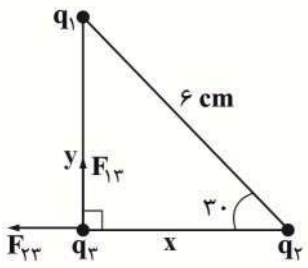
۱- گزینه «۳» ـ



$$\sin ۳۰^\circ = \frac{y}{۶} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow y = ۳\ cm$$

طبق فیثاغورث: $۶^۲ = y^۲ + x^۲ \Rightarrow x^۲ = ۳۶ - ۹ = ۲۷ \Rightarrow x = ۳\sqrt{۳}\ cm$

$$F_{۱۳} = \frac{kq_۱q_۳}{y^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۴\times۱۰^{-۶} \times ۶\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲} = \frac{۹\times۴\times۶\times۱۰^{-۳}}{۹\times۱۰^{-۴}} = ۲۴۰\ (N)$$

$$F_{۲۳} = \frac{kq_۲q_۳}{x^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۴\times۱۰^{-۶} \times ۶\times۱۰^{-۶}}{(۳\sqrt{۳}\times۱۰^{-۲})^۲} = \frac{۹\times۴\times۶\times۱۰^{-۳}}{۹\times۳\times۱۰^{-۴}} = ۸۰\ (N)$$

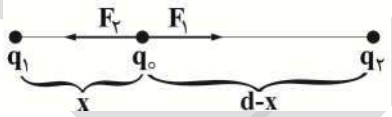
$\vec{F}_{۱۳}$ و $\vec{F}_{۲۳}$ دو نیروی عمود برهم هستند بنابراین برای برایند آن‌ها داریم:

$$F_T = \sqrt{F_{۱۳}^۲ + F_{۲۳}^۲}$$

$$F_T = \sqrt{(۲۴۰)^۲ + (۸۰)^۲} = \sqrt{۶۴۰۰۰} = ۸۰\sqrt{۱۰}\ (N)$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن ـ برایندهای وارد بر یک بار الکتریکی)

۲- گزینه «۲» ـ برای آن‌که بارهای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۰$ در حال تعادل باشند لازم است که برایند نیروهای وارد بر $q_۰$ از طرف دو بار دیگر برابر صفر باشد. چون بارهای $q_۱$ و $q_۲$ هم‌نام هستند پس نیرویی که بر بار $q_۰$ وارد می‌کنند. تنها در داخل خط واصل دو بار، غیر هم جهت خواهد بود. و بنا بر قانون کولن بار $q_۰$ باید در نزدیکی بار کوچک‌تر قرار بگیرد.



$$F_۱ = F_۲$$

$$\frac{kq_۱q_۰}{x^۲} = \frac{kq_۲q_۰}{(d-x)^۲} \Rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = \frac{(d-x)^۲}{x^۲} > ۱$$

$$\frac{(d-x)^۲}{(x)^۲} > ۱ \xrightarrow{\text{فاصله‌ها مثبت‌اند}} \frac{d-x}{x} > ۱ \Rightarrow d - x > x$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن ـ برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

۳- گزینه «۱» ـ جسم الکترون از دست داده بنابراین بار مثبت پیدا می‌کند.

$$q = ne \Rightarrow q = ۱۰^۵ \times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = ۱/۶\times۱۰^{-۱۴}\ C = ۱/۶\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{-۸}\ C \Rightarrow q = ۱/۶\times۱۰^{-۸}\ \mu C$$

دقت کنید که گزینه‌ها برحسب μC بیان شده است. (یادگاری) (فصل اول ـ کوانتیده بودن بارالکتریکی)

۴- گزینه «۱» ـ طبق قانون کولن، نیروی بین دو بار الکتریکی با حاصل‌ضرب بارها نسبت مستقیم و با مربع فاصله آن‌ها نسبت عکس دارد. بنابراین:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_۱'q_۲'}{q_۱q_۲} \times (\frac{d}{d'})^۲$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{۱/۵q_۱ \times ۲q_۲}{q_۱q_۲} \times (\frac{d}{۳d})^۲ = \frac{۳}{۲} \times ۲ \times \frac{۱}{۹} = \frac{۱}{۳}$$

اما صورت سوال $\frac{F}{F'}$ را پرسیده بنابراین گزینه «۱» صحیح است. (یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۵- گزینه «۱» ـ طبق شکل صفحه ۲ کتاب درسی وقتی میله پلاستیکی مالش داده شده با پارچه پشمی را به میله شیشه‌ای مالش داده شده با پارچه ابریشمی نزدیک کنیم یک‌دیگر را جذب می‌کنند. (یادگاری) (فصل اول ـ بارالکتریکی)

۶- گزینه «۳» ـ طبق قانون پایستگی بار الکتریکی:

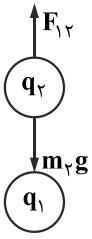
$$q_۱ + q_۲ = q_۱' + q_۲'$$

چون کره‌های رسانا هم شکل و هم اندازه هستند:

$$\Rightarrow q_۱' = q_۲' = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{-۱۴ - ۲}{۲} = \frac{-۱۶}{۲} = -۸\ \mu C = -۸\times۱۰^{-۶}\ C$$

دقت کنید که سؤال پرسیده است بارها چند کولن می‌شوند بنابراین گزینه «۳» پاسخ صحیح است. (یادگاری) (فصل اول ـ پایستگی بار الکتریکی)

۷- گزینه «۴» ـ دو بار در حال تعادل هستند. یعنی بار $q_۲$ به روی بار $q_۱$ که در کف استوانه قرار دارد نمی‌افتد. یعنی برایند نیروی الکتریکی وارد بر $q_۲$ از طرف $q_۱$ باید با نیروی وزن $q_۲$ برابر باشد. و البته نیروی $q_۱$ به $q_۲$ باید خلاف جهت نیروی وزن $q_۲$ باشد تا یک‌دیگر را خنثی کنند.



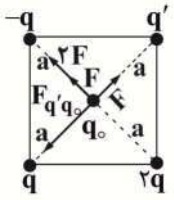
همان‌طور که در شکل نیز مشخص است. $F_{۱۲}$ به‌سمت بالاست یعنی بار $q_۱$، $q_۲$ را دفع می‌کند پس $q_۲$ نیز منفی است.

$$F_{۱۲} = m_۲g \Rightarrow \frac{kq_۱q_۲}{d^۲} = m_۲g \Rightarrow q_۲ = \frac{(m_۲g)(d^۲)}{kq_۱} = \frac{۱۸\times۱۰^{-۳} \times ۱۰\times۱۰۰}{۹\times۱۰^۹ \times ۵\times۱۰^{-۶}} = \frac{۱۸}{۹\times۵} \times ۱۰^{-۳} = \frac{۲}{۵} \times ۱۰^{-۳}\ C$$

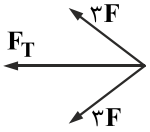
$$= ۰/۴\times۱۰^{-۳}\ C = ۴۰۰\ \mu C$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۸- گزینه «۱» ـ فاصله تمام بارهای موجود، تا مرکز مربع برابر است. فرض می‌کنیم q_0 مثبت باشد. (علامت q_0 را می‌توان دلخواه انتخاب کرد) باتوجه به اندازه‌های روی شکل اگر نیرویی که بار $-q$ بر q_0 وارد می‌کند F باشد. نیرویی که بار $2q$ بر q_0 وارد می‌کند $2F$ است.



اگر بار q بار q_0 را دفع می‌کند پس q' نیز باید q_0 را دفع کند تا جهت برایند نیروها ↙ شود. پس q' مثبت است.



$$F_{q'q_0} - F_{qq_0} = 3F \Rightarrow F_{q'q_0} - F = 3F \Rightarrow F_{q'q_0} = 4F \Rightarrow q' = 4q$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن و برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

۹- گزینه «۲» ـ

$$F = k\frac{6q}{64} \Rightarrow 3F = k\frac{18q}{64}$$

$$k\frac{18q}{64} = k\frac{4(2q)}{d^2} \Rightarrow \frac{18}{64} = \frac{8}{d^2} \Rightarrow d^2 = \frac{\overset{4}{\cancel{8}}\times 64}{\underset{9}{\cancel{18}}} \Rightarrow d = \frac{16}{3}\ cm$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۱۰- گزینه «۲» ـ بار q_3 در خارج از خط واصل دو بار q_1 و q_2 قرار دارد بنابراین q_1 و q_2 ناهم‌نام‌اند که حاصل‌ضربشان منفی می‌شود.

$$\text{در حال تعادل: } F_{13} = F_{23} \Rightarrow k\frac{q_1q_3}{x^2} = k\frac{q_2q_3}{(d+x)^2} \Rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(d+x)^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = (\frac{d+x}{x})^2 \Rightarrow$$

$$\frac{18}{2} = (\frac{6+x}{x})^2 \Rightarrow 9 = (\frac{6+x}{x})^2 \Rightarrow \frac{6+x}{x} = 3 \Rightarrow 3x = 6+x \Rightarrow x = 3\ cm$$

دقت کنید که سؤال، فاصله q_2 از q_3 را پرسیده یعنی $d+x$ که می‌شود $6+3=9\ cm$ (یادگاری) (فصل اول ـ بر هم نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

۱۱- گزینه «۱» ـ

$$\text{طبق قانون پایستگی بار الکتریکی: } q_1' = q_2' = \frac{q_1+q_2}{2} = \frac{15-5}{2} = 5\ \mu C$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{نیروی بین دو بار در حالت اول: } F = k\frac{q_1q_2}{d^2}\\ \text{نیروی بین دو بار در حالت دوم: } F' = k\frac{q_1'q_2'}{d'^2}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q_1'q_2'}{q_1q_2}\times\frac{d^2}{d'^2} = \frac{5\times5}{15\times5}\times\frac{1}{(4)^2} = \frac{1}{3}\times\frac{1}{16} = \frac{1}{48}$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون پایستگی بار الکتریکی و قانون کولن)

۱۲- گزینه «۳» ـ طبق قانون کولن نیروی الکتریکی بین دو بار با حاصل‌ضرب بارها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو بار نسبت عکس دارد. الکتروسکوپ خنثی در نزدیکی با جسمی باردار، دارای بار الکتریکی شده و پره‌هایش از هم دور می‌شوند.

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن، الکتروسکوپ، کوآنتیده بودن بار الکتریکی)

۱۳- گزینه «۲» ـ بار الکتریکی کوانتیده است. یعنی بار الکتریکی هر جسم که بر اثر مالش باردار شده است باید مضرب صحیحی از بار بنیادی $(e = 1/6\times10^{-19}\ C)$ باشد. بررسی عبارت‌ها:

الف) $3/2\times10^{-19}\ C = 2\times1/6\times10^{-19}\ C$ ✓

ب) $-3/2\times10^{-20}\ C = -0/2\times1/6\times10^{-19}\ C$ ×

پ) $4\times10^{-19}\ C = 2/5\times1/6\times10^{-19}\ C$ ×

ت) $8\times10^{-19}\ C = 5\times1/6\times10^{-19}\ C$ ✓

(یادگاری) (فصل اول ـ کوانتیده بودن بارالکتریکی)

۱۴- گزینه «۴» ـ

$q_1 = q_2 = q$: بار دو کره ابتدا برابر است

فرض می کنیم که بار q' را از یکی برداشته و به دیگری اضافه کرده ایم:

$q'_1 = q - q' \, , \, q'_2 = q + q'$

$F' = F - \frac{4}{100}F = \frac{96}{100}F$: نیروی بین دو بار ۴ درصد کاهش یافته

$$F' = \frac{96}{100}F \Rightarrow k\frac{q'_1 q'_2}{d^2} = (k\frac{q_1 q_2}{d^2}) \times \frac{96}{100} \Rightarrow (q - q')(q + q') = \frac{96}{100}q^2 \Rightarrow$$

$$q^2 + \cancel{qq'} - \cancel{qq'} - q'^2 = \frac{96}{100}q^2 \Rightarrow q'^2 = \frac{4}{100}q^2 \Rightarrow q' = \frac{2}{10}q \Rightarrow q' = 20\%\, q$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۱۵- گزینه «۲» ـ

$$F = k\frac{q_1 q_2}{d^2} \Rightarrow k = \frac{F \cdot d^2}{q_1 q_2}$$

کافی‌ست واحد هر یک از کمیت‌ها را در واحد SI جای‌گذاری کنیم.

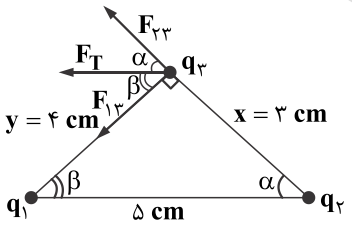
$$[k] = \frac{Nm^2}{C^2}$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن ـ ثابت کولن)

۱۶- گزینه «۱» ـ

$$\vec{F}_{13} = k\frac{q_1 q_3}{y^2} \, , \, \vec{F}_{23} = k\frac{q_2 q_3}{x^2}$$

برایند نیروهای $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{23}$ موازی افق فرض شده است. بنابراین مؤلفه‌های عمودی این نیروها یعنی $F_{13}\sin\beta$ و $F_{23}\sin\alpha$ با یکدیگر برابر و برایندشان برابر صفراست.



$$F_{23}\sin\alpha = F_{13}\sin\beta \Rightarrow \frac{q_2 \times 6}{(3)^2} \times \frac{4}{5} = \frac{2 \times 6}{(4)^2} \times \frac{3}{5} \Rightarrow \frac{4q_2}{9} = \frac{6}{16} \Rightarrow q_2 = \frac{9 \times 6}{4 \times 16} = \frac{27}{32}\,\mu C$$

از طرفی q_2، q_3 را دفع کرده پس منفی است. (یادگاری) (فصل اول ـ بر هم نهی نیروهای الکتریکی)

۱۷- گزینه «۴» ـ

$\vec{F}_1$ اندازه نیروی : $\sqrt{(-8)^2 + (6)^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10\,(N)$

$\vec{F}_2$ اندازه نیروی: $\sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}\,(N)$

$$|F_1| = k\frac{qq_1}{d^2} \, , \, |F_2| = k\frac{qq_2}{d^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{|F_2|}{|F_1|} = \frac{10\sqrt{2}}{10} = \sqrt{2}$$

دقت کنید که از آن‌جایی که q بار q_1 را دفع و بار q_2 را جذب کرده پس بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام هستند. بنابراین گزینه «۴» صحیح است.

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۱۸- گزینه «۳» ـ

$$\frac{F'}{F} = (\frac{r}{r'})^2 \Rightarrow \frac{F + 4}{F} = (\frac{6}{2})^2 = 9 \Rightarrow F + 4 = 9F \Rightarrow 8F = 4 \Rightarrow F = \frac{1}{2}\,(N)$$

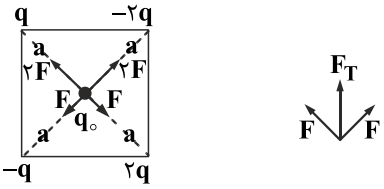
(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۱۹- گزینه «۱» ـ

$$\frac{F'}{F} = (\frac{d}{d'})^2 \times (\frac{q'}{q}) = (\frac{1}{2})^2 \times 6 = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \Rightarrow F' = 1/5F \Rightarrow$$ نیروی اولیه ۵۰ درصد افزایش یافته

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن)

۲۰- گزینه «۴» ـ فرض می‌کنیم بار q_0 مثبت باشد و $F=\frac{kqq_0}{a^2}$



برایند دو نیروی عمود بر هم F : $\sqrt{F^2+F^2}=\sqrt{2F^2}=F\sqrt{2}$

قطر مربع : $\sqrt{2^2+2^2}=\sqrt{8}=2\sqrt{2}\ cm$

a نصف قطر مربع است و برابر $\sqrt{2}\ cm$ است.

$$F=9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(\sqrt{2}\times10^{-2})^2}=\frac{9\times2}{2}\times10=90\ (N)\ \Rightarrow\ F_T=90\sqrt{2}$$

(یادگاری) (فصل اول ـ قانون کولن و بر هم نهی نیروهای الکتروستاتیکی)

مؤسسه علوی