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

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

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

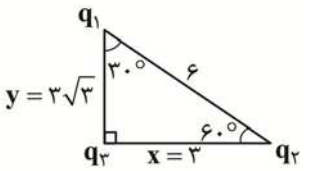
$$F=k\frac{q_۱q_۲}{d^۲}\qquad F'=F+\frac{۵۰}{۱۰۰}F=۱/۵F$$

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

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

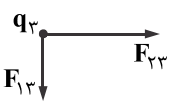
۴- گزینه «۲» ـ اگر میله بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ که دارای بار الکتریکی است نزدیک کنیم، دو حالت رُخ می‌دهد. اگر ورقه‌های الکتروسکوپ فقط از هم دور شوند دراین‌صورت بار میله و بار الکتروسکوپ هم‌نام‌اند. اگر ورقه‌ها به هم نزدیک شوند، دراین‌حالت بار میله و الکتروسکوپ ناهم‌نام‌اند. (کتاب همراه علوی) (فصل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

۵- گزینه «۲» ـ برای محاسبه برآیند نیروهای وارد بر $q_۳$ ابتدا باید شکل نیروها مشخص شود.



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

شکل نیروهای وارد بر $q_۳$ ⇒



دو نیروی $F_{۲۳}$ و $F_{۱۳}$ به صورت عمود بر هم بر $q_۳$ وارد می‌شوند.

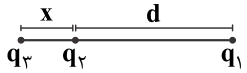
$$F_{۱۳}=k\frac{q_۱q_۳}{y^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۰/۱\times۱۰\times۱۰^{-۱۲}}{(۳\sqrt{۳})^۲\times۱۰^{-۴}}=\frac{۱۰}{۳}(N)$$

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

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 $q_۳$ خارج از خط واصل دو بار $q_۱$ و $q_۲$ قرار گرفته و هر سه بار در حال تعادل‌اند. بنابراین بارهای $q_۱$ و $q_۲$ ناهم‌نام هستند و حاصل‌ضرب بارها منفی است.



در حال تعادل: $F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{k\cancel{q_۱ q_۳}}{(x+d)^۲} = \frac{k\cancel{q_۲ q_۳}}{x^۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{(x+d)^۲} = \frac{q_۲}{x^۲}$

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

دقت شود که در صورت سؤال فاصله $q_۳$ از $q_۱$ 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 $۳F$ 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:

$$q' = ۴\ \mu C = ۴\times ۱۰^{-۶}\ C$$

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

۱۰- گزینه «۲» ـ چون برایند نیروهای وارد شده بر بار $q_۳$ صفر است و بار $q_۳$ در خارج از دو بار $q_۱$ و $q_۲$ و نزدیک بار $q_۲$ قرار گرفته است $|q_۲| > |q_۱|$، $q_۱$ و $q_۲$ ناهم‌نام می‌باشند. (کتاب همراه علوی) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ بر هم نهی نیروهای الکترواستاتیکی) (دشوار)

۱۱- گزینه «۱» ـ

$$F' = F \Rightarrow k\frac{q'_۱ q'_۲}{d^۲} = k\frac{q_۱ q_۲}{d^۲} \quad (۱)$$

$$q_۱ = q_۲ = q \quad و \quad q'_۱ = (q-۴) \quad و \quad q'_۲ = (q+۸)$$

$$\xrightarrow{(۱)} (q-۴)(q+۸) = q^۲ \Rightarrow q^۲ + ۴q - ۳۲ = q^۲ \Rightarrow q = ۸\ \mu C$$

(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 $q_۱$ و $q_۲$ هر دو مثبت و هم‌نام هستند، پس نیرویی که بر بار $q_۰$ وارد می‌کنند، تنها در داخل خط واصل دو بار $q_۱$ و $q_۲$، 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 $q_۰$ باید نزدیک به بار کوچک‌تر قرار بگیرد تا برآیند نیروها صفر شود. بنابراین نقطه B که نزدیک به بار $q_۲$ است، پاسخ صحیح خواهد بود.

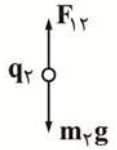
(یادگاری) (فصل اول ـ الکتریسیته ساکن ـ قانون کولن ـ اصل برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی) (متوسط)

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.

$$n = \frac{|q|}{e} = \frac{۴/۸\times۱۰^{-۶}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۳\times۱۰^{۱۳}$$

(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 $q_۲$ به دلیل جاذبه بر روی بار $q_۱$ نمی‌افتد. پس نیروی وزن $q_۲$ باید با نیروی الکتریکی بین $q_۱$ و $q_۲$ برابر باشد.



$$m_۲g = k\frac{q_۱q_۲}{d^۲} \Rightarrow |q_۲| = \frac{(m_۲g)d^۲}{kq_۱} = \frac{۱۴\times۱۰^{-۳}\times۱۰\times۹\times۱۰^{-۲}}{۹\times۱۰^{۹}\times۲\times۱۰^{-۶}} = ۷\times۱۰^{-۷}C = ۰/۷\,\mu C$$

از طرفی نیروی وزن همواره رو به پایین است پس نیروی $F_{۱۲}$ باید به سمت بالا باشد تا نیروی وزن را خنثی کند پس بارهای $q_۱$ و $q_۲$ باید هم‌نام باشند تا $q_۱$ بتواند $q_۲$ را به سمت بالا دفع کند. پس $q_۲$ 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.

$$F = k\frac{q_۱q_۲}{d^۲}$$

$$[k] = \frac{[F][d^۲]}{[q_۱q_۲]} \Rightarrow [k] = \frac{N\cdot m^۲}{C^۲} \Rightarrow \frac{۱}{[k]} = \frac{C^۲}{N\cdot m^۲}$$

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