



فیزیک (۲)

۵۱- گزینه «۲»

(پوریا علاقه‌مند)

تغییرات بار جسم ناشی از جذب 5×10^{13} الکترون به طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta q = -ne \Rightarrow \Delta q = -5 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19} = -8 \times 10^{-6} = -8 \mu C$$

$$\Rightarrow \Delta q = -8 \mu C$$

درصد تغییرات بار خالص جسم برابر است با:

$$\frac{\Delta q}{q_1} \times 100 = \frac{-8}{16} \times 100 = -50\%$$

بنابراین بار خالص جسم ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۳ و ۴)

۵۲- گزینه «۳»

(عبدالرضا امینی نسب)

بار الکتریکی هسته، ناشی از پروتون‌های هسته است، بنابراین داریم:

$$q = ne = 92 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.472 \times 10^{-17} C$$

$$\frac{1C = 10^6 \mu C}{1.472 \times 10^{-17} \mu C} \rightarrow q = 1.472 \times 10^{-11} \mu C$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۳ و ۴)

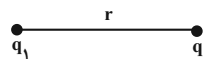
۵۳- گزینه «۳»

(عبدالرضا امینی نسب)

روش اول: طبق رابطه قانون کولن ($F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$)، اندازه نیروی

بین دو بار الکتریکی با حاصل ضرب اندازه بارها نسبت مستقیم و با مربع فاصله آن‌ها از یکدیگر نسبت عکس دارد. بنابراین با دو برابر شدن هر یک از بارها، اندازه نیرو ۴ برابر می‌شود و از طرفی با $\frac{1}{3}$ شدن فاصله بین دو بار، اندازه نیرو ۹ برابر می‌شود؛ در نتیجه اندازه نیرو $4 \times 9 = 36$ برابر می‌شود.

روش دوم: به کمک قانون کولن داریم:



$$F_1 = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\left(r' = \frac{r}{3} \right)$$

$$q'_1 = 2q_1 \quad q'_2 = 2q_2$$

$$F_2 = k \frac{|q'_1||q'_2|}{r'^2} = k \frac{2|q_1| \times 2|q_2|}{\left(\frac{r}{3}\right)^2} = 36 \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = 36$$

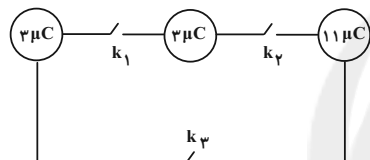
آن‌گاه نسبت نیروها برابر است با:

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۵ و ۶)

۵۴- گزینه «۲»

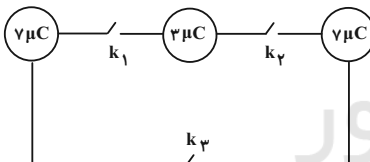
(عبداله فقه‌زاده)

وقتی کلید k_1 را می‌بندیم، اتصال دو کره مشابه برقرار می‌شود. بعد از باز کردن کلید k_1 ، بار هر یک از کره‌های مشابه مطابق شکل زیر است:



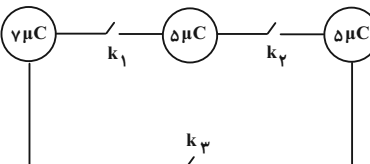
$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{1 + (-2)}{2} = 3 \mu C$$

حالا اگر کلید k_3 را بسته و باز کنیم، کره‌های مشابه (۱) و (۳) به هم متصل می‌شوند و بار آن‌ها بعد از باز کردن کلید k_3 مطابق شکل زیر است:



$$q''_1 = q''_2 = \frac{q'_1 + q'_3}{2} = \frac{3 + 11}{2} = 7 \mu C$$

حالا کلید k_2 را بسته و باز کنیم، کره‌های مشابه (۲) و (۳) به هم متصل می‌شوند و بار آن‌ها پس از باز کردن کلید k_2 به صورت زیر خواهد شد:



$$q'''_2 = q'''_3 = \frac{q'_2 + q'_3}{2} = \frac{3 + 7}{2}$$

$$q'''_2 = q'''_3 = 5 \mu C$$



(علیرضا کونه)

۵۶- گزینه «۱»

اگر دو کره رسانای مشابه A و B را با یکدیگر تماس دهیم، سپس جدا کنیم، بار الکتریکی آن‌ها با هم برابر می‌شود، از طرفی با استفاده از اصل پایستگی بار الکتریکی می‌توان به سادگی اثبات کرد که بار نهایی هر دو کره برابر با میانگین بارهای آن‌ها قبل از تماس با یکدیگر است. بنابراین:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{+4 + 20}{2} = 12 \mu C$$

چون اندازه بار الکتریکی کره A از $4 \mu C$ به $12 \mu C$ و اندازه بار الکتریکی کره B از $20 \mu C$ به $12 \mu C$ رسیده است، می‌توان نتیجه گرفت که الکترون از کره A به کره B منتقل شده است. با توجه به رابطه $|\Delta q| = ne$ برای محاسبه تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده داریم:

$$|\Delta q| = ne, \Delta q = q'_A - q_A$$

$$\Rightarrow 8 \times 10^{-6} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \times 10^{13} \text{ الکترون}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۳ و ۴)

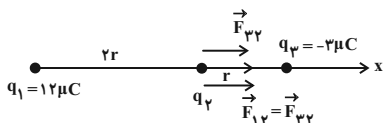
(علیرضا کونه)

۵۷- گزینه «۲»

با فرض $q_2 > 0$ ، نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف دو بار q_1 و q_3 را می‌یابیم:

$$F_{12} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2} = k \frac{12 |q_2|}{(2r)^2} = 3k \frac{|q_2|}{r^2}$$

$$F_{32} = k \frac{|q_3| |q_2|}{r_{32}^2} = k \frac{3 |q_2|}{r^2} = 3k \frac{|q_2|}{r^2}$$

بنابراین، $F_{12} = F_{32}$ است.بنابراین نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی q_2 در حالت اول برابر

$$F = F_{32} + F_{12} = 2F_{32}$$

است با:

حال اگر بارهای الکتریکی q_1 و q_3 را به ترتیب به اندازه‌های r و $\frac{3}{4}r$ به

بار الکتریکی q_2 نزدیک کنیم، خواهیم داشت:

$$\frac{q_3}{q_1} = \frac{5}{7}$$

بنابراین:

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۳ و ۴)

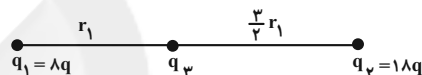
۵۵- گزینه «۴»

اگر بار q_3 در تعادل باشد:

$$\vec{F}_T(r) = 0 \Rightarrow |\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}|$$

$$\Rightarrow \frac{k |q_1| |q_3|}{r_1^2} = \frac{k |q_2| |q_3|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{\lambda q}{r_1^2} = \frac{1 \lambda q}{r_2^2} \Rightarrow \frac{4}{r_1^2} = \frac{9}{r_2^2}$$

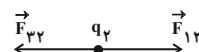
$$\xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{2}{r_1} = \frac{3}{r_2} \Rightarrow r_2 = \frac{3}{2} r_1$$

حالا اگر بار q_2 در تعادل باشد:

$$\vec{F}_T(r) = 0 \Rightarrow |\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{32}|$$

$$\Rightarrow \frac{k |q_1| |q_2|}{(r_1 + \frac{3}{2} r_1)^2} = \frac{k |q_3| |q_2|}{(\frac{3}{2} r_1)^2} \Rightarrow \frac{\lambda q}{\frac{25}{4} r_1^2} = \frac{1}{4} \frac{\lambda q}{\frac{9}{4} r_1^2}$$

$$\frac{\lambda q}{25} = \frac{|q_3|}{9} \Rightarrow |q_3| = \frac{9}{25} q$$

با توجه به این که q_3 باید q_2 را جذب کند، بنابراین ناهم‌نام هستند (یامی‌توان گفت چون بار q_2 خارج از فاصله بین دو بار q_1 و q_3 در حالتعادل قرار دارد، بنابراین بارهای q_1 و q_3 ناهم‌نامند و چون $q_1 > 0$ است، بار $q_3 < 0$ خواهد بود. پس:

$$q_3 = -\frac{9}{25} q$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۵ تا ۸)



(غیر از ۳ عابری)

۵۹- گزینه ۳

ماده D پایین تر از ماده C قرار دارد، در نتیجه الکترون خواهی بیشتری دارد. در صورت مالش ماده خنثی B با ماده خنثی D، به جای ماده خنثی C الکترون بیشتری بین آنها منتقل می شود. باقی عبارات صحیح هستند.

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه ۳)

(معمربار سورچی)

۶۰- گزینه ۱

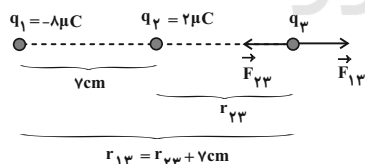
عبارت «الف» نادرست است. وقتی A و B یکدیگر را جذب می کنند، ممکن است یکی باردار و دیگری خنثی باشد. عبارت «ب» نادرست است. اگر B باردار باشد، ممکن است A یا C یا هر دو خنثی باشند. عبارت «پ» نادرست است. اگر B خنثی باشد، A و C قطعاً باردار هستند ولی در مورد نوع بار آنها نمی توان اظهار نظر کرد.

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه های ۲ و ۳)

(معمربار سورچی)

۶۱- گزینه ۱

ابتدا صفر شدن نیروی خالص وارد بر q_3 را در نظر می گیریم. با توجه به این که q_1 و q_2 ناهم نام و $|q_1| > |q_2|$ است، بنابراین بار q_3 خارج فاصله بین دو بار و نزدیک به بار q_2 قرار می گیرد.



$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{k |q_1| |q_3|}{(r_{23} + v)^2} = \frac{k |q_2| |q_3|}{r_{23}^2}$$

$$\Rightarrow \frac{r_{23} + v}{r_{23}} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} = \sqrt{\frac{8}{2}} = 2 \Rightarrow r_{23} = v_{cm} \Rightarrow r_{13} = 14 \text{ cm}$$

سپس صفر شدن نیروی خالص وارد بر q_2 را در نظر می گیریم با توجه به این که q_2 وسط q_1 و q_3 است، باید بارهای q_1 و q_3 هم نام باشند، بنابراین $q_3 < 0$ است.

$$\frac{F'_{12}}{F'_{32}} = \frac{k \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2}}{k \frac{|q_3| |q_2|}{r_{32}^2}} = \frac{12}{\frac{3}{16} r^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow F'_{12} = \frac{1}{4} F'_{32}$$

بنابراین نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی q_2 در حالت دوم برابر است با:

$$F' = F'_{32} + F'_{12} = F'_{32} + \frac{1}{4} F'_{32} = \frac{5}{4} F'_{32}$$

و در نهایت می توان نوشت:

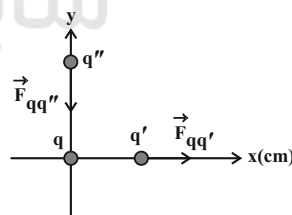
$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{5}{4} F'_{32}}{2 F_{32}} = \frac{5}{8} \times \frac{k \frac{|q_3| |q_2|}{r_{32}^2}}{k \frac{|q_3| |q_2|}{r^2}} = \frac{5}{8} \times \frac{1}{16} \times \frac{r^2}{r^2} = \frac{16 \times 5}{8} = 10$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه های ۵ و ۸)

۵۸- گزینه ۳

(غیر از ۳ عابری)

مطابق شکل زیر با توجه به جهت نیروی وارد بر بار q' از طرف بار q ، علامت بار q مثبت است، بنابراین جهت نیروی وارد بر بار q'' از سوی بار q به سمت پایین است. (رد گزینه های «۱» و «۴»)



اکنون با استفاده از رابطه مقایسه ای، اندازه نیروی وارد بر بار q'' از سوی بار q را محاسبه می کنیم:

$$F = \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F_{qq''}}{F_{qq'}} = \frac{q''}{q'} \times \frac{r'^2}{r''^2} \quad q'' = -6 \mu C, q' = 12 \mu C, r' = 4 \text{ cm}, r'' = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{F_{qq''}}{135} = \frac{6}{12} \times \left(\frac{4}{6}\right)^2 \Rightarrow F_{qq''} = 30 \text{ N} \Rightarrow \vec{F}_{qq''} = -30 \vec{j} \text{ (N)}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه های ۵ و ۹)



(معمربوار سورپی)

۶۳- گزینه «۳»

با توجه به این که گلوله (۲) در حال تعادل است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. بنابراین نیروی الکتریکی \vec{F}_{12} به سمت بالا بوده و از نظر مقدار با وزن گلوله (۲) برابر است.

$$F_{12} = mg \Rightarrow \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} = mg$$

$$\Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times \frac{2}{3} \times 10^{-6} \times \frac{2}{3} \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = m \times 10$$

$$\Rightarrow m = 0.4 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۵ و ۹)

(معمربوار سورپی)

۶۴- گزینه «۴»

$$|\Delta q| = ne \Rightarrow |(-2q) - (+q)| = ne$$

$$\Rightarrow 3q = 3 \times 10^{14} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow q = 16 \times 10^{-6} = 16 \mu\text{C}$$

بزرگی بار الکتریکی جدید ذره برابر با $|-2q|$ است، لذا داریم:

$$|-2q| = 2 \times 16 \mu\text{C} = 32 \mu\text{C}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۳ و ۴)

(معمربوار سورپی)

۶۵- گزینه «۱»

بار الکتریکی خالص Mg^{2+} برابر با مجموع بار دو پروتون است. زیرا اتم Mg دو الکترون از دست داده است، پس بار الکتریکی خالص هر یون Mg^{2+} برابر با $q = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است. حال محاسبه می‌کنیم بار الکتریکی چه تعداد یون Mg^{2+} برابر $8 \mu\text{C}$ است:

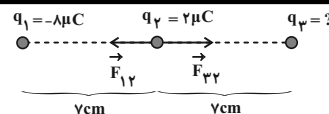
$$n = \frac{8 \times 10^{-6}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2.5 \times 10^{13} \text{ یون}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۳ و ۴)

(معمربوار سورپی)

۶۶- گزینه «۱»

طبق قانون سوم نیوتون، اندازه نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می‌کنند با یکدیگر برابر است، لذا:



$$F_{22} = F_{12} \Rightarrow \frac{k |q_2| |q_2|}{r_{22}^2} = \frac{k |q_1| |q_2|}{r_{12}^2}$$

$$\xrightarrow{r_{12}=r_{22}} |q_2| = |q_1| = 8 \mu\text{C} \Rightarrow q_3 = -8 \mu\text{C}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۵ و ۹)

(معمربوار سورپی)

۶۲- گزینه «۲»

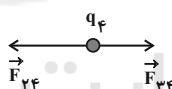
ابتدا برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 را از طرف دو بار q_2 و q_3 به دست می‌آوریم:

$$F_{24} = \frac{k |q_2| |q_4|}{r_{24}^2}$$

$$\Rightarrow F_{24} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 36 \text{ N}$$

$$F_{34} = \frac{k |q_3| |q_4|}{r_{34}^2}$$

$$\Rightarrow F_{34} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 18 \text{ N}$$



$$\Rightarrow |\vec{F}|_{\text{افقی}} = |\vec{F}_{24} + \vec{F}_{34}| = F_{24} - F_{34} = 36 - 18 = 18 \text{ N}$$

با توجه به شکل درمی‌یابیم \vec{F}_{14} و $\vec{F}_{\text{افقی}}$ برهم عمودند. بنابراین بزرگی برآیند نیروهای وارد بر q_4 را به کمک رابطه فیثاغورث به دست می‌آوریم:

$$F_4 = \sqrt{F_{\text{افقی}}^2 + F_{14}^2} \Rightarrow 18 \sqrt{2} = \sqrt{18^2 + F_{14}^2} \Rightarrow F_{14} = 18 \text{ N}$$

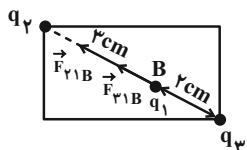
$$F_{14} = \frac{k |q_1| |q_4|}{r_{14}^2}$$

$$\Rightarrow 18 = \frac{9 \times 10^9 \times |q_1| \times 1 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} \Rightarrow |q_1| = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2 \mu\text{C}$$

(فیزیک ۲، الکتریسیته ساکن، صفحه‌های ۵ و ۹)



$$\Rightarrow \frac{F_{21B}}{F_{21A}} = \left(\frac{r_{21A}}{r_{21B}}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{21B}}{9} = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \Rightarrow F_{21B} = 16N$$



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

$$\Rightarrow \frac{F_{21B}}{F_{21A}} = \left(\frac{r_{21A}}{r_{21B}}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{21B}}{9} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \Rightarrow F_{21B} = 9N$$

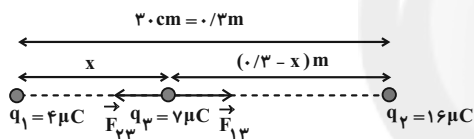
$$F_{\text{برآیند}} = F_{21B} + F_{21A} = 16 + 9 = 25N$$

(فیزیک ۲، الکتروسیست ساکن، صفحه‌های ۵ تا ۹)

(هیوا شریفی)

۶۹- گزینه «۳»

در ابتدا نقطه‌ای را که برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر می‌شود، مشخص می‌کنیم.



$$|\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}| \Rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{x^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{(30-x)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{x^2} = \frac{16}{(30-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{(30-x)}$$

$$2x = 30 - x \Rightarrow 3x = 30 \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

پس بار q_3 باید نسبت به مکان اولیه خود ۳cm به سمت راست جابه‌جا شود.

(فیزیک ۲، الکتروسیست ساکن، صفحه‌های ۵ تا ۹)

(مهری برای)

۷۰- گزینه «۴»

بنابر قانون سوم نیوتون، دو نیروی \vec{F}_{12} و \vec{F}_{21} ، نیروهای کنش و واکنش هستند و بزرگی آن‌ها با هم همواره برابر بوده و نسبت $|\vec{F}_{12}|$ همواره برابر با عدد یک خواهد بود.

(فیزیک ۲، الکتروسیست ساکن، صفحه‌های ۵ تا ۹)

$$|\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}| \Rightarrow \frac{|\vec{F}_{AB}|}{|\vec{F}_{BA}|} = 1$$

ولی طبق قانون دوم نیوتون، اندازه شتاب بارها با جرم آن‌ها رابطه عکس دارد:

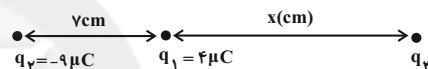
$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{F_{BA}}{F_{AB}} \times \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{F_{AB}=F_{BA}} \frac{a_A}{a_B} = 1 \times 2 = 2$$

(فیزیک ۲، الکتروسیست ساکن، صفحه‌های ۵ تا ۷)

(مهری شریفی)

۶۷- گزینه «۱»

چون دو بار q_1 و q_2 ناهم‌نام هستند، پس بار q_3 را باید روی خط واصل و خارج از فاصله دو بار و نزدیک به بار با اندازه کوچک‌تر یعنی q_1 قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود.



$$|\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}| \Rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{r_{23}^2}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{r_{13}^2} = \frac{|q_2|}{r_{23}^2} \Rightarrow \frac{4}{r_{13}^2} = \frac{9}{r_{23}^2} \Rightarrow \frac{2}{r_{13}} = \frac{3}{r_{23}}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{x^2} = \frac{9}{(30-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{3}{30-x}$$

$$\Rightarrow 2x + 14 = 3x \Rightarrow x = 14 \text{ cm}$$

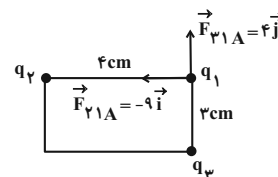
$$r_{23} = 30 - 14 = 16 \text{ cm}$$

(فیزیک ۲، الکتروسیست ساکن، صفحه‌های ۵ تا ۱۰)

(مهری شریفی)

۶۸- گزینه «۱»

فاصله بار q_2 تا q_3 قطر مستطیل است و برابر با $\sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ cm}$ است. بنابراین فاصله q_2 تا نقطه B برابر با ۳cm است.



با استفاده از رابطه مقایسه‌ای قانون دوم نیوتون داریم:

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