

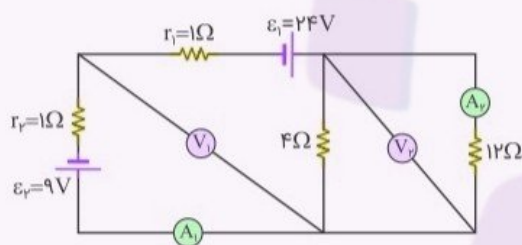
آزمون شبیه ساز نیمسال اول درس : فیزیک	ساعت شروع :	تاریخ امتحان :	مدت امتحان :
نام و نام خانوادگی :	رشته : ریاضی	پایه ی یازدهم دوره ی متوسطه	تعداد صفحات : ۱۲ صفحه
آزمون شبیه ساز + پاسخنامه	جهت دریافت ۷ روز مشاوره و برنامه ریزی رایگان پادینو با شماره 02166906790 تماس بگیرید		
ردیف	سوالات		
	نمره		

## فیزیک

۱ در حسگر کیسه هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می‌شود. درباره چگونگی عملکرد این حسگرها تحقیق کنید.



۲ شکل، یک مدار تک حلقه را نشان می‌دهد.



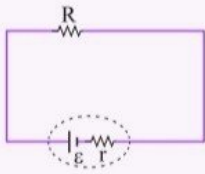
ب ولت‌سنج‌های آرمانی ۱ و ۲ چه اعدادی را نشان می‌دهند؟

پ توان ورودی باتری ۲ چند وات است؟

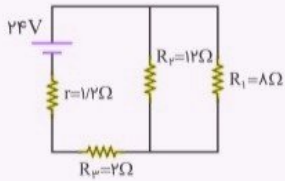
۳ درون یک ظرف شیشه‌ای یا پلاستیکی با عمق کم، مقداری پارافین مایع یا روغن کرچک به عمق حدود ۵/۵ cm بریزید و داخل آن دو الکتروود نقطه‌ای قرار دهید. الکتروودها را با سیم به پایانه‌های مثبت و منفی یک مولد ولتاژ بالا، مانند مولد وان‌دوگراف وصل کنید. روی سطح پارافین، مقدار کمی بذر چمن یا خاکشیر بپاشید. مولد را روشن کنید. اکنون به سمت‌گیری دانه‌ها در فضای بین دو الکتروود توجه کنید. شکل سمت‌گیری دانه‌ها در این فضا را رسم کنید.



۴ در شکل زیر مداری را نشان داده‌ایم. نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب مقاومت  $R$  را رسم نمایید.



۵ مداری مطابق شکل رسم شده است.

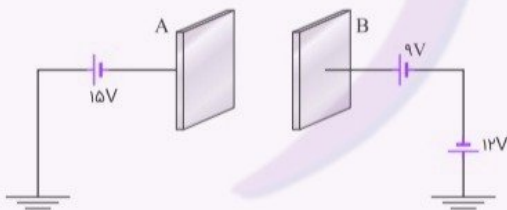


الف انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت  $8$  اهمی در مدت  $50$  ثانیه چند ژول است؟

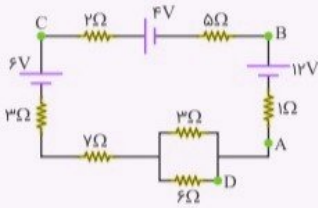
ب توان مصرفی در مقاومت  $2$  اهمی چند وات است؟

پ نشان دهید مجموع توان‌های مصرف شده در مقاومت‌ها، با توان تولید شده در باتری برابر است.

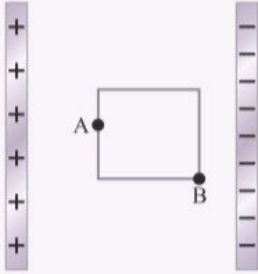
۶ مطابق شکل، سه عدد باتری و دو صفحه یک خازن به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر دو طرف مجموع باتری‌ها اتصال به زمین شده باشد،  $V_A - V_B$  را محاسبه کنید.



Y



人

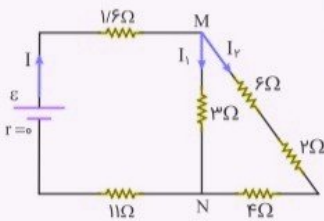


الف

٧٠

U

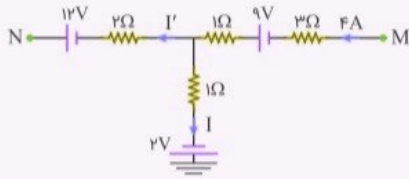
9



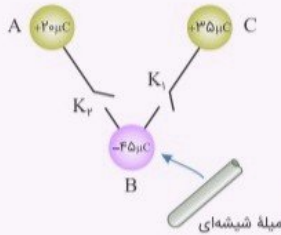
الف

٥٠

۱۰ شکل زیر قطعه‌ای از یک مدار است. اگر پتانسیل نقطه M برابر با  $6V$  باشد، پتانسیل نقطه N چند ولت خواهد بود؟

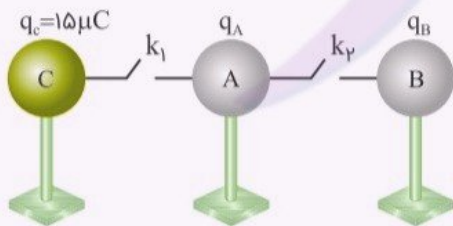


۱۱ مطابق شکل، سه کره رسانای مشابه دارای بارهای مشخص هستند. ابتدا کلید  $K_1$  را می‌بندیم، سپس یک میله شیشه‌ای مالش داده شده را در نزدیکی کره B قرار می‌دهیم. بعد از لحظاتی کلید  $K_1$  را باز می‌کنیم و میله شیشه‌ای را نیز دور می‌کنیم. اینک کلید  $K_2$  را می‌بندیم. باتوجه به مراحل آزمایش، نشان دهید  $q_A < q_B$  نهایی  $= q_A$ .



۱۲ خازنی با ظرفیت،  $5/0 \mu F$  دارای بار الکتریکی آن،  $60 \mu C$  است. چند میلی ژول انرژی باید مصرف کنیم تا بتوان  $20 \mu C$  بار الکتریکی مثبت را از مجاورت صفحه منفی به مجاورت صفحه مثبت منتقل کرد؟

۱۳ در شکل زیر، سه کره هم‌اندازه رسانا دارای بارهای الکتریکی  $q_A$ ،  $q_B$  و  $q_C = 15 \mu C$  هستند. اگر کلید  $k_1$  را ببندیم بار کره A، قرینه می‌شود و اگر کلید  $k_2$  را ببندیم بار کره A، ۳ برابر می‌شود.  $q_A$  و  $q_B$  را به دست آورید.



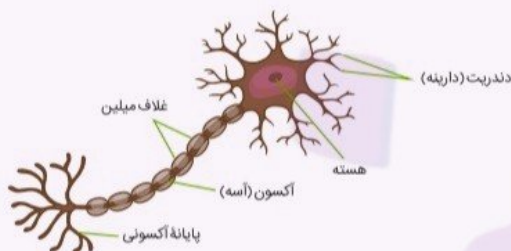
به سؤالات زیر پاسخ دهید.



۱۴ چگالی سطحی یک قطره جیوه به شعاع ۱ mm و بار الکتریکی  $q = 30 \mu C$  را محاسبه کنید. ( $\pi = 3$ )

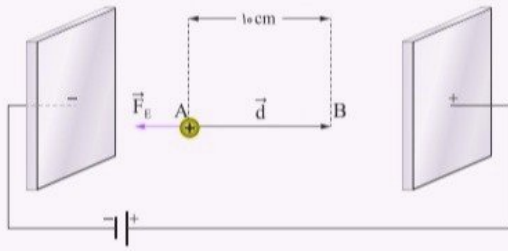
۱۵ اگر ۸ قطره مشابه را به هم بچسبانیم، با فرض آنکه دوباره تشکیل یک کره دهند، چگالی سطحی این کره چقدر خواهد بود؟ ( $\pi = 3$ )

۱۶ عمل مغز اساساً بر مبنای کنش‌ها و فعالیت‌های الکتریکی است. سیگنال‌های عصبی چیزی جز عبور جریان‌های الکتریکی نیست. مغز این سیگنال‌ها را دریافت می‌کند و اطلاعات نیز به صورت سیگنال‌های الکتریکی در امتداد اعصاب گوناگون منتقل می‌شوند. هنگام انجام هر عمل خاصی، سیگنال‌های الکتریکی زیادی تولید می‌شوند. این سیگنال‌ها حاصل کنش الکتروشیمیایی در یاخته‌های عصبی موسوم به نورون هستند. درباره چگونگی کار نورون‌ها تحقیق کنید.

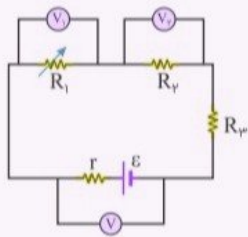


۱۷ بار الکتریکی کره رسانای A برابر ۸۰ آمپر دقیقه است و بار الکتریکی کره رسانای B که شعاع آن با شعاع کره A مساوی است برابر  $\frac{2}{5} -$  آمپر ساعت است. دو کره را با سیم رسانایی به هم متصل می‌کنیم. اگر در کره‌ها در مدت ۰.۴ ثانیه تعادل الکتریکی به وجود آید، در این مدت چه جریانی از سیم عبور کرده است؟

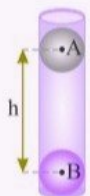
در یک میدان الکتریکی یکنواخت  $E = 2/0 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، پروتونی از نقطه A با سرعت  $\vec{v}_0$  در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب شده است. پروتون سرانجام در نقطه B متوقف می‌شود. بار پروتون  $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و جرم آن  $1/67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  است. اگر جای قطب‌های باتری عوض شود و پروتون را در نقطه A از حالت سکون رها کنیم، پروتون با چه تندی‌ای به نقطه B می‌رسد؟



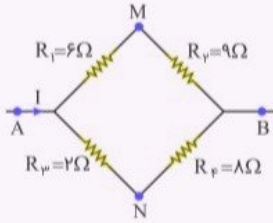
در مدار زیر، مقاومت R را به تدریج افزایش می‌دهیم. مقادیری که هر سه ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند، چگونه تغییر می‌کند؟



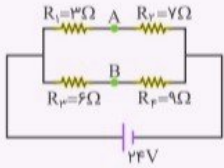
در شکل داده شده، ذره‌های باردار A و B درون یک استوانه بدون اصطکاک و در حال تعادل قرار دارند. اگر بار و جرم ذره‌های A و B برابر  $q_A = 4 \text{ nC}$  و  $q_B = 5 \text{ nC}$  و  $m_A = 20 \text{ mg}$  و  $m_B = 5 \text{ mg}$  باشد، h چند سانتی‌متر است؟  
 $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})$



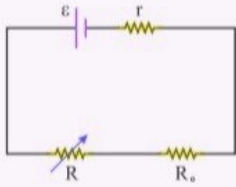
۲۱ در مدار رسم شده،  $V_A - V_B = 60\text{ V}$  است.  $V_M - V_N$  چند ولت خواهد بود؟



۲۲ در مدار زیر  $V_A - V_B$  چند ولت است؟



۲۳ در مدار زیر، مقاومت رئوس را افزایش می‌دهیم.



الف مقدار توان تولیدی باتری چگونه تغییر می‌کند؟

ب مقدار توان تلف شده در باتری چگونه تغییر می‌کند؟

پ آیا می‌توان درباره نحوه تغییرات توان خروجی باتری اظهار نظر کرد؟



۲۴ اگر سیمی را بکشیم تا به طور یکنواخت طول سیم ۴ برابر شود، مقاومت الکتریکی آن چند برابر خواهد شد؟

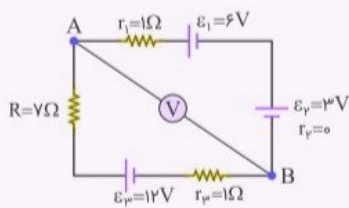
۲۴

۲۵ به نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برآیند، هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؟

۲۵

۲۶ در مدار رسم‌شده زیر:

۲۶



الف توان خروجی باتری ۳ چند وات است؟

الف

ب توان ورودی باتری ۲ چند وات است؟

ب

پ توان مصرفی مقاومت ۷ اهمی چند وات است؟

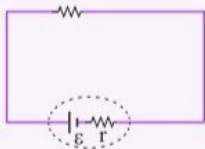
پ

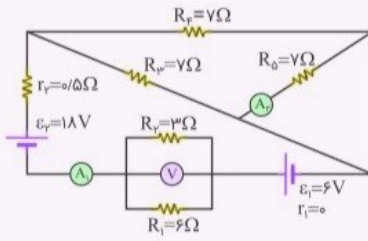
ت اندازه عدد گزارش‌شده توسط ولت‌سنج چقدر است؟

ت

۲۷ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد در مدار شکل زیر را برحسب جریانی که از آن عبور می‌کند، رسم نمایید.

۲۷





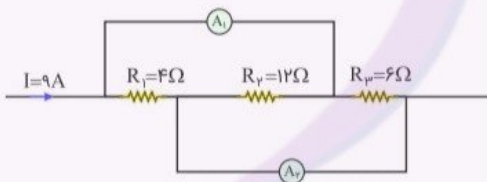
الف آمپرسنج‌های آرمانی ۱ و ۲ چه اعدادی را نشان می‌دهند؟

ب ولت‌سنج آرمانی چه عددی را نشان می‌دهد؟

پ انرژی مصرفی در مقاومت  $R_F = 7\Omega$  طی یک و نیم دقیقه چند ژول است؟

ت توان مصرفی در مقاومت  $R_1 = 6\Omega$  چند وات است؟

۲۹ در مدار شکل زیر، آمپرسنج‌ها چه عددی را نشان می‌دهند؟

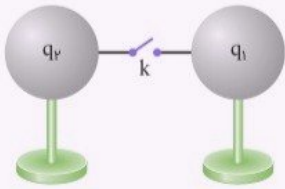


۳۰

ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن  $q$  است. اگر  $+3 \text{ mC}$  بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه  $8 \text{ J}$  زیاد می‌شود،  $q$  را محاسبه کنید.

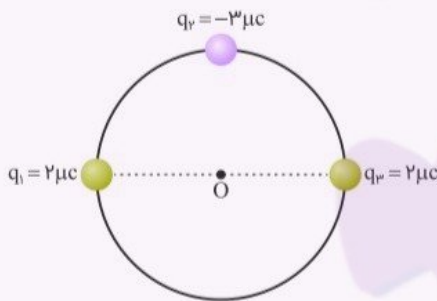
۳۱

دو کره رسانای مشابه اولی دارای بار  $q_1 = +8 \text{ } \mu\text{C}$  و دومی دارای بار  $q_2 = -10 \text{ } \mu\text{C}$ ، بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. این دو کره را با بستن کلید توسط سیم فلزی با مقاومت  $R$  به یکدیگر وصل می‌کنیم.  $0.001 \text{ s}$  طول می‌کشد تا دو کره هم‌پتانسیل شوند. جریان متوسطی که در این مدت از سیم می‌گذرد، چقدر و در چه جهتی است؟

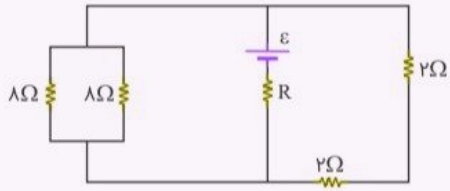


۳۲

بزرگی برآیند میدان الکتریکی را در مرکز دایره (نقطه  $O$ ) به دست آورید. (شعاع دایره  $3 \text{ cm}$  است.)  
 $(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$



در مدار الکتریکی رسم‌شده زیر، توان مصرفی هر پنج مقاومت باهم برابر است. مقاومت  $R$  چند اهم است؟



پادینو

آزمون شبیه ساز نیمسال اول درس : فیزیک	ساعت شروع :	تاریخ امتحان :	مدت امتحان :
نام و نام خانوادگی :	رشته : ریاضی	پایه ی یازدهم دوره ی متوسطه	تعداد صفحات : ۱۲ صفحه
آزمون شبیه ساز + پاسخنامه	جهت دریافت ۷ روز مشاوره و برنامه ریزی رایگان پادینو با شماره 02166906790 تماس بگیرید		
ردیف	پاسخنامه		
	نمره		

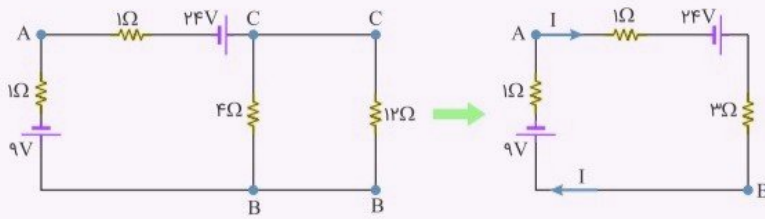
## فیزیک

۱

در جلوی خودرو دو سنسور به کار رفته که در دو طرف خودرو و قسمت محفظه چرخها قرار گرفته اند و به وسیله سیم به واحد کنترل مرکزی ارتباط دارند. در هنگام برخورد و ضربه شدید، یک سنسور الکترومکانیکی به کار می افتد و به دستگاه کنترل مرکزی هشدار می دهد. دستگاه کنترل مرکزی، جریان مدار پر شده خازنی را برای سوزاندن سوخت جامدی که در محفظه ایربگ قرار دارد به کار می اندازد. بخار حاصل از گاز تولید شده به سرعت کیسه هوا را پر می کند. همزمان با آن کمربند ایمنی سفت شده و راننده را به صندلی می چسباند. حسگرهای برخورد به صورت های مختلفی ساخته می شود که یکی از انواع حسگرهای برخورد، شتاب سنج ها هستند که فقط شتاب منفی را اندازه گرفته و به آن واکنش نشان می دهند. شتاب سنج های خازنی از تغییر در فضای بین صفحه های خازن برای آشکار کردن شتاب استفاده می کنند. به طوری که با یک صفحه متحرک معلق بالای یک صفحه ثابت ظرفیت بین صفحه ها وقتی که صفحه متحرک حرکت کند تغییر خواهد کرد و این تغییر می تواند آشکار شود.

۲





مقاومت‌های ۱۲ و ۴ اهمی موازی هستند و معادل آن‌ها،  $3\Omega$  می‌شود.

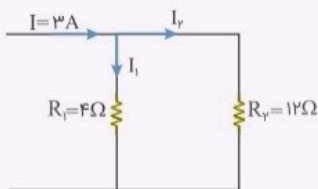
$$\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{1}{3}\right)$$

از نقطه A شروع کرده و حلقه را دور می‌زنیم:

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_T + r_1 + r_2} = \frac{24 - 9}{3 + 1 + 1} = \frac{15}{5} = 3\text{ A}$$

آمپرسنج شماره ۱،  $3\text{ A}$  را نشان می‌دهد.

ولتاژ دو سر مقاومت معادل در مقاومت ۴ و ۱۲ اهمی با ولتاژ دو سر مقاومت ۱۲ اهمی برابر است پس داریم:



$$I_2 = \frac{R_{eq}}{R_1 + R_2} \times I = \frac{4}{4 + 12} \times 3 = \frac{3}{4} = 0.75\text{ A}$$

آمپرسنج شماره ۲،  $0.75\text{ A}$  را نشان می‌دهد.

ب. ولت سنج شماره ۱،  $12\text{ V}$  را نشان می‌دهد. (درواقع اختلاف ولتاژ نقاط A و B)

$$V_A + 1 \times I + 9 = V_B \Rightarrow V_B - V_A = V_1 = 12\text{ V}$$

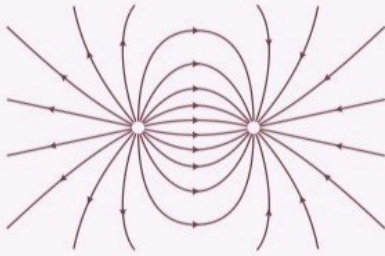
ولت سنج شماره ۲،  $9\text{ V}$  را نشان می‌دهد. (اختلاف ولتاژ نقاط C و B)

$$V_C - 12 \times I_r = V_B \Rightarrow V_C - V_B = 12 \times \frac{3}{4} = 9\text{ V}$$

پ. باتری ۲ یک باتری مصرف کننده و در حال شارژ شدن است. بنابراین:

$$P_2 \text{ ورودی باتری } = \varepsilon_r I + r_r I^2 = 9 \times 3 + 1 \times 3^2 = 36\text{ W}$$

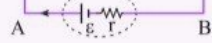
۳. سمت گیری دانه‌ها، خطوط میدان الکتریکی حاصل از یک دوقطبی الکتریکی را نشان می‌دهد که در شکل زیر رسم شده است.



۴

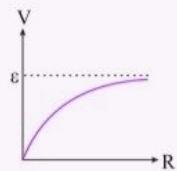
با توجه به رابطه  $I = \frac{\varepsilon}{r + R}$  و قانون اهم ( $I = \frac{V}{I}$ )، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت برابر است با:

$$V = IR \Rightarrow V = \frac{\varepsilon R}{R + r} (*)$$



باتوجه به رابطه (\*) اگر  $R = 0$  باشد در نتیجه  $V = 0$  است و اگر  $R = \infty$  باشد عملاً جریانی از مدار عبور نمی‌کند و  $I = 0$  خواهد بود و در نتیجه  $V = \varepsilon$  می‌باشد.

به این ترتیب نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب مقاومت R به صورت زیر می‌شود:



۵

$$R_{12} = \frac{1 \times 12}{1 + 12} = 4/13 \Omega, \quad R_{eq} = 2 + 4/13 = 6/13 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{6/13 + 1/2} = 3\text{ A}, \quad V_1 = V_2 \Rightarrow \begin{cases} 12I_1 = 12I_r \\ I_1 + I_r = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 1/8\text{ A} \\ I_r = 1/2\text{ A} \end{cases}$$

$$U_1 = R_1 I_1^2 t = 1 \times 1/8^2 \times 50 = 1296\text{ J}$$

$$P_3 = R_3 I^2 = 2 \times 3^2 = 18\text{ W}$$

ب

$$P_{\text{باتری}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_{\text{مقاومت}}$$

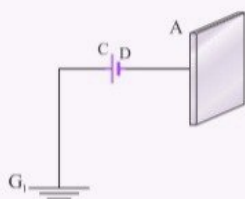
$$\varepsilon I = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + r I^2$$

$$24 \times 3 = 8 \times 1/8^2 + 12 \times 1/2^2 + 2 \times 3^2 + 1/2 \times 3^2$$

$$72 = 25/92 + 17/28 + 18 + 10/8 \Rightarrow 72 = 72$$

۶

پتانسیل الکتریکی در محل اتصال به زمین صفر است.



$$\begin{aligned} V_{G_1} = 0 &\Rightarrow V_C = 0 \Rightarrow V_C - V_D = 15 \Rightarrow V_D = -15 \text{ V} \Rightarrow V_A = - \\ V_{G_2} = 0 &\Rightarrow V_E = 0 \Rightarrow V_E - V_F = 12 \Rightarrow V_F = -12 \text{ V} \Rightarrow V_M = - \\ G_2 &\Rightarrow V_M - V_N = -9 \Rightarrow V_N = -3 \text{ V} \Rightarrow V_B = -3 \text{ V} \end{aligned}$$

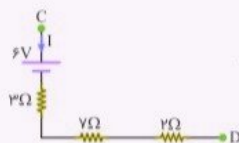
$$V_A - V_B = -15 - (-3) = -12 \text{ V}$$

۷

باتوجه به جهت پایانه‌های هر سر باتری، جهت جریان پادساعتگرد خواهد بود.

$$V_B - 12 + 1 \times I = V_A \Rightarrow V_B - V_A = 12 - I = 11/5 \Rightarrow I = 0/5 \text{ A}$$

مقاومت معادل دو مقاومت ۳ و ۶ اهمی ۲ اهم است.



$$V_C - 6 - (3 + 7 + 2) \times 0/5 = V_D \Rightarrow V_C - V_D = 12 \text{ V}$$

۸

الف خیر

ب

نقطه B

پ

۹

الف

ب

پ

$$V_A = V_B$$

$$\begin{aligned} V &= R I_r \Rightarrow 2/4 = 6 I_r \Rightarrow I_r = 0/4 \text{ A} \\ V_M - V_N &= (6 + 2 + 4) I_r = 12 \times 0/4 = 3/8 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_M - V_N &= R I_1 \Rightarrow 3/8 = 3 I_1 \Rightarrow I_1 = 1/6 \text{ A} \\ \Rightarrow I_{\text{کل}} &= I_1 + I_r = 1/6 + 0/4 = 2 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{12} = \frac{5}{12} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 1/6 + \frac{12}{5} + 11 = 15 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}} + r} \Rightarrow 2 = \frac{4}{15 + 0} \Rightarrow \varepsilon = 30 \text{ V}$$

$$V_M - 3 \times 4 + 9 - 1 \times 4 - 1 \times I + 2 = 0 \\ \Rightarrow 6 - 12 + 9 - 4 - I + 2 = 0 \Rightarrow I = 1 \text{ A}$$

$$I' + I = 4 \Rightarrow I' = 3 \text{ A}$$

$$V_N - 12 + 2 \times 3 - 1 \times 1 + 2 = 0 \Rightarrow V_N = 5 \text{ V}$$

با بستن کلید  $K_1$  خواهیم داشت:

$$q'_B = q'_C = \frac{-45 + 35}{2} = -5 \mu\text{C}$$

با نزدیک شدن میله شیشه‌ای باردار که مثبت است، بار کره B از  $5 \mu\text{C}$  کوچک‌تر می‌شود، مثلاً به  $(-|q|) \mu\text{C}$  می‌رسد. حالا با باز شدن  $K_1$  و دور کردن میله، این بار در کره B حبس می‌شود. اینک با بستن  $K_2$  خواهیم داشت:

$$q'_A = q''_B = \frac{q_A + q'_B}{2} = \frac{20 + (-5 - |q|)}{2} = \frac{15 - |q|}{2} = 7.5 - \frac{|q|}{2}$$

و قطعاً  $7.5 - \frac{|q|}{2} < 7.5$  خواهد بود، پس:

$$q_A \text{ نهایی} = q_B \text{ نهایی} < 7.5 \mu\text{C}$$

انرژی خازن در ابتدا  $U_1$  و پس از جابه‌جایی بار الکتریکی،  $U_2$  می‌شود و اختلاف این انرژی را باید مصرف کنیم:

$$U_2 - U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C}$$

$$U_2 - U_1 = \frac{1}{2C} (Q_2^2 - Q_1^2)$$

$$Q_1 = 60 \mu\text{C}, Q_2 = 80 \mu\text{C}$$

دقت کنید وقتی  $20 \mu\text{C}$  بار الکتریکی از صفحه دارای  $60 \mu\text{C}$  بار جدا می‌شود، بار صفحه منفی،  $80 \mu\text{C}$  - و وقتی  $20 \mu\text{C}$  بار الکتریکی به صفحه دارای  $60 \mu\text{C}$  بار اضافه شود، بار صفحه مثبت،  $80 \mu\text{C}$  + می‌شود. بنابراین:

$$\Delta U = \frac{1}{2 \times 0.5} (80^2 - 60^2)$$

$$\Delta U = 2800 \mu\text{J} = 2.8 \text{ mJ}$$

توجه: در رابطه  $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، اگر  $Q$  و  $C$  را به ترتیب بر حسب  $\mu\text{C}$  و  $\mu\text{F}$  قرار دهیم،  $U$  بر حسب  $\mu\text{J}$  بدست می‌آید.



با بستن کلید  $k_1$  بار کره  $A$ ، قرینه می‌شود؛ یعنی  $q'_A = -q_A$  و ازطرفی چون دو کره  $A$  و  $C$  هم‌اندازه‌اند با بستن کلید، بارشان یکسان می‌شود؛ یعنی  $q'_A = q'_C$ . اکنون با نوشتن قانون پایستگی بار الکتریکی برای دو کره  $A$  و  $C$  داریم:

$$\begin{aligned} q_A + q_C &= q'_A + q'_C \Rightarrow q_A + q_C = q'_A + q'_A = 2q'_A \\ \Rightarrow q_A + q_C &= 2(-q_A) \Rightarrow q_A + q_C = -2q_A \Rightarrow q_C = -3q_A \\ \Rightarrow 15 &= -3q_A \Rightarrow q_A = -5 \mu C \end{aligned}$$

با بستن کلید  $k_2$  بار کره  $A$ ، ۳ برابر می‌شود؛ یعنی  $q''_A = 3q_A$  و ازطرفی چون دو کره  $A$  و  $B$  هم‌اندازه‌اند، داریم:

$$q''_A = q''_B$$

حالا با نوشتن قانون پایستگی بار الکتریکی برای دو کره  $A$  و  $B$ ، خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} q_A + q_B &= q''_A + q''_B \Rightarrow q_A + q_B = q''_A + q''_A = 2q''_A \\ \Rightarrow q_A + q_B &= 2(3q_A) \Rightarrow q_B = 6q_A - q_A \Rightarrow q_B = 5q_A = 5(-5) \Rightarrow q_B = -25 \mu C \end{aligned}$$

پاسخ سؤالات ۱۴ تا ۱۵

به کمک رابطه چگالی سطحی داریم:

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi r^2} = \frac{30 \times 10^{-6}}{4 \times 3 \times (1 \times 10^{-3})^2} = 2/5 \text{ C/m}^2$$

وقتی ۸ قطره جیوه را کنار هم قرار دهیم تا یک قطره کروی جدید حاصل شود. آنگاه حجم کره جدید و بار آن ۸ برابر کره کوچک خواهد بود. بنابراین:

$$V_{\text{کره جدید}} = 8V_{\text{کره قدیم}}$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = 8 \times \frac{4}{3}\pi (1 \times 10^{-3})^3 \Rightarrow r^3 = 8 \times 10^{-9} \Rightarrow r = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{جدید}} = \frac{q_{\text{جدید}}}{A_{\text{جدید}}} = \frac{\lambda \times q}{4\pi r_{\text{جدید}}^2} = \frac{\lambda \times 30 \times 10^{-6}}{4 \times 3 \times (2 \times 10^{-3})^2} = 5 \text{ C/m}^2$$

سیستم عصبی انسان متشکل از میلیاردها سلول عصبی (نورون) به‌علاوه سلول‌های پشتیبانی‌دهنده (نورولیا) هستند. نورون‌ها قادرند به محرک‌ها (مانند لامسه، صدا، نور و غیره) پاسخ دهند، امپالس‌ها یا تکانه‌های عصبی را هدایت کنند و با یکدیگر و همچنین با سایر نورون‌ها ارتباط برقرار کنند.

نورون یک سلول قابل‌تحریک است که سیگنال الکتریکی و شیمیایی را پردازش و منتقل می‌کند. همه سلول‌های عصبی یا نورون‌ها چه حسی باشند، چه حرکتی و چه بزرگ یا کوچک، فعالیتشان هم الکتریکی است و هم شیمیایی. ارسال سیگنال شیمیایی از طریق سیناپس‌ها روی می‌دهد. نورون‌ها اجزای اصلی سیستم عصبی (مغز، نخاع، تانگلیا محیطی) هستند.

نورون‌های حسی و نورون‌های حرکتی: نورون‌های حسی به لامسه، صدا، نور و بسیاری از محرک‌های دیگر که بر روی سلول‌های اندام حسی تأثیر می‌گذارند پاسخ داده و سیگنال‌ها را به نخاع و مغز ارسال می‌کنند. پیام‌های عصبی شیمیایی پس‌ازاینکه از آکسون‌ها به دندریت‌ها منتقل می‌شوند به پیام‌های الکتریکی تبدیل شده و به سایر پیام‌های الکتریکی دریافت‌شده از سیناپس‌های دیگر اضافه و یا از آن کم می‌شوند و درنهایت بر اساس برآیند این پیام‌های الکتریکی در مورد اینکه پیام عصبی به محل دیگری منتقل شود یا خیر تصمیم‌گیری می‌شود.



$$q_A = \lambda_0 A \min = \lambda_0 A \times (60 \text{ s}) = 4800 \text{ As} = 4800 \text{ C}$$

حال بار کره B را محاسبه می‌کنیم:

$$q_B = -2/5 Ah = -2/5 A \times (3600 \text{ s}) = -9000 \text{ As} = -9000 \text{ C}$$

توجه: وقتی دو کره را با سیم رسانا به هم وصل می‌کنیم، به شرط آنکه شعاع کره‌ها یکسان باشد، بار هر کره بعد از تعادل نصف مجموع بار دو کره خواهد بود:

$$q'_A = q_B = \frac{q_A + q_B}{2}$$

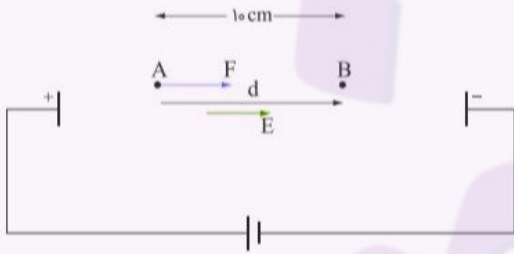
$$\Rightarrow q'_A = q'_B = \frac{4800 + (-9000)}{2} = -2100 \text{ C}$$

باز هم دقت کنید: بار الکتریکی که در مدت به تعادل رسیدن از سیم رسانا عبور می‌کند برابر اختلاف بار هر کره قبل و بعد از تعادل است:

$$\Delta q_A = q_A - q'_A = 4800 - (-2100) = 6900 \text{ C}$$

که این همان بار الکتریکی است که در مدت ۰/۰۴ ثانیه از سیم عبور کرده است؛ لذا:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{6900}{0.04} = 1/725 \times 10^6 \text{ A} = 0/1725 \times 10^6 \text{ A} = 0/1725 \mu\text{A}$$



$$\Delta U = -W \Rightarrow \Delta U = -|q| Ed \cos \theta = -W$$

پس:

$$-W = -1/6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3 \times 0/1 \times \cos 0^\circ \Rightarrow W = 3/2 \times 10^{-17}$$

طبق قضیه کار و انرژی:

$$W = \Delta K \Rightarrow W = K_2 - K_1$$

چون  $v_1 = 0$  پس  $K_1 = 0$ ؛ لذا:

$$3/2 \times 10^{-17} = \frac{1}{2} m v_2^2 \Rightarrow 3/2 \times 10^{-17} = \frac{1}{2} \times 1/67 \times 10^{-27} v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = \frac{6/4 \times 10^{-17}}{1/67 \times 10^{-27}} = 3/83 \times 10^{10}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{3/83 \times 10^{10}} = 1/96 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \xrightarrow{\text{افزایش } R} \text{کاهش } I$$

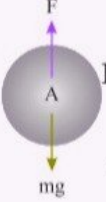
$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{\text{کاهش } I} V \text{ افزایش مقدار ولتاژ ولت‌سنج}$$

$$V_2 = R_2 I \xrightarrow{\text{کاهش } I} V_2 \text{ کاهش مقدار ولتاژ ولت‌سنج}$$

$$V_3 = R_3 I \xrightarrow{\text{کاهش } I} V_3 \text{ کاهش مقدار ولتاژ ولت‌سنج}$$

در این سؤال با استفاده از رابطه  $V_1 = R_1 I$  نمی‌توان در مورد  $V_1$  اظهار نظر کرد،

زیرا  $R_1$  افزایش و  $I$  کاهش می‌یابد بنابراین نمی‌توان درباره مقدار  $V$  اظهار نظر کرد؛ اما با داشتن رابطه  $V = V_1 + V_2 + V_3$  می‌توان گفت  $V$  افزایش و  $V_2$  کاهش یافته است، پس حتماً  $V_1$  افزایش قابل توجهی داشته است.



$$F = mg \Rightarrow \frac{kq_A q_B}{h^2} = m_A g$$

$$\Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{h^2} = \frac{20 \times 10^{-6} \times 10}{1} \Rightarrow h^2 = 9 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow h = 3 \times 10^{-2} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

ابتدا جریان عبوری از شاخه AMB را حساب می‌کنیم:

$$V_A - 6I_{12} - 9I_{12} = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 15I_{12} = 60 \Rightarrow I_{12} = 4 \text{ A}$$

حال جریان عبوری از شاخه ANB را بدست می‌آوریم:

$$V_A - 2I_{34} - 8I_{34} = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 10I_{34} = 60 \Rightarrow I_{34} = 6 \text{ A}$$

به این ترتیب  $V_M - V_N$  را می‌توان حساب نمود:

$$V_M + 6I_{12} - 2I_{34} = V_N \Rightarrow V_M - V_N = -6 \times 4 + 2 \times 6 = -12 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} R_{12} &= 3 + 7 = 10 \Omega \\ R_{34} &= 6 + 9 = 15 \Omega \end{aligned} \Rightarrow R_{eq} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 6 \Omega$$

$$V = RI \Rightarrow 24 = 6I \Rightarrow I = 4 \text{ A}$$

$$V_{12} = V_{34} \Rightarrow 10I_1 = 15I_2 \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 1/5 I_2 \\ I_1 + I_2 = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 2/4 \text{ A} \\ I_2 = 1/6 \text{ A} \end{cases}$$

$$V_A + 3I_1 - 6I_2 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -3 \times 2/4 + 6 \times 1/6 = 2/4 \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{(R + R_o) + r} \xrightarrow{\text{افزایش } R} I : \text{کاهش } P \text{ باتری} = \varepsilon I \Rightarrow \text{توان تولیدی باتری کاهش می‌یابد} : \varepsilon I$$

$$P \text{ تلف‌شده در باتری کاهش می‌یابد} \xrightarrow{\text{کاهش } I} rI^2 = \text{تلف‌شده باتری}$$

$$۱) P_{\text{تلف شده}} - P_{\text{تولیدی}} = P_{\text{خروجی}}$$

چون هر دو نوع توان کاهش یافته است، پس لزوماً نمی‌توان در مورد تفاضل آن‌ها اظهارنظر کرد که آیا کاهش، افزایش و یا ثابت مانده است.

$$۲) P_{\text{خروجی}} = R_{eq} I^2 \xrightarrow[\text{کاهش } I]{\text{افزایش } R_{eq}}$$

باز هم نمی‌توان دربارهٔ توان خروجی اظهارنظر کرد.

وقتی سیم را می‌کشیم طول سیم افزایش و مساحت مقطع آن کاهش می‌یابد؛ اما حجم سیم ثابت می‌ماند.

$$V_2 = V_1$$

چون سیم استوانه‌ای شکل است؛ حجم سیم عبارت از طول در مساحت قاعدهٔ آن است:

$$A_2 \ell_2 = A_1 \ell_1 \xrightarrow{\ell_2 = 4\ell_1} A_2 \times 4\ell_1 = A_1 \ell_1 \Rightarrow A_2 = \frac{1}{4} A_1$$

رابطهٔ مقایسه‌ای مقاومت الکتریکی را به صورت زیر داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{\ell_2}{\ell_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\rho_2 = \rho_1 \text{ جنس سیم تغییر نمی‌کند:}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{4\ell_1}{\ell_1} \times \frac{A_1}{\frac{1}{4}A_1} = 16 \Rightarrow R_2 = 16R_1$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{4\ell_1}{\ell_1} \times \frac{A_1}{\frac{1}{4}A_1} = 16 \Rightarrow R_2 = 16R_1$$

توجه کنید که: اگر سیمی را بکشیم تا به طور یکنواخت طول سیم  $n$  برابر شود، مقاومت الکتریکی آن  $n^2$  برابر خواهد شد.

اصلی به نام اصل یکتایی در فیزیک وجود دارد. به طور مثال یک نقطه از کرهٔ زمین نمی‌تواند بیش از یک ارتفاع از سطح زمین داشته باشد. یا یک جسم نمی‌تواند دو جرم متفاوت داشته باشد. از آنجاکه میدان الکتریکی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه و هم جهت با خطوط میدان است لذا اگر دو خط میدان یکدیگر را در نقطه‌ای قطع کنند به این معنی است که در آن نقطه دو میدان الکتریکی متفاوت وجود دارد که خلاف اصل یکتایی است.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{12 - 6 - 3}{7 + 2} = \frac{1}{3} A \quad \text{جهت جریان ساعتگرد است}$$

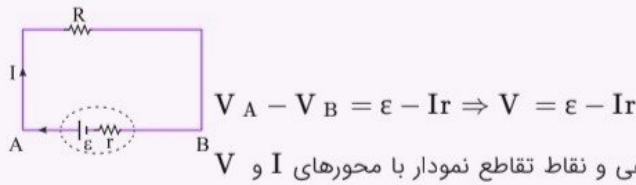
$$P_3 = \mathcal{E}_3 I - r_3 I^2 = 12 \times \frac{1}{3} - 1 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 = 4 - \frac{1}{9} = \frac{35}{9}$$

$$P_2 = \mathcal{E}_2 I + r_2 I^2 = 3 \times \frac{1}{3} + 0 = 1 W$$

$$P = RI^2 = 7 \times \frac{1}{9} = \frac{7}{9} W$$

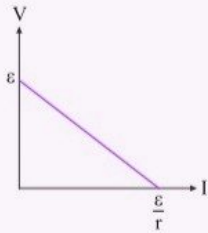
$$V_A + RI - \mathcal{E}_3 + r_3 I = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 12 - 7 \times \frac{1}{3} - 1 \times \frac{1}{3} = \frac{28}{3} V$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:

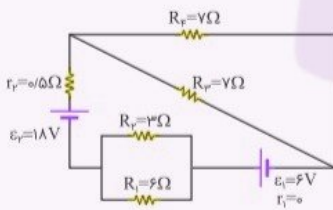


پس نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان خطی است با شیب منفی و نقاط تقاطع نمودار با محورهای  $I$  و  $V$  عبارت است از:

$$\begin{cases} I = 0 \\ V = \varepsilon \end{cases}, \quad \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{r} \\ V = 0 \end{cases}$$



چون دو سر مقاومت  $R_5 = 7\Omega$  با سیم به یکدیگر وصل شده (اتصال کوتاه)، عملاً هیچ جریانی از آمپرسنج شماره ۲ نمی‌گذرد و درواقع مقاومت  $R_5$  از مدار حذف می‌شود:



مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  موازی هستند و معادل آن‌ها  $2\Omega$  می‌شود.

$$\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2}\right)$$

مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  موازی هستند و معادل آن‌ها  $3/5\Omega$  می‌شود.  
از یک نقطه شروع کرده و مدار را دور می‌زنیم:

$$\left(\frac{1}{V} + \frac{1}{V} = \frac{1}{3/5}\right)$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_T + r_1 + r_2} = \frac{6 + 18}{(2 + 3/5) + (0 + 0.5/5)} = \frac{24}{6} = 4 \text{ A}$$

پس آمپرسنج شماره ۱، عدد  $4 \text{ A}$  را نشان می‌دهد.

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های ۳ و ۶ اهمی با اختلاف پتانسیل مقاومت معادل آن‌ها نیز برابر است؛ پس:

$$V = RI = 2 \times 4 = 8 \text{ V}$$



چون مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  برابرند، پس جریان  $\frac{F}{2} = 2$  آمپر از هرکدام می‌گذرد، پس:

$$U_F = R_F = I^2 t = 7 \times 2^2 \times 90 = 2520 \text{ J}$$

$$P_{R_1} = \frac{V^2}{R_1} = \frac{8^2}{6} = \frac{32}{3} \text{ W}$$

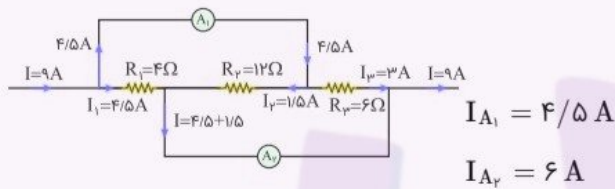
باتوجه به اینکه هر سه مقاومت موازی هستند، جریان گذرنده از هر مقاومت به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{F} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{eq} = 2 \Omega$$

$$V_1 = V_{23} \Rightarrow \begin{cases} FI_1 = FI_{23} \\ I_1 + I_{23} = 9 \end{cases} \Rightarrow I_1 = I_{23} = F/\Omega \text{ A}$$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow \begin{cases} 12I_2 = 6I_3 \\ I_2 + I_3 = F/\Omega \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} I_2 = 1/\Omega \text{ A} \\ I_3 = 3 \text{ A} \end{matrix}$$

از قانون انشعاب استفاده می‌کنیم و جریان گذرنده از هر آمپرسنج را به دست می‌آوریم:



وقتی  $3mC$  بار الکتریکی از صفحه  $-q$  جدا می‌شود و به صفحه  $+q$  انتقال پیدا می‌کند بار خازن برابر با  $q + 3mC$  می‌شود. بنابراین:

$$\begin{aligned} U_2 - U_1 = \lambda &\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C} = \lambda \\ \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{(q + 3)^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \lambda &\Rightarrow q^2 + 6q + 9 - q^2 = \lambda \times 2 \times 12 \Rightarrow 6q + 9 = \lambda \times 2 \times 12 \\ \Rightarrow 6q = 3 \times 61 &\Rightarrow q = 30/\Omega \text{ mC} \end{aligned}$$

توجه: در رابطه  $U = \frac{q^2}{2C}$ ، اگر  $q$  و  $C$  را به ترتیب بر حسب  $\mu C$  و  $\mu F$  قرار دهیم،  $U$  بر حسب  $\mu J$  بدست می‌آید.

ابتدا مقدار بار مبادله شده را حساب می‌کنیم. سپس به کمک رابطه جریان، اندازه جریان عبوری را از سیم بدست می‌آوریم:

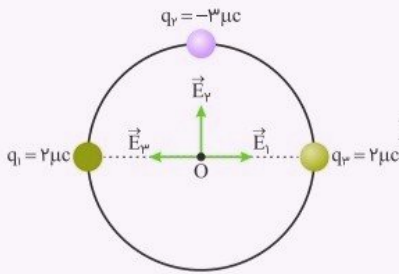
$$\Delta q = \frac{|q_1 - q_2|}{2} = \frac{|\lambda - (-10)|}{2} = 9 \mu C$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{9 \times 10^{-6}}{0.001} = 9 \times 10^{-3} \text{ A}$$

جهت حرکت الکترون از سمت کره منفی ( $q_2$ ) به کره مثبت است و جهت جریان قراردادی خلاف جهت حرکت الکترون است.



میدان الکتریکی برآیند در نقطه O برابر جمع برداری سه میدان حاصل از بارهای  $q_1$ ،  $q_2$  و  $q_3$  است. بارهای  $q_1$  و  $q_2$  برابر و در فاصله یکسان از O هستند. دو بردار  $\vec{E}_1$  و  $\vec{E}_3$  یکدیگر را خنثی می‌کنند. پس برآیند میدان‌ها همان  $\vec{E}_2$  است.



$$E = \frac{kq_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{27 \times 10^3}{9 \times 10^{-4}} = 3 \times 10^7 \text{ N/C} = E_T$$

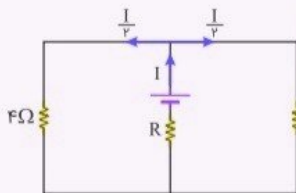
مقاومت‌های ۸ اهمی موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها، ۴ اهم می‌شود:

$$\left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}\right)$$

مقاومت‌های ۲ اهمی سری هستند و معادل آن‌ها ۴ اهم می‌شود:

$$(2 + 2 = 4)$$

باتوجه به برابری دو مقاومت ۴ اهمی، جریان مساوی  $\frac{I}{2}$  از هر شاخه می‌گذرد. اینک از برابری توان مقاومت R و مقاومت ۲ اهمی استفاده می‌کنیم:



$$RI^2 = 2 \times \left(\frac{I}{2}\right)^2 \Rightarrow R = \frac{1}{2} \Omega$$

دقت کنید جریان گذرنده از مقاومت‌های ۸ اهمی،  $\frac{I}{4}$  است؛ پس اگر می‌خواستیم توان مقاومت ۸ اهمی را با توان مقاومت R برابر بگیریم، باید بنویسیم:

$$8 \times \left(\frac{I}{4}\right)^2 = RI^2 \Rightarrow \frac{I^2}{2} = RI^2 \Rightarrow R = \frac{1}{2} \Omega$$