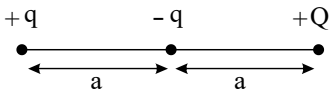
فیزیک

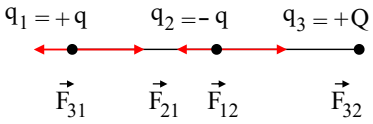
۱ مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $-q$، $+q$ و $+Q$ به‌ترتیب در فاصله‌ی a از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. حاصل $\frac{Q}{q}$ چه‌مقدار باشد تا اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $+q$ برابر با اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $-q$ باشد؟



۱) $\frac{۵}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۸}{۳}$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱

ابتدا نیروهای وارد بربار $+q$ و $-q$ را رسم کرده و سپس برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها را به‌دست می‌آوریم:



برآیند نیروهای وارد بر بار $-q$

$$F_T = F_{۳۲} - F_{۱۲} = k\frac{qQ}{a^۲} - k\frac{q^۲}{a^۲} = k\frac{q}{a^۲}(Q-q)$$

برآیند نیروهای وارد بر بار $+q$

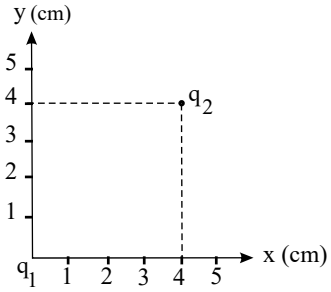
$$F'_T = F_{۲۱} - F_{۳۱} = k\frac{q^۲}{a^۲} - k\frac{qQ}{(۲a)^۲} = k\frac{q}{a^۲}(q - \frac{Q}{۴})$$

برای این که اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بارهای $+q$ و $-q$ باهم برابر باشند داریم:

$$F'_T = F_T \Rightarrow k\frac{q}{a^۲}(q-\frac{Q}{۴}) = k\frac{q}{a^۲}(Q-q) \Rightarrow q - \frac{Q}{۴} = Q - q \Rightarrow ۲q = Q + \frac{Q}{۴}$$

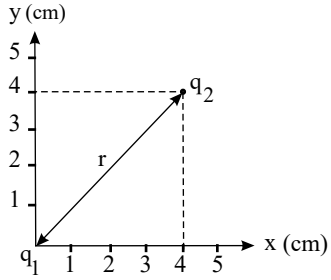
$$\Rightarrow ۲q = \frac{۵}{۴}Q \Rightarrow \frac{Q}{q} = \frac{۸}{۵}$$

۲ بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 8\mu C$ و $q_2 = -4\mu C$ مطابق شکل در دستگاه مختصات قرار گرفته‌اند. اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف بار q_1 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



۱) ۹
۲) ۹۰
۳) ۰٫۹
۴) ۰٫۰۹

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ باید از رابطهٔ $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ تعداد نیروی بین دو بار را حساب کنیم. ابتدا به کمک رابطهٔ فیثاغورث فاصلهٔ دو بار q_1 و q_2، (r) را حساب می‌کنیم:

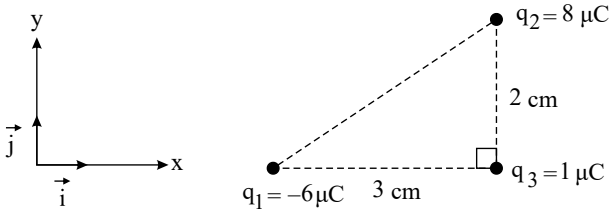


$$r^2 = 4^2 + 4^2 = 32 \rightarrow r = \sqrt{32} = \sqrt{2 \times 16} = 4\sqrt{2}cm$$
$$= 4\sqrt{2} \times 10^{-2}m$$

حالا با جایگذاری در رابطهٔ نیرو داریم:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(4\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 8 \times 4 \times 10^{-3}}{16 \times 2 \times 10^{-4}} = 9 \times 10^1 = 90N$$

۳ مطابق شکل زیر، سه ذرهٔ باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار q_3 برحسب بردارهای یکه در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



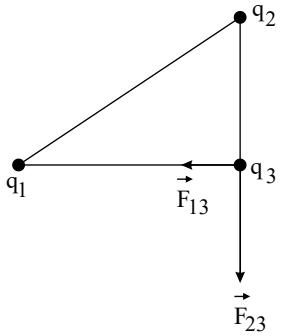
۱) $60\vec{i} - 180\vec{j}$
۲) $-60\vec{i} - 180\vec{j}$
۳) $-180\vec{i} - 360\vec{j}$
۴) $-180\vec{i} + 360\vec{j}$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ ابتدا مقدار نیروهای F_{13} و F_{23} را محاسبه کرده و بصورت بردار یکه نمایش می‌دهیم:

$$F_{۱۳}=\frac{kq_۱q_۳}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۶\times ۱۰^{-۶}\times ۱۰^{-۶}}{(۳\times ۱۰^{-۲})^۲}=۶۰(N)\rightarrow \vec{F}_{۱۳}=-۶۰\vec{i}$$

$$F_{۲۳}=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۸\times ۱۰^{-۶}\times ۱۰^{-۶}}{(۲\times ۱۰^{-۲})^۲}=۱۸۰(N)\rightarrow \vec{F}_{۲۳}=-۱۸۰\vec{j}$$

$$\xrightarrow{\text{نیروی برآیند}} \vec{F}_T=\vec{F}_{۱۳}+\vec{F}_{۳۳}=-۶۰\vec{i}-۱۸۰\vec{j}$$



توجه: با توجه به جهت نیروها مشخص است جواب باید در مولفهٔ i و j هر دو منفی باشد (رد گزینه‌های ۱ و ۴). کافی بود با محاسبهٔ تنها یکی از نیروها گزینهٔ درست را پیدا کرد.

۴ دو بار نقطه‌ای q و $۴q$ در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند. اگر حاصل $\frac{q}{r}$ در SI برابر با $۱۰^{-۶}$ باشد، در این صورت اندازهٔ نیروی الکتریکی که این دو بار بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟ $(k=۹\times ۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲})$

۱) ۳۶×۱۰^{۳} ۲) ۱۴۴×۱۰^{۳} ۳) ۳۶×۱۰^{-۳} ۴) ۱۴۴×۱۰^{-۳}

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

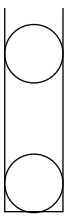
ابتدا طبق رابطهٔ قانون کولن نیروی بین دو بار را حساب می‌کنیم:

$$F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times q\times ۴q}{r^۲}=۳۶\times ۱۰^{+۹}\ \frac{q^۲}{r^۲}=۳۶\times ۱۰^۹(\frac{q}{r})^۲$$

از طرفی در صورت سؤال گفته شده $\frac{q}{r}=۱۰^{-۶}$ بنابراین با جایگذاری در رابطهٔ بالا داریم:

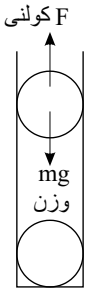
$$F=۳۶\times ۱۰^۹\times (۱۰^{-۶})^۲=۳۶\times ۱۰^{+۹}\times ۱۰^{-۱۲}=۳۶\times ۱۰^{-۳}N$$

۵ در شکل زیر، دو گوی فلزی کوچک مشابه با جرم‌های ۱۰ گرم و بار الکتریکی مثبت q در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متر از هم قرار دارند، به طوری‌که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. بار q چند نانوکولن است؟ $(k=۹\times ۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲}$، $g=۱۰\frac{N}{kg}$ و از تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود.)



۱) ۰٫۱ ۲) ۱
۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ شرط تعادل، صفر شدن نیروی خالص وارد بر گوی‌هاست. از طرفی به گوی بالایی یک نیروی وزن رو به پایین و یک نیروی دافعهٔ کولنی رو به بالا وارد می‌شود که برای اینکه این دو نیرو یکدیگر را خنثی کنند باید هم‌اندازه باشد. پس:



$$F = mg$$

$$\frac{kq_1q_2}{r^2} = mg \Rightarrow \frac{9\times10^{+9}\times q\times q}{(3\times10^{-2})^2} = \underbrace{10\times10^{-3}}_{\text{تبدیل } g \text{ به } kg}\times 10$$

$$\Rightarrow 10^{13}\times q^2 = 10^{-1} \Rightarrow q^2 = 10^{-14} \Rightarrow q = 10^{-7}C$$

$$\xrightarrow[\times10^{+9}]{\text{تبدیل به } nc} q = 100\,nc$$

۶ دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = -2\mu C$ و $q_2 = 4\mu C$ در فاصلهٔ ۶ سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. نوع و بزرگی نیرویی که دو ذره به یکدیگر برحسب نیوتون وارد می‌کنند، کدام است؟ $\left(k = 9\times10^9\,\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right)$

۱) جاذبه، ۰٫۲ ۲) دافعه، ۰٫۲ ۳) جاذبه، ۲۰ ۴) دافعه، ۲۰

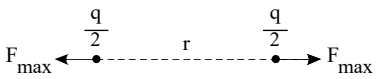
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ چون بارها ناهم‌نامند ← یکدیگر را جذب می‌کنند (ردّ گزینه‌های ۲ و ۴) و طبق قانون کولن بزرگی نیروی بین آنها از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \xrightarrow[cm=10^{-2}m]{\mu C=10^{-6}C} F = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(6\times10^{-2})^2} = 20(N)$$

۷ دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام در فاصلهٔ مشخص r از هم قرار دارند. اگر مقداری از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم، اندازهٔ نیروی الکتریکی که دو بار به هم وارد می‌کنند، در همان فاصله چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد. ۳) ثابت می‌ماند. ۴) هر سه حالت‌پذیر است.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ اگر بخواهیم بار q را بین دو ذرهٔ خنثی به‌گونه‌ای تقسیم کنیم که نیروی الکتریکی بین دو ذره بیشینه شود، باید بار هر ذره $\frac{q}{2}$ باشد.



حالت اول: اگر با برداشتن مقداری بار از q_1 و دادن آن مقدار بار به q_2 اندازهٔ بارها یکسان شود، نیروی الکتریکی بین دو بار افزایش می‌یابد.

$$\left.\begin{matrix} q_1 = 12\mu C \\ q_2 = 8\mu C \end{matrix}\right\} \xrightarrow[\text{و به } q_2 \text{ می‌دهیم.}]{\text{۲}\mu C \text{ بار از } q_1 \text{ برمی‌داریم}} \left.\begin{matrix} q_1' = 10\mu C \\ q_2' = 10\mu C \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{100}{96}$$

حالت دوم: اگر با برداشتن مقداری بار از q_1 و دادن آن مقدار بار به q_2 حاصل ضرب بارها تغییر نکند، نیروی الکتریکی بین دو بار ثابت می‌ماند.

$$\left.\begin{matrix} q_۱ = ۱۲\mu C \\ q_۲ = ۸\mu C \end{matrix}\right\} \xrightarrow[\text{و به } q_۲ \text{ می‌دهیم.}]{\text{۴}\mu C \text{ بار از } q_۱ \text{ برمی‌داریم}} \begin{matrix} q'_۱ = ۸\mu C \\ q'_۲ = ۱۲\mu C \end{matrix} \Rightarrow \frac{F'}{F} = ۱$$

حالت سوم: اگر با برداشتن مقداری بار از $q_۱$ و دادن آن مقدار بار به $q_۲$ حاصل‌ضرب بارها کاهش یابد، نیروی F کاهش می‌یابد.

بنابراین هر سه حالت امکان‌پذیر است.

$$\left.\begin{matrix} q_۱ = ۱۰\mu C \\ q_۲ = ۱۰\mu C \end{matrix}\right\} \xrightarrow[\text{و به } q_۲ \text{ می‌دهیم.}]{\text{۲}\mu C \text{ بار از } q_۱ \text{ برمی‌داریم}} \begin{matrix} q'_۱ = ۸\mu C \\ q'_۲ = ۱۲\mu C \end{matrix} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۹۶}{۱۰۰}$$

۸ **دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۱\mu C$ و $q_۲ = ۲\mu C$ در چه فاصله‌ای برحسب سانتی‌متر به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی ۱۸ نیوتون وارد می‌کنند؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$**

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** طبق رابطهٔ قانون کولن خواهیم داشت:

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} \Rightarrow ۱۸ = \frac{۹ \times ۱۰^{+۹} \times ۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{r^۲}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده می‌کنیم}} ۱ = \frac{۱۰^{-۳}}{r^۲} \Rightarrow r^۲ = ۱۰^{-۳}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{\ }} r = \sqrt{۱۰^{-۳}}(m) \xrightarrow[\times ۱۰^{+۲}]{cm \text{ تبدیل به}} r = ۱۰^{۲}\sqrt{۱۰^{-۳}} = \sqrt{۱۰}cm$$

۹ **دو ذرهٔ باردار که در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، نیرویی الکتریکی به بزرگی ۰٫۴۵ نیوتون به یکدیگر وارد می‌کنند. اگر فاصلهٔ این دو ذره را به $\frac{r}{۲}$ کاهش دهیم و اندازهٔ بار الکتریکی یکی از این دو ذره را ۲ برابر کنیم، اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو ذره چند نیوتون می‌شود؟**

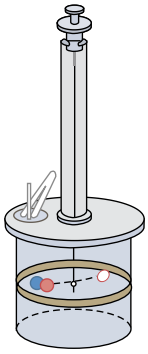
۱) ۳٫۶ ۲) ۱٫۸ ۳) ۰٫۲۲۵ ۴) ۰٫۹

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** براساس رابطهٔ قانون کولن $F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$ برای مقایسهٔ دو حالت داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ \rightarrow \frac{F'}{۰٫۴۵} = \frac{q_۱}{q_۱} \times \frac{۲q_۲}{q_۲} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{۲}}\right)^۲ = ۱ \times ۲ \times ۴ = ۸$$

$$\rightarrow F' = ۰٫۴۵ \times ۸ = ۳٫۶\,(N)$$

۱۰ در ترازوی پیچشی کولن، نیروی مؤثر بین بارهای مثبت و منفی، چگونه به دست می‌آید؟



۱) به وسیلهٔ نیروسنج با دقت بالا

۲) با اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش تا رسیدن به حالت تعادل

۳) با اندازه‌گیری تعداد دوران تا رسیدن به حالت تعادل

۴) با اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای چرخش تا رسیدن به حالت تعادل

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ در ترازوی پیچشی کولن در یک سر میلهٔ نارسانای سبک افقی، یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانهٔ شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویهٔ چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی موثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به دست می‌آید.

۱۱ هستهٔ اتم هلیم دارای دو نوترون و دو پروتون است. اگر فاصلهٔ دو پروتون از یکدیگر ۴×۱۰^{-۱۵} متر باشد، بزرگی نیروی دافعهٔ کولنی میان این دو پروتون چند نیوتون است؟

$$(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}} \quad , \quad e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$$

۱) ۱۶ ۲) $۱٫۶ \times ۱۰^{۳}$ ۳) $۱٫۴۴ \times ۱۰^{۲}$ ۴) ۱۴٫۴

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ اندازهٔ هر بار پروتون برابر $e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ است.

$$q_۱ = q_۲ = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

$$F = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^{۲}} = ۹ \times ۱۰^{۹} \times \frac{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{(۴ \times ۱۰^{-۱۵})^{۲}} = ۱۴٫۴ N$$

۱۲ در هستهٔ اتم هلیم، دو پروتون به فاصلهٔ تقریبی $۲٫۴ \times ۱۰^{-۱۵} m$ از یکدیگر قرار دارند. حداقل اندازهٔ نیروی جاذبهٔ هسته‌ای داخل هسته چند نیوتون است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و $k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}})$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ نیروی جاذبهٔ هسته‌ای باید بتواند بر نیروی دافعه کولونی پروتون‌ها غلبه کند و پروتون‌ها را در کنار هم در

هسته نگه دارد. پس حداقل اندازهٔ آن برابر اندازهٔ نیروی دافعهٔ پروتون‌ها است.

$$F=\frac{k|q_1q_2|}{r^2}=\frac{kee}{r^2}=\frac{9\times10^9\times(1/6\times10^{-19})^2}{(2/4\times10^{-15})^2}=40N$$

پاسخ گزینهٔ ۴ است.

۱۳ دو ذره با بارهای $+5\mu C$ و $-4\mu C$ در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متری از هم قرار دارند. اندازهٔ نیروی الکتریکی که دو ذره به هم وارد می‌کنند برحسب نیوتون و نوع آن، مطابق با کدام گزینه است؟ ($k=9\times10^9\frac{N\cdot m^2}{C^2}$)

۱) ۲۰۰، جاذبه ۲) ۲۰۰، دافعه ۳) ۱۰۰، جاذبه ۴) ۱۰۰، دافعه

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** بارهای ناهم‌نام به یکدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کنند.

$$F=\frac{k|q_1||q_2|}{r^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}\times5\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}=200N$$

۱۴ اگر دو بار نقطه‌ای $q_1=9\mu C$ و $q_2=-4\mu C$ را در فاصلهٔ ۱۸ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دهیم، با نیروی الکتریکی ..... نیوتون یکدیگر را ..... ($k=9\times10^9\frac{N\cdot m^2}{C^2}$)

۱) ۱۲، می‌رانند. ۲) ۱۲، می‌ربایند. ۳) ۱۰، می‌رانند. ۴) ۱۰، می‌ربایند.

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ ابتدا با استفاده از قانون کولن، بزرگی نیرویی که دو بار بر یکدیگر وارد می‌کنند را به‌دست می‌آوریم:

$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\Rightarrow F=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}\times9\times10^{-6}}{(0/18)^2}=10N$$

چون بارها ناهم‌نام هستند، یکدیگر را می‌ربایند و بنابراین گزینهٔ «۴» صحیح است.

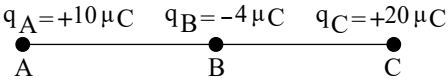
۱۵ دو بار نقطه‌ای در فاصلهٔ مشخصی از یکدیگر قرار دارند. اگر اندازهٔ هر یک از بارها دو برابر و فاصلهٔ آن‌ها از یکدیگر نیز دو برابر شود، بزرگی نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می‌کنند، چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ با توجه به قانون کولن داریم:

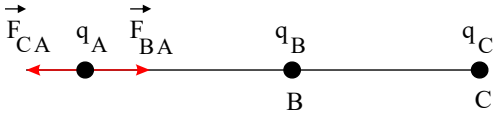
$$F=\frac{k|q_1||q_2|}{d^2}\xrightarrow[d'=2d]{|q'|=2|q_1|,|q'_2|q_2|}F'=4\frac{k|q_1||q_2|}{4d^2}=\frac{k|q_1||q_2|}{d^2}\Rightarrow F=F'$$

۱۶ در شکل زیر، $\overline{AB} = \overline{BC} = ۳cm$ است. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A چند نیوتون و به کدام سمت است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}})$



۱) ۱۰۰، چپ
۲) ۱۰۰، راست
۳) ۹۰۰، چپ
۴) ۹۰۰، راست

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** ابتدا نیروهای وارد بر بار q_A از طرف دو بار q_B ، q_C را رسم کرده سپس با استفاده از قانون کولن اندازه آنها را بدست می‌آوریم:



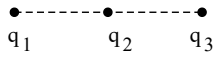
$$F_{BA} = k\frac{q_A q_B}{r^{۲}} \Rightarrow F_{BA} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times (۴ \times ۱۰^{-۶})(۱۰ \times ۱۰^{-۶})}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۴۰۰N$$

$$F_{CA} = k\frac{q_C q_A}{r^{۲}} \Rightarrow F_{CA} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times (۲۰ \times ۱۰^{-۶})(۱۰ \times ۱۰^{-۶})}{(۶ \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۵۰۰N$$

برآیند دو بردار خلاف جهت $F_T = F_{CA} - F_{BA} = ۵۰۰ - ۴۰۰ = ۱۰۰N$

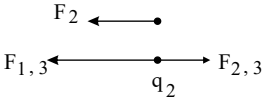
باتوجه به اینکه $|F_{CA}| > |F_{BA}|$ است. در نتیجه برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A به سمت چپ است.

۱۷ سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ روی یک خط راست مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. بارهای $q_۲$ و $q_۳$ هم‌دیگر را می‌رانند و بار $q_۱$ مثبت است. اگر جهت برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ به سمت چپ باشد، نوع بار $q_۲$ و $q_۳$ به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) مثبت – منفی
۲) منفی – مثبت
۳) منفی – منفی
۴) مثبت – مثبت

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ مطابق شکل زیر چون بارهای $q_۲$ و $q_۳$ یکدیگر را دفع می‌کنند، بنابراین نیروی وارد از بار $q_۲$ بر بار $q_۳$ به سمت راست می‌باشد و چون برایند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ به سمت چپ است، لذا بایستی نیروی وارد بر بار $q_۳$ از طرف بار $q_۱$ به سمت چپ باشد یعنی بار $q_۱$ بار $q_۳$ را جذب کند، چون $q_۱ > ۰$ است لذا $q_۳ < ۰$ است و چون بارهای $q_۲$ و $q_۳$ یدیگر را دفع می‌کنند، هم‌نام هستند و $q_۲ < ۰$ است.



۱۸ دو ذره با بارهای الکتریکی $q_۱ = -۳\mu C$ و $q_۲ = ۴\mu C$ در فاصلهٔ ۶ متری از یکدیگر ثابت شده‌اند بزرگی و نوع نیرویی که دو ذره به یکدیگر برحسب نیوتون وارد می‌کنند کدام است؟

۱) جاذبه - ۳×۱۰^{-۳} ۲) دافعه - ۳×۱۰^{-۳} ۳) جاذبه - ۳×۱۰^{-۱} ۴) دافعه - ۳×۱۰^{-۱}

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** چون دو بار ناهم‌نام هستند یکدیگر را جذب می‌کنند. طبق رابطهٔ قانون کولن داریم:

$$F = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \rightarrow F = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{۳ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{۶^۲} = ۳ \times ۱۰^{-۳}N$$

۱۹ دو بار الکتریکی نقطه‌ای ناهم‌نام $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ $۳۰cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر اندازهٔ بار $q_۲$ پنج برابر اندازهٔ بار $q_۱$ باشد، اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای که بار $q_۱$ به $q_۲$ وارد می‌کند، چند برابر اندازهٔ نیروی الکتریکی است که بار $q_۲$ به بار $q_۱$ وارد می‌کند؟

۱) ۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۵}$

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ باتوجه به قانون سوم نیوتون اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای که بار $q_۱$ به $q_۲$ وارد می‌کنند برابر اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای است که بار $q_۲$ به $q_۱$ وارد می‌کند.

$$\vec{F}_{۲۱} = -\vec{F}_{۱۲} \rightarrow F_{۲۱} = F_{۱۲} = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \rightarrow \frac{F_{۱۲}}{F_{۲۱}} = ۱$$

۲۰ دو کرهٔ رسانا دارای بارهای $q_۱ = ۲۰\mu C$ و $q_۲$، در فاصلهٔ ۴۰ سانتی‌متری، یکدیگر را با نیرویی به بزرگی $۹۰N$ می‌رانند، بار $q_۲$ برحسب کولن کدام است؟

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

۱) ۸×۱۰^{-۵} ۲) -۸×۱۰^{-۵} ۳) ۴×۱۰^{-۵} ۴) -۴×۱۰^{-۵}

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱**

$$F = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{۲۰ \times ۱۰^{-۶} \times |q_۲|}{۱۶۰۰ \times ۱۰^{-۴}} \rightarrow |q_۲| = ۸ \times ۱۰^{-۵}C$$

نیروی دو بار رانشی است و بار $q_۱$ مثبت است بنابراین $q_۲$ نیز باید مثبت باشد:

$$q_۲ = +۸ \times ۱۰^{-۵}$$

۲۱ دو ذره با بارهای الکتریکی $q_۱ = ۵\mu C$ و $q_۲ = ۲\mu C$ در فاصلهٔ ۳ متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازهٔ نیرویی که این دو ذرهٔ باردار بر هم وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱ ۴) ۰٫۰۱

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق رابطهٔ کولن نیروی بین دو بار $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ r برابر است با:

$$F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}$$

پس $\xrightarrow[|q_۱|=۵\mu C=۵\times۱۰^{-۶}C]{|q_۲|=۲\mu C=۲\times۱۰^{-۶}C}$ $F = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{۳^۲} = ۱۰^{-۲} = ۰٫۰۱\ (N)$

۲۲ دو ذره دارای بار الکتریکی $q_۱ = +۱\mu C$ و $q_۲ = -۸\mu C$ در فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری از هم ثابت شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار $q_۲$ بر بار $q_۱$ وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی است که بار $q_۱$ بر بار $q_۲$ وارد می‌کند؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$

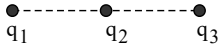
۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) ۸ ۴) $\frac{۴}{۵}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق رابطهٔ $F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}$ نیروی بار $q_۱$ به $q_۲$ برابر $F_{۱۲} = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}$ و نیروی $q_۲$ به $q_۱$ برابر $F_{۲۱} = \frac{k|q_۲||q_۱|}{r^۲}$ خواهد بود که مقدار هر دوی آن‌ها یکی خواهد بود.

لازم است که بدانیم طبق قانون سوم نیوتن نیروی $F_{۱۲}$ و $F_{۲۱}$ عمل و عکس‌العمل هستند یعنی مقدار مساوی و جهت خلاف یکدیگر را دارند.

$$\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱} \quad , \quad |\vec{F}_{۱۲}| = |\vec{F}_{۲۱}|$$

۲۳ مطابق شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ در سه نقطه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ از طرف دو بار دیگر برابر صفر باشد، کدام گزینه در مورد بارهای $q_۱$ و $q_۲$ صحیح است؟

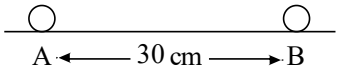


۱) $q_۱ q_۲ > ۰$ ، $|q_۲| < |q_۱|$ ۲) $q_۱ q_۲ < ۰$ ، $|q_۲| < |q_۱|$ ۳) $q_۱ q_۲ < ۰$ ، $|q_۱| < |q_۲|$ ۴) $q_۱ q_۲ > ۰$ ، $|q_۱| < |q_۲|$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱

چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ از طرف دو بار دیگر برابر صفر است؛ بنابراین میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار در محل بار $q_۳$ برابر با صفر است و دو بار ناهم‌نام هستند ($q_۱ q_۲ < ۰$) و از طرفی برایند میدان الکتریکی در نزدیکی بار با اندازهٔ کوچکتر برابر صفر می‌گردد، یعنی $|q_۱| < |q_۲|$.

۲۴ گلولهٔ نارسانا و کوچک A با بار الکتریکی $-۲\mu C$ و جرم ۱۰ گرم روی سطح بدون اصطکاکی قرار دارد. اگر مطابق شکل، گلولهٔ نارسانا و کوچک دیگری با بار $-۳\mu C$ در فاصلهٔ $۳۰cm$ این گلوله قرار دهیم، شتاب حرکت گلولهٔ A در شروع حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$



۱) ۶۰
۲) ۶
۳) ۰٫۶
۴) ۰٫۰۶

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** طبق رابطهٔ $F = kq_۱ q_۲/r^۲$ نیروی وارد بر بار q_A را پیدا می‌کنیم، از طرفی سؤال از ما شتاب را خواسته که از قانون دوم نیوتون $(F = ma)$ می‌توان شتاب را پیدا کرد، پس:

$$\begin{cases} F = \dfrac{kq_۱ q_۲}{r^۲} \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow ma = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}$$

$$\Rightarrow ۱۰ \times \underbrace{۱۰^{-۳}}_{\substack{\text{تبدیل } g \\ \text{به } kg}} \times a = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۳ \times ۱۰^{-۶}}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} \rightarrow a = ۶۰ m/s^۲$$

۲۵ بارهای q و $۳q$ در فاصلهٔ معینی از هم قرار دارند. اگر نیرویی که بار $۳q$ به بار q وارد می‌کند، برابر با $\vec{F}$ باشد، نیرویی که بار q به بار $۳q$ وارد می‌کند، کدام است؟

۱) $۳\vec{F}$
۲) $\frac{\vec{F}}{۳}$
۳) $-\vec{F}$
۴) $-\frac{\vec{F}}{۳}$

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ طبق قانون سوم نیوتن، نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می‌کنند هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگر می‌باشد.