فیزیک ۲

۱- گزینه «۴» ـ طبق اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی، بار الکتریکی هر جسم می تواند مضرب صحیحی از بار الکتریکی الکترون باشد. به بررسی موارد هر عبارت می‌پردازیم:

الف) $-۴/۸\times۱۰^{-۱۰}\,nC=-۴/۸\times۱۰^{-۱۹}\,C=-۳\times e$ ✓

ب) $۳/۲\times۱۰^{-۲۰}\,C=۰/۲\times e$ ✗ مضرب غیرصحیح

پ) $۱/۶\times۱۰^{-۱۱}\,\mu C=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۱۰^{+۲}\,C=۱۰^{+۲}\times e$ ✓

ت) $-۳/۲\times۱۰^{-۹}\,nC=-۳/۲\times۱۰^{-۱۸}\,C=-۲۰\times e$ ✓

در عبارت‌های فوق فقط سه مورد وجود داشته که با اصل کوانتیدگی بار الکتریکی همخوانی داشتند.

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ کوانتیده بودن بار الکتریکی) (آسان)

۲- گزینه «۱» ـ

$$\frac{F}{F'}=\frac{\frac{kq_۱q_۲}{d^۲}}{\frac{kq'_۱q'_۲}{d'^۲}}=\left(\frac{q_۱q_۲}{q'_۱q'_۲}\right)\times\left(\frac{d'}{d}\right)^۲=\frac{q_۱q_۲}{۳q_۱q_۲}\times\left(\frac{۶d}{d}\right)^۲\Rightarrow\frac{F}{F'}=\frac{۳۶}{۳}=۱۲$$

دقت شود که نیروی الکتریکی بین دو بار، با حاصل‌ضرب بارها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله بارها از یکدیگر، رابطه عکس دارد.

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)

۳- گزینه «۳» ـ

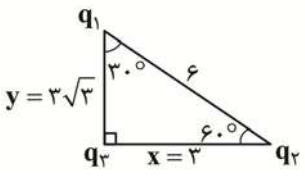
$$F=k\frac{q_۱q_۲}{d^۲}\qquad F'=F+\frac{۵۰}{۱۰۰}F=۱/۵F$$

$$\frac{F'}{F}=۱/۵\xrightarrow{\text{بارها بدون تغییر}}\left(\frac{d}{d'}\right)^۲=۱/۵\Rightarrow\frac{d}{d'}=\sqrt{۱/۵}\Rightarrow d'=\frac{d}{\sqrt{۱/۵}}\qquad d'=\frac{\sqrt{۱/۵}}{۱/۵}d$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)

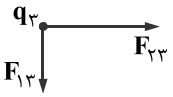
۴- گزینه «۲» ـ اگر میله بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ که دارای بار الکتریکی است نزدیک کنیم، دو حالت رُخ می‌دهد. اگر ورقه‌های الکتروسکوپ فقط از هم دور شوند دراین‌صورت بار میله و بار الکتروسکوپ هم‌نام‌اند. اگر ورقه‌ها به هم نزدیک شوند، دراین‌حالت بار میله و الکتروسکوپ ناهم‌نام‌اند. (کتاب همراه علوی) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ بار الکتریکی) (آسان)

۵- گزینه «۲» ـ برای محاسبه برآیند نیروهای وارد بر q_3 ابتدا باید شکل نیروها مشخص شود.



$$\begin{cases} y = ۱۰\times\sin ۶۰^\circ = ۶\times\dfrac{\sqrt{۳}}{۲} = ۳\sqrt{۳} \\ x = ۱۰\times\sin ۳۰^\circ = ۶\times\dfrac{۱}{۲} = ۳ \end{cases}$$

شکل نیروهای وارد بر q_3 $\Rightarrow$



دو نیروی F_{23} و F_{13} به صورت عمود بر هم بر q_3 وارد می‌شوند.

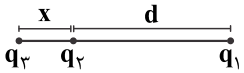
$$F_{۱۳} = k\frac{q_۱q_۳}{y^۲} = ۹\times۱۰^۹\times\frac{۰/۱\times۱۰\times۱۰^{-۱۲}}{(۳\sqrt{۳})^۲\times۱۰^{-۴}} = \frac{۱۰}{۳}(N)$$

$$F_{۲۳} = k\frac{q_۲q_۳}{x^۲} = ۹\times۱۰^۹\times\frac{۱\times۰/۱\times۱۰^{-۱۲}}{(۳)^۲\times۱۰^{-۴}} = ۱(N)$$

برآیند دو نیروی عمود بر هم: $F_T = \sqrt{F_۱^۲ + F_۲^۲} = \sqrt{\frac{۱۰۰}{۹} + \frac{۹}{۹}} = \sqrt{\frac{۱۰۹}{۹}} = \frac{\sqrt{۱۰۹}}{۳}(N)$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی) (دشوار)

۶- گزینه «۳» ـ بار q_3 خارج از خط واصل دو بار q_1 و q_2 قرار گرفته و هر سه بار در حال تعادل‌اند. بنابراین بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام هستند و حاصل‌ضرب بارها منفی است.



در حال تعادل: $F_{13} = F_{23} \Rightarrow \dfrac{k\cancel{q_۱}\cancel{q_۳}}{(x+d)^۲} = \dfrac{k\cancel{q_۲}\cancel{q_۳}}{x^۲} \Rightarrow \dfrac{q_۱}{(x+d)^۲} = \dfrac{q_۲}{x^۲}$

$$(\frac{x}{x+d})^۲ = \frac{۴}{۳۶} = \frac{۱}{۹} \Rightarrow \frac{x}{x+d} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow ۳x = x+d \Rightarrow d = ۲x \Rightarrow x = \frac{d}{۲} = \frac{۱۲}{۲} = ۶\ cm$$

دقت شود که در صورت سؤال فاصله q_3 از q_1 را پرسیده که همان $x+d = ۱۲+۶ = ۱۸\ cm$ است.

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ نیروی الکتریکی کولنی بین بارهای نقطه‌ای) (دشوار)

۷- گزینه «۳» ـ طبق قانون کولن، نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای با مجذور فاصله دو بار نسبت عکس دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: طبق متن کتاب درسی، میله شیشه‌ای بر اثر مالش با پارچه ابریشمی بار مثبت می‌گیرد.

گزینه «۲» و «۴»: براساس متن کتاب درسی، الکتروسکوپ را می‌توان برای تعیین نوع بار جسم و این‌که جسم باردار هست یا نه مورد استفاده قرار داد. همچنین اگر یک جسم باردار را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنیم، پره‌های الکتروسکوپ از هم دور می‌شوند.

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ مفاهیم الکتروسکوپ، بار جسم، قانون کولن) (آسان)

۸- گزینه «۴» ـ طبق قانون کولن نیروی بین دو بار الکتریکی با مجذور فاصله رابطه عکس دارد.

$$(\frac{F}{F'}) = (\frac{d'}{d})^۲ \Rightarrow (\frac{\frac{F}{۲}}{F+۳}) = (\frac{۳}{۶})^۲ \Rightarrow \frac{F}{۲F+۶} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow ۴F = ۲F+۶$$

$$\Rightarrow ۲F = ۶ \Rightarrow F = ۳ \Rightarrow ۳F = ۹(N)$$

دقت شود که صورت سؤال $3F$ را خواسته است.

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)

۹- گزینه «۳» ـ

قانون پایستگی بار الکتریکی: $q_۱ + q_۲ = q'_۱ + q'_۲$

چون هر دو کره هم‌شکل و هم‌اندازه و رسانا هستند بنابراین: $q'_۱ = q'_۲ = q'$

$$q' = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{-۱۲+۲۰}{۲} = \frac{۸}{۲} = ۴\ \mu C$$

دقت شود که صورت سؤال برحسب کولن پرسیده:

$$q' = ۴\ \mu C = ۴\times۱۰^{-۶}\ C$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون پایستگی بار الکتریکی) (متوسط)

۱۰- گزینه «۲» ـ چون برایند نیروهای وارد شده بر بار q_3 صفر است و بار q_3 در خارج از دو بار q_1 و q_2 و نزدیک بار q_2 قرار گرفته است $|q_2|>|q_1|$، q_1 و q_2 ناهم‌نام می‌باشند. (کتاب همراه علوی) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ بر هم نهی نیروهای الکترواستاتیکی) (دشوار)

۱۱- گزینه «۱» ـ

$$F' = F \Rightarrow k\frac{q_1'q_2'}{d^2} = k\frac{q_1q_2}{d^2} \quad (1)$$

$$q_1 = q_2 = q \quad و \quad q_1' = (q-4) \quad و \quad q_2' = (q+8)$$

$$\xrightarrow{(1)} (q-4)(q+8) = q^2 \Rightarrow q^2 + 4q - 32 = q^2 \Rightarrow q = 8\,\mu C$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)

۱۲- گزینه «۲» ـ برای آن‌که سه بار نقطه‌ای مفروض در حال تعادل باشند، باید برآیند نیرهای وارد بر آن‌ها صفر باشد. چون بارهای q_1 و q_2 هر دو مثبت و هم‌نام هستند، پس نیرویی که بر بار q_0 وارد می‌کنند، تنها در داخل خط واصل دو بار q_1 و q_2، غیرهم‌جهت خواهد بود و یکدیگر را خنثی خواهد کرد. بنابراین نقاط A و D که خارج از خط واصل دو بار هستند نمی‌توانند جواب صحیح باشند. بنابر قانون کولن بار q_0 باید نزدیک به بار کوچک‌تر قرار بگیرد تا برآیند نیروها صفر شود. بنابراین نقطه B که نزدیک به بار q_2 است، پاسخ صحیح خواهد بود.

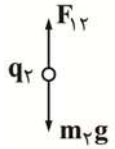
(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن ـ اصل برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی) (متوسط)

۱۳- گزینه «۲» ـ جسم خنثی دارای تعداد الکترون (بار منفی) و تعداد پروتون (بار مثبت) هم‌اندازه است و آن باری که بین دو جسم مبادله می‌شود الکترون است. به بیانی اگر جسم خنثی الکترون دریافت کند، بارش منفی و اگر الکترون از دست بدهد بارش مثبت خواهد بود.

$$n = \frac{|q|}{e} = \frac{4/8\times10^{-6}}{1/6\times10^{-19}} = 3\times10^{13}$$

(کتاب همراه علوی) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ پایستگی و کوانتیده بودن بار الکتریکی) (متوسط)

۱۴- گزینه «۱» ـ دو بار در حال تعادل هستند. یعنی بار q_2 به دلیل جاذبه بر روی بار q_1 نمی‌افتد. پس نیروی وزن q_2 باید با نیروی الکتریکی بین q_1 و q_2 برابر باشد.



$$m_2g = k\frac{q_1q_2}{d^2} \Rightarrow |q_2| = \frac{(m_2g)d^2}{kq_1} = \frac{14\times10^{-3}\times10\times9\times10^{-2}}{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}} = 7\times10^{-7}C = 0/7\,\mu C$$

از طرفی نیروی وزن همواره رو به پایین است پس نیروی F_{12} باید به سمت بالا باشد تا نیروی وزن را خنثی کند پس بارهای q_1 و q_2 باید هم‌نام باشند تا q_1 بتواند q_2 را به سمت بالا دفع کند. پس q_2 نیز مثبت است. (یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (دشوار)

۱۵- گزینه «۱» ـ ابتدا واحد ثابت کولن را می‌یابیم و سپس آن را معکوس می‌کنیم.

$$F = k\frac{q_1q_2}{d^2}$$

$$[k] = \frac{[F][d^2]}{[q_1q_2]} \Rightarrow [k] = \frac{N\cdot m^2}{C^2} \Rightarrow \frac{1}{[k]} = \frac{C^2}{N\cdot m^2}$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)

۱۶- گزینه «۳» ـ

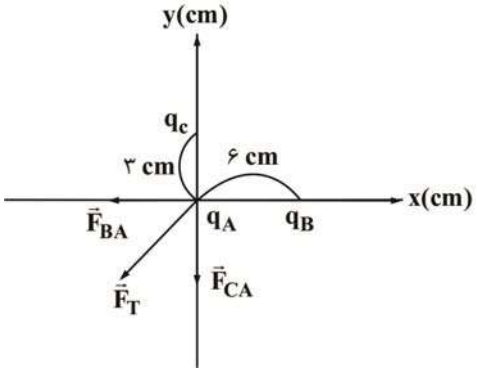
$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{q'}{q}\right)\times\left(\frac{d}{d'}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{1}{10}\times\left(\frac{d}{\frac{d}{2}}\right)^2 = \frac{4}{10}$$

$$F' = 0/4F \Rightarrow \Delta F = F' - F = 0/4F - F = -0/6\,F$$

بنابراین نیروی بین دو بار ۶۰ درصد کاهش یافته است.

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)

۱۷- گزینه «۲» ـ ابتدا مکان بارها را روی محورهای مختصات مشخص می‌کنیم و سپس برایند نیروهای وارد بر بار q_A را رسم می‌کنیم.



$$F_{BA}=\frac{kq_Bq_A}{(AB)^2}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{36\times10^{-4}}=20N$$

$$F_{CA}=\frac{kq_Cq_A}{(CA)^2}=\frac{9\times10^9\times2\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{9\times10^{-4}}=40N$$

$$\vec{F}_T=F_{BA}\hat{i}+F_{CA}\hat{j}=-20\hat{i}-40\hat{j}$$

(کتاب همراه علوی) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ اصل بر هم نهی نیروهای الکتروستاتیکی) (متوسط)

۱۸- گزینه «۳» ـ

ابتدا بارها برابر است: $q_1=q_2=q$

نیروی بین دو بار ۱۶ درصد کاهش $\Rightarrow F'=F-\frac{16}{100}F=\frac{84}{100}F$

$$\left.\begin{array}{l}F'=\frac{84}{100}F \Rightarrow k\frac{q_1'q_2'}{d^2}=\frac{84}{100}k\frac{q_1q_2}{d^2}\\ q_1'=q-q_0\ ,\ q_2'=q+q_0\end{array}\right\}\Rightarrow (q-q_0)(q+q_0)=\frac{84}{100}q^2$$

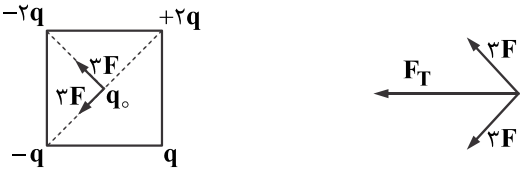
$$q^2+\cancel{q}q_0-\cancel{q}q_0-q_0^2=\frac{84}{100}q^2\Rightarrow q_0^2=q^2-\frac{84}{100}q^2\Rightarrow q_0^2=\frac{16}{100}q^2\Rightarrow q_0=\frac{4}{10}q\Rightarrow q_0=40\%q$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (دشوار)

۱۹- گزینه «۴» ـ ابتدا برآیند نیروهای وارد بر q_0 را در مرکز مربع رسم می‌کنیم، با این فرض که:

$$F=k\frac{qq_0}{d^2}$$

$$d=\text{نصف قطر مربع}=\frac{a\sqrt{2}}{2}=\sqrt{2}\ cm$$



بنابراین نیروی برآیند به سمت چپ خواهد بود.

$$\left.\begin{array}{l}\text{برآیند دو نیروی}: F_T=\sqrt{(3F)^2+(3F)^2}=\sqrt{18F^2}=3F\sqrt{2}\\ F=k\frac{qq_0}{d^2}=9\times10^9\times\frac{3\times2\times10^{-12}}{(\sqrt{2})^2\times10^{-4}}=27\times10=270\ (N)\end{array}\right\}\Rightarrow F_T=810\sqrt{2}\ (N)$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی) (متوسط)

۲۰- گزینه «۲» ـ ابتدا واضح است که چون q_0 بار q_1 را جذب و q_2 را دفع می‌کند پس حتماً q_1 و q_2 ناهم‌نام بوده و گزینه‌های «۳» و «۱» حذف می‌شوند.

برای محاسبه نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ به دلیل این‌که فاصله یکسان در نظر گرفته شده، کافی است که اندازه $|\frac{F_2}{F_1}|$ محاسبه شود.

$$|F_1|=\sqrt{(-3)^2+4^2}=\sqrt{9+16}=5$$

$$|F_2|=\sqrt{(10)^2+(-10)^2}=\sqrt{200}=10\sqrt{2}\Rightarrow\frac{|F_2|}{|F_1|}=\frac{q_0q_2}{q_0q_1}\times(\frac{r_1}{r_2})^2\Rightarrow\frac{q_2}{q_1}=\frac{10\sqrt{2}}{5}=2\sqrt{2}\xrightarrow[q_2\ ,\ q_1]{\text{ناهم نام بودن}}\frac{q_2}{q_1}=-2\sqrt{2}$$

(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن) (متوسط)