# فیزیک

**۱** گزینه ۴

باتوجه‌به اینکه می‌تواند اجسام A، B و C هر سه دارای بار باشند، در آن صورت B و C باید مخالف A باشند، پس همدیگر را دفع می‌کنند و همچنین می‌تواند B و C خنثی بوده و توسط القا توسط جسم A جذب شده باشند و به هم نیرویی وارد نکنند و همچنین ممکن است یکی از B و C خنثی باشد و دیگری دارای بار باشد و در این حالت همدیگر را جذب خواهند کرد.

**۲** گزینه ۴

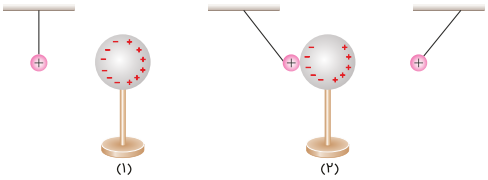
برای بررسی این سؤال به نکات زیر توجه کنید:

۱) اگر دو جسم یکدیگر را جذب کنند یا دارای بار ناهمنام هستند و یا یکی از آن‌ها بدون بار و دیگری باردار است و از طریق القای الکتریکی یکدیگر را جذب کرده‌اند.

۲) اگر دو جسم یکدیگر را دفع کنند قطعاً هر دو باردار و دارای بار همنام هستند. حالت‌های ممکن به‌صورت زیر است:

| A | B | C |
|---|---|---|
| + | − | − |
| − | + | + |
| بدون بار | − | − |
| بدون بار | + | + |

**۳** گزینه ۳




همان‌طور که در شکل‌ها نشان داده شده است، نزدیک کردن آونگ به کرهٔ فلزی، باعث ایجاد بارهای القایی مثبت و منفی در دو طرف کره می‌شود. بارهای ناهمنام با بار آونگ در نزدیک‌ترین مکان نسبت به آونگ و بارهای همنام با بار آونگ در دورترین مکان نسبت به آونگ قرار می‌گیرند؛ بنابراین به دلیل بزرگ‌تر بودن نیروی ربایشی بین بارهای ناهمنام از نیروی رانشی بین بارهای همنام، گلوله به کره می‌چسبد و چون در اثر تماس، بار الکتریکی گلوله و کره همنام می‌شود، نیروی رانشی بین بارهای همنام باعث می‌شود آونگ از کره دور شده و به همان صورت باقی بماند.

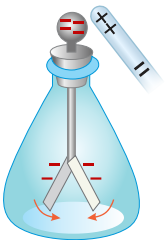
**۴** گزینه ۴

اگر بار میلهٔ A منفی باشد، با نزدیک کردن آن به کلاهک الکتروسکوپ، تجمع بار منفی بر روی ورقه‌ها بیشتر شده و فاصلهٔ بین آن‌ها نیز بیشتر خواهد شد، درنتیجه بار میلهٔ A قطعاً منفی نیست.

دو حالت دیگر داریم:

الف) اگر بار میلهٔ A مثبت باشد با نزدیک کردن آن به الکتروسکوپ به دلیل جاذبه، تجمع بار منفی بر روی ورقه‌ها و همچنین فاصلهٔ آن‌ها در ابتدا کاهش می‌یابد، حال اگر میلهٔ A را به میلهٔ B نزدیک کنیم، نیروی بین آن‌ها دافعه است.

ب) اگر میلهٔ A خنثی باشد نیز به دلیل نزدیک کردن آن به الکتروسکوپ با بار منفی، به دلیل القای بار الکتریکی، در میله بارهای مثبت و منفی از هم تفکیک شده و بارهای مثبت نزدیک به الکتروسکوپ قرار می‌گیرند. باز هم با جذب بارهای منفی الکتروسکوپ، ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند، حال اگر میلهٔ خنثی A را به میلهٔ با بار مثبت B نزدیک کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها برقرار خواهد شد؛ درنتیجه باتوجه‌به شرایط، نیروی مد نظر می‌تواند جاذبه یا دافعه باشد.



**۵** گزینه ۴

با نزدیک کردن کرهٔ فلزی بدون بار به کلاهک الکتروسکوپ باردار، در کرهٔ فلزی القای بار صورت می‌گیرد، طوری‌که بارهای مخالف بار الکتروسکوپ در نزدیک کلاهک الکتروسکوپ، در کرهٔ فلزی جمع می‌شوند. این تجمع بار، تعدادی از بارهای ورقه‌های الکتروسکوپ را به‌سمت خود می‌کشد و موجب می‌شود که ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک شوند. همچنین می‌دانیم با نزدیک کردن یک جسم با بار مخالف الکتروسکوپ به الکتروسکوپ باردار، ورقه‌های آن به هم نزدیک می‌شوند.

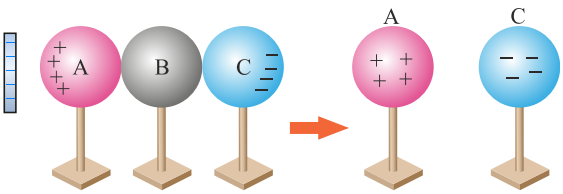
فقط با دور شدن ورقه‌های الکتروسکوپ می‌توان با قاطعیت گفت که جسم نزدیک‌شده به کلاهک الکتروسکوپ دارای باری موافق بار الکتروسکوپ است.

**۶** گزینه ۱

در حالت اول هنگامی‌که گلوله را نزدیک می‌کنیم پدیدهٔ القا صورت می‌گیرد و یکدیگر را جذب می‌کنند. اما وقتی باهم تماس پیدا می‌کنند بار مثبت گلوله بین گلوله و کره توزیع می‌شود و بار هر دو مثبت می‌شود و یکدیگر را دفع می‌کنند.

**۷** گزینه ۳

مطابق شکل زیر، وقتی میلهٔ با بار منفی را به کرهٔ A نزدیک کنیم، الکترون‌های آزاد به دورترین نقطه یعنی سمت راست کرهٔ C منتقل می‌شوند و بار سمت چپ کرهٔ A مثبت می‌شود و کرهٔ B بدون بار باقی می‌ماند؛ بنابراین با جدا کردن کرهٔ B، این کره بدون بار (خنثی) می‌ماند و کرهٔ A بار مثبت و کرهٔ C بار منفی پیدا می‌کند.



**۸** گزینه ۲

با نزدیک کردن میله (مثلاً دارای بار منفی) به الکترون‌های آزاد روی کلاهک نیروی رانشی وارد می‌شود و آن‌ها روی ورقه‌ها قرار می‌گیرند و ورقه‌ها از یکدیگر باز می‌شوند. در این صورت کلاهک که الکترون از دست داده بار مثبت پیدا می‌کند. با دور شدن میله، بارها به سر جای خود برمی‌گردند و ورقه‌ها به هم می‌چسبند.

**۹** گزینه ۴

جسم رسانای $A$ می‌تواند حتی زمانی که بدون بار است، در اثر القا، بارهای الکتروسکوپ را جذب کرده و موجب نزدیک‌شدن ورقه‌های الکتروسکوپ به هم می‌شود. پس گزینهٔ ۴ پاسخ درست است.

**۱۰** گزینه ۴

اگر میله‌ای با بار منفی را به کلاهک الکتروسکوپی خنثی نزدیک کنیم، الکترون‌های کلاهک الکتروسکوپ به‌طرف ورقه‌ها دفع می‌شوند، پس بار ورقه‌های الکتروسکوپ منفی و بار کلاهک آن مثبت می‌شود.

**۱۱** گزینه ۲

طبق سری الکتریسیتهٔ مالشی، با مالش قطعهٔ پلاستیکی خنثی توسط پارچهٔ پشمی خنثی، پارچهٔ پشمی الکترون از دست داده و دارای بار مثبت شده و قطعهٔ پلاستیکی الکترون دریافت می‌کند و دارای بار منفی خواهد شد. باتوجه‌به اینکه بار الکتریکی کمیتی کوانتیده است، داریم:

$$q = -ne = -۴/۵ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow q = -۷/۲ \times ۱۰^{-۶}\,C = -۷/۲\,\mu C$$

**۱۲** گزینه ۲

کره‌ها مشابه‌اند، لذا بعد از اتصال آن‌ها با یکدیگر، بار هر دو یکسان و برابر با میانگین بار آن‌ها قبل از تماس است.

$$q'_A = q'_A = \frac{q_A + q_B}{۲} = \frac{۲۰ + ۱۲}{۲} = ۱۶\mu C$$

حال تغییر بار هریک از کره‌ها برابر است با:

$$\Delta q_B = q'_B - q_B = ۱۶ - ۱۲ = ۴\mu C$$

$$\Delta q_A = q'_A - q_A = ۱۶ - ۲۰ = -۴\mu C$$

باتوجه‌به تغییرات بار کره‌های $A$ و $B$، در می‌یابیم که کرهٔ $B$ الکترون از دست داده و کرهٔ $A$ الکترون دریافت کرده است. تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده نیز برابر است با:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۶}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲/۵ \times ۱۰^{۱۳}$$

و جهت شارش الکترون از کرهٔ $B$ به کرهٔ $A$ بوده است.

**۱۳** گزینه ۲

اگر تعداد $n$ الکترون اضافی روی جسمی که در ابتدا خنثی است، قرار بگیرد، اندازهٔ بار الکتریکی آن از رابطهٔ $|q| = ne$ به دست می‌آید:

$$|q| = ne = ۲۰ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۳۲ \times ۱۰^{-۱۹}C = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۸}C$$

**۱۴** گزینه ۳

اگر از جسم الکترون بگیریم، بار آن به اندازهٔ زیر کم می‌شود:

$$q = -ne = -۱۰^{۱۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = -۱/۶ \times ۱۰^{-۶}C = -۱/۶\mu C$$

یعنی اگر از این جسم باری به اندازهٔ $-۱/۶\mu C$ کم شود، بار نهایی آن $۵\mu C$ می‌شود. پس می‌توان نوشت:

$$q_۰ - q = ۵ \Rightarrow q_۰ - (-۱/۶) = ۵ \Rightarrow q_۰ = ۳/۴\mu C$$

**۱۵** گزینه ۲

مقدار بار داده‌شده به جسم : $q = -ne$

$$\xrightarrow[e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C]{n=۲\times۱۰^{۱۲}\text{الکترون}} q = -۲ \times ۱۰^{۱۲}\,(۱/۶) \times ۱۰^{-۱۹} = -۳/۲ \times ۱۰^{-۷}C = -۰/۳۲\mu C$$

بار نهایی جسم $= ۶/۴\mu C + (-۰/۳۲) = ۶/۰۸\mu C$

**۱۶** گزینه ۲

وقتی جسمی الکترون از دست می‌دهد، بار الکتریکی آن مثبت‌تر می‌شود.

$$q_۱ + ne = q_۲ \xrightarrow[n=۶\times۱۰^{۱۲}]{q_۲=-۵q_۱} q_۱ + ۶ \times ۱۰^{۱۲} \times (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}) = -۵q_۱$$

$$\Rightarrow -۶q_۱ = ۶ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۸} \Rightarrow q_۱ = -۱۶ \times ۱۰^{-۸}C \Rightarrow q_۱ = -۰/۱۶\mu C$$

**۱۷** گزینه ۳

بار الکتریکی، یک کمیت کوانتیده است و باید مضرب صحیحی از اندازهٔ واحد بار الکتریکی پروتون $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C)$ باشد، یعنی $q = \pm ne$ ؛ بنابراین:

$$۱)\ n = \frac{\frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۱۲} \times ۱۰^{-۶}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۲۵}{۳} \quad \times$$

$$۲)\ n = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۰} \times ۱۰^{-۹}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲/۵ \quad \times$$

$$۳)\ n = \frac{۱۱/۲ \times ۱۰^{-۱۳}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۷ \times ۱۰^{۶} \quad \checkmark$$

$$۴)\ n = \frac{\pi \times ۱۰^{-۶}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۵}{۸}\pi \times ۱۰^{۱۳} \quad \times$$

پس فقط بار گزینهٔ "۳" می‌تواند بیانگر بار الکتریکی یک جسم باشد.

**۱۸** گزینه ۲

چون بار جسم منفی است، پس جسم الکترون اضافی گرفته است.

$$q = -ne \Rightarrow -۵۶ \times ۱۰^{-۱۹} = n \times (-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹})$$

$$\Rightarrow n = \frac{۵۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۳۵ \text{ الکترون}$$

**۱۹** گزینه ۳

برای یکسان شدن بار دو جسم، باید داشته باشم:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} = \frac{-۱۲ + ۴}{۲} = -۴\,\mu C$$

تغییرات بار الکتریکی جسم A : $q'_A - q_A = (-۴) - (-۱۲) = +۸\mu C$

تغییرات بار الکتریکی جسم B : $q'_B - q_B = (-۴) - (+۴) = -۸\,\mu C$

$$|q| = ne \Rightarrow ۸ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۵ \times ۱۰^{۱۳} \text{ الکترون}$$

پس جسم A باید به تعداد $n = ۵ \times ۱۰^{۱۳}$ الکترون به جسم B بدهد.

**۲۰** گزینه ۳

شدت‌جریان متوسط از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t} \Rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{۳/۲ \times ۱ \times ۱۰^{-۳}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲ \times ۱۰^{۱۶} \text{ الکترون}$$

**۲۱** گزینه ۴

ابتدا جریان متوسط خروجی از این باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n.e}{\Delta t} = \frac{۶ \times ۱۰^{۱۶} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۶۰} = ۱/۶ \times ۱۰^{-۴}\,A$$

سپس باتوجه‌به ظرفیت باتری و جریان خروجی آن، زمان تخلیه محاسبه می‌شود:

$$q = I.t \Rightarrow ۱۶۰ \times ۱۰^{-۳}\,A.h = ۱/۶ \times ۱۰^{-۴} A \times t$$

$$\Rightarrow t = \frac{۱۶۰ \times ۱۰^{-۳}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۰۰ \times ۱۰^{۱} = ۱۰۰۰\,h$$

**۲۲** گزینه ۱

$$\begin{matrix} q = ne \\ q = It \end{matrix} \Rightarrow ne = It \Rightarrow n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱۶ \times ۱۰^{-۳} \times ۲ \times ۶۰$$

$$\Rightarrow n = \frac{۱۶ \times ۱۰^{-۳} \times ۲ \times ۶۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۱/۲ \times ۱۰^{۱۹} \text{ الکترون}$$

**۲۳** گزینه ۳

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{۲۴۰}{۱۲۰} \Rightarrow \bar{I} = ۲\,A$$

**۲۴** گزینه ۱

مقدار بار ذخیره‌شده در باتری برحسب $mA.h$ است که برای تبدیل آن به آمپرساعت، عدد را در $۱۰^{-۳}$ ضرب می‌کنیم. همین‌طور جریان را در $۱۰^{-۶}$ ضرب می‌کنیم تا $\mu A$ به A تبدیل شود. در این صورت خواهیم داشت:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow ۲۰۰ \times ۱۰^{-۶} = \frac{۱۰۰ \times ۱۰^{-۳}}{t} \Rightarrow t = ۵۰۰\,h$$

**۲۵** گزینه ۴

کافی است زمان را برحسب ساعت در رابطهٔ زیر قرار دهیم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow ۰/۴ \times ۱۰^{-۳} = \frac{\Delta q}{۲۰۰} \Rightarrow \Delta q = ۸ \times ۱۰^{-۲}\,A.h$$

**۲۶** گزینه ۲

ابتدا بار الکتریکی عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$|\Delta q| = ne = ۵ \times ۱۰^{۲۰} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۸۰\,C$$

جریان متوسط عبوری از مدار برابر است با:

$$\bar{I} = \left|\frac{\Delta q}{\Delta t}\right| = \frac{۸۰}{۴۰} = ۲\,A$$

**۲۷** گزینه ۲

طبق رابطهٔ مقایسه‌ای قانون اهم، داریم:

$$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \times \frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow \frac{۵R_۱}{R_۱} = ۱ \times \frac{I + ۸}{I}$$

$$\Rightarrow ۵I = I + ۸ \Rightarrow ۴I = ۸ \Rightarrow I = ۲\,A$$

**۲۸** گزینه ۱

باتوجه‌به نمودار، اگر اندازهٔ ولتاژ نقطه‌ای را که دو نمودار به‌صورت مشترک با خط‌چین به آن وصل شده‌اند، $V'$ بنامیم، با داشتن مقدار $V'$ مقاومت الکتریکی $R_۲$ به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$R_۱ = \frac{V'}{I_۱} \Rightarrow ۲ = \frac{V'}{۲} \Rightarrow V' = ۴\,V$$

$$R_۲ = \frac{V'}{I_۲} \Rightarrow R_۲ = \frac{۴}{۸} = ۰/۵\,\Omega$$

**۲۹** گزینه ۳

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow ۶ = \frac{۲۴}{I} \Rightarrow I = ۴\,A$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow ۴ = \frac{\Delta q}{۶۰} \Rightarrow \Delta q = ۲۴۰\,C$$

$$\Delta q = ne \Rightarrow ۲۴۰ = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}$$ الکترون

**۳۰** گزینه ۱

باتوجه‌به اینکه نمودار اختلاف‌پتانسیل برحسب جریان خطی است، بنابراین رسانای موردنظر یک رسانای اُهمی است و مقاومت الکتریکی آن در دمای ثابت مقدار ثابتی است.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow V = RI$$

$$V_۰ = R(I_۰ - ۲) \quad (۱)$$

$$V_۰ + ۳ = R(I_۰ + ۴) \quad (۲)$$

از تفاضل (۲) و (۱) داریم:

$$(۲) - (۱) \Rightarrow V_۰ + ۳ - V_۰ = R(I_۰ + ۴) - R(I_۰ - ۲)$$

$$۳ = ۴R + ۲R \Rightarrow R = \frac{۳}{۶} = \frac{۱}{۲}\,\Omega$$

**۳۱** گزینه ۳

با استفاده از رابطهٔ قانون اُهم می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} R_A = \frac{V_A}{I_A} \Rightarrow R_A = \frac{۴}{۶} = \frac{۲}{۳}\,\Omega \\ R_B = \frac{V_B}{I_B} \Rightarrow R_B = \frac{۴}{۲} = ۲\,\Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{۱}{۳}$$