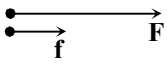
پاسخ‌های تشریحی فصل ۲

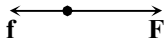
۱- گزینه ۴ پاسخ است.

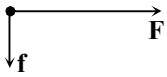
$$q = -ne = -۲/۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = -۴\times۱۰^{-۶}\,C = -۴\mu C$$

۲- گزینه ۳ پاسخ است.

چنان‌چه نیرویی که پروتون در فاصله‌ی D به الکترون وارد می‌کند F و نیرویی که پروتون در فاصله‌ی d به الکترون وارد می‌کند، f باشد، در مورد برآیندها می‌توان گفت:

شکل ۱ :  $F_{T_1} = F + f$

شکل ۲ :  $F_{T_2} = F - f$

شکل ۳ :  $F_{T_3} = \sqrt{F^2 + f^2}$

و با توجه به این‌که $F^2 + f^2 + 2Ff$، بنابراین $F - f < \sqrt{F^2 + f^2} < F + f$، بنابراین $F_{T_2} < F_{T_3} < F_{T_1}$.

۳- گزینه ۳ پاسخ است.

$$|\vec{F}| = \sqrt{۴۹ + ۳۲} = ۹$$

$$|\vec{F}| = K\frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow ۹ = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۲/۵\times۴\times۱۰^{-۱۲}}{r^2} \Rightarrow r^2 = ۱۰^{-۲} \Rightarrow r = ۰/۱m = ۱۰cm$$

۴- گزینه ۲ پاسخ است.

فرض می‌کنیم $\vec{F}_{ij}$ نیروی بار q_i به q_j است:

ذره‌ی q_1 در تعادل $\Rightarrow \overrightarrow{F_{31}} + \overrightarrow{F_{21}} = ۰ \Rightarrow \overrightarrow{F_{31}} = -\overrightarrow{F_{21}}$

ذره‌ی q_2 در تعادل $\Rightarrow \overrightarrow{F_{32}} + \overrightarrow{F_{12}} = ۰ \Rightarrow \overrightarrow{F_{32}} = -\overrightarrow{F_{12}}$

$\overrightarrow{F_{12}}$ عکس‌العمل $\overrightarrow{F_{21}}$ است، بنابراین $\overrightarrow{F_{21}} = -\overrightarrow{F_{12}}$، پس $\overrightarrow{F_{31}} = -\overrightarrow{F_{32}}$.

از طرفی $\overrightarrow{F_{23}}$ عکس‌العمل $\overrightarrow{F_{32}}$ و $\overrightarrow{F_{31}}$ عکس‌العمل $\overrightarrow{F_{13}}$ است، پس خواهیم داشت: $-\overrightarrow{F_{13}} = +\overrightarrow{F_{23}} \Rightarrow \overrightarrow{F_{23}} + \overrightarrow{F_{13}} = ۰$

این به آن معناست که برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 نیز صفر است.

۵- گزینه ۱ پاسخ است.

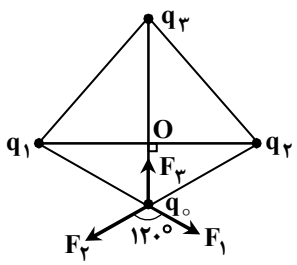
$$\begin{cases} F_1 = K\dfrac{q_1 q_2}{d^2} \\ F_2 = K\dfrac{(q_1 - \frac{۱}{۴}q_1)(q_2 + \frac{۱}{۴}q_1)}{d^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = ۱/۵ = \frac{\frac{۳}{۴}q_1(q_2 + \frac{۱}{۴}q_1)}{q_1 q_2} \Rightarrow \frac{۳}{۲}q_2 = \frac{۳}{۴}q_2 + \frac{۳}{۱۶}q_1$$

$$\Rightarrow \frac{۳}{۴}q_2 = \frac{۳}{۱۶}q_1 \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{\frac{۳}{۱۶}}{\frac{۳}{۴}} = \frac{۱}{۴}$$

۶- گزینه ۱ پاسخ است.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{q_1}{q_2}\times(\frac{r_2}{r_1})^2 = \frac{۲q_۰}{۳q_۰}\times(\frac{۹^2 + ۱۲^2}{۱۶^2 + ۱۲^2}) = \frac{۲}{۳}\times(\frac{۱۵}{۲۰})^2 = \frac{۳}{۸}$$

۷- گزینه ۳ پاسخ است.



$$\text{فاصله بار } q_2 \text{ تا } q_۰ = \frac{OB}{Cos۶۰^\circ} = ۲OB$$

$$F_1 = F_2 = K\frac{q_2 q_۰}{(۲OB)^2}$$

چون زاویه بین F_1 و F_2 برابر ۱۲۰ درجه است، بنابراین:

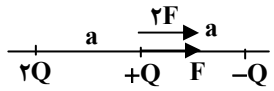
$$|\overrightarrow{F_{1,2}}| = |\overrightarrow{F_1}| = K\frac{q_2 q_۰}{(۲OB)^2}$$

برآیند هر سه نیرو صفر است، پس $\left|\overrightarrow{F_۳}\right| = \left|\overrightarrow{F_{۱,۲}}\right|$.

$$\Rightarrow K\frac{q_۳q_۰}{(OA+OB)^۲} = K\frac{q_۲q_۰}{(۲OB)^۲} \Rightarrow \frac{۹}{(OA+OB)^۲} = \frac{۱۶}{(۲OB)^۲} \Rightarrow \frac{۳}{OA+OB} = \frac{۴}{۲OB} \Rightarrow ۶OB = ۴OA + ۴OB$$

$$\Rightarrow ۲OB = ۴OA \Rightarrow OB = ۲OA \Rightarrow \frac{OB}{OA} = ۲$$

۸- گزینه ۲ پاسخ است.



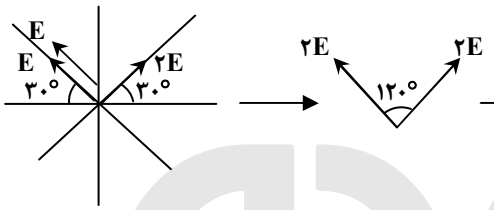
$F_T = ۳F$

۹- گزینه ۴ پاسخ است.

چون بار مثبت در جهت میدان حرکت می‌کند، پس به منطقه‌ای می‌رود که میدان ضعیف‌تر است، بنابراین نیروی وارد بر ذره $(F = Eq)$ نیز کم‌تر شده، در نتیجه طبق قانون دوم نیوتون $(F = ma)$ شتاب نیز کم‌تر می‌شود، بنابراین شتاب متغیر و رو به کاهش خواهد بود.

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

اگر اندازه‌ی میدان بار $q_۱$ برابر E باشد، میدان دیگر بارها در نقطه‌ی مرکز به‌صورت زیر خواهد بود:



$$E_T = ۲E \qquad ۱۶\times۱۰^۶ = ۲\times۹\times۱۰^۹ \times \frac{۲۰\times۱۰^{-۶}}{d^۲}$$

$$\rightarrow d^۲ = \frac{۴\times۹\times۱۰^۴}{۱۶\times۱۰^۶} = \frac{۹}{۴}\times۱۰^{-۲}$$

$$\rightarrow d = \frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۱}m = \frac{۳}{۲}\times۱۰cm = ۱۵cm$$

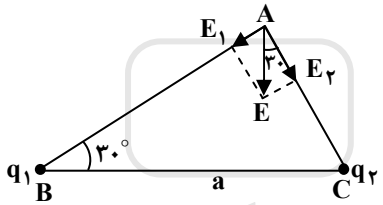
۱۱- گزینه ۴ پاسخ است.

چون بدون انحراف گذشته است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر ذره (نیروی الکتریکی و وزن) صفر است، پس اولاً جهت نیروی الکتریکی خلاف وزن و رو به بالاست و چون میدان رو به پایین است، پس علامت بار منفی است، ثانیاً:

$$E|q| = mg \rightarrow ۸\times۱۰^۴\times|q| = ۴\times۱۰^{-۳}\times۱۰ \rightarrow |q| = ۰/۵\times۱۰^{-۶} = ۰/۵\mu C \rightarrow q = -۰/۵\mu C$$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ است.

بردار E را در دو راستای اضلاع تجزیه می‌کنیم. هر کدام از این مؤلفه‌ها میدان حاصل از هر بار است. اولاً مشخص می‌شود که بار $q_۲$ منفی است، ثانیاً:



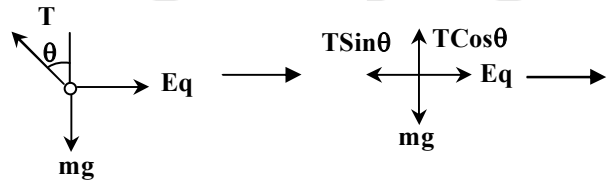
$$\left.\begin{array}{l} E_۲ = E\cos۳۰ \\ E_۱ = E\sin۳۰ \end{array}\right\} \rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \sqrt{۳}$$

$$\rightarrow \frac{q_۲}{q_۱}\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲ = \sqrt{۳} \rightarrow \frac{q_۲}{q_۱}\times(\frac{a\cos۳۰}{a\sin۳۰})^۲ = \sqrt{۳} \rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

$$\rightarrow |q_۲| = |q_۱|\frac{\sqrt{۳}}{۳} \rightarrow |q_۲| = ۲ \rightarrow q_۲ = -۲\mu C$$

۱۳- گزینه ۳ پاسخ است.

به ذره سه نیرو وارد می‌شود که نمودار آن‌ها مطابق شکل زیر است:

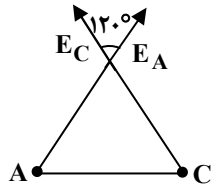


$$\begin{array}{l} TSin\theta = Eq \\ TCos\theta = mg \end{array} \rightarrow \tan\theta = \frac{Eq}{mg}$$

با توجه به رابطه‌ی فوق تنها گزینه‌ی ۳ درست است.

۱۴- گزینه ۱ پاسخ است.

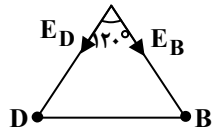
میدان حاصل از دو بار واقع در نقاط A و C به‌صورت روبه‌رو است:



$$E_A = E_C \xrightarrow{\text{زاویه بین دو میدان ۱۲۰ است}} E_{A,C} = E_A$$

میدان حاصل از دو بار واقع در نقاط B و D به‌صورت زیر است:

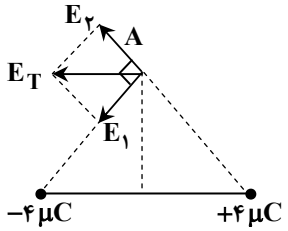
(چون بارهای واقع در B و D، $-۲q$ است، پس اندازه میدان هر کدام $۲E_A$ است.)



$$E_B = E_D = ۲E_A \xrightarrow{\text{زاویه بین دو میدان ۱۲۰ است}} E_{B,D} = ۲E_A$$

$$E_T = E_{B,D} - E_{A,C} = ۲E_A - E_A = E_A = ۱۰^۴\,(\frac{N}{C})$$

۱۵- گزینه ۲ پاسخ است.



$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{(30\sqrt{2})^2\times10^{-4}} = 2\times10^5$$

$$E_T = \sqrt{2}E_1 = 2\sqrt{2}\times10^5$$

E_T با توجه به راستا و جهت: $\vec{E}_T = -2\sqrt{2}\times10^5\,\vec{i}$

۱۶- گزینه ۳ پاسخ است.

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{q_1}{q_2}\times\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \rightarrow 2 = \frac{q_1}{q_2}\times(2)^2 \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$$

۱۷- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به این‌که در فلزات همه‌ی بار در سطح خارجی فلز توزیع می‌شود، تنها گزینه‌ی ممکن گزینه‌ی ۳ است.

۱۸- گزینه ۱ پاسخ است.

$$\Delta u = u_B - u_A = q(V_B - V_A)$$

$$-2\times10^{-3} = (-2\times10^{-6})(V_B + 400) \rightarrow 1000 = V_B + 400 \rightarrow V_B = 600$$

۱۹- گزینه ۲ پاسخ است.

$$V_A - V_B = Ed = 10^5 \times \frac{16}{100} = 16000v = 16Kv \rightarrow V_A = 14 + 16 = 30Kv$$

۲۰- گزینه ۲ پاسخ است.

$$W_{AB} = q(V_A - V_B) = 10^{-6}\times(5-15) = -10\times10^{-6}J$$

$$W_{BC} = q(V_B - V_C) = 10^{-6}\times(15-10) = 5\times10^{-6}J$$

$$\frac{W_{AB}}{W_{BC}} = \frac{-10}{5} = -2$$

۲۱- گزینه ۴ پاسخ است.

نیروی وارد بر بار منفی همیشه خلاف جهت میدان الکتریکی است.

۲۲- گزینه ۳ پاسخ است.

$$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC}$$

کار در مسیر AB برابر صفر است، چون جابه‌جایی بر خطوط میدان عمود است و کار میدان در مسیر BC نیز مثبت است، چرا که زاویه بین نیرو و جابه‌جایی زاویه‌ای حاده است.

$$W_{BC} = Eq|BC|\cos60 = 2\times10^4\times0/5\times10^{-6}\times4\times10^{-2}\times\frac{1}{2} = 2\times10^{-4}J$$

۲۳- گزینه ۲ پاسخ است.

$$C = K\varepsilon_\circ\frac{A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \rightarrow \frac{4}{9} = \frac{d_1}{d_1+5} \rightarrow 4d_1 + 20 = 9d_1 \rightarrow d_1 = 4mm$$

۲۴- گزینه ۱ پاسخ است.

$$u_2 - u_1 = \frac{1}{2}CV_2^2 - \frac{1}{2}CV_1^2 = \frac{1}{2}C(V_2 - V_1)(V_2 + V_1) \rightarrow 160 = \frac{1}{2}\times5\times4\times(V_2 + V_1) \Rightarrow V_1 + V_2 = 16$$

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 16 \\ V_2 - V_1 = 4 \end{cases} \Rightarrow V_1 = 6v$$

۲۵- گزینه ۳ پاسخ است.

چون خازن از باتری جدا شده پس بار خازن ثابت است. از طرفی ظرفیت خازن افزایش پیدا کرده است؛ طبق رابطه‌ی $u = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$، u کاهش پیدا می‌کند.

۲۶- گزینه ۲ پاسخ است.

$$V = \frac{q}{C} = \frac{۵۰}{۱۰} = ۵ \text{ ولت}$$

چون میدان بین صفحات خازن یکنواخت است، بنابراین:

$$V = Ed \rightarrow ۵ = E \times ۲ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow E = \frac{۵}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۲۵۰ \frac{N}{C}$$

۲۷- گزینه ۲ پاسخ است.

خازن $C_۱$ و $C_۳$ موازی و معادل آن‌ها با $C_۲$ سری است. اگر اختلاف پتانسیل خازن $C_۱$ برابر V باشد، بنابراین:

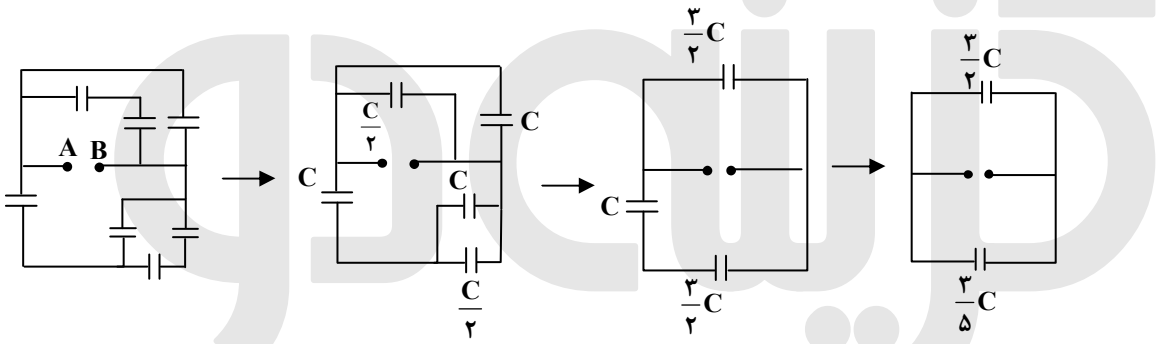
$$V_۳ = V_۱ = V \rightarrow \begin{cases} q_۱ = C_۱ V_۱ = CV \\ q_۳ = C_۳ V_۳ = ۲CV \end{cases}$$

$$q_{۱,۳} = q_۱ + q_۳ = CV + ۲CV = ۳CV \qquad q_۲ = q_{۱,۳} = ۳CV \rightarrow V_۲ = \frac{q_۲}{C_۲} = \frac{۳CV}{۲C} = \frac{۳}{۲}V$$

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\frac{۳}{۲}V}{V} = \frac{۳}{۲}$$

۲۸- گزینه ۴ پاسخ است.

مراحل معادل‌سازی به‌صورت زیر است:



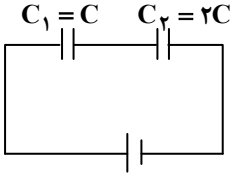
$$\rightarrow \quad C_T = \frac{۳}{۲}C + \frac{۳}{۵}C = \frac{۲۱}{۱۰}C$$

۲۹- گزینه ۴ پاسخ است.

اختلاف پتانسیل خازن معادلِ خازن‌های ۴ میکروفارادی برابر ۱۵ ولت است و چون ظرفیت هر سه خازن مساوی است، پس اختلاف پتانسیل هر سه با هم مساوی است. از طرفی مجموع اختلاف پتانسیل آن‌ها ۱۵ ولت است، پس اختلاف پتانسیل هر یک $\frac{۱۵}{۳}$ می‌باشد.

$$V_۱ = \frac{۱۵}{۳} = ۵ \rightarrow q_۱ = C_۱ V_۱ = ۴ \times ۵ = ۲۰ \mu C$$

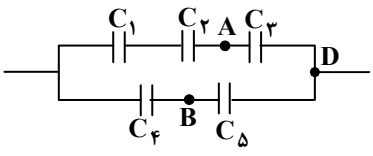
۳۰- گزینه ۳ پاسخ است.



$$q_۱ = q_۲ \rightarrow \frac{u_۱}{u_۲} = \frac{C_۲}{C_۱} = ۲$$

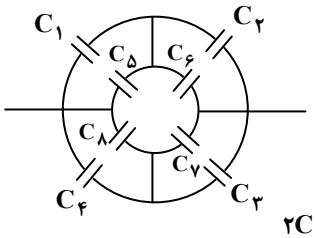
$$\begin{cases} u_۱ + u_۲ = ۳۶ \\ \frac{u_۱}{u_۲} = ۲ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} u_۲ = ۱۲ \\ u_۱ = ۲۴ \end{cases}$$

۳۱- گزینه ۴ پاسخ است.

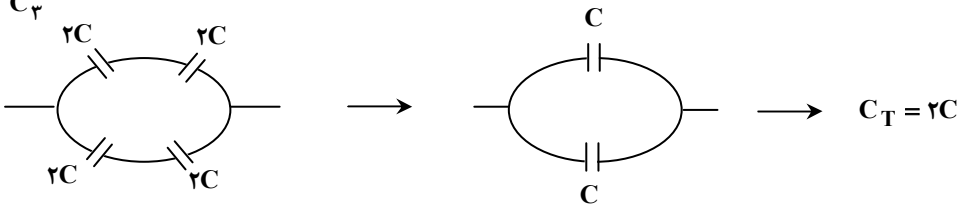


$$\left.\begin{aligned} V_۳ = \frac{q_۳}{C_۳} = \frac{۱۲}{۶} = ۲ \rightarrow V_A - V_D = ۲ \\ V_۵ = \frac{q_۵}{C_۵} = \frac{۲۰}{۴} = ۵ \rightarrow V_B - V_D = ۵ \end{aligned}\right\} \rightarrow V_A - V_B = ۲ - ۵ = -۳$$

۳۲- گزینه ۲ پاسخ است.



جفت خازن‌های زیر هر یک با هم موازی هستند (C_1,C_5) , (C_2,C_6) , (C_3,C_7) , (C_4,C_8) و با ساده‌سازی مدار زیر به‌دست می‌آید:



۳۳- گزینه ۱ پاسخ است.

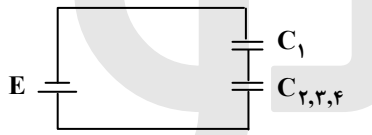
$$q_1 = 20 \rightarrow V_1 = \frac{20}{C} \rightarrow V_2 = \frac{20}{C} \rightarrow \frac{q_2}{2C} = \frac{20}{C} \rightarrow q_2 = 40 \rightarrow q_{1,2} = 40 + 20 = 60\mu C$$

خازن معادل C_1 و C_2 با خازن معادل C_3 و C_4 سری است، پس:

$$\left.\begin{matrix} q_{3,4} = 60 \\ C_{3,4} = 5C \end{matrix}\right\} \rightarrow V_{3,4} = \frac{q_{3,4}}{C_{3,4}} = \frac{60}{5C} = \frac{12}{C} \rightarrow q_3 = 2C \times \frac{12}{C} = 24\mu C$$

۳۴- گزینه ۱ پاسخ است.

ظرفیت معادل سه خازن ۲، ۳ و ۴ بیش‌تر از خازن ۱ است، چون:



$$q_1 = q_{2,3,4} \rightarrow C_1V_1 = C_{2,3,4}V_{2,3,4}$$

$$\rightarrow \frac{V_1}{V_{2,3,4}} = \frac{C_{2,3,4}}{C_1} = \frac{3}{2} > 1$$

$$V_1 > V_{2,3,4}$$

۳۵- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به این‌که اختلاف پتانسیل دو سر هر دو خازن برابر نیروی محرکه است، بنابراین اختلاف پتانسیل هر دو خازن ثابت می‌باشد. از طرفی در خازن C_2 تغییری نداریم. در نتیجه اندازه‌ی بار آن ثابت است و در مورد خازن C_1، با افزایش فاصله‌ی بین صفحات ظرفیت کاهش یافته و بار نیز کاهش می‌یابد.

۳۶- گزینه ۳ پاسخ است.

با بستن کلید، ولتاژ مشترک بین دو خازن برابر است با:

$$V = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2} = \frac{C \times 10 + 2C \times 20}{C + 2C} = \frac{50}{3}$$

$$\frac{\text{بار } C_2 \text{ بعد از بستن کلید}}{\text{بار } C_2 \text{ قبل از بستن کلید}} = \frac{\text{اختلاف پتانسیل } C_2 \text{ بعد از بستن کلید}}{\text{اختلاف پتانسیل } C_2 \text{ قبل از بستن کلید}} = \frac{\frac{50}{3}}{20} = \frac{5}{6}$$

مؤسسه آموزشی فرهنگی