



منبع:

گزینه ۲

۱

فاصله هر بار تا مرکز مربع برابر است با:

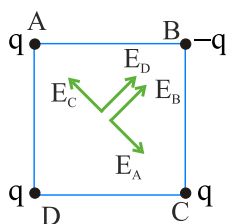
$$OA = OB = OC = OD = \frac{\sqrt{2} \times a\sqrt{2}}{2} = a$$

چون اندازه هر بار و فاصله تا نقطه مرکز مربع، برای هر چهار بار نقطه‌ای یکسان است، پس بزرگی میدان ناشی از هر چهار بار برابر است با:

$$|\vec{E}_A| = |\vec{E}_B| = |\vec{E}_C| = |\vec{E}_D| = \frac{kq}{a^2}$$

میدان حاصل از بارهای نقاط A و C در خلاف جهت هم هستند و میدان ناشی از بارهای نقطه‌ای موجود در نقاط B و D در یک جهت هستند. پس میدان کل در مرکز مربع:

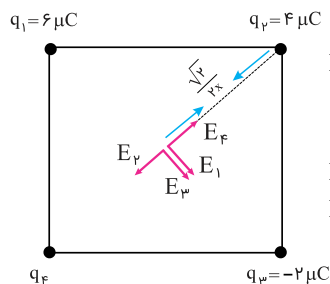
$$|E_T| = |\vec{E}_B| + |\vec{E}_C| = \frac{kq}{a^2} + \frac{kq}{a^2} = \frac{2kq}{a^2}$$



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

گزینه ۳

۲



$$E_1 = 3E_3, \quad E_2 = 2E_3$$

با توجه به نحوه جهت‌گیری میدان‌های E_1, E_2 و E_3 بار q_4 حتماً باید مثبت باشد؛ تا مداخله قائم نداشته باشیم:

$$E_4 - E_2 = E_1 + E_3$$

$$E_4 - 2E_3 = 3E_3 + E_3 \Rightarrow E_4 = 6E_3$$

$$\Rightarrow \frac{q_4}{(\frac{\sqrt{2}}{2})^2} = 6 \times \frac{q_3}{(\frac{\sqrt{2}}{2})^2}$$

$$\Rightarrow q_4 = 6 \times q_3 \Rightarrow q_4 = 12 \mu C$$

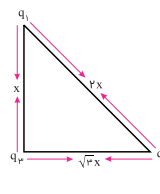
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

گزینه ۲

۳

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{100 \times 10^{-3}}{-5 \times 10^{-3}} = -20 V$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

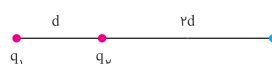


$$f_{13} = f_{23} - \frac{25}{100} f_{23} = \frac{75}{100} f_{23}$$

$$f_{13} = \frac{3}{4} f_{23} \Rightarrow \frac{q_1 q_3}{x^2} = \frac{3}{4} \times \frac{q_2 q_3}{3x^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

چون نیروی الکتریکی خالص وارد بر هر بار، صفر است، میدان الکتریکی دو بار دیگر در محل بار سوم، باید صفر باشد. بنابراین نسبت هر یک از بارها را به دست می آوریم:



$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \text{ناهمنام اند } q_1, q_2 \\ \frac{|q_1|}{(3d)^2} = \frac{|q_2|}{(2d)^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -\frac{9}{4} \end{cases}$$



$$\vec{E}_1 + \vec{E}_3 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \text{همنام اند } q_1, q_3 \\ \frac{|q_1|}{d^2} = \frac{|q_3|}{(2d)^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_3} = +\frac{1}{4} \end{cases}$$



$$\vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \text{ناهمنام اند } q_2, q_3 \\ \frac{|q_2|}{d^2} = \frac{|q_3|}{(3d)^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_3} = -\frac{1}{9} \end{cases}$$

باتوجه به گزینه‌ها، گزینه ۴ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

ابتدا بردارهای میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_3 را در نقطه A تعیین می‌کنیم.

$$\vec{E}_1 = +k \frac{q_1}{r_1^2} \vec{i} = +9 \times 10^9 \times \frac{18 \times 10^{-6}}{11 \times 10^{-2}} \vec{i} = 2 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}$$

$$\vec{E}_3 = +k \frac{q_3}{r_3^2} \vec{i} = +9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \vec{i} = 3 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}$$

برایند میدان‌ها می‌تواند $\vec{E} = 3 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}$ یا $\vec{E} = -3 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}$ باشد. بنابراین مقادیر ممکن برای دو بار، برابر است با:

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \vec{E}_{net}$$

حالت اول:

$$5 \times 10^7 \vec{i} + \vec{E}_3 = 3 \times 10^7 \vec{i} \Rightarrow E_3 = -2 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}$$

$$E_3 = k \frac{|q_3|}{r_3^2} \Rightarrow 2 \times 10^7 = 9 \times 10^9 \frac{|q_3|}{36 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q_3 = -8 \mu C$$

حالت دوم:

$$5 \times 10^7 \vec{i} + \vec{E}_3 = -3 \times 10^7 \vec{i} \Rightarrow \vec{E}_3 = -8 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}$$

$$E_3 = k \frac{|q_3|}{r_3^2} \Rightarrow 8 \times 10^7 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_3|}{36 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q_3 = -32 \mu C$$

باتوجه به گزینه‌ها، گزینه ۴ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

اختلاف پتانسیل نقطه A و صفحه بالایی را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_{+, -}}{d_{+, -}} = \frac{\Delta V_{+, A}}{d_{+, A}} \Rightarrow \frac{V_0}{2 \text{ cm}} = \frac{\Delta V}{1/5 \text{ cm}} \Rightarrow \Delta V = 15 \text{ V}$$

حالا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned} \Delta U &= q \Delta V \\ &= -5 \times 10^{-3} \times (+15) \\ &= -75 \times 10^{-3} \text{ J} = -75 \text{ mJ} \end{aligned}$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار، ۷۵ mJ کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

هر ۳ سانتی‌متر را یک واحد فاصله در نظر می‌گیریم. با توجه به شکل زیر بزرگی میدان در نقطه A و نقطه B به‌دست می‌آوریم. چون سؤال نسبت میدان‌ها را خواسته تبدیل واحدها را انجام نمی‌دهیم:

$$A \begin{cases} E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} = k \frac{4}{1^2} = 4k \\ E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} = k \frac{6}{1^2} = 6k \end{cases} \Rightarrow E_A = E_1 + E_2 = 10k$$

$$B \begin{cases} E'_1 = k \frac{q_1}{r_1'^2} = k \times \frac{4}{2^2} = k \\ E'_2 = k \frac{q_2}{r_2'^2} = k \times \frac{6}{4^2} = \frac{3}{4}k \end{cases} \Rightarrow E_B = E'_1 - E'_2 = \frac{10}{3}k$$

حالا نسبت خواسته‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{10k}{\frac{10}{3}k} = 3$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

ابتدا نیروی وارد بر بار q_1 را حساب می‌کنیم. چون نسبت دو نیرو مدنظر است، عدد $q = 3 \mu C$ را یک واحد و فاصله ضلع 6 cm را $\sqrt{2}$ واحد در نظر می‌گیریم.

نسبت خواسته‌شده برابر

$$\frac{\sqrt{\frac{3}{2}}}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{30}}{10}$$

$$\Rightarrow F_{net} = \sqrt{5}k$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

با افزایش فاصله بین دو صفحه به‌اندازه ۵۰ درصد، طبق رابطه $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن $\frac{2}{3}$ برابر می‌شود و از $C = 5 \mu F$ به $C' = \frac{10}{3} \mu F$ می‌رسد. چون خازن از باتری جدا است، بار خازن ثابت می‌ماند. طبق رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، تغییرات انرژی خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta U = \frac{Q^2}{2} \left(\frac{1}{C'} - \frac{1}{C} \right) = \frac{(200)^2}{2} \left(\frac{3}{10} - \frac{1}{5} \right) = 2 \times 10^4 \times \frac{1}{10} = 2 \times 10^3 \mu J = 2 \text{ mJ}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

گام اول

الف) نصف یکی از بارها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم $\leftarrow q'_2 = q_2 + \frac{q_1}{2}$ و $q'_1 = q_1 - \frac{q_1}{2}$

ب) دو بار را به فاصله $\frac{r}{2}$ از هم قرار می دهیم $\leftarrow r' = \frac{r}{2}$

ج) اندازه نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می کنند، در مقایسه با حالت قبل چند برابر می شود؟ $\leftarrow \frac{F_2}{F_1} = ?$

گام دوم

نیرویی را که دو بار به هم وارد می کنند، در هر دو حالت به دست می آوریم:

در حالت اول:

$$\begin{cases} F_1 = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \\ q_1 = 2\mu C \\ q_2 = -2\mu C \end{cases} \Rightarrow F_1 = \frac{k \times 2 \times 2}{r^2} = 4 \frac{k}{r^2}$$

در حالت دوم:

$$\begin{cases} F_2 = k \frac{|q'_1||q'_2|}{(r')^2} \\ q'_1 = q_1 - \frac{q_1}{2} = 2 - 1 = 1\mu C \\ q'_2 = q_2 + \frac{q_2}{2} = -2 + 1 = -1\mu C \end{cases} \Rightarrow F_2 = \frac{k q'_1 q'_2}{(r')^2} = \frac{k \times 1 \times 1}{(\frac{r}{2})^2} = \frac{4k}{r^2}$$

در نتیجه نسبت $\frac{F_2}{F_1}$ برابر است با:

$$\frac{F_2}{F_1} = 1$$

ابتدا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار را حساب می کنیم:

$$\begin{aligned} \Delta U &= -\Delta K = -\frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow \Delta U \\ &= -\frac{1}{2}(4 \times 10^{-9} \text{ kg})(400 - 100) \Rightarrow \Delta U = -6 \times 10^{-7} \text{ J} \end{aligned}$$

اکنون برای محاسبه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه می توان نوشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-6 \times 10^{-7}}{5 \times 10^{-9}} = -120 \text{ V}$$

از رابطه انرژی خازن کمک می گیریم:

$$\begin{aligned} U_2 - U_1 &= \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} \Rightarrow 4/5 \times 10^{-6} = \frac{(\frac{5}{4}q_1)^2 - q_1^2}{2 \times 25 \times 10^{-6}} \\ \Rightarrow 9 \times 25 \times 10^{-12} &= (\frac{25}{16} - 1)q_1^2 = (\frac{25}{16} - \frac{15}{16})q_1^2 = \frac{9}{16}q_1^2 \Rightarrow q_1 = 20 \times 10^{-6} \text{ C} \\ \Delta q &= C\Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta q}{C} = \frac{25 - 20}{25} = \frac{5}{25} = 0.2 \text{ V} \end{aligned}$$



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{10/8 \text{ N} \vec{i} - 14/4 \text{ N} \vec{j}}{2 \times 10^{-6}} = 5/4 \times 10^6 \text{ N/C} \vec{i} - 7/2 \times 10^6 \text{ N/C} \vec{j}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{(5/4 \times 10^6)^2 + (7/2 \times 10^6)^2} = \sqrt{11 \times 10^{12}} = 9 \times 10^6 \text{ N/C}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

از آن جایی که بار q منفی است، وقتی بار خلاف جهت میدان حرکت می‌کند، کار میدان مثبت می‌شود.



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

ابتدا بر حسب رابطه $E = \frac{kq}{r^2}$ چون فاصله o تا بارها با هم برابر است بر حسب بارها، میدان را بر حسب E می‌نویسیم:

$$E = \frac{kq}{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{2kq}{a^2}$$

$$E_T = \sqrt{\left(\frac{1}{\delta}E\right)^2 + (2E)^2} = E\sqrt{\left(\frac{1}{\delta}\right)^2 + (2)^2}$$

$$= E\sqrt{6/25} = E(2/\delta) = \frac{2kq}{a^2}(2/\delta) = \frac{4kq}{a^2\delta}$$

مطابق شکل بالا برآیند میدان به صورت زیر در می‌آید. پس:

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

رابطه $U = \frac{Q_2}{2C}$ را به کار می‌بریم:

$$U_2 - U_1 = \frac{Q_2^2}{2C} - \frac{Q_1^2}{2C} = \frac{Q_2^2 - Q_1^2}{2C}$$

$$\xrightarrow{Q_2 = \frac{5}{4}Q_1} U_2 - U_1 = \frac{\frac{5}{4}Q_1^2}{2C} \Rightarrow 2\delta = \frac{\frac{5}{4}Q_1^2}{2 \times 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{\frac{2\delta \times 2 \times 10^{-6} \times 4}{5}} = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

$$F_{12} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 9 \text{ N}$$

$$F_{13} = \frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 9 \text{ N}$$

برآیند دو نیروی F_{12} و F_{13} برابر $9\sqrt{2} \text{ N}$ است، پس F_{42} باید از نوع جاذبه باشد:

$$F_T = -18 \text{ N} \Rightarrow 18^2 - (9\sqrt{2})^2 = F_{42}^2 \Rightarrow F_{42}^2 = 162 \Rightarrow F_{42} = 9\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_{42} = \frac{kq_4q_2}{r_{42}^2} = 9\sqrt{2} = \frac{9 \times 10^9 \times q_4 \times 2 \times 10^{-6}}{(10\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} \Rightarrow q_4 = -10\sqrt{2} \mu\text{C}$$

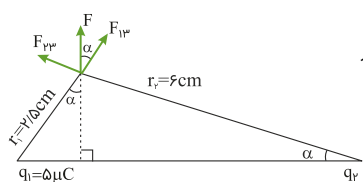
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

از تعریف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-W_t}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-20}{-5} \Rightarrow \Delta V = 4 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_B - 6 = 4 \Rightarrow V_B = 10 \text{ V}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲



از آنجا که نیروی برآیند در راستای قائم قرار دارد. بنابراین $\tan \alpha$ را در مثلث بزرگ و مثلث نیروها بدست می‌آوریم و آن‌ها را برابر قرار می‌دهیم. به این ترتیب داریم:

$$\tan \alpha = \frac{F_{12}}{F_{13}} = \frac{2/5}{6} \Rightarrow \frac{kq_2q_3}{r_{12}^2} = \frac{2/5}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} \left(\frac{r_1}{r_{12}} \right)^2 = \frac{2/5}{6}$$

$$\frac{q_2}{5} \left(\frac{2/5}{6} \right)^2 = \frac{2/5}{6} \Rightarrow q_2 = 12 \mu\text{C}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

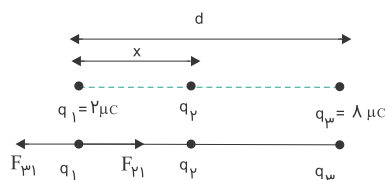
گام اول

$$\left\{ \begin{array}{l} |F_{۱۲}| = |F_{۳۲}| \\ |F_{۲۱}| = |F_{۳۱}| \\ |F_{۱۳}| = |F_{۲۳}| \end{array} \right. \leftarrow \text{الف) برآیند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هریک از بارها صفر است.}$$

ب) بار $q_۲$ چند میکروکولن است؟ $\leftarrow q_۲ = ? \mu C$

گام دوم

باتوجه به اینکه برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها صفر است کافی است، برآیند نیروها را برای بارهای $q_۱$ و $q_۲$ محاسبه کنیم.



برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$:

بارهای $q_۱$ و $q_۳$ هر دو مثبت هستند، $F_{۳۱}$ نیروی وارد بر بار $q_۱$ از طرف بار $q_۳$ از نوع دافعه و به سمت چپ است؛ بنابراین نیروی $F_{۲۱}$ وارد بر بار $q_۱$ از طرف بار $q_۲$ باید به سمت راست باشد یعنی از نوع جاذبه باشد تا برآیند نیروهای وارد بر $q_۱$ ، صفر شود؛ بنابراین بار $q_۲$ منفی است.

$$F_{۲۱} = F_{۳۱} \xrightarrow{F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}} k\frac{|q_۲||q_۱|}{x^۲} = k\frac{|q_۳||q_۱|}{d^۲} \Rightarrow \frac{|q_۲|}{x^۲} = \frac{\lambda}{d^۲} \Rightarrow \frac{d^۲}{x^۲} = \frac{\lambda}{|q_۲|} \quad (۱)$$

برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۲$:

$$F_{۱۲} = F_{۳۲} \Rightarrow k\frac{|q_۱||q_۲|}{x^۲} = k\frac{|q_۳||q_۲|}{(d-x)^۲} \Rightarrow \frac{۲}{x^۲} = -\frac{\lambda}{(d-x)^۲} \Rightarrow \left(\frac{d-x}{x}\right)^۲ = ۴ \Rightarrow d-x = ۲x \Rightarrow ۳x = d \quad (۲)$$

باتوجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} \frac{d^۲}{x^۲} = \frac{\lambda}{|q_۲|} \\ ۳x = d \end{cases} \Rightarrow \frac{(۳x)^۲}{x^۲} = \frac{\lambda}{|q_۲|} \Rightarrow ۹ = \frac{\lambda}{|q_۲|} \Rightarrow |q_۲| = \frac{\lambda}{۹} \mu C \xrightarrow{\text{بار } q_۲ \text{ منفی است}} q_۲ = -\frac{\lambda}{۹} \mu C$$

گام اول

الف) دو بار در فاصله r از هم واقع شده‌اند، میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله d_1 از بار q_1 برابر صفر است $E_{1d_1} = E_{2(r-d_1)}$

ب) اگر فاصله دو بار از هم $2r$ برابر شود $r'' = 2r$

ج) میدان الکتریکی برآیند در فاصله d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود $E_{2(d_2)} = E_{1(r_2-d_2)}$

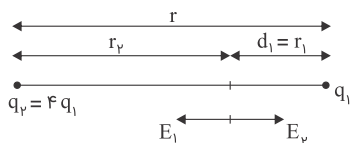
د) d_2 چندبرابر d_1 است $\frac{d_2}{d_1} = ?$

گام دوم

با بررسی دو حالت d_1 و d_2 را محاسبه می‌کنیم:

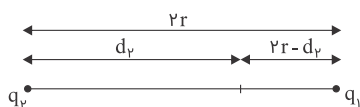
حالت اول) در فاصله r :

چون بارها هم‌نام هستند، نقطه موردنظر (جایی که E_T صفر می‌شود)، در میان دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر است.



$$\begin{cases} \vec{E}_{1d_1} = \vec{E}_{2(r-d_1)} \\ q_2 = 4q_1 \\ r_1 = d_1 \\ r_2 = r - d_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{d_1^2} = \frac{(4q_1)}{(r - d_1)^2} \Rightarrow \frac{1}{d_1^2} = \frac{4}{(r - d_1)^2} \Rightarrow d_1 = \frac{1}{3}r$$

حالت دوم) در فاصله $2r$:



$$\begin{cases} \vec{E}_{2(d_2)} = \vec{E}_{1(2r-d_2)} \\ r_1 = 2r - d_2 \\ r_2 = d_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{(2r - d_2)^2} = \frac{(4q_1)}{d_2^2} \Rightarrow \frac{1}{(2r - d_2)^2} = \frac{4}{d_2^2} \Rightarrow d_2 = \frac{4}{3}r$$

بنابراین نسبت $\frac{d_2}{d_1}$ برابر است با:

$$\begin{cases} d_2 = \frac{4}{3}r \\ d_1 = \frac{1}{3}r \end{cases} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{4}{3}r}{\frac{1}{3}r} = 4$$

گام اول

برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارهای نقطه ای برابر صفر است ← $|\vec{F}_{۲۱}| = |\vec{F}_{۳۱}|, |\vec{F}_{۲۳}| = |\vec{F}_{۱۳}|, |\vec{F}_{۱۲}| = |\vec{F}_{۳۲}|$

گام دوم

به کمک قانون کولن داریم:



$$\begin{cases} |\vec{F}_{۲۱}| = |\vec{F}_{۳۱}| \\ |r_{۲۱}| = ۲۰ \text{ cm} \\ |r_{۳۱}| = ۳۰ \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow \frac{k |q_1| |q_2|}{|r_{۲۱}|^2} = \frac{k |q_1| |q_3|}{|r_{۳۱}|^2} \Rightarrow \frac{|q_3|}{|q_2|} = \frac{|r_{۳۱}|^2}{|r_{۲۱}|^2} = \frac{۹۰۰}{۴۰۰} = \frac{۹}{۴}$$

ازطرفی برای اینکه مجموع نیروهای وارد بر بار q_1 صفر باشد، باید بارهای q_2 و q_3 ناهمنام باشند ($q_3 = -q_2$)، بنابراین خواهیم داشت:

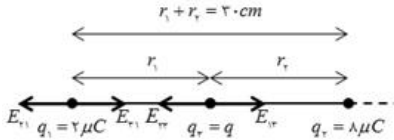
$$\frac{q_3}{q_2} = -\frac{۹}{۴}$$

گام اول

الف) دو بار در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند - $r_1 + r_2 = 30\text{cm}$
 ب) بار الکتریکی q را در نقطه‌ای قرار داده‌ایم تا هر سه بار الکتریکی به حالت تعادل درآمده‌اند - از آنجایی که بارهای q_1 و q_2 همان هستند، نقطه تعادل (جایی که میدان الکتریکی برآیند صفر است) بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر قرار دارد.
 ج) بار الکتریکی q چند میکروکولن است؟ - $q = ? \mu C$

گام دوم

ابتدا از صفر بودن میدان الکتریکی برآیند در محل بار q استفاده می‌کنیم تا r_1 را به دست آوریم:



$$\begin{cases} E = k \frac{|q|}{r^2} \\ E_{12} = E_{21} \\ r_2 = 30 - r_1 \end{cases} \Rightarrow k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{2}{(r_1)^2} = \frac{8}{(30 - r_1)^2} \Rightarrow r_1 = 10\text{cm}$$

برآیند میدان الکتریکی در محل بار q_1 نیز برابر صفر است (با توجه به اینکه جهت E_{31} باید در خلاف جهت E_{21} باشد تا بار q_1 در تعادل باشد، بنابراین علامت بار q نیز منفی است)، بنابراین:

$$\begin{cases} E = k \frac{|q|}{r^2} \\ E_{21} = E_{31} \end{cases} \Rightarrow \frac{k \times 8}{(30)^2} = \frac{k \times |q|}{(10)^2} \Rightarrow |q| = \frac{8}{9} \mu C$$

پس:

$$q = -\frac{8}{9} \mu C$$

گام اول

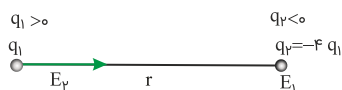
الف) دو بار الکتریکی $-Q_1$, $+Q_2$ در فاصله یک متری از هم قرار دارند - $r_1 + r_2 = 1\text{m} = 100\text{cm}$
 ب) در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصله ۴۰ سانتی متر از بار $-Q_1$ ، میدان الکتریکی حاصل از دو بار برابر باشند - $E_1 = E_2$, $r_1 = 40\text{cm}$
 ج) نسبت اندازه دو بار الکتریکی؟ - $\frac{|Q_2|}{|Q_1|} = ?$

گام دوم

برای درک بهتر سؤال میدان الکتریکی حاصل از بارها را روی شکل رسم می‌کنیم. با توجه به یکسان بودن میدان الکتریکی حاصل از دو بار در نقطه موردنظر داریم:

$$\begin{cases} E = k \frac{|q|}{r^2} \\ E_1 = E_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{k |-Q_1|}{r_1^2} = \frac{k |Q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \left| \frac{Q_2}{Q_1} \right| = \frac{(r_2)^2}{(r_1)^2} = \frac{(60)^2}{(40)^2} = \frac{9}{4} = 2.25$$

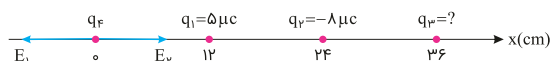
گام اول: جهت میدان هریک از بارها را در محل دیگری به دست می‌آوریم:



چون $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ هم‌جهت هستند، پس نسبت آن‌ها (+) است؛ بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ نمی‌توانند درست باشند.
گام دوم: $|q_2| > |q_1|$ است؛ پس میدان آن نیز بزرگ‌تر است؛ پس گزینه ۲ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

نیروی الکتریکی وارد بر بار q_4 صفر است. پس میدان خالص حاصل از بارها در محل بار q_4 صفر است. در این صورت می‌توان نوشت:



$$\left. \begin{aligned} E_1 &= \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k \times 5}{144} \\ E_2 &= \frac{k|q_2|}{r_2^2} = \frac{k \times 1}{576} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_1 - E_2 = \frac{20k - 1k}{576} = \frac{19k}{576} = \frac{k}{48}$$

بنابراین میدان حاصل از بار q_3 باید در جهت مثبت محور بوده و مقدار میدان خالص حاصل از دو بار q_1 و q_2 را خنثی کند. پس می‌توان نوشت:

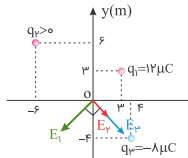
$$E_3 = \frac{k|q_3|}{d^2} = \frac{k}{48} \Rightarrow \frac{|q_3|}{36 \times 36} = \frac{1}{48} \Rightarrow |q_3| = 27 \mu C$$

میدان بار q_3 در جهت مثبت محور است بنابراین:

$$\Rightarrow q_3 = -27 \mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

گام اول: اندازه میدان E_1 و E_3 را در مبدأ مختصات به دست می‌آوریم:



$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{12 \times 10^{-6}}{(3\sqrt{2})^2} = 6 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_3 = k \frac{|q_3|}{r_3^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2})^2} = \frac{9}{6} \times 10^3 \text{ N/C}$$

گام دوم: E_2 و E_3 هم‌جهت هستند، برآیند آن‌ها را $E_{2,3}$ می‌نامیم. $E_{2,3}$ بر E_1 عمود است و برآیند این دو میدان $7/5 \times 10^3 \text{ N/C}$ است پس می‌توانیم اندازه $E_{2,3}$ را محاسبه کنیم:

$$E_{2,3}^2 + E_1^2 = E_t^2 \Rightarrow E_{2,3} = 10^3 \times \sqrt{(7/5)^2 - 6^2}$$

$$\Rightarrow E_{2,3} = 6/5 \times 10^3 \text{ N/C}$$

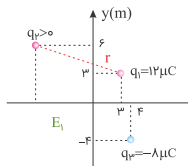
گام سوم: اندازه E_2 را به دست می‌آوریم:

$$E_{2,3} = E_2 + E_3 \Rightarrow 6/5 \times 10^3 = 2/25 \times 10^3 + E_2 \Rightarrow E_2 = 2/25 \times 10^3 \text{ N/C}$$

گام چهارم: بار q_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{9}{6} \times 10^3 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_2}{(6\sqrt{2})^2} \Rightarrow q_2 = 18 \times 10^{-6} \text{ C} = 18 \mu\text{C}$$

گام پنجم: حال نیرویی که q_1 به q_2 وارد می‌کند را به دست می‌آوریم:



$$r = \sqrt{q_2^2 + 3^2} = \sqrt{90} \text{ m}$$

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{12 \times 18 \times 10^{-12}}{90} \Rightarrow F = 2/16 \times 10^{-2} \text{ N}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

ابتدا به کمک رابطه میدان الکتریکی ذره باردار، می‌توان اندازه بار الکتریکی q را حساب کرد:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow 10^5 = 9 \times 10^9 \frac{|q|}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow |q| = 1 \mu\text{C}$$

سپس به کمک رابطه $F = Eq$ اندازه بار q را حساب می‌کنیم:

$$F = Eq' \Rightarrow 0/02 = 10^5 q' \Rightarrow q' = 0/2 \mu\text{C}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

گام اول

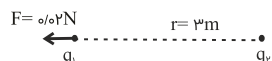
الف) در فاصله ۳ متری هم قرار دارند. $r = 3m$

ب) نیروی دافعه $0.02N$ به یکدیگر وارد می‌کنند. $F = 0.02N$

ج) q_1 چند میکروکولن است؟ $q_1 = ? \mu C$

گام دوم

کافی است از قانون کولن استفاده کنیم:

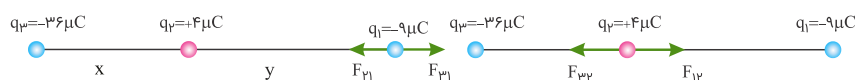


$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow 0.02 = \frac{9 \times 10^9 \times q_1 \times 5q_1}{9} \Rightarrow q_1^2 = \frac{F}{10^{12}} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} = 2 \mu C$$

گام اول: باتوجه به اینکه برآیند نیروهای وارد بر هر یک از بارها ازجمله بار q_2 صفر است داریم:

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k \frac{q_1 q_2}{x^2} = k \frac{q_3 q_2}{y^2} \quad q_1 = -9 \mu C, q_3 = -36 \mu C \rightarrow y = 2x$$

اگر جای q_1 و q_3 را عوض کنیم، در این حالت برآیند نیروهای وارد بر بارهای q_2 و q_1 را داریم:



$$\begin{aligned} \frac{F_2}{F_1} &= \frac{|F_{12} - F_{32}|}{|F_{21} - F_{31}|} = \frac{\left| \frac{9 \times 4}{y^2} - \frac{36 \times 4}{x^2} \right|}{\left| \frac{4 \times 9}{y^2} - \frac{36 \times 9}{(y+x)^2} \right|} = \frac{\left| \frac{36}{4x^2} - \frac{36 \times 9}{x^2} \right|}{\left| \frac{36}{4x^2} - \frac{36 \times 9}{9x^2} \right|} \\ \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} &= \frac{\left| \frac{1}{4} - 9 \right|}{\left| \frac{1}{4} - 1 \right|} = \frac{\frac{15}{4}}{\frac{3}{4}} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 5 \end{aligned}$$

گام اول

الف) بار الکتریکی ۸ میکروکولنی $q_1 = 8\mu C$

ب) بر بار ۲ میکروکولنی نیروی F وارد می‌کند. $q_2 = 2\mu C$

ج) در چه فاصله‌ای بار ۲ میکروکولنی بر بار ۸ میکروکولنی نیروی $2F$ وارد می‌کند؟ $r' = ?$, $F' = 2F$

گام دوم

نیرویی که دو بار به هم وارد می‌کنند باهم برابر هستند و تنها جهت آن باهم متفاوت است. بنابراین کافی است فاصله‌ای که در آن بارها نیروی $2F$ بر هم وارد می‌کنند را به دست بیاوریم:

$$q_1 = 8\mu C \quad r \quad q_2 = 2\mu C \quad F$$

$$q_1 = 8\mu C \quad r' \quad q_2 = 2\mu C \quad 2F$$

$$\begin{cases} F' = k \frac{q_1 q_2}{r'^2} \\ F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \end{cases} \xrightarrow{F'=2F} k \frac{q_1 q_2}{r'^2} = 2k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow r'^2 = \frac{r^2}{2} \Rightarrow r' = \frac{\sqrt{2}}{2} r$$

گام اول

الف) دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر $q_1 = q_2 = q$

ب) اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار الکتریکی دیگری اضافه کنیم $q_1 = \frac{75}{100}q$, $q_2 = \frac{125}{100}q$

ج) نیرویی که به هم وارد می‌کنند، چند F می‌شود؟ $F' = ?F$

گام دوم

ابتدا مقدار F را در حالت اولیه با استفاده از قانون کولن به دست می‌آوریم:

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

قانون کولن را در حالت دوم می‌نویسیم:

$$F' = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F' = k \frac{\frac{75}{100}q \times \frac{125}{100}q}{r^2} = \frac{15}{16} k \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow F' = \frac{15}{16} F$$

روش دوم:

اگر مقداری از یک بار را برداریم و به دیگری اضافه کنیم، مجموع آن‌ها ثابت می‌ماند. در این صورت بیشینه نیرو هنگامی وارد می‌شود که دو بار برابر باشند و در غیر این صورت نیروی کمتری وارد می‌کنند. تنها گزینه‌ای که نسبت نیروی کمتر از یک را نشان می‌دهد، گزینه ۳ است.

فرض می‌کنیم به اندازه x از یک بار کم و به بار دیگر اضافه کرده‌ایم:

$$F' = F - \frac{\Delta r}{100} F = \frac{F \Delta}{100}$$

$$r' = r + \frac{r \Delta}{100} = \frac{\Delta}{F} r$$

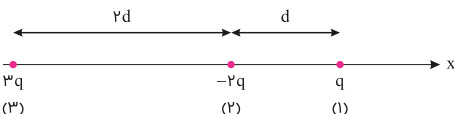
$$\frac{F'}{F} = \frac{(q-x)(q+x)}{q \cdot q} \left(\frac{r}{r'} \right)^r \Rightarrow \frac{F \Delta}{100} = \frac{q^r - x^r}{q^r} \times \frac{1}{r \Delta}$$

$$12q^r = 16q^r - 16x^r \Rightarrow 16x^r = 4q^r \Rightarrow 4x^r = q^r \Rightarrow 2x = q$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} q = \frac{\Delta}{100} q \Rightarrow x = 50\% \Delta q$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

ابتدا نیروی خالص وارد بر بار q_3 را حساب می‌کنیم:



$$\left. \begin{aligned} F_{13} &= \frac{k(q_3)(q_1)}{9d^2} = \frac{kq^2}{9d^2} \\ F_{23} &= \frac{k(q_2)(q_3)}{d^2} = \frac{2kq^2}{d^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{\text{net},3} = F_{23} - F_{13} = \frac{9kq^2 - 2kq^2}{9d^2} = \frac{7kq^2}{9d^2}$$

حال نیروی خالص وارد بر بار q_2 را حساب می‌کنیم.

$$\left. \begin{aligned} F_{12} &= \frac{kq(q_2)}{d^2} = 2 \frac{kq^2}{d^2} \\ F_{32} &= F_{23} = \frac{2kq^2}{d^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{\text{net},2} = F_{12} - F_{32} = 2 \frac{kq^2}{d^2} - \frac{2kq^2}{d^2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{F_{\text{net},2}}{F_{\text{net},3}} = \frac{\frac{1}{2} \frac{kq^2}{d^2}}{\frac{7}{9} \frac{kq^2}{d^2}} = \frac{9}{14} \Rightarrow F_2 = \frac{9}{14} F_3 \Rightarrow \vec{F}_2 = + \frac{9}{14} F$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

گام اول: ظرفیت خازن را در حالت اول محاسبه می‌کنیم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = 4 \times 8 / 80 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-3}} = 1 / 416 \times 10^{-12} \text{ F}$$

گام دوم: فاصله بین صفحه‌ها از 5 mm به 2 mm می‌رسد و بقیه عوامل مؤثر ثابت است پس داریم:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow C_2 = 1 / 416 \times 10^{-12} \times \frac{5}{2} \Rightarrow C_2 = 3 / 54 \times 10^{-12}$$

گام سوم: حال افزایش ظرفیت خازن را به دست می‌آوریم:

$$C_2 - C_1 = 3 / 54 \times 10^{-12} - 1 / 416 \times 10^{-12} = 2 / 124 \times 10^{-12} \text{ F} = 2 / 124 \text{ pF}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

اگر ساختمان خازنی که به باتری متصل است را دست‌کاری کنیم، اختلاف پتانسیل آن ثابت می‌ماند؛ پس (ب) نمی‌تواند درست باشد؛ بنابراین گزینه ۱ و ۳ نادرست هستند.
از رابطه $E = \frac{V}{d}$ داریم:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\cancel{V_2}}{\cancel{V_1}} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{2}$$

پس جمله (الف) درست است. باتوجه به رد گزینه‌های ۱ و ۳ می‌فهمیم که گزینه درست گزینه ۲ است.

جمله‌های (ب) و (ت) را هم بررسی می‌کنیم:

(پ) از رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ داریم:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 1 \times 1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

(ت) از رابطه $Q = CV$ داریم:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{2}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

وقتی $+3mC$ بار را از صفحه منفی خازن به صفحه مثبت آن انتقال می‌دهیم، بار آن به اندازه $+3mC$ افزایش می‌یابد. بنابراین:

$$q_2 = q_1 + 3mC$$

$$U_2 = U_1 + 900 \text{ mJ} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{15} - \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{15} = 900 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2^2 - q_1^2}{30} = 9 \Rightarrow (q_1 + 3)^2 - q_1^2 = 27$$

$$\Rightarrow q_1^2 + 9 + 6q_1 - q_1^2 = 27 \Rightarrow 6q_1 = 18 \Rightarrow q_1 = 3 \text{ mC}$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C} = \frac{9 \times 10^{-6}}{2 \times 15 \times 10^{-6}} = \frac{3}{10} \text{ J} = 300 \text{ mJ}$$

توجه: در رابطه $U = \frac{q^2}{2C}$ ، اگر q و C را به ترتیب بر حسب mC و μF قرار دهیم، U بر حسب J بدست می‌آید.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

با توجه به داده‌های سوال می‌توان نوشت:

$$C = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$V_2 = V_1 + 1$$

$$U_2 - U_1 = 5 \times 10^{-6} \text{ J}$$

حال انرژی خازن را به کمک رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ جایگذاری می‌کنیم:

$$\frac{1}{2} CV_2^2 - \frac{1}{2} CV_1^2 = 5 \times 10^{-6}$$

$$\frac{1}{2} C((V_1 + 1)^2 - V_1^2) = 5 \times 10^{-6}$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} (V_1^2 + 1 + 2V_1 - V_1^2) = 5 \times 10^{-6}$$

$$V_1 = 2 \text{ V}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

روش اول: با توجه به یکنواخت بودن میدان و رابطه $\Delta V = Ed$ می‌توانیم بنویسیم:

$$V_P - V_A = E \times d \Rightarrow V_P - V_A = \frac{V_0}{\omega} \times \gamma = \Delta V$$

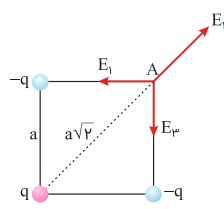
$$V'_P - V_A = E' \times d' \Rightarrow V'_P - V_A = \frac{V_0}{\omega} \times \gamma = \Delta V \Rightarrow V'_P - V_P = -\Delta V$$

روش دوم: اختلاف پتانسیل دو صفحه، ثابت و برابر V_0 است. فاصله نقطه P تا صفحه A ثابت و برابر γ است.

$$\Delta V = Ed \Rightarrow \begin{cases} V_P - V_A = \frac{V_0}{\omega} \times \gamma = \Delta V \\ V'_P - V_A = \frac{V_0}{\omega} \times \gamma = \Delta V \end{cases} \Rightarrow V'_P - V_P = -\Delta V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

روش اول: قبل از حذف بار q، میدان خالص در نقطه A برابر است با:



$$E_1 = k \frac{q}{a^2} = E$$

$$E_2 = k \frac{q}{a^2} = E$$

$$E_3 = k \frac{q}{a^2} = E$$

$$E_4 = k \frac{q}{a^2} = E$$

$$E_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} - E_3 = \sqrt{E^2 + E^2} - E = \sqrt{2}E - E$$

$$\Rightarrow E_A = E(\sqrt{2} - 1)$$

پس از حذف بار q، میدان خالص در نقطه A برابر است با:

$$E'_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2}E$$

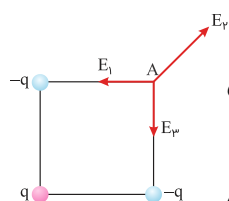
در این صورت تغییرات میدان الکتریکی در نقطه A برابر است با:

$$\Delta E = E'_A - E_A = \sqrt{2}E - E(\sqrt{2} - 1) = +E$$

$$E = k \frac{q}{a^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-9}}{900 \times 10^{-6}} = 2000 \text{ N/C}$$

$$\Rightarrow \Delta E = +1000 \text{ N/C}$$

روش دوم:

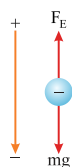


با حذف بار q و باتوجه به شکل میدان‌ها در نقطه A می‌توان نتیجه گرفت، میدان خالص به اندازه میدان بار q در نقطه A افزایش پیدا می‌کند. در این صورت تغییرات میدان الکتریکی این نقطه برابر است با:

$$\Delta E = E_{\text{حذف شده}} = k \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-9}}{2 \times 900 \times 10^{-6}} = 1000 \text{ N/C}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

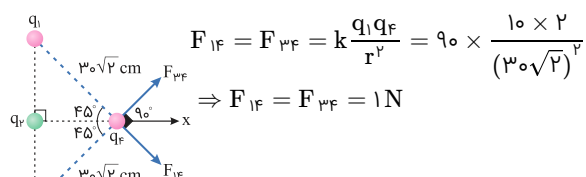
باتوجه به جهت خطوط میدان و نیروهای وارد بر ذرهٔ باردار هنگامی که ذره در حالت تعادل است، می‌توان نوشت:



$$\begin{aligned} F_E &= mg \Rightarrow E|q| = mg \\ \Rightarrow 10^6 |q| &= 5 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow |q| = 5 \mu C \\ \Rightarrow q &= -5 \mu C \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

باتوجه به قانون کولن و یکسان بودن بارها و فاصله‌ها برای تعیین نیروهای $F_{۱۴}$ و $F_{۳۴}$ می‌توان نوشت:



نیروی خالص حاصل از این دو نیرو منطبق بر محور x و در جهت مثبت آن است. پس می‌توان نوشت:

$$F_x = \sqrt{F_{۱۲}^2 + F_{۳۲}^2} = \sqrt{2} N \Rightarrow \vec{F}_x = +\sqrt{2} \vec{i}$$

باتوجه به مشخص بودن نیروی خالص وارد بر بار q_4 می‌توان نتیجه گرفت، نیروی وارد از طرف بار q_2 بر آن $2 N$ است. پس داریم:

$$\begin{aligned} F_{۲۴} &= k \frac{q_2 q_4}{r^2} = 2 \Rightarrow 90 \frac{|q_2| \times 2}{30^2} = 2 \Rightarrow |q_2| = 10 \mu C \\ \Rightarrow q_2 &= -10 \mu C \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

بارهای q_1 و q_2 ناهمنام هستند بنابراین محل بار سوم خارج فاصلهٔ دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر (سمت چپ بار q_1) می‌باشد.

$$q_1 F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{|q_1|}{d^2} = \frac{|q_2|}{(x+d)^2} \Rightarrow \frac{q}{d^2} = \frac{9q}{(x+d)^2}$$

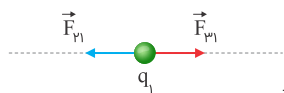
$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{1}{d} = \frac{3}{x+d} \Rightarrow d = \frac{x}{2}$$

q_1 بین بارهای q_2 و q_3 است و برای اینکه q_1 در تعادل باشد، باید q_2 و q_3 همنام باشند یعنی فقط گزینهٔ ۴ درست است.

$$q_1 F_{۱۳} = F_{۲۱} \Rightarrow \frac{|q_3|}{\left(\frac{x}{2}\right)^2} = \frac{|q_2|}{x^2} \Rightarrow |q_3| = \frac{9q \times \frac{x^2}{4}}{x^2} \Rightarrow |q_3| = \frac{9}{4} q$$

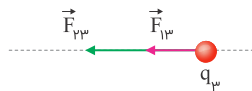
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

با توجه به علامت بارها، نیروی خالص وارد بر q_1 و q_3 را به دست می‌آوریم:



$$F_{T_1} = F_{r1} - F_{p1}$$

$$= k \frac{q \times r q}{x^2} - k \frac{q \times r q}{9x^2} = \frac{kq^2}{x^2} \left(r - \frac{r}{9} \right) = \frac{14}{9} k \frac{q^2}{x^2}$$



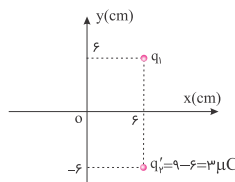
$$F_{T_3} = F_{r3} + F_{p3}$$

$$= k \frac{q \times r q}{9x^2} + k \frac{r q \times r q}{x^2} = \frac{kq^2}{x^2} \left(\frac{r}{9} + r \right) = \frac{22}{9} k \frac{q^2}{x^2}$$

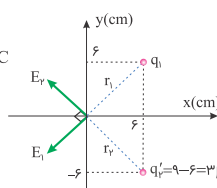
$$\Rightarrow \frac{F_{T_1}}{F_{T_3}} = \frac{\frac{14}{9} k \frac{q^2}{x^2}}{\frac{22}{9} k \frac{q^2}{x^2}} = \frac{14}{22} = \frac{7}{11}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

چون دو بار q_2 و q_3 نسبت به نقطه O تقارن دارند، می‌توانیم یک بار معادل به جای آن‌ها قرار دهیم. بار q_2 را می‌توان دو بار فرضی $6 \mu C$ و $3 \mu C$ در نظر گرفت. بار فرضی $6 \mu C$ با بار $q_3 = 6 \mu C$ میدانی هم‌اندازه و در خلاف جهت هم تولید می‌کنند پس این دو بار را حذف می‌کنیم.



میدان بارهای q_1 و q_2' در مبدأ مختصات بر هم عمودند. برآیند دو میدان بارهای q_1 و q_2' در مبدأ مختصات را برابر $6/25 \times 10^6 N/C$ قرار می‌دهیم. چه بار q_1 مثبت باشد و چه منفی، باز هم دو بردار E_1 و E_2 بر هم عمودند.



$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2})^2 \times 10^{-6}} = \frac{3}{\lambda} \times 10^9 N/C$$

$$E_{net} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \Rightarrow 6/25 \times 10^6 = \sqrt{\left(\frac{3}{\lambda} \times 10^9\right)^2 + E_1^2}$$

$$\Rightarrow E_1^2 = \left(\frac{25}{6} \times 10^6\right)^2 - \left(\frac{15}{6} \times 10^6\right)^2 = \left(\frac{10^6}{6}\right)^2 (25^2 - 15^2)$$

$$E_1 = \frac{10^6}{6} \times \sqrt{(25-15)(25+15)} = \frac{10^6}{6} \times 20 = 5 \times 10^6 N/C$$

حالا اندازه بار q_1 را به دست می‌آوریم:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} \Rightarrow 5 \times 10^6 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_1|}{(6\sqrt{2})^2} \Rightarrow |q_1| = 4 \times 10^{-6} C = 4 \mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

ابتدا تغییر بار صفحه‌ها را حساب می‌کنیم:

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V} \Rightarrow \lambda \times 10^{-6} = \frac{\Delta q}{1} \Rightarrow \Delta q = \lambda \times 10^{-6} C$$

برای محاسبه تعداد الکترون‌های تغییر کرده می‌توان نوشت:

$$\Delta q = ne \Rightarrow \lambda \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \times 10^{13}$$

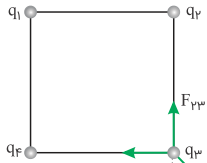
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

در آرایش‌های (۱) و (۳) با توجه به یکنواخت بودن میدان رابطه $\Delta V = Ed$ ، می‌توانیم بنویسیم:

$$E_3 > E_1 \\ d_3 = d_1 \Rightarrow \Delta V_3 > \Delta V_1 : \text{فقط گزینه ۱}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

بار q_1 بار q_3 را دفع یا جذب می‌کند. فرض می‌کنیم که بار q_1 بار q_3 را دفع می‌کند. برای این‌که برآیند نیروهای وارد بر q_3 صفر شود هر یک از دو بار q_2 و q_4 باید بار q_3 را جذب کنند. پس علامت بارهای q_2 و q_4 قرینه علامت بار q_1 است. پس گزینه‌های ۳ و ۴ نادرست‌اند.



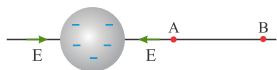
چون برآیند نیروها صفر است، پس برآیند دو نیروی F_{23} و F_{43} باید هم‌اندازه با F_{13} و در خلاف جهت آن باشد. پس برآیند دو نیروی F_{23} و F_{43} باید روی نیمساز زاویه آن‌ها قرار بگیرد. در نتیجه دو نیروی F_{23} و F_{43} باید هم‌اندازه باهم باشند. اندازه برآیند دو نیروی F_{23} و F_{43} را با F_{13} برابر قرار می‌دهیم:

$$\sqrt{F_{23}^2 + F_{43}^2} = F_{13} \xrightarrow{F_{23}=F_{43}} \sqrt{F_{23}^2 + F_{23}^2} = F_{13} \Rightarrow \sqrt{2}F_{23} = F_{13} \\ \Rightarrow \sqrt{2}k \frac{|q_2||q_3|}{a^2} = k \frac{|q_1||q_3|}{(a\sqrt{2})^2} \Rightarrow \sqrt{2}|q_2| = \frac{|q_1|}{\sqrt{2}} \\ \Rightarrow |q_2| = \frac{\sqrt{2}}{2}|q_1|$$

$$\text{پس } q_2 = q_4 = -\frac{\sqrt{2}}{2}q_1 \text{ است.}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

با توجه به بار منفی کره، جهت میدان الکتریکی به سمت کره است. برای آنکه از نقطه B به نقطه A برسیم باید در جهت میدان حرکت کنیم بنابراین: $V_B > V_A$ است. اگر بار منفی را در خلاف جهت میدان حرکت دهیم (از A به B حرکت دهیم) انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

در حالت اول بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند برابر $F = k \frac{q^2}{r^2}$ است. با انتقال الکترون از A به B بار B از q به $-2q$ رسیده است یعنی $3q$ بار آن کم شده است. پس بار A به اندازه $3q$ افزایش یافته است. پس در حالت جدید بار الکتریکی دو ذره برابر $4q$ و $-2q$ است. در این حالت بزرگی نیروی الکتریکی که دو ذره به هم وارد می‌کنند برابر است با:

$$F' = k \frac{|4q||-2q|}{r^2} = 8k \frac{q^2}{r^2}$$

$$\text{پس } \frac{F'}{F} = 8 \text{ است.}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

گام اول: با تغییر اختلاف پتانسیل دو سر خازن، ظرفیت آن ثابت می‌ماند. زیرا ظرفیت به ساختمان فیزیکی خازن بستگی دارد. طبق رابطه $Q = CV$ به صورت نسبتی، داریم:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{C_2=C_1} \frac{Q_2}{Q_1} = 1 \times \frac{0/9}{0/9} = \frac{90}{100}$$

بنابراین بار خازن ۱۰ درصد کاهش یافته است.

گام دوم: از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ به صورت نسبتی استفاده می‌کنیم تا نسبت انرژی ذخیره‌شده در خازن در حالت دوم به اول به دست بیاید.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{\frac{C_2}{C_1}=1} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{0/9}{0/9}\right)^2 = \frac{81}{100}$$

پس انرژی ذخیره‌شده در خازن ۱۹ درصد کاهش یافته است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

راه حل اول:

$$U_2 - U_1 = 90 \xrightarrow{U = \frac{q^2}{2C}} \frac{(1/2 \Delta q)^2}{2 \times \Delta} - \frac{q^2}{2 \times \Delta} = 90 \Rightarrow (1/2 \Delta)^2 q^2 - q^2 = 900 \Rightarrow \frac{25}{16} q^2 - q^2 = 900 \Rightarrow q = 40 \mu C$$

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow \Delta = \frac{40}{V} \Rightarrow V = 8 V$$

راه حل دوم:

باتوجه به اینکه مشخصات خازن تغییر نکرده است طبق تعریف $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ظرفیت خازن ثابت است:

$$C = \frac{q}{V} \xrightarrow{C \text{ ثابت می‌ماند}} \frac{q_1}{V_1} = \frac{q_2}{V_2} \xrightarrow{q_2 = 1/2 \Delta q_1} V_2 = 1/2 \Delta V_1$$

$$U_2 - U_1 = 90 \xrightarrow{U = \frac{1}{2} CV^2} 90 = \frac{1}{2} \times \Delta \left((1/2 \Delta)^2 - 1 \right) V_1^2$$

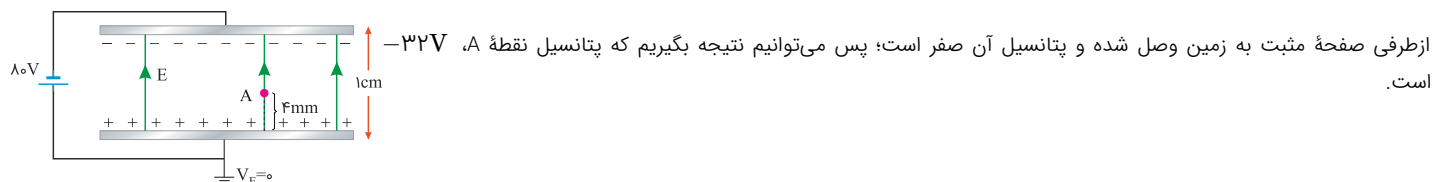
$$\Rightarrow V_1 = 8 V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

گام اول: از آنجایی که میدان بین صفحه‌ها یکنواخت است، از رابطه $E = \frac{V}{d}$ اختلاف پتانسیل نقطه A و صفحه (+) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_{\text{صفحه}}}{d} = \frac{\Delta V_A}{d} \Rightarrow \frac{80}{1} = \frac{\Delta V_A}{0/4} \Rightarrow \Delta V_A = 32 V$$

گام دوم: هرچه در جهت میدان حرکت کنیم پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

اگر بارهای الکتریکی برحسب μC و فاصله برحسب cm باشد، می‌توانیم $K = 90$ بگیریم:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} 0.9 = 90 \frac{q_1 q_2}{3600} \rightarrow q_1 q_2 = 36 \\ 1/6 = 90 \frac{q'_1 q'_2}{3600} \rightarrow q'_1 q'_2 = 64 \end{cases}$$

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 - q_2}{2}$$

$$\frac{(q_1 - q_2)^2}{4} = 64 \rightarrow q_1 - q_2 = 16$$

$$\left. \begin{aligned} q_1 q_2 &= 36 \\ q_1 - q_2 &= 16 \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_1 = 2 \mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

گام اول

$$\begin{cases} q_1 = 4 \mu C, r_1 = 6 \text{ cm} \\ q_2 = -8 \mu C, r_2 = 12 \text{ cm} \end{cases} \leftarrow \text{الف) بارهای الکتریکی نقطه‌ای } 4 \mu C \text{ و } -8 \mu C \text{ روی محور } x \text{ به ترتیب در } x = 6 \text{ cm و } x = 12 \text{ cm قرار دارند}$$

$$\begin{cases} r_3 = 18 \text{ cm}, q_3 = ? \mu C \\ \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0 \end{cases} \leftarrow \text{ب) بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در } x = 18 \text{ cm قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ برابر صفر شود}$$

گام دوم

میدان دو بار $q_1 = 4 \mu C$ و $q_2 = -8 \mu C$ را در مبدأ حساب می‌کنیم:

$$|\vec{E}_1| = \left| \frac{k q_1}{r_1^2} \right| = \left| \frac{k \times 4 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} \right| = \frac{k}{9 \times 10^2} \text{ N/C} \quad (\text{I})$$

$$|\vec{E}_2| = \left| \frac{k q_2}{r_2^2} \right| = \left| \frac{k \times 8 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} \right| = \frac{k}{18 \times 10^2} \text{ N/C} \quad (\text{II})$$

از آنجایی که $|E_1| > |E_2|$ ، پس بار سوم باید منفی باشد و طبق رابطه $\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$ داریم:

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| + |\vec{E}_3| \xrightarrow{(\text{I}), (\text{II})} \frac{k}{9 \times 10^2} = \frac{k}{18 \times 10^2} + |\vec{E}_3| \Rightarrow |\vec{E}_3| = \frac{k}{18 \times 10^2}$$

پس سومین بار الکتریکی برابر است با:

$$\begin{cases} |\vec{E}_3| = \left| \frac{k q_3}{r_3^2} \right| \\ |\vec{E}_3| = \frac{k}{18 \times 10^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{k}{18 \times 10^2} = \left| \frac{k q_3}{r_3^2} \right| \Rightarrow |q_3| = \frac{r_3^2}{18 \times 10^2}$$

$$\Rightarrow |q_3| = \frac{(18 \times 10^{-2})^2}{18 \times 10^2} = 18 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q_3 = -18 \mu C$$

گام اول

الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در نقطه A و B به ترتیب $۰/۴ \text{ mJ}$ و $۰/۶ \text{ mJ}$ است $\leftarrow \begin{cases} U_A = ۰/۴ \text{ mJ} \\ U_B = ۰/۶ \text{ mJ} \end{cases}$

ب) پتانسیل نقطه A برابر ۲۰ V باشد $\leftarrow V_A = ۲۰ \text{ V}$

ج) پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ $\leftarrow V_B = ? \text{ V}$

گام دوم

ابتدا تغییرات انرژی درونی را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta U = U_B - U_A = ۰/۶ - ۰/۴ = ۰/۲ \text{ mJ} = ۲ \times ۱۰^{-۴} \text{ J}$$

سپس با استفاده از رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ، پتانسیل نقطه B را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ q = -۲ \times ۱۰^{-۶} \text{ C} \end{cases} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - ۲۰ = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{-۲ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow V_B = -۸۰ \text{ V}$$

گام اول

الف) خازنی به منبع برق ۲۰۰ V ولت وصل است $\leftarrow V = ۲۰۰ \text{ V}$

ب) اگر انرژی ذخیره‌شده در آن $۱/۸ \text{ J}$ باشد $\leftarrow U = ۱/۸ \text{ J}$

ج) ظرفیت خازن چند میکرو فاراد است؟ $\leftarrow C = ? \mu\text{F}$

گام دوم

به کمک رابطه انرژی ذخیره‌شده برحسب ولتاژ و ظرفیت خازن داریم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow ۱/۸ = \frac{1}{2} C \times (۲۰۰)^2 \Rightarrow C = ۰/۹ \times ۱۰^{-۴} \text{ F} \Rightarrow C = ۹۰ \mu\text{F}$$

گام اول

الف) انرژی ذخیره‌شده در خازنی $۳/۶ \text{ J} \leftarrow ۱۰^{-۶} \text{ kW.h} = ۱۰^{-۶} \times ۱۰۰۰ \times ۳۶۰۰ = ۳/۶ \text{ J}$

ب) اختلاف پتانسیل $۱ \text{ kV} \leftarrow ۱۰۰۰ \text{ V}$

ج) ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ $\leftarrow C = ? \mu\text{F}$

گام دوم

کافی است از رابطه انرژی ذخیره‌شده در خازن برحسب اختلاف پتانسیل و ظرفیت خازن استفاده کنیم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow ۳/۶ = \frac{1}{2} \times C \times (۱۰۰۰)^2 \Rightarrow C = ۷/۲ \times ۱۰^{-۶} \text{ F} = ۷/۲ \mu\text{F}$$

گام اول

الف) دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم ← پس از تماس دو کره مشابه به یکدیگر، بار موجود در هر کره باهم برابر و برابر نصف کل بار مجموع می شود.
 ب) نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می کند؟ ← $\frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100 = ?$

گام دوم

کافی است نیروی بین دو کره را در دو حالت قبل از تماس دو کره و بعد از تماس دو کره محاسبه کنیم و سپس تغییرات آن را به دست آوریم:
 در حالت اول:

$$\begin{cases} F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \\ q_1 = 5 \mu C \\ q_2 = 15 \mu C \end{cases} \Rightarrow F_1 = \frac{k \times 5 \times 15}{r^2} = \frac{75k}{r^2}$$

در حالت دوم: پس از تماس دو کره، بار هر کره برابر با نصف مجموع کل بارها است.

$$\begin{cases} F_2 = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} \\ q'_1 = q'_2 = \frac{5 + 15}{2} = 10 \mu C \end{cases} \Rightarrow F_2 = \frac{k \times 10 \times 10}{r^2} = \frac{100k}{r^2}$$

درنتیجه درصد تغییرات نیرو برابر است با:

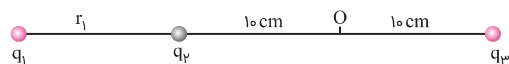
$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100 = \frac{\frac{100k}{r^2} - \frac{75k}{r^2}}{\frac{75k}{r^2}} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100 = +33\%$$

برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم‌اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر q_2 است، بنابراین داریم:

$$\begin{cases} F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{(rd)^2} = k \frac{q_1 q_2}{d^2} \\ F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{d^2} = k \frac{q_1^2}{d^2} \end{cases} \Rightarrow F_{T1} = |F_{21} - F_{12}| = k \frac{q_1}{d^2} \left| q_2 - \frac{q_2}{2} \right|$$

$$\begin{cases} F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{d^2} = k \frac{q_1^2}{d^2} \\ F_{22} = k \frac{q_2 q_2}{(rd)^2} = k \frac{q_1 q_2}{4d^2} \end{cases} \Rightarrow F_{T2} = |F_{12} - F_{22}| = k \frac{q_1}{d^2} \left| q_2 - \frac{q_2}{4} \right|$$

$$F_{T1} = F_{T2} \Rightarrow k \frac{q_1}{d} \left| q_2 - \frac{q_2}{2} \right| = k \frac{q_1}{d} \left| q_2 - \frac{q_2}{4} \right| \Rightarrow q_2 - \frac{q_2}{2} = \frac{q_2}{4} - q_2 \Rightarrow 2q_2 = \frac{q_2}{4} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{4}$$



طبق صورت سؤال در ابتدا که نیروی وارد بر هر یک از بارها صفر است، برای q_2 داریم:

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k \frac{q_1 q_2}{r_1^2} = k \frac{q_3 q_2}{r_3^2}$$

$$\Rightarrow \frac{q_1}{q_3} = \left(\frac{r_1}{r_3} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{r_1}{30 - r_1} \Rightarrow r_1 = 10 \text{ cm}$$

در این حالت برای بار q_1 نیز برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. باتوجه به اینکه بارهای q_1 و q_3 هر دو مثبت هستند و نیروی F_{31} وارد بر بار q_1 از سوی بار q_3 به سمت چپ است، لذا برای خنثی شدن این نیرو، باید نیروی F_{21} از طرف بار q_2 به سمت راست بر بار q_1 وارد شود که در این صورت علامت بار q_2 باید منفی باشد.

$$|F_{21}| = |F_{31}| \Rightarrow \frac{|q_2|}{r_1^2} = \frac{q_3}{30^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{10^2} = \frac{\lambda}{30^2} \Rightarrow |q_2| = \frac{\lambda}{9} \mu C \Rightarrow q_2 = -\frac{\lambda}{9} \mu C$$

برآیند نیروهای وارد بر q_4 :

$$F = |F_{24} + F_{34} - F_{14}|$$

$$\Rightarrow F = 90 \frac{\frac{\lambda}{9} \times 1}{10^2} + 90 \frac{\lambda \times 1}{10^2} - 90 \frac{2 \times 1}{20^2} \Rightarrow F = 7/55 N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۰

گام اول

الف) بار الکتریکی ۵- میکروکولنی در نقطه A به پتانسیل الکتریکی ۲ ولت $q = -5 \times 10^{-3} C$, $V_A = 2V$

ب) اگر کار نیروی میدان الکتریکی ۵ میلی ژول باشد $W = \Delta U = -5mJ = -5 \times 10^{-3} J$

ج) پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ $V_B = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-5 \times 10^{-3}}{-5 \times 10^{-3}} = 1 V$$

$$\Delta V = V_B - V_A \Rightarrow 1 = V_B - 2 \Rightarrow V_B = 3 V$$

جاذبه تنها بین بارهای ناهمنام و همچنین بین جسم باردار و جسم خنثی اتفاق می افتد. بنابراین جسم A و B یا ناهمنامند و یا یکی از آنها خنثی و دیگری باردار است. از طرفی چون دافعه تنها بین بارهای همنام اتفاق می افتد بنابراین B و C هر دو باردارند و همنام می باشند. پس A می تواند بدون بار و یا باردار و ناهمنام با B و C است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

در حالت اول هنگامی که گلوله را نزدیک می کنیم پدیده القا صورت می گیرد و یکدیگر را جذب می کنند. اما وقتی باهم تماس پیدا می کنند بار مثبت گلوله بین گلوله و کره توزیع می شود و بار هر دو مثبت می شود و یکدیگر را دفع می کنند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۶



$$q_1 = +80 \mu C \quad q_2 = -50 \mu C \quad F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \xrightarrow[r = \text{فاصله بین دو بار ثابت است}]{k = \text{عدد ثابت}} F \propto |q_1| |q_2| \Rightarrow \begin{cases} \text{حالت اول: } F \propto 80 \times 80 \\ \text{حالت دوم: } F' \propto 60 \times 30 \end{cases}$$

$$q_1 = 60 \mu C \quad q_2 = -30 \mu C \quad \frac{F'}{F} = \frac{60 \times 30}{80 \times 80} = \frac{18}{64} = \frac{9}{32} \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} \times 100 = \frac{\frac{9}{32} - 1}{1} \times 100 = \frac{-11}{32} \times 100 = -55\%$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

$$\frac{E'}{E} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{E'}{2/25 \times 10^5} = \left(\frac{0/8}{0/9}\right)^2 \Rightarrow E' = \frac{16}{9} \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$F = E'q' = \frac{16}{9} \times 10^5 \times 9 \times 10^{-6} = 1/6 \text{ N}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^2 = 250 \mu J$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

$$|\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}| = |\vec{F}_{13}|$$

$$\begin{cases} \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = +\vec{F}_{13} \Rightarrow \vec{F}_{23} = 0 \Rightarrow q_2 = 0 \Rightarrow \text{در گزینه‌ها نداریم} \\ \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = -\vec{F}_{13} \Rightarrow -2\vec{F}_{13} = \vec{F}_{23} \Rightarrow |2\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}| \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2 \times k \frac{|4 \mu C| |q_3|}{L^2} = k \frac{|q_2| |q_3|}{L^2} \Rightarrow |q_2| = 2 \mu C$$

با توجه به اینکه نیروی $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{23}$ خلاف جهت یکدیگرند، q_2 علامتش قرینه q_1 و منفی است:

$$q_2 = -2 \mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸