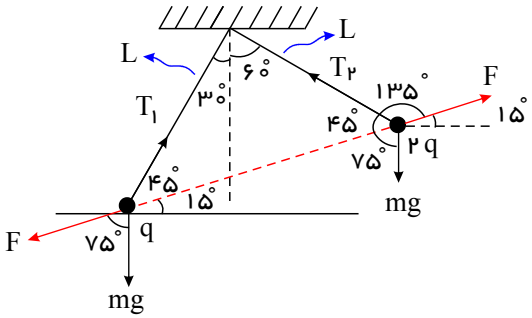
پاسخنامه تشریحی

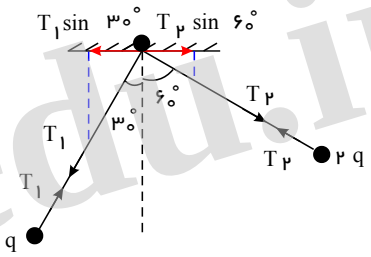
۱ ـ گزینه ۳ راه حل اول: با رسم نیروهای وارد بر هر یک از آونگ‌های باردار و با توجه به این که هر دو آونگ هم طول و در حال تعادل قرار دارند، با استفاده از قضیه سینوس‌ها داریم:



$$\begin{cases}\dfrac{T_۱}{\sin ۷۵^\circ}=\dfrac{F}{\sin ۱۵۰^\circ}\\ \dfrac{T_۲}{\sin ۱۰۵^\circ}=\dfrac{F}{\sin ۱۲۰}\end{cases}\xrightarrow{\sin ۱۰۵^\circ=\sin ۷۵^\circ}\frac{T_۱}{T_۲}=\frac{\sin ۱۲۰^\circ}{\sin ۱۵۰}=\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۳}$$

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

$$T_۱\sin ۳۰^\circ=T_۲\sin ۶۰^\circ\Rightarrow\frac{T_۱}{T_۲}=\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\sqrt{۳}$$



۲ ـ گزینه ۲

روش اول:

$$F=\frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}\rightarrow ۴=\frac{(۹\times ۱۰^۹)\times|q_۱|\times|q_۲|\times ۱۰^{-۱۲}}{(۰/۳)^۲}\rightarrow|q_۱||q_۲|=۴۰$$

که فقط در گزینه‌ی (۲) حاصل ضرب اندازه‌ی بارها برابر ۴۰ می‌باشد.

روش دوم:

قبل از تماس: $F=\dfrac{kq_۱q_۲}{r^۲}\Rightarrow ۴=\dfrac{۹\times ۱۰^۹\times|q_۱q_۲|\times ۱۰^{-۱۲}}{۹\times ۱۰^{-۲}}\Rightarrow|q_۱q_۲|=۴۰\quad(۱)$

بعد از تماس: $q'_۱=q'_۲=\dfrac{q_۱+q_۲}{۲}=۳\Rightarrow q_۱+q_۲=۶\quad(۲)$

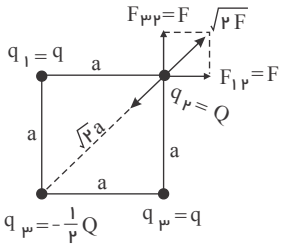
$$\xrightarrow{(۱)\,,\,(۲)}\begin{cases}q_۱q_۲=۴۰\\ q_۱+q_۲=۶\end{cases}\Rightarrow q_۱(q_۱-۶)=۴۰\Rightarrow q_۱^۲-۶q_۱-۴۰=۰$$

ریشه یا جواب این معادله برابر $۱۰\mu C$ و $-۴\mu C$ است.

abadgaranedu.ir

۳ ـ گزینه ۲

اگر فرض کنیم $Q > ۰$ آنگاه:



$$q_۲ = Q > ۰$$
$$q_۳ = -\frac{۱}{۲}Q < ۰$$

و برای خنثی‌شدن نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ می‌بایستی:

$$q_۳ > ۰, q_۱ > ۰ \Rightarrow q > ۰$$

$$\begin{cases} \vec{F_{۳۲}} + \vec{F_{۱۲}} + \vec{F_{۳۲}} = \vec{۰} \\ |\vec{F_{۱۲}}| = |\vec{F_{۳۲}}| = F \end{cases} \Rightarrow \vec{F_{۳۲}} = -(\vec{F_{۱۲}} + \vec{F_{۳۲}}) \rightarrow |\vec{F_{۳۲}}| = |-(\vec{F_{۱۲}} + \vec{F_{۳۲}})| \rightarrow \frac{k|q_۳|q_۲}{(\sqrt{۲}a)^۲} = \sqrt{۲}F = \sqrt{۲}(\frac{kqq_۲}{a^۲}) \rightarrow \frac{k\frac{Q}{۲}Q}{۲a^۲} = \frac{\sqrt{۲}(kqQ)}{a^۲}$$
$$\rightarrow \frac{Q}{۴} = \sqrt{۲}q \rightarrow \frac{Q}{q} = ۴\sqrt{۲}$$

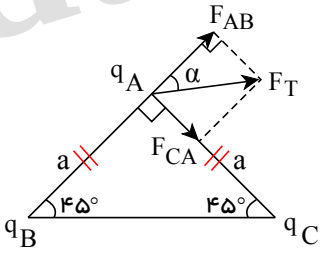
۴ ـ گزینه ۴ بار الکتریکی یک جسم همواره مضرب صحیحی از بار پایه (e) است و اندازه‌ی آن از رابطه‌ی $q = \pm ne$ به دست می‌آید. و داریم:

$$q = ne \rightarrow ۱ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = \frac{۱۰^{-۶}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$$

بنابراین باید تعداد $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$ الکترون از سکه خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+۱\mu C$ شود.

۵ ـ گزینه ۱

$$F_{CA} = \frac{\kappa q_A q_c}{r^۲} = \frac{\kappa \times q \times q}{a^۲} = \kappa\frac{q^۲}{a^۲} = F$$
$$F_{BA} = \kappa\frac{q_B q_A}{r^۲} = \frac{\kappa \times \sqrt{۳}q \times q}{a^۲} = \sqrt{۳} \times \kappa\frac{q^۲}{a^۲} = \sqrt{۳}F$$
$$\tan\alpha = \frac{F}{F\sqrt{۳}} = \frac{۱}{\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳} \Rightarrow \alpha = ۳۰^\circ$$

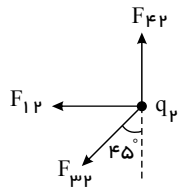


۶ ـ گزینه ۴

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_۱}{F_۲} \Rightarrow (\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \Rightarrow \frac{F}{۲F} = (\frac{r_۲}{r})^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲} = (\frac{r_۲}{r})^۲ \Rightarrow \frac{۱}{\sqrt{۲}} = \frac{r_۲}{r}$$
$$r_۲ = \frac{r}{\sqrt{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}r$$

۷ ـ گزینه ۴

با توجه به شکل، بار $q_۳$ بار $q_۲$ را جذب کرده، پس علامت آن مثبت است. چون نیروی خالص وارد بر $q_۲$ در راستای محورxها است، مؤلفه‌های قائم نیروها باید یکدیگر را خنثی کنند.



$$F_{۳۲}\cos ۴۵^\circ = F_{۴۲} \Rightarrow \frac{\cancel{k}\ \cancel{q_۲}\ q_۳}{(a\sqrt{۲})^۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{\cancel{k}\ \cancel{q_۲}\ q_۴}{a^۲} \Rightarrow \frac{q_۳}{۲۰^۲ \times ۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{۴}{۲۰^۲} \Rightarrow q_۳ = +۸\sqrt{۲}\ \mu C$$

abadgaranedu.ir

۸ ـ گزینه ۲

$$\frac{F'}{F}=\frac{q_1'q_2'}{q_1q_2}\times(\frac{r}{r'})^2\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{3\times3}{1\times1}\times(\frac{1}{3})^2=1$$

۹ ـ گزینه ۴ پس از تماس دو کرهٔ فلزی هم اندازه و مشابه ، بارهای آن ها با هم برابر می‌شوند. پس:

$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2}=\frac{15+5}{2}=10\mu C$$

$$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{q_1'q_2'}{q_1q_2}\times(\frac{r}{r'})^2\xrightarrow{r=r'}\frac{F'}{F}=\frac{10\times10}{5\times15}=\frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow\Delta F=F'-F=\frac{4}{3}F-F\Rightarrow\Delta F=\frac{1}{3}F\times\%100\Rightarrow\Delta F=\%33F$$

۱۰ ـ گزینه ۳

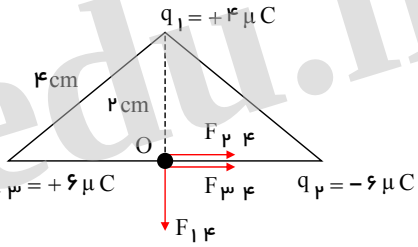
$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}=\frac{kq^2}{r^2}$$

$$F'=k\frac{(q-0/25q)(q+0/25q)}{r^2}=k\frac{(q^2-\frac{1}{16}q^2)}{r^2}=\frac{15}{16}\frac{kq^2}{r^2}\Rightarrow F'=\frac{15}{16}F$$

راه حل دوم:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow F'=(\frac{3}{4}\times\frac{5}{4})F=\frac{15}{16}F$$

۱۱ ـ گزینه ۴ ابتدا نیروی F_{34} و F_{24} که مساوی و هم جهت هستند را حساب کرده و برآیند می گیریم.



$$F_{24}=F_{34}=\frac{kq_3q_4}{r^2}=\frac{9\times10^9\times6\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(\sqrt{12}\times10^{-2})^2}$$

$$=\frac{54\times10^{-3}}{12\times10^{-4}}=4/5\times10^1=45N$$

$$F_{23}=F_{34}+F_{24}=45+45=90N$$

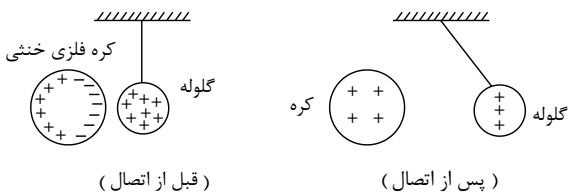
برای محاسبه ی F_{14} ، ابتدا فاصله ی q_1 و q_4 را حساب می کنیم و داریم :

$$4^2=2^2+r^2\Rightarrow r=\sqrt{12}\Rightarrow F_{1,4}=\frac{kq_1q_4}{r^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(2\times10^{-2})^2}=\frac{36\times10^{-3}}{4\times10^{-4}}=90N$$

و در نهایت دو بردار عمود بر هم داریم (F_{14} و برآیند F_{24}, F_{34}) که برآیند آن ها برابر است با:

$$F_T=\sqrt{(90)^2+(90)^2}\Rightarrow F_T=90\sqrt{2}N$$

۱۲ ـ گزینه ۱ اگر کره‌ی فلزی به گلوله فلزی نزدیک شود بارهای کره ی فلزی به صورت تصویر زیر توضیع می‌شود وپس ازآن بین بارهای مثبت گلوله آویزان و بارهای منفی القا شده در سمت راست کره نیروی جاذبه و بین بارهای مثبت گلوله و بارهای مثبت القا شده در سمت چپ کره نیروی دافعه به وجود می‌آید چون فاصله‌ی بین بارهای مثبت و منفی کمتر است پس نیروی جاذبه قوی تر می‌باشد. بنابراین گلوله جذب کره می‌شود. بعد از تماس بار مثبت گلوله بین کره وگلوله تقسیم شده و هر دو مثبت می‌شوند بنابراین بارهای هم‌نام به وجود آمده در کره فلزی و گلوله فلزی یکدیگر را دفع می‌نمایند.



۱۳ ـ گزینه ۲

روش اوّل:

$$F_2=F_1+0/50F_1\Rightarrow F_2=\frac{3}{2}F_1$$

$$k\frac{q_1'q_2'}{r^2}=k\frac{q_1q_2}{r^2}\times\frac{3}{2}\Rightarrow(8-2)\times(q_2+2)=8\times q_2\times\frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow6(q_2+2)=12q_2\Rightarrow q_2+2=2q_2\Rightarrow q_2=2\mu C$$

abadgaranedu.ir

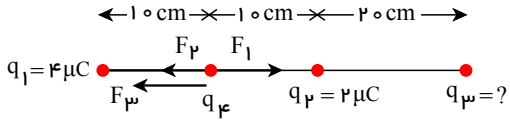
روش دوم : وقتی تغییرات پارامتری به صورت درصدی بیان می شود، می توانیم مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کنیم و به همان مقدار تغییرات درصدی، از ۱۰۰ کم یا اضافه کنیم. بنابراین داریم :

۵۰ درصد افزایش $F \Rightarrow F = ۱۰۰ \Rightarrow F' = ۱۵۰$

۲۵ درصد یعنی $\frac{۱}{۴}$، پس ۲۵ درصد $q_۱$ می شود $\frac{۱}{۴} \times ۸ = ۲$. بنابراین $q'_۲ = q_۲ + ۲$ و $q'_۱ = ۶$ و داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times (\frac{r'}{r})^۲ \Rightarrow \frac{۱۵۰}{۱۰۰} = \frac{۶}{۸} \times \frac{q_۲ + ۲}{q_۲} \Rightarrow q_۲ = ۲\mu C$$

۱۴ - گزینه ۱ اگر بار $q_۴$ را مثبت فرض کنیم در این صورت بارهای $q_۱$ و $q_۲$ بار $q_۴$ را دفع می‌کنند و چون $q_۱ > q_۲$ و $r_۱ = r_۲$ است، پس $F_۱ > F_۲$ است و $q_۳$ باید مثبت باشد.از طرفی نیروی بار $q_۱$ باید برآیند نیروهای بارهای $q_۲$ و $q_۳$ را خنثی کند.



$$\Rightarrow F_۲ + F_۳ = F_۱ \Rightarrow \frac{kq_۲q_۴}{(۰/۱)^۲} + \frac{kq_۳q_۴}{(۰/۳)^۲}$$
$$= \frac{kq_۱q_۴}{(۰/۱)^۲} \xrightarrow[\text{ساده شده اند}]{q_۴ \, , \, k} \frac{۲}{۰/۰۱} + \frac{q_۳}{۰/۰۹} = \frac{۴}{۰/۰۱} \Rightarrow q_۳ = ۱۸\mu c$$

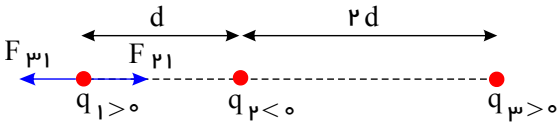
۱۵ - گزینه ۳

$$F_{۱۳} = \frac{q_۱q_۳}{۴L^۲} \rightarrow \frac{q_۲q_۳}{L^۲} - \frac{q_۱q_۳}{۴L^۲} = \frac{q_۱q_۳}{۴L^۲}$$

$$\frac{q_۲ \cancel{q_۳}}{L^۲} = ۲\frac{q_۱ \cancel{q_۳}}{۴L^۲} \rightarrow q_۲ = \frac{q_۱}{۲} = \frac{۴\mu C}{۲} = ۲\mu C$$

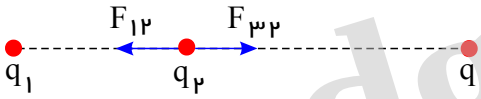
اما $q_۲ < ۰$ است بنابراین $q_۲ = -۲\mu C$.

۱۶ - گزینه ۴ اندازه برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$ برابر است با:



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

برآیند نیروهای وارد بر $q_۲$ برابر است با:

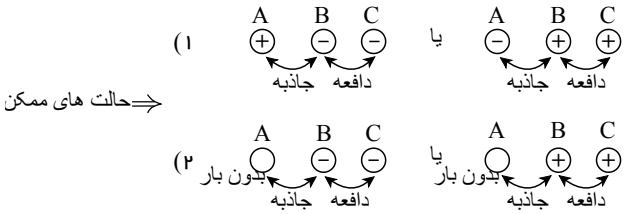


$$F_{۱۲} = \frac{kq_۱q_۲}{d^۲} = \frac{kq_۱q_۱}{d^۲}$$
$$F_{۳۲} = \frac{kq_۱q_۳}{(۲d)^۲} = \frac{kq_۱}{d^۲}\frac{q_۳}{۴}$$
$$\Rightarrow F_{\text{خالص}q_۱} = \frac{kq_۱}{d^۲}(\frac{q_۳}{۴} - q_۱)$$

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

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

۱۷ - گزینه ۴ اگر B و C یکدیگر را دفع می‌کنند، قطعاً این دو گلوله باردار بوده و بار آن‌ها با یکدیگر هم نام است (رد گزینه ی ۲ و ۳). از طرفی گلوله‌ی B جذب گلوله‌ی A شده است. بنابراین گلوله ی A باردار و بار آن با B ناهمنام است و یا بدون بار می‌باشد (توجه شود که یک گلوله‌ی باردار، همواره یک گلوله‌ی فلزی بدون بار را جذب می‌کند) و گزینه‌ی ۴ می‌تواند صحیح باشد. دقت شود که در مورد مقدار بار گلوله‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.



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

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 $q_۱ + q_۲ = q_۱ + ۲q_۱ = ۳q_۱$ به یک اندازه بین بارها تقسیم شود.

abadgaranedu.ir

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{۳q_۱}{۲}$$

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 $\frac{\Delta q}{q_۱} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۳}{۲}q_۱ - q_۱}{q_۱} \times ۱۰۰ = \%۵۰$

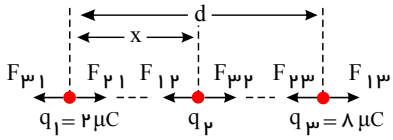
درصد تغییرات بار جسم دوم $\frac{\Delta q}{q_۲} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۳}{۲}q_۱ - ۲q_۱}{۲q_۱} \times ۱۰۰ = -\frac{۱}{۴} \times ۱۰۰ = -\%۲۵$

۱۹ ـ گزینه ۴ اندازه‌ی نیروی بین بارهای الکتریکی هم نام $q_۱$ و $q_۲ = ۵q_۱$ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r_۲}\ ,\ k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m}{C^۲}\ ,\ r = ۳m\ ,\ F = ۰/۰۲N$$

$$۰/۰۲ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۵q_۱^۲}{۳^۲} \Rightarrow q_۱^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow q_۱ = ۲ \times ۱۰^{-۶}C = ۲\mu C$$

۲۰ ـ گزینه ۳ با توجه به این که برایند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها برابر صفر است پس علامت بار $q_۲$ منفی می‌باشد.



$$F_{۱۲} = F_{۳۲} \Rightarrow k\frac{۲ \times q_۲}{x^۲} = k\frac{۸ \times q_۲}{(d-x)^۲} \Rightarrow ۴x^۲ = (d-x)^۲ \quad (۱)$$

$$F_{۲۱} = F_{۳۱} \Rightarrow k\frac{۲ \times q_۲}{x^۲} = k\frac{۲ \times ۸}{d^۲} \Rightarrow q_۲ = ۸\frac{x^۲}{d^۲} \quad (۲)$$

رابطه‌ی (۱) $\Rightarrow ۲x = d - x \Rightarrow ۳x = d \Rightarrow x = \frac{d}{۳}$

رابطه‌ی (۲) $\Rightarrow q_۲ = ۸\frac{x^۲}{d^۲} = ۸\frac{\frac{d^۲}{۹}}{d^۲} = \frac{۸}{۹}\mu C$

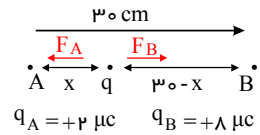
چون بار $q_۲$ منفی است پس $q_۲ = -\frac{۸}{۹}\mu C$ است.

۲۱ ـ گزینه ۳

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \Rightarrow \frac{\frac{۱}{۲}F}{F} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{۱}{\sqrt{۲}}$$

$$r_۲ = \sqrt{۲}r_۱ \Rightarrow r_۲ = \sqrt{۲}r$$

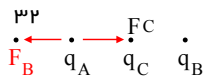
۲۲ ـ گزینه ۱ ابتدا بار q را در نقطه ای قرار می‌دهیم که در حال تعادل باشد.(می دانیم که باید بین دو بار نزدیک بار کوچکتر باشد تا نیروها یکدیگر را خنثی کنند)



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

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{x} = \frac{۲}{۳۰-x} \Rightarrow x = ۱۰\,Cm$$

حالا که محل q_C معلوم شد شرط تعادل q_A یا q_B را هم چک می کنیم: (F_C باید جاذبه باشد تا F_B را خنثی کند پس q منفی است)



$$F_B = F_C \Rightarrow \frac{k \times ۸ \times ۲}{۳۰^۲} = \frac{k \times ۲ \times q}{۱۰^۲} \Rightarrow q = \frac{۸}{۹} \xrightarrow{\text{منفی}} q = -\frac{۸}{۹}\mu C$$

۲۳ ـ گزینه ۳

$$۰/۲۵q_۱ = ۲۰\mu C \rightarrow \begin{cases} q'_۱ = ۸۰ - ۲۰ = ۶۰\mu C \\ q'_۲ = (-۵۰) + ۲۰ = -۳۰\mu C \end{cases}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱|q'_۲|}{q_۱|q_۲|} = \frac{۶۰ \times ۳۰}{۸۰ \times ۵۰} = \frac{۱۸}{۴۰} = \frac{۹}{۲۰} \rightarrow \frac{\Delta F}{F} = -\frac{۱۱}{۲۰} = -۵۵\%$$ ۵۵ درصد کاهش

۲۴ ـ گزینه ۱

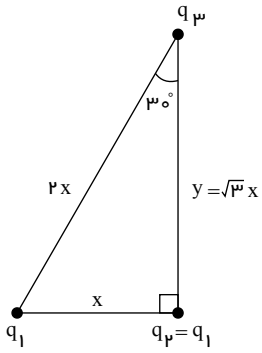
$$F_{۱۲} = F_{۲۳} \rightarrow \cancel{k}\frac{|q_۱|\cancel{|q_۲|}}{r_{۱۲}^۲} = \cancel{k}\frac{\cancel{|q_۲|}|q_۳|}{r_{۲۳}^۲} \rightarrow \frac{|q_۱|}{x^۲} = \frac{|q_۳|}{۳x^۲}$$

abadgaranedu.ir

$\rightarrow |q_۳| = ۳|q_۱| = ۳|q_۲| (q_۱ = q_۲)$

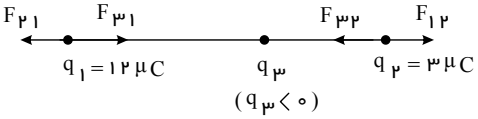
$\frac{F_{۱۳}}{F_{۱۲}} = (\frac{|q_۱| \times |q_۳|}{|q_۱| \times |q_۲|})(\frac{r_{۱۲}}{r_{۱۳}})^۲ = (۳)(\frac{x}{۲x})^۲ = \frac{۳}{۴}$

$$\tan ۳۰^\circ = \frac{۱}{\sqrt{۳}} = \frac{x}{y} \rightarrow y = \sqrt{۳}x$$
$$r_{۱۳} = \sqrt{x^۲ + y^۲} = ۲x$$



۲۵ - گزینه ۳ چون برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذرهٔ صفر است. حتماً این سه ذره بر روی یک خط واقع‌اند.

چون $q_۱$ و $q_۲$ هم علامت‌اند بار $q_۳$ حتماً بین این دو بار و نزدیکتر به بار $q_۲$ $(q_۲ < q_۱)$ است.



چون برآیند نیروهای وارد بر هر ذره صفر است، (مثلاً بار $q_۱$ را در نظر بگیریم) باید بار $q_۳$ مخالف علامت دوبار دیگر باشد یعنی: $q_۳ < ۰$

$r_{۱۲} = \sqrt{(۴ - (-۸))^۲ + (۳ - ۱۲)^۲} = \sqrt{۱۴۴ + ۸۱} = ۱۵$

$r_{۱۳} = x, r_{۱۲} = ۱۵cm, r_{۲۳} = (۱۵ - x)cm$

$$\begin{cases} F_{۳۱} = F_{۲۱} \rightarrow \frac{kq_۱|q_۳|}{r^۲} = \frac{kq_۱q_۲}{r_{۱۲}^۲} \quad (۱) \\ F_{۳۲} = F_{۱۲} \rightarrow \frac{k|q_۳|q_۲}{r_{۳۲}^۲} = \frac{kq_۱q_۲}{r_{۱۲}^۲} \quad (۲) \end{cases}$$

$(۱), (۲) \rightarrow \frac{kq_۱|q_۳|}{r_{۱۳}^۲} = \frac{k|q_۳|q_۲}{r_{۳۲}^۲} \rightarrow \frac{۱۲}{x^۲} = \frac{۳}{(۱۵ - x)^۲} \rightarrow (\frac{۱۵ - x}{x})^۲ = \frac{۱}{۴}$

$\rightarrow \frac{۱۵ - x}{x} = \frac{۱}{۲} \rightarrow ۳۰ - ۲x = x \rightarrow ۳x = ۳۰ \rightarrow \boxed{x = ۱۰cm}$

$(۱) \rightarrow \frac{|q_۳|}{r_{۱۳}^۲} = \frac{q_۲}{r_{۱۲}^۲} \rightarrow |q_۳| = (\frac{r_{۱۳}}{r_{۱۲}})^۲ q_۲ = (\frac{۱۰}{۱۵})^۲ \times ۳\mu c = \frac{۴}{۳}\mu c$

$q_۳ < ۰ \rightarrow \boxed{q_۳ = -\frac{۴}{۳}\mu c}$

۲۶ - گزینه ۲ اگر مثلاً بار $q_۱$ را به اندازه ی $۲\mu C$ اضافه کنیم، تبدیل به $q'_۱ = q_۲ + ۲$ می شود حال برای مقایسه ی نیروی بین دوحالت داریم:

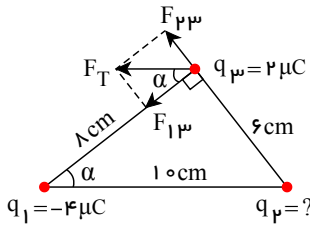
$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times (\frac{r}{r'})^۲ \xrightarrow[F=۰/۲ \ , \ F'=۰/۳]{r=r' \ , \ q_۲=q'_۲} \frac{۰/۳}{۰/۲} = \frac{q_۱ + ۲}{q_۱} \rightarrow \frac{۳}{۲} = \frac{q_۱ + ۲}{q_۱}$

$\xrightarrow[\text{طرفین وسطین}]{} ۳q_۱ = ۲q_۱ + ۴ \rightarrow q_۱ = ۴\mu C$

۲۷ - گزینه ۴ با توجه به جهت نیروی برایند، $q_۲$ و $q_۳$ همنام و نیروی بین آنها رانشی است.

$$\tan \alpha = \frac{۶}{۸} = \frac{F_{۲۳}}{F_{۱۳}} \Rightarrow F_{۲۳} = \frac{۳}{۴}F_{۱۳}$$

$$k\frac{q_۲q_۳}{r_{۲۳}^۲} = \frac{۳}{۴}k\frac{q_۱q_۳}{r_{۱۳}^۲} \Rightarrow \frac{q_۲}{۶^۲} = \frac{۳}{۴} \times \frac{۴}{۸^۲} \Rightarrow q_۲ = \frac{۳ \times ۳۶}{۶۴} = \frac{۲۷}{۱۶}\mu C$$



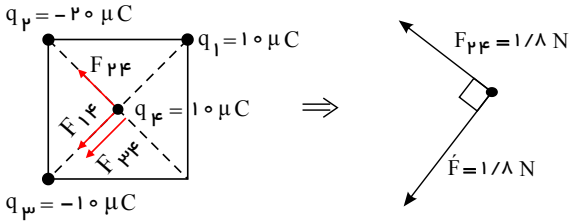
فیزیک دوسالانه

abadgaranedu.ir

۲۸ ـ گزینه ۲

$$\frac{F'}{F}=\frac{q_1'}{q_1}\times\frac{q_2'}{q_2}\times(\frac{r}{r'})\xrightarrow[\text{نصف } r]{\text{نصف } q_1}\frac{F'}{F}=\frac{1}{2}\times 1\times(\frac{1}{\frac{1}{2}})^2=2$$

۲۹ ـ گزینه ۳ اگر ضلع مربع $a=\sqrt{2}m$ باشد، فاصله q_4 از هر کدام از بارها، نصف قطر مربع یعنی برابر با $\frac{1}{2}\sqrt{2}a$ خواهد شد. پس این فاصله برابر با $r=(\frac{1}{2}\sqrt{2}\times\sqrt{2})m=1m$ خواهد شد. حال تک تک نیرو ها را حساب می کنیم :



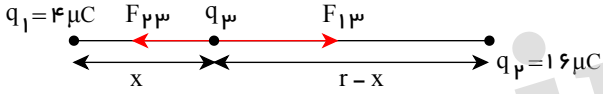
$$F_{14}=F_{34}=\frac{k|q_1q_4|}{r^2}=\frac{9\times10^9\times10^{-5}\times10^{-5}}{1^2}=0/9N$$

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

$$F_{24}=k\frac{|q_2q_4|}{r^2}=\frac{9\times10^9\times20\times10\times10^{-12}}{1^2}=1/8N$$

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

۳۰ ـ گزینه ۲ نکته: برای دو بار هم نام q_1 و q_2 بار سوم q_3 تنها می‌تواند روی خط واصل دو بار در بین آن‌ها و نزدیک به بار کوچک‌تر قرار بگیرد تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود. همانطور که در شکل پیداست در این نقطه نیروها خلاف جهت هستند و از طرفی هم باید برابر باشند، پس:

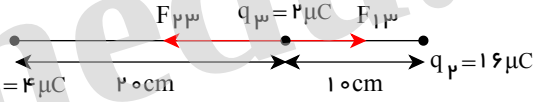


$$q_1=4\mu c\qquad q_2=16\mu c$$

$$F_{13}=F_{23}\Rightarrow\frac{kq_1q_3}{x^2}=\frac{kq_2q_3}{(r-x)^2}\Rightarrow\frac{4}{x^2}=\frac{16}{(r-x)^2}$$

$$\Rightarrow x=\frac{r}{3}=\frac{30}{3}=10cm$$

حال اگر بار q_3 جابجا شود فاصله‌اش تا q_1 برابر $20cm$ و تا q_2 برابر $10cm$ می‌شود در این حالت داریم:



$$F_{13}=\frac{kq_1q_3}{r_1^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(0/2)^2}=1/8N$$

$$F_{23}=\frac{kq_2q_3}{r_3^2}=\frac{9\times10^9\times16\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(0/1)2}=28/8\ N$$

$\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{23}$ در خلاف جهت هم اثر می‌کنند، پس بزرگی نیروی برآیند آن‌ها برابر است با:

$$F_T=(28/8-1/8)=27N$$

abadgaranedu.ir