تاریخ : وقت : دقیقه

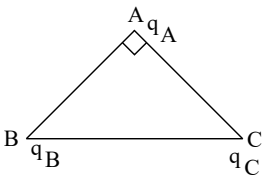
نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۳۵

موضوع فیزیک یازدهم (رشته ریاضی)(* فصل اول : الکتریسیته ساکن:قانون کولن - بر هم نهی نیرو های الکتروستاتیکی)

سریال : ۵۷۹۰۴۱

استاد مقصودی

۱. در شکل روبه رو مثلث متساوی الساقین قائم الزاویه است و بارهای q_C, q_B, q_A به ترتیب $-q, \sqrt{۳}q, q$ است. زاویه ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره خط BA می‌سازد، چند درجه است؟



۱) ۳۰

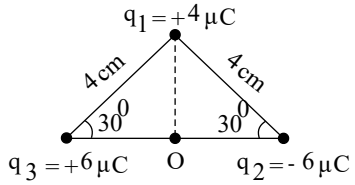
۲) ۴۵

۳) ۵۳

۴) ۶۰

کد سوال: ۲۴۹۶۶۰

۲. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در سه راس یک مثلث ثابت شده‌اند .نیروی وارد بر بار $q_۴ = ۱\mu C$ واقع در نقطه‌ی O در وسط خط واصل دو بار $q_۲, q_۳$ چند نیوتن است؟



۱) ۴۵

۲) ۹۰

۳) $۴۵\sqrt{۳}$

۴) $۹۰\sqrt{۲}$

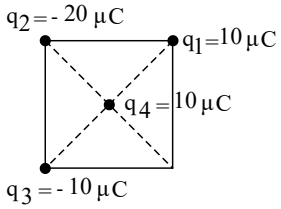
کد سوال: ۲۴۹۶۸۴

۳. دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_۱ = -۵nC$ و $q_۲ = +۱۵nC$ در فاصله‌ی ۳ متری یکدیگر قرار دارند. این دو کره را به یکدیگر تماس داده و در فاصله‌ی ۵ متری از هم قرار می‌دهیم. در این صورت نیروی بین دو بار نسبت به حالت قبل چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۱۲ ٪، افزایش ۲) ۱۲ ٪، کاهش ۳) ۸۸ ٪، افزایش ۴) ۸۸ ٪، کاهش

کد سوال: ۲۴۹۷۳۹

۴. چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل روبه رو در کنار هم ثابت شده‌اند. اگر طول ضلع مربع $\sqrt{۲}$ متر باشد، بزرگی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۴$ چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



۱) ۱٫۸

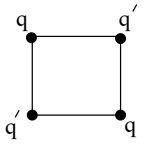
۲) ۹

۳) $۱٫۸\sqrt{۲}$

۴) $۹\sqrt{۲}$

کد سوال: ۲۴۹۷۴۰

۵. مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی در رأس‌های یک مربع ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q از طرف سه بار دیگر برابر با صفر باشد، حاصل $\frac{q}{q'}$ کدام است؟



۱) $۲\sqrt{۲}$

۲) $-۲\sqrt{۲}$

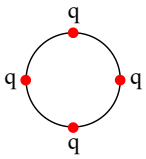
۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۴) $\frac{-\sqrt{۲}}{۲}$

کد سوال: ۲۴۹۷۵۹

صفحه ۲

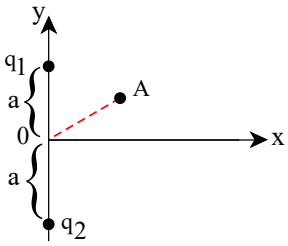
۶. مطابق شکل مقابل، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای یک‌سان در فاصله‌های مساوی روی محیط یک دایره قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر یکی از بارها، چند برابر نیرویی است که هر یک از بارها به بار مجاور خود وارد می‌کند؟



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

کد سوال: ۲۴۹۷۷۱

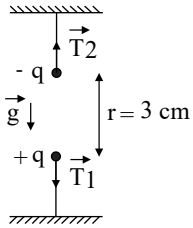
۷. مطابق شکل دو بار نقطه‌ای $q_۱=+۲\mu C$ و $q_۲=-۲\mu C$ به فاصله معین از هم قرار دارند. جهت میدان برایند حاصل از دو بار در نقطه A مطابق کدام گزینه است؟



۱) ↘
۲) ↖
۳) ↙
۴) →

کد سوال: ۲۴۹۷۸۱

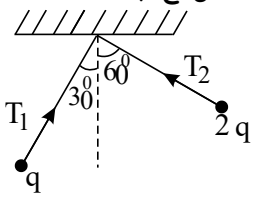
۸. در شکل مقابل دو گلوله‌ی فلزی کوچک با بارهای مساوی، علامت مخالف و جرم‌های $۲۰g$ به نخ‌هایی با جرم‌های ناچیز بسته شده و در حالی که هر دو در یک راستا و قائم قرار دارند، اندازه‌ی نیروی کشش نخ $T_۲$، سه برابر $T_۱$ است. $|q|$ چند میکروکولون است؟ ($K=۹\times۱۰^{۹}\frac{N\cdot m^{۲}}{C^{۲}}$, $g=۱۰\frac{N}{kg}$)



۱) ۰٫۴
۲) ۰٫۳
۳) ۰٫۲
۴) ۰٫۱

کد سوال: ۲۴۹۷۹۷

۹. در شکل زیر، دو آونگ الکتریکی باردار و هم طول، در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ $T_۱$ چند برابر کشش نخ $T_۲$ است؟



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) ۲

کد سوال: ۲۴۹۸۰۱

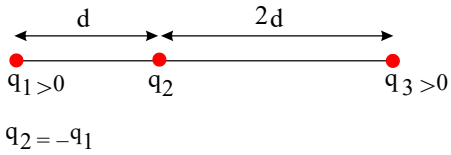
۱۰. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲=۲q_۱$ در فاصله‌ی r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار $q_۲$ را به $q_۱$ منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه‌ی بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

کد سوال: ۲۴۹۸۰۳

صفحه ۳

۱۱. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم اندازه‌ی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟



$q_2 = -q_1$

۱) $\frac{8}{13}$

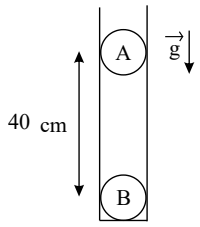
۲) $\frac{13}{8}$

۳) $\frac{13}{72}$

۴) $\frac{72}{13}$

کد سوال: ۲۴۹۸۰۵

۱۲. در شکل زیر دو گلوله‌ی مشابه هر کدام به جرم $100g$ و بار الکتریکی $4\mu C$ در یک لوله‌ی نارسانای قائم در حال تعادل هستند. اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین گلوله‌ی A و سطح داخلی لوله چند نیوتون است؟



($g = 10\frac{N}{kg}$, $k = 9\times10^9\frac{N\cdot m^2}{C^2}$ و شعاع گلوله‌ها ناچیز فرض شود.)

۱) ۱

۲) ۰/۹

۳) ۰/۱

۴) صفر

کد سوال: ۲۴۹۸۱۶

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

۱) $-\frac{8}{9}$

۲) $\frac{8}{9}$

۳) $-\frac{16}{9}$

۴) $\frac{16}{9}$

کد سوال: ۲۴۹۸۲۲

۱۴. دو گلوله‌ی رسانای کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی هستند و از فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری یکدیگر را با نیروی $1/2\mu N$ دفع می‌کنند. اگر این دو گلوله به هم تماس داده شده و جدا شوند، بار هر یک از گلوله‌ها برابر با $+4nC$ خواهد شد. بار اولیه‌ی گلوله‌ها بر حسب نانوکولن کدام است؟ ($k = 9\times10^9\frac{N\cdot m^2}{C^2}$)

۱) ۱ و ۷

۲) ۳ و ۵

۳) ۲ و ۶

۴) ۴ و ۴

کد سوال: ۲۴۹۸۴۱

۱۵. دو گوی کوچک فلزی مشابه به جرم $\frac{1}{10}$ گرم از ریسمان‌هایی به جرم ناچیز و طول ۵۰ سانتی‌متر از یک نقطه آویخته شده‌اند و به هم چسبیده‌اند. وقتی بار q به مجموعه‌ی دو گوی داده شود، گوی‌ها در وضعی قرار می‌گیرند که هر ریسمان با امتداد قایم زاویه‌ی 45° می‌سازد. مقدار بار q چند کولن است؟

($k = 9\times10^9\frac{N\cdot m^2}{C^2}$ و $g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) $\frac{\sqrt{2}}{3}\times10^{-6}$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}\times10^{-6}$

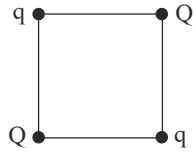
۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}\times10^{-6}$

۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}\times10^{-6}$

کد سوال: ۲۴۹۸۴۵

صفحه ۴

۱۶. مطابق شکل زیر، بارهای ناهم‌نام q و Q در چهار رأس مربعی قرار دارند. کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟



۱) اگر $\left|\frac{Q}{q}\right| = ۱$ باشد، مجموعه در حال تعادل است.

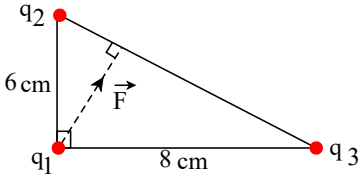
۲) اگر $\left|\frac{Q}{q}\right| = \frac{\sqrt{۲}}{۴}$ باشد، مجموعه در حال تعادل است.

۳) اگر $\left|\frac{Q}{q}\right| = ۲\sqrt{۲}$ باشد، مجموعه در حال تعادل است.

۴) این مجموعه هیچ‌گاه در حال تعادل نخواهد بود.

کد سوال: ۲۴۹۸۶۴

۱۷. مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی رأس‌های یک مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ از طرف دو بار دیگر برابر با $\vec{F}$ باشد، حاصل $\frac{q_۲}{q_۳}$ کدام است؟



۱) $\frac{۳}{۴}$

۲) $-\frac{۳}{۴}$

۳) $\frac{۳}{۵}$

۴) $-\frac{۳}{۵}$

کد سوال: ۲۵۰۸۲۸

۱۸. مراکز دو کره‌ی فلزی مشابه که دارای بارهای $۲q$ و $۳q$ هستند، در فاصله‌ی r از یک‌دیگر قرار دارد. اگر ابتدا کره دارای بار $۲q$ را به زمین اتصال داده و بعد از قطع اتصال آن به زمین، دو کره را با هم تماس داده و سپس مراکز آن‌ها را در فاصله‌ی $\frac{r}{۲}$ از یک‌دیگر قرار دهیم، نیروی الکتریکی بین دو کره چند برابر حالت اول می‌شود؟

۱) ۱

۲) ۴

۳) $\frac{۲۵}{۶}$

۴) $\frac{۳}{۲}$

کد سوال: ۲۵۰۹۰۲

۱۹. دو ذره باردار با بارهای $q_۱ = ۰/۲\mu C$ و $q_۲ = ۰/۵\mu C$ را به دو سر فنر سبکی با ثابت $۱۰۰ \frac{N}{m}$ وصل می‌کنیم. اگر بعد از ایجاد تعادل طول فنر $۳cm$ شود، تغییر طول آن چند سانتی‌متر است؟ (چنین فنر نارسانا است، از اصطکاک صرف‌نظر شود و $k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

۱) ۱

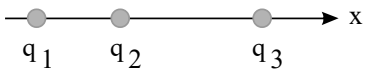
۲) ۰/۰۳

۳) ۰/۰۱

۴) ۳

کد سوال: ۲۵۰۹۴۴

۲۰. مطابق شکل، سه بار ذره‌ای در کنار هم قرار دارند. اگر برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۱$ صفر و برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۲$ برابر $۰/۲ \vec{i}$ باشد، برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ کدام است؟



۱) $+۰/۲ \vec{i}$

۲) $-۰/۲ \vec{i}$

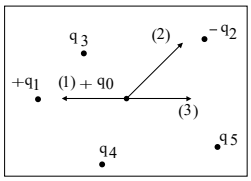
۳) $۰/۱ \vec{j}$

۴) صفر

کد سوال: ۲۵۶۶۶۴

صفحه ۵

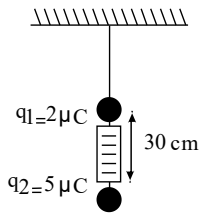
۲۱. در شکل زیر، نیرویی الکتریکی برایند وارد بر بار $+q_0$ صفر است. اگر بار $+q_1$ را برداریم بار $+q_0$ در ابتدا به کدام جهت حرکت می‌کند؟ (از نیروی وزن صرف‌نظر شود.)



۱) در جهت بردار (۱)
۲) در جهت بردار (۲)
۳) در جهت بردار (۳)
۴) نمی‌توان تعیین کرد.

کد سوال: ۲۵۷۴۵۳

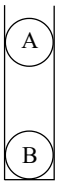
۲۲. مطابق شکل زیر، دو گلولهٔ کوچک هم‌جرم با بارهای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ با نیروسنجی به هم وصل شده و در حال تعادل‌اند. اگر عددی که نیروسنج بین دو گلوله نشان می‌دهد، $3N$ باشد، جرم هر گلوله چند گرم است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ و از جرم نخ‌ها صرف‌نظر شود.)



۱) ۵۰
۲) ۲۰۰
۳) ۲۵۰
۴) ۵۰۰

کد سوال: ۲۵۷۴۶۳

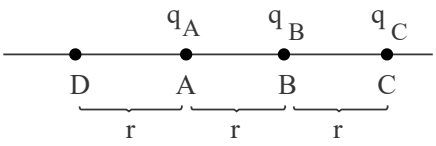
۲۳. مطابق شکل زیر، درون یک لوله بدون اصطکاک دو گلولهٔ کوچک، نارسانا و مشابه A و B به جرم $40g$ و با بار الکتریکی $q\ (q > 0)$ در فاصلهٔ $12cm$ از هم قرار دارند، به‌طوری که گلولهٔ بالایی معلق مانده است. تعداد الکترون‌های کنده شده از هر گلوله کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ ، $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ ، $g = 10\frac{N}{kg}$ و از تمامی نیروهای اصطکاک درون لوله صرف‌نظر کنید.)



۱) 5×10^{13}
۲) 5×10^{12}
۳) 8×10^{7}
۴) 8×10^{12}

کد سوال: ۲۶۴۴۰۶

۲۴. مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌علامت و هم‌اندازهٔ $q_C = q_B = q_A = q$ در نقطه‌های A، B و C ثابت شده‌اند و اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف دو بار دیگر برابر با F است. اگر بار q_B را به نقطهٔ D منتقل کنیم، اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف دو بار دیگر برابر با F' می‌شود. حاصل $\frac{F'}{F}$ کدام است؟



۱) $\frac{3}{5}$
۲) $\frac{3}{4}$
۳) ۱
۴) $\frac{3}{2}$

کد سوال: ۲۸۲۵۳۴

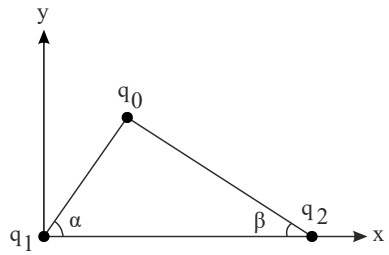
۲۵. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 به یکدیگر نیروی $F > 0$ را وارد می‌کنند. چنانچه a درصد $(0 < a < 100)$ از بار q_1 برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، نیرویی که دو بار در همان فاصله به یکدیگر وارد می‌کنند برابر صفر می‌شود. کدام گزینه صحیح است؟

۱) $|q_1| > |q_2|, q_1 q_2 < 0$
۲) $|q_1| < |q_2|, q_1 q_2 > 0$
۳) $|q_1| < |q_2|, q_1 q_2 < 0$
۴) $|q_1| > |q_2|, q_1 q_2 > 0$

کد سوال: ۲۸۴۱۰۱

صفحه ۶

۲۶. سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای وارد بر بار q_0 از طرف دو بار q_1 و q_2 در راستای محور x ها باشد، در این صورت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



۱) $-\frac{\tan^3\beta}{\tan^3\alpha}$

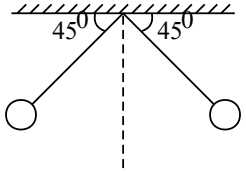
۲) $\frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$

۳) $-\frac{\sin^3\beta}{\sin^3\alpha}$

۴) $\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$

کد سوال: ۲۸۴۱۱۴

۲۷. در شکل روبه‌رو دو گلوله با بارهای مشابه و ۵ میکروکولن درحال تعادل قرار گرفته‌اند. اگر جرم نخ‌ها ناچیز و طول هر کدام $15\sqrt{2}\,cm$ باشد، جرم هر گلوله چند گرم است؟ $(g = 10\frac{m}{s})$



۱) ۱۰۰

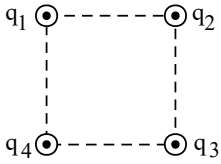
۲) ۲۵۰

۳) ۱۰

۴) ۲۵

کد سوال: ۲۸۵۸۳۳

۲۸. سه ذرهٔ باردار q_1 و q_3 مطابق شکل زیر در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = -5\mu C$ باشد، بار q_2 چقدر باشد که بار q_4 در حالت تعادل باشد.



۱) $-10\sqrt{2}$

۲) $10\sqrt{2}$

۳) $-5\sqrt{2}$

۴) $5\sqrt{2}$

کد سوال: ۲۸۵۹۹۶

۲۹. دو کرهٔ رسانای مشابه و کوچک باردار هنگامی که در فاصلهٔ ۰٫۵ متری از هم واقع‌اند بهم نیروی $0{,}108N$ وارد می‌کنند حال اگر کره‌ها را بهم تماس داده و در همان فاصلهٔ قبلی دهیم نیروی بین آنها $0{,}144N$ خواهد شد اگر بار اولیهٔ کره‌ها را به ترتیب q_1 و q_2 بنامیم. کدام گزینه q_1 و q_2 را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) $q_1 = 3\mu C$ و $q_2 = -1\mu C$

۲) $q_1 = 3\mu C$ و $q_2 = 1\mu C$

۳) $q_1 = +4\mu C$ و $q_2 = +8\mu C$

۴) $q_1 = +4\mu C$ و $q_2 = -8\mu C$

کد سوال: ۳۱۴۸۶۹

۳۰. دو بار الکتریکی $q_1 = 3\mu C$ و $q_2 = 12\mu C$ در فاصلهٔ $L = 15cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند، اندازه، نوع و فاصلهٔ آن از بار q_3 را طوری بیابید که هر سه بار در حال تعادل باشند؟

۱) $q_3 = \frac{4}{3}$ و ۵ سانتی‌متری بار q_2

۲) $q_3 = -\frac{4}{3}$ و ۱۰ سانتی‌متری بار q_2

۳) $q_3 = \frac{12}{11}$ و ۵ سانتی‌متری بار q_2

۴) $q_3 = -\frac{12}{11}$ و ۱۰ سانتی‌متری بار q_2

کد سوال: ۳۱۴۸۸۱

۳۱. دو کرهٔ کوچک باردار در فاصلهٔ $10cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند و بر هم نیروی رانشی $2{,}7 \times 10^{-4}N$ وارد می‌کنند اگر مجموع بار دو کره $4 \times 10^{-8}C$ باشد، بار الکتریکی هر یک از دو کره کدام است؟

۱) $10nC\,,\,30nC$

۲) $20nC\,,\,20nC$

۳) $15nC\,,\,25nC$

۴) $28nC\,,\,12nC$

کد سوال: ۳۱۴۸۹۱

صفحه ۷

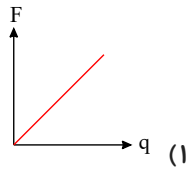
۳۲. دو بار الکتریکی q_1 و q_2 که مجموع مقدار آنها عددی ثابت است به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند برای آنکه نیروی بین آنها بیشینه باشد. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ مطابق کدام گزینه است؟

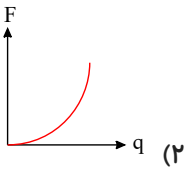
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱

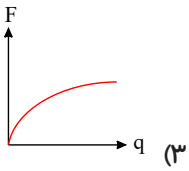
۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) بسته به شرایط هر سه مورد می‌تواند باشد.

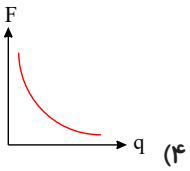
کد سوال: ۳۱۵۰۹۷

۳۳. دو کرهٔ رسانای مشابه توسط یک سیم بهم وصل هستند و به یکدیگر نیروی دافعهٔ کولنی F را وارد می‌کنند حال اگر فاصلهٔ دو کره ثابت باشد ولی بار الکتریکی آنها تغییر کند نمودار نیروی (F) برحسب بار کره‌ها (q) کدام است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

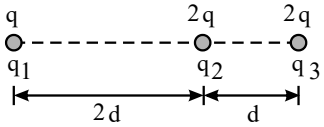
کد سوال: ۳۱۵۱۲۵

۳۴. دو کرهٔ فلزی یکسان که دارای بار الکتریکی غیرهم‌نام $۱۰^{-۴}$ کولن و $-۱۰^{-۵}$ کولن هستند در فاصلهٔ ۳ متری نیروی یک نیوتن را بهم وارد می‌کنند. اگر دو کره را بهم تماس داده و در فاصلهٔ d قرار دهیم نیروی بین آنها ۱٫۰۲۵ نیوتن افزایش می‌یابد. فاصلهٔ d چند متر است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

کد سوال: ۳۱۵۱۳۴

۳۵. مطابق شکل زیر، ۳ ذرهٔ باردار $q_1 = q$، $q_2 = ۲q$ و $q_3 = ۲q$ به گونه‌ای روی یک خط راست قرار دارند که فاصلهٔ q_2 از q_1 دو برابر فاصلهٔ q_2 از q_3 است. اگر به جای q_3 بار $-۳q$ قرار دهیم و بار q_1 را به سمت راست انتقال دهیم تا برای اولین بار فاصلهٔ بین q_1 و q_2 نصف شود، بزرگی برایند نیروهای وارد بر q_2 چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{۸}{۷}$

۲) $\frac{۱۶}{۹}$

۳) $\frac{۱۶}{۷}$

۴) $\frac{۸}{۹}$

کد سوال: ۳۲۳۸۷۹

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۳۵

موضوع فیزیک یازدهم (رشته ریاضی)(* فصل اول : الکتریسیته ساکن:قانون کولن - بر هم نهی نیرو های الکتروستاتیکی)

سریال ۵۷۹۰۴۱

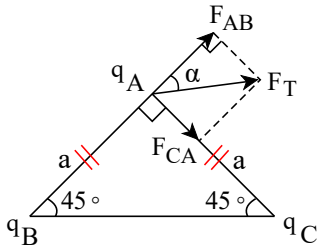
استاد مقصودی

۱.گزینه ۱

$$FCA=\frac{\kappa qAqc}{r^{۲}}=\frac{\kappa\times q\times q}{a^{۲}}=\kappa\frac{q^{۲}}{a^{۲}}=F$$

$$FBA=\kappa\frac{qBqA}{r^{۲}}=\frac{\kappa\times\sqrt{۳}q\times q}{a^{۲}}=\sqrt{۳}\times\kappa\frac{q^{۲}}{a^{۲}}=\sqrt{۳}F$$

$$\tan\alpha=\frac{F}{F\sqrt{۳}}=\frac{۱}{\sqrt{۳}}=\frac{\sqrt{۳}}{۳}\Rightarrow\alpha=۳۰^{\circ}$$

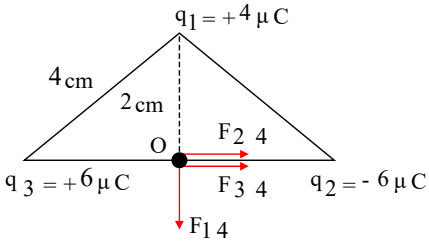


۲.گزینه ۴ ابتدا نیروی $F_{۳۴}$ و $F_{۲۴}$ که مساوی و هم جهت هستند را حساب کرده و برآیند می گیریم

$$F_{۲۴}=F_{۳۴}=\frac{kq_{۳}q_{۴}}{r^{۲}}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۶\times۱۰^{-۶}\times۱\times۱۰^{-۶}}{\left(\sqrt{۱۲}\times۱۰^{-۲}\right)^{۲}}$$

$$=\frac{۵۴\times۱۰^{-۳}}{۱۲\times۱۰^{-۴}}=۴/۵\times۱۰^{۱}=۴۵N$$

$$F_{۲۳}=F_{۳۴}+F_{۲۴}=۴۵+۴۵=۹۰N$$



برای محاسبه ی $F_{۱۴}$ ، ابتدا فاصله ی $q_{۱}$ و $q_{۴}$ را حساب می کنیم و داریم :

$$۴^{۲}=۲^{۲}+r^{۲}\Rightarrow r=\sqrt{۱۲}\Rightarrow F_{۱,۴}=\frac{kq_{۱}q_{۴}}{r^{۲}}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۴\times۱۰^{-۶}\times۱\times۱۰^{-۶}}{\left(۲\times۱۰^{-۲}\right)^{۲}}=\frac{۳۶\times۱۰^{-۳}}{۴\times۱۰^{-۴}}$$

$$=۹۰N$$

و در نهایت دو بردار عمود بر هم داریم ($F_{۱۴}$و برآیند $F_{۲۴}$, $F_{۳۴}$) که برآیند آن ها برابر است با:

$$FT=\sqrt{(۹۰)^{۲}+(۹۰)^{۲}}\Rightarrow FT=۹۰\sqrt{۲}N$$

۳.گزینه ۴

می دانیم که بار کره های مشابه پس از تماس برابر است با میانگین بار اولیه ی کره ها، پس:

بار نهایی $q'_{۱}=q'_{۲}=\frac{q_{۱}+q_{۲}}{۲}=\frac{-۵+۱۵}{۲}=۵nC$

برای نسبت نیرو ها داریم :

$$F=\frac{kq_{۱}q_{۲}}{r^{۲}}\Rightarrow\frac{F'}{F}=\left|\frac{q'_{۱}q'_{۲}}{q_{۱}q_{۲}}\right|\cdot\left(\frac{r}{r'}\right)^{۲}=\frac{۵\times۵}{۱۵\times۵}\times\left(\frac{۳}{۵}\right)^{۲}=\frac{۳}{۲۵}=۰/۱۲$$

درصد تغییر نیرو $=\left(\frac{F'}{F}-۱\right)\times۱۰۰=(۰/۱۲-۱)\times۱۰۰=-\%۸۸$ $\Rightarrow$ نیرو ۸۸ ٪ کاهش یافته است.

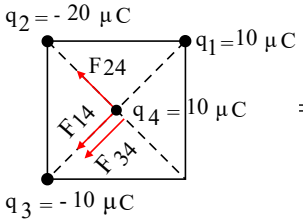
(توضیح بیشتر $\frac{F'}{F}=۰/۱۲$ یعنی $F'=\frac{۱۲}{۱۰۰}F$ یعنی اگر $F=۱۰۰$ باشد، $F'=۱۲$ می شود پس نیرو از ۱۰۰ به ۱۲ افت پیدا کرده یعنی $(۱۰۰-۱۲=۸۸)$۸۸ درصد (۸۸ تا از صد تا) کاهش داشته است)

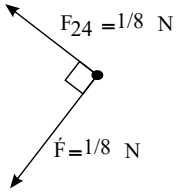
۴.گزینه ۳ اگر ضلع مربع $a=\sqrt{۲}m$ باشد، فاصله $q_{۴}$ از هر کدام از بارها، نصف قطر مربع یعنی برابر با $\frac{۱}{۲}\sqrt{۲}a$ خواهد شد.

پس این فاصله برابر با $r=(\frac{۱}{۲}\sqrt{۲}\times\sqrt{۲})m=۱m$ خواهد شد. حال تعداد تک تک نیرو ها را حساب می کنیم :

صفحه ۸

$$F_{14}=F_{34}=\frac{k|q_1 q_4|}{r^2}=\frac{9\times10^9\times10^{-5}\times10^{-5}}{1^2}$$
$$=0/9N$$





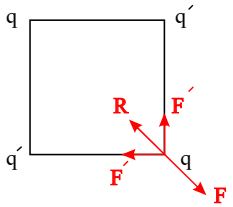
برآیند دو بردار هم جهت $F'=F_{14}+F_{34}=0/9+0/9=1/8N$

$$F_{24}=K\frac{|q_2 q_4|}{r^2}=\frac{9\times10^9\times20\times10\times10^{-12}}{1^2}=1/8N$$

برآیند دو بردار عمود بر هم $F_T=\sqrt{F'^2+F_{24}^2}=\sqrt{(1/8)^2+(1/8)^2}=1/8\sqrt{2}N$

۵.گزینه ۲ اگر طول ضلع مربع را برابر با a در نظر بگیریم، طول قطر آن برابر با $a\sqrt{2}$ می‌شود. از طرف دیگر چون دو بار q هم علامت هستند، یک‌دیگر را با نیروی $\vec{F}$ می‌رانند، بنابراین برای آن که برایند نیروهای وارد بر هر بار q صفر شود، باید نیروی $\vec{R}$ از طرف دو بار q در خلاف $\vec{F}$ و هم‌اندازه با آن بر هر بار q وارد شود. نیروی $\vec{R}$ برایند نیروهای وارد از طرف بارهای q' است و باتوجه به جهت آن، نیروی بین بارهای q و q' باید ربایشی باشد بنابراین بارهای q و q' ناهم‌نام هستند. با استفاده از قانون کولن، داریم:

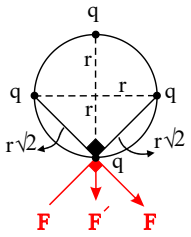
$$F=k\frac{q^2}{2a^2}$$



$$F'=k\frac{|q||q'|}{a^2}\Rightarrow R=2F'\cos\frac{90^\circ}{2}=2F'\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow R=F'\sqrt{2}$$

شرط خنثی شدن $R=F\Rightarrow\sqrt{2}\,k\frac{|q||q'|}{a^2}=k\frac{q^2}{2a^2}\Rightarrow\frac{|q|}{|q'|}=2\sqrt{2}\Rightarrow\frac{q}{q'}=-2\sqrt{2}$

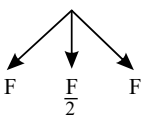
۶.گزینه ۱ اگر شعاع دایره را r فرض کنیم، فاصله ی بارهای مجاور $r\sqrt{2}$ می شود. بنابراین مقدار نیروهای وارد بر یکی از بارها (مثلاً بار پایینی) برابر خواهد شد با :



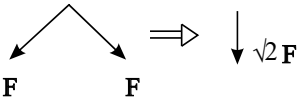
نیرویی که دوبارمجاوربه‌هم واردمی کنند $F=\frac{kqq}{(r\sqrt{2})^2}=\frac{kq^2}{2r^2}$

نیرویی که دو باری که روی قطر هستند به‌هم وارد می کنند $F'=\frac{kqq}{(2r)^2}=\frac{kq^2}{4r^2}$

واضح است که $F'=\frac{F}{2}$ ، پس داریم :



برای برآیندگیری ابتدا برآیند دوبردار عمود برهم F را حساب می کنیم :



برآیند دوبردار عمود برهم $F_T=\sqrt{F^2+F^2}=\sqrt{2}F$

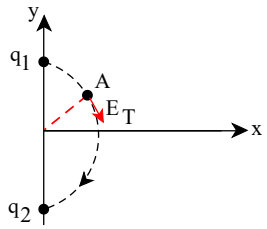
بنابراین داریم: $\frac{F}{2}$ ، $\sqrt{2}F$ که برآیند آن ها برابر می شود با :

دو بردار هم جهت $F_T=\sqrt{2}F+\frac{F}{2}=F(\sqrt{2}+\frac{1}{2})$

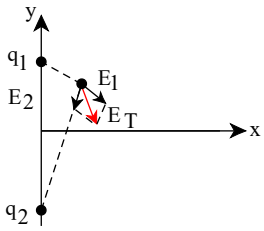
که این مقدار $(\frac{1}{2}+\sqrt{2})$ برابر F است.

۷.گزینه ۱

روش اول: بردار میدان در هر نقطه مماس بر خطوط میدان و هم جهت با خطوط میدان است، پس خطوط میدان بین q_1 و q_2 را رسم کرده و مماس برآن در نقطه‌ی A را می کشیم:

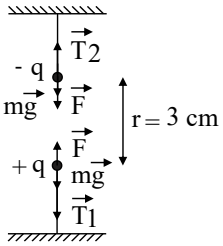


روش دوم: با استفاده از قاعده برداری می‌توان نوشت :



صفحه ۹

۸. گزینه ۳ با استفاده از نیروهای وارد برهر بار ورابطه‌ی آن‌ها با یکدیگر در حالت تعادل و نیز داده‌های سؤال، اندازه‌ی نیروی ربایش $\vec{F}$ که دوبار برهم وارد می‌کنند به‌دست می‌آید که از روی آن $|q|$ طبق رابطه‌ی کولن محاسبه می‌گردد. داریم :



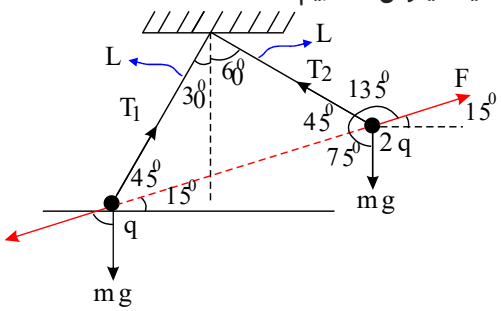
درحالت تعادل: $\begin{cases} F = mg + T_1 \\ F + mg = T_2 \end{cases} \xrightarrow{T_2 = 3T_1} \frac{F+mg}{F-mg} = 3$

$$F = 2mg = 2 \times 20 \times 10^{-3} \times 10 = 4 \times 10^{-1} N \quad (1)$$

$$F = k\frac{q^2}{r^2} \xrightarrow{(1)} 4 \times 10^{-1} = 9 \times 10^9 \frac{q^2}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

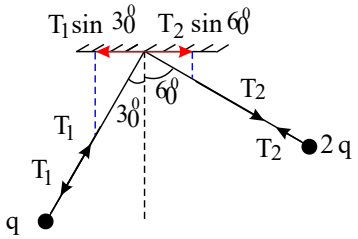
$$\Rightarrow |q| = 2 \times 10^{-7} = 0/2 \mu C$$

۹. گزینه ۳ راه حل اول: با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر هر یک از آونگ‌های باردار و با توجه به این که هر دو آونگ هم جلول و در حال تعادل قرار دارند، با استفاده از قضیه سینوس‌ها داریم:



$$\begin{cases} \frac{T_1}{\sin 75^\circ} = \frac{F}{\sin 15^\circ} \\ \frac{T_2}{\sin 105^\circ} = \frac{F}{\sin 120} \end{cases} \xrightarrow{\sin 105^\circ = \sin 75^\circ} \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 120^\circ}{\sin 150} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

راه حل دوم: سریع‌ترین راه حل این است که باید از این نکته استفاده کنیم که برایند نیرو ها در نقطه‌ی O محل اتصال نخ‌ها به سقف باید صفر باشد. در نتیجه داریم:



$$\Sigma F = 0$$

$$T_1 \sin 30^\circ = T_2 \sin 60^\circ \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$$

۱۰. گزینه ۲ هرگاه مجموع دو کمیت ثابت باشد، حاصل ضرب آن‌ها زمانی بیشینه خواهد بود که دو مقدار باهم برابر باشند (این جا طبق پایستگی بار مجموع دو بار همواره ثابت است)

صفحه ۱۰

بنابراین نیروی کولنی بین دو بار باتوجه به رابطه‌ی $F=k\frac{q'_۱q'_۲}{r^۲}$ زمانی بیشینه است که $q'_۱=q'_۲$ باشد،
یعنی بار کل $q_۱$ $q_۱+q_۲=q_۱+۲q_۱=۳q_۱$ به یک اندازه بین بارها تقسیم شود.

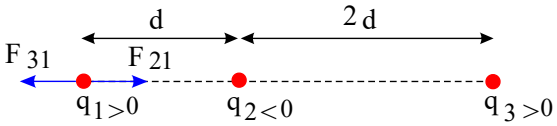
$$q'_۱=q'_۲=\frac{۳q_۱}{۲}$$

به عبارت دیگر بار جسم اول از $q_۱$ به $\frac{۳}{۲}q_۱$ افزایش یابد و به همین ترتیب بار جسم دوم از $۲q_۱$ به $\frac{۳}{۲}q_۱$ کاهش یابد.

درصد تغییرات بار جسم اول $\frac{\Delta q}{q_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۳}{۲}q_۱-q_۱}{q_۱}\times ۱۰۰=\%۵۰$

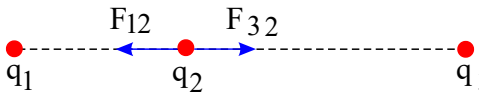
درصد تغییرات بار جسم دوم $\frac{\Delta q}{q_۲}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۳}{۲}q_۱-۲q_۱}{۲q_۱}\times ۱۰۰=-\frac{۱}{۴}\times ۱۰۰=-\%۲۵$

۱۱.**گزینه ۴** اندازه برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$ برابر است با:



$$F_{۲۱}=\frac{kq_۱q_۲}{d^۲}=\frac{kq_۱q_۱}{d^۲}$$
$$F_{۳۱}=\frac{kq_۱q_۳}{(۳d)^۲}=\frac{kq_۱q_۳}{۹d^۲}\Rightarrow \Sigma F_۱=\frac{kq_۱}{d^۲}(q_۱-\frac{q_۳}{۹})$$

برآیند نیروهای وارد بر $q_۲$ برابر است با:



$$F_{۱۲}=\frac{kq_۱q_۲}{d^۲}=\frac{kq_۱q_۱}{d^۲}$$
$$F_{۳۲}=\frac{kq_۱q_۳}{(۲d)^۲}=\frac{kq_۱}{d^۲}\frac{q_۳}{۴}\Rightarrow \sum F_۲=\frac{kq_۱}{d^۲}(\frac{q_۳}{۴}-q_۱)$$

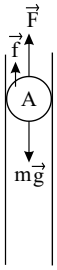
اندازه این نیروهای برآیند با یکدیگر برابر است، بنابراین داریم:

$$|\sum F_۲|=|\sum F_۱|\Rightarrow \frac{kq_۱}{d^۲}(q_۱-\frac{q_۳}{۹})=\frac{kq_۱}{d^۲}(\frac{q_۳}{۴}-q_۱)$$
$$\Rightarrow q_۱=\frac{q_۳}{۹}=\frac{q_۳}{۴}-q_۱\Rightarrow ۲q_۱-\frac{q_۳}{۴}+\frac{q_۳}{۹}\Rightarrow ۲q_۱=\frac{۱۳q_۳}{۳۶}\Rightarrow \frac{q_۳}{q_۱}=\frac{۷۲}{۱۳}$$

۱۲.**گزینه ۳** به گلوله سه نیروی گرانشی (mg) به سمت پایین، الکتریکی (F) به سمت بالا (به دلیل دافعه) و نیروی اصطکاک (f) به سمت بالا (خلاف جهت میل به سقوط جسم) وارد می شود.

ابتدا نیروی وزن گلوله‌ی A و سپس نیروی الکتریکی رانشی وارد بر آن از طرف گلوله‌ی B را محاسبه می‌کنیم.

$$W=mg=۰/۱\times ۱۰=۱N$$
$$F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^{+۹}\times ۴\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۴۰\times ۱۰^{-۲})^۲}=۰/۹N$$



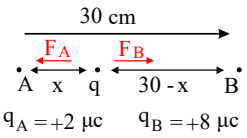
باتوجه به آن که گلوله‌ی A در حال تعادل است با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$\sum F_y=۰\Rightarrow +f+F-mg=۰\Rightarrow f=mg-F=۱-۰/۹=۰/۱N$$

۱۳.**گزینه ۱** ابتدا بار q را در نقطه ای قرار می‌دهیم که در حال تعادل باشد.(می دانیم که باید بین دو بار نزدیک بار کوچکتر باشد تا نیروها یکدیگر را خنثی کنند)

$$FA=FB\Rightarrow \frac{k\times q\times ۲}{x^۲}=\frac{k\times q\times ۸}{(۳۰-x)^۲}\rightarrow \frac{۱}{x^۲}=\frac{۴}{(۳۰-x)^۲}$$

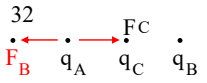
$$\sqrt{\frac{۱}{۲}} = \frac{x}{۳۰ - x} \Rightarrow x = ۱۰$$



حالا که عمل q_c معلوم شد شرط تعادل q_a یا q_b را هم چک می کنیم: (FC باید جاذبه باشد تا FB را خنثی کند پس q منفی است)

صفحه ۱۱

$$FB = FC \Rightarrow \frac{k \times ۸ \times ۲}{۳۰^{۲}} = \frac{k \times ۲ \times q}{۱۰^{۲}} \Rightarrow q = \frac{۸}{۹} \xrightarrow{\text{منفی}} q = -\frac{۸}{۹}$$



۱۴.گزینه ۳

نکته: بنابر اصل بقای بار الکتریکی، اگر دو کره‌ی باردار را به هم تماس داده جدا جدا کنیم، مجموع جبری بار کره ها قبل و بعد از تماس برابر است. یعنی:

$$\underbrace{q_۱ + q_۲}_{\text{قبل از تماس}} = \underbrace{q'_۱ + q'_۲}_{\text{بعد از تماس}} \xrightarrow{\text{برای گلوله های مشابه } q'_۱ = q'_۲} ۲q'_۱ = q_۱ + q_۲ \Rightarrow q'_۱ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = q'_۲$$

بنابراین در این سوال داریم:

$$F = K\frac{|q_۱ q_۲|}{r^{۲}} \Rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^{-۶} = ۹ \times ۱۰^{۹} \times \frac{q_۱ q_۲}{۹ \times ۱۰^{-۲}}$$

$$q_۱ q_۲ = ۱/۲ \times ۱۰^{-۱۷} = ۱۲ \times ۱۰^{-۱۸} C^{۲} = ۱۲ nC^{۲} \quad (۱)$$

(همینجا می توان فهمید که فقط گزینه ۳ است که ضریب $q_۱$ و $q_۲$ برابر ۲ می شود.)

بعد از تماس: $q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۹} = \frac{q_۱ + q_۲}{۲}$

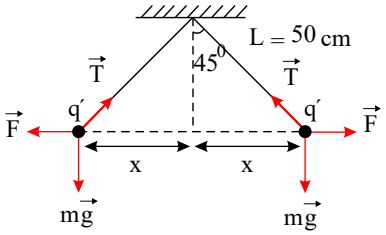
$$\Rightarrow q_۱ + q_۲ = ۸ \times ۱۰^{-۹} = ۸nC \quad (۲)$$

$$(۲),(۱) \Rightarrow q_۱(۸ - q_۱) = ۱۲ \Rightarrow q_۱^{۲} - ۸q_۱ + ۱۲ = ۰ \Rightarrow q_۱ = ۲nC \quad \text{یا} \quad q_۱ = ۶nC$$

در نتیجه بار اولیه‌ی گلوله‌ها برابر با $\begin{cases} q_۱ = ۲nC \\ q_۲ = ۶nC \end{cases}$ **یا** $\begin{cases} q_۱ = ۶nC \\ q_۲ = ۲nC \end{cases}$ **می‌تواند باشد.**

۱۵.گزینه ۱ **با توجه به اینکه گوی‌ها مشابه‌اند پس اندازه‌ی بار آن‌ها ($\frac{q}{۲}$) است و چون هم‌نام‌اند، یکدیگر را می‌رانند. در نتیجه مطابق شکل در این حالت به هر یک از گوی‌ها سه نیروی وزن ($m\vec{g}$)، کشش نخ ($\vec{T}$) و نیروی الکتریکی ($\vec{F}$) وارد می‌شود.**

همانطور که می دانیم اگر آونگی تحت اثر نیروی F به اندازه ی α منحرف شود $\tan\alpha = \frac{F}{mg}$ **می‌توان نوشت:**



$$\tan ۴۵^{\circ} = \frac{F}{mg} \to ۱ = \frac{F}{mg} \to F = mg \to \frac{kq'^{۲}}{r^{۲}} = mg \quad (۱)$$

$$x = L\sin ۴۵^{\circ} = ۵۰ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۲۵\sqrt{۲}\,cm \to r = ۲x = ۵۰\sqrt{۲}\,cm$$

$$\xrightarrow{(۱)} \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times (\frac{q}{۲})^{۲}}{(۵۰\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۰/۱ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \to q^{۲} = \frac{۲}{۹} \times ۱۰^{-۱۲} \to q = \frac{\sqrt{۲}}{۳} \times ۱۰^{-۶} C$$

۱۶.گزینه ۴ **مطابق شکل و با توجه به ناهم‌نام بودن بارهای q و Q، شرط این‌که بارهای q و Q در حال تعادل باشند را به‌دست می آوریم. برای تعادل بار q داریم:**

صفحه ۱۲

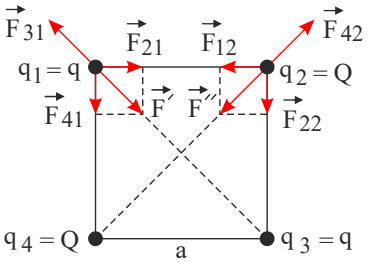
$$F_{۳۱} = k\frac{q^۲}{۲a^۲}$$

نیروی F_{qq} باید برآیند دو نیروی F_{qQ} رو خنثی کند:

$$F_{۲۱} = F_{۴۱} = k\frac{|q|\,|Q|}{a^۲} \Rightarrow F' = F_{۲۱}\sqrt{۲} = k\frac{|q|\,|Q|}{a^۲}\sqrt{۲}$$

$$F_{۳۱} = F' \Rightarrow k\frac{q^۲}{۲a^۲} = k\frac{|q|\,|Q|}{a^۲}\sqrt{۲} \Rightarrow \left|\frac{Q}{q}\right| = \frac{\sqrt{۲}}{۴}$$

برای تعادل بار Q داریم:



$$F_{۴۲} = k\frac{Q^۲}{۲a^۲}$$

$$F_{۱۲} = F_{۳۲} = k\frac{|q|\,|Q|}{a^۲}$$

$$F'' = F' = k\frac{|q|\,|Q|}{a^۲}\sqrt{۲}$$

$$F_{۴۲} = F'' \Rightarrow k\frac{Q^۲}{۲a^۲} = k\frac{|q|\,|Q|}{a^۲}\sqrt{۲} \Rightarrow \left|\frac{Q}{q}\right| = ۲\sqrt{۲}$$

بنابراین امکان ندارد این مجموعه در حال تعادل باشد.

۱۷.گزینه ۱ از آن جایی که F بر وتر عمود است می توان زاویه های کناری F را تشخیص داد (که α و β هستند) حال اگر F را بر روی ضلع های مثلث تجزیه کنیم، هر کدام از نیرو های $F_{۲۱}$ و $F_{۳۱}$ ظاهر می شوند وداریم :

یادآوری کنیم که $\left(\cos\theta = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}}\right)$

$$F\cos\beta = F_{۲۱} \rightarrow F \times \frac{۸}{۱۰} = \frac{kq_۱q_۲}{۶^۲} \Rightarrow q_۲ = \frac{۳۶ \times ۰/۸F}{kq_۱}$$

$$F\cos\alpha = F_{۳۱} \rightarrow F \times \frac{۶}{۱۰} = \frac{kq_۱q_۳}{۸^۲} \Rightarrow q_۳ = \frac{۶۴ \times ۰/۶F}{kq_۱}$$

$$\Rightarrow \frac{q_۲}{q_۳} = \frac{۳۶ \times ۰/۸F}{۶۴ \times ۰/۶F} = \frac{۳}{۴}$$

از آن جایی که $q_۲$ و $q_۳$ هر دو $q_۱$ را جذب کرده اند، پس هر دو هم نام اند.

۱۸.گزینه ۴ در حالت اول با استفاده از قانون کولن داریم:

$$F = k\frac{|q_۱|\,|q_۲|}{r_۱^۲} \Rightarrow F_۱ = k\frac{۲q \times ۳q}{r^۲} \Rightarrow F_۱ = k\frac{۶q^۲}{r^۲} \qquad (۱)$$

بعد از اتصال کره دارای بار $۲q$ به زمین، تمام بار آن خنثی می‌شود. با اتصال دو کره به هم طبق اصل پایستگی بار، برای بار هر کره می توان گفت که بار نهایی هر کره مساوی و برابر میانگین بار اولیه کره ها است

$$q_۱'' = q_۲'' = \frac{۳q + ۰}{۲} = \frac{۳}{۲}q$$

$$F_۲ = k\frac{|q_۱''|\,|q_۲''|}{r_۲^۲} \Rightarrow F_۲ = k\frac{\frac{۳}{۲}q \times \frac{۳}{۲}q}{\frac{r^۲}{۴}} \Rightarrow F_۲ = k\frac{۹q^۲}{r^۲} \qquad (۲)$$

بنابراین:

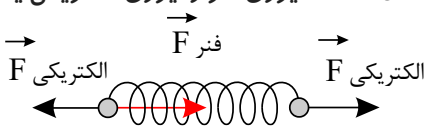
$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{۹}{۶} \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{۳}{۲}$$

صفحه ۱۳

۱۹. گزینه ۱

نیروی رانش الکتریکی بین دو ذره باردار، نیروی کشسانی فنر را تأمین می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت: (در واقع چون بارها در حال تعادل هستند نیروی فنر و نیروی الکتریکی یکدیگر را خنثی میکنند. پس مساوی و خلاف جهت هم هستند.)

$$F_{\text{فنر}} = F_{\text{الکتریکی}} \xrightarrow[F_{\text{الکتریکی}}=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}]{F_{\text{فنر}}=k_{\text{فنر}}\Delta l} k_{\text{فنر}}\Delta l = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$



$$\xrightarrow[k=۹\times ۱۰^{۹}\frac{N\cdot m^2}{C^2}\ ,\ r=۳\times ۱۰^{-۲}m]{k_{\text{فنر}}=۱۰۰\frac{N}{m}\ ,\ q_L=۲\times ۱۰^{-۷}C\ ,\ q_2=۵\times ۱۰^{-۷}C} ۱۰۰\Delta l = ۹\times ۰^{۹}\times\frac{۲\times ۱۰^{-۷}\times ۵\times ۱۰^{-۷}}{۹\times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow ۱۰۰\Delta l$$

$$= ۱$$

$$\Rightarrow \Delta l = ۰/۰۱m \Rightarrow \Delta l = ۱cm$$

۲۰. گزینه ۲ ابتدا شرط صفر شدن نیروهای وارد بر q_1 را در نظر می‌گیریم:

$\vec{F}_{۲۱} = \vec{F}_{۳۱} \rightarrow$ ناهمنام q_3, q_2

برآیند نیروهای وارد بر q_2 برابر $۰/۲\vec{i}$ است. پس: $۰/۲\vec{i} + ۰/۲\vec{i} = \vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲}$

برآیند نیروهای وارد بر q_3 برابر خواهد شد با:

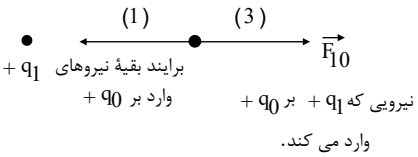
$$FT = \vec{F}_{۱۳} + \vec{F}_{۲۳} \xrightarrow{\vec{F'}_{۱۳}=-\vec{F'}_{۳۱}=\vec{F'}_{۲۱}} FT = \vec{F}_{۲۱} + \vec{F}_{۲۳} = -\vec{F}_{۱۲} + (-\vec{F}_{۲۲})$$

q وارد بر

$$FT = -(\underbrace{\vec{F}_{۱۲} + \vec{F}_{۳۲}}_{\text{برآیند نیروی وارد بر } q_2}) = -(۰/۲)i = -۰/۲i$$

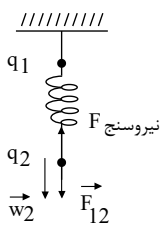
۲۱. گزینه ۱

برآیند نیروهای وارد بر بار $+q_0$ صفر است بنابراین هریک از نیروها برایند بقیهٔ نیروها را خنثی کرده است. در واقع نیرویی که $+q_1$ بر $+q_0$ وارد می‌کند بقیهٔ نیروها را خنثی کرده است، بنابراین برآیند بقیهٔ نیروها هم‌راستا و در خلاف جهت (۳) باید باشد یعنی در جهت (۱) در نتیجه اگر $+q_1$ حذف شود بار $+q_0$ در ابتدا در جهت برایند بقیه نیروها یعنی جهت (۱) حرکت خواهد کرد.



۲۲. گزینه ۲ هر دو بار در حالت تعادل‌اند بنابراین نیروی خالص (برآیند) وارد بر هر یک صفر است. یکی از دو بار مثلاً بار q_2 را انتخاب می‌کنیم و نیروی خالص وارد بر آن را به دست می‌آوریم و برابر صفر قرار می‌دهیم: نیروسنج از یک فنر تشکیل شده است و نیرویی به سمت بالا به q_2 وارد می‌کند.

$$\text{نیروی خالص وارد بر } q_2 = ۰ \rightarrow F_{\text{نیرو سنج}} = W_2 + F_{12} \rightarrow F_{\text{نیرو سنج}} = m_2 g + k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

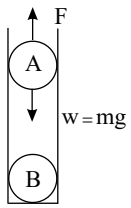


$$\rightarrow ۳ = m_2 \times ۱۰ + ۹\times ۱۰^{۹}\frac{۲\times ۱۰^{-۶}\times ۵\times ۱۰^{-۶}}{(۰/۳)^2} \rightarrow m_2 = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

۲۳. گزینه ۲ ابتدا با بررسی شرط تعادل گلوله‌ها مقدار بار آن‌ها را حساب می‌کنیم و سپس از رابطهٔ $q = \pm ne$ تعداد الکترون جدا شده برای ایجاد آن بار را به‌دست می‌آوریم.

خب، می‌دانیم شرط تعادل (صفر شدن نیروی برآیند) مساوی و خلاف جهت بودن دو نیروی وارد بر گلوله است.
مثلاً برای گلولهٔ (A) یک نیروی وزن رو به پایین وارد می‌شود، بنابراین نیروی کولنی F باید به سمت بالا باشد تا وزن را خنثی کند.

و از طرفی هم باید با وزنش برابر باشد، پس:



$$F = mg$$

$$\rightarrow \frac{kqAqB}{r^{۲}} = mg \rightarrow \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times q \times q}{(۱۲ \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = \underbrace{۴۰ \times ۱۰^{-۳}}_{\text{برای تبدیل } gr \text{ به } kg} \times ۱۰$$

$$\rightarrow \frac{\overset{۱}{\cancel{۹}} \times ۱۰^{۹} \times q^{۲}}{\underset{۱۶}{\cancel{۱۴۴}} \times ۱۰^{-۴}} = ۴ \times ۱۰^{-۱} \Rightarrow q^{۲} = ۱۶ \times ۴ \times ۱۰^{-۱۴}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{\ }} q = ۴ \times ۲ \times ۱۰^{-۷} = ۰/۸ \times ۱۰^{-۶} C$$

حالا ببینیم $۰/۸ \times ۱۰^{-۶} C$ بار معادل انتقال چه تعداد الکترون است:

$$q = ne \rightarrow ۰/۸ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow \boxed{n = ۵ \times ۱۰^{۱۲}}$$

۲۴.گزینه ۱ در حالت اول، اگر اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف بار q_B را F_B فرض کنیم، بنابر رابطهٔ $F = \frac{kq^{۲}}{r^{۲}}$، اندازهٔ نیروی وارد بر بار q_A از طرف بار qC برابر $\frac{F_B}{۴}$ خواهد بود و چون این دو نیرو هم‌جهت هستند اندازهٔ آن‌ها باهم جمع می‌شود.

$$F = F_B + \frac{F_B}{۴} = \frac{۵F_B}{۴}$$

در حالت دوم، اندازهٔ نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A مانند حالت اول است ولی جهت آن‌ها خلاف جهت هم خواهد بود. پس داریم:

$$F' = F_B - \frac{۱}{۴}F_B = \frac{۳}{۴}F_B$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{۳}{۴}F_B}{\frac{۵}{۴}F_B} = \frac{۳}{۵}$$

۲۵.گزینه ۱ چنانچه a درصد از بار $q_۱$ کسر شود و به بار $q_۲$ اضافه شود، بارهای جدید برابر خواهند بود با:

$$q'_۱ = q_۱ - \frac{a}{۱۰۰}q_۱ , q'_۲ = q_۲ + \frac{a}{۱۰۰}q_۱$$

چون نیروی دو بار صفر می‌شود و $a < ۱۰۰$ است، بنابراین $q'_۲ = ۰$ است.

$$q'_۲ = ۰ \Rightarrow q_۲ + \frac{a}{۱۰۰}q_۱ = ۰ \Rightarrow q_۲ = \frac{-a}{۱۰۰}q_۱ \Rightarrow q_۱ q_۲ < ۰$$

$$q'_۲ = ۰ \Rightarrow q_۲ + \frac{a}{۱۰۰}q_۱ = ۰$$

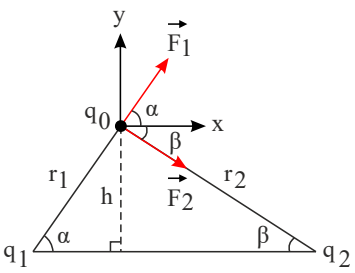
$$\Rightarrow |q_۲| = \frac{a}{۱۰۰}|q_۱| \xrightarrow{۰ < \frac{a}{۱۰۰} < ۱} |q_۱| > |q_۲|$$

دقت کنید امکان ندارد $q'_۱ = ۰$ باشد. چون در این صورت $q_۱ = ۰$ می‌شود و نیروی بین دو بار در حالت نیز صفر می‌شود که این با فرض سؤال در تناقض است.

۲۶.گزینه ۳

صفحه ۱۵

با توجه به شکل زیر برای اینکه برایند نیروهای وارد بر بار q_0 در راستای محور x ها باشد، باید دو بار q_1 و q_2 حتماً ناهم‌نام باشند. فرض کنیم بار q_0 مثبت باشد (منفی هم باشد در پاسخ تأثیری ندارد) در این صورت داریم:



حال فرض می‌کنیم q_2 مثبت و q_2 منفی باشد.

برای اینکه برایند نیروها در راستای محور x ها باشد باید برآیند نیروها در راستای محور y ها صفر باشد.

$$F_y = 0 \Rightarrow F_1 \sin\alpha = F_2 \sin\beta \Rightarrow \frac{k|q_1||q_0|}{r_1^2}\sin\alpha = \frac{k|q_2||q_0|}{r_2^2}\sin\beta$$

$$\frac{r_1 = \frac{h}{\sin\alpha}}{r_2 = \frac{h}{\sin\beta}} \Rightarrow \frac{|q_1|\sin\alpha}{\frac{h^2}{\sin^2\alpha}} = \frac{|q_2|\sin\beta}{\frac{h^2}{\sin^2\beta}} \Rightarrow |q_1|\sin^3\alpha = |q_2|\sin^3\beta$$

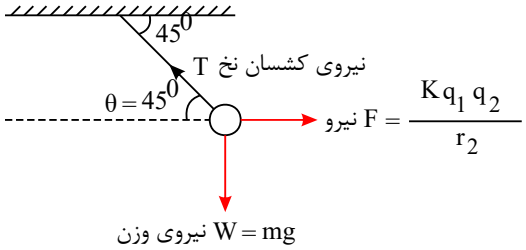
$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{\sin^3\beta}{\sin^3\alpha} \xrightarrow{q_1 q_2 < 0} \frac{q_1}{q_2} = -\frac{\sin^3\beta}{\sin^3\alpha}$$

۲۷. گزینه ۲ برآیند نیروهای وارد بر یک گلوله را می‌نویسیم (برآیند نیروها باید صفر باشد چون گلوله‌ها در حال تعادل هستند).

$$\sum F_x = 0 \qquad F = T\cos\theta \qquad (I)$$

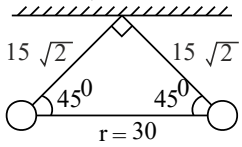
$$\sum F_y = 0 \qquad T\sin\theta = mg \qquad (II)$$

$$\frac{(II)}{(I)} \xrightarrow{} \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{mg}{F} \rightarrow \boxed{\tan\theta = \frac{mg}{F}}$$



برای محاسبهٔ جرم گلولهٔ (m) باید F را داشته باشیم.

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \xrightarrow[q_1 = q_2 = 5\mu C]{r = 30a} F = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6} \times 5\times10^{-6}}{(0/3)^2} = 2/5(N)$$

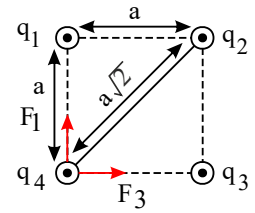


حالا m به‌دست می‌آید:

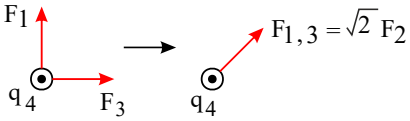
$$\theta = 45^\circ \rightarrow \tan 45^\circ = \frac{m\times10}{2/5} \rightarrow m = 0/25kg = 250gr$$

۲۸. گزینه ۲ ابتدا باید می‌بینیم که بارهای q_1 و q_2 چه نیرویی بر q_4 وارد می‌کنند، آن‌وقت بار q_2 باید نیرویی وارد کند تا نیروی آن دو تا را خنثی کند: (فرض می‌کنیم با q_4 مثبت است.)

$$F_1 = \frac{kq_1 q_4}{r^2} \quad \frac{q_1 = q_3}{r = a} \rightarrow F_1 = F_3$$
$$F_3 = \frac{kq_3 q_4}{r^2}$$



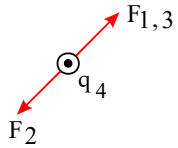
برآیند این دو نیروی مساوی و عمود برهم برابر است با:



حالا نیروی بار q_2 باید هم‌اندازه و خلاف جهت این نیرو باشد تا برآیند کل نیروهای وارد بر q_4 صفر شود، یعنی:

$$F_۲ = F_{۱,۳} \quad , \quad F_۲ = \sqrt{۲}\,F_۱ \quad , \quad \frac{kq_۲q_۴}{(\sqrt{۲}a)^۲} = \sqrt{۲}\,\frac{kq_۱q_۴}{a^۲}$$

$$q_۲ = ۲\sqrt{۲q_۱} = ۲\sqrt{۲}\times ۵\times ۱۰^{-۶} = ۱۰\sqrt{۲}\times ۱۰^{-۶} = ۱۰\sqrt{۲}\,\mu C$$



از طرفی هم باید $F_۴$ خلاف جهت $F_{۱,۳}$ باشد، چون $q_۱$ منفی بود، $q_۲$ باید مثبت باشد، پس $q_۴ = +۱۰\sqrt{۲}\,\mu C$

۲۹.**گزینه ۱** طبق رابطهٔ $F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$ داریم:

صفحه ۱۶

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

می‌دانیم پس از اتصال کره‌ها بار آنها یکسان شده و برابر میانگین بارهای اولیه خواهد شد، یعنی: $q'_۱=q'_۲=\frac{q_۱+q_۲}{۲}$

از طرفی هم برای حالت اول داریم:

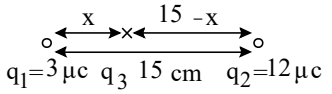
$$F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}\Rightarrow ۰/۱۰۸=\frac{۹\times۱۰^۹\times q_۱q_۲}{۱۰/۵۱^۲}\Rightarrow |q_۱q_۲|=۳\times۱۰^{-۱۲}$$

با جایگذاری در رابطهٔ اول داریم:

$$\frac{۰/۱۴۴}{۰/۱۰۸}=\frac{\frac{q_۱+q_۲}{۲}\times\frac{q_۱+q_۲}{۲}}{q_۱q_۲}\Rightarrow\frac{۴}{۲}=\frac{(q_۱+q_۲)^۲}{۳\times۱۰^{-۱۲}}\rightarrow ۴\times۱۰^{-۱۲}=(q_۱+q_۲)^۲\rightarrow ۲\times۱۰^{-۶}=q_۱+q_۲$$

از طرفی هم $|q_۱\times q_۲|=۳\times۱۰^{-۶}\leftarrow$ پس $q_۱=+۳\mu C\ ,\ q_۲=-۱\mu C$ یا $q_۱=-۱\mu C\ ,\ q_۲=۳\mu C$

۳۰.**گزینه ۲** ابتدا محل قرارگیری بار $q_۳$ را مشخص کنیم: چون $q_۱$ و $q_۲$ هم‌نام هستند، پس بار سوم را باید در فاصلهٔ بین آنها قرار داد تا در حال تعادل باشد. مطابق شکل اگر فاصلهٔ $q_۳$ از $q_۱$، x باشد شرط تساوی و خلاف جهت بودن نیروها را می‌نویسیم (شرط تعادل)

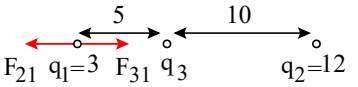


$$F_{۱۳}=F_{۲۳}$$

$$\frac{kq_۱q_۳}{r^۲}=\frac{kq_۲q_۳}{r^۲}\Rightarrow\frac{۳}{x^۲}=\frac{۱۲}{(۱۵-x)^۲}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{x^۲}=\frac{۴}{(۱۵-x)^۲}\xrightarrow{\sqrt{}}\frac{۱}{x}=\frac{۲}{۱۵-x}\rightarrow x=۵cm$$

حال شرط تعادل بار $q_۱$ (یا $q_۲$) را بررسی می‌کنیم. قطعاً باید بار $q_۳$ منفی باشد. تا نیروها خلاف جهت شوند. و برای تساوی نیروها داریم



$$F_{۲۱}=F_{۳۱}$$

$$\frac{kq_۲q_۱}{r^۲}=\frac{kq_۳q_۱}{r^۲}\rightarrow\frac{۱۲}{۱۵^۲}=\frac{q_۳}{۵^۲}\Rightarrow q_۳=\frac{۴}{۳}$$

$q_۳=-\frac{۴}{۳}\leftarrow q_۳$منفی است

۳۱.**گزینه ۱** ابتدا طبق رابطهٔ کولن داریم:

$$F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}\Rightarrow ۲/۷\times۱۰^{-۴}=\frac{۹\times۱۰^{+۹}\times q_۱q_۲}{(۰/۱)^۲}\Rightarrow q_۱\times q_۲=۳\times۱۰^{-۱۶}$$

از طرفی هم سؤال گفته $q_۱+q_۲=۴\times۱۰^{-۸}$، پس داریم:

$$\begin{cases}q_۱\times q_۲=۳\times۱۰^{-۱۶}\\ q_۱+q_۴=۴\times۱۰^{-۸}\end{cases}\Rightarrow\text{یا}\begin{cases}q_۱=۱\times۱۰^{-۸}C\ ,\ q_۲=۳\times۱۰^{-۸}C\\ q_۱=۳\times۱۰^{-۸}C\ ,\ q_۲=۱\times۱۰^{-۸}C\end{cases}$$

که در هر دو حالت یک بار $۳۰nC$ و دیگری $۱۰nC$ خواهد شد.

۳۲.**گزینه ۲** ابتدا به نکتهٔ زیر توجه کنیم:

نکته: هرگاه مجموع دو عدد مقداری ثابت باشد، ضرب آن دو عدد وقتی بیشینه است که هر دو عدد با هم برابر باشند حال در این تست طبق قانون کولن $F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$ که برای حداکثر شدن مقدار F باید $q_۱\times q_۲$ حداکثر شود که شرط آن مساوی بودن اندازهٔ $q_۱$ و $q_۲$ است، پس: $\frac{q_۱}{q_۲}=۱$

۳۳.گزینه ۲ چون دو کره توسط یک سیم بهم متصل هستند بار الکتریکی آنها با یکدیگر برابر است در نتیجه نیروی بین آنها برابر خواهد بود با:

صفحه ۱۷

$$F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}\xrightarrow{q_۱=q_۲=q}F=\frac{kqq}{r^۲}=\frac{kq^۲}{r^۲}$$

چون r ثابت است داریم:

$$F=\frac{k}{r^۲}q^۲$$

$$F=\text{عدد ثابت}\times q^۲$$

که نمودار رابطهٔ $F=\frac{k}{r^۲}q^۲$ یک منحنی درجهٔ ۲ (سهمی) است.

۳۴.**گزینه ۴** به کمک رابطهٔ $F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$ بین نیروی اولیه و نیروی جدید $(F\ ,\ F')$ رابطهٔ روبرو برقرار است:

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

کافیست مقادیر $q'_۱$ و $q'_۲$ را بدست آوریم، می‌دانیم اگر دو کره را بهم تماس دهیم بار نهایی آنها باهم مساوی و برابر میانگین بار اولیهٔ آنهاست، بنابراین:

$$q'_۱=q'_۲=\frac{q_۱+q_۲}{۲}=\frac{۱۰^{-۴}+(-۱۰^{-۵})}{۲}=\frac{۱\times۱۰^{-۴}+(-۰/۱\times۱۰^{-۴})}{۱}=\frac{۰/۹\times۱۰^{-۴}}{۲}=۴/۵\times۱۰^{-۵}$$

از طرفی هم چون سؤال گفته نیرو ۱/۰۲۵ نیوتن افزایش یافته، پس:

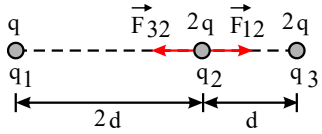
$$F=F+۱/۰۲۵=۱+۱/۰۲۵=۲/۰۲۵N$$

حال با جایگذاری در رابطهٔ مقایسه‌ای $\boxed{I}$ داریم: $(r=۳m\ ,\ r'=d)$

$$\frac{۲/۰۲۵}{۱}=\frac{۴/۵\times۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۴}}\times\frac{۴/۵\times۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۵}}\times(\frac{۳}{d})^۲\Rightarrow d=۳m$$

(بطور اتفاقی جواب با فاصلهٔ اولیه برابر بود، یعنی بهم وصل کردن کره‌ها به تنهایی مقدار نیرو را زیاد کرده است).

۳۵.**گزینه ۳** در حالت اول نیروهای وارد بر $q_۲$ را مشخص کرده و مقدار آنها را حساب می‌کنیم:

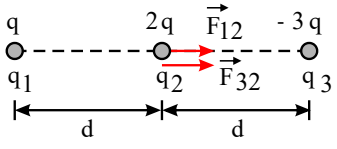


$$F_{۱۲}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲_{۱۲}}\Rightarrow F_{۱۲}=k\frac{q\times۲q}{۴d^۲}=۰/۵k\frac{q^۲}{d^۲}$$

$$F_{۳۲}=k\frac{|q_۲||q_۳|}{r^۲_{۳۲}}\Rightarrow F_{۳۲}=k\frac{۲q\times۲q}{d^۲}=۴k\frac{q^۲}{d^۲}$$

با توجه به این‌که این دو نیرو در خلاف جهت یکدیگرند، برایند آنها برابر با $F=۳/۵k\frac{q^۲}{d^۲}$ می‌شود.

در حالت دوم نیز داریم:



$$F_{۱۲}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}\Rightarrow F_{۱۲}=k\frac{q\times۲q}{d^۲}=۲k\frac{q^۲}{d^۲}$$

$$F_{۳۲}=k\frac{|q_۲||q_۳|}{r^۲_{۳۲}}\Rightarrow F_{۳۲}=k\frac{۲q\times۳q}{d^۲}=۶k\frac{q^۲}{d^۲}$$

با توجه به علامت بارها، این دو نیرو هم‌جهت بوده و برایند آنها $F'=۸k\frac{q^۲}{d^۲}$ می‌شود.

در نتیجه نسبت اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر $q_۲$ در حالت دوم به حالت اول برابر است با:

$$\frac{F'}{F} = \frac{۸k\frac{q^{۲}}{d^{۲}}}{۳٫۵k\frac{q^{۲}}{d^{۲}}} = \frac{۱۶}{۷}$$

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۵۷۹۰۴۱

۱- ۱	۲- ۴	۳- ۴	۴- ۳	۵- ۲
۶- ۱	۷- ۱	۸- ۳	۹- ۳	۱۰-۲
۱۱-۴	۱۲-۳	۱۳-۱	۱۴-۳	۱۵-۱
۱۶-۴	۱۷-۱	۱۸-۴	۱۹-۱	۲۰-۲
۲۱-۱	۲۲-۲	۲۳-۲	۲۴-۱	۲۵-۱
۲۶-۳	۲۷-۲	۲۸-۲	۲۹-۱	۳۰-۲
۳۱-۱	۳۲-۲	۳۳-۲	۳۴-۴	۳۵-۳