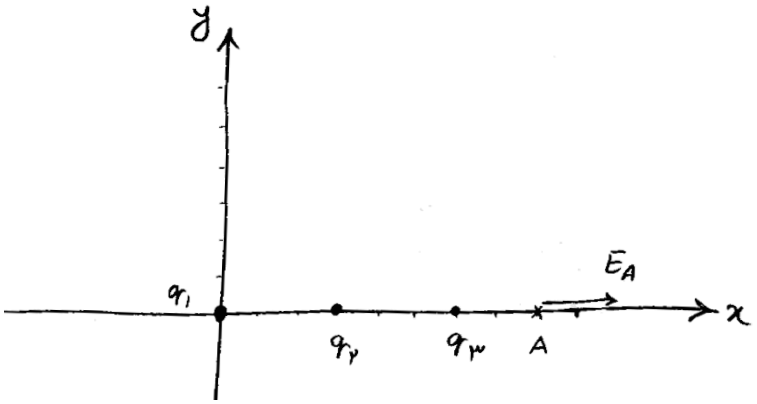
۱-



$$q_1 = 16\times10^{-9}$$
$$q_2 = ?$$
$$q_3 = 12\times10^{-9}$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{9\times10^9\times16\times10^{-9}}{64} = 2/25(N/C)\rightarrow$$

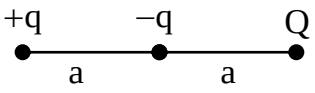
$$E_2 = \frac{9\times10^9\times12\times10^{-9}}{4} = 27(N/C)\rightarrow$$

$$E_1 + E_3 = 29/25\rightarrow$$

پس باید میدان E_2 به سمت $\leftarrow$ و برابر با $9(N/C)$ باشد. پس q_2 منفی است.

$$E_2 = \frac{9\times10^9\times q_2}{25} = 9\rightarrow \qquad \boxed{q_2 = -25\times10^{-9}(C)}$$

۲-

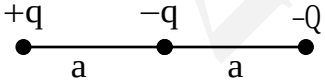


دو حالت در نظر می‌گیریم (Q مثبت):

$$\underbrace{\frac{kq^2}{a^2} - \frac{kqQ}{4a^2}}_{\text{نیروی وارد بر } q} = \underbrace{\frac{kqQ}{a^2} - \frac{kq^2}{a^2}}_{\text{نیروی وارد به } -q} \rightarrow$$

$$\frac{5kqQ}{4a^2} = \frac{2kq^{2'}}{a^2} \rightarrow \frac{Q}{q} = \frac{8}{5}$$

Q منفی:

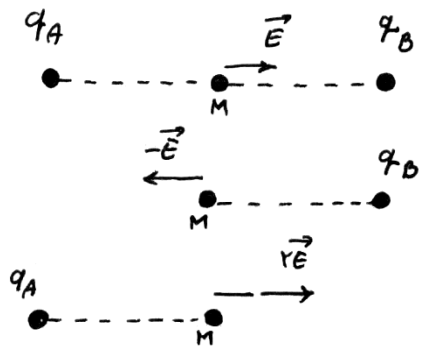


$$\underbrace{\frac{kqQ}{4a^2} + \frac{kq^2}{a^2}}_{\text{نیروی وارد بر } +q} = \underbrace{\frac{kqQ}{a^2} + \frac{kq^2}{a^2}}_{\text{نیروی وارد به } -q} \rightarrow \text{جواب ندارد}$$

۳- q_A و q_B هم علامت هستند.

$$|\vec{E}_{q_{A_M}}| = ۲|\vec{E}_{q_{B_M}}|$$

$$\frac{q_A}{q_B} = ۲$$



۴- در حالت اوّل، اگر اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار qA از طرف بار qB را F_B فرض کنیم، بنابر رابطهٔ $F = \frac{kq^۲}{r^۲}$، اندازهٔ نیروی وارد بر بار qA از طرف بار qC برابر $\frac{F_B}{۴}$ خواهد بود و چون این دو نیرو هم‌جهت هستند، اندازهٔ آن‌ها با هم جمع می‌شود.

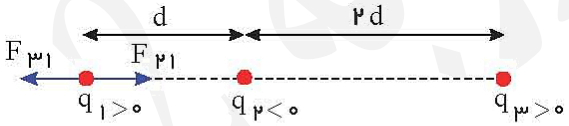
$$F = F_B + \frac{F_B}{۴} = \frac{۵F_B}{۴}$$

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

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

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

۵- اندازهٔ برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$ برابر است با:

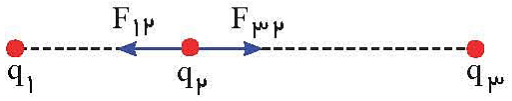


$$F_{۲۱} = \frac{kq_۱q_۲}{d^۲} = \frac{kq_۱q_۱}{d^۲}$$

$$F_{۳۱} = \frac{kq_۱q_۳}{(۳d)^۲} = \frac{kq_۱q_۳}{۹d^۲}$$

$$\Rightarrow \sum F_۱ = \frac{kq_۱}{d^۲}(q_۱ - \frac{q_۳}{۹})$$

برآیند نیروهای وارد بر $q_۲$ برابر است با:



$$F_{۱۲} = \frac{kq_۱q_۲}{d^۲} = \frac{kq_۱q_۱}{d^۲}$$

$$F_{۳۲} = \frac{kq_۱q_۳}{(۲d)^۲} = \frac{kq_۱}{d^۲}\frac{q_۳}{۴}$$

$$\Rightarrow \sum F_۲ = \frac{kq_۱}{d^۲}(\frac{q_۳}{۴} - q_۱)$$

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

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

$$\Rightarrow q_۱ = \frac{q_۳}{۹} = \frac{q_۳}{۴} - q_۱ \Rightarrow ۲q_۱ - \frac{q_۳}{۴} + \frac{q_۳}{۹} \Rightarrow ۲q_۱ = \frac{۱۳q_۳}{۳۶} \Rightarrow \frac{q_۳}{q_۱} = \frac{۷۲}{۱۳}$$

۶- ابتدا از رابطهٔ چگالی سطحی (σ) مقدار بار الکتریکی کره را می‌یابیم:

$$\sigma = ۱۶۰\frac{\mu C}{m^۲} = ۱۶۰\times ۱۰^{-۶}\frac{C}{m^۲}\ ,\ r = ۱۰cm = ۰/۱m\ ,\ q = ?$$

$$\sigma = \frac{q}{A} \xrightarrow{A=۴\pi r^۲} ۱۶۰\times ۱۰^{-۶} = \frac{q}{۴\times ۳\times (۰/۱)^۲} \Rightarrow q = ۱۹۲\times ۱۰^{-۷}C$$

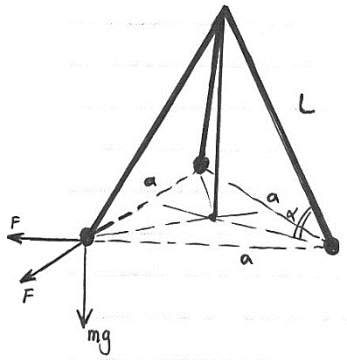
لازم به یادآوری است که سطح کره از رابطهٔ $A = ۴\pi r^۲$ محاسبه می‌شود.

حال با توجّه به رابطهٔ $q = ne$ تعداد الکترون‌های لازم را به دست می‌آوریم:

$$۱۹۲\times ۱۰^{-۷} = n\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۱/۲\times ۱۰^{۱۴}$$

اختیاری:

-۷



$$F = \frac{kq^۲}{a^۲}$$

$$F_T = ۲\frac{kq^۲}{a^۲}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{\sqrt{۳}kq^۲}{a^۲}$$

$$x = \sqrt{L^۲ - \frac{a^۲}{۳}}$$

$$tg\alpha = \frac{\sqrt{L^۲ - \frac{a^۲}{۳}}}{\frac{\sqrt{۳}}{۳}a} = \frac{\sqrt{۳L^۲ - a^۲}}{a} = \frac{mg}{F_T} = \frac{mg}{\frac{\sqrt{۳}kq^۲}{a^۲}} \Rightarrow q^۲ = \frac{mg}{k}\times\frac{q^۳}{\sqrt{۹L^۲ - ۳a^۲}}$$