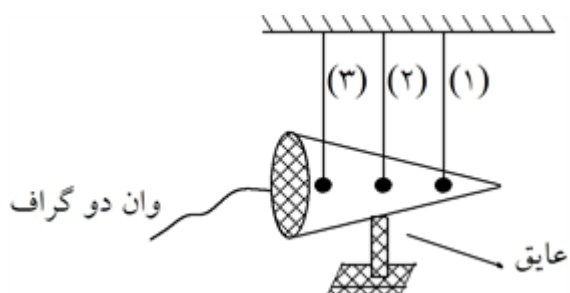
دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 مطابق شکل در نقطه‌های A و B ثابت شده‌اند، و q_3 در نقطه‌ی C در راستای AB، در حال تعادل است.



۸ نوع بار q_2 مثبت است یا منفی؟

۹ مقادیر $|q_1|$ و $|q_2|$ را مقایسه کنید.

در شکل، سه آونگ الکتریکی مشابه با گلوله‌های فلزی سبک، در تماس با یک مخروط فلزی هستند. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.



۱۰ با اتصال مخروط به وان دوگراف رفتار آونگ را پیش‌بینی کنید.

۱۱ این آزمایش برای تحقیق کدام ویژگی مهم در فیزیک اجسام رسانا طراحی شده است؟

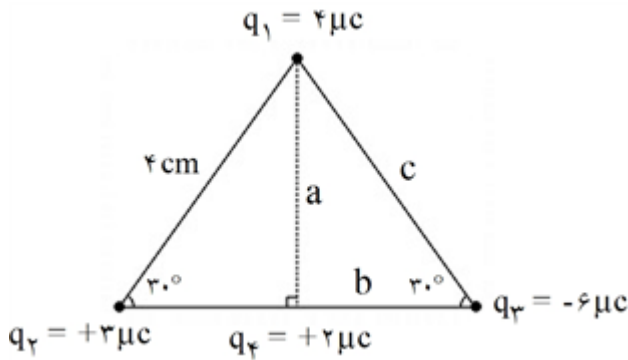
مساحت صفحه‌های موازی خازن تختی 4cm^2 و فاصله‌ی میان آن‌ها 2mm است، اگر میدان الکتریکی بین صفحه‌ها

$$\frac{N}{C} \text{ باشد و بین صفحه‌ها هوا قرار داشته باشد: } \epsilon_0 \cong 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

۱۲ ظرفیت خازن چند فاراد است؟

۱۳ اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن چند ولت می‌باشد؟

۱۴ در شکل زیر نیروی وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید. $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$



۱۵ جسمی باردار است؟

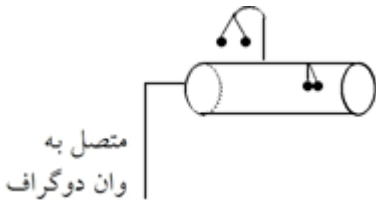
۱۶ ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات 1 mm که بین صفحه‌ها آن هوا قرار دارد، برابر $1/F$ است. مساحت صفحه‌های این خازن چه قدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۱۷ دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = +2 \mu\text{C}$ و $q_2 = -3 \mu\text{C}$ در فاصله‌ی 6 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. بزرگی میدان الکتریکی را در وسط خط واصل دو ذره‌ی باردار محاسبه کنید.

$$k \cong 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

۱۸ اگر در نقطه‌ی M روی خط واصل بین دو بار، میدان الکتریکی صفر باشد، این نقطه تا بار $+Q$ چند سانتی‌متر فاصله دارد؟

۱۹ در طرح‌واره‌ی روبه‌رو، همه‌ی اجزاء (استوانه‌ی توخالی، آونگ‌های سبک و ...) رسانا هستند. استنباط خود را از مشاهده‌ی این طرح‌واره به‌طور کامل بنویسید.



۲۰ میدان الکتریکی یکنواخت را تعریف کنید. و رابطه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت و اختلاف پتانسیل را به دست آورید.



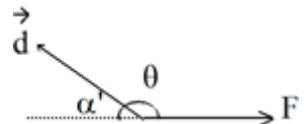
پاسخنامه تشریحی

۱ بار مثبت زیرا برای تعادل، لازم است نیرویی از طرف میدان روبه بالا بر آن وارد شود. در این صورت نیرو هم‌جهت با میدان خواهد بود. پس بار مثبت است.

$$F = E \cdot q \quad mg = E \cdot q \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \times 10 = 10^2 \times q \Rightarrow q = 5 \times 10^{-7} \text{ C} = 500 \mu\text{C}$$

$$\begin{cases} F = Eq \\ E = 8 \times 10^6 \text{ N/C} \text{ و } q = 5 \times 10^{-7} \text{ C} \Rightarrow F = 8 \times 10^6 \times 10^{-7} \times 5 = 4 \text{ N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} W = Fd \cos \theta \\ \cos \theta = -\cos \alpha \Rightarrow W = -Fd \cos \alpha \\ d = AB = 2 \text{ m} \Rightarrow W = -4 \times 2 \times 0.86 = -6.88 \text{ J} \end{cases}$$



$$\begin{cases} \Delta U = +W \\ W = -6.88 \text{ J} \Rightarrow \Delta U = (-6.88) = -6.88 \text{ J} \end{cases}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار $+q$ به اندازه 6.88 ژول کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} \Delta V = V_r - V_i \\ \Delta V = -10 - (-40) = 30 \text{ ولت} \\ \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ q = -4 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow \Delta U = (-4 \times 10^{-6}) \times (30) = -120 \times 10^{-6} \text{ J} \end{cases}$$

انرژی پتانسیل بار q به اندازه 120×10^{-6} ژول کاهش می‌یابد.

۷ با توجه به این که بار q آزادانه در میدان الکتریکی حرکت می‌کند، پس تنها نیروی الکتریکی بر آن اثر می‌کند، در این صورت کاهش انرژی پتانسیل بار q به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود (سیستم پایستار است).

۸ منفی (-0.25)

$$9 \quad (0.25) |q_1| > |q_2|$$

۱۰ آونگ‌ها از مخروط فاصله می‌گیرند به‌طوری‌که انحراف آونگ‌های (۱)، (۲) و (۳) به‌ترتیب از بیش‌تر به کم‌تر خواهد بود.

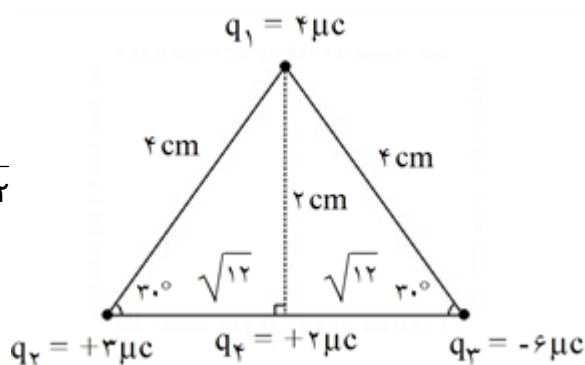
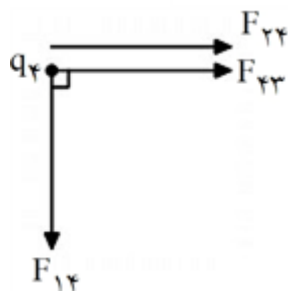
۱۱ در اجسام رسانای باردار، چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز بیش‌تر است.

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \quad (0.25) \rightarrow C = 9 \times 10^{-12} \frac{4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}} \quad (0.5) \Rightarrow C = 18 \times 10^{-13} \text{ F} \quad (0.25)$$

$$E = \frac{V}{d} \quad (0.25) \Rightarrow V = 500 \times 2 \times 10^{-3} = 1 \text{ V} \quad (0.25)$$

در مثلث قائم الزاویه ضلع روبه روی زاویه 30° نصف وتر است. مثلث زیر هم متساوی الساقین است و برای ضلع پایین داریم:

$$a^2 + b^2 = c^2 \Rightarrow 16 = 4 + b^2 \Rightarrow b = \sqrt{12}$$



حال در تحلیل نیروهای وارد بر بار q_2 داریم:

$$F_{24} = \frac{kq_2q_4}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = \frac{54 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-4}} = 4/5 \times 10 = 45 N$$

$$F_{23} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 10^{-3} \times 12}{12 \times 10^{-4}} = 90 N$$

$$\Rightarrow F_{T1} = F_{24} + F_{23} = 135 N$$

$$F_{T2} = F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = \frac{18 \times 10^{-3} \times 4}{4 \times 10^{-4}} = 180 N$$

$$\Rightarrow F_T = \sqrt{F_{T1}^2 + F_{T2}^2} = \sqrt{135^2 + 180^2} = \sqrt{45^2(3^2 + 4^2)} = \sqrt{45^2 \times 25} = 45 \times 5 = 225 N$$

الکتروسکوپ را با تماس به زمین خنثی می‌کنیم و بعد از قطع اتصال زمین، جسم مورد نظر را به الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. در صورتی که تیغه‌ها از هم دور شوند، جسم باردار است.

از ظرفیت یک خازن تخت، مساحت صفحه‌های A ی آنرا به دست می‌آوریم:

$$A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{(1/0.5)(1/0 \times 10^{-3} m)}{(8/85 \times 10^{-12} \frac{F}{m})} = 1/1 \times 10^5 m^2$$

توجه کنید این مساحت، متناظر با مساحت مربعی به ضلع حدوداً 10 km است. حجم چنین خازنی دست‌کم برابر

$Ad = 1/1 \times 10^5 m^2$ است، یعنی مکعبی به ضلع تقریبی $50 m$. بنابراین امکان ساختن چنین خازنی به طریق معمول

ناممکن و یا دست‌کم غیرمعقول است.

$$E_1 = \frac{kq_1}{r^2} \quad (. / 25)$$

$$E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \quad (. / 25) \rightarrow E_1 = 2 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (. / 25) \rightarrow E_r = 3 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (. / 25)$$

$$E_T = E_1 + E_r \quad (. / 25) \rightarrow E_T = (2 \times 10^7) + (3 \times 10^7) \rightarrow E_T = 5 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (. / 25)$$

$$E_1 = E_r$$

$$\frac{kQ}{x^2} = \frac{k(4Q)}{(30 - x)^2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(30 - x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{30 - x} \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

این طرح نشان می‌دهد که اگر به یک رسانای توخالی (استوانه) بار الکتریکی بدهیم، بار الکتریکی در سطح خارجی آن توزیع می‌شود و در سطح داخلی بار الکتریکی صفر است.

میدان الکتریکی است که اندازه و جهت آن در تمام نقاط میدان یکسان است.

فرض می‌کنیم یک بار الکتریکی به اندازه q در راستای میدان الکتریکی به اندازه d جابه‌جا شود. اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر آن برابر $F = Eq$ است و اندازه‌ی کار لازم برای حرکت بار با سرعت ثابت برابر $|W| = Fd$ است. بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار به اندازه‌ی $|W| = Fd = Eqd$ تغییر می‌کند.

$$|\Delta V| = \frac{|\Delta U|}{q} = \frac{Eqd}{q} = Ed$$

۱۷

۱۸

۱۹

۲۰

