

نام و نام خانوادگی:

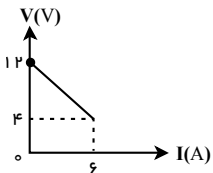
زمان برگزاری: ۳۰۰۰ دقیقه



نام آزمون: فیزیک یازدهم تجربی و ریاضی ترم اول

تاریخ آزمون: ۱۳۹۹/۱۰/۱۳

۱ نمودار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد را بر حسب جریان عبوری از آن، نشان می‌دهد. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟



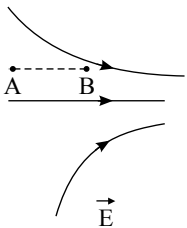
۴ (۲)

۳ (۱)

$\frac{4}{3}$  (۴)

$\frac{3}{4}$  (۳)

۲ مطابق شکل زیر بار منفی  $q$  از نقطه  $A$  تا نقطه  $B$  در میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود. اگر  $\Delta U$ ، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $q$  و  $\Delta V$ ، تغییرات پتانسیل الکتریکی در این جابه‌جایی باشند کدام گزینه درست است؟



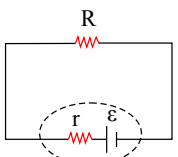
$\Delta U < 0$  و  $\Delta V > 0$  (۲)

$\Delta U > 0$  و  $\Delta V > 0$  (۱)

$\Delta U > 0$  و  $\Delta V < 0$  (۴)

$\Delta U < 0$  و  $\Delta V < 0$  (۳)

۳ در مدار شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مولد نصف نیروی محرکه‌ی آن باشد، حاصل  $\frac{R}{r}$  کدام است؟



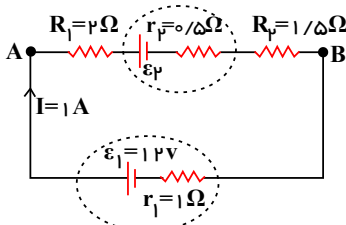
۲ (۲)

۱ (۱)

۴ (۴)

۳ (۳)

۴ در مدار شکل زیر، شدت جریان در جهت نشان داده شده برابر با  $1\text{ A}$  است. نیروی محرکه‌ی مولد  $\varepsilon_p$  چند ولت است؟



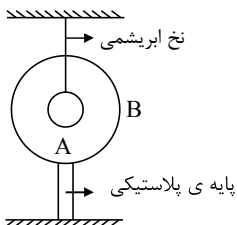
۵ (۱)

۷ (۲)

۱۷ (۳)

۲۰ (۴)

۵ دو پوسته‌ی رسانای کروی  $A$  و  $B$  به ترتیب دارای بارهای الکتریکی  $q_A = +10\mu\text{C}$  و  $q_B = -6\mu\text{C}$  می‌باشند. اگر آن‌ها را مطابق شکل مقابل در حالت تعادل قرار دهیم، بار ایجاد شده در سطح داخلی و خارجی کره‌ی رسانای  $B$  به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن می‌شود؟



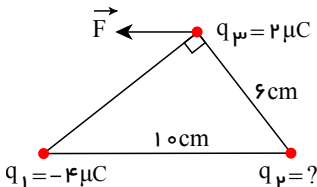
+۴ و -۴ (۱)

صفر و +۴ (۲)

+۴ و -۱۰ (۳)

-۶ و -۴ (۴)

۶ سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. بر آیند نیروهایی که بارهای  $q_1$  و  $q_2$  بر بار  $q_3$  وارد می‌کنند (نیروی  $\vec{F}$ ) موازی با قاعده‌ی مثلث است. بار  $q_2$  چند میکروکولن است؟



۴ (۲)

۳ (۱)

$\frac{27}{16}$  (۴)

$\frac{9}{4}$  (۳)



۷) میان دو صفحه رسانای تخت و موازی به فاصله  $d = 10\text{ cm}$  و اختلاف پتانسیل  $1000\text{ V}$  ذره‌ای با بار  $q = -8\mu\text{C}$  و جرم  $2\mu\text{g}$  از یک صفحه، مستقیم به طرف صفحه دیگر پرتاب می‌شود. اگر ذره درست در سطح صفحه دیگر به حالت سکون لحظه‌ای در آید، سرعت اولیه آن چند  $\text{m/s}$  بوده است؟ (تنها نیروی وارد بر ذره نیروی الکتریکی فرض می‌شود)

- ۱)  $200\sqrt{2}$  ۲)  $2000\sqrt{5}$  ۳)  $4000\sqrt{5}$  ۴)  $4000\sqrt{2}$

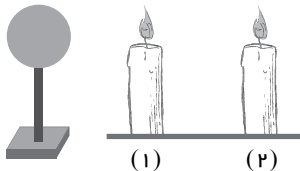
۸) با نزدیک کردن جسم رسانای  $A$  به یک الکتروسکوپ باردار، ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند. در این صورت درباره بار جسم  $A$  کدام گزینه درست است؟

- ۱) بدون بار است. ۲) باری موافق بار الکتروسکوپ دارد. ۳) الزاماً باری مخالف بار الکتروسکوپ دارد. ۴) یا بدون بار است و یا باری مخالف بار الکتروسکوپ دارد.

۹) ظرفیت باتری خودرویی  $80\text{ Ah}$  است. اگر از باتری این خودرو در ۵ ساعت اول جریان ثابت خروجی  $6\text{ A}$  و در ۱۰ ساعت بعد جریان ثابت خروجی  $3\text{ A}$  گرفته شود، در پایان، بار الکتریکی باقی مانده در باتری چند کولن است؟

- ۱) ۲۰ ۲)  $7.2 \times 10^4$  ۳) ۶۰ ۴)  $1.08 \times 10^5$

۱۰) مطابق شکل زیر در مجاورت کلاهک یک وان دوگراف دو شمع روشن قرار گرفته است. شمع (۱) در نزدیکی وان دوگراف و شمع (۲) در فاصله دوری از کلاهک قرار دارد. اگر بار کلاهک مثبت باشد، کدام گزینه در مورد شعله شمع‌های (۱) و (۲) درست است؟



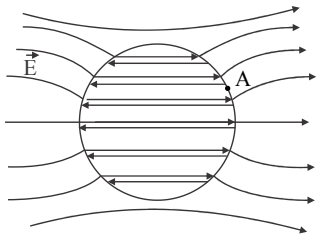
- ۱) شعله شمع (۱) به راست متمایل می‌شود. ۲) شعله شمع (۱) به چپ متمایل می‌شود. ۳) شعله شمع (۲) به راست متمایل می‌شود. ۴) شعله شمع (۲) به چپ متمایل می‌شود.

۱۱) اگر فاصله بین صفحات یک خازن تخت را که به یک باتری متصل است نصف کنیم، چند مورد از کمیت‌های زیر، دو برابر می‌شوند؟

- الف) ظرفیت خازن (ب) بار ذخیره شده در خازن (ج) انرژی ذخیره شده در خازن (د) بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن

- ۱) صفر ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

۱۲) شکل مقابل یک کره رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی را در حالت تعادل الکتروستاتیکی نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟ الف) میدان الکتریکی خالص در داخل رسانا صفر نیست. ب) نقطه  $A$  روی سطح کره، فاقد بار الکتریکی است. پ) پتانسیل الکتریکی نقاط سطحی رسانا بیش‌تر از پتانسیل الکتریکی نقاط داخلی آن است.



- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

۱۳) دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2 = 2q_1$  در فاصله‌ی  $r$  از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار  $q_2$  را به  $q_1$  منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه‌ی بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

- ۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۴) طول یک سیم فلزی  $45\text{ m}$ ، قطر آن  $0.5\text{ mm}$  و مقاومت الکتریکی آن  $100\Omega$  است. سیم را ذوب کرده و دوباره از آن سیمی به مقاومت  $4\Omega$  می‌سازیم. طول سیم جدید چند سانتی‌متر است؟ (دمای سیم اولیه و ثانویه یکسان است.)

- ۱) ۱.۸ ۲) ۹ ۳) ۱۸۰ ۴) ۹۰۰

۱۵) ظرفیت خازنی  $2\mu\text{F}$  و بار الکتریکی ذخیره شده در آن  $Q$  است. اگر  $1\mu\text{C}$  بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در آن به اندازه  $4\mu\text{J}$  افزایش می‌یابد. بار  $Q$  چند میکروکولن است؟

- ۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۶.۵ ۴) ۷.۵



## پاسخنامه تشریحی

۱ ۲ ۳ ۴ ۱

با جایگذاری ۲ نقطه از نمودار  $V - I$  در رابطه اختلاف پتانسیل مولد، داریم:

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I=0 \Rightarrow V=12V} \varepsilon = 12V$$

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{\substack{V=4V \\ I=6A}} 4 = 12 - 6r \Rightarrow r = \frac{4}{3} \Omega$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲ حرکت بار منفی  $q$  به صورت غیر خود به خودی است و انرژی پتانسیل افزایش می یابد. ( $\Delta U > 0$ )با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.  $\Delta V < 0$ 

۱ ۲ ۳ ۴ ۳ اندازه ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V = \varepsilon - Ir = IR$$

با استفاده از رابطه ی جریان در مدار تک حلقه، داریم:

$$V = IR \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R+r}} V = \frac{R}{R+r} \varepsilon \xrightarrow{V = \frac{\varepsilon}{2}} \frac{\varepsilon}{2} = \frac{R}{R+r} \varepsilon \Rightarrow \frac{R}{r} = 1$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴ از نقطه ی  $A$  و در جهت جریان پیش می رویم و اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار را جمع جبری می کنیم:

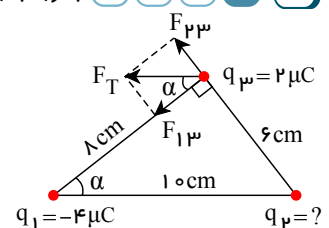
$$V_A - IR_1 - \varepsilon_p - Ir_p - IR_p - Ir_1 + \varepsilon_1 = V_A$$

$$\Rightarrow -1 \times 2 - \varepsilon_p - 1 \times 0.5 - 1 \times 1.5 - 1 \times 1 + 12 = 0 \Rightarrow \varepsilon_p = 7V$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ کره ی  $A$  چون دارای بار مثبت است پس روی سطح داخلی و خارجی  $B$  به ترتیب بارهای  $1 \mu C$  و  $-1 \mu C$  القا می کند و از آن جایی که کره  $B$  از قبل $6 \mu C$  بار الکتریکی داشته و کل این بار فقط در سطح خارجی کره پخش بوده است، اکنون بار در سطح خارجی کره  $B$  برابر با  $(4 \mu C - 6 \mu C + 1 \mu C)$  و بار در سطح داخلی کره ی  $B$  بهدلیل حضور کره  $A$  همچنان  $1 \mu C$  خواهد بود.۱ ۲ ۳ ۴ ۶ با توجه به جهت نیروی برابند،  $q_2$  و  $q_3$  همنام و نیروی بین آنها رانشی است.

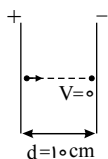
$$\tan \alpha = \frac{6}{8} = \frac{F_{23}}{F_{13}} \Rightarrow F_{23} = \frac{3}{4} F_{13}$$

$$k \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = \frac{3}{4} k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} \Rightarrow \frac{q_2}{6^2} = \frac{3}{4} \times \frac{4}{8^2} \Rightarrow q_2 = \frac{3 \times 36}{64} = \frac{27}{16} \mu C$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۷

در غیاب نیروهای دیگر به جز نیروی الکتریکی:



$$E = \text{ثابت} \rightarrow U + K = \text{ثابت} \rightarrow U_p + K_p = U_1 + K_1$$

$$\rightarrow (U_p - U_1) = -(K_p - K_1) \rightarrow \begin{cases} \Delta U = -\Delta K \\ \Delta U = q\Delta V \end{cases} \text{ : از طرفی}$$

$$\rightarrow q\Delta V = -\Delta K \rightarrow (-8 \times 10^{-6})(-1000) = -(K_2 - K_1)$$

نکته: توجه می کنیم چون بار ذره منفی بوده و ذره در نهایت متوقف شده است می فهمیم که به ذره در خلاف جهت حرکت آن ذره نیرو وارد شده است یعنی ذره از صفحه با بار مثبت به طرف صفحه با بار منفی پرتاب شده است.

بنابراین:

$$\text{اختلاف پتانسیل} \begin{cases} \Delta V = V_p - V_1 = -1000V \\ V_p < V_1 \end{cases}$$

$$K_1 = 8 \times 10^{-3} \rightarrow \frac{1}{2} (0.2 \times 10^{-6} \times 10^{-3}) V^2 = 8 \times 10^{-3} \rightarrow V^2 = 8 \times 10^4 = 80 \times 10^3 \rightarrow V = 4000 \sqrt{5} \text{ m/s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸ سه حالت برای بار جسم رسانا وجود دارد:

۱) اگر بار جسم مخالف بار الکتروسکوپ باشد، با نزدیک کردن جسم به کلاهک الکتروسکوپ، بار الکتروسکوپ از ورقه ها به سمت کلاهک جابه جا شده و ورقه ها به هم نزدیک می شوند.

۲) اگر بار جسم با بار الکتروسکوپ یکسان باشد، با نزدیک کردن جسم به کلاهک الکتروسکوپ، بار الکتروسکوپ به سمت ورقه ها رانده می شود و ورقه ها از هم دور می شوند.

۳) اگر جسم رسانا بدون بار باشد، به دلیل خاصیت القای الکتریکی، با نزدیک کردن جسم به کلاهک الکتروسکوپ، بار از ورقه ها به سمت کلاهک جذب شده و ورقه ها به هم نزدیک می شوند.



$$\text{حالت اول: } I_1 = \frac{\Delta q_1}{\Delta t_1} \Rightarrow 6 = \frac{\Delta q_1}{5} \Rightarrow \Delta q_1 = 30 \text{ Ah}$$

$$\text{حالت دوم: } I_2 = \frac{\Delta q_2}{\Delta t_2} \Rightarrow 3 = \frac{\Delta q_2}{10} \Rightarrow \Delta q_2 = 30 \text{ Ah}$$

$$q = 80 - (30 + 30) = 20 \text{ Ah} \xrightarrow{\times 3600} q = 72 \times 10^3 \text{ C}$$

۱۰ درون شعله شمع یون‌های مثبت قرار دارد. بنابراین شعله شمعی که در نزدیکی کلاهک قرار دارد تحت تأثیر میدان الکتریکی ناشی از کلاهک باردار دفع شده و به سمت راست متمایل می‌شود. اما شمع سمت راست در فاصله دورتری از کلاهک قرار دارد و نیروی کم‌تری به یون‌های موجود در شعله آن وارد می‌شود، بنابراین تغییر محسوسی در وضعیت شعله ایجاد نمی‌شود.

۱۱ خازنی که به باتری متصل است ولتاژ  $V$  ثابت دارد. با نصف شدن فاصله صفحات ( $d$ ) ظرفیت ( $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ )،  $2$  برابر می‌شود.

طبق رابطه  $Q = CV$  بار نیز  $2$  برابر می‌شود. و طبق رابطه  $E = \frac{V}{d}$  میدان  $E$  نیز  $2$  برابر می‌شود و طبق رابطه  $u = \frac{1}{2} CV^2$  انرژی نیز  $2$  برابر می‌شود.

۱۲ وقتی یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می‌دهیم، الکترون‌های آزاد تحت تأثیر میدان الکتریکی خارجی، طوری روی سطح خارجی توزیع می‌شوند که میدان الکتریکی ناشی از آن‌ها اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کند و بدین ترتیب میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود. نحوه توزیع بار روی کره به گونه‌ای است که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شده است، یعنی میدان ناشی از توزیع بارها روی سطح رسانا در داخل رسانا در خلاف جهت میدان خارجی است، در نتیجه نقطه  $A$  دارای بار الکتریکی مثبت است.

چون میدان الکتریکی درون رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی است برابر با صفر است، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار در داخل رسانا نیز صفر می‌شود. بنابراین، کار نیروی الکتریکی در هر جابه‌جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر است. در نتیجه همه نقاط رسانا پتانسیل الکتریکی یکسانی دارند.

۱۳ هرگاه مجموع دو کمیت ثابت باشد، حاصل ضرب آن‌ها زمانی بیشینه خواهد بود که دو مقدار باهم برابر باشند (این جا طبق پایداری بار مجموع دو بار همواره ثابت است)

بنابراین نیروی کولنی بین دو بار باتوجه به رابطه  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$  زمانی بیشینه است که  $q_1' = q_2'$  باشد، یعنی بار کل  $q_1 + q_2 = q_1 + 2q_1 = 3q_1$  به یک اندازه بین بارها تقسیم شود.

$$q_1' = q_2' = \frac{3q_1}{2}$$

به عبارت دیگر بار جسم اول از  $q_1$  به  $\frac{3}{2}q_1$  افزایش یابد و به همین ترتیب بار جسم دوم از  $2q_1$  به  $\frac{3}{2}q_1$  کاهش یابد.

$$\text{درصد تغییرات بار جسم اول} \frac{\Delta q}{q_1} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - q_1}{q_1} \times 100 = 50\%$$

$$\text{درصد تغییرات بار جسم دوم} \frac{\Delta q}{q_2} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - 2q_1}{2q_1} \times 100 = -\frac{1}{4} \times 100 = -25\%$$

۱۴ چون سیم را ذوب کردیم. پس حجم آن ثابت می‌ماند و نسبت سطح برابر عکس نسبت طول خواهد شد.

$$V_1 = V_2 \xrightarrow{V=AL} A_1 L_1 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

از طرفی طبق رابطه  $R = \rho \frac{L}{A}$  برای مقایسه دو حالت داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\text{ثابت } \rho} \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{4}{100} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2$$

$$\xrightarrow{\sqrt{\text{از طرفین}}} \frac{2}{10} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow L_2 = 9 \text{ m} = 900 \text{ cm}$$

۱۵ بنا به رابطه  $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، چون ظرفیت خازن ثابت و انرژی آن افزایش یافته است، الزاماً باید بار الکتریکی خازن نیز افزایش یافته باشد. یعنی اگر در ابتدا بار خازن  $Q$  میکروکولن باشد، بعد از جدا کردن بار از صفحه منفی و انتقال آن به صفحه مثبت، بار خازن  $Q' = (Q + 1) \mu\text{C}$  خواهد شد. بنابراین با توجه به این که انرژی خازن  $4 \mu\text{J}$  افزایش یافته است، به صورت زیر، بار  $Q$  را می‌یابیم: (دقت کنید چون انرژی، ظرفیت و افزایش بار برحسب  $\mu\text{F}$ ،  $\mu\text{C}$  و  $\mu\text{J}$  هستند، برای سهولت در محاسبه، تبدیل یکا انجام نمی‌دهیم.)

$$U' = U + 4 \Rightarrow U' - U = 4 \xrightarrow{U = \frac{Q^2}{2C}} \frac{Q'^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} = 4 \Rightarrow Q'^2 - Q^2 = 8C$$

$$\xrightarrow{a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)} (Q' - Q)(Q' + Q) = 8C$$

$$\xrightarrow{C = 2 \mu\text{F}} (Q' + 1 - Q)(Q' + 1 + Q) = 8 \times 2 \Rightarrow 2Q + 1 = 16$$

$$\xrightarrow{Q' = Q + 1} 2Q = 15 \Rightarrow Q = 7.5 \mu\text{C}$$

## پاسخ نامه کلیدی

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۱	۲	۳	۴

۵	۱	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۱	۲	۳	۴

۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴

۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	۴



limoonad  
Education For All