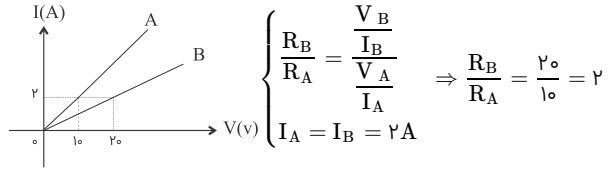




گزینه ۱

۱

باتوجه به نمودار، به ازای جریان ۲ آمپر، مقدار ولتاژ دو مقاومت A و B به ترتیب برابر ۱۰ و ۲۰ ولت است. بنابراین کافی است از رابطه $R = \frac{V}{I}$ استفاده کنیم:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۵

گزینه ۴

۲

گزینه ۴ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

گزینه ۴

۳

گام اول: چون $\frac{1}{4}$ سیم را نگه داشته‌ایم، حجم سیم باقی‌مانده با هر تغییری در ابعاد، $\frac{1}{4}$ حجم سیم اولیه خواهد بود. طبق گفته تست در نهایت طول سیم باقی‌مانده برابر با طول سیم اولیه است و می‌دانیم که حجم آن $\frac{1}{4}$ حجم سیم اولیه است؛ بنابراین نسبت سطح مقطع سیم پس از دو تغییر متوالی به سطح مقطع اولیه سیم برابر است با:

$$V_2 = \frac{1}{4} V_1 \Rightarrow A_2 L_2 = \frac{1}{4} A_1 L_1 \xrightarrow{L_1=L_2} A_2 = \frac{1}{4} A_1$$

گام دوم: حالا با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ به صورت نسبتی، مقاومت سیم پس از دو تغییر را به دست می‌آوریم:

$$\frac{R'}{R} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'} \Rightarrow \frac{R'}{6} = 1 \times 1 \times \frac{4}{1} \Rightarrow R' = 24 \Omega$$

توجه کنید که رابطه را به صورت مستقیم بین مقاومت اولیه و مقاومت نهایی سیم نوشته‌ایم.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

گزینه ۴

۴

مقاومت الکتریکی رشته تنگستن با افزایش دما، افزایش می‌یابد، بنابراین هنگام روشن بودن دارای مقاومت الکتریکی بیشتری است تا هنگام خاموش بودن.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

گام اول

الف) جرم دو سیم مسی A و B باهم برابر است $\leftarrow \rho_A = \rho_B$, $m_A = m_B$

ب) قطر مقطع سیم A ، $\sqrt{۲}$ برابر قطر مقطع سیم B است $\leftarrow \frac{D_A}{D_B} = \sqrt{۲}$

ج) مقاومت الکتریکی سیم B برابر ۱۰Ω است $\leftarrow R_B = ۱۰\Omega$

د) مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟ $\leftarrow R_A = ?\Omega$

گام دوم

باتوجه به رابطهٔ $R = \rho \frac{L}{A}$ و با استفاده از تناسب $\frac{R_A}{R_B}$ می‌توانیم مقدار R_A را به دست بیاوریم. ازآنجا که جرم دو سیم و چگالی آن‌ها برابر است، سیم‌ها دارای حجم‌های یکسان هستند
($V_A = V_B$) بنابراین:

$$\begin{aligned} \begin{cases} V_A = V_B \\ V = AL = \frac{\pi D^۲}{۴} L \end{cases} \\ \Rightarrow \frac{\pi D_A^۲}{۴} \times L_A = \frac{\pi D_B^۲}{۴} \times L_B \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^۲ \\ \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A \frac{L_A}{A_A}}{\rho_B \frac{L_B}{A_B}} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^۲ = \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^۲ \times \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^۲ = \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^۴ \\ \Rightarrow \frac{R_A}{۱۰} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow R_A = ۲/۵ \end{aligned}$$

گام اول

الف) طول سیم مسی A دو برابر طول سیم مسی B است $\leftarrow \rho_A = \rho_B$, $L_A = ۲L_B$

ب) قطر مقطع سیم A نصف قطر مقطع سیم B است $\leftarrow D_A = \frac{۱}{۲} D_B \xrightarrow{A=\frac{\pi}{۴} D^۲} A_A = \frac{۱}{۴} A_B$

ج) مقاومت الکتریکی سیم A، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟ $\leftarrow \frac{R_A}{R_B} = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ زیر داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} = ۲ \times ۴ = ۸$$

بااستفاده از رابطهٔ $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ A = (۲L, ۱/۵\rho, A) \\ B = (L, \frac{۱}{۲}\rho, A) \\ C = (L, \rho, A) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_A = \frac{۳}{۲} \times ۲ \frac{\rho \times L}{A} = ۳ \frac{\rho L}{A} \\ R_B = \frac{۱}{۲} \rho \frac{L}{A} \Rightarrow ۲R_B = \rho \frac{L}{A} \\ R_C = \rho \frac{L}{A} \end{cases}$$

بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} \begin{cases} R_C = \rho \frac{L}{A} \\ R_A = ۳ \frac{\rho L}{A} \end{cases} \Rightarrow R_A = ۳R_C \\ \begin{cases} ۲R_B = \rho \frac{L}{A} \\ R_C = \frac{\rho L}{A} \end{cases} \Rightarrow ۲R_B = R_C \end{aligned}$$

گام اول

الف) مقاومت ویژهٔ سیم A، سه برابر مقاومت ویژهٔ سیم B است $\leftarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = ۳$
 ب) اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم باهم برابر باشند $\leftarrow R_A = R_B$, $L_A = L_B$
 ج) قطر مقطع سیم A چندبرابر قطر مقطع سیم B است؟ $\leftarrow \frac{D_A}{D_B} = \frac{r_A}{r_B} = ?$

گام دوم

باتوجهبه معادلهٔ $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ A = \pi r^2 \end{cases} \Rightarrow R = \rho \frac{L}{\pi r^2}$$

$$R_A = R_B \Rightarrow \rho_A \frac{L_A}{\pi r_A^2} = \rho_B \frac{L_B}{\pi r_B^2}$$

$$\Rightarrow ۳\rho_B \times \frac{L_B}{r_A^2} = \rho_B \times \frac{L_B}{r_B^2} \Rightarrow \frac{r_A^2}{r_B^2} = ۳ \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \sqrt{۳}$$

گام اول

الف) طول یک سیم فلزی ۱۰ سانتی‌متر $\leftarrow L_1 = ۱۰\text{cm}$
 ب) و قطر مقطع آن ۲ mm است $\leftarrow d = ۲\text{mm}$
 ج) اگر مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود $\leftarrow \frac{R_2}{R_1} = ۱۶$
 د) طول آن چند سانتی‌متر می‌شود $\leftarrow L_2 = ?\text{cm}$

گام دوم

با استفاده از نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ می‌توانیم L_2 را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} \frac{R_2}{R_1} = ۱۶ \\ R = \rho \frac{L}{A} \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{L_2}{A_2}}{\frac{L_1}{A_1}} = \frac{L_2 A_1}{L_1 A_2} = ۱۶$$

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

ازآنجاکه حجم سیم ثابت باقی می‌ماند داریم:

بنابراین:

$$\begin{cases} \frac{L_2 A_1}{L_1 A_2} \\ \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1} \\ L_1 = ۱۰\text{cm} \end{cases} \Rightarrow ۱۶ = \frac{L_2}{۱۰۰} \Rightarrow L_2 = ۱۶۰۰ \Rightarrow L_2 = ۴۰\text{cm}$$

گام اول

الف) دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند ← $l_A = l_B, R_A = R_B$

ب) اگر جرم سیم B، $\frac{2}{3}$ جرم سیم A بوده ← $m_B = \frac{2}{3}m_A$

ج) چگالی آن، $\frac{1}{3}$ چگالی سیم A باشد ← $\rho_B = \frac{1}{3}\rho_A$ (چگالی)

د) مقاومت ویژه سیم B چندانبرابر مقاومت ویژه سیم A است؟ ← $\frac{\rho_B}{\rho_A} = ?$ (مقاومت ویژه)

گام دوم

با استفاده از روابط $R = \rho \frac{l}{A}$ و $\rho = \frac{m}{V}$ (چگالی)، نسبت مقاومت ویژه‌ها را به دست می‌آوریم:

$$R_A = R_B \Rightarrow \rho_A \frac{l_A}{A_A} = \rho_B \frac{l_B}{A_B} \xrightarrow{A=\frac{V}{L}} \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{\frac{V_B}{L_B}}{\frac{V_A}{L_A}}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{\frac{m_B}{\frac{V_B}{L_B}}}{\frac{m_A}{\frac{V_A}{L_A}}} = \frac{\frac{2}{3}m_A}{m_A} \times \frac{\frac{1}{3}V_A}{\frac{1}{3}V_B} = 2$$

گام اول

الف) سیمی به طول ۲۵ متر ← $L = 25 \text{ m}$

ب) اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است ← $V = 3 \text{ V}$

ج) جریان ۱/۲ آمپر عبور می‌کند ← $I = 1/2 \text{ A}$

د) مقاومت ویژه سیم $10^{-8} \Omega \text{m}$ و چگالی آن 8 g/cm^3

$\rho_1 = 1/8 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$: مقاومت ویژه سیم ، $\rho_2 = 8 \text{ g/cm}^3 = 8000 \text{ kg/m}^3$: چگالی

ه) جرم سیم چند گرم است؟ ← $m = ?$

گام دوم

از قانون اهم داریم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3}{1/2} = \frac{30}{12} = \frac{5}{2}$$

$$R = \rho_1 \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{5}{2} = 1/8 \times 10^{-8} \times \frac{25}{A}$$

$$\Rightarrow A = \frac{1/8 \times 10^{-8} \times 2 \times \cancel{25}}{\cancel{5}} = 18 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

از رابطه چگالی، جرم سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_2 = \frac{m}{V} = \frac{m}{A.L} \Rightarrow 8000 = \frac{m}{18 \times 10^{-8} \times 25} \Rightarrow m = 0.036 \text{ kg} = 36 \text{ g}$$

گام اول

الف) دو سیم هم‌طول مسی و آلومینیومی $\ell_{Cu} = \ell_{Al} \leftarrow$

ب: در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی مساوی‌اند $R_{Cu} = R_{Al} \leftarrow$

ج) اگر چگالی مس و آلومینیم به ترتیب $\rho_{Cu} = 9 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{Al} = 2.7 \text{ g/cm}^3$ و

د) مقاومت ویژه مس $\frac{1}{\rho}$ برابر مقاومت ویژه آلومینیم باشد $\frac{\rho'_{Cu}}{\rho'_{Al}} = \frac{1}{3} \Rightarrow$ مقاومت ویژه: ρ'

هـ) جرم سیم آلومینیومی چندبرابر جرم سیم مسی است؟ $\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \leftarrow$

گام دوم

با استفاده از روابط زیر خواهیم داشت:

$$R = \rho' \frac{\ell}{A} \Rightarrow \frac{R_{Cu}}{R_{Al}} = \frac{\rho'_{Cu} \frac{\ell_{Cu}}{A_{Cu}}}{\rho'_{Al} \frac{\ell_{Al}}{A_{Al}}}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{1}{3} \times 1 \times \frac{A_{Al}}{A_{Cu}} \Rightarrow \frac{A_{Al}}{A_{Cu}} = 3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{\rho_{Al} V_{Al}}{\rho_{Cu} V_{Cu}} \xrightarrow{V=A\ell}$$

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{2.7}{9} \times \frac{A_{Al}}{A_{Cu}} \times 1 = \frac{1}{3} \times 3 \times 1 = 1$$

گام اول

الف) قطر مقطع سیم مسی A ، 2 برابر قطر مقطع سیم مسی B است $\frac{D_A}{D_B} = 2$ ، $\rho_A = \rho_B$

ب) طول سیم A ، $\frac{1}{3}$ طول سیم B است $\frac{L_A}{L_B} = \frac{1}{3}$

ج) مقاومت سیم A برابر 5Ω $R_A = 5\Omega \leftarrow$

د) مقاومت سیم B چند اهم است؟ $R_B = ?\Omega \leftarrow$

گام دوم

باتوجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ را به دست آورده و سپس R_B را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ A = \pi \frac{D^2}{4} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A \frac{L_A}{A_A}}{\rho_B \frac{L_B}{A_B}}$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{5}{R_B} = \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 \Rightarrow R_B = 5 \times 12 = 60\Omega$$

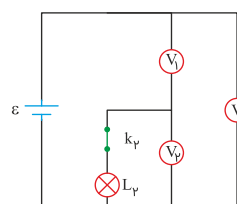
با قطع کردن کلید k_1 جریان اصلی مدار قطع می‌شود. چون از لامپ L_2 جریانی نمی‌گذرد پس اختلاف پتانسیل دو سر آن صفرشده و ولت‌سنج V_2 عدد صفر را نشان خواهد داد.

ولت‌سنج V که به دو سر مولد وصل است طبق رابطه $V = \mathcal{E} - Ir$ و با صفرشدن I ، نیرومحرکه مولد را نشان می‌دهد و صفر نیست (پس فقط گزینه ۲ می‌تواند صحیح باشد)

با استدلالی مشابه ولت‌سنج V_1 هم اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان خواهد داد که در این مداری که فاقد جریان است برابر با نیرومحرکه مولد می‌باشد.

$$V_1 = V = \mathcal{E}$$

$$V_2 = 0$$



گام اول

الف) R متغیر را از r تا r کاهش می‌دهیم $R_1 = 2r$, $R_2 = r \leftarrow$
 ب) افت پتانسیل در باتری چندبرابر می‌شود؟ $\frac{V_2}{V_1} = ? \leftarrow$

گام دوم

باتوجه به رابطه $V = \mathcal{E} - Ir$ ، می‌دانیم Ir افت پتانسیل است پس طبق رابطه $V = Ir = \frac{\mathcal{E}}{R + r}r$ افت پتانسیل مولد را در دو حالت R_1 و R_2 به دست می‌آوریم:
 در حالت اول:

$$V_1 = \frac{\mathcal{E}r}{R_1 + r} \Rightarrow V_1 = \frac{\mathcal{E}r}{2r + r} = \frac{\mathcal{E}}{3}$$

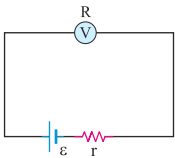
در حالت دوم:

$$V_2 = \frac{\mathcal{E}r}{R_2 + r} \Rightarrow V_2 = \frac{\mathcal{E}r}{r + r} = \frac{\mathcal{E}}{2}$$

بنابراین نسبت افت پتانسیل در باتری برابر است با:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{\mathcal{E}}{2}}{\frac{\mathcal{E}}{3}} = \frac{3}{2}$$

گام اول: جریان را در مدار تک‌حلقه‌ای که ایجاد شده محاسبه می‌کنیم:



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{6}{3 + 6 \times 10^3}$$

گام دوم: چون مرتبهٔ بزرگی جریان را باید محاسبه کنیم می‌توانیم از 3Ω صرف‌نظر کنیم:

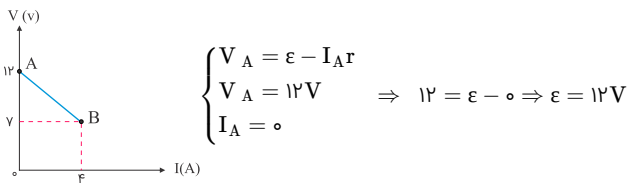
$$I = \frac{6}{6 \times 10^3} = 10^{-6} \text{ A}$$

گام سوم: از رابطهٔ $I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$ تعداد الکترون‌های عبوری را در مدت‌زمان 6 s به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{ne}{t} \Rightarrow n = \frac{It}{e} \Rightarrow n = \frac{10^{-6} \times 6}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{3}{0/1} \times 10^{+16}$$

۵ < $\frac{3}{0/1}$ است، پس به جای آن ۱ قرار می‌دهیم؛ بنابراین مرتبهٔ بزرگی تعداد الکترون‌ها 10^{16} است.

باتوجه به رابطهٔ $V = \mathcal{E} - Ir$ و با استفاده از داده‌های نمودار در دو نقطهٔ A و B مقدار $\mathcal{E}$ و r به دست خواهد آمد.
 در نقطهٔ B:



در نقطهٔ B:

$$\begin{cases} V_B = \mathcal{E} - I_B r \\ V_B = 7 \text{ V} \\ I_B = 4 \text{ A} \end{cases} \Rightarrow 7 = 12 - 4r \Rightarrow r = \frac{5}{4} = 1/25 \Omega$$

گام اول

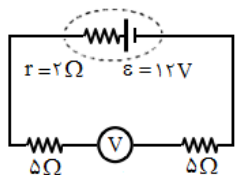
الف) مقاومت درونی باتری $r = 2\Omega \leftarrow 2\Omega$ ب) نسبت $\frac{V}{\varepsilon} = 0/8 \leftarrow 0/8$ برابر $0/8$ ج) آمپرسنج جریان $0/8$ آمپر را نشان می‌دهد $I = 0/8A \leftarrow$ د) اگر کلید را قطع کنیم $I = 0 \leftarrow$

گام دوم

با قطع کلید، ولت‌سنج نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد؛ پس کافی است نیروی محرکه مولد (ε) را به دست آوریم. بنابراین باتوجه به دو رابطه زیر مقدار ε برابر است با:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow \frac{V}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon - Ir}{\varepsilon}$$

$$\Rightarrow 0/8 = \frac{\varepsilon - 0/8 \times 2}{\varepsilon} \Rightarrow 0/8\varepsilon = \varepsilon - 1/6 \Rightarrow \varepsilon = 8V$$

ولت‌سنج وسیله‌ای است با مقاومت بسیار زیاد؛ بنابراین وقتی به‌طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ شدت جریان مدار صفر می‌شود. در این حالت ولت‌سنج، اختلاف پتانسیلدو سر مولد یا همان نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد. $V = \varepsilon = 12V$ 

حالت اول) کلید باز است.

طبق قاعده حلقه، جریان برابر است با:

$$\begin{array}{l} R = 0/5\Omega \\ \varepsilon = 1/5V \\ r = 0/5\Omega \end{array} \quad \varepsilon - I_1 r - I_1 R = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{1/5}{0/5 + 0/5} = 1/5 A$$

بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V_1 = \varepsilon - I_1 r \Rightarrow V_1 = 1/5 - 1/5 \times 0/5 = 0/75 V$$

حالت دوم) با بستن کلید مقاومت R اتصال کوتاه می‌شود، بنابراین جریان برابر است با:

$$\begin{array}{l} \varepsilon = 1/5 \\ r = 0/5 \end{array} \quad \varepsilon - I_r r = 0 \Rightarrow 1/5 - I_r \times 0/5 = 0 \Rightarrow I_r = 3 A$$

$$V_2 = \varepsilon - I_r r \Rightarrow V_2 = 1/5 - 3 \times 0/5 = 0$$

بنابراین تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$\begin{cases} \Delta V = V_1 - V_2 \\ V_1 = 0/75 V \\ V_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta V = 0/75 - 0 = 0/75 V$$

مقاومت ولت‌سنج آرمانی بسیار زیاد است؛ بنابراین اگر ولت‌سنج سر راه جریان اصلی مدار قرار بگیرد، جریان صفر خواهد شد. آمپرسنج صفر را نشان می‌دهد و ولت‌سنج نیروی محرکه مولد را نشان خواهد داد.

$$\begin{aligned} V &= \varepsilon - \dot{I}r \Rightarrow V = \varepsilon \\ I &= \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{\infty} \Rightarrow I = 0 \end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

آمپرسنج وسیله‌ای است با مقاومت ناچیز که به‌طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد تا شدت جریان مدار را اندازه‌گیری کند. ولت‌سنج وسیله‌ای است با مقاومت بسیار زیاد که به‌طور موازی بین دو نقطه از مدار قرار می‌گیرد و اختلاف پتانسیل این دو نقطه را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین ولت‌سنج و آمپرسنج تنها در شکلی درست بسته شده‌اند که ولت‌سنج موازی با مقاومت و آمپرسنج متوالی با مقاومت باشد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۳

می‌دانیم در نمودار V برحسب I ، (دوسر مولد) طول از مبدأ برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است، بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} \varepsilon_B &= 20V, \varepsilon_A = 10V \\ \frac{\varepsilon_B}{r_B} &= \frac{\varepsilon_A}{r_A} \Rightarrow \frac{20}{r_B} = \frac{10}{r_A} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2 \end{aligned}$$

قلمچی علوم تجربی چهارم آزمون شماره ۴ ۱۳۹۵

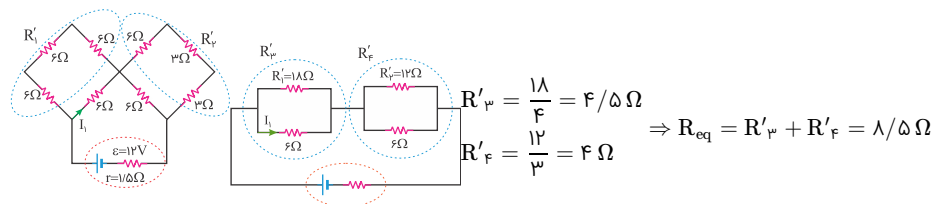
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۷

وقتی باتری به مدار وصل نیست، ولت‌سنج نیروی محرکه آن را نشان می‌دهد.

$$\begin{aligned} V &= \varepsilon = 12V \\ V &= IR = \frac{\varepsilon}{R+r}R \Rightarrow 9/6 = \frac{12}{\lambda+r} \times \lambda \Rightarrow \lambda + r = 10 \Rightarrow r = 2\Omega \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

گام اول: شکل را مقداری ساده می‌کنیم و مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:



گام دوم: جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم:

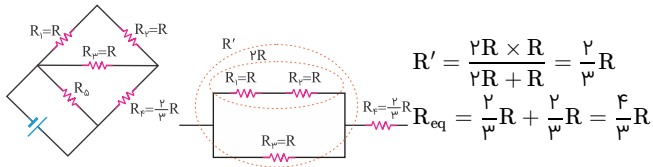
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{\frac{1}{50} + \frac{8}{5}} = \frac{12}{10} A = 1.2 A$$

گام سوم: حال به کمک نسبت تقسیم جریان‌ها I_1 را به دست می‌آوریم:

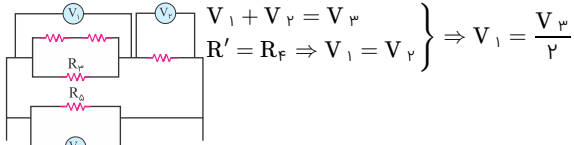
$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{12}{10} A \\ I_2 &= \frac{12}{10} A \\ I_1 + I_2 &= 1.2 A \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_1 = 0.9 A, I_2 = 0.3 A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

گام اول: در شاخهٔ بالا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم:



گام دوم: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_3 ، نصف اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_Δ است:

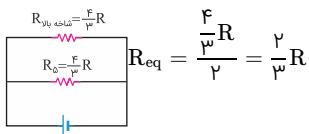


گام سوم: از اینکه توان مقاومت R_3 ، $\frac{1}{3}$ توان R_Δ است داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_3}{P_\Delta} = \left(\frac{V_3}{V_\Delta}\right)^2 \left(\frac{R_\Delta}{R_3}\right)$$

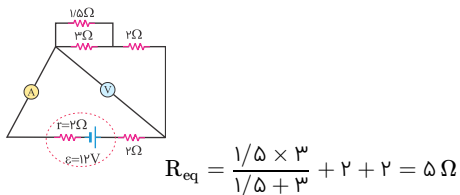
$$\Rightarrow \frac{1}{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \frac{R_\Delta}{R} \Rightarrow R_\Delta = \frac{4}{3}R$$

گام آخر: حال مقاومت معادل را به دست می‌آوریم:



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

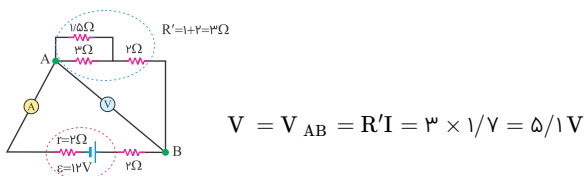
گام اول: مقاومت‌های $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ با آمپرسنج ایده آل موازی‌اند پس اتصال کوتاه می‌شوند. شکل ساده‌شدهٔ مدار به صورت زیر خواهد شد. بنابراین با یک مدار تک‌حلقه روبه‌رو هستیم.



$$I_{\text{باتری}} = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{5 + 2} = \frac{12}{7} = 1/7\ A$$

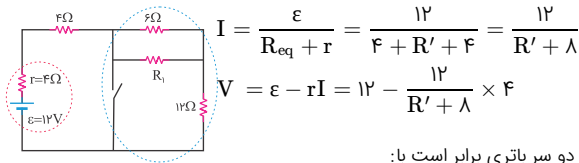
گام دوم: مقاومت معادل مدار و جریان عبوری از باتری را حساب می‌کنیم.

گام سوم: عدد ولت‌سنج برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل شاخهٔ بالای ولت‌سنج است. پس:

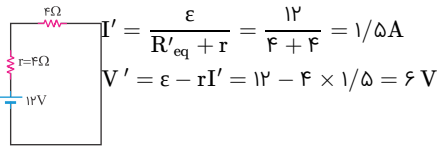


کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

گام اول: قبل از بسته شدن کلید، مقاومت معادل قسمت مشخص شده را R' در نظر می‌گیریم. در این صورت جریان عبوری از باتری و اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:



گام دوم: پس از بسته شدن کلید، مقاومت معادل R' اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌گردد. در این حالت ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

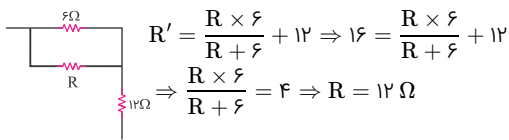


گام سوم: طبق گفته سوال، $-40 = \frac{V' - V}{V} \times 100$ است، پس:

$$\frac{V' - V}{V} \times 100 = -40 \Rightarrow V' - V = 0.4V \Rightarrow V' = 0.6V$$

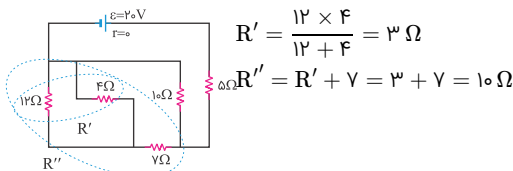
$$\Rightarrow 6 = 0.6 \left(12 - \frac{12}{R' + 8} \times 4 \right) \Rightarrow \frac{48}{R' + 8} = 6 \Rightarrow R' = 16 \Omega$$

گام چهارم: حالا با استفاده از مقاومت معادل به دست آمده، مقاومت R را حساب می‌کنیم:

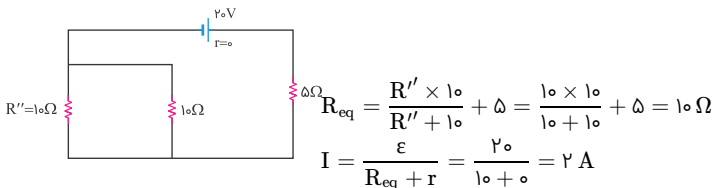


کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

گام اول: ابتدا مدار را کمی ساده می‌کنیم. دو مقاومت 4Ω و 12Ω با هم موازی و معادل آن‌ها با 3Ω سری است. پس:

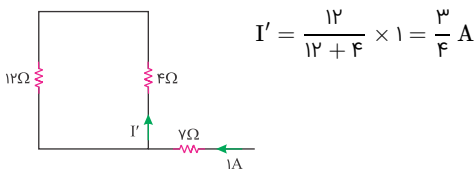


شکل ساده شده مدار به صورت زیر است:



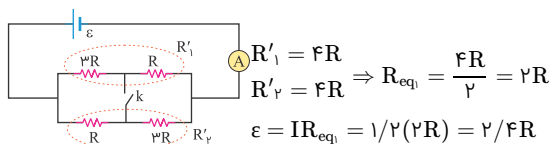
گام دوم: مقاومت معادل مدار و جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌ها را تعیین می‌کنیم.

گام سوم: جریان 2 A بین دو مقاومت R'' و 10Ω تقسیم شده و از هر یک 1 A عبور می‌کند. پس جریان عبوری از R'' که معادل 7Ω ، 4Ω و 12Ω بود (به صورت شکل زیر) برابر 1 A است. باتوجه به شکل جریان عبوری از 4Ω برابر است با:

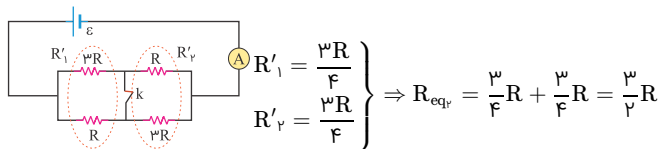


کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

گام اول: ε را برحسب R به دست می‌آوریم، برای این کار ابتدا مقاومت معادل مدار را برحسب R مشخص می‌کنیم:



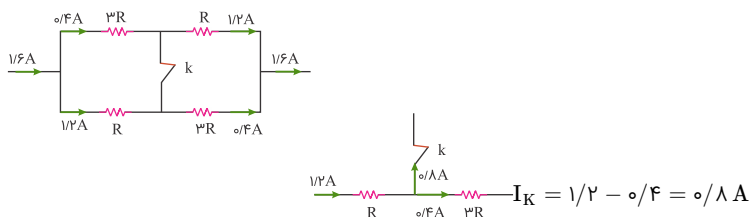
گام سوم: در حالتی که کلید بسته است مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم:



گام چهارم: جریان عبوری از مدار را در حالت دوم به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq2}} = \frac{2/4 R}{\frac{3}{2}R} = 1/6 A$$

گام پنجم: تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت‌ها نسبت عکس دارد بنابراین داریم:



گام آخر: از قانون گره می‌توانیم نتیجه بگیریم که جریان عبوری از کلید $1/3 A$ است:

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

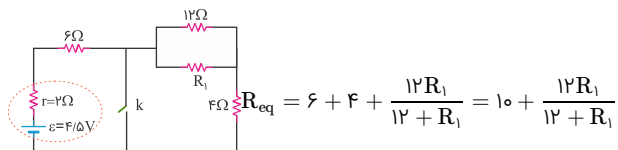
۱- با بستن کلید اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶ اهمی دو برابر می‌شود یعنی جریان عبوری از مدار ۲ برابر می‌شود:

$$I_2 = 2I_1$$

۲- با بستن کلید سمت راست مدار دچار اتصال کوتاه‌شده و جریانی از آن عبور نمی‌کند و جریان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{4/\Delta}{2 + 6} = \frac{4/\Delta}{8}$$

۳- در حالت اول برای مقاومت معادل مدار داریم:



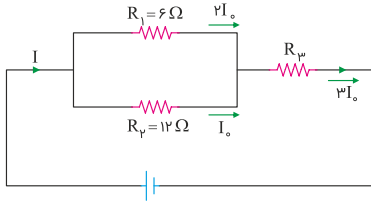
۴- در حالت اول جریان نصف حالت دوم است پس داریم:

$$I_1 = \frac{I_2}{2} = \frac{4/\Delta}{16}, I_1 = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow \frac{4/\Delta}{16} = \frac{4/\Delta}{2 + 10 + \frac{12R_1}{12 + R_1}}$$

$$\Rightarrow 16 = 12 + \frac{12R_1}{12 + R_1} \Rightarrow 4 = \frac{12R_1}{12 + R_1} \Rightarrow R_1 = 6 \Omega$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

اگر جریان گذرنده از $R_۲$ را I_o فرض کنیم جریان گذرنده از بقیهٔ مقاومت‌ها همانند شکل خواهند بود:



$$P_۳ = \epsilon P_۲ \Rightarrow R_۳ (۳I_o)^۲ = \epsilon \times R_۲ \times (I_o)^۲$$

$$R_۳ \times ۹I_o^۲ = \epsilon \times ۱۲ \times I_o^۲ \Rightarrow R_۳ = ۸ \Omega$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

اگر مقاومت رثوستا صفر باشد مثل اتصال کوتاه عمل کرده و مقاومت ۶Ω نیز از مدار حذف می‌گردد.

$$I = \frac{\epsilon}{R_o + r} = \frac{۱۲}{۱/۵} = ۸ A \Rightarrow V = \epsilon - Ir = ۰$$

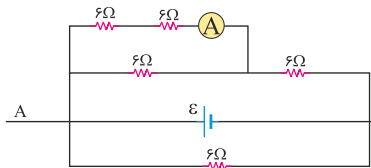
اگر مقاومت رثوستا به ۱۸ اهم افزایش یابد داریم:

$$R_t = \frac{۱۸ \times ۶}{۱۸ + ۶} = ۴/۵ \Omega \Rightarrow I = \frac{\epsilon}{R + r} = \frac{۱۲}{۴/۵ + ۱/۵} = ۲ A$$

$$\Rightarrow V = \epsilon - Ir = ۱۲ - ۲ \times ۱/۵ = ۹ V$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

وقتی مولد بین A و B بسته می‌شود:



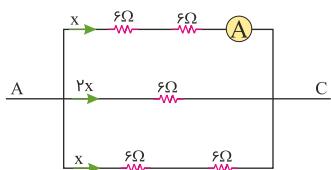
$$۶ + ۶ = ۱۲ \Omega \rightarrow \text{موازی } ۶, ۱۲ \rightarrow ۴ \Omega \rightarrow \text{سری } ۶, ۴ \rightarrow ۱۰ \Omega$$

$$۱۰, ۶ \Rightarrow R_T = \frac{۶ \times ۱۰}{۱۶} = \frac{۱۵}{۴} \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{R_t} = \frac{۴}{۱۵} \epsilon \Rightarrow \begin{cases} I \text{ بالا} = \frac{۶}{۱۰ + ۶} \times \frac{۴}{۱۵} \epsilon = \frac{\epsilon}{۱۰} A \\ I \text{ پایین} \end{cases}$$

$$I \text{ بالا} \begin{cases} \text{آمپرسنج} \rightarrow \frac{\epsilon}{۳۰} = \frac{۶}{۶ + ۱۲} \times \frac{\epsilon}{۱۰} \\ \text{جریان } ۶ \text{ اهمی} \end{cases}$$

وقتی مولد بین A و C بسته می‌شود:



$$R_T = ۳ \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{R_T} = \frac{\epsilon}{۳}$$

$$\text{آمپرسنج} \rightarrow x = \frac{\epsilon}{۱۲} \Rightarrow ۴x = \frac{\epsilon}{۳} \Rightarrow \text{تقسیم جریان بین شاخه‌ها}$$

$$\frac{I_{AC}}{I_{AB}} = \frac{\frac{۱۲}{\epsilon}}{\frac{۳۰}{\epsilon}} = \frac{۳۰}{۱۲} = \frac{۵}{۲}$$

با افزایش مقدار یک مقاومت جریان کلی مدار (جریان عبوری از باتری) کاهش می‌یابد.

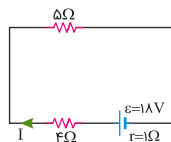
$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{I \downarrow} V \uparrow \Rightarrow \uparrow \text{ عدد ولت سنج}$$

همچنین ولتاژ دو سر آن مقاومتی که افزایش یافته نیز افزایش می‌یابد.

$$I \downarrow \Rightarrow R \uparrow \Rightarrow \downarrow \text{ عدد آمپرسنج}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

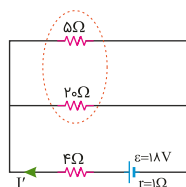
گام اول: قبل از بستن کلید، جریان مدار و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 5Ω را به دست می‌آوریم. در این حالت مقاومت 20Ω در مدار قرار نمی‌گیرد.



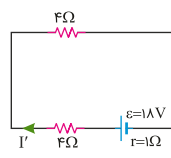
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{5 + 4 + 1} = 1/8 \text{ A}$$

$$V_{5\Omega} = RI = 5 \times 1/8 = 9/8 \text{ V}$$

گام دوم: با بستن کلید، مقاومت 20Ω به مدار اضافه می‌شود. در این حالت جریان عبوری از باتری برابر است با:



$$R_{5\Omega, 20\Omega} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4\Omega$$



$$R'_{eq} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} + 4 = 8\Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{18}{8 + 1} = 2 \text{ A}$$

گام سوم:

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 5Ω اهمی برابر با اختلاف پتانسیل شاخه پایینی است:

$$V'_{5\Omega} = \varepsilon - I'r - I'R_{4\Omega} = 18 - 2 \times 1 + 2 \times 4 = 8 \text{ V}$$

یا از روش دیگر (طبق ویژگی مقاومت‌های موازی):

$$V'_{5\Omega} = V_{20\Omega} = V_{5\Omega, 20\Omega} = I'R_{5\Omega, 20\Omega} = 2 \times 4 = 8 \text{ V}$$

به این ترتیب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 5Ω به اندازه $8 - 9 = -1 \text{ V}$ تغییر کرده است؛ یعنی مقدار اختلاف پتانسیل دو سر این مقاومت ۱ ولت کاهش یافته است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

The diagram shows a three-port network. The first port on the left has a voltage source $1/\mathfrak{A}$ in series with a resistor $\Delta\Omega$. The second port in the middle has a resistor $\mathfrak{A}\Omega$. The third port on the right has a resistor $\mathfrak{A}\Omega$. A dependent current source $\mathfrak{A}\mathfrak{A}\mathfrak{U} = \mathbf{R}\mathbf{I}^{\mathfrak{r}}\mathbf{t} = \mathfrak{A} \times (\circ/\mathfrak{A})^{\mathfrak{r}} \times \mathfrak{A} \circ = \mathfrak{A}\mathfrak{A}\mathfrak{J}$ is connected between the second and third ports. A double-headed arrow indicates a relationship between the first and second ports.

3A



$R_{1,3}$ یا $R_{2,4}$ موازی بوده و اختلاف پتانسیل آن‌ها یکسان است.

طبق قانون گره‌ها داریم:

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۵

گام اول

الف) قطر مقطع دو سیم مسی A و B به ترتیب $\frac{\pi}{2}\text{mm}$ و $\frac{\pi}{3}\text{mm}$ ← $D_B = \frac{\pi}{3}\text{mm}$, $D_A = \frac{\pi}{2}\text{mm}$, $\rho_A = \rho_B$

ب) طول این دو سیم باهم برابر است ← $L_A = L_B$

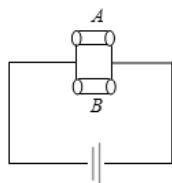
ج) دو سیم به طور موازی به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شده‌اند ← $V_A = V_B$

د) از مجموعه جریان $\frac{2}{6}\text{A}$ آمپر می‌گذرد ← $I_A + I_B = \frac{2}{6}\text{A}$

ه) شدت جریان عبوری از سیم A چند آمپر است؟ ← $I_A = ?$

گام دوم

اختلاف پتانسیل دو سیم A و B باهم برابر است، بنابراین:



$$\begin{cases} V_A = V_B \\ V = IR \end{cases} \Rightarrow I_A R_A = I_B R_B \Rightarrow I_B = \frac{R_A}{R_B} I_A$$

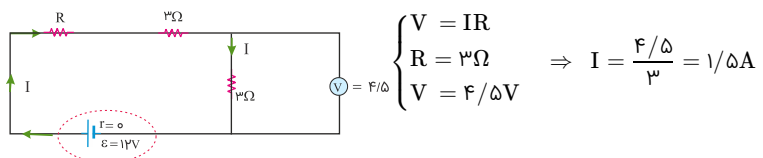
از طرفی می‌دانیم $I_A + I_B = \frac{2}{6}\text{A}$ ، با استفاده از این دو رابطه می‌توانیم I_A را به دست بیاوریم:

$$\begin{cases} I_A + I_B = \frac{2}{6} \\ I_B = \frac{R_A}{R_B} I_A \end{cases} \Rightarrow I_A + \frac{R_A}{R_B} I_A = \frac{2}{6}$$

$$R = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{\rho_A L_A}{\pi \left(\frac{D_A}{2}\right)^2}}{\frac{\rho_B L_B}{\pi \left(\frac{D_B}{2}\right)^2}} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 = \left(\frac{\frac{\pi}{3}}{\frac{\pi}{2}}\right)^2 = \frac{4}{9}$$

$$\begin{cases} I_A + \frac{R_A}{R_B} I_A = \frac{2}{6} \\ \frac{R_A}{R_B} = \frac{4}{9} \end{cases} \Rightarrow I_A + \frac{4}{9} I_A = \frac{2}{6} \Rightarrow \frac{13}{9} I_A = \frac{2}{6} \Rightarrow I_A = \frac{\pi}{18}\text{A}$$

ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل مقاومت ۳Ω (مقاومت موازی با ولت‌سنج) را $\mathcal{F}/\mathcal{H}$ ولت نشان می‌دهد. ابتدا با استفاده از رابطه $V = IR$ شدت جریان را محاسبه می‌کنیم سپس با استفاده از قاعده حلقه، مقدار R را به دست می‌آوریم:



حال از قاعده حلقه استفاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} +\varepsilon - IR - I \times 3 - I \times 3 = 0 \\ \varepsilon = 12\text{V} \\ I = 1/5\text{A} \end{cases} \Rightarrow 12 - 1/5 R - 1/5 \times 3 - 1/5 \times 3 = 0 \Rightarrow 1/5 R = 3 \Rightarrow R = 15\Omega$$

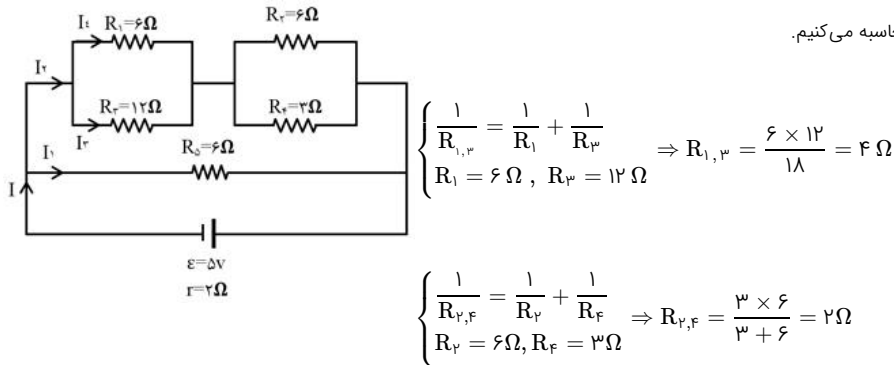
گام اول

توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟ $\leftarrow P_1 = ? W$

گام دوم

باید جریان عبوری از مقاومت R_1 را به دست بیاوریم. ابتدا جریان کل را محاسبه می‌کنیم.

مقاومت‌های R_1, R_3 باهم موازی‌اند بنابراین:



مقاومت‌های R_2, R_4 باهم موازی‌اند:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{2,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} \\ R_2 = 6\Omega, R_4 = 3\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{2,4} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

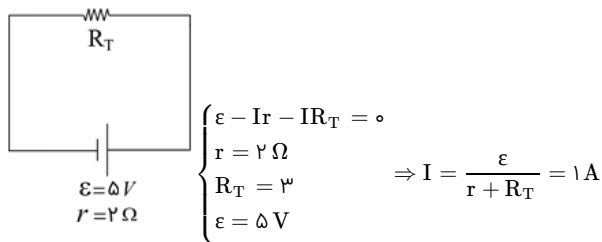
مقاومت معادل $R_{1,3}, R_{2,4}$ باهم سری‌اند:

$$\begin{cases} R_{1,2,3,4} = R_{2,4} + R_{1,3} \\ R_{2,4} = 2\Omega, R_{1,3} = 4\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{1,2,3,4} = 2 + 4 = 6\Omega$$

مقاومت‌های $R_5, R_{1,2,3,4}$ باهم موازی‌اند:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{1,2,3,4}} \\ R_{1,2,3,4} = 6\Omega, R_5 = 6\Omega \end{cases} \Rightarrow R_T = \frac{6}{2} = 3\Omega$$

حالا می‌توانیم جریان کل را محاسبه کنیم.

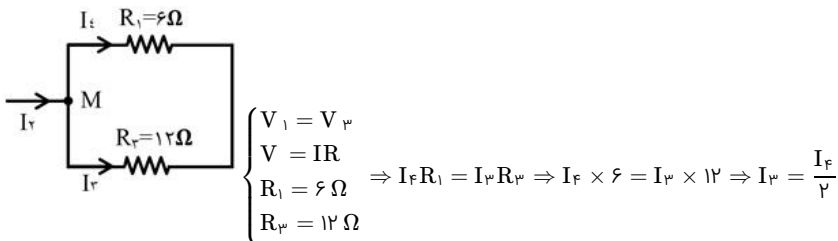


حال باید جریان عبوری از R_1 را به دست بیاوریم.

مقاومت معادل $R_5, R_{1,2,3,4}$ باهم موازی و برابرند؛ بنابراین جریان I به‌طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود؛ بنابراین:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 = \frac{I}{2} \\ I = 1A \end{cases} \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{1}{2} A$$

مقاومت‌های R_1, R_3 باهم موازی هستند ($V_1 = V_3$) بنابراین:



باتوجه به پایستگی بار در نقطه M داریم:

$$\begin{cases} I_2 = I_3 + I_1 \\ I_3 = \frac{I_1}{2} \\ I_2 = \frac{1}{2} A \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{I_1}{2} + I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{1}{3} A$$

بنابراین توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

مقاومت R با مقاومت ۱۰Ω موازی است و سمت راست مقاومت‌های ۳۰Ω و ۱۵Ω و ۱۰Ω نیز باهم موازی‌اند و کل آن‌ها با ۲Ω متوالی هستند.

$$\frac{1}{R_{۳,۴,۵}} = \frac{1}{۳۰} + \frac{1}{۱۵} + \frac{1}{۱۰} = \frac{۱+۲+۳}{۳۰} = \frac{۶}{۳۰} \Rightarrow R_{۳,۴,۵} = ۵\Omega$$

$$V_{\Delta} = ۳۰V \Rightarrow V_{۳,۴,۵} = ۳۰V$$

$$V_{۳,۴,۵} = I_{۳,۴,۵} \times R_{۳,۴,۵} \Rightarrow ۳۰ = I_{۳,۴,۵} \times ۵ \Rightarrow I_{۳,۴,۵} = ۶A$$

بنابراین $I_{۱,۲}$ نیز $۶A$ است.

$$V_{۲} = ۳۰V \Rightarrow V_{۱,۲} = ۳۰V \Rightarrow V_{۱,۲} = I_{۱,۲} R_{۱,۲} \Rightarrow ۳ = ۶ R_{۱,۲} \Rightarrow R_{۱,۲} = ۵\Omega$$

$$R_T = R_{۱,۲} + R_{۳,۴,۵} + R_۶ = ۵ + ۵ + ۲ = ۱۲\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۸

هنگامی‌که لغزنده رؤستا از نقطه A به نقطه B برده می‌شود، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد؛ بنابراین جریان شاخه اصلی کاهش می‌یابد بنابراین:

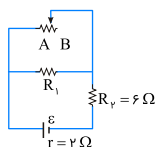
$$I_{R_۲} \downarrow \Rightarrow V_{R_۲} \downarrow \text{ و درنتیجه ولتاژ دو سر این مقاومت کاهش می‌یابد:}$$

$$I_T \downarrow \Rightarrow V \text{ خروجی مولد افزایش می‌یابد: بنابراین ولتاژ خروجی مولد افزایش می‌یابد:}$$

درنتیجه ولتاژ دو سر مقاومت $R_۱$ و شاخه بالایی افزایش می‌یابد؛ که درنتیجه جریان عبوری از مقاومت $R_۱$ و به تبع آن توان مصرفی این مقاومت افزایش می‌یابد:

$$V_{R_۱} \uparrow \Rightarrow I_{R_۱} \uparrow \xrightarrow{P_{R_۱}=R_۱I_۱} P_{R_۱} \uparrow$$

باتوجه‌به اینکه بیشترین توان خروجی مولد وقتی رخ می‌دهد که $r = R_T$ باشد (که با توجه به شکل $r = ۲$ است یعنی بیشینه توان خروجی مولد به ازای $R_T = ۲$ رخ می‌دهد) و هر چه مقدار R_T از مقدار r فاصله بگیرد، توان خروجی مولد کمتر است. با این توضیح و با توجه به اینکه با انتقال لغزنده از نقطه A به نقطه B، R_T زیاد می‌شود (از $R_۲ = ۶\Omega$ هم که قطعاً بیشتر است) و فاصله آن از r بیشتر شده، توان خروجی مولد کاهش می‌یابد.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۶

گام اول: جریان عبوری از مقاومت $۱۰/۱\Omega$ در نظر می‌گیریم. چون دو مقاومت ۱۰Ω و ۵Ω موازی‌اند، نسبت جریان عبوری از آن‌ها به نسبت عکس مقاومت آن‌ها است؛ پس جریان عبوری از مقاومت ۵Ω برابر با $۲I$ خواهد بود. باتوجه‌به گره A در مدار داریم:

$$\vec{2I} = I + ۱/۶ + ۲I \Rightarrow \begin{cases} I_{۱۰\Omega} = I = ۰/۸A \\ I_{۵\Omega} = ۲I = ۱/۶A \end{cases}$$

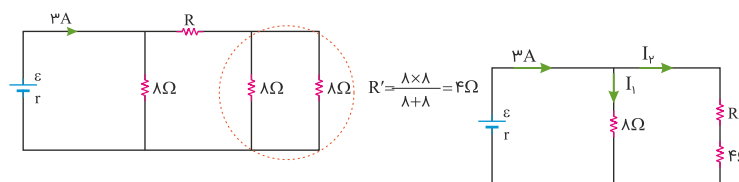
گام دوم: چون جریان عبوری از مقاومت ۵Ω با جریان عبوری از مقاومت R برابر است، مقدار مقاومت‌هایشان نیز برابر است.

پس $R = ۵\Omega$ است. حالا طبق رابطه $U = RI^۲t$ انرژی الکتریکی مقاومت R در مدت ۲۵ دقیقه را به دست می‌آوریم:

$$U = RI^۲t = ۵ \times (۱/۶)^۲ \times (۲۵ \times ۶۰) = ۱۹۲۰۰J = ۱۹/۲kJ$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

گام اول: مدار را یک مرحله ساده می‌کنیم:



گام دوم: از آنجایی که اختلاف پتانسیل شاخه‌های موازی برابرند داریم:

$$4\Omega I_1 \times 8 = I_2(R + 4) \Rightarrow 8I_1 = I_2R + 4I_2$$

گام سوم: طبق فرض مسئله $I_2R = 12V$ و از طرفی $I_1 + I_2 = 3A$ است؛ پس داریم:

$$8I_1 = 12 + 4I_2 \Rightarrow \begin{cases} 2I_1 - I_2 = 3 \\ I_1 + I_2 = 3 \end{cases}$$

$$3I_1 = 6 \Rightarrow I_1 = 2A \Rightarrow I_2 = 1A$$

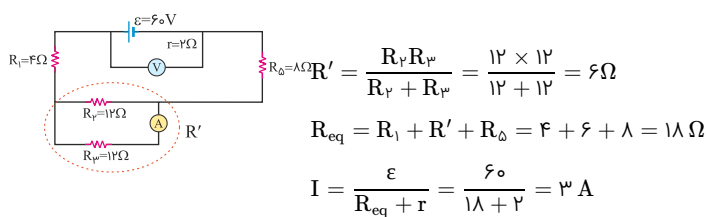
گام چهارم: از رابطه $I_2R = 12V$ ، $I_2R = 12V$ را به دست می‌آوریم:

$$1 \times R = 12 \Rightarrow R = 12\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

در نگاه اول متوجه می‌شویم که مقاومت R_4 دچار اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود.

ابتدا مقاومت کل مدار و جریان کل را محاسبه می‌کنیم:



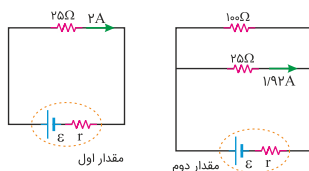
چون ولت‌سنج به دو سر باتری متصل است عددی که نشان می‌دهد را از رابطه $V = \varepsilon - Ir$ به دست می‌آوریم:

$$V = \varepsilon - Ir = 60 - 3 \times 2 = 54V$$

مقاومت‌های R_2 و R_3 هم‌اندازه و موازی‌اند؛ پس جریان به نسبت مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود، پس آمپرسنج عدد $\frac{3}{2}A$ را نشان می‌دهد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

برای هر دو حالت مدار رسم می‌کنیم:



در مدار اول: توان خروجی باتری برابر با توان مصرفی مقاومت 25Ω است:

$$P_1 = RI^2 = 25 \times 4 = 100W$$

در مدار دوم: ابتدا جریان گذرنده از مقاومت 100Ω را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow I_2 = 1/92 \times \frac{25}{100} = 0/48$$

سپس مقاومت معادل مقاومت‌های 25Ω و 100Ω و جریان گذرنده از مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \times 25}{125} = 20\Omega$$

$$I_{eq} = I_1 + I_2 = 1/92 + 0/48 = 2/4 A$$

حالا توان مصرفی مقاومت معادل که برابر با توان خروجی باتری است را به دست می‌آوریم:

$$P_2 = R_{eq} I_{eq}^2 \Rightarrow P_2 = 20 \times 2/4^2 = 115/2 W$$

توان خروجی در مدار دوم $15/2W$ بیشتر است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

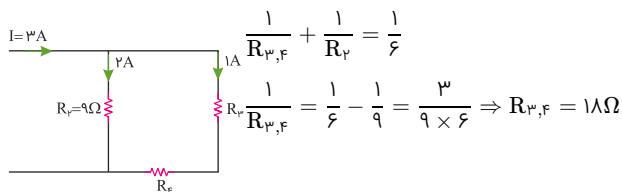
باتوجه به اینکه ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 2V = 30 - I \times 1 \Rightarrow I = 3A$$

ازطرفی به کمک جریان کل مدار می‌توانیم مقاومت معادل مدار را به دست آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 3 = \frac{30}{R_{eq} + 1} \Rightarrow R_{eq} = 9\Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3,4} \Rightarrow 9 = 3 + R_{2,3,4} \Rightarrow R_{2,3,4} = 6\Omega$$



چون توان مصرفی R_f داده شده، می‌توان مقدار این مقاومت را محاسبه نمود:

$$P = R_f I^2 \Rightarrow 6 = R_f \times 1^2 \Rightarrow R_f = 6$$

$$R_3 + R_f = 18 \Rightarrow R_3 = 12\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

$$\begin{aligned}V_{\text{A}} - \text{I}r_{\text{I}} + \varepsilon &= V_{\text{B}} \\ \varepsilon &= \text{I}r_{\text{I}} \quad (۱) \\ V_{\text{B}} + \varepsilon - \text{I}r_{\text{V}} - \text{I}\frac{\text{R}}{\text{V}} &= V_{\text{A}} \\ \varepsilon &= \text{I}r_{\text{V}} + \frac{۱}{\text{V}}\text{I}\text{R} \quad (۲) \\ (۱), (۲) &\Rightarrow \text{I}r_{\text{V}} + \frac{۱}{\text{V}}\text{I}\text{R} = \text{I}r_{\text{I}} \\ \frac{۱}{\text{V}}\text{R} &= r_{\text{I}} - r_{\text{V}} \Rightarrow \text{R} = \text{V}(r_{\text{I}} - r_{\text{V}})\end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

$$\begin{aligned}P_{\text{P}} = P_{\text{F}} &\Rightarrow R_{\text{P}} = R_{\text{F}} = \text{F}/\omega\Omega \\ V_{\text{V}} = V_{\text{P}} + V_{\text{F}} &\Rightarrow V_{\text{V}} = \text{V}V_{\text{P}} \\ P_{\text{V}} = P_{\text{P}} &\Rightarrow \frac{V_{\text{V}}^{\text{V}}}{R_{\text{V}}} = \frac{V_{\text{P}}^{\text{V}}}{R_{\text{P}}} \Rightarrow R_{\text{V}} = \text{F}R_{\text{P}} = \text{F} \times \text{F}/\omega = ۱۸\Omega \\ \text{I}_{\text{V}}R_{\text{V}} = \text{I}_{\text{P}}(R_{\text{P}} + R_{\text{F}}) &\Rightarrow \text{I}_{\text{V}} \times ۱۸ = \text{I}_{\text{P}} \times ۹ \Rightarrow \text{I}_{\text{P}} = \text{V}\text{I}_{\text{V}} \\ \text{I}_{\text{I}} = \text{I}_{\text{V}} + \text{I}_{\text{P}} = \text{I}_{\text{V}} + \text{V}\text{I}_{\text{V}} &= \text{W}\text{I}_{\text{V}} \\ R_{\text{I}}\text{I}_{\text{I}}^{\text{V}} = R_{\text{V}}\text{I}_{\text{V}}^{\text{V}} &\Rightarrow R_{\text{I}}(\text{W}\text{I}_{\text{V}})^{\text{V}} = ۱۸\text{I}_{\text{V}}^{\text{V}} \Rightarrow R_{\text{I}} = \text{V}\Omega \\ \text{V}\text{I}_{\text{I}} + ۱۸\text{I}_{\text{V}} = \text{V}\text{F} &\Rightarrow \text{I}_{\text{I}} + ۹\text{I}_{\text{V}} = ۱۲ \Rightarrow \text{W}\text{I}_{\text{V}} + ۹\text{I}_{\text{V}} = ۱۲ \Rightarrow \text{I}_{\text{V}} = ۱\text{A}\end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

$$\begin{aligned}P &= \frac{\varepsilon^{\text{V}}}{R_{\text{eq}}} \\ \frac{P_{\text{V}}}{P_{\text{I}}} = \frac{R_{\text{I}}}{R_{\text{V}}} &= \frac{\frac{۱۲ \times \text{F}}{۱۲ + \text{F}}}{\frac{۱۲ \times \text{F}}{۱۲ + \text{F}} + ۸} = \frac{۱}{\text{W}}\end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

$$\begin{aligned}V &= (\text{R} + R_{\text{A}})\text{I} \Rightarrow ۱۲ = (\text{R} + \omega)\circ/۱ \Rightarrow \text{R} = ۱۱\omega\Omega \\ P &= \text{R}\text{I}^{\text{V}} = ۱۱\omega(\circ/۱)^{\text{V}} = ۱/۱\omega\text{W}\end{aligned}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

$$\frac{U_1 t}{U_2 t} = \varpi \xrightarrow{P=\frac{U}{t}} \frac{P_{R_1}}{P_{R_2}} = \varpi \xrightarrow{P=RI^2} \frac{R_1 I_1^2}{R_2 I_2^2} = \varpi \quad (1)$$

$$\begin{cases} I_2 + I_\varpi = I_1 \\ I_2 R_2 = I_\varpi R_\varpi \end{cases} \Rightarrow I_2 + \frac{I_2 R_2}{R_\varpi} = I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1}{\left(1 + \frac{R_2}{R_\varpi}\right)} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{(12 + R_2)^2}{\varpi \times 18 R_2} = 1 \quad (*)$$

تمام گزینه‌ها را در رابطه * امتحان می‌کنیم:

$$\text{گزینه ۱: } \frac{(12 + 9)^2}{\varpi \times 18 \times 9} \neq 1$$

$$\text{گزینه ۲: } \frac{(12 + 12)^2}{\varpi \times 18 \times 12} \neq 1$$

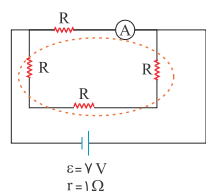
$$\text{گزینه ۳: } \frac{(12 + 15)^2}{\varpi \times 18 \times 15} \neq 1$$

$$\text{گزینه ۴: } \frac{(12 + 24)^2}{\varpi \times 18 \times 24} = 1$$

پس گزینه "۴" صحیح است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

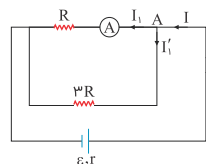
حالت اول) کلید k_1 بسته و k_2 باز باشد:



شکل مدار به صورت زیر درمی آید. مقاومت‌های نشان داده شده در شکل با هم سری می باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با: $R_1 = R + R + R = 3R$. مقاومت‌های R و $3R$ با هم موازی می باشند، $(V_R = V_{3R})$ بنابراین:

$$\begin{cases} V_R = V_{3R} \\ V = RI \\ I_1 = \frac{3}{4}A \end{cases} \Rightarrow I_1 R = I'_1 3R \Rightarrow \frac{3}{4} = 3I'_1 \Rightarrow I'_1 = \frac{1}{4}A$$

حال اگر قانون گره را برای نقطه A بنویسیم جریان کل (I) به دست می آید:

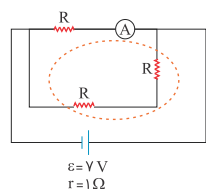


$$I = I_1 + I'_1 \Rightarrow I = \frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 1A$$

در نهایت از قانون حلقه استفاده کرده و R را محاسبه می کنیم:

$$\varepsilon - Ir - I_1 R = 0 \Rightarrow 7 - 1 - \frac{3}{4}R = 0 \Rightarrow R = 8\Omega$$

حالت دوم) هر دو کلید بسته شوند:

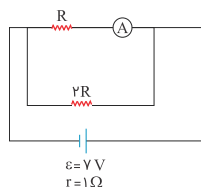


اگر هر دو کلید بسته شوند دو سر مقاومت R سمت چپ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شود.

مقاومت‌های نشان داده شده در شکل با هم سری می باشد و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_2 = R + R = 2R$$

مقاومت‌های $2R$, R با هم موازی هستند؛ بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

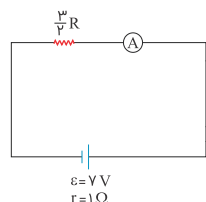


$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_T = \frac{2}{3}R$$

حالا می توانیم از قاعده حلقه استفاده کنیم و جریان کل را به دست بیاوریم:

$$\varepsilon - Ir - I \frac{2}{3}R = 0 \Rightarrow 7 - I - \frac{16}{3}I = 0 \Rightarrow I = \frac{21}{19}A$$

با استفاده از قانون گره و اینکه $(V_R = V_{2R})$ است، می‌توانیم I_2 را محاسبه کنیم:



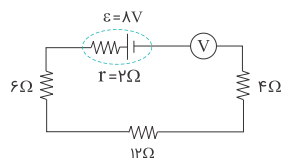
$$V_R = V_{2R} \Rightarrow I_2 R = I'_2 \times 2R \Rightarrow I'_2 = \frac{I_2}{2}$$

$$I = I'_2 + I_2 \Rightarrow \frac{21}{19} = \frac{I_2}{2} + I_2 \Rightarrow \frac{21}{19} = \frac{3}{2}I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{14}{19}A$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰

مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بی‌نهایت است و اگر به طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ شدت جریان مدار صفر می‌شود. در این حالت ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد یا

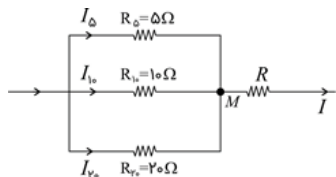
همان نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد: $V = \varepsilon = 8V$



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

گام اول

الف) اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۱۵ اهمی برابر ۱۰ ولت است $V_{\Delta} = 10V \leftarrow$
 ب) شدت جریان I چند آمپر است؟ $I = ?A \leftarrow$



گام دوم

جریان I_{Δ} برابر است با:

$$\begin{cases} I_{\Delta} = \frac{V_{\Delta}}{R_{\Delta}} \\ V_{\Delta} = 10V \\ R_{\Delta} = 15\Omega \end{cases} \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3} A$$

مقاومت‌های R_{Δ} , R_{10} , R_{20} موازی است؛ بنابراین:

$$\begin{cases} V_{\Delta} = V_{10} = V_{20} \\ V_{\Delta} = 10V \\ R_{10} = 10\Omega \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} V_{\Delta} = V_{10} &\Rightarrow 10 = I_{10} \times R_{10} \Rightarrow 10 = I_{10} \times 10 \Rightarrow I_{10} = 1 \\ V_{\Delta} = V_{20} &\Rightarrow 10 = I_{20} \times R_{20} \Rightarrow 10 = I_{20} \times 20 \Rightarrow I_{20} = \frac{1}{2} A \end{aligned}$$

باتوجه به قانون بقای بار در نقطه M:

$$\begin{cases} I = I_{\Delta} + I_{10} + I_{20} \\ I_{\Delta} = \frac{2}{3} A \\ I_{10} = 1 A \\ I_{20} = \frac{1}{2} A \end{cases} \Rightarrow I = \frac{2}{3} + 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2} A$$

گزینه ۲

ابتدا جریان‌های I_1, I_2, I_3, I_4 را به دست می‌آوریم سپس قانون گره را در نقطه A می‌نویسیم.
 با استفاده از قانون گره در نقطه C ($I_1 + I_2 = 6A$) و موازی بودن مقاومت‌های R_1, R_2, R_3 ($V_1 = V_2$) داریم:

$$\begin{cases} V_1 = V_2 \\ V = RI \\ R_1 = 200\Omega \\ R_2 = 400\Omega \end{cases} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_1 \times 200 = I_2 \times 400 \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = 6A \\ I_1 = 2I_2 \end{cases} \Rightarrow 2I_2 + I_2 = 6 \Rightarrow I_2 = 2A \Rightarrow I_1 = 4A$$

مقاومت‌های R_F, R_{Δ} باهم سری می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{F,\Delta} = R_F + R_{\Delta} = 300 + 300 = 600\Omega$$

حالا مقاومت $R_{F,\Delta}, R_3$ باهم موازی می‌باشند ($V_{F,\Delta} = V_3$) و باتوجه به پایداری جریان ($I_3 + I_F = 6A$) می‌توانیم I_3, I_F را به دست بیاوریم:

$$\begin{cases} V_{F,\Delta} = V_3 \\ V = RI \\ R_{F,\Delta} = R_3 = 600\Omega \end{cases} \Rightarrow I_F R_{F,\Delta} = I_3 R_3 \Rightarrow I_F = I_3$$

$$\begin{cases} I = I_3 + I_F \\ I = 6 \end{cases} \Rightarrow 6 = 2I_3 \Rightarrow I_3 = I_F = 3A$$

حالا کافی است قانون گره را در نقطه A بنویسیم:

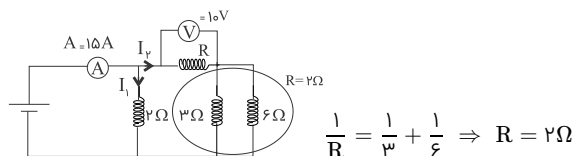
$$I_1 = 4A, I_3 = 3A, I_{AB} = ? \Rightarrow I_1 = I_3 + I_{AB} \Rightarrow 4 = 3 + I_{AB} \Rightarrow I_{AB} = 1A$$

جریانی که از R_V می‌گذرد باید با جریان A_3 جمع شده و وارد مولد شود. $A_3 = 9A$ و جریان کل مولد که A_1 نشان می‌دهد برابر با $20A$ است؛ بنابراین جریان R_V باید $11A$ باشد.

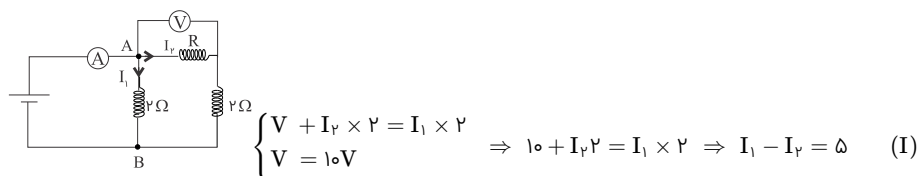
$$A_3 + I_{R_V} = A_1 \Rightarrow 9 + I_{R_V} = 20 \Rightarrow I_{R_V} = 11A$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

برای به دست آوردن مقاومت R ، کافی است I_V را به دست بیاوریم تا از رابطه $V = RI$ مقدار مقاومت را محاسبه کنیم؛ برای ساده‌تر شدن مدار، به جای مقاومت‌های 3 و 6 اهمی که باهم موازی می‌باشند مقاومت معادلشان را در نظر می‌گیریم:



اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B را یک بار با جریان I_1 و یک بار با جریان I_V محاسبه می‌کنیم، سپس باهم مساوی قرار می‌دهیم و با به کار بردن قانون گره در نقطه A ، I_V را به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases} I = I_1 + I_V \\ I = 15A \end{cases} \Rightarrow I_1 + I_V = 15 \quad (II)$$

حالا از معادلات (I) ، (II) استفاده می‌کنیم تا I_V به دست آید و در نهایت مقاومت را می‌یابیم:

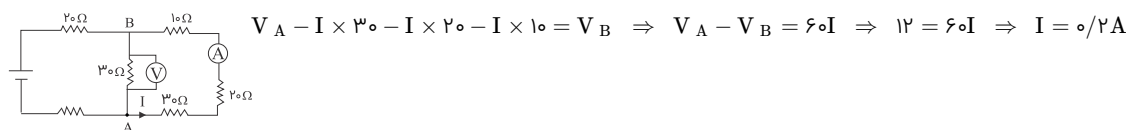
$$\begin{cases} I_1 + I_V = 15 \\ I_1 - I_V = 5 \end{cases} \xrightarrow{\text{تفریق}} 2I_V = 10 \Rightarrow I_V = 5A$$

با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I_V}$ ، مقاومت R را به دست می‌آوریم.

$$R = \frac{V}{I_V} \Rightarrow R = \frac{10}{5} = 2\Omega$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۹

اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B برابر با $12V$ ولت ($V_A - V_B = 12V$) می‌باشد، پس:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۷

با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، نسبت $\frac{P_{۱۰}}{P_{\delta}}$ را می‌یابیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_{۱۰}}{P_{\delta}} = \frac{R_{۱۰}I_1^2}{R_{\delta}I^2} = \frac{۱۰I_1^2}{\delta I^2} = 2 \left(\frac{I_1}{I} \right)^2$$

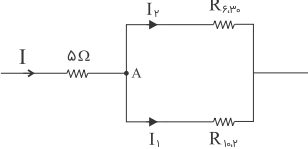
کافی است نسبت $\frac{I_1}{I}$ را به دست بیاوریم:

مقاومت‌های ۳۰ و ۶ اهمی و همچنین ۲ و ۱۰ اهمی با هم سری هستند؛ بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{۶,۳۰} = 30 + 6 = 36 \Omega$$

$$R_{۱۰,۲} = 10 + 2 = 12 \Omega$$

مقاومت‌های $R_{۶,۳۰}$ و $R_{۱۰,۲}$ با هم موازی هستند، بنابراین:



$$V_{۶,۳۰} = V_{۱۰,۲} \xrightarrow{V=RI} R_{۶,۳۰}I_2 = R_{۱۰,۲}I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{12}{36}I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{3}I_1$$

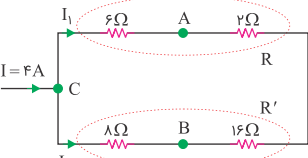
$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = I_1 + \frac{1}{3}I_1 \Rightarrow \frac{I_1}{I} = \frac{3}{4}$$

حال با استفاده از قاعدهٔ گره برای نقطهٔ A داریم:

$$\frac{P_{۱۰}}{P_{\delta}} = 2 \left(\frac{I_1}{I} \right)^2 = 2 \times \left(\frac{3}{4} \right)^2 = \frac{9}{8}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۱

ابتدا جریانی را که از هر شاخه می‌گذرد، محاسبه می‌کنیم. مقاومت‌های ۶ و ۲ اهمی و همچنین ۱۶ و ۸ اهمی هرکدام با هم سری می‌باشند. بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:



$$R = 6 + 2 = 8 \Omega$$

$$R' = 8 + 16 = 24 \Omega$$

$$V_R = V_{R'} \Rightarrow I_1 R = I_2 R' \Rightarrow I_1 \times 8 = 24 \times I_2 \Rightarrow I_1 = 3I_2$$

مقاومت R ، R' با هم موازی هستند $V_R = V_{R'}$ بنابراین:

همچنین با استفاده از قانون گره در نقطهٔ C داریم:

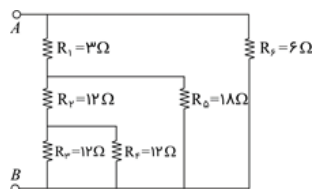
$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_1 = 3I_2 \\ I = 4A \end{cases} \Rightarrow 4 = 3I_2 + I_2 \Rightarrow I_2 = 1A \Rightarrow I_1 = 3A$$

حال اختلاف پتانسیل بین نقاط C، A و یک بار هم بین نقاط B، C را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} V_C = I_1 \times 6 + V_A \\ V_C = I_2 \times 8 + V_B \\ I_1 = 3A, I_2 = 1A \end{cases} \xrightarrow{\text{تفریق}} V_B - V_A = -I_2 \times 8 + I_1 \times 6 = -8 + 18 = +10V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۳

حالت اول) کلید باز است در این حالت مدار به شکل زیر خواهد بود:



$$\begin{cases} \frac{1}{R_{۳,۴}} = \frac{1}{R_{۳}} + \frac{1}{R_{۴}} \\ R_{۳} = R_{۴} = ۱۲\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{۳,۴} = \frac{۱۲}{۲} = ۶\Omega$$

مقاومت‌های $R_{۴}$, $R_{۳}$ باهم موازی هستند بنابراین:

مقاومت‌های $R_{۲}$ و $R_{۳,۴}$ باهم سری هستند؛ بنابراین:

$$\begin{cases} R_{۲,۳,۴} = R_{۲} + R_{۳,۴} \\ R_{۲} = ۱۲\Omega \\ R_{۳,۴} = ۶\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{۲,۳,۴} = ۱۲ + ۶ = ۱۸\Omega$$

$R_{۲,۳,۴}$ با $R_{۵}$ موازی هستند بنابراین:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{۲,۳,۴,۵}} = \frac{1}{R_{۲,۳,۴}} + \frac{1}{R_{۵}} \\ R_{۲,۳,۴} = R_{۵} = ۱۸\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{۲,۳,۴,۵} = \frac{۱۸}{۲} = ۹\Omega$$

مقاومت معادل $R_{۲,۳,۴,۵}$ و مقاومت R_1 باهم سری هستند.

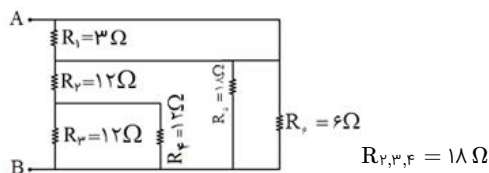
$$\begin{cases} R_{۱,۲,۳,۴,۵} = R_1 + R_{۲,۳,۴,۵} \\ R_1 = ۳\Omega, R_{۲,۳,۴,۵} = ۹\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{۱,۲,۳,۴,۵} = ۳ + ۹ = ۱۲\Omega$$

مقاومت معادل $R_{۱,۲,۳,۴,۵}$ و مقاومت $R_۶$ باهم موازی هستند؛ بنابراین:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_۶} + \frac{1}{R_{۱,۲,۳,۴,۵}} \\ R_۶ = ۶\Omega, R_{۱,۲,۳,۴,۵} = ۱۲\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{T_1} = \frac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\Omega$$

حالت دوم) کلید بسته است:

در این حالت شکل مدار به صورت زیر خواهد بود:



مقاومت R_1 اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌شود.

مقاومت معادل، مقاومت‌های $R_{۴}$, $R_{۳}$, $R_{۲}$ مانند حالت اول است و برابر است با:

و مقاومت معادل $R_{۲,۳,۴}$ با مقاومت‌های $R_۵$ و $R_۶$ باهم موازی هستند؛ بنابراین:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{۲,۳,۴}} + \frac{1}{R_{۵}} + \frac{1}{R_۶} \\ R_{۲,۳,۴} = R_{۵} = ۱۸\Omega \\ R_۶ = ۶\Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{R_{T_۲}} = \frac{1}{۱۸} + \frac{1}{۱۸} + \frac{1}{۶} \Rightarrow R_{T_۲} = \frac{۱۸}{۵} = ۳/۶\Omega$$

بنابراین اختلاف مقاومت معادل بین دو حالت برابر است با:

$$R_{T_1} - R_{T_۲} = ۴\Omega - ۳/۶\Omega = ۵/۴\Omega$$

گام اول

انرژی پتانسیل بار الکتریکی $q = -2\mu\text{C}$ از نقطه A تا B چند میکروژول تغییر می‌کند؟ $\Delta U_{AB} = ? \mu\text{J}$ ←

گام دوم

برای به دست آوردن تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی، از رابطه $\Delta U_{AB} = q\Delta V_{AB}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین قبل از آن باید ΔV_{AB} را به دست بیاوریم:
برای محاسبه ΔV_{AB} ابتدا باید I را بیابیم:

$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_1 + r_2 + R_2 + r_1} \\ \varepsilon_1 = 18V \\ \varepsilon_2 = 2V, \quad r_2 = 1\Omega \\ R_1 = 4\Omega \\ R_2 = 3\Omega \end{cases} \Rightarrow I = \frac{18 + 2}{4 + 3 + 1} = \frac{20}{8} = 2.5A$$

$$V_A + \varepsilon_1 - IR_1 = V_B \Rightarrow V_B - V_A = \varepsilon_1 - IR_1 \Rightarrow \Delta V_{AB} = 18 - 2.5 \times 4 = 8V$$

در نتیجه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی برای q برابر است با:

$$\Delta U_{AB} = q\Delta V_{AB} = -2\mu \times 8 = -16\mu\text{J}$$

در حالت دوم، مقاومت مدار افزایش می‌یابد ($R_{T'} > R_T$).

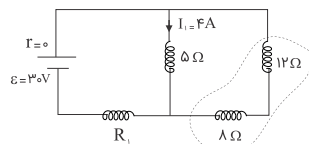
$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} \\ R_{T'} > R_T \end{cases} \Rightarrow I' < I$$

اختلاف پتانسیلی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، برابر است با:

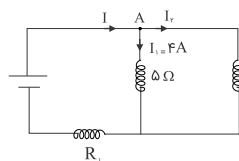
$$\begin{cases} V = \varepsilon - Ir \\ I > I' \end{cases} \Rightarrow V' > V$$

بنابراین جریان کاهش و اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش خواهد یافت.

ابتدا جریان عبوری از مقاومت R_1 را به دست می‌آوریم:



مقاومت‌های ۱۲ و ۸ اهمی باهم سری می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با: $R_T = 8 + 12 = 20\Omega$
مقاومت‌های R_T و 5Ω باهم موازی اند ($V_5 = V_{R_T}$) بنابراین:

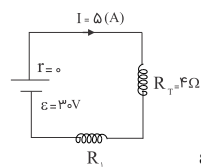


$$V_5 = V_{R_T} \Rightarrow 5 \times I_1 = R_T I_2 \Rightarrow 5 \times 4 = 20 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 1A$$

با استفاده از قانون گره در نقطه A می‌توانیم I را به دست بیاوریم:

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 4 + 1 = 5A$$

حال باید مقدار R_1 را به دست بیاوریم. مقاومت‌های R_T و 5Ω باهم موازی می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:



$$\frac{1}{R_{T'}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{R_T} \Rightarrow \frac{1}{R_{T'}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{20} \Rightarrow R_{T'} = 4\Omega$$

با استفاده از قاعده حلقه، مقدار مقاومت R_1 را به دست می‌آوریم:

$$\varepsilon - IR_{T'} - IR_1 = 0 \Rightarrow R_1 = \frac{\varepsilon - IR_{T'}}{I} = \frac{30 - 5 \times 4}{5} = 2\Omega$$

در نتیجه توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

$$P_1 = R_1 I^2 = 2(5)^2 = 50W$$

گام اول

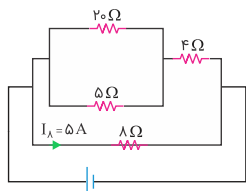
الف) مقاومت معادل آن‌ها $۴\Omega \leftarrow R_T = ۴\Omega$

ب) از مقاومت ۸ اهمی جریان $۵A$ عبور می‌کند $\leftarrow I_A = ۵A$

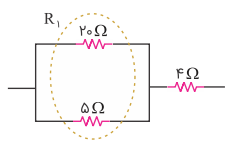
ج) از مقاومت ۲۰ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟ $\leftarrow I_{۲۰} = ?A$

گام دوم

تنها مدار زیر مقاومت معادلی برابر با ۴Ω دارد.



باتوجه به اینکه شاخه بالا و پایین باهم موازی هستند، با به دست آوردن مقاومت معادل شاخه بالا می‌توانیم جریان عبوری از شاخه بالا را محاسبه کنیم و همین کار را برای مقاومت‌های موازی ۲۰ و ۵ آمپر انجام می‌دهیم. مقاومت معادل شاخه بالا برابر است با: مقاومت ۲۰ و ۵ اهمی باهم موازی هستند، بنابراین:

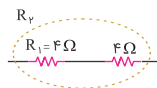


$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} \Rightarrow R_1 = 4\Omega$$

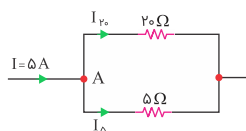
حال R_1 و مقاومت ۴Ω باهم سری هستند بنابراین:

$$R_T = R_1 + 4 = 8\Omega$$

مقاومت معادل هر دو شاخه باهم برابر است، بنابراین جریان عبوری از هرکدام نیز باهم برابر می‌باشد. حال به محاسبه $I_{۲۰}$ می‌پردازیم:



باتوجه به اینکه مقاومت‌های ۲۰ و ۵ اهمی باهم موازی هستند ($V_{۲۰} = V_5$)، با استفاده از قانون گره برای نقطه A داریم:

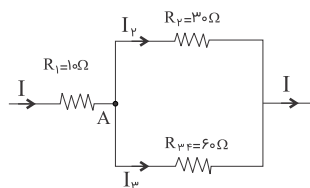


$$\begin{cases} V_{20} = V_5 \\ V = IR \end{cases} \Rightarrow I_{20} \times 20 = I_5 \times 5 \Rightarrow I_5 = 4I_{20}$$

$$\begin{cases} I = I_5 + I_{20} \\ I = 5A \\ I_5 = 4I_{20} \end{cases} \Rightarrow I = 4I_{20} + I_{20} \Rightarrow 5 = 5I_{20} \Rightarrow I_{20} = 1A$$

ابتدا جریان هریک از مقاومت‌ها را برحسب جریان عبوری از یک مقاومت به دست می‌آوریم، سپس توان هر مقاومت را محاسبه کرده و باهم مقایسه می‌کنیم.

مقاومت‌های R_F, R_3 باهم سری هستند؛ بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:



$$R_{3,F} = R_3 + R_F = 50 + 10 = 60 \Omega$$

مقاومت $R_{3,F}$ و مقاومت R_2 باهم موازی هستند، بنابراین:

$$V_2 = V_{3,F} \xrightarrow{V=RI} R_2 I_2 = R_{3,F} I_3 \Rightarrow 30 I_2 = 60 I_3 \Rightarrow I_2 = 2 I_3$$

با استفاده از قاعدهٔ گره در نقطهٔ A داریم:

$$I = I_2 + I_3 \xrightarrow{I_2=2I_3} I = 3 I_3$$

حالا توان هریک از مقاومت‌ها را برحسب I_3 محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_1 = R_1 I^2 \Rightarrow P_1 = 30 I_3^2, \\ I = 3 I_3 \end{cases}, \begin{cases} P_2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow P_2 = 60 I_3^2 \\ I_2 = 2 I_3 \end{cases}$$

$$P_3 = I_3^2 R_3 \Rightarrow P_3 = 50 I_3^2, \quad P_F = I_3^2 R_F \Rightarrow P_F = 10 I_3^2$$

درنتیجه: $P_2 > P_3 > P_1 > P_F$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۴

ابتدا جریان کل را به دست می‌آوریم سپس با استفاده از اینکه مقاومت ۳ اهمی و $1/5$ اهمی باهم موازی هستند ($V_3 = V_{1/5}$) جریان I_1 را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{1/5} \Rightarrow R = 1 \Omega$$

حالا می‌توانیم با استفاده از قانون حلقه جریان کل را بیابیم:

$$\begin{cases} \varepsilon - I r_v - I R - I \times (3/5) = 0 \\ \varepsilon = 6V \\ r_v = 1/5 \Omega \\ R = 1 \Omega \end{cases} \Rightarrow 6 - 1/5 \times I - I - 3/5 \times I = 0 \Rightarrow I = 1A$$

باتوجه به قانون گره در نقطهٔ A و اینکه $V_{1/5} = V_3$ است، جریان I_1 را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} V_{1/5} = V_3 \\ V = RI \end{cases} \Rightarrow I_1 \times 1/5 = I_2 \times 3 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{3} I_1$$

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_2 = \frac{1}{3} I_1 \\ I = 1A \end{cases} \Rightarrow 1 = I_1 + \frac{1}{3} I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4} A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۷

در دو حالت، مقدار معادل را به دست آورده و درنهایت با استفاده از نسبت $\frac{I'}{I} = \frac{۱۶}{۱۵}$ ، n را به دست می‌آوریم:

$$\text{حالت اول: } R_{eq} = \frac{R}{n} + R$$

$$\text{حالت دوم: } R'_{eq} = \frac{R}{n+۱} + R$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{۱۶}{۱۵} \Rightarrow \frac{\frac{\frac{\varepsilon}{\frac{R}{n+۱} + R}}{\frac{R}{n} + R}}{\frac{\varepsilon}{\frac{R}{n+۱} + R}} = \frac{۱۶}{۱۵} \Rightarrow \frac{\frac{R}{n} + R}{\frac{R}{n+۱} + R} = \frac{۱۶}{۱۵}$$

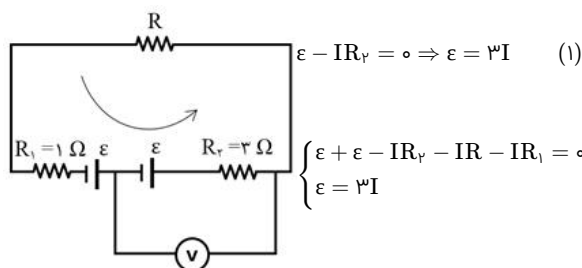
$$\Rightarrow \frac{\frac{۱}{n} + ۱}{\frac{۱}{n+۱} + ۱} = \frac{۱۶}{۱۵} \Rightarrow \frac{(n+۱)^۲}{n(n+۲)} = \frac{۱۶}{۱۵}$$

در اینجا با جایگذاری اعداد گزینه در رابطه فوق، سریع‌تر به جواب خواهیم رسید.

در رابطه فوق $n = ۳$ صدق می‌کند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

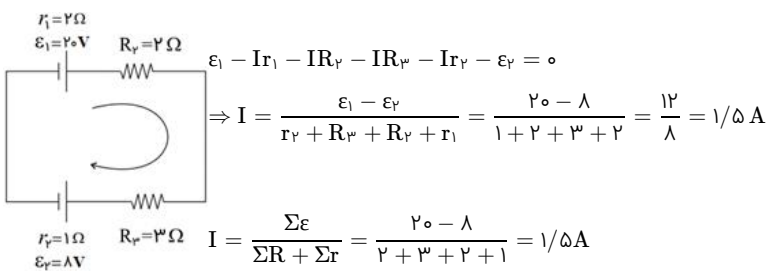
ولت‌سنج، صفر ولت را نشان می‌دهد، بنابراین:



با استفاده از قاعده حلقه، R را محاسبه می‌کنیم:

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

کافی است جریان مدار را با استفاده از قاعده حلقه (ولتاژ کیرشهف) حساب کنیم.



یا

درنتیجه توان مقاومت ۲ اهمی برابر است با:

$$P = RI^۲ \Rightarrow P = ۲ \times \frac{۹}{۴} = ۴.۵ \text{ W}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

جریان در مدار (طبق قاعدهٔ حلقه) برابر است با:

$$\varepsilon - IR_1 - IR_2 - Ir = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$$

با افزایش مقاومت، جریان کاهش می‌یابد.

افت پتانسیل در باتری برابر است با Ir و بنابراین با کاهش جریان، کاهش می‌یابد. با کاهش افت پتانسیل باتری، اختلاف پتانسیل کل مدار افزایش می‌یابد.

$$V = \varepsilon - Ir$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 برابر است با IR_2 که با کاهش جریان، کاهش می‌یابد. از آنجا که اختلاف پتانسیل کل برابر است با مجموع اختلاف پتانسیل‌های مقاومت‌های R_1 و R_2 ، با کاهش V_2 و افزایش کل V_1 ، باید افزایش یابد.

$$\begin{cases} V_T = V_1 + V_2 \\ V_T \uparrow, V_2 \downarrow \end{cases} \Rightarrow V_1 \uparrow$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۳

با کاهش مقاومت متغیر R_1 ، مقاومت کل کاهش و شدت جریان مدار افزایش می‌یابد ($I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$).

حال به بررسی ولت‌سنج‌ها می‌پردازیم:

ولت‌سنج V : اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر $V = \varepsilon - Ir$ است؛ بنابراین با افزایش جریان مدار، اختلاف پتانسیل کاهش می‌یابد و ولت‌سنج V عدد کمتری را نشان می‌دهد.

ولت‌سنج V_2 : اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 برابر $V_2 = IR_2$ است؛ بنابراین با افزایش I ، V_2 نیز افزایش می‌یابد و ولت‌سنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

ولت‌سنج V_1 : به کمک اختلاف پتانسیل دو سر مولد داریم:

$$V = V_1 + V_2 + V_R$$

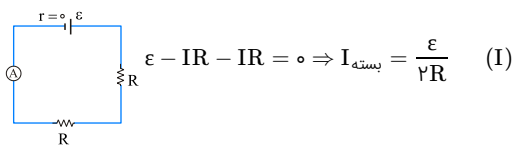
در این رابطه V کاهش یافته و V_2 و V_R افزایش یافته‌اند، بنابراین V_1 باید کاهش یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۲

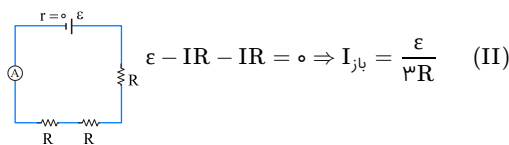
جریان خروجی از رئوسا، از C خارج می‌شود (نه از B) و لغزنده تأثیری روی سیمی که از آن عبور می‌کند ندارد. در واقع طول سیم ثابت باقی می‌ماند و جریان تغییری نمی‌کند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۸

وقتی کلید بسته است، مقاومت R از مدار خارج می‌شود، پس باید جریان را در هر حالت محاسبه کنیم تا نسبت آن‌ها را به دست بیاوریم. حالت اول کلید بسته است؛ پس مدار به صورت زیر درمی‌آید. با استفاده از قاعدهٔ حلقه، جریان مدار را به دست می‌آوریم:



حالت دوم کلید باز است؛ در نتیجه داریم:

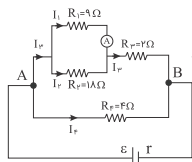


حال می‌توانیم نسبت جریان‌ها را به دست آوریم:

$$\frac{I_{\text{بسته}}}{I_{\text{باز}}} = \frac{\frac{\varepsilon}{2R}}{\frac{\varepsilon}{3R}} = 1/2$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۲

برای محاسبهٔ P_F باید جریان I_F را به دست بیاوریم. مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی‌اند، بنابراین:



$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 9 \times 0.5 = 18 \times I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{6} \text{ A}$$

$$\begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ I_1 = 0.5 \text{ A} \Rightarrow I_3 = 0.5 \text{ A} + 0.25 \text{ A} = 0.75 \text{ A} \\ I_2 = 0.25 \text{ A} \end{cases}$$

قاعدهٔ گره را برای نقطهٔ C می‌نویسیم:

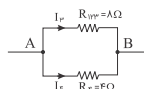
باید مقاومت معادل شاخهٔ بالا را محاسبه کنیم تا جریان I_F به دست آید. R_1 و R_2 با هم موازی‌اند، پس:

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{1,2} = \frac{9 \times 18}{9 + 18} = 6 \Omega$$

مقاومت $R_{1,2}$ با مقاومت R_3 با هم سری هستند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{1,2,3} = R_{1,2} + R_3 = 6 + 2 = 8 \Omega$$

مقاومت $R_{1,2,3}$ با مقاومت R_F موازی است، بنابراین:



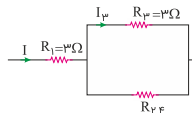
$$V_{1,2,3} = V_F \Rightarrow I_3 R_{1,2,3} = I_F R_F \Rightarrow \frac{3}{4} \varepsilon = I_F F \Rightarrow I_F = \frac{3}{4} \text{ A}$$

در نهایت توان مصرفی R_F برابر است با:

$$P_F = R_F I_F^2 = F \times \left(\frac{3}{4} \right)^2 = 9 \text{ W}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

با ساده کردن مدار می‌توانیم جریان گذرنده از مقاومت R_3 را با جریان عبوری از R_1 مقایسه کنیم:



$$R_{2,F} = \frac{R_2 R_F}{R_2 + R_F} = \frac{1 \times \frac{3}{2}}{1 + \frac{3}{2}} = \frac{3}{5} \Omega$$

$$I_3 = \frac{R_{2,F}}{R_{2,F} + R_3} I = \frac{\frac{3}{5}}{\frac{3}{5} + 3} I = \frac{\frac{3}{5}}{\frac{18}{5}} I = \frac{1}{6} I$$

$$P = R I^2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{R_1}{R_3} \left(\frac{I_1}{I_3} \right)^2 = \frac{3}{6} \left(\frac{I}{\frac{1}{6} I} \right)^2 = 36$$

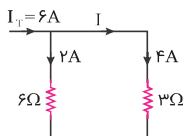
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

هنگامی توان خروجی مولد در یک مدار بیشینه می‌شود که: $R_T = r$

$$R_{6\Omega, 12\Omega} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \Rightarrow \frac{4R}{4 + R} = r \Rightarrow R_T = \frac{4R}{4 + R} = 2 \Rightarrow R = 4 \Omega$$

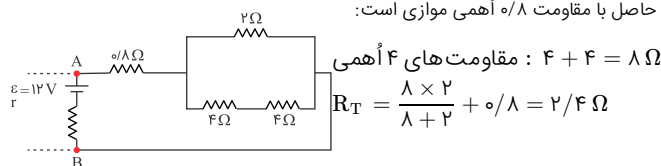
$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{24}{2 + 2} = 6 \text{ A}$$

جریان مقاومت ۳ اهمی دو برابر جریان مقاومت ۶ اهمی است:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

بخش سمت راست مدار به صورت شکل زیر است. باتوجه به شکل، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B: $V_{\text{مولد}} = V_{AB}$
 مطابق شکل مشاهده می‌شود مقاومت‌های ۴ اهمی با هم سری بوده و با مقاومت ۲ اهمی موازی هستند و حاصل با مقاومت ۸/۵ اهمی موازی است:



در ادامه داریم:

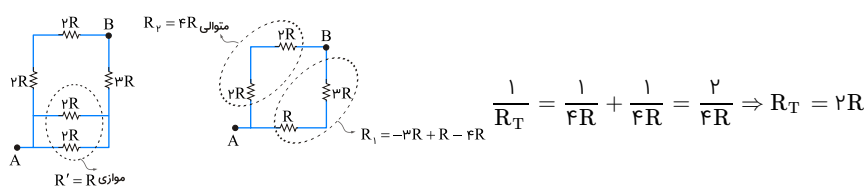
$$\begin{aligned} P_{۲\Omega} &= R_{۲\Omega} I_{۲\Omega}^2 \Rightarrow \lambda = ۲ I_{۲\Omega}^2 \Rightarrow I_{۲\Omega} = ۲A \quad \text{جریان مقاومت ۲ اهمی} \\ \Rightarrow V_{۲\Omega} &= I_{۲\Omega} R = ۲ \times ۲ = ۴V \\ \Rightarrow V_{\text{اُهمی ها ۴}} &= V_{۲\Omega} = ۴V \\ \Rightarrow I_{\text{اُهمی ها ۴}} \times R_{\text{اُهمی ها ۴}} &= ۴V \Rightarrow I_{\text{اُهمی ها ۴}} \times \lambda = ۴ \Rightarrow I_{\text{اُهمی ها ۴}} = ۰/۵A \\ \Rightarrow I_T &= ۲ + ۰/۵ = ۲/۵A \\ V_{\text{مولد}} &= V_{AB} = I_T R_T = ۲/۵ \times ۲/۴ = ۰.۶V \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

مقاومت رئوستا افزایش یافته، درنتیجه مقاومت کل مدار زیاد و جریان کل مدار کاهش می‌یابد (I کاهش).
 چون مقاومت شاخهٔ دربردارندهٔ رئوستا افزایش یافته بنابراین جریان عبوری از آن کاهش می‌یابد، درنتیجه جریان عبوری از شاخهٔ وسط افزایش می‌یابد.

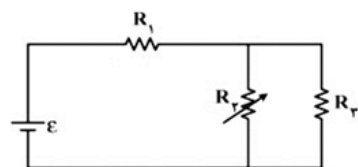
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

درنهایت R_1 با R_2 موازی‌اند، داریم:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

با افزایش مقاومت R_2 ، مقاومت معادل کل مدار افزایش می‌یابد؛ درنتیجه جریان کل کاهش می‌یابد؛ بنابراین ولتاژ دو سر مولد افزایش می‌یابد؛ و چون ولتاژ خروجی مولد افزایش یافته، ولتاژ دو سر مقاومت R_2 نیز افزایش می‌یابد.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

گام اول

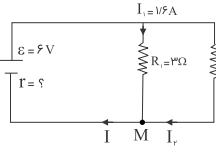
الف) دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی $L_A = L_B \leftarrow$ و اگر مقاومت ویژه سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B باشد $\rho_A = 3\rho_B \leftarrow$ (ب) سطح مقطع سیم A چندبرابر سطح مقطع سیم B است؟ $\frac{A_A}{A_B} = ? \leftarrow$ (ج)

گام دوم

باتوجه به اینکه مقاومت‌ها و مولد باهم موازی‌اند و با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، مقاومت دو سیم A و B را برحسب I و ε به دست آورده و در نهایت از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ استفاده می‌کنیم تا نسبت سطح مقطع دو سیم به دست آید:

$$\begin{aligned} R_A &= \frac{V_A}{I_A}, \quad I_A = \frac{I}{3}, \quad V_A = V_B = \varepsilon \Rightarrow R_A = \frac{3\varepsilon}{I} \\ R_B &= \frac{V_B}{I_B}, \quad I_B = \frac{2I}{3} \Rightarrow R_B = \frac{3\varepsilon}{2I} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{3\varepsilon}{I}}{\frac{3\varepsilon}{2I}} = 2, \quad \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A \frac{L_A}{A_A}}{\rho_B \frac{L_B}{A_B}} \Rightarrow 2 = 3 \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2} \end{aligned}$$

مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی هستند ($V_1 = V_2$)، بنابراین:



$$\begin{cases} V_1 = V_2 \\ V = RI \end{cases} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{1/6 \times 3}{6} = 0.083 A$$

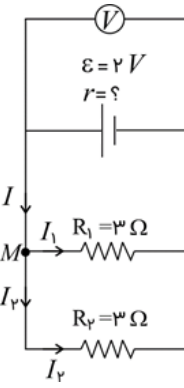
$$I = I_1 + I_2 = 1/6 + 0.083 = 0.25 A$$

باتوجه به قانون گره در نقطه M داریم:

در نهایت با استفاده از قاعده حلقه برای حلقه سمت چپ، مقدار r را به دست می‌آوریم:

$$\varepsilon - Ir - I_1 R_1 = 0 \Rightarrow 6 - 2/5 \times r - 1/6 \times 3 = 0 \Rightarrow r = 0.5 \Omega$$

باتوجه به اینکه مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم برابرند و اختلاف پتانسیل دو سرشان هم مساوی است، جریان الکتریکی عبوری از آنها نیز با هم برابر می‌باشد ($I_1 = I_2$).



$$\begin{cases} R = \frac{V}{I} \\ V_\varepsilon = V_{R_1} = 1/5 V \Rightarrow I_1 = \frac{1/5}{3} = 0.067 A, \quad I_2 = 0.067 A \\ R_1 = 3 \Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_1 = I_2 = 0.067 A \end{cases} \Rightarrow I = 0.133 A$$

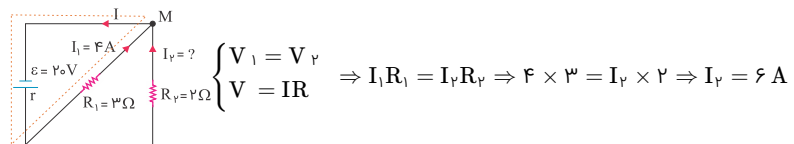
$$\begin{cases} V = \varepsilon - Ir \\ \varepsilon = 2V \\ V = 1/5 V \end{cases} \Rightarrow 1/5 = 2 - r \Rightarrow r = 0.6 \Omega$$

با استفاده از قانون گره در نقطه M داریم:

حال باتوجه به اختلاف پتانسیل دو سر مولد، می‌توانیم r را به دست آوریم:

ابتدا جریان عبوری از مولد را به دست می‌آوریم؛ سپس با استفاده از قاعدهٔ حلقه، مقاومت $\mathcal{R}$ را محاسبه می‌کنیم.

مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی هستند. ($V_1 = V_2$)



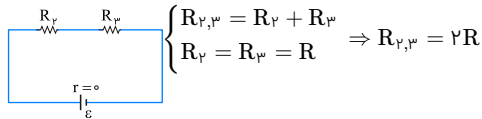
با استفاده از قانون گره در نقطهٔ M داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_1 + I_2 \\ I_1 = 4 \text{ A} \\ I_2 = 6 \text{ A} \end{array} \right. \Rightarrow I = 4 + 6 = 10 \text{ A}$$

باتوجه به قاعدهٔ حلقه در مسیر نشان داده شده، داریم:

$$\varepsilon - I\mathcal{R} - I_1 R_1 = 0 \Rightarrow 10 - 10 \times \mathcal{R} - 4 \times 3 = 0 \Rightarrow \mathcal{R} = 0.8 \Omega$$

حالت اول) قبل از اینکه کلید بسته شود مقاومت‌های $R_۳, R_۲$ با هم سری هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:



جریان مدار طبق قاعدهٔ حلقه، برابر است با:

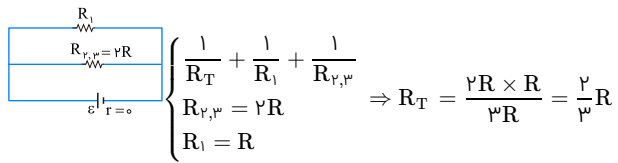
$$\varepsilon - I_1 R_{۲,۳} = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{۲,۳}}$$

بنابراین توان مدار در این حالت برابر است با:

$$\begin{cases} P_1 = R_{۲,۳} I_1^۲ \\ I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{۲,۳}} \\ R_{۲,۳} = ۲R \end{cases} \Rightarrow P_1 = R_{۲,۳} \left(\frac{\varepsilon}{R_{۲,۳}} \right)^۲ = \frac{\varepsilon^۲}{۲R}$$

حالت دوم) پس از بسته شدن کلید:

مقاومت R_1 با مقاومت معادل $R_{۲,۳}$ موازی هستند.



بنابراین جریان مدار در این حالت برابر است با:

$$\varepsilon - I_۲ R_T = 0 \Rightarrow I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_T} \Rightarrow I_۲ = \frac{۳}{۲} \frac{\varepsilon}{R}$$

توان مدار در این حالت برابر است با:

$$P_۲ = R_T I_۲^۲ \Rightarrow P_۲ = \frac{۲}{۳} R \times \left(\frac{۳}{۲} \frac{\varepsilon}{R} \right)^۲ = \frac{۳}{۲} \frac{\varepsilon^۲}{R}$$

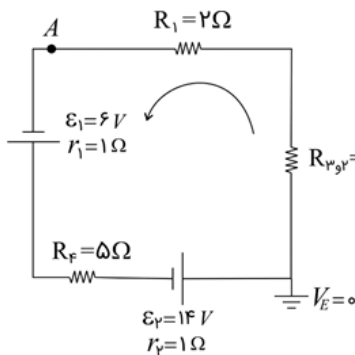
درنتیجه نسبت توان در دو حالت برابر است با:

$$\begin{cases} P_۲ = \frac{۳\varepsilon^۲}{۲R} \\ P_1 = \frac{\varepsilon^۲}{۲R} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_1} = \frac{\frac{۳\varepsilon^۲}{۲R}}{\frac{\varepsilon^۲}{۲R}} = ۳$$

مقاومت‌های $R_۲, R_۳$ با هم موازی‌اند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_{۳,۲}} = \frac{1}{R_۳} + \frac{1}{R_۲} \Rightarrow R_{۳,۲} = \frac{R_۲ R_۳}{R_۲ + R_۳} = \frac{۳ \times ۱/۵}{۴/۵} = ۱ \Omega$$

با استفاده از قانون حلقه (قانون ولتاژ کیرشهف) جریان مدار را به دست می‌آوریم.



$$\varepsilon_1 - Ir_1 - IR_F + \varepsilon_۲ - Ir_۲ - IR_{۳,۲} - IR_1 = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_۲}{(r_1 + r_۲ + R_1 + R_{۳,۲} + R_F)} = \frac{۲0}{۱ + ۱ + ۲ + ۱ + ۵} = ۲A$$

باتوجه به اینکه V_E برابر صفر است، V_A برابر است با:

$$V_A + \varepsilon_1 - Ir_1 - IR_F + \varepsilon_۲ - Ir_۲ = V_E \Rightarrow V_A + ۶ - ۲ \times ۱ - ۲ \times ۵ + ۱۴ - ۲ \times ۱ = 0 \Rightarrow V_A = -۲0 + ۱۴ = -۶V$$

در مدار صورت سؤال، توان لامپ برابر است با:

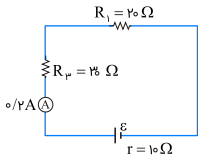
$$\begin{cases} P = \frac{V^2}{R} \\ V = \varepsilon \end{cases} \Rightarrow P = \frac{\varepsilon^2}{R}$$

بنابراین در مدارهای داده‌شده در گزینه‌ها، باید اختلاف‌پتانسیل دو سر لامپ‌ها برابر ε باشد که تنها در گزینه ۴ لامپ‌ها اختلاف‌پتانسیلی برابر با ε دارند؛ درحقیقت ویژگی به هم بستن موازی مقاومت‌ها (لامپ‌ها) این است که اختلاف‌پتانسیل دو سر باتری برابر است با اختلاف‌پتانسیل دو سر هر کدام از مقاومت‌ها (لامپ‌ها).

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

حالت اول) K_1 و K_2 باز هستند:

طبق قاعده حلقه (قانون ولتاژ کیرشهف) داریم:

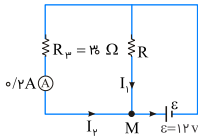


$$\varepsilon - Ir - IR_1 - IR_2 = 0 \Rightarrow \varepsilon = I(r + R_1 + R_2) \Rightarrow \varepsilon = 0.2(10 + 20 + 30) \Rightarrow \varepsilon = 12 \text{ V}$$

حالت دوم) K_1 و K_2 بسته هستند. با بسته شدن کلید K_1 ، مقاومت 20Ω اهمی اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت R_2 و R_3 و مولد باهم موازی هستند پس:

$$V_{R_2} = V_{R_3} = V_\varepsilon$$

با استفاده از قانون اهم V_{R_2} برابر است با:



$$V_{R_2} = R_2 I_2 \Rightarrow V_{R_2} = 0.2 \times 30 = 6 \text{ V}$$

جریان کل برابر است با:

$$\begin{cases} V_{R_2} = V_\varepsilon \\ V_\varepsilon = \varepsilon - Ir \end{cases} \Rightarrow V_{R_2} = \varepsilon - Ir \Rightarrow 6 = 12 - I \times 10 \Rightarrow I = 0.6 \text{ A}$$

با استفاده از قانون گره در نقطه M داریم:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I = 0.6 \text{ A} \Rightarrow 0.6 = I_1 + 0.2 \Rightarrow I_1 = 0.4 \text{ A} \\ I_2 = 0.2 \text{ A} \end{cases}$$

بنابراین R برابر است با:

$$\begin{cases} V_R = V_{R_2} \\ V_R = I_1 R \end{cases} \Rightarrow I_1 R = V_{R_2} \Rightarrow 0.4 \times R = 6 \Rightarrow R = 15 \Omega$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۴

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۴

گام اول

الف) چند مقاومت 40Ω اهمی را باید به هم وصل کنیم $\leftarrow R = 40 \Omega$, $n = ?$

ب) از یک منبع برق 120 V ولتی $\leftarrow V = 120 \text{ V}$

ج) شدت جریان را 15 A آمپر بگیریم $\leftarrow I = 15 \text{ A}$

گام دوم

طبق قانون اهم مقاومت معادل که متصل به منبع 120 V ولتی است و جریان 15 A آمپر از آن می‌گذرد برابر است با:

$$R_T = \frac{V}{I} \Rightarrow R_T = \frac{120}{15} = 8 \Omega$$

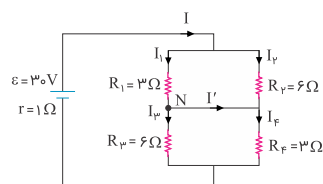
ازآنجاکه مقاومت معادل کمتر از تک‌تک مقاومت‌ها است ($8 \Omega < 40 \Omega$)، باید به‌صورت موازی بسته شده باشند:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} = \frac{n}{R} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{n}{40} \Rightarrow n = 5$$

باید جریان‌های مقاومت R_3, R_1 را به دست بیاوریم و با استفاده از قانون گره، I' را محاسبه کنیم.

ابتدا باید جریان کل مدار را به دست بیاوریم.

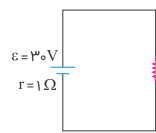
مقاومت‌های R_2, R_1 با هم موازی هستند، بنابراین:



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ R_1 = ۳, R_2 = ۶ \end{array} \right. \Rightarrow R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{۳ \times ۶}{۳ + ۶} = ۲ \Omega$$

از آنجایی که مقاومت R_3, R_4 همان مقادیر مقاومت‌های R_2, R_1 را دارند و موازی نیز بسته شده‌اند می‌توان نتیجه گرفت: $R_{1,2} = R_{3,4} = ۲ \Omega$

مقاومت‌های $R_{3,4}, R_{1,2}$ با هم متوالی هستند و مقاومت معادل مدار برابر است با:



$$R_T = R_{3,4} + R_{1,2} = ۲ + ۲ = ۴ \Omega$$

$$\varepsilon - I r - I R_T = 0$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_T}$$

بنابراین جریان کل مدار برابر است با:

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} \\ R_T = ۴ \Omega \\ r = ۱ \Omega \\ \varepsilon = ۳۰ V \end{array} \right. \Rightarrow I = \frac{۳۰}{۱ + ۴} = ۶ A$$

مقاومت‌های R_2, R_1 با هم موازی هستند ($V_1 = V_2$) بنابراین:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ V = I R \\ R_1 = ۳ \Omega, R_2 = ۶ \Omega \end{array} \right. \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_1 \times ۳ = I_2 \times ۶ \Rightarrow I_1 = ۲ I_2$$

باتوجه به قانون گره در نقطه M داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_2 + I_1 \\ I = ۶ A \\ I_1 = ۲ I_2 \end{array} \right. \Rightarrow ۶ = I_2 + ۲ I_2 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_2 = ۲ A \\ I_1 = ۴ A \end{array} \right.$$

باتوجه به تقارن مقاومت‌های R_3 و R_4 ، با مقاومت‌های R_2 و R_1 می‌توان نتیجه گرفت که $I_2 = I_3$ و $I_1 = I_4$. با استفاده از پایداری بار در نقطه N داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = I_3 + I' \\ I_1 = ۴ A \\ I_3 = I_2 = ۲ A \end{array} \right. \Rightarrow ۴ = ۲ + I' \Rightarrow I' = ۲$$

گام اول

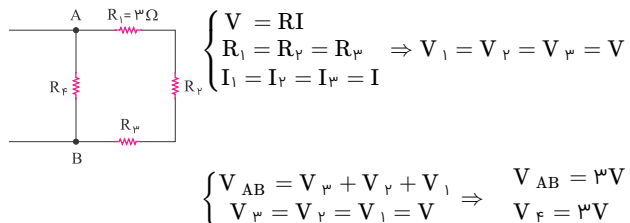
الف) توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها باهم برابر است $\leftarrow P_1 = P_2 = P_3 = P_4$
 ب) مقاومت معادل مدار چند اهم است $\leftarrow R_T = ? \Omega$

گام دوم

مقاومت‌های R_1, R_2, R_3 باهم سری هستند؛ بنابراین:

$$\begin{cases} P_1 = P_2 = P_3 \\ I_1 = I_2 = I_3 = I \\ P_3 = R_3 I^2 \\ R_3 = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_1 I^2 = R_2 I^2 = R_3 I^2 \\ R_1 = R_2 = R_3 = 3 \Omega \end{cases}$$

از آنجاکه مقاومت‌ها باهم برابر هستند و جریان عبوری از آن‌ها یکسان است، اختلاف پتانسیل تمامی آن‌ها یکسان است.



اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_4 برابر است:

باتوجه به اینکه توان مقاومت R_4 با مقاومت R_1 برابر است می‌توانیم مقاومت R_4 را محاسبه کنیم.

$$\begin{cases} P_F = P_1 \\ P = \frac{V^2}{R} \\ V_1 = V, V_F = 3V, R_1 = 3 \Omega \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{V_F^2}{R_F} = \frac{V_1^2}{R_1} \\ \frac{9V^2}{R_F} = \frac{V^2}{3} \\ R_F = 27 \Omega \end{cases}$$

حالا می‌توانیم مقاومت معادل را محاسبه کنیم. مقاومت‌های R_1, R_2, R_3 باهم سری و برابر ۳ اهم هستند.

$$\begin{cases} R_{1,2,3} = R_1 + R_2 + R_3 \\ R_1 = R_2 = R_3 \end{cases} \Rightarrow R_{1,2,3} = 9 \Omega$$

مقاومت معادل $R_{1,2,3}$ با مقاومت R_4 باهم موازی هستند؛ بنابراین:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{1,2,3}} + \frac{1}{R_F} \\ R_{1,2,3} = 9 \Omega \\ R_F = 27 \Omega \end{cases} \Rightarrow R_T = \frac{9 \times 27}{9 + 27} = \frac{27}{4} \Omega$$

گام اول

الف) همهٔ مقاومت‌های مدار مشابه‌اند $\leftarrow R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$

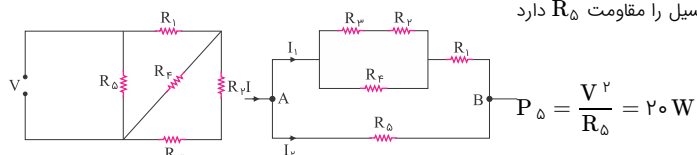
ب) هر مقاومت حداکثر توان ۲۰ وات را می‌تواند تحمل کند $\leftarrow P_{\max} = 20\text{ W}$

ج) حداکثر توان الکتریکی ممکن در این مدار چند وات است؟ $\leftarrow P_T = ?\text{ W}$

گام دوم

شکل مدار را می‌توانیم ساده‌تر رسم کنیم.

توان مقاومت برابر است با $\frac{V^2}{R}$ باتوجه به شکل مدار می‌توان به راحتی دریافت که بالاترین اختلاف پتانسیل را مقاومت R_5 دارد که برابر است با اختلاف پتانسیل کل مدار:



از آنجا که $V_T = V_5$ است می‌توانیم از نسبت $\frac{P_T}{P_5}$ ، P را محاسبه کنیم. ابتدا باید مقاومت معادل کل مدار را محاسبه کنیم. مقاومت‌های R_3 ، R_2 با هم متوالی هستند بنابراین:

$$R_{2,3} = R_2 + R_3 = R + R = 2R$$

مقاومت معادل $R_{2,3}$ با مقاومت R_4 موازی است بنابراین:

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{R_{2,3}} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{2,3,4} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$$

مقاومت معادل $R_{2,3,4}$ با مقاومت R_1 سری است؛ بنابراین:

$$R_{1,2,3,4} = R_1 + R_{2,3,4} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

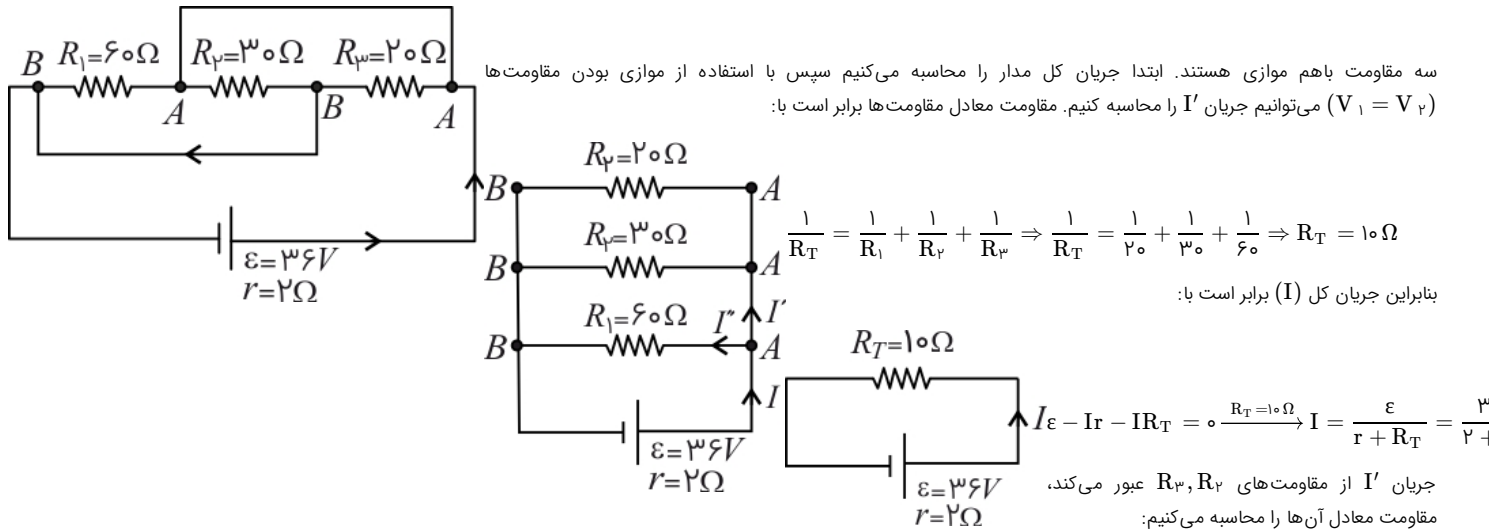
مقاومت معادل $R_{1,2,3,4}$ با مقاومت R_5 موازی است؛ بنابراین:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{1,2,3,4}} \Rightarrow R_T = \frac{R \times \frac{5}{3}R}{\frac{5}{3}R + R} = \frac{5}{8}R$$

حال با استفاده از نسبت $\frac{P_T}{P_5}$ می‌توانیم P_T را محاسبه کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_T}{P_5} = \frac{\frac{V_T^2}{R_T}}{\frac{V_5^2}{R_5}} \xrightarrow{V_T = V_5} \frac{P_T}{P_5} = \frac{R_5}{R_T} \Rightarrow \frac{P_T}{20} = \frac{R}{\frac{5}{8}R} \Rightarrow P_T = 32\text{ W}$$

باتوجه به نقاط هم‌پتانسیل می‌توانیم مدار را به شکل ساده‌تری رسم کنیم.



$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = 12\Omega$$

$V_1 = V_{2,3}$ موازی است در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است:

$$V_{2,3} = V_1 \xrightarrow{R_{2,3}=12\Omega} I' R_{2,3} = I'' R_1 \Rightarrow I' \times 12 = I'' \times 60 \Rightarrow \frac{I'}{I''} = 5$$

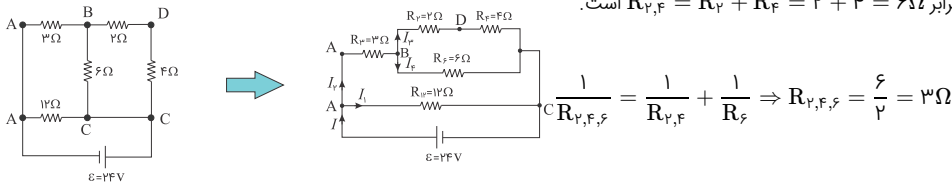
اکنون باتوجه به قانون گره در نقطه A داریم:

$$I = I' + I'' \Rightarrow 3 = I' + \frac{I'}{5} \Rightarrow 3 = \frac{6}{5} I' \Rightarrow I' = 2.5 \text{ A}$$

باتوجه به نقاط هم‌پتانسیل می‌توانیم مدار را به شکل ساده‌تر درآوریم و مقاومت کل را محاسبه کنیم:

مقاومت‌های R_{ψ}, R_{ϕ} باهم سری هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر $R_{\psi, \phi} = R_{\psi} + R_{\phi} = 2 + 4 = 6 \Omega$ است.

مقاومت معادل $R_{\psi, \phi}$ با مقاومت موازی هستند، بنابراین:



مقاومت $R_{\psi, \phi, 3}, R_3$ باهم سری هستند:

$$R_{\psi, \phi, 3} = R_{\psi, \phi} + R_3 = 3 + 3 = 6 \Omega$$

مقاومت معادل $R_{12}, R_{\psi, \phi, 3}$ باهم موازی‌اند:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{\psi, \phi, 3}} \Rightarrow R_{12} = \frac{12 \times 6}{18} = 4 \Omega$$

بنابراین جریان کل برابر است با:

$$\varepsilon - IR_1 - Ir = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{24}{4 + 2} = 4 A$$

باتوجه به اینکه $R_{12}, R_{\psi, \phi, 3}, R_3$ باهم موازی هستند، داریم:

$$V_{\psi, \phi, 3} = V_{12} \Rightarrow I_{\psi} R_{\psi, \phi, 3} = I_1 R_{12} \Rightarrow I_{\psi} \times 6 = I_1 \times 12 \Rightarrow I_{\psi} = 2 I_1$$

باتوجه به قانون گره در نقطه A داریم:

$$I = I_1 + I_{\psi} \xrightarrow{I_{\psi} = 2 I_1} 4 = \frac{I_{\psi}}{2} + I_{\psi} \Rightarrow I_{\psi} = \frac{8}{3}$$

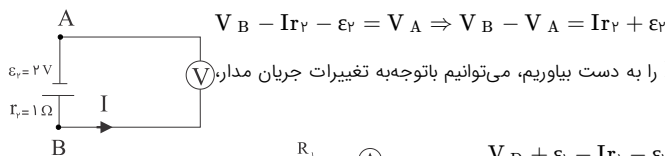
ارزنجایی که مقاومت‌های $R_{\psi, \phi}, R_{\phi}$ باهم برابر هستند، جریان I_{ψ} به‌طور مساوی بین شاخه‌ها تقسیم می‌شود. با استفاده از گره در نقطه B داریم:

$$I_{\psi} = I_3 + I_{\phi} \xrightarrow{I_{\phi} = \frac{4}{3} A} \frac{8}{3} = 2 I_{\phi} \Rightarrow I_{\phi} = \frac{4}{3} A$$

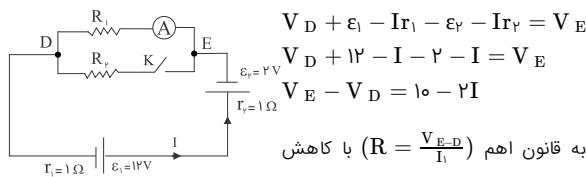
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۱

با بستن کلید k، مقاومت معادل کل مدار کاهش می‌یابد؛ زیرا مقاومت کل (R_{T1})، قبل از بستن کلید، برابر R_1 است و بعد از بستن کلید، برابر $R_{T1} = \frac{R_1 R_{\psi}}{R_1 + R_{\psi}}$ است. ارزنجایی که $\frac{R_{\psi}}{R_1 + R_{\psi}}$ عددی است بین ۰ و ۱، در هر عدد مثبتی ضرب شود، آن عدد کوچک‌تر می‌شود؛ پس با کاهش مقاومت کل R_{T1} ، شدت جریان I افزایش می‌یابد (طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{T1} + r}$).

اختلاف پتانسیل V برابر است با:



بنابراین با افزایش جریان، ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد. اگر اختلاف پتانسیل دو سر شاخه R_1 را به دست بیاوریم، می‌توانیم باتوجه به تغییرات جریان مدار، درمورد تغییرات جریان آمپر نتیجه‌گیری کنیم:



در نتیجه با افزایش جریان، اختلاف پتانسیل بین دو سر شاخه کاهش می‌یابد. باتوجه به قانون اهم ($R = \frac{V_{E-D}}{I_1}$) با کاهش I_1, V_{E-D} نیز کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۹

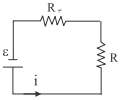
با باز کردن کلید k مقاومت $R_۲$ از مدار حذف می‌شود و مقاومت معادل افزایش می‌یابد؛
مقاومت معادل در حالت اول:

$$R_{T۱} = R_۳ + R_۱ \times \left(\frac{R_۲}{R_۱ + R_۲} \right)$$

مقاومت معادل در حالت دوم:

$$R_{T۲} = R_۳ + R_۱$$

ارزنجایی که $\frac{R_۲}{R_۱ + R_۲}$ عددی است بین ۰ و ۱، در هر عدد مثبت ضرب شود آن عدد کوچک می‌شود، بنابراین $R_{T۱} < R_{T۲}$ است. با افزایش i ، R_T کاهش می‌یابد (زیرا، $i = \frac{\mathcal{E}}{r + R_T}$).
حال قانون کیرشهف را برای مدار می‌نویسیم:



$$\mathcal{E} - V_۱ - iR_۳ = 0 \Rightarrow V_۱ = \mathcal{E} - iR_۳$$

i کاهش یافته، بنابراین $V_۱$ افزایش می‌یابد. طبق قانون اهم ($R_۱ = \frac{V_۱}{i_۱}$)، با افزایش $V_۱$ ، $i_۱$ کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۶

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۰

گام اول

به تدریج R را افزایش می‌دهیم $\leftarrow I$ کاهش می‌یابد.

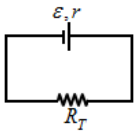
گام دوم

با افزایش R ، مقدار مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد و طبق رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$ جریان کل مدار کاهش می‌یابد. با کاهش جریان الکتریکی نور لامپ $L_۲$ کاهش می‌یابد. از آنجا که اختلاف پتانسیل V ثابت باقی می‌ماند ($V = V_۱ + V_۲$) و $V_۲$ کاهش می‌یابد ($V_۲ = R_۲I$)، $V_۱$ باید افزایش یابد. پس طبق رابطه $P = \frac{V_۲}{R}$ توان لامپ $L_۱$ افزایش می‌یابد و نور آن زیاد می‌شود.

مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ با هم موازی‌اند؛ بنابراین:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_۱} + \frac{1}{R_۲} \Rightarrow R_T = \frac{R_۱R_۲}{R_۱ + R_۲} = \frac{R_۱}{1 + \frac{R_۱}{R_۲}}$$

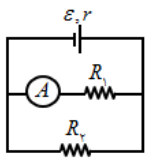
بنابراین با کاهش $R_۲$ ، نسبت $\frac{R_۱}{R_۲}$ افزایش و مقدار R_T کاهش می‌یابد. با استفاده از قاعده حلقه، جریان کل را به دست می‌آوریم:



$$\mathcal{E} - Ir - IR_T = 0 \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r}$$

با کاهش R_T ، جریان کل افزایش می‌یابد.

اختلاف پتانسیل $R_۱$ و $R_۲$ برابر $V = \mathcal{E} - Ir$ است. پس با افزایش I ، اختلاف پتانسیل کاهش پیدا می‌کند. باتوجه به $I_۱ = \frac{V}{R_۱}$ ، با کاهش V ، $I_۱$ نیز کاهش می‌یابد.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۰

گام اول

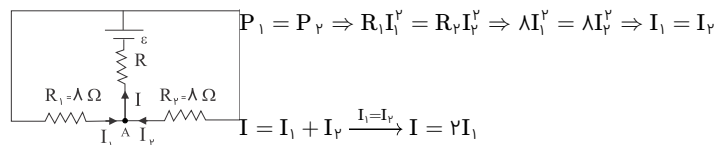
الف) توان هر سه مقاومت باهم برابر هستند

$$P_1 = P_2 = P_R \leftarrow$$

ب) $R = ? \Omega$ چند اهم است؟ $\leftarrow$

گام دوم

ابتدا توان مقاومت R_1 را با توان مقاومت R_2 برابر قرار می‌دهیم:



قانون گره را برای نقطه A می‌نویسیم:

درنتیجه باتوجه به تساوی توان مقاومت‌های R_1 , R داریم:

$$P_1 = P_R \Rightarrow R_1 I_1^2 = R I^2 \Rightarrow \lambda I_1^2 = R (2I_1)^2 \Rightarrow R = 2\Omega$$

گام اول

الف) 3 مقاومت الکتریکی مشابه را به‌طور متوالی می‌بندیم. $\leftarrow R_1 = R_2 = R_3 = R \Rightarrow R_{T_1} = R_1 + R_2 + R_3 = 3R$

ب) توان مصرفی کل مدار 90 وات می‌شود. $\leftarrow P_1 = 90W$

ج) همان مقاومت‌ها را به‌طور موازی به همان اختلاف پتانسیل وصل می‌کنیم. $\leftarrow V_1 = V_2 = V$, $\frac{1}{R_{T_2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}$

د) توان کل مدار چند وات می‌شود؟ $\leftarrow P_2 = ?W$

گام دوم

باتوجه به حالت اول اختلاف پتانسیل (V) را به دست می‌آوریم و در حالت دوم از آن استفاده می‌کنیم:

$$P_1 = \frac{V^2}{R_{T_1}} \Rightarrow 90 = \frac{V^2}{3R} \Rightarrow V^2 = 270R$$

$$P_2 = \frac{V^2}{R_{T_2}} = \frac{270R}{\frac{R}{3}} = 810W$$

گام اول

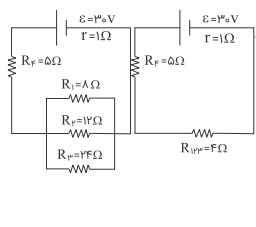
مقدار گرمایی که در مدت ۱۰۰ ثانیه در مقاومت R_3 تولید می‌شود، چند ژول است؟ $\leftarrow U_3 = ? J, t = 100s$

گام دوم

ابتدا باید جریان کل را محاسبه کنیم. سه مقاومت R_1, R_2, R_3 باهم موازی هستند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{1}{24} \Rightarrow R_{1,2,3} = 4\Omega$$

حال با استفاده از قانون حلقه، جریان کل را محاسبه می‌کنیم:



$$\varepsilon - Ir - IR_F - IR_{1,2,3} = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_F + R_{1,2,3}} = \frac{30}{1 + 6 + 4} = 3A$$

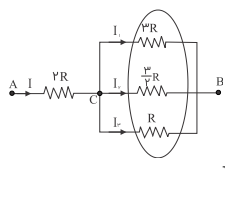
$$\begin{cases} V_{1,2,3} = R_{1,2,3}I \\ R_{1,2,3} = 4\Omega \\ I = 3A \end{cases} \Rightarrow V_{1,2,3} = 4 \times 3 = 12V \Rightarrow V_{1,2,3} = V_1 = V_2 = V_3 = 12V$$

مقاومت‌های R_3, R_2, R_1 باهم موازی‌اند، بنابراین:

حالا می‌توانیم مقدار گرمای R_3 را در مدت ۱۰۰ ثانیه حساب کنیم:

$$U_3 = \frac{V_3^2}{R_3} t = \frac{12^2}{24} \times 100 = 600J$$

باتوجه به اینکه مقاومت‌ها برحسب R هستند، کافی است نسبت جریان $\frac{I}{I_1}$ را به دست بیاوریم:



$$\frac{P_{2R}}{P_{3R}} = \frac{2RI_1^2}{3RI_2^2} = \frac{2}{3} \left(\frac{I_1}{I_2} \right)^2$$

$$V_{2R} = V_{3R} = V_R \Rightarrow I_2 R = I_1 \left(\frac{2}{3} R \right) = I_1 \left(\frac{2}{3} R \right) \Rightarrow \begin{cases} I_2 = 2I_1 \\ I_3 = 3I_1 \end{cases}$$

سه مقاومت نشان‌داده‌شده در شکل باهم موازی هستند، بنابراین:

با نوشتن قاعدهٔ گره برای نقطهٔ C می‌توانیم $\frac{I}{I_1}$ را به دست بیاوریم:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 + I_3 \\ I_2 = 2I_1 \\ I_3 = 3I_1 \end{cases} \Rightarrow I = I_1 + 2I_1 + 3I_1 \Rightarrow \frac{I}{I_1} = 6$$

$$\frac{P_{2R}}{P_{3R}} = \frac{2}{3} \left(\frac{I}{I_1} \right)^2 = \frac{2}{3} \times 6^2 = 24$$

گام اول

الف) اگر توان مصرفی مجموعه در شکل (۲)، $\mathcal{F}/\mathfrak{L}$ برابر توان مصرفی شکل (۱) باشد: $\leftarrow \frac{P_{\mathfrak{V}}}{P_1} = \mathcal{F}/\mathfrak{L}$
 ب) اندازه $R_{\mathfrak{V}} = ? \Omega$ کدام مقادیر برحسب اهم می‌تواند باشد: $\leftarrow R_{\mathfrak{V}} = ? \Omega$

گام دوم

باتوجه به ثابت بودن V در هر دو شکل، با محاسبهٔ مقاومت معادل هرکدام از آن‌ها و استفاده از رابطهٔ $P = \frac{V^{\mathfrak{V}}}{R}$ می‌توانیم $R_{\mathfrak{V}}$ را به دست بیاوریم.
 در شکل (۱) مقاومت‌ها به صورت سری هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{T_1} = R_1 + R_{\mathfrak{V}} \quad (\text{I})$$

در شکل (۲) مقاومت‌ها به صورت موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_{T_{\mathfrak{V}}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{\mathfrak{V}}} \Rightarrow R_{T_{\mathfrak{V}}} = \frac{R_1 R_{\mathfrak{V}}}{R_1 + R_{\mathfrak{V}}} \quad (\text{II})$$

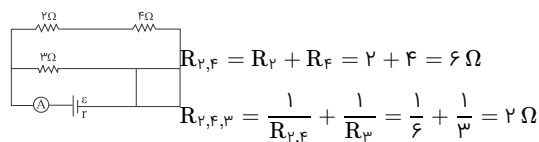
حال از نسبت $\frac{P_{\mathfrak{V}}}{P_1} = \mathcal{F}/\mathfrak{L}$ استفاده می‌کنیم:

$$P = \frac{V^{\mathfrak{V}}}{R_T} \Rightarrow \frac{P_{\mathfrak{V}}}{P_1} = \frac{\frac{V^{\mathfrak{V}}}{R_{T_{\mathfrak{V}}}}}{\frac{V^{\mathfrak{V}}}{R_{T_1}}} \Rightarrow \mathcal{F}/\mathfrak{L} = \frac{R_{T_1}}{R_{T_{\mathfrak{V}}}} \xrightarrow{\text{(I)}} \frac{(R_1 + R_{\mathfrak{V}})}{\frac{R_1 R_{\mathfrak{V}}}{(R_1 + R_{\mathfrak{V}})}} = \mathcal{F}/\mathfrak{L}$$

$$\xrightarrow{R_1 = \mathcal{F}\Omega} (\mathcal{F} + R_{\mathfrak{V}})^{\mathfrak{V}} = \mathcal{F} R_{\mathfrak{V}} \times \mathcal{F}/\mathfrak{L} \Rightarrow R_{\mathfrak{V}}^{\mathfrak{V}} - 1\mathfrak{L} R_{\mathfrak{V}} + \mathfrak{V}\mathcal{F} = 0 \Rightarrow R_{\mathfrak{V}} = \frac{1\mathfrak{L} \pm \sqrt{2\mathfrak{V}\mathfrak{L} - 1\mathcal{F}\mathcal{F}}}{\mathfrak{V}} \Rightarrow \begin{cases} R_{\mathfrak{V}} = \mathfrak{V}\Omega \\ R_{\mathfrak{V}} = 1\mathcal{V}\Omega \end{cases}$$

گزینه ۱

در حالت اول، وقتی که کلید به A وصل می‌شود، مدار به شکل زیر در می‌آید:
 مقاومت‌های ۴ و ۲ اهمی موازی می‌شوند و با مقاومت ۳ اهمی متوالی می‌شوند:

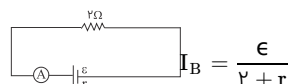


جریان عبوری از مدار در این حالت:

$$I_A = \frac{\epsilon}{\mathfrak{V} + r}$$

در حالت دوم، با اتصال کلید به B، مطابق شکل زیر، مقاومت ۳ اهمی از مدار خارج می‌شود و مقاومت ۴ اهمی اتصال کوتاه شده و از مدار خارج می‌شود و فقط مقاومت ۲ اهمی در مدار باقی می‌ماند.

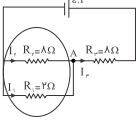
جریان عبوری از مدار در این حالت:



به این ترتیب:

$$\frac{I_A}{I_B} = 1$$

با استفاده از رابطه $P = RI^2$ نسبت توان مصرفی مقاومت‌ها را به دست می‌آوریم:



$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2 I_2^2}{R_1 I_1^2} = \frac{\lambda}{2} \times \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 = 2 \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2$$

کافی است $\frac{I}{I_1}$ را بیابیم؛ مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی‌اند؛ بنابراین ولتاژ دو سر آن‌ها با هم برابر است ($V_1 = V_2$):

$$\begin{cases} V_1 = V_2 \\ V = RI \end{cases} \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 2 \times I_1 = 4 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{2} I_1$$

با به‌کارگیری قاعدهٔ گره در نقطهٔ A داریم:

$$I_3 = I_1 + I_2 \Rightarrow I_3 = I_1 + \frac{1}{2} I_1 \Rightarrow I_3 = \frac{3}{2} I_1 \Rightarrow \frac{I_3}{I_1} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 2 \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 = 2 \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{2}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۹

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۱

گام اول

الف) توان مصرف‌شده در مقاومت 12Ω برابر $40W$ است $\leftarrow P_{12} = 40W$

ب) توان مصرف‌شده در مقاومت 8Ω چند وات است؟ $\leftarrow P_8 = ?W$

گام دوم

دو مقاومت با هم موازی هستند ($V_{12} = V_8$)؛ بنابراین باتوجه‌به رابطهٔ $P = \frac{V^2}{R}$ ، نسبت توان‌ها را نوشته و توان مقاومت ۸ اهمی را محاسبه می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_{12}}{P_8} = \frac{R_8}{R_{12}} \times \frac{V^2}{V^2} \Rightarrow \frac{40}{P_8} = \frac{8}{12} \Rightarrow P_8 = 60W$$

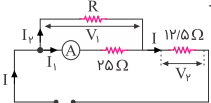
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

گام اول

انرژی مصرفی در مقاومت R در مدت ۳۰ دقیقه چند کیلووات ساعت است؟ $\leftarrow U_R = ?kWh$, $t = \frac{1}{2}h$

گام دوم

با محاسبهٔ مقدار جریان مصرفی از مقاومت R و اختلاف پتانسیل دو سر آن می‌توانیم انرژی مصرفی را محاسبه کنیم. اختلاف پتانسیل V_1 برابر است با:



$$V_1 = I_1 \times 12 = 6 \times 12 = 150V$$

$$V_R = V_1 = 150V$$

ازآنجاکه مقاومت R با مقاومت 12Ω موازی هستند، دارای اختلاف پتانسیل‌های یکسان می‌باشند بنابراین:

با محاسبهٔ V_2 می‌توانیم جریان کل را به دست بیاوریم:

$$V_T = V_1 + V_2 \Rightarrow 250 = 150 + V_2 \Rightarrow V_2 = 100V$$

$$V_2 = R_2 I \Rightarrow 100 = 8 \times I \Rightarrow I = 12.5A$$

با استفاده از قانون گره در نقطهٔ A، I_2 و در نهایت انرژی مصرفی در مقاومت R را محاسبه می‌کنیم:

$$I = I_1 + I_2 \xrightarrow{I=12.5A} 12.5 = 6 + I_2 \Rightarrow I_2 = 6.5A$$

$$U_R = V_1 I_2 t = 150 \times 6.5 \times \frac{1}{2} = 150 \times 6.5 \times 0.5 = 487.5Wh = 0.4875kWh$$

گام اول

الف) توان تلف‌شده در خارج از باتری ۳ برابر توان تلف‌شده در باتری باشد $\leftarrow \frac{P_{R_T}}{P_r} = 3$
 ب) توان مصرفی مقاومت ۳۰ اهمی چند وات است؟ $\leftarrow P_{30} = ?$

گام دوم

ابتدا باید جریان کل و مقدار مقاومت R_T را محاسبه کنیم. مقاومت‌های ۳۰ و ۶۰ اهمی باهم موازی می‌باشند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{30} + \frac{1}{60} \Rightarrow R_T = 20 \Omega$$

با استفاده از قاعده حلقه و نسبت توان‌های تلف‌شده در مقاومت‌ها می‌توانیم I و r را محاسبه کنیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_{R_T}}{P_r} = \frac{R_T I^2}{r I^2} \Rightarrow \frac{R_T}{r} = 3 \Rightarrow r = \frac{20}{3} \Omega$$

$$\varepsilon - Ir - IR_T = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} = \frac{40}{\frac{20}{3} + 20} = 1/5 A$$

حالت اولیه مدار را در نظر می‌گیریم تا جریان عبوری از مقاومت ۳۰ اهمی را به دست بیاوریم:

باتوجه به اینکه مقاومت‌های ۶۰ و ۳۰ اهمی باهم موازی هستند ($V_{30} = V_{60}$) و با استفاده از قانون گره در نقطه M می‌توانیم جریان I_1 را به دست آورده و در نهایت توان تلف‌شده در مقاومت 30Ω را محاسبه کنیم:

$$I = 1/5 A$$

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{1}{5} = I_1 + \frac{1}{2} I_1 \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{3}{2} I_1 \Rightarrow I_1 = 1 A$$

$$P_{30} = RI_1^2 = 30 \times (1)^2 = 30 W$$

شکل مدار را می‌توانیم ساده کنیم:

مقاومت‌های نشان‌داده‌شده در شکل باهم موازی می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \Rightarrow R = \frac{6 \times 12}{18} = 4 \Omega$$

مقاومت‌های ۲ و ۴ اهمی باهم متوالی اند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها می‌شود:

$$R' = 4 + 2 = 6 \Omega$$

و در نهایت مقاومت R' با مقاومت 6Ω باهم موازی می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R''} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{R''} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \Rightarrow R'' = 3 \Omega$$

حال با استفاده از قاعده حلقه می‌توانیم جریان را محاسبه کرده و در نهایت توان تلف‌شده در باتری را به دست آوریم:

$$\varepsilon - Ir - IR'' = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R''} = \frac{12}{1 + 3} = 3 A$$

$$P = RI^2 = 1 \times (3)^2 = 9 W$$

گام اول

توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار چند وات است؟ $\leftarrow (W) = ? P$ ، منظور از مقاومت‌های خارجی، مقاومت معادل بین R ، R است.

گام دوم

مقاومت‌های نشان‌داده‌شده باهم موازی می‌باشند، در نتیجه مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} \Rightarrow R_T = \frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4 \Omega$$

با استفاده از قاعدهٔ حلقه می‌توانیم جریان I را به دست بیاوریم:

$$\mathcal{E} - Ir - IR_T = 0 \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_T} = \frac{9}{4/5} = 2 A$$

بنابراین توان مقاومت‌های خارجی برابر است با:

$$P = R_T I^2 = 4(2)^2 = 16 W$$

حالت اول) کلید باز:

در این حالت مقاومت‌های R_1 و R_2 به‌صورت سری بسته شده‌اند و اختلاف‌پتانسیل بین دو سر مقاومت‌ها برابر با V است؛ بنابراین:

$$V = IR_1 + IR_2 \Rightarrow I = \frac{V}{12 + 4} = \frac{V}{16} \quad (I)$$

حالت دوم) کلید بسته:

مقاومت‌های R_2 و R_3 با مقاومت‌های R_1 ، R_4 دوه‌دو باهم مساوی هستند بنابراین مقاومت معادل آن‌ها نیز باهم برابر است. پس می‌توانیم بگوییم که اختلاف‌پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_2 ، R_3 و همچنین R_1 و R_4 باهم برابر هستند:

$$\begin{cases} V = V_1 + V_2 \\ V_1 = V_2 \end{cases} \Rightarrow V = 2V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{V}{2}$$

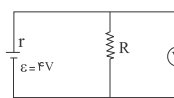
حال می‌توانیم جریان عبوری از مقاومت R_1 ، (I') را به دست آورده و درنهایت نسبت $\frac{I'}{I}$ را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} V_1 = R_1 I' \\ V_1 = \frac{V}{2} \\ R_1 = 4 \Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{V}{2} = 4 \times I' \Rightarrow I' = \frac{V}{8} \quad (II)$$

$$\frac{(I)}{(II)} \rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{\frac{V}{8}}{\frac{V}{16}} = 2$$

حالت اول) یکی از کلیدها باز و دیگری بسته است:

با استفاده از قاعده حلقه ابتدا جریان را به دست آورده و سپس به کمک اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R ، R را محاسبه می کنیم:

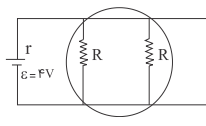


$$\varepsilon - Ir - IR = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R}$$

$$\begin{cases} V = IR \\ \varepsilon = 4V \\ V = 3V \end{cases} \Rightarrow V = \frac{\varepsilon R}{r + R} \Rightarrow 3 = \frac{4R}{r + R} \Rightarrow R = 3r$$

حالت دوم) هر دو کلید بسته است:

ابتدا مقاومت معادل را حساب کرده، سپس با استفاده از قاعده حلقه، جریان I_2 را به دست می آوریم:



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_T = \frac{R}{2} \Rightarrow R_T = \frac{3}{2}r$$

$$\varepsilon - I'r - I'R_T = 0 \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{r + \frac{3}{2}r} = \frac{2\varepsilon}{5r}$$

در نهایت اختلاف پتانسیل در حالت دوم برابر است با:

$$V_2 = R_T I' = \frac{3r}{2} \times \frac{2\varepsilon}{5r} = \frac{3}{5} \times 4 = 2.4V$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۸

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۰

گام اول

کلید سمت هرکدام از حالت های ۱ و ۲ قرار گیرد جریان آمپرسنج تغییر نمی کند ← ثابت $I =$ و نیز باتوجه به اینکه ولتاژ مدار نیز در هر دو حالت ثابت است پس طبق قانون اهم مقاومت های معادل نیز باید در هر دو حالت برابر باشد $(R_{T_1} = R_{T_2})$.

گام دوم

مقاومت معادل در حالت اول برابر است با:

$$\frac{1}{R_{T_1}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{T_1} = \frac{6R}{6 + R}$$

در حالت دوم نیز فقط مقاومت 4Ω در مدار است؛ بنابراین: $R_{T_2} = 4\Omega$

در نتیجه R برابر است با:

$$R_{T_1} = R_{T_2} \Rightarrow \frac{6R}{6 + R} = 4 \Rightarrow 3R = 12 + 2R \Rightarrow R = 12\Omega$$

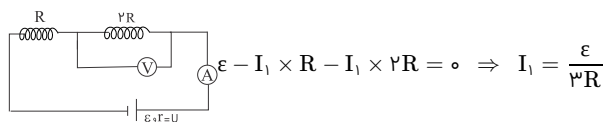
گام اول

الف) کلید K باز است ← پس مقاومت $۲R$ (مقاومت پایینی) در مدار نادیده گرفته می شود.
 ب) اگر کلید را ببندیم ← مقاومت $۲R$ وارد مدار شده و با مقاومت بالای خود موازی می شود.
 ج) اعدادی که ولت سنج و آمپرسنج نشان می دهند چندبرابر می شوند؟ ← $\frac{V_۲}{V_۱}=?$ $\frac{I_۲}{I_۱}=?$

گام دوم

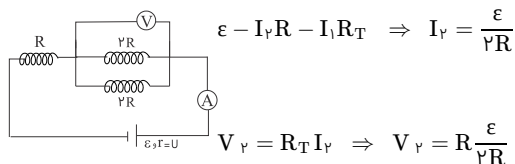
حالت اول) کلید باز است:

قاعده حلقه را می نویسیم تا $I_۱$ را به دست بیاوریم:



$$V_1 = 2RI_1 \Rightarrow V_1 = 2R \times \frac{\varepsilon}{3R} \Rightarrow V_1 = \frac{2}{3}\varepsilon$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} \Rightarrow R_T = R$$



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{\varepsilon}{2}}{\frac{2}{3}\varepsilon} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{\varepsilon}{2R}}{\frac{\varepsilon}{3R}} = \frac{3}{2}$$

اختلاف پتانسیل مقاومت $۲R$ برابر است با:

حالت دوم) کلید بسته است:

مقاومت های $۲R$ به صورت موازی بسته شده اند؛ بنابراین مقاومت معادل آن ها برابر است با:

حال با استفاده از قاعده حلقه جریان I_2 را به دست می آوریم:

و همچنین اختلاف پتانسیلی که ولت سنج نشان می دهد برابر است با:

بنابراین نسبت $\frac{I_2}{I_1}$, $\frac{V_2}{V_1}$ برابر است با:

گام اول

الف) در حالتی که کلید باز است $\leftarrow$ یعنی مقاومت ۳Ω از مدار کنار گذاشته می شود و ولت سنج فقط اختلاف پتانسیل مقاومت $۱/\Omega$ را نشان می دهد.
 ب) اگر کلید را ببندیم $\leftarrow$ مقاومت ها باهم موازی خواهند بود و اختلاف پتانسیل شان باهم برابر می شود.

$$\text{ج) اگر } \frac{V_2}{V_1} \text{ برابر با } \frac{\lambda}{q} \text{ باشد } \leftarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda}{q}$$

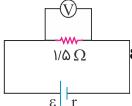
د) مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ $\leftarrow r = ?$

گام دوم

باید اختلاف پتانسیل ها را در هر دو حالت محاسبه کرده تا با استفاده از نسبت $\frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda}{q}$ را به دست بیاوریم:

حالت اول) کلید باز:

با استفاده از قاعده حلقه، جریان را به دست آورده و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را محاسبه می کنیم:

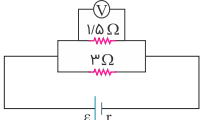


$$\varepsilon - Ir - I(1/\Omega) = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{1/\Omega + r}$$

$$\begin{cases} V_1 = RI \\ R = 1/\Omega \\ I = \frac{\varepsilon}{1/\Omega + r} \end{cases} \Rightarrow V_1 = \frac{1/\Omega \varepsilon}{1/\Omega + r}$$

حالت دوم) کلید بسته:

مقاومت ها به صورت موازی هستند، بنابراین مقاومت معادل آن ها برابر است با:



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{1/\Omega} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_T = 1\Omega$$

حال با استفاده از قاعده حلقه می توانیم جریان کل را به دست بیاوریم:

$$\varepsilon - Ir - IR_T = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + 1}$$

در نتیجه اختلاف پتانسیل در حالت دوم را به دست آورده و در نهایت r را محاسبه می کنیم:

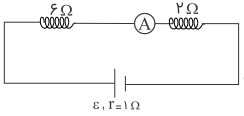
$$\begin{cases} V_2 = R_T I \\ R_T = 1\Omega \\ I = \frac{\varepsilon}{r + 1} \end{cases} \Rightarrow V_2 = \frac{\varepsilon}{r + 1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda}{q} \Rightarrow \frac{\frac{\varepsilon}{r + 1}}{\frac{1/\Omega \varepsilon}{1/\Omega + r}} = \frac{\lambda}{q} \Rightarrow \frac{1/\Omega + r}{1/\Omega + 1/\Omega r} = \frac{\lambda}{q} \Rightarrow 12 + 12r = 9r + 13/\Omega \Rightarrow r = 0/\Omega$$

در حالت اول مقدار $\mathcal{E}$ را محاسبه می کنیم، سپس در حالت دوم I_{12} را به دست می آوریم:

حالت اول:

از قاعده حلقه استفاده می کنیم:

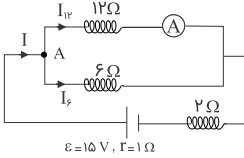


$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E} - I_1 r - I_1 12 - I_1 2 = 0 \\ I_1 = 1 \\ r = 1 \Omega \end{array} \right. \Rightarrow \mathcal{E} - 1 - 12 - 2 = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 15 \text{ V}$$

حالت دوم:

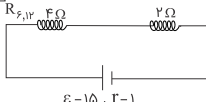
ابتدا مقاومت معادل را به دست می آوریم.

مقاومت های ۱۲ و ۶ اهمی باهم موازی می باشند؛ بنابراین:



$$\frac{1}{R_{12,6}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{12,6} = 4 \Omega$$

با استفاده از قاعده حلقه، جریان کل را به دست می آوریم:



$$\mathcal{E} - I r - I R_{12,6} - I \times 2 = 0 \Rightarrow I = \frac{15}{1 + 4 + 2} = \frac{15}{7} \text{ A}$$

حال باتوجه به اینکه مقاومت های ۱۲ و ۶ اهمی موازی اند ($V_{12} = V_6$) و به کمک قانون گره در نقطه A می توانیم I_{12} را محاسبه

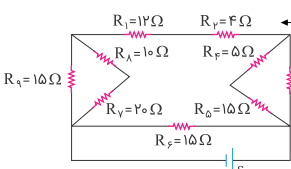
کنیم:

$$V_{12} = V_6 \Rightarrow R_6 I_6 = R_{12} I_{12} \Rightarrow 6 I_6 = 12 I_{12} \Rightarrow I_6 = 2 I_{12}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_6 + I_{12} \\ I_6 = 2 I_{12} \\ I = \frac{15}{7} \text{ A} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{15}{7} = 2 I_{12} + I_{12} \Rightarrow I_{12} = \frac{5}{7} \text{ A}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۹

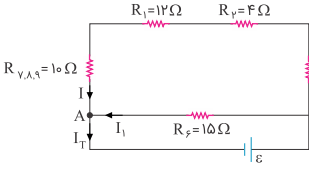
باید جریان کل را محاسبه کنیم. مقاومت های R_δ ، R_F و همچنین مقاومت های R_λ ، R_V باهم سری هستند، بنابراین مقاومت معادل آن ها برابر است با:



$$R_{F,\delta} = R_F + R_\delta = 5 + 15 = 20 \Omega$$

$$R_{V,\lambda} = R_\lambda + R_V = 10 + 20 = 30 \Omega$$

حال مقاومت معادل $R_{F,\delta}$ ، R_3 و همچنین $R_{V,\lambda}$ ، R_9 باهم موازی اند و مقاومت معادل آن ها می شود:



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{R_{3,F,\delta}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{F,\delta}} \\ R_3 = 5 \Omega, R_{F,\delta} = 20 \Omega \end{array} \right. \Rightarrow \frac{1}{R_{3,F,\delta}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{20} \Rightarrow R_{3,F,\delta} = 4 \Omega$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{R_{V,\lambda,9}} = \frac{1}{R_{V,\lambda}} + \frac{1}{R_9} \\ R_9 = 15 \Omega, R_{V,\lambda} = 30 \Omega \end{array} \right. \Rightarrow \frac{1}{R_{V,\lambda,9}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} \Rightarrow R_{V,\lambda,9} = 10 \Omega$$

مقاومت های $R_{3,F,\delta}$ ، R_1 ، R_2 ، $R_{V,\lambda,9}$ باهم سری می باشند و مقاومت معادل آن ها برابر است با:

$$R_T = 4 + 4 + 12 + 10 = 30 \Omega$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_T = V_F \\ V = RI \\ I = 2 \text{ A} \end{array} \right. \Rightarrow I \times 30 = 15 \times I_1 \Rightarrow 2 \times 30 = 15 \times I_1 \Rightarrow I_1 = 4 \text{ A}$$

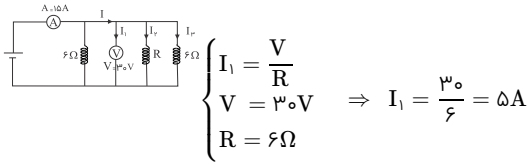
حالا برای نقطه A قانون گره را می نویسیم تا جریانی که از مدار می گذرد را به دست بیاوریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_T = I_1 + I \\ I = 2 \text{ A} \\ I_1 = 4 \text{ A} \end{array} \right. \Rightarrow I_T = 2 + 4 = 6 \text{ A}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۰

مقاومت‌ها به صورت موازی بسته شده‌اند و دارای اختلاف پتانسیل یکسانی می‌باشند ($V = ۳۰V$) بنابراین اگر $I_۲$ را به دست بیاوریم با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ می‌توانیم مقاومت R را به دست بیاوریم.

جریان‌های $I_۳$ ، $I_۱$ با هم برابرند، زیرا مقاومت‌های برابری دارند:



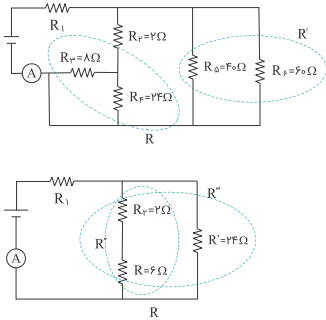
از قانون گره استفاده می‌کنیم تا $I_۲$ را به دست بیاوریم:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_۲ + I_۳ \\ I_1 = I_۳ = ۵A \\ I = ۱۵A \end{cases} \Rightarrow ۱۵ = ۵ + I_۲ + ۵ \Rightarrow I_۲ = ۵A$$

از آنجایی که $I_1 = I_۲ = I_۳$ است و هر سه مقاومت ولتاژ یکسانی دارند، مقاومتشان نیز با هم برابر است: $R = ۶\Omega$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۹

آمپرسنج جریان عبوری کل را به ما می‌دهد. بنابراین باید مقاومت معادل کل مدار را به دست بیاوریم و از قانون حلقه استفاده کنیم. مقاومت‌های $R_۶$ ، $R_۵$ و همچنین مقاومت‌های $R_۴$ ، $R_۳$ با هم موازی‌اند بنابراین:



$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{۸} + \frac{1}{۲۴} \Rightarrow R = ۶\Omega \\ \frac{1}{R'} &= \frac{1}{۴۰} + \frac{1}{۶۰} \Rightarrow R' = ۲۴\Omega \end{aligned}$$

بنابراین مدارمان به صورت زیر درمی‌آید:

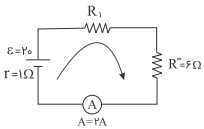
$$\begin{cases} R'' = R_۲ + R \\ R_۲ = ۲\Omega \\ R = ۶\Omega \end{cases} \Rightarrow R'' = ۸\Omega$$

مقاومت R'' با R' نیز با هم موازی می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R'''} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{R'} \Rightarrow \frac{1}{R'''} = \frac{1}{۸} + \frac{1}{۲۴} \Rightarrow R''' = ۶\Omega$$

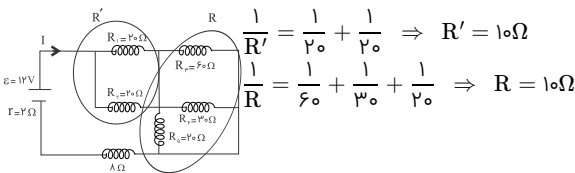
حال یک مدار ساده داریم و با نوشتن قانون حلقه می‌توانیم R_1 را به دست بیاوریم:

$$\varepsilon - IR_1 - IR''' - Ir = 0 \Rightarrow ۲۰ - ۲ \times R_1 - ۲ \times ۶ - ۳ \times ۱ = 0 \Rightarrow R_1 = ۳\Omega$$



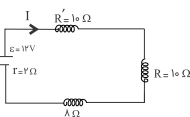
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۱

برای محاسبهٔ جریان I باید مقاومت معادل را به دست بیاوریم. مقاومت‌های R_1 ، $R_۲$ و همچنین $R_۳$ ، $R_۴$ ، $R_۵$ با هم موازی هستند بنابراین مقاومت‌های معادل هرکدام برابر است با:



بنابراین مدارمان به صورت زیر درمی‌آید. با استفاده از قانون حلقه می‌توانیم I را محاسبه کنیم:

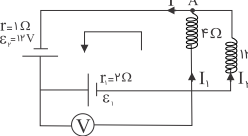
$$\varepsilon - Ir - IR' - IR - I \times ۸ \Rightarrow ۱۲ = I \times ۳۰ \Rightarrow I = \frac{۲}{۵} = ۰/۴A$$



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۷

ابتدا باید جریان I_1 و I را به دست بیاوریم تا بتوانیم اختلاف پتانسیل را محاسبه کنیم:

مقاومت‌های ۱۲ اهمی و ۴ اهمی باهم موازی هستند ($V_F = V_{12}$)، بنابراین:



$$\begin{cases} V_F = V_{12} \\ V = RI \\ I_V = 0/25A \end{cases} \Rightarrow 4 \times I_1 = 12 \times I_V \Rightarrow 4 \times I_1 = 12 \times \frac{1}{4} \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4}A$$

با استفاده از قانون گره برای نقطه A، I را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_V \\ I_1 = 0/75A \\ I_V = 0/25A \end{cases} \Rightarrow I = 0/75 + 0/25 = 1A$$

حالا می‌توانیم اختلاف پتانسیل را محاسبه کنیم:

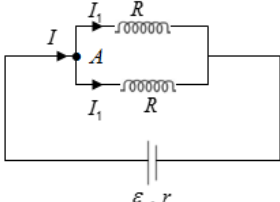
$$V = -I_1 4 - I r + \varepsilon_V \Rightarrow V = \frac{-3}{4} \times 4 - 1 + 12 \Rightarrow V = 8V$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۹

جریان را در هرکدام از حالت‌ها به دست می‌آوریم و در نهایت باهم مساوی قرار می‌دهیم:

حالت اول (موازی):

مقاومت معادل را به دست می‌آوریم و جریان کل را با استفاده از قانون گره محاسبه کرده و قانون حلقه را می‌نویسیم:



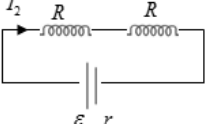
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_T = \frac{R}{2} \Rightarrow \varepsilon - I r - I \frac{R}{2} = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{2} + r}$$

$$I = I_1 + I_1 = 2I_1 \Rightarrow 2I_1 = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{2} + r} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R + 2r} \quad (I)$$

با استفاده از قانون گره برای نقطه A داریم:

حالت دوم (سری):

با استفاده از قانون حلقه، جریان I_2 را محاسبه می‌کنیم:



$$\varepsilon - I_2 r - I_2 R - I_2 R = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{r + 2R} \quad (II)$$

از آنجاکه جریان مقاومت‌ها در دو حالت باهم مساوی است؛ داریم:

$$I_1 = I_2 \xrightarrow{(I)} \frac{\varepsilon}{r + 2R} = \frac{\varepsilon}{R + 2r} \Rightarrow 2r + R = r + 2R \Rightarrow r = R$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۲

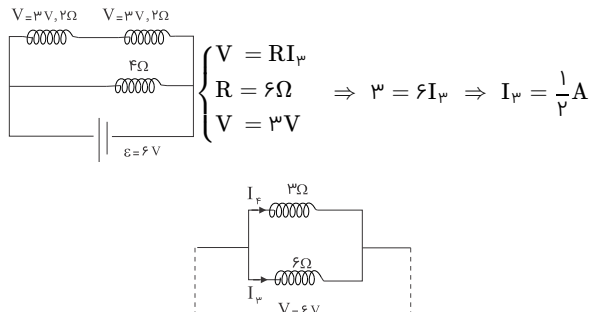
ابتدا مقاومت‌های معادل R_1 و R_2 را به دست می‌آوریم. مقاومت‌های ۴ اهمی باهم موازی‌اند، مقاومت‌های ۳ و ۶ اهمی نیز باهم موازی‌اند. بنابراین:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_1 = 2\Omega$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow R_2 = 2\Omega$$

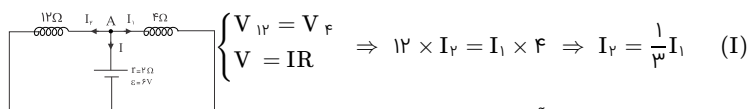
مدار به صورت زیر درمی‌آید:

باتوجه به اینکه مقاومت‌های شاخهٔ بالا باهم مساوی هستند (2Ω) و متصل به اختلاف پتانسیل $6V$ ، می‌توانیم این نتیجه را بگیریم که اختلاف پتانسیل هرکدام از مقاومت‌ها برابر ۳ ولت است. پس اختلاف پتانسیل مقاومت R_1 برابر با V است. بنابراین I_3 برابر است با:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۵

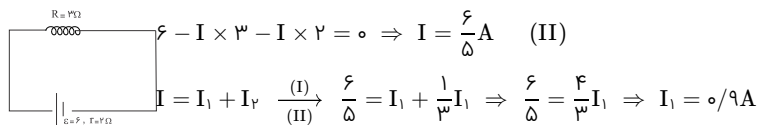
باتوجه به اینکه مقاومت‌های ۴ و ۱۲ اهمی به طور موازی متصل شده‌اند ($V_{12} = V_4$) و با استفاده از قانون گره در نقطهٔ A می‌توانیم جریان I_2 را به دست بیاوریم:



قبل از استفاده از قانون گره باید جریان کل را بیابیم. مقاومت‌های ۱۲ و ۴ اهمی باهم موازی هستند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} \Rightarrow R = 3\Omega$$

حالا که یک حلقه داریم با استفاده از قاعدهٔ حلقه جریان I را به دست آورده و در نهایت به کمک قانون گره می‌توانیم جریان I_1 را محاسبه کنیم:



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۷

گام اول

الف) دو سیم رسانای A و B، با قطر مقطع و طول مساوی $\leftarrow L_A = L_B$, $A_A = A_B$

ب) به طور موازی به هم وصل شده‌اند $\leftarrow V_A = V_B$

ج) از مجموعه آن‌ها جریان ۴/۵ آمپر عبور می‌کند $\leftarrow I_A + I_B = 4/5 A$

د) شدت جریان برای سیم A چند آمپر است؟ $\leftarrow I_A = ?$

گام دوم

باتوجه به اینکه $V_A = V_B$ است، می‌توانیم نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را پیدا کرده و با جایگذاری در رابطه مجموع جریان‌ها، I_A را به دست بیاوریم:

$$\begin{cases} V_A = V_B \xrightarrow{V=IR} I_A R_A = I_B R_B \\ R = \rho \frac{L}{A} \\ \rho_A = 1/6 \times 10^{-8} \Omega m \\ \rho_B = 5/6 \times 10^{-8} \Omega m \end{cases} \Rightarrow I_A \rho_A \frac{L_A}{A_A} = I_B \rho_B \frac{L_B}{A_B} \Rightarrow I_B = I_A \frac{\rho_A}{\rho_B} \Rightarrow I_B = \frac{16}{56} I_A = \frac{2}{7} I_A$$

$$\begin{cases} I_A + I_B = 4/5 A \\ I_B = \frac{2}{7} I_A \end{cases} \Rightarrow I_A + \frac{2}{7} I_A = 4/5 \Rightarrow \frac{9}{7} I_A = 4/5 \Rightarrow I_A = 3/5 A$$

گزینه ۳

برای به دست آوردن مقاومت معادل ابتدا باید R را مشخص کنیم. اگر مقاومت معادل مقاومت‌های ۴۰ و ۱۰ اهمی را به دست بیاوریم آنگاه دو شاخه موازی با پتانسیل‌های یکسان داریم و می‌توانیم R را محاسبه کنیم:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{40} + \frac{1}{10} \Rightarrow R' = \frac{40}{5} = 8 \Omega$$

مقاومت R و 8Ω با هم موازی هستند و دارای اختلاف پتانسیل‌های یکسانی می‌باشند بنابراین:

$$\begin{cases} V_R = V_{8\Omega} \\ V = IR \end{cases} \Rightarrow I_R R = I_1 \times 8$$

حال کافی است با استفاده از قانون گره در نقطه B، I_3 را مشخص کنیم:

$$\begin{cases} I_2 = I_1 + I_3 \\ I_2 = 3 A \\ I_1 = 2/5 A \end{cases} \Rightarrow 3 = 2/5 + I_3 \Rightarrow I_3 = 8/5 A$$

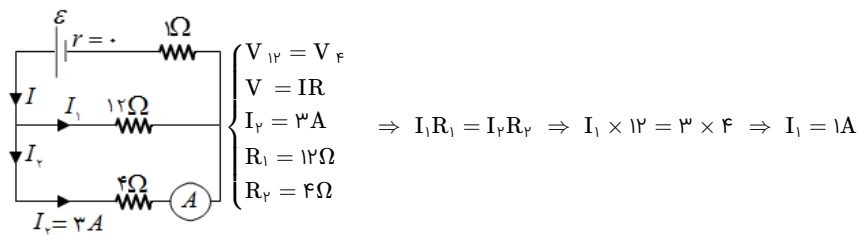
بنابراین R برابر است با:

$$I_3 R = I_1 \times 8 \Rightarrow \frac{1}{5} \times R = \frac{8}{5} \times 8 \Rightarrow R = 40 \Omega$$

حال ۳ مقاومت موازی داریم و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{40} + \frac{1}{40} + \frac{1}{10} \Rightarrow R_T = \frac{20}{3} \Omega$$

آمپرسنج مقدار جریانی را که از مقاومت 4Ω می‌گذرد نشان می‌دهد. باتوجه به اینکه اختلاف پتانسیل مقاومت‌های 12Ω و 4Ω یکسان می‌باشد، می‌توانیم جریانی که از مقاومت 12Ω می‌گذرد را به دست آوریم، تا در نهایت جریان کل محاسبه شود.



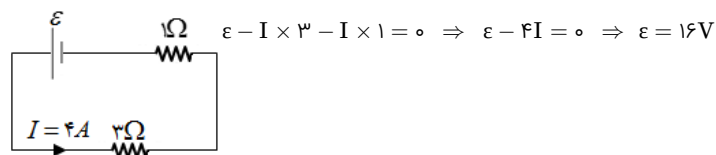
بنابراین جریان کل برابر است با:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_1 = 1A \\ I_2 = 3A \end{cases} \Rightarrow I = 1 + 3 = 4A$$

برای محاسبه نیروی محرکه مولد E ابتدا باید مقاومت معادل مقاومت‌های 4Ω و 12Ω را به دست بیاوریم. باتوجه به موازی بودن آن‌ها داریم:

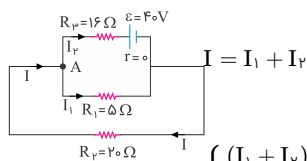
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} \Rightarrow R = 3\Omega$$

حال می‌توانیم از قاعده حلقه استفاده کنیم و نیروی محرکه مولد را به دست بیاوریم:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۱

جریان دلخواه I را در نظر می‌گیریم و برای گره A داریم:



حال از قاعده حلقه استفاده می‌کنیم؛ یک بار برای مسیری که I_2 در آن وجود دارد و بار دیگر برای مسیری که I_1 در آن هست. بنابراین:

$$\begin{cases} (I_1 + I_2) \times 20 + 16I_2 + 40 = 0 \\ (I_1 + I_2) 20 + 5I_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 36I_2 + 20I_1 + 40 = 0 & (I) \\ 25I_1 + 20I_2 = 0 & (II) \end{cases}$$

دستگاه دو معادله دو مجهول را حل می‌کنیم تا I_1 به دست آید:

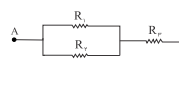
$$25I_1 + 20I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = -\frac{5}{4}I_1$$

$$\xrightarrow{(I)} -36 \times \left(-\frac{5}{4}I_1\right) + 20I_1 + 40 = 0 \Rightarrow -45I_1 + 20I_1 + 40 = 0 \Rightarrow 25I_1 = 40 \Rightarrow I_1 = 1.6A$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

ابتدا باید مقاومت معادل بین نقاط A و B را به دست بیاوریم و برابر با R_1 قرار دهیم.

مقاومت R_1 و R_2 با هم موازی هستند بنابراین:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

حال دو مقاومت داریم که به صورت متوالی بسته شده‌اند؛ از طرفی

$$R_{AB} = R_1$$

است، بنابراین R_3 برابر است با:

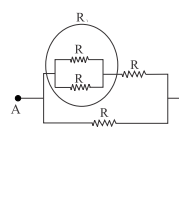


$$\begin{cases} R_{AB} = R + R_3 \\ R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ R_{AB} = R_1 \end{cases} \Rightarrow R_1 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 \Rightarrow R_3 = R_1 - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1^2}{(R_1 + R_2)}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۹

کافی است که مقاومت معادل R_{AB} را برحسب R به دست بیاوریم.

ابتدا مقاومت معادل بین دو مقاومتی که موازی بسته شده‌اند را به دست می‌آوریم:



$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_1 = \frac{R}{2}$$

$$R_2 = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$$

مقاومت‌های R_1 و R در شاخهٔ بالا متوالی هستند، بنابراین:

حالا تنها دو مقاومت موازی داریم:



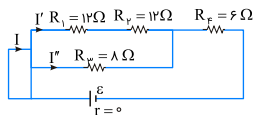
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\frac{3}{2}R} + \frac{1}{R} = \frac{5}{3R} \Rightarrow R_{AB} = \frac{3}{5}R$$

باتوجه به اینکه $R_{AB} = 3\Omega$ است، بنابراین:

$$3 = \frac{3}{5}R \Rightarrow R = 5\Omega$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۸

مدار به شکل زیر است.



از معادلهٔ $P = \frac{V^2}{R}$ ، برای محاسبهٔ توان مصرفی مقاومت‌ها استفاده می‌کنیم؛ ازطرفی ولتاژ کل، بین مقاومت R_4 و $R_{1,2,3}$ تقسیم می‌گردد:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 24\Omega$$

$$R_{1,2,3} = \frac{R_{1,2} \times R_3}{R_{1,2} + R_3} = \frac{24 \times 8}{24 + 8} = 6\Omega$$

چون $R_4 = R_{1,2,3} = 6\Omega$ است، ولتاژها نیز باهم برابر است ($V_4 = V_{1,2,3} = V$) در مقاومت‌های موازی ولتاژها باهم برابر هستند؛ بنابراین داریم:

$$V_3 = V_{1,2} = V_{1,2,3} = V$$

ازطرفی چون مقاومت‌های R_2 , R_1 باهم برابر و سری هستند، داریم:

$$V_1 = V_2 = \frac{V_{1,2}}{2} = \frac{V}{2}$$

پس نسبت توان مصرفی مقاومت R_4 به توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{\frac{V_4^2}{R_4}}{\frac{V_1^2}{R_1}} = \frac{V^2}{\frac{V^2}{4}} \times \frac{12}{6} = 8$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

وقتی کلید k باز است، مقاومت مدار شامل دو مقاومت ۱۲ اهمی متوالی است:

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} = \frac{\epsilon^2}{12 + 12} = \frac{12^2}{24} = 6W$$

وقتی کلید k بسته شود، مقاومت‌های ۶ و ۱۲ اهمی باهم موازی و با مقاومت ۱۲ اهمی بالا متوالی می‌شوند:

$$R_2 = \frac{6 \times 12}{6 + 12} + 12 = 16\Omega \Rightarrow P_2 = \frac{V^2}{R_2} = \frac{\epsilon^2}{16} = \frac{12^2}{16} = 9W$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 9 - 6 = 3W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

$$P_T = P_1 + P_2 : \text{توان مجموعه در حالت موازی}$$

$$\frac{1}{P_T} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \Rightarrow \frac{1}{P_T} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_1} = \frac{2}{P_1} \Rightarrow P_1 = 2 \times 40 = 80W$$

$$P_T = P_1 + P_2 = 2P_1 = 2 \times 80 = 160W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

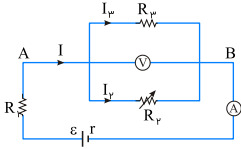
با افزایش مقاومت $R_۲$ ، مقاومت معادل کل مدار افزایش می‌یابد. از طرفی نیروی محرکهٔ مولد ثابت است؛ پس جریان الکتریکی کل مدار (I) کاهش می‌یابد. باتوجه‌به شکل، $R_۳$ و $R_۲$ و ولت‌سنج با یکدیگر موازی هستند؛ لذا اختلاف‌پتانسیل دو سر آن‌ها باهم برابر است:

$$V_۳ = V_۲ = V_{\text{ولت‌سنج}} \quad (۱)$$

اختلاف‌پتانسیل دو سر مقاومت $R_۳$ را محاسبه می‌کنیم:

$$V_۳ = \varepsilon - rI - R_۱I \quad (۲)$$

از رابطهٔ (۲) داریم: جریان الکتریکی کل I کاهش می‌یابد و مقادیر ε و r و $R_۱$ ثابت هستند، لذا $V_۳$ افزایش می‌یابد؛ و درنتیجه طبق رابطهٔ (۱) اختلاف‌پتانسیلی که ولت‌سنج نشان می‌دهد نیز افزایش می‌یابد.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۵

مطابق شکل، جریان I' را به دو روش می‌توان در نظر گرفت:

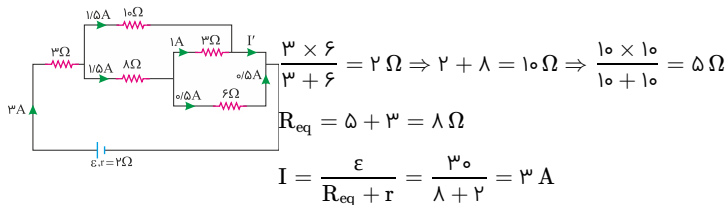
الف: مجموع جریان I' و جریان گذرنده از مقاومت ۶ اهمی برابر با جریان کل است که به باتری می‌رود.

ب: جریان I' مجموع جریان گذرنده از مقاومت ۱۰ اهمی و مقاومت ۳ اهمی (داخل شاخه) است.

بنابراین کافی است جریان کل مدار و جریان گذرنده از مقاومت‌ها را محاسبه کنیم.

ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:

مقاومت معادل و جریان مدار را محاسبه می‌کنیم:



جریان $۳ A$ بعد از عبور از مقاومت ۳ اهمی سمت چپ، بین دو شاخه به تساوی تقسیم می‌شود: $\frac{۳A}{۲} = ۱/۵ A$ جریان $۱/۵ A$ بین مقاومت‌های ۳ و ۶ اهمی موازی، تقسیم می‌شود، طوری‌که $۱ A$ از ۳ اهمی و $۰/۵ A$ از ۶ اهمی می‌گذرد. حال از روش (الف) داریم:

$$I' = I_{۱۰\Omega} + I_{۳\Omega} = ۱/۵ + ۱ = ۲/۵ A$$

و یا از روش (ب) نیز داریم:

$$I' + I_۶ = I \Rightarrow I' + ۰/۵ = ۳ \Rightarrow I' = ۲/۵ A$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

طبق رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ نتیجه می‌گیریم که توان مصرفی با مقاومت مدار نسبت وارون دارد.

هنگامی‌که هر دو کلید بسته شوند، مقاومت‌ها موازی‌شده و مقاومت مدار کمترین مقدار و توان مصرفی مدار بیشترین مقدار را خواهند داشت:

$$R_{\min} = \frac{۲۸۸}{۳} \Omega$$

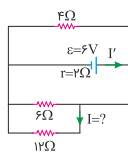
اگر فقط کلید شاخهٔ بالا بسته شود، مقاومت مدار بیشترین مقدار و توان مصرفی مدار کمترین مقدار را خواهند داشت:

$$R_{\max} = ۲۸۸ \Omega$$

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{\frac{V^۲}{R_{\min}}}{\frac{V^۲}{R_{\max}}} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \frac{۲۸۸}{\frac{۲۸۸}{۳}} = ۳$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

مقاومت $۱۲\ \Omega$ سمت راست مدار اتصال کوتاه شده است.



$$R_{eq} = ((۱۲ \parallel ۶) \parallel ۴) = ۲\ \Omega$$

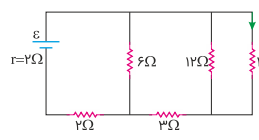
$$I' = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۶}{۲ + ۲} = ۱/۵\ \Omega$$

$$V_{۱۲\ \Omega} = \varepsilon - rI' = ۶ - ۲ \times ۱/۵ = ۳\ V$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۳}{۱۲} = ۰/۲۵\ A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

جریان مقاومت $۳۶\ \Omega$ را I در نظر می‌گیریم. بنابراین:



$$I_{۱۲\ \Omega} = \frac{۳۶}{۱۲} \times I = ۳I$$

$$I_{۳\ \Omega} = I + ۳I = ۴I$$

$$I_{۶\ \Omega} = \frac{((۳۶\ \Omega \parallel ۱۲\ \Omega) + ۳\ \Omega)}{۶} \times ۴I = ۸I$$

$$I_{۲\ \Omega} = I_{۶\ \Omega} + I_{۳\ \Omega} = ۸I + ۴I = ۱۲I$$

با توجه به جریان‌ها، توان هر مقاومت را محاسبه می‌کنیم.

$$P_{۳۶\ \Omega} = ۳۶I^۲$$

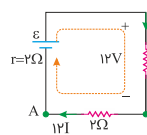
$$P_{۱۲\ \Omega} = ۱۲ \times (۳I)^۲ = ۱۰۸I^۲$$

$$P_{۳\ \Omega} = ۳ \times (۴I)^۲ = ۴۸I^۲$$

$$P_{۶\ \Omega} = ۶ \times (۸I)^۲ = ۶ \times ۶۴I^۲ = ۳۸۴I^۲$$

$$P_{۲\ \Omega} = ۲ \times (۱۲I)^۲ = ۲۸۸I^۲$$

بنابراین مقاومت $۶\ \Omega$ بیشترین توان مصرفی را دارد و اختلاف پتانسیل دو سر آن $۱۲\ V$ است.



$$۱۲ = ۶ \times I \Rightarrow I = \frac{۱۲}{۶} = \frac{۱}{۲}$$

$$V_A - ۲(۱۲I) + \varepsilon - ۱۲ - ۲(۱۲I) = V_A$$

$$\Rightarrow -۴I + \varepsilon = ۱۲ \Rightarrow -۴ \times \frac{۱}{۲} + \varepsilon = ۱۲ \Rightarrow \varepsilon = ۲۴\ V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

راه‌حل اول:

به ازای جریان‌های $I_۱ = ۳\ A$ و $I_۲ = ۵\ A$ توان‌های خروجی باتری یکسان است:

$$P = \varepsilon I - rI^۲ \Rightarrow ۳\varepsilon - ۹r = ۵\varepsilon - ۲۵r \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = ۸ \quad (*)$$

ولت‌سنج ولتاژ دو سر باتری را نشان می‌دهد، اگر این عدد صفر باشد یعنی:

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{V=0} 0 = \varepsilon - Ir \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} \xrightarrow{(*)} I = ۸\ A$$

راه‌حل دوم:

اگر به ازای جریان‌های $I_۱ = ۳\ A$ و $I_۲ = ۵\ A$ توان‌های خروجی باتری یکسان باشد به ازای $I = \frac{I_۱ + I_۲}{۲}$ توان خروجی بیشینه است. در این حالت $I = \frac{\varepsilon}{۲r}$ می‌باشد:

$$I = \frac{I_۱ + I_۲}{۲} = \frac{۳ + ۵}{۲} = ۴\ A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{۲r} \Rightarrow ۴ = \frac{\varepsilon}{۲r} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = ۸$$

معادله دو سر باتری $V = \varepsilon - Ir$ است. اگر $V = 0$ باشد داریم:

$$V = \varepsilon - Ir = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} = ۸\ A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

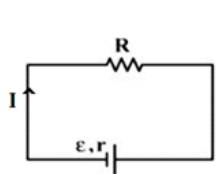
توان مصرفی لامپ را محاسبه می‌کنیم.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$\frac{P}{P'} = \left(\frac{V}{V'}\right)^2 \Rightarrow \frac{100}{P'} = \left(\frac{220}{220}\right)^2 \Rightarrow P' = \frac{10^6}{121} W = \frac{10}{121} kW$$

$$U = P \cdot t = \frac{10}{121} \times 11 = \frac{10}{11} kWh$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸



$$R_1 : P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow P_1 = P_2$$

$$R_2 : P_2 = R_2 I_2^2$$

$$\Rightarrow R_1 I_1^2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow R_1 \left(\frac{\varepsilon}{R_1 + r}\right)^2 = R_2 \left(\frac{\varepsilon}{R_2 + r}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{R_2 + r}{R_1 + r} = \frac{\sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1}} \xrightarrow{\text{تفضیل نسبت در صورت}} \frac{R_2 + r - R_1 - r}{R_1 + r} = \frac{\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}}{\sqrt{R_1}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{R_1}(R_2 - R_1) = (R_1 + r)(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})$$

$$\frac{R_2 - R_1}{\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}} = \frac{(R_1 + r)(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})}{\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}} \Rightarrow \sqrt{R_1}(\sqrt{R_2} + \sqrt{R_1}) = R_1 + r$$

$$\Rightarrow \sqrt{R_1 R_2} + R_1 = R_1 + r \Rightarrow r = \sqrt{R_1 R_2}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۵

گام اول

$$\begin{cases} V_1 = 12V \\ P_1 = 36W \end{cases} \leftarrow \begin{matrix} 12V \text{ و } 36W \text{ مشخصات لامپی با مشخصات} \end{matrix}$$

$$V_2 = 8V \leftarrow \begin{matrix} \text{به منبع برق ۸ ولت وصل می‌کنیم} \end{matrix}$$

$$R_1 = R_2 \leftarrow \begin{matrix} \text{اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند} \end{matrix}$$

$$P_2 = ? W \leftarrow \begin{matrix} \text{د) توانش چند وات می‌شود؟} \end{matrix}$$

گام دوم

با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ می‌توانیم مقدار P_2 را به دست بیاوریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \times \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{P_2}{36} = \left(\frac{8}{12}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{36} = \frac{4}{9} \Rightarrow P_2 = 16W$$

گام اول

$$\begin{cases} L = 2\text{ m} \\ A = 0.2\text{ mm}^2 = 2 \times 10^{-7}\text{ m}^2 \end{cases} \leftarrow 0.2\text{ mm}^2 \text{ مقطع}$$

$$V = 200\text{ V} \leftarrow \text{اختلاف پتانسیل دو سیم ۲۰۰ ولت}$$

$$t = 20\text{ min} = \frac{1}{3}\text{ h} \leftarrow \text{در مدت ۲۰ دقیقه}$$

$$U = ?\text{ kWh} \leftarrow \text{چند کیلووات ساعت انرژی در این سیم مصرف می‌شود؟}$$

گام دوم

$$\text{ابتدا از رابطه } R = \rho \frac{L}{A} \text{ مقاومت سیم را به دست می‌آوریم، سپس از رابطه } P = \frac{V^2}{R} \text{ توان و از } U = P t \text{ انرژی مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:}$$

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ \rho = 10^{-6}\Omega\text{m} \end{cases} \Rightarrow R = 10^{-6} \times \frac{2}{2 \times 10^{-7}} = 10\Omega$$

$$P = \frac{V^2}{R}, \quad U = P t$$

$$\Rightarrow U = \frac{V^2 t}{R} \Rightarrow U = \frac{(200)^2 \times \frac{1}{3}}{10} = \frac{4000}{3}\text{ W.h} = \frac{4}{3}\text{ kWh}$$

گام اول

$$P_r = 8\text{ W} \leftarrow \text{الف) اگر توان تلف‌شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد}$$

$$R = ?\Omega \leftarrow \text{ب) مقاومت R چند اهم است؟}$$

گام دوم

با استفاده از توان مقاومت داخلی جریان مدار محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} P = r I^2 \\ r = 2\Omega \\ P = 8\text{ W} \end{cases} \Rightarrow 8 = 2 \times I^2 \Rightarrow I = 2\text{ A}$$

با استفاده از قاعده حلقه می‌توانیم مقاومت R را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} \varepsilon - IR - Ir = 0 \\ \varepsilon = 12\text{ V} \\ r = 2\Omega \\ I = 2\text{ A} \end{cases} \Rightarrow 12 - 2 \times R - 2 \times 2 = 0 \Rightarrow R = 4\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

گام اول

الف) روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده $\leftarrow P_1 = 100W$, $V_1 = 200V$
 ب) اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند $\leftarrow P_2 = 100 - 19 = 81W$
 ج) افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟ $\leftarrow \Delta V = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ توان مصرفی $P = \frac{V^2}{R}$ خواهیم داشت:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{V_2^2}{R}}{\frac{V_1^2}{R}} \Rightarrow \frac{81}{100} = \left(\frac{V_2}{200} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{9}{10} = \frac{V_2}{200} \Rightarrow V_2 = 180V$$

$$\Delta V = 180 - 200 = -20V$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ افت ولتاژ است.

گزینه ۴

۱۵۱

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۰

گام اول

الف) ولت‌سنج ۱۸ ولت را نشان می‌دهد $\leftarrow \varepsilon - V_r = V_R = 18V$
 ب) توان مصرفی مقاومت R چندبرابر توان مصرفی مقاومت r است؟ $\leftarrow \frac{P_R}{P_r} = ?$

گام دوم

ابتدا مقدار V_r را محاسبه می‌کنیم:

$$\varepsilon - V_r = 18 \Rightarrow V_r = \varepsilon - 18 = 20 - 18 = 2V$$

ازطرفی جریان عبوری از مقاومت‌ها باهم برابر می‌باشند ($I_R = I_r$)، بنابراین:

$$P = V I \Rightarrow \frac{P_R}{P_r} = \frac{V_R I_R}{V_r I_r} = \frac{18}{2} = 9$$

گزینه ۱

۱۵۲

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi r^2} = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^2} = 17 \times 10^{-2} \Omega$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{17^2}{17 \times 10^{-2}} = \frac{17 \times 17}{17 \times 10^{-2}} = \frac{17}{10^{-2}} = 1700W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

گزینه ۲

۱۵۳

در ابتدا انرژی مصرف‌شده در هر خانه در یک ماه و پس‌ازآن مبلغ را محاسبه می‌کنیم:

$$U = P t = 0/1 \times 5 = 0/5 kWh$$

$$\text{مقدار برق مصرف‌شده در یک خانه در یک ماه} = 0/5 \times 30 = 15 kWh$$

$$\text{مقدار برق مصرفی اضافی در کل تهران و در یک ماه} = 15 \times 2 \times 10^6 = 3 \times 10^7 kWh$$

$$\text{سه میلیارد ریال} = 3 \times 10^9 \times 100 = 3 \times 10^7 \times 100 = 3 \times 10^9$$

قلمچی علوم تجربی چهارم آزمون شماره ۴ ۱۳۹۵

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۸