منبع: کنکور سراسری

۱ گزینه ۴

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

گام اول

الف) دو بار در فاصله r از هم واقع‌شده‌اند، میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله $d_۱$ از بار $q_۱$ برابر صفر است ← $\vec{E}_{۱d_۱} = \vec{E}_{۲(r-d_۱)}$

ب) اگر فاصلهٔ دو بار از هم ۲ برابر شود ← $r'' = ۲r$

ج) میدان الکتریکی برآیند در فاصلهٔ $d_۲$ از بار $q_۲$ برابر صفر می‌شود ← $\vec{E}_{۲(d_۲)} = \vec{E}_{۱(r_۲-d_۲)}$

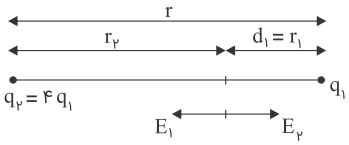
د) $d_۲$ چندبرابر $d_۱$ است ← $\frac{d_۲}{d_۱} = ?$

گام دوم

با بررسی دو حالت $d_۱$ و $d_۲$ را محاسبه می‌کنیم:

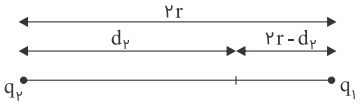
حالت اول) در فاصلهٔ r:

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



$$\begin{cases} \vec{E}_{۱d_۱} = \vec{E}_{۲(r-d_۱)} \\ q_۲ = ۴q_۱ \\ r_۱ = d_۱ \\ r_۲ = r - d_۱ \end{cases} \Rightarrow \frac{kq_۱}{r_۱^۲} = \frac{kq_۲}{r_۲^۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{d_۱^۲} = \frac{(۴q_۱)}{(r-d_۱)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{d_۱^۲} = \frac{۴}{(r-d_۱)^۲} \Rightarrow d_۱ = \frac{۱}{۳}r$$

حالت دوم) در فاصلهٔ $۲r$:



$$\begin{cases} \vec{E}_{۲(d_۲)} = \vec{E}_{۱(r_۲-d_۲)} \\ r_۱ = ۲r - d_۲ \\ r_۲ = d_۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{kq_۱}{r_۱^۲} = \frac{kq_۲}{r_۲^۲} \Rightarrow \frac{q}{(۲r-d_۲)^۲} = \frac{(۴q)}{d_۲^۲} \Rightarrow \frac{۱}{(۲r-d_۲)^۲} = \frac{۴}{d^۲} \Rightarrow d_۲ = \frac{۴}{۳}r$$

بنابراین نسبت $\frac{d_۲}{d_۱}$ برابر است با:

$$\begin{cases} d_۲ = \frac{۴}{۳}r \\ d_۱ = \frac{r}{۳} \end{cases} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{\frac{۴}{۳}r}{\frac{r}{۳}} = ۴$$

۲ گزینه ۲

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

گام اول

الف) بارهای الکتریکی نقطه‌ای $۴\mu C$ و $-۸\mu C$ روی محور x به ترتیب در $x = ۶\ cm$ و $x = ۱۲\ cm$ قرار دارند ←
$$\begin{cases} q_۱ = ۴\mu C\ ,\ r_۱ = ۶cm \\ q_۲ = -۸\mu C\ ,\ r_۲ = ۱۲cm \end{cases}$$

ب) بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در $x = ۱۸\ cm$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ برابر صفر شود ←
$$\begin{cases} r_۳ = ۱۸cm\ ,\ q_۳ = ?\mu C \\ \vec{E}_۱ + \vec{E}_۲ + \vec{E}_۳ = ۰ \end{cases}$$

گام دوم

میدان دو بار $q_۱ = ۴\mu C$ و $q_۲ = -۸\ \mu C$ را در مبدأ حساب می کنیم:

$$\left|\vec{E}_۱\right| = \left|\frac{kq_۱}{r_۱^۲}\right| = \left|\frac{k \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{۳۶ \times ۱۰^{-۴}}\right| = \frac{k}{۹ \times ۱۰^۲} N/C \qquad (I)$$

$$\left|\vec{E}_۲\right| = \left|\frac{kq_۲}{r_۲^۲}\right| = \left|\frac{k \times ۸ \times ۱۰^{-۶}}{۱۴۴ \times ۱۰^{-۴}}\right| = \frac{k}{۱۸ \times ۱۰^۲} N/C \qquad (II)$$

ازآنجایی‌که $|E_۱| > |E_۲|$، پس بار سوم باید منفی باشد و طبق رابطه $\vec{E}_۱ + \vec{E}_۲ + \vec{E}_۳ = ۰$، داریم:

$$\left|\vec{E}_۱\right| = \left|\vec{E}_۲\right| + \left|\vec{E}_۳\right| \xrightarrow{(I)\ ,\ (II)} \frac{k}{۹ \times ۱۰^۲} = \frac{k}{۱۸ \times ۱۰^۲} + \left|\vec{E}_۳\right| \Rightarrow \left|\vec{E}_۳\right| = \frac{k}{۱۸ \times ۱۰^۲}$$

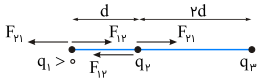
پس سومین بار الکتریکی برابر است با:

$$\begin{cases} \left|\vec{E}_۳\right| = \left|\frac{kq_۳}{r_۳^۲}\right| \\ \left|\vec{E}_۳\right| = \frac{k}{۱۸ \times ۱۰^۲} \end{cases} \Rightarrow \frac{k}{۱۸ \times ۱۰^۲} = \left|\frac{kq_۳}{r_۳^۲}\right| \Rightarrow |q_۳| = \frac{r_۳^۲}{۱۸ \times ۱۰^۲}$$

$$\Rightarrow |q_۳| = \frac{(۱۸ \times ۱۰^{-۲})^۲}{۱۸ \times ۱۰^۲} = ۱۸ \times ۱۰^{-۶}\ C \Rightarrow q_۳ = -۱۸\ \mu C$$

۳ گزینه ۴

برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ هم‌اندازهٔ برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر $q_۲$ است، بنابراین داریم:



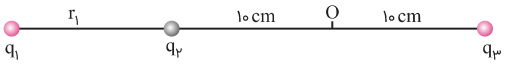
$$\begin{cases} F_{۳۱} = k\frac{q_۱q_۳}{(۳d)^۲} = k\frac{q_۱q_۳}{۹d^۲} \\ F_{۲۱} = k\frac{q_۱q_۲}{d^۲} = k\frac{q_۱^۲}{d^۲} \end{cases} \Rightarrow F_{T_۱} = |F_{۲۱} - F_{۳۱}| = k\frac{q_۱}{d^۲}\left|q_۱ - \frac{q_۳}{۹}\right|$$

$$\begin{cases} F_{۱۲} = k\frac{q_۱q_۲}{d^۲} = k\frac{q_۱^۲}{d^۲} \\ F_{۳۲} = k\frac{q_۲q_۳}{(۲d)^۲} = k\frac{q_۱q_۳}{۴d^۲} \end{cases} \Rightarrow F_{T_۲} = |F_{۱۲} - F_{۳۲}| = k\frac{q_۱}{d^۲}\left|q_۱ - \frac{q_۳}{۴}\right|$$

$$F_{T_۱} = F_{T_۲} \Rightarrow k\frac{q_۱}{d}\left|q_۱ - \frac{q_۳}{۹}\right| = k\frac{q_۱}{d}\left|q_۱ - \frac{q_۳}{۴}\right| \Rightarrow q_۱ - \frac{q_۳}{۹} = \frac{q_۳}{۴} - q_۱ \Rightarrow ۲q_۱ = \frac{۱۳}{۳۶}q_۳ \Rightarrow \frac{q_۳}{q_۱} = \frac{۷۲}{۱۳}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۵

۴ گزینه ۴



طبق صورت سؤال در ابتدا که نیروی وارد بر هر یک از بارها صفر است، برای $q_۲$ داریم:

$$F_{۱۲}=F_{۳۲}\Rightarrow k\frac{q_۱q_۲}{r_۱^{۲}}=k\frac{q_۳q_۲}{r_۳^{۲}}$$
$$\Rightarrow\frac{q_۱}{q_۳}=\left(\frac{r_۱}{r_۳}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{r_۱}{۳۰-r_۱}\Rightarrow r_۱=۱۰\,cm$$

در این حالت برای بار $q_۱$ نیز برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. باتوجه‌به اینکه بارهای $q_۱$ و $q_۳$ هر دو مثبت هستند و نیروی $F_{۳۱}$ وارد بر بار $q_۱$ از سوی بار $q_۳$ به سمت چپ است، لذا برای خنثی شدن این نیرو، باید نیروی $F_{۲۱}$ از طرف بار $q_۲$ به سمت راست بر بار $q_۱$ وارد شود که در این صورت علامت بار $q_۲$ باید منفی باشد.

$$|F_{۲۱}|=|F_{۳۱}|\Rightarrow\frac{|q_۲|}{r_۱^{۲}}=\frac{q_۳}{۳۰^{۲}}\Rightarrow\frac{|q_۲|}{۱۰^{۲}}=\frac{۸}{۳۰^{۲}}\Rightarrow|q_۲|=\frac{۸}{۹}\,\mu C\Rightarrow q_۲=-\frac{۸}{۹}\,\mu C$$

برآیند نیروهای وارد بر $q_۴$:

$$F=|F_{۲۴}+F_{۳۴}-F_{۱۴}|$$
$$\Rightarrow F=۹۰\frac{\frac{۸}{۹}\times۱}{۱۰^{۲}}+۹۰\frac{۸\times۱}{۱۰^{۲}}-۹۰\frac{۲\times۱}{۲۰^{۲}}\Rightarrow F=۷/۵۵\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

۵ گزینه ۱

$$E=k\frac{q}{r^{۲}}\Rightarrow۱۰^{۵}=۹\times۱۰^{۹}\frac{q}{۹\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow q=۱\,\mu C$$
$$F=Eq'\Rightarrow۰/۰۲=۱۰^{۵}\,q'\Rightarrow q'=۰/۲\,\mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

۶ گزینه ۲

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

$$F'=F-\frac{۵۲}{۱۰۰}F=\frac{۴۸}{۱۰۰}F$$
$$r'=r+\frac{۲۵}{۱۰۰}r=\frac{۵}{۴}r$$
$$\frac{F'}{F}=\frac{(q-x)(q+x)}{q.q}\left(\frac{r}{r'}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{۴۸}{۱۰۰}=\frac{q^{۲}-x^{۲}}{q^{۲}}\times\frac{۱۶}{۲۵}$$
$$۱۲q^{۲}=۱۶q^{۲}-۱۶x^{۲}\Rightarrow۱۶x^{۲}=۴q^{۲}\Rightarrow۴x^{۲}=q^{۲}\Rightarrow۲x=q$$
$$\Rightarrow\frac{x}{q}=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰=۵۰\%$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

۷ گزینه ۱

$$q_۲=q_۱+۳\,mC$$
$$U_۲=U_۱+۹۰۰\,mJ\Rightarrow\frac{۱}{۲}\frac{q_۲^{۲}}{۱۵}-\frac{۱}{۲}\frac{q_۱^{۲}}{۱۵}=۹۰۰\times۱۰^{-۳}$$
$$\Rightarrow\frac{q_۲^{۲}-q_۱^{۲}}{۳۰}=۰/۹\Rightarrow(q_۱+۳)^{۲}-q_۱^{۲}=۲۷$$
$$\Rightarrow q_۱^{۲}+۹+۶q_۱-q_۱^{۲}=۲۷\Rightarrow۶q_۱=۱۸\Rightarrow q_۱=۳\,mC$$
$$U_۱=\frac{۱}{۲}\frac{q_۱^{۲}}{c}=\frac{۹\times۱۰^{-۶}}{۲\times۱۵\times۱۰^{-۶}}=\frac{۳}{۱۰}J\times۱۰^{۳}=۳۰۰\,mJ$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

۸ گزینه ۱

راه‌حل اول:

$$U_۲ - U_۱ = ۹۰ \xrightarrow{U=\frac{q^۲}{۲C}} \frac{(۱/۲۵q)^۲}{۲\times ۵} - \frac{q^۲}{۲\times ۵} = ۹۰ \Rightarrow (۱/۲۵)^۲q^۲ - q^۲ = ۹۰۰ \Rightarrow \frac{۲۵}{۱۶}q^۲ - q^۲ = ۹۰۰ \Rightarrow q = ۴۰\,\mu C$$

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow ۵ = \frac{۴۰}{V} \Rightarrow V = ۸\,V$$

راه‌حل دوم:

باتوجه‌به اینکه مشخصات خازن تغییر نکرده است طبق تعریف $C = \kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d}$ ظرفیت خازن ثابت است:

$$C = \frac{q}{V} \xrightarrow{C\text{ ثابت می‌ماند}} \frac{q_۱}{V_۱} = \frac{q_۲}{V_۲} \xrightarrow{q_۲=۱/۲۵q_۱} V_۲ = ۱/۲۵V_۱$$

$$U_۲ - U_۱ = ۹۰ \xrightarrow{U=\frac{۱}{۲}CV^۲} ۹۰ = \frac{۱}{۲}\times ۵((۱/۲۵)^۲ - ۱)V_۱^۲$$

$$\Rightarrow V_۱ = ۸\,V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۹ گزینه ۳

$$\left|\vec{F}_{۱۳} + \vec{F}_{۲۳}\right| = \left|\vec{F}_{۱۳}\right|$$

$$\begin{cases}\vec{F}_{۱۳} + \vec{F}_{۲۳} = +\vec{F}_{۱۳} \Rightarrow \vec{F}_{۲۳} = ۰ \Rightarrow q_۲ = ۰ \Rightarrow \text{در گزینه‌ها نداریم}\\ \vec{F}_{۱۳} + \vec{F}_{۲۳} = -\vec{F}_{۱۳} \Rightarrow -۲\vec{F}_{۱۳} = \vec{F}_{۲۳} \Rightarrow \left|۲\vec{F}_{۱۳}\right| = \left|\vec{F}_{۲۳}\right|\end{cases}$$

$$\Rightarrow ۲\times k\frac{|۴\,\mu C|\,|q_۳|}{۴L^۲} = k\frac{|q_۲|\,|q_۳|}{L_۲} \Rightarrow |q_۲| = ۲\,\mu C$$

با توجه به اینکه نیروی $\vec{F}_{۱۳}$ و $\vec{F}_{۲۳}$ خلاف جهت یکدیگرند، $q_۲$ علامتش قرینهٔ $q_۱$ و منفی است:

$$q_۲ = -۲\,\mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۱۰ گزینه ۳

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{۱۰/۸\,N\vec{i} - ۱۴/۴N\vec{j}}{۲\times ۱۰^{-۶}} = ۵/۴\times ۱۰^۶ N/C\vec{i} - ۷/۲\times ۱۰^۶ N/C\vec{j}$$

$$\left|\vec{E}\right| = \sqrt{(۵/۴\times ۱۰^۶)^۲ + (۷/۲\times ۱۰^۶)^۲} = \sqrt{۸۱\times ۱۰^{۱۲}} = ۹\times ۱۰^۶\,N/C$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۱۱ گزینه ۲

$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۵\times ۱۰^۲ = ۲۵۰\,\mu J$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

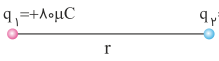
۱۲ گزینه ۳

$$\frac{E'}{E} = (\frac{r}{r'})^۲ \Rightarrow \frac{E'}{۲/۲۵\times ۱۰^۵} = (\frac{۰/۸}{۰/۹})^۲ \Rightarrow E' = \frac{۱۶}{۹}\times ۱۰^۵\,N/C$$

$$F = E'q' = \frac{۱۶}{۹}\times ۱۰^۵\times ۹\times ۱۰^{-۶} = ۱/۶\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

۱۳ گزینه ۳



$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \xrightarrow[\text{فاصلهٔ بین دو بار ثابت است=r}]{\text{عدد ثابت=k}} F \propto |q_1||q_2| \Rightarrow \begin{cases} \text{حالت اول}: F \propto ۵۰ \times ۸۰ \\ \text{حالت دوم}: F' \propto ۶۰ \times ۳۰ \end{cases}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{۶۰ \times ۳۰}{۸۰ \times ۵۰} = \frac{۱۸}{۴۰} = \frac{۹}{۲۰} \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۹}{۲۰} - ۱}{۱} \times ۱۰۰ = \frac{-۱۱}{۲۰} \times ۱۰۰ = -۵۵\%$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

۱۴ گزینه ۲

اگر ساختمان خازنی که به باتری متصل است را دست‌کاری کنیم، اختلاف‌پتانسیل آن ثابت می‌ماند؛ پس (ب) نمی‌تواند درست باشد؛ بنابراین گزینهٔ ۱ و ۳ نادرست هستند.

از رابطهٔ $E = \frac{V}{d}$ داریم:

$$\frac{E_۲}{E_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \times \frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \frac{۱}{۲}$$

پس جملهٔ (الف) درست است. باتوجه‌به رد گزینه‌های ۱ و ۳ می‌فهمیم که گزینهٔ‌درست گزینهٔ ۲ است.

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

پ) از رابطهٔ $C = \kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d}$ داریم:

$$\frac{C_۲}{C_۱} = \frac{\kappa_۲}{\kappa_۱} \times \frac{A_۲}{A_۱} \times \frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow \frac{C_۲}{C_۱} = ۱ \times ۱ \times \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۲}$$

ت) از رابطهٔ $Q = CV$ داریم:

$$\frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{C_۲}{C_۱} \times \frac{V_۲}{V_۱} \Rightarrow \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{۱}{۲} \times ۱ = \frac{۱}{۲}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

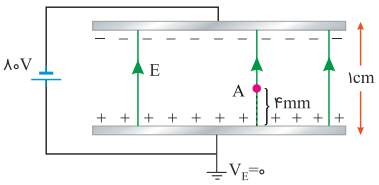
۱۵ گزینه ۲

گام اول: ازآنجایی‌که میدان بین صفحه‌ها یکنواخت است، از رابطهٔ $E = \frac{V}{d}$ اختلاف‌پتانسیل نقطهٔ A و صفحهٔ $(+)$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_{\text{صفحه}}}{d_{\text{بین دو صفحه}}} = \frac{\Delta V_A}{d} \Rightarrow \frac{۸۰}{۱} = \frac{\Delta V_A}{۰/۴} \Rightarrow \Delta V_A = ۳۲V$$

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

ازطرفی صفحهٔ مثبت به زمین وصل شده و پتانسیل آن صفر است؛ پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که پتانسیل نقطهٔ A، $-۳۲V$ است.



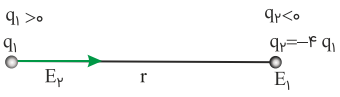
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

۱۶ گزینه ۲

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

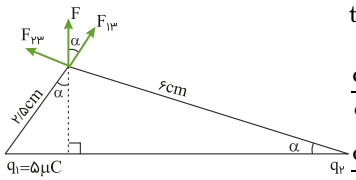
چون $\overrightarrow{E_۱}$ و $\overrightarrow{E_۲}$ هم‌جهت هستند، پس نسبت آن‌ها $(+)$ است؛ بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ نمی‌توانند درست باشند.

گام دوم: $q_۲ > q_۱$ است؛ پس میدان آن نیز بزرگ‌تر است؛ پس گزینهٔ ۲ درست است.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

۱۷ گزینه ۳



$$\tan\alpha = \frac{F_{۲۳}}{F_{۱۳}} = \frac{۲/۵}{۶}$$

$$\frac{q_۲}{q_۱}\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = \frac{۲/۵}{۶}$$

$$\frac{q_۲}{۵}\left(\frac{۲/۵}{۶}\right)^۲ = \frac{۲/۵}{۶} \Rightarrow q_۲ = ۱۲\mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۱۸ گزینه ۴

$$C = ۲ \times ۱۰^{-۶} F$$

$$V_۲ = V_۱ + ۱$$

$$U_۲ - U_۱ = ۵ \times ۱۰^{-۶} J$$

$$\frac{۱}{۲}CV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}CV_۱^۲ = ۵ \times ۱۰^{-۶}$$

$$\frac{۱}{۲}C((V_۱ + ۱)^۲ - V_۱^۲) = ۵ \times ۱۰^{-۶}$$

$$\frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}(V_۱^۲ + ۱ + ۲V_۱ - V_۱^۲) = ۵ \times ۱۰^{-۶}$$

$$V_۱ = ۲V$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۱۹ گزینه ۲

اگر بارهای الکتریکی برحسب μC و فاصله برحسب cm باشد، می‌توانیم $K = ۹۰$ بگیریم:

$$F = K\frac{q_۱q_۲}{r^۲} \Rightarrow \begin{cases} ۰/۹ = ۹۰\frac{q_۱q_۲}{۳۶۰۰} \rightarrow q_۱q_۲ = ۳۶ \\ ۱/۶ = ۹۰\frac{q'_۱q'_۲}{۳۶۰۰} \rightarrow q'_۱q'_۲ = ۶۴ \end{cases}$$

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ - q_۲}{۲}$$

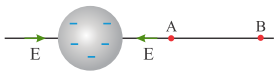
$$\frac{(q_۱ - q_۲)^۲}{۴} = ۶۴ \rightarrow q_۱ - q_۲ = ۱۶$$

$$\left.\begin{matrix} q_۱q_۲ = ۳۶ \\ q_۱ - q_۲ = ۱۶ \end{matrix}\right\} \Rightarrow q_۱ = ۲\mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۲۰ گزینه ۱

با توجه به بار منفی کره، جهت میدان الکتریکی به سمت کره است. برای آنکه از نقطهٔ B به نقطهٔ 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.



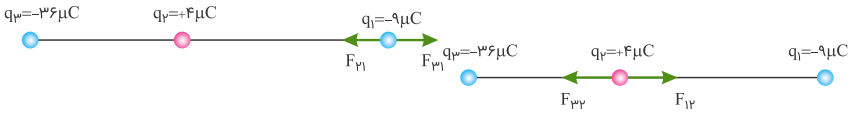
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۲۱ گزینه ۴

گام اول: باتوجه‌به اینکه برآیند نیروهای وارد بر هر یک از بارها ازجمله بار $q_۲$ صفر است داریم:

$$F_{۱۲}=F_{۳۲}\Rightarrow \cancel{k}\frac{\cancel{q_۱q_۲}}{x^۲}=\cancel{k}\frac{\cancel{q_۳q_۲}}{y^۲}\xrightarrow{q_۱=-۹\mu C\ ,\ q_۳=-۳۶\mu C} y=۲x$$

اگر جای $q_۱$ و $q_۳$ را عوض کنیم، در این حالت برآیند نیروهای وارد بر بارهای $q_۲$ و $q_۱$ را داریم:



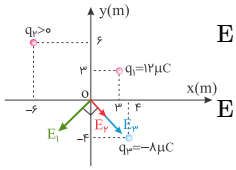
$$\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{|F_{۱۲}-F_{۳۲}|}{|F_{۲۱}-F_{۳۱}|}=\frac{\left|\frac{۹\times۴}{y^۲}-\frac{۳۶\times۴}{x^۲}\right|}{\left|\frac{۴\times۹}{y^۲}-\frac{۳۶\times۹}{(y+x)^۲}\right|}=\frac{\left|\frac{\cancel{۳۶}}{\cancel{۴}x^۲}-\frac{\cancel{۳۶}\times۱}{x^۲}\right|}{\left|\frac{\cancel{۳۶}}{\cancel{۴}x^۲}-\frac{\cancel{۳۶}\times۱}{\cancel{۹}x^۲}\right|}$$

$$\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{\left|\frac{۱}{۴}-۴\right|}{\left|\frac{۱}{۴}-۱\right|}=\frac{\frac{۱۵}{۴}}{\frac{۳}{۴}}\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=۵$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۲۲ گزینه ۱

گام اول: اندازهٔ میدان $E_۱$ و $E_۳$ را در مبدأ مختصات به دست می‌آوریم:



$$E_۱=k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۱۲\times۱۰^{-۶}}{(۳\sqrt{۲})^۲}=۶\times۱۰^۳\ N/C$$

$$E_۳=k\frac{|q_۳|}{r_۳^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۸\times۱۰^{-۶}}{(۴\sqrt{۲})^۲}=\frac{۹}{۴}\times۱۰^۳\ N/C$$

گام دوم: $E_۲$ و $E_۳$ هم‌جهت هستند، برآیند آن‌ها را $E_{۲,۳}$ می‌نامیم. $E_{۲,۳}$ بر $E_۱$ عمود است و برآیند این دو میدان $۷/۵\times۱۰^۳\ N/C$ است پس می‌توانیم اندازهٔ $E_{۲,۳}$ را محاسبه کنیم:

$E_{۲,۳}$

$$E_{۲,۳}^۲+E_۱^۲=E_t^۲\Rightarrow E_{۲,۳}=۱۰^۳\times\sqrt{(۷/۵)^۲-(۶)^۲}$$

$$\Rightarrow E_{۲,۳}=۴/۵\times۱۰^۳\ N/C$$

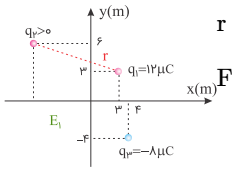
گام سوم: اندازهٔ $E_۲$ را به دست می‌آوریم:

$$E_{۲,۳}=E_۲+E_۳\Rightarrow ۴/۵\times۱۰^۳=۲/۲۵\times۱۰^۳+E_۲\Rightarrow E_۲=۲/۲۵\times۱۰^۳\ N/C$$

گام چهارم: بار $q_۲$ را محاسبه می‌کنیم:

$$E_۲=k\frac{q_۲}{r_۲^۳}\Rightarrow\frac{۹}{۴}\times۱۰^۳=۹\times۱۰^۹\times\frac{q_۲}{(۶\sqrt{۲})^۲}\Rightarrow q_۲=۱۸\times۱۰^{-۶}\ C=۱۸\ \mu C$$

گام پنجم: حال نیرویی که $q_۱$ به $q_۲$ وارد می‌کند را به دست می‌آوریم:



$$r=\sqrt{۹^۲+۳^۲}=\sqrt{۹۰}\ m$$

$$F_{۱۲}=k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}\Rightarrow F=۹\times۱۰^۹\times\frac{۱۲\times۱۸\times۱۰^{-۱۲}}{۹۰}\Rightarrow F=۲/۱۶\times۱۰^{-۲}\ N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۲۳ گزینه ۱

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

$$C = \kappa\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d} = ۴ \times ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \times \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۱/۴۱۶ \times ۱۰^{-۱۲}\,F$$

گام دوم: فاصلهٔ بین صفحه‌ها از $۵\,mm$ به $۲\,mm$ می‌رسد و بقیهٔ عوامل مؤثر ثابت است پس داریم:

$$\frac{C_۲}{C_۱} = \frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow C_۲ = ۱/۴۱۶ \times ۱۰^{-۱۲} \times \frac{۵}{۲} \Rightarrow C_۲ = ۳/۵۴ \times ۱۰^{-۱۲}$$

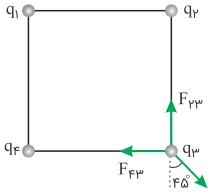
گام سوم: حال افزایش ظرفیت خازن را به دست می‌آوریم:

$$C_۲ - C_۱ = ۳/۵۴ \times ۱۰^{-۱۲} - ۱/۴۱۶ \times ۱۰^{-۱۲} = ۲/۱۲۴ \times ۱۰^{-۱۲}\,F = ۲/۱۲۴\,PF$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۲۴ گزینه ۲

بار $q_۱$ بار $q_۳$ را دفع یا جذب می‌کند. فرض می‌کنیم که بار $q_۱$ بار $q_۳$ را دفع می‌کند. برای این‌که برآیند نیروهای وارد بر $q_۳$ صفر شود هر یک از دو بار $q_۲$ و $q_۴$ باید بار $q_۳$ را جذب کنند. پس علامت بارهای $q_۲$ و $q_۴$ قرینهٔ علامت بار $q_۱$ است. پس گزینه‌های ۳ و ۴ نادرست‌اند.



چون برآیند نیروها صفر است، پس برآیند دو نیروی $F_{۲۳}$ و $F_{۴۳}$ باید هم‌اندازه با $F_{۱۳}$ و در خلاف جهت آن باشد. پس برآیند دو نیروی $F_{۲۳}$ و $F_{۴۳}$ باید روی نیمساز زاویهٔ آن‌ها قرار بگیرد. درنتیجه دو نیروی $F_{۲۳}$ و $F_{۴۳}$ باید هم‌اندازه باهم باشند. اندازهٔ برآیند دو نیروی $F_{۲۳}$ و $F_{۴۳}$ را با $F_{۱۳}$ برابر قرار می‌دهیم:

$$\sqrt{F_{۲۳}^{۲} + F_{۴۳}^{۲}} = F_{۱۳} \xrightarrow{F_{۲۳}=F_{۴۳}} \sqrt{F_{۲۳}^{۲} + F_{۲۳}^{۲}} = F_{۱۳} \Rightarrow \sqrt{۲}F_{۲۳} = F_{۱۳}$$

$$\Rightarrow \sqrt{۲}\cancel{k}\frac{|q_۲|\cancel{|q_۳|}}{a^{۲}} = \cancel{k}\frac{|q_۱|\cancel{|q_۳|}}{(a\sqrt{۲})^{۲}} \Rightarrow \sqrt{۲}\,|q_۲| = \frac{|q_۱|}{۲}$$

$$\Rightarrow |q_۲| = \frac{\sqrt{۲}}{۴}\,|q_۱|$$

پس $q_۲ = q_۴ = -\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۲۵ گزینه ۴

در حالت اول بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند برابر $F = k\frac{q^{۲}}{r^{۲}}$ است. با انتقال الکترون از A به B بار B از q به $-۲q$ رسیده است یعنی $۳q$ بار آن کم شده است. پس بار A به اندازهٔ $۳q$ افزایش یافته است. پس در حالت جدید بار الکتریکی دو ذره برابر $۴q$ و $-۲q$ است. در این حالت بزرگی نیروی الکتریکی که دو ذره به هم وارد می‌کنند برابر است با:

$$F' = k\frac{|۴q||-۲q|}{r^{۲}} = ۸k\frac{q^{۲}}{r^{۲}}$$

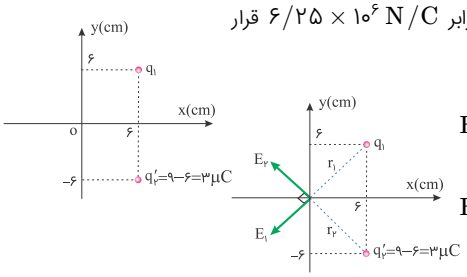
پس $\frac{F'}{F} = ۸$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۲۶ گزینه ۳

چون دو بار $q_۲$ و $q_۳$ نسبت به نقطهٔ O تقارن دارند، می‌توانیم یک بار معادل به جای آن‌ها قرار دهیم. بار $q_۲$ را می‌توان دو بار فرضی $۶\,\mu C$ و $۳\,\mu C$ در نظر گرفت. بار فرضی $۶\,\mu C$ با بار $q_۳ = ۶\,\mu C$ میدانی هم‌اندازه و در خلاف جهت هم تولید می‌کنند پس این دو بار را حذف می‌کنیم.

میدان بارهای $q_۱$ و $q'_۲$ در مبدأ مختصات بر هم عمودند. برآیند دو میدان بارهای $q_۱$ و $q'_۲$ در مبدأ مختصات را برابر $۶/۲۵ \times ۱۰^۶\,N/C$ قرار می‌دهیم. چه بار $q_۱$ مثبت باشد و چه منفی، باز هم دو بردار $E_۱$ و $E_۲$ بر هم عمودند.



$$E_۲ = k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۳ \times ۱۰^{-۶}}{(۶\sqrt{۲})^۲ \times ۱۰^{-۴}} = \frac{۳}{۸} \times ۱۰^۷\,N/C$$

$$E_{net} = \sqrt{E_۱^۲ + E_۲^۲} \Rightarrow ۶/۲۵ \times ۱۰^۶ = \sqrt{(\frac{۳}{۸} \times ۱۰^۷)^۲ + E_۱^۲}$$

$$\Rightarrow E_۱^۲ = (\frac{۲۵}{۴} \times ۱۰^۶)^۲ - (\frac{۱۵}{۴} \times ۱۰^۶)^۲ = (\frac{۱۰^۶}{۴})^۲ (۲۵^۲ - ۱۵^۲)$$

$$E_۱ = \frac{۱۰^۶}{۴} \times \sqrt{(۲۵-۱۵)(۲۵+۱۵)} = \frac{۱۰^۶}{۴} \times ۲۰ = ۵ \times ۱۰^۶\,N/C$$

حالا اندازهٔ بار $q_۱$ را به دست می‌آوریم:

$$E_۱ = k\frac{|q_۱|}{r^۲} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^۶ = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{|q_۱|}{(۶\sqrt{۲})^۲} \Rightarrow |q_۱| = ۴ \times ۱۰^{-۶}\,C = ۴\,\mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۲۷ گزینه ۴

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

$$\frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{C_۲}{C_۱} \times \frac{V_۲}{V_۱} \xrightarrow[V_۲ = ۰/۹ V_۱]{C_۲ = C_۱} \frac{Q_۲}{Q_۱} = ۱ \times ۰/۹ = ۰/۹ = \frac{۹۰}{۱۰۰}$$

بنابراین بار خازن ۱۰ درصد کاهش یافته است.

گام دوم: از رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}CV^۲$ به‌صورت نسبتی استفاده می‌کنیم تا نسبت انرژی ذخیره‌شده در خازن در حالت دوم به اول به دست بیاید.

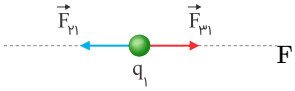
$$\frac{U_۲}{U_۱} = \frac{C_۲}{C_۱} \times (\frac{V_۲}{V_۱})^۲ \xrightarrow[\frac{V_۲}{V_۱} = ۰/۹]{\frac{C_۲}{C_۱} = ۱} \frac{U_۲}{U_۱} = (۰/۹)^۲ = \frac{۸۱}{۱۰۰}$$

پس انرژی ذخیره‌شده در خازن ۱۹ درصد کاهش یافته است.

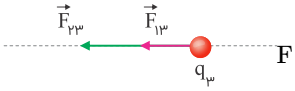
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۲۸ گزینه ۳

با توجه به علامت بارها، نیروی خالص وارد بر $q_۱$ و $q_۳$ را به دست می‌آوریم:



$$F_{T_۱} = F_{۲۱} - F_{۳۱}$$
$$= k\frac{q \times ۲q}{x^۲} - k\frac{q \times ۴q}{۹x^۲} = \frac{kq^۲}{x^۲}(۲ - \frac{۴}{۹}) = \frac{۱۴}{۹}k\frac{q^۲}{x^۲}$$



$$F_{T_۳} = F_{۱۳} + F_{۲۳}$$
$$= k\frac{q \times ۴q}{۹x^۲} + k\frac{۲q \times ۴q}{۴x^۲} = \frac{kq^۲}{x^۲}(\frac{۴}{۹} + ۲) = \frac{۲۲}{۹}k\frac{q^۲}{x^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{T_۱}}{F_{T_۳}} = \frac{\frac{۱۴}{۹}k\frac{q^۲}{x^۲}}{\frac{۲۲}{۹}k\frac{q^۲}{x^۲}} = \frac{۱۴}{۲۲} = \frac{۷}{۱۱}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۲۹ گزینه ۴

بارهای $q_۱$ و $q_۲$ ناهمنام هستند بنابراین محل بار سوم خارج فاصلهٔ دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر (سمت چپ بار $q_۱$) می‌باشد.

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{d^۲} = \frac{|q_۲|}{(x+d)^۲} \Rightarrow \frac{q}{d^۲} = \frac{۹q}{(x+d)^۲}$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{d} = \frac{۳}{x+d} \Rightarrow d = \frac{x}{۲}$$

$q_۱$ بین بارهای $q_۲$ و $q_۳$ است و برای اینکه $q_۱$ در تعادل باشد، باید $q_۲$ و $q_۳$ همنام باشند یعنی فقط گزینهٔ ۴ درست است.

$$F_{۳۱} = F_{۲۱} \Rightarrow \frac{|q_۳|}{(\frac{x}{۲})^۲} = \frac{|q_۲|}{x^۲} \Rightarrow |q_۳| = \frac{۹q \times \frac{x^۲}{۴}}{x^۲} \Rightarrow |q_۳| = \frac{۹}{۴}q$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۳۰ گزینه ۲

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

$$\left.\begin{array}{l} V_P - V_A = E \times d \Rightarrow V_P - V_A = \frac{۲۰}{۵} \times ۲ = ۸\,V \\ V'_P - V_A = E' \times d' \Rightarrow V'_P - V_A = \frac{۲۰}{۱۰} \times ۲ = ۴\,V \end{array}\right\} \Rightarrow V'_P - V_P = -۴\,V$$

روش دوم: اختلاف پتانسیل دو صفحه، ثابت و برابر $۲۰\,V$ است. فاصلهٔ نقطهٔ P تا صفحهٔ A ثابت و برابر $۲\,mm$ است.

$$\Delta V = Ed \Rightarrow \begin{cases} V_P - V_A = \frac{۲}{۵} \times ۲۰ = ۸\,V \\ V'_P - V_A = \frac{۲}{۱۰} \times ۲۰ = ۴\,V \end{cases} \Rightarrow V'_P - V_P = -۴\,V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۳۱ گزینه ۱

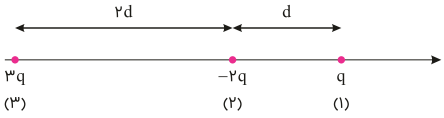
در آرایش‌های (۱) و (۳) با توجه به یکنواخت بودن میدان رابطهٔ $\Delta V = Ed$، می‌توانیم بنویسیم:

$$\left.\begin{array}{l} E_۳ > E_۱ \\ d_۳ = d_۱ \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta V_۳ > \Delta V_۱ \text{ : فقط گزینهٔ ۱}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۳۲ گزینه ۳

ابتدا نیروی خالص وارد بر بار $q_۳$ را حساب می‌کنیم:



$$\left.\begin{array}{l} F_{۱۳} = \frac{k(۳q)(q)}{۹d^۲} = \frac{kq^۲}{۳d^۲} \\ F_{۲۳} = \frac{k(۲q)(۳q)}{۴d^۲} = \frac{۳}{۲}\frac{kq^۲}{d^۲} \end{array}\right\} \Rightarrow F_{net_۳} = \frac{۹kq^۲ - ۲kq^۲}{۶d^۲} = \frac{۷}{۶}\frac{kq^۲}{d^۲}$$

حال نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ را حساب می‌کنیم.

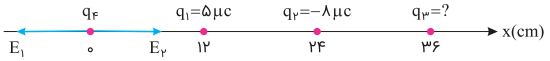
$$\left.\begin{array}{l} F_{۱۲} = \frac{kq(۲q)}{d^۲} = ۲\frac{kq^۲}{d^۲} \\ F_{۳۲} = F_{۲۳} = \frac{۳}{۲}\frac{kq^۲}{d^۲} \end{array}\right\} \Rightarrow F_{net_۲} = ۲\frac{kq^۲}{d^۲} - \frac{۳}{۲}\frac{kq^۲}{d^۲} = \frac{۱}{۲}\frac{kq^۲}{d^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{net_۲}}{F_{net_۳}} = \frac{\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{d^۲}}{\frac{۷}{۶}k\frac{q^۲}{d^۲}} = \frac{۳}{۷} \Rightarrow F_۲ = \frac{۳}{۷}F_۳ \Rightarrow \vec{F}_۲ = +\frac{۳}{۷}F$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

۳۳ گزینه ۲

نیروی الکتریکی وارد بر بار $q_۴$ صفر است. پس میدان خالص حاصل از بارها در محل بار $q_۴$ صفر است. در این صورت می‌توان نوشت:



$$\left.\begin{aligned} E_۱ &= \frac{k \times ۵}{۱۴۴} \\ E_۲ &= \frac{k \times ۸}{۵۷۶} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_۱ - E_۲ = \frac{۲۰k - ۸k}{۵۷۶} = \frac{۱۲k}{۵۷۶} = \frac{k}{۴۸}$$

بنابراین میدان حاصل از بار $q_۳$ باید در جهت مثبت محور بوده و مقدار میدان خالص حاصل از دو بار $q_۱$ و $q_۲$ را خنثی کند. پس می‌توان نوشت:

$$E_۳ = \frac{kq_۳}{d^۲} = \frac{k}{۴۸} \Rightarrow \frac{q_۳}{۳۶ \times ۳۶} = \frac{۱}{۴۸} \Rightarrow q_۳ = -۲۷\,\mu C$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

۳۴ گزینه ۱

ابتدا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذرهٔ باردار را حساب می‌کنیم:

$$\Delta U = -\Delta K = -\frac{۱}{۲}m(V_B^۲ - V_A^۲) \Rightarrow \Delta U$$
$$= -\frac{۱}{۲}(۴ \times ۱۰^{-۹})(۴۰۰ - ۱۰۰) \Rightarrow \Delta U = -۶ \times ۱۰^{-۷}\,J$$

اکنون برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه می‌توان نوشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۶ \times ۱۰^{-۷}}{۵ \times ۱۰^{-۹}} = -۱۲۰\,V$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

۳۵ گزینه ۳

ابتدا تغییر بار صفحه‌ها را حساب می‌کنیم:

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V} \Rightarrow ۸ \times ۱۰^{-۶} = \frac{\Delta q}{۱} \Rightarrow \Delta q = ۸ \times ۱۰^{-۶}\,C$$

برای محاسبهٔ تعداد الکترون‌های تغییر کرده می‌توان نوشت:

$$\Delta q = ne \Rightarrow ۸ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۵ \times ۱۰^{۱۳}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱