۸. ابتدا باید مشخص کنیم با دادن 5×10^{10} الکترون به جسم چه مقدار بار منفی به آن می‌دهیم:

$$q=-ne \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{n=5\times10^{10}} q=-5\times10^{10}\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow q=-8\times10^{-9}C \xrightarrow{10^{-9}C=1nC} q=-8nC$$

اکنون بار جسم را پس از دادن الکترون به آن حساب می‌کنیم.

چون بار اولیهٔ آن $q=+4/8nc$ است، وقتی $-8nC$ بار به آن بدهیم، بار جسم برابر می‌شود با:

$$Q=4/8-8\Rightarrow Q=-3/2nC$$

---

۹. چون بار الکتریکی جسم از $-6/4\mu C$ به $+12/8\mu C$ تغییر نموده است، باید از جسم الکترون بگیریم. تعداد الکترون‌های گرفته شده از جسم به صورت زیر به دست می‌آید. در ابتدا تغییر بار الکتریکی جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q=q_2-q_1 \xrightarrow[q_1=-6/4\mu c]{q_2=+12/8\mu c} \Delta q=12/8+6/4$$

$$\Rightarrow \Delta q=19/2\mu C$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $\Delta q=ne$، تعداد الکترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$n=\frac{\Delta q}{e} \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{\Delta q=19/2\mu C=19/2\times10^{-6}C} n=\frac{19/2\times10^{-6}}{1/6\times10^{-19}}$$

$$\Rightarrow n=12\times10^{13}$$

---

۱۰. الف) چون عدد اتمی لیتیم ۳ است، یعنی در هستهٔ آن ۳ پروتون با بار مثبت $1/6\times10^{-19}C$ وجود دارد، بنابراین بار هستهٔ آن برابر است با:

$$q=+ne \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{n=3} q=3\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow q=4/8\times10^{-19}C$$

ب) یون اتم $\left(Li^{+1}\right)$، یعنی اتم لیتیم یک الکترون از دست داده است. بنابراین بار آن مثبت می‌باشد و برابر است با:

$$q=+ne \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{n=1} q=+1\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow q=+1/6\times10^{-19}C$$

---

۱۱. قانون کولن: اندازهٔ نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آن‌ها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی آن‌ها متناسب است و با مربع فاصلهٔ بین آن‌ها نسبت وارون دارد.

رابطهٔ قانون کولن به صورت زیر است:

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

در این رابطه، F بر حسب نیوتون (N)، q_1 و q_2 بر حسب کولن (c)، r بر حسب متر (m) و k بر حسب نیوتون متر مربع بر کولن به توان دو $\left(\frac{N.m^2}{c^2}\right)$ است.

---

۱۲. الف) درست
ب) سوم
پ) خلاف جهت یکدیگر
ت) نادرست
ث) درست
ج) نادرست
چ) ندارد
ح) غیر تماسی
خ) هسته‌ای
د) اندازهٔ بارها – مستقیم
ذ) چهار برابر
ر) نادرست
ز) $N.m^2/C^2$
س) قوی‌تر

---

۱۳. با داشتن r و F با استفاده از قانون کولن اندازهٔ هر یک از بارها را به دست می‌آوریم:

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

$$\xrightarrow[F=50N,|q_2|=5|q_1|]{r=2cm=2\times10^{-2}m} 50=\frac{9\times10^9\times|q_1|\times5|q_1|}{9\times10^{-4}}$$

$$\Rightarrow |q_1|^2=10^{-12}\Rightarrow |q_1|=10^{-6}C \xrightarrow{10^{-6}C=1\mu C}$$

$$|q_1|=1\mu C\Rightarrow |q_2|=5|q_1|\Rightarrow |q_2|=5\times1=5\mu C$$

---

۱۴. بعد از تماس دو گوی به یکدیگر، بار آن‌ها هم‌اندازه و هم‌علامت می‌شود و اندازهٔ بار هر گوی، برابر میانگین بارهایی است که گوی‌ها قبل از تماس به هم داشته‌اند. بنابراین بار هر گوی بعد از تماس برابر است با:

$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2} \xrightarrow[q_2=2nc]{q_1=-6nc} q_1'=q_2'$$

$$=\frac{-6+4}{2}=-1nc$$

اکنون با داشتن بارهای بعد از تماس، با استفاده از قانون کولن، نیروی بین دو گوی باردار را به دست می‌آوریم:

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

$$\xrightarrow[r=20cm=2\times10^{-1}m]{|q_1|=|q_2|=1nc=10^{-9}c} F=\frac{9\times10^9\times10^{-9}\times10^{-9}}{9\times10^{-2}}$$

$$\Rightarrow F=10^{-7}N$$

---

۱۵. می‌دانیم، هرگاه دو کرهٔ رسانای مشابه را به هم تماس دهیم، بعد از تماس، بار آن‌ها هم نوع و اندازهٔ بار هر کدام برابر نصف مجموع بارهایی است که قبل از تماس داشته‌اند. بنابراین ابتدا بار هر کدام از کره‌ها را بعد از تماس به دست می‌آوریم و سپس از رابطهٔ مقایسه‌ای قانون کولن استفاده می‌کنیم.

$$q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2} \xrightarrow[q_2=+6\mu c]{q_1=-2\mu c} q_1'=q_2'=\frac{+6-2}{2}$$

$$\Rightarrow q_1'=q_2'=2\mu C$$

$$\frac{F'}{F}=\left|\frac{q_1'}{q_1}\right|\times\left|\frac{q_2'}{q_2}\right|\times\left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow[q_1'=q_2'=2\mu C]{r'=\frac{1}{2}r,|q_1|=2\mu c,|q_2|=6\mu C}$$

$$\frac{F'}{F}=\frac{2}{2}\times\frac{2}{6}\times\left(\frac{r}{\frac{1}{2}r}\right)^2\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{1}{3}\times4\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{4}{3}$$

$$\xrightarrow{F=0/24N}\frac{F'}{0/24}=\frac{4}{3}\Rightarrow F'=0/32N$$

Scanned by Easy Scanner

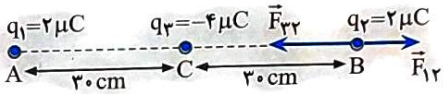
۱۶. ابتدا معلومات سؤال را می‌نویسیم و سپس از رابطهٔ مقایسه‌ای قانون کولن استفاده می‌کنیم.

$$|q_1| = q \Rightarrow |q_1'| = q - ۴$$
$$|q_2| = q \Rightarrow |q_2'| = q + ۲, F' = F, r' = r$$
$$\frac{F'}{F} = \left|\frac{q_1'}{q_1}\right| \times \left|\frac{q_2'}{q_2}\right| \times \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ \Rightarrow ۱ = \frac{q-۴}{q} \times \frac{q+۲}{q}$$
$$\Rightarrow q^۲ = (q-۴)(q+۲) \Rightarrow q^۲ = q^۲ + ۲q - ۴q - ۸$$
$$\Rightarrow -۲q = ۸ \Rightarrow q = -۴\mu C \Rightarrow |q| = ۴\mu C$$

---

۱۷. ابتدا مطابق شکل زیر، نیروهایی که از طرف بارهای q_1 و q_3 بر بار q_2 وارد می‌شود، رسم می‌کنیم و سپس با استفاده از قانون کولن اندازهٔ هر یک از نیروها را به دست می‌آوریم و در آخر با توجه به جهت نیروها، اندازهٔ نیروی برایند آن‌ها را به دست می‌آوریم و با توجه به جهت آن، نیروی برایند را برحسب بردار یکه می‌نویسیم.

رسم نیروها:



محاسبهٔ اندازهٔ نیروها:

$$F_{12} = k\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^۲} \xrightarrow[|q_1|=|q_2|=۲\times۱۰^{-۶}\,C]{r_{12}=۶۰cm=۶\times۱۰^{-۱}m} F_{12} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۲\times۱۰^{-۶} \times ۲\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۱۰^{-۲}} \Rightarrow F_{12} = ۰/۱N$$

$$F_{32} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{32}^۲} \xrightarrow[|q_3|=۴\times۱۰^{-۶}\,C]{r_{32}=۳۰cm=۳\times۱۰^{-۱}m} F_{32} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۴\times۱۰^{-۶} \times ۲\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۲}} \Rightarrow F_{32} = ۰/۸N$$

محاسبهٔ اندازهٔ برایند نیروها:

چون نیروهای $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{32}$ ، هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند، اندازهٔ برایندشان برابر تفریق اندازهٔ هر کدام از آن ها می‌باشد.

$$F_T = F_{32} - F_{12} \xrightarrow[F_{12}=۰/۱N]{F_{32}=۰/۸N} F_T = ۰/۸ - ۰/۱ = ۰/۷N$$

نوشتن برایند نیروها بر حسب بردار یکه:

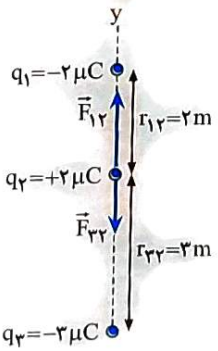
چون $f_{32} > F_{12}$ است، جهت نیروی برایند، در جهت نیروی $\vec{F}_{32}$ است.

چون $\vec{F}_{32}$ درخلاف جهت محور x ها می‌باشد بردار برایند برابر است با:

$$\vec{F}_T = -۰/۷\vec{i}\,N$$

---

۱۸. مطابق شکل، ابتدا نیروهایی که از طرف بارهای q_1 و q_3 بر بار q_2 وارد می‌شود را رسم می‌کنیم و سپس با استفاده از قانون کولن اندازهٔ هر یک از نیروها را به دست می‌آوریم و با توجه به جهتشان، هر یک را بر حسب بردار یکه می‌نویسیم و در آخر با جمع‌برداری آن‌ها بردار برایند را به دست می‌آوریم.



$$F_{32} = k\frac{|q_3||q_2|}{r_{32}^۲} \Rightarrow F_{32} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۳\times۱۰^{-۶} \times ۲\times۱۰^{-۶}}{۹}$$
$$\Rightarrow F_{32} = ۶\times۱۰^{-۳}N \xrightarrow{\text{در خلاف جهت } y} \vec{F}_{32}$$
$$\vec{F}_{32} = -۶\times۱۰^{-۳}\vec{j}$$

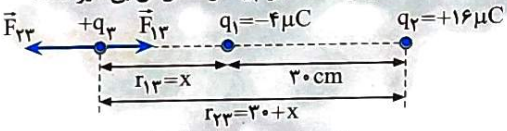
$$F_{12} = k\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^۲} \Rightarrow F_{12} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۲\times۱۰^{-۶} \times ۲\times۱۰^{-۶}}{۴}$$
$$\Rightarrow F_{12} = ۹\times۱۰^{-۳}N \xrightarrow{\text{در جهت محور } y} \vec{F}_{32}$$
$$\vec{F}_{12} = ۹\times۱۰^{-۳}\vec{j}$$

برایند نیروها برابر است با:

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} = ۹\times۱۰^{-۳}\vec{j} - ۶\times۱۰^{-۳}\vec{j}$$
$$\Rightarrow \vec{F}_T = ۳\times۱۰^{-۳}\vec{j}$$

---

۱۹. چون دو بار الکتریکی ناهم نام‌اند، بار q_3 را باید خارج از فاصلهٔ بین دو بار و روی امتداد خط واصل آن‌ها و نزدیک به باری که اندازهٔ آن کم‌تر است، قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود. با فرض این که $q_3 > ۰$ باشد، نیروهای وارد بر آن را رسم نموده و اندازهٔ آن‌ها را مساوی هم قرار می‌دهیم. دقت کنید اندازه و علامت بار q_3 در تعادل آن بی‌تأثیر است.

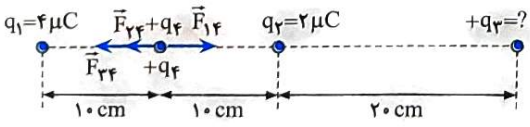


$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow k\frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^۲} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^۲}$$
$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{r_{13}^۲} = \frac{|q_2|}{r_{23}^۲} \Rightarrow \frac{۴}{x^۲} = \frac{۱۶}{(۳۰+x)^۲}$$
$$\xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{۲}{x} = \frac{۴}{۳۰+x} \Rightarrow ۴x = ۶۰ + ۲x$$
$$\Rightarrow ۲x = ۶۰ \Rightarrow x = ۳۰cm$$

توجه: چون در بین دو بار و روی خط واصل آن‌ها، نیروهای وارد بر بار q_3 هم‌جهت‌اند، برایندشان نمی‌تواند صفر باشد.

---

۲۰. چون فاصلهٔ بارهای q_1 و q_2 از بار q_3 با هم برابر و $|q_1| > |q_2|$ می‌باشد، طبق قانون کولن $F_{14} > F_{24}$ می‌شود. بنابراین برای این‌که برایند نیروهای وارد بر بار q_4 صفر شود، باید نیرویی که بار q_3 بر بار q_2 وارد می‌کند، در جهت نیروی $\vec{F}_{24}$ باشد. یعنی باید بار q_3 مثبت باشد. دقت کنید، در این جا بار q_4 را مثبت فرض کرده‌ایم. البته اگر بار q_4 را منفی هم فرض کنیم باز هم به همین نتیجه می‌رسیدیم. زیرا علامت و اندازهٔ بار q_4 در تعادل آن بی‌تأثیر است.



Scanned by Easy Scanner