



واسه دریافت شگفتانه بزن رو لوگو



منبع:

گزینه ۲

۱

تمام مقاومت‌ها متوالی هستند، بنابراین آمپرسنج جریانی عبوری از تمام مقاومت‌ها را نشان می‌دهد. ابتدا مقاومت R را به دست می‌آوریم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{0.8} = 15 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R + R_2 = 4 + 15 + 9 = 28 \Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} \Rightarrow 0.8 = \frac{\mathcal{E}}{2 + 28} \Rightarrow \mathcal{E} = 0.8 \times 30 = 24 V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

گزینه ۱

۲

جریان خروجی از رُوستا، 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

گزینه ۱

۳

اختلاف پتانسیل دو سر باتری V در نظر می‌گیریم؛ بنابراین اختلاف پتانسیل مقاومت R_3 ، برابر V و اختلاف پتانسیل هر یک از مقاومت‌های R_1 و R_2 ، برابر $\frac{V}{2}$ است. بنابراین توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها، برابر است با:

$$P_1 = P_2 = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} = \frac{1}{4} \frac{V^2}{R}$$

$$P_3 = \frac{(V)^2}{R}$$

بنا بر توان‌های به‌دست‌آمده، گزینه ۱ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

گزینه ۲

۴

$$P = \mathcal{E}I - RI^2 \Rightarrow \begin{cases} 9/5 = 5\mathcal{E} - 25r \\ 12/6 = 6\mathcal{E} - 36r \end{cases}$$

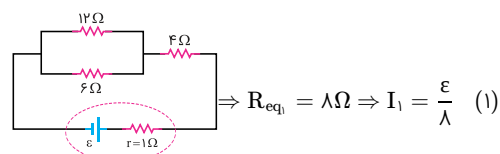
$$\Rightarrow r = 0.5 \Omega, \mathcal{E} = 2/15 V$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

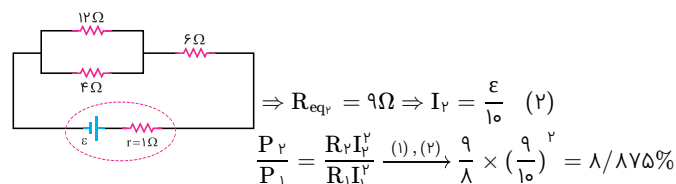
گزینه ۱

۵

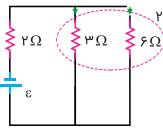
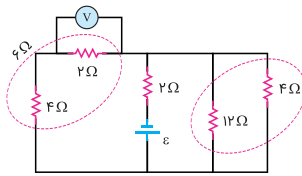
حالت اول:



حالت دوم:



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳



$$V = RI \Rightarrow 4 = 2I \Rightarrow I = 2A = x$$

$$I_t = 2x + x = 3x = 3 \times 2 = 6A$$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 6 = \frac{\varepsilon}{6} \Rightarrow \varepsilon = 36V$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

$$U = RI^2 t \xrightarrow{t=5} U_1 = 2U_2 \Rightarrow R_1 I_1^2 = 2R_2 I_2^2$$

$$\Rightarrow R_1 = 2R_2 \Rightarrow R_T = 3R_2$$

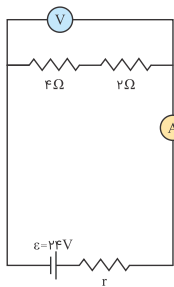
دومقاومت متوالی‌اند پس $I_1 = I_2$.
توان مصرفی کل مدار را می‌یابیم:

$$U_1 = R_1 I^2 t \Rightarrow 5/\omega = 2RI^2(\omega) \Rightarrow RI^2 = \frac{1}{2\omega}$$

$$P_T = 3RI^2 = \frac{3}{2\omega} W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۳

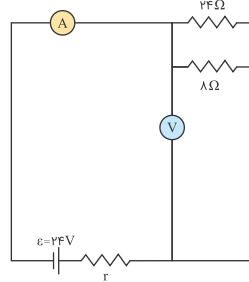
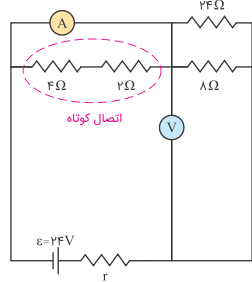
موازی شدن آمپرسنج آرمانی با دو مقاومت 8Ω و 24Ω ، سبب اتصال کوتاه شدن آن‌ها می‌شود. بنابراین شکل مدار، به صورت زیر ساده می‌شود:
جریان باتری، همان عددی است که آمپرسنج نشان می‌دهد. عدد ولت‌سنج نیز اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.



$$R_{eq} = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{6 + r}$$

$$V = 6I = \frac{6 \times 24}{6 + r}$$



با جابه‌جا شدن V و A ، دو مقاومت سری 2Ω و 4Ω دچار اتصال کوتاه می‌شوند و شکل مدار، به صورت زیر می‌شود:

$$R_{eq} = \frac{24 \times 8}{24 + 8} = \frac{24}{3 + 1} = 6\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{6 + r}$$

$$V = R_{eq} I = 6I = \frac{6 \times 24}{6 + r}$$

بنابراین گزینه ۳ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

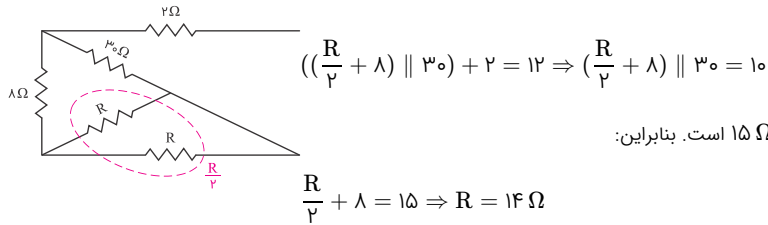
ابتدا جریان عبوری از باتری و مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow 12 = 18 - 2I \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 3 = \frac{18}{R_{eq} + 2} \Rightarrow R_{eq} = 4 \Omega$$

از این جا به بعد، برای اینکه خیلی درگیر محاسبات نشویم، بهتر است کمی ابتکار به خرج بدهیم. مقاومت 4Ω و 8Ω و معادل بقیه، با هم موازی‌اند. پس معادل بقیه را به دست می‌آوریم.

$$\frac{1}{24} + \frac{1}{8} + \frac{1}{R'} = \frac{1}{4} \Rightarrow R' = 12 \Omega$$



معادل 30Ω ، با چه مقاومتی برابر 10Ω می‌شود؟ با مقاومت 15Ω . پس $\frac{R}{2} + 8$ برابر 15Ω است. بنابراین:

$$\frac{R}{2} + 8 = 15 \Rightarrow R = 14 \Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

کافی است از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ استفاده می‌کنیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R = 3 \times 10^{-5} \times \frac{17 \times 10^3 \times 10^2}{51} = 1 \Omega$$

تذکر: چون ρ برحسب $\Omega \cdot \text{cm}$ ، و مساحت برحسب cm^2 است، طول ریل برحسب cm جایگذاری شده است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

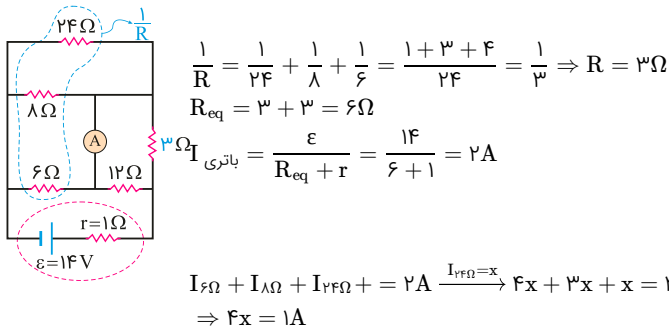
در حالت موازی اختلاف پتانسیل هر یک از لامپ‌ها با E برابر است و در حالت متوالی اختلاف پتانسیل هر یک از لامپ‌ها $\frac{E}{2}$ است. بنابراین توان لامپ‌ها را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = P_2 = \frac{\left(\frac{E}{2}\right)^2}{R} = \frac{E^2}{4R} \\ P_3 = P_4 = \frac{E^2}{R} \end{cases}$$

با توجه به توان‌های به دست آمده گزینه (۳) درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

دو مقاومت ۴Ω و ۱۲Ω باهم موازی‌اند. معادل آن‌ها ۳Ω است که به جای ۴Ω قرار می‌گیرد و مقاومت ۱۲Ω حذف می‌شود. بنابراین شکل ساده‌شده مدار به صورت زیر می‌شود. سه مقاومت ۸Ω ، ۲۴Ω و ۶Ω باهم موازی‌اند.

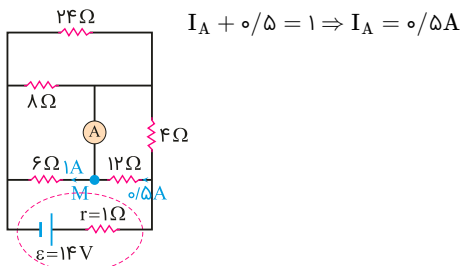


جریان عبوری از مقاومت ۶Ω را حساب می‌کنیم:

جریان عبوری از مقاومت ۱۲Ω در مدار اصلی را به دست می‌آوریم:

$$I_{12\Omega} + I_{6\Omega} = 2 \Rightarrow I_{12\Omega} = 0.5A$$

حالا با توجه به قبل، جریان عبوری از آمپرسنج را به دست می‌آوریم:



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

ابتدا توان مصرفی بخاری را برحسب کیلووات به دست می‌آوریم:

$$P = VI = 220 \times 10 = 2/2 \times 10^3 W = 2/2 kW$$

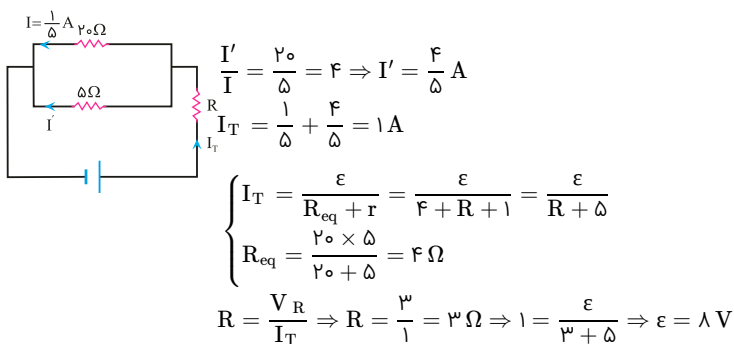
انرژی مصرفی را برحسب کیلووات ساعت تعیین می‌کنیم. برای این منظور توان را برحسب کیلووات در مدت زمان برحسب ساعت ضرب می‌کنیم.

$$U = P \times t = 2/2 \times (30 \times 5h) = 330 kW \cdot h$$

در نهایت بهای برق را حساب می‌کنیم:

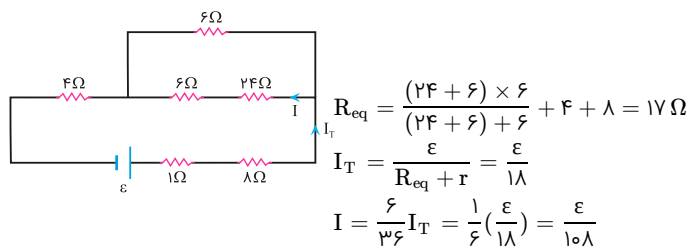
$$\text{تومان} = 330 \times 50 = 16500$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۳

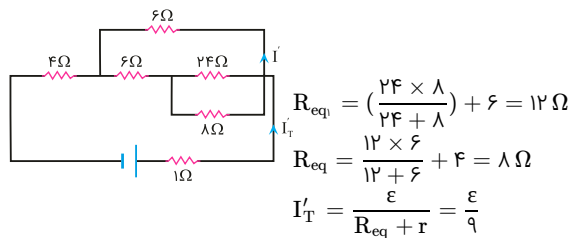


کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

اگر کلید K باز باشد:



اگر کلید K بسته باشد:



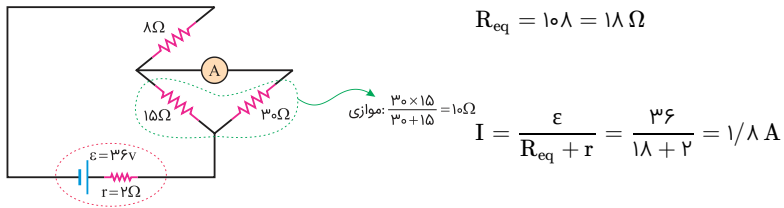
$$I' = \frac{12}{18} I'_T = \frac{12}{18} \left(\frac{\varepsilon}{9} \right) = \frac{2}{27} \varepsilon$$

بنابراین نسبت جریان‌ها برابر است با:

$$\frac{I'}{I} = \frac{\frac{2}{27} \varepsilon}{\frac{\varepsilon}{72}} = 8$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

در حالتی که کلید باز است مقاومت $24\ \Omega$ از مدار خارج می‌شود:

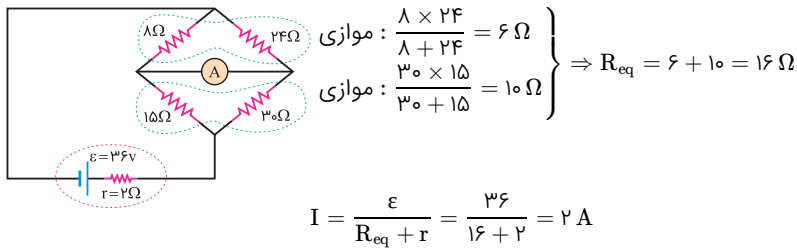


در مدارهای موازی جریان به نسبت عکس مقاومت ها تقسیم می‌شود پس:

$$I = 2I_1 \quad I = I_1 + I_2 = 1.2 \Rightarrow 2I_1 + I_1 = 1.2 \Rightarrow I_1 = 0.4\ \text{A}, I_2 = 1.2 - 0.4 = 0.8\ \text{A}$$

آمپرسنج جریان I_1 را نشان می‌دهد که برابر $0.4\ \text{A}$ است.

در حالی که کلید بسته است داریم:



و مطابق قسمت اول تکرار می‌کنیم:

$$\begin{cases} I_2 = 2I_1 \\ 3I_1 = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{2}{3}\ \text{A} \\ I_2 = \frac{4}{3}\ \text{A} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_2 + I_3 = 2 \\ I_3 = 3I_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2 = 0.8\ \text{A} \\ I_3 = 1.2\ \text{A} \end{cases}$$

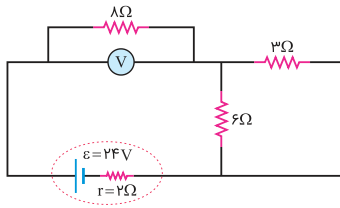
جریانی که آمپرسنج در این حالت نشان می‌دهد برابر $\frac{1}{6}\ \text{A}$ است.

$$I_3 - I_1 = \frac{1}{2} - \frac{2}{3} = \frac{1}{6}$$

خواسته سوال تغییرات جریان است پس:

$$\Delta I = 0.8 - \frac{1}{6} = \frac{11}{6}\ \text{A}$$

در حالت کلید باز:

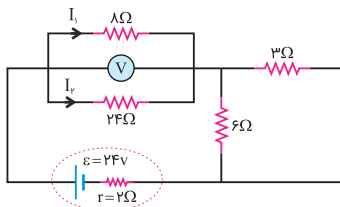


$$R_{eq} = 8 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 10 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{10 + 2} = 2 \text{ A}$$

ولت سنج 16 V را نشان می‌دهد $\Rightarrow$ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 8 اهمی

در حالت کلید بسته:



$$R'_{eq} = \frac{8 \times 24}{8 + 24} + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 8 \Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{24}{8 + 2} = 2/4 \text{ A}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = 3I_v \\ I_1 + I_v = 2/4 \end{array} \right\} \Rightarrow I_v = 0/6 \text{ A}$$

در مقاومت‌های موازی، جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، پس:

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 24 اهمی همان عدد ولت سنج است پس:

$$V' = 24 \times 0/6 = 14/4 \text{ V}$$

خواسته سوال تغییرات عدد ولت سنج در دو حالت است پس:

$$\Delta V = V' - V = 16 - 14/4 = 1/6 \text{ V}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲

طبق صورت سوال متوالی $P = \frac{9}{4} P$ موازی P و می‌دانیم $P = RI^2$ است پس:
(اندیس ۱ حالت موازی و اندیس ۲ حالت متوالی است)

$$\left. \begin{array}{l} P = RI^2 \\ I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \end{array} \right\} \Rightarrow P = R_{eq} \frac{\varepsilon^2}{(R_{eq} + r)^2}$$

$$\xrightarrow{P_1 = \frac{9}{4} P_2} \frac{R_{eq1} \times 4 \varepsilon^2}{(R_{eq1} + r)^2} = \frac{9}{4} \frac{R_{eq2} \times 4 \varepsilon^2}{(R_{eq2} + r)^2}$$

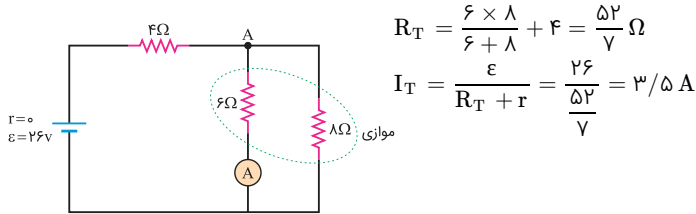
$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_{eq1} = \frac{8 \times R_2}{8 + R_2} \\ R_{eq2} = 8 + R_2 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\frac{8R_2}{8+R_2}}{\left(\frac{8R_2}{8+R_2} + 2\right)^2} = \frac{9}{4} \frac{(8+R_2)}{(10+R_2)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{8R_2}{(8+R_2) \left(\frac{(10R_2+16)}{8+R_2}\right)^2} = \frac{9(8+R_2)}{4(10+R_2)^2} \Rightarrow \frac{(8+R_2)8R_2}{(10R_2+16)^2} = \frac{9(8+R_2)}{4(10+R_2)^2}$$

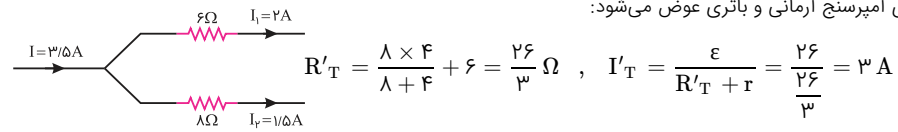
$$\Rightarrow \frac{8R_2}{(10R_2+16)^2} = \frac{9}{4(10+R_2)^2}$$

با جاگذاری گزینه‌ها، جواب $R_2 = 8 \Omega$ پاسخ معادله بالا می‌شود.

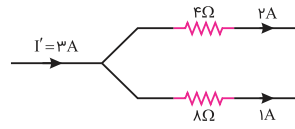
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲



جریان در شاخه‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، پس:
در حالت دوم که جای آمپرسنج آرمانی و باتری عوض می‌شود:



تغییرات جریانی مقاومت ۸ اهمی $= 1/5 - 1 = 0/5 A$



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

$$\text{حالت اول: } I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{6} = 2 A \Rightarrow V = \varepsilon - I_r = 12 - 2(1) = 10 V$$

$$\text{حالت دوم: } I = 0 \Rightarrow V = \varepsilon = 12 V$$

مورد الف و ب درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

$$\left. \begin{aligned} \text{در حالت متوالی: } I &= \frac{24}{R_T + 2} = \frac{24}{R_v + 6} \\ \text{در حالت موازی: } I &= \frac{24}{\frac{4R_v}{6 + R_v} + 2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{P_v} = \frac{R_T I_1^2}{R'_T I_v^2}$$

$$\Rightarrow \frac{64}{100} = \frac{(R_v + 4) \left(\frac{24}{R_v + 6} \right)^2}{\left(\frac{4R_v}{6 + R_v} \right) \left(\frac{24}{\frac{4R_v}{6 + R_v} + 2} \right)^2}$$

با جاگذاری گزینه‌ها در معادله بالا $R_v = 4 \Omega$ به دست می‌آید.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

ابتدا مقاومت سیم را حساب می‌کنیم:

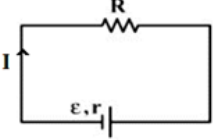
$$R = \rho \frac{L}{A} = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi r^2} = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi (1 \times 10^{-3})^2} = 17 \times 10^{-2} \Omega$$

حال توان تولید گرما را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{17^2}{17 \times 10^{-2}} = \frac{17 \times 17}{17 \times 10^{-2}} = \frac{17}{10^{-2}} = 1700 W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

با توجه به رابطه توان داریم:



$$\begin{aligned}
 R_1 : P_1 &= R_1 I_1^2 \\
 R_2 : P_2 &= R_2 I_2^2 \Rightarrow P_1 = P_2 \\
 R_1 I_1^2 &= R_2 I_2^2 \Rightarrow R_1 \left(\frac{\varepsilon}{R_1 + r} \right)^2 = R_2 \left(\frac{\varepsilon}{R_2 + r} \right)^2 \\
 \Rightarrow \frac{R_2 + r}{R_1 + r} &= \frac{\sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1}} \xrightarrow{\text{تفضیل نسبت در صورت}} \frac{R_2 + r - R_1 - r}{R_1 + r} = \frac{\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}}{\sqrt{R_1}} \\
 \Rightarrow \sqrt{R_1} (R_2 - R_1) &= (R_1 + r) (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}) \\
 \frac{R_2 - R_1 = (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})(\sqrt{R_2} + \sqrt{R_1})}{\sqrt{R_1} (\sqrt{R_2} + \sqrt{R_1})} &\Rightarrow \sqrt{R_1} (\sqrt{R_2} + \sqrt{R_1}) = R_1 + r \\
 \Rightarrow \sqrt{R_1 R_2} + R_1 &= R_1 + r \Rightarrow r = \sqrt{R_1 R_2}
 \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

گام اول

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

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

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

د) مقاومت ویژه سیم B چندبرابر مقاومت ویژه سیم A است؟ $\leftarrow \frac{\rho'_B}{\rho'_A} = ?$ (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:

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &\Rightarrow \rho'_A \frac{l_A}{A_A} = \rho'_B \frac{l_B}{A_B} \xrightarrow{A = \frac{V}{L}} \frac{\rho'_B}{\rho'_A} = \frac{\frac{V_B}{L_B}}{\frac{V_A}{L_A}} = \frac{V_B}{V_A} \\
 \Rightarrow \frac{\rho'_B}{\rho'_A} &= \frac{\frac{m_B}{m_A}}{\frac{\rho_A}{\rho_A}} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{2}{3} m_A}{m_A} \times \frac{\rho_A}{\frac{1}{3} \rho_A} = 2
 \end{aligned}$$

گام اول

- الف) طول یک سیم فلزی ۱۰ سانتی‌متر $\leftarrow L_1 = 10\text{cm}$
 ب) و قطر مقطع آن ۲ mm است $\leftarrow d = 2\text{mm}$
 ج) اگر مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود $\leftarrow \frac{R_2}{R_1} = 16$
 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:

$$\begin{cases} \frac{R_2}{R_1} = 16 \\ R = \rho \frac{L}{A} \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{L_2}{A_2}}{\frac{L_1}{A_1}} = \frac{L_2 A_1}{L_1 A_2} = 16$$

از آنجاکه حجم سیم ثابت باقی می‌ماند داریم:

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

بنابراین:

$$\begin{cases} \frac{L_2 A_1}{L_1 A_2} = 16 \\ \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1} \\ L_1 = 10\text{cm} \end{cases} \Rightarrow 16 = \frac{L_2}{10} \Rightarrow L_2 = 160 \Rightarrow L_2 = 1.6\text{m}$$

گام اول

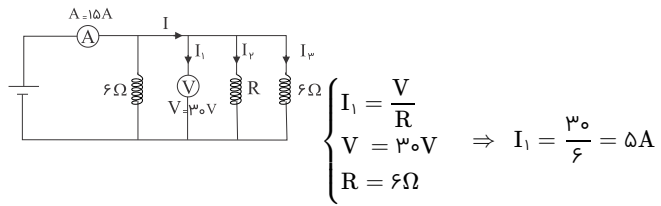
- الف) طول سیم مسی A دو برابر طول سیم مسی B است $\leftarrow L_A = 2L_B$, $\rho_A = \rho_B$
 ب) قطر مقطع سیم A نصف قطر مقطع سیم B است $\leftarrow A_A = \frac{1}{4}A_B$ $\xrightarrow{A=\frac{\pi}{4}D^2}$ $D_A = \frac{1}{2}D_B$
 ج) مقاومت الکتریکی سیم A، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟ $\leftarrow \frac{R_A}{R_B} = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه زیر داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} = 2 \times 4 = 8$$

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 $I_۳$, $I_۱$ باهم برابرند، زیرا مقاومت‌های برابری دارند:

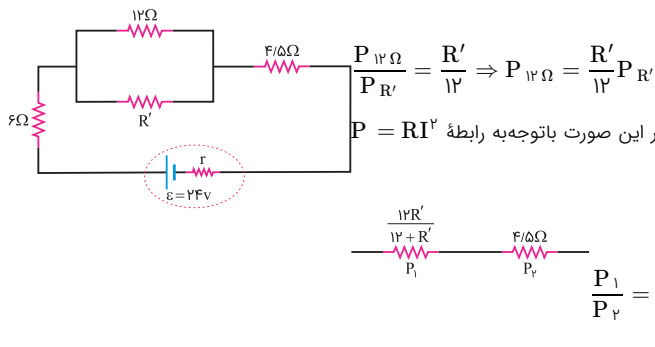
از قانون گره استفاده می‌کنیم تا $I_۲$ را به دست بیاوریم:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 + I_3 \\ I_1 = I_3 = ۵A \\ I = ۱۵A \end{cases} \Rightarrow ۱۵ = ۵ + I_2 + ۵ \Rightarrow I_2 = ۵A$$

از آنجایی که $I_1 = I_2 = I_3$ است و هر سه مقاومت ولتاژ یکسانی دارند، مقاومتشان نیز باهم برابر است: $R = ۶\Omega$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۹

دو مقاومت ۱۲Ω و R' موازی هستند. پس باتوجه به رابطه محاسبه توان ($P = \frac{V^2}{R}$) می‌توان نوشت:



می‌توان نوشت:

با ساده کردن رابطه بالا خواهیم داشت:

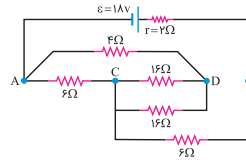
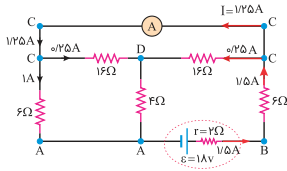
$$\frac{\lambda}{12+R'} = \frac{1/5(12+R')}{\lambda R'} \Rightarrow 64R' = R'^2 + 24R' + 144$$

$$\Rightarrow R'^2 - 40R' + 144 = 0 \Rightarrow (R' - 4)(R' - 36) = 0$$

$$\Rightarrow R_{\min} = 4\Omega, \quad R_{\max} = 36\Omega$$

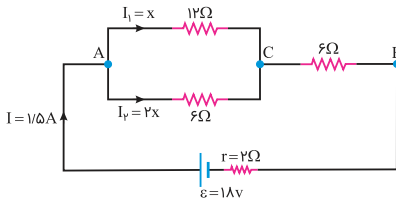
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

ابتدا با استفاده از روش نقطه‌گذاری جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:



$$\begin{aligned} R_{eq1} &= \frac{16 \times 16}{16 + 16} = 8 \Omega \\ R_{eq2} &= 8 + 4 = 12 \Omega \\ R_{eq3} &= \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \Omega \\ R_{eq} &= 4 + 6 = 10 \Omega \\ I &= \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{12} = 1.5 \text{ A} \end{aligned}$$

اکنون برای محاسبهٔ جریان عبوری از آمپرسنج، سهم جریان عبوری از مقاومت‌ها را حساب می‌کنیم:



$$3x = 1/5 \Rightarrow x = 0.2 \text{ A} \Rightarrow I_1 = 0.2 \text{ A}, I_2 = 1 \text{ A}$$

با استفاده از شکل مدار اولیه و مشخص کردن جریان عبوری از هر مقاومت، جریان عبوری از آمپرسنج $1/25 \text{ A}$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

قبل از وصل کلید:

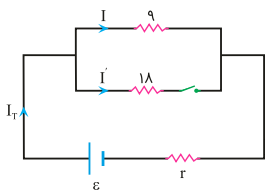
$$I = \frac{\varepsilon}{3R + r}, \quad V = \varepsilon - rI = \varepsilon - r\left(\frac{\varepsilon}{3R + r}\right)$$

پس از وصل کلید:

$$I' = \frac{\varepsilon}{2R + r}, \quad V = \varepsilon - rI' = \varepsilon - r\left(\frac{\varepsilon}{2R + r}\right)$$

چون مقاومت معادل مدار پس از وصل کلید کاهش می‌یابد، جریان عبوری از مدار افزایش یافته و اختلاف پتانسیل دو سر باتری کاهش پیدا می‌کند. ازطرفی با افزایش جریان مدار و حذف لامپ (۳)، سهم اختلاف پتانسیل لامپ‌های (۱) و (۲) نسبت به حالت قبل افزایش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲



$$\begin{aligned} \frac{I'}{I} &= \frac{9}{18} \Rightarrow I' = 1 \text{ A} \\ I_T &= I + I' \Rightarrow I_T = 3 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} I_T = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 3 = \frac{\varepsilon}{6 + r} \Rightarrow 18 + 3r = \varepsilon \\ R_{eq} = \frac{9 \times 18}{9 + 18} = 6 \Omega \end{cases}$$

اگر کلید قطع شود:

$$\begin{cases} I_T = I + I' \\ I' = 0 \end{cases} \Rightarrow I_T = 2/25$$

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} \Rightarrow 2/25 = \frac{18 + 3r}{9 + r} \Rightarrow 20/25 + 2/25r = 18 + 3r \\ &\Rightarrow r = 3 \Omega \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

گام اول

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

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 درنهایت از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ استفاده می‌کنیم تا نسبت سطح مقطع دو سیم به دست آید:

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

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

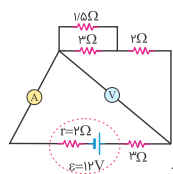
$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ A = (rL, 1/\omega\rho, A) \\ B = (L, \frac{1}{3}\rho, A) \\ C = (L, \rho, A) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_A = \frac{3}{2} \times 2 \frac{\rho \times L}{A} = 3 \frac{\rho L}{A} \\ R_B = \frac{1}{2} \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 2R_B = \rho \frac{L}{A} \\ R_C = \rho \frac{L}{A} \end{cases}$$

بنابراین داریم:

$$\begin{cases} R_C = \rho \frac{L}{A} \\ R_A = 3 \frac{\rho L}{A} \end{cases} \Rightarrow R_A = 3R_C$$

$$\begin{cases} 2R_B = \rho \frac{L}{A} \\ R_C = \rho \frac{L}{A} \end{cases} \Rightarrow 2R_B = R_C$$

گام اول: مقاومت‌های 4Ω و 12Ω با آمپرسنج آرمانی موازی‌اند پس اتصال کوتاه می‌شوند. شکل ساده‌شده مدار به صورت زیر خواهد شد. بنابراین با یک مدار تک حلقه روبه‌رو هستیم.

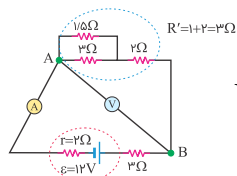


$$R_{eq} = \frac{1/5 \times 3}{1/5 + 3} + 2 + 3 = 6\Omega$$

$$I_{\text{باتری}} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{6 + 2} = \frac{12}{8} = 1/5 A$$

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

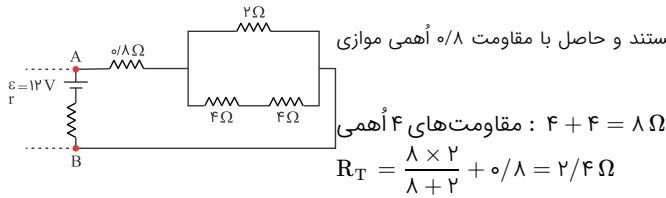
گام سوم: عدد ولت‌سنج برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل شاخه بالای ولت‌سنج است. پس:



$$V = V_{AB} = R'I = 3 \times 1/5 = 4/5 V$$



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: $V_{\text{مولد}} = V_{AB}$



در ادامه داریم:

$$P_{۲\Omega} = R_{۲\Omega} I_{۲\Omega}^2 \Rightarrow \lambda = ۲ I_{۲\Omega}^2 \Rightarrow I_{۲\Omega} = ۲A$$

جریان مقاومت ۲ اهمی:

$$\Rightarrow V_{۲\Omega} = I_{۲\Omega} R = ۲ \times ۲ = ۴V$$

$$\Rightarrow V_{\text{اهمی } ۴} = V_{۲\Omega} = ۴V$$

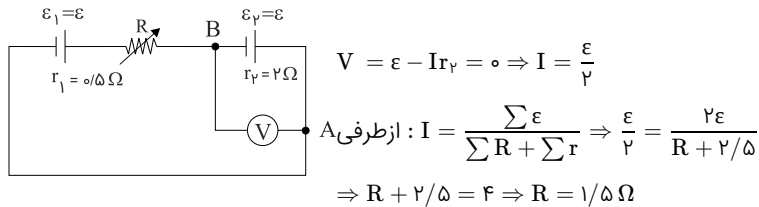
$$\Rightarrow I_{\text{اهمی } ۴} \times R_{\text{اهمی } ۴} = ۴V \Rightarrow I_{\text{اهمی } ۴} \times \lambda = ۴ \Rightarrow I_{\text{اهمی } ۴} = ۰/۵A$$

$$\Rightarrow I_T = ۲ + ۰/۵ = ۲/۵A$$

$$V_{\text{مولد}} = V_{AB} = I_T R_T = ۲/۵ \times ۲/۴ = ۰.۶V$$

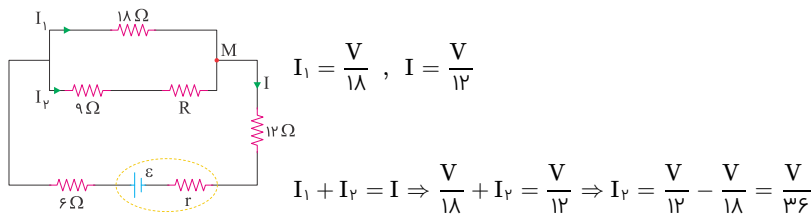
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

با استفاده از رابطه زیر، مقدار R را به دست می‌آوریم:



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

با توجه به رابطه $R = \frac{V}{I}$ می‌توانیم بنویسیم:



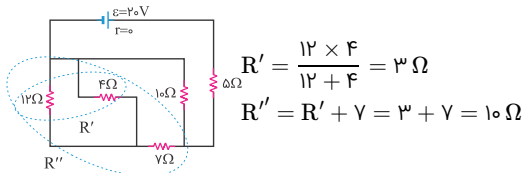
برای محاسبه جریان کل می‌توان نوشت:

جریان I_1 دو برابر جریان I_2 است بنابراین مقاومت شاخه پایینی دو برابر مقاومت شاخه بالا است:

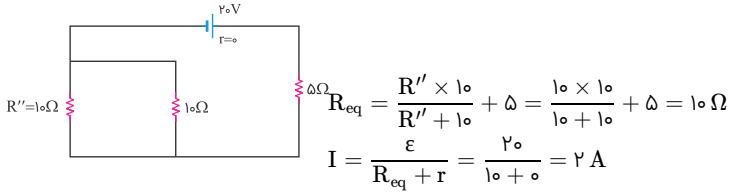
$$9 + R = 2 \times 18 \Rightarrow R = 36 - 9 = ۲۷ \Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

گام اول: ابتدا مدار را کمی ساده می‌کنیم. دو مقاومت $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ باهم موازی و معادل آن‌ها با $3\ \Omega$ سری است. پس:

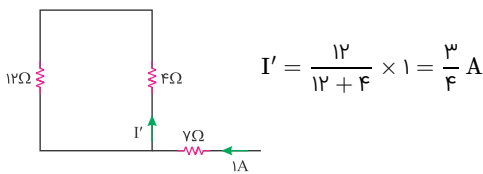


شکل ساده‌شدهٔ مدار به‌صورت زیر است:



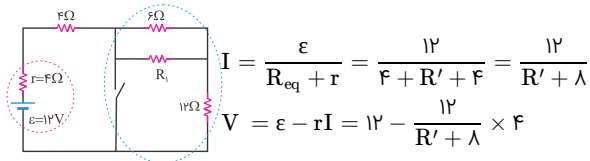
گام دوم: مقاومت معادل مدار و جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌ها را تعیین می‌کنیم.

گام سوم: جریان $2\ \text{A}$ بین دو مقاومت R'' و $10\ \Omega$ تقسیم‌شده و از هر یک $1\ \text{A}$ عبور می‌کند. پس جریان عبوری از R'' که معادل $7\ \Omega$ ، $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ بود (به‌صورت شکل زیر) برابر $1\ \text{A}$ است. باتوجه‌به شکل جریان عبوری از $4\ \Omega$ برابر است با:

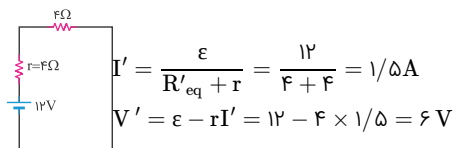


کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

گام اول: قبل از بسته‌شدن کلید، مقاومت معادل قسمت مشخص‌شده 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 بسته‌شدن کلید، مقاومت معادل R' اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌گردد. در این حالت ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

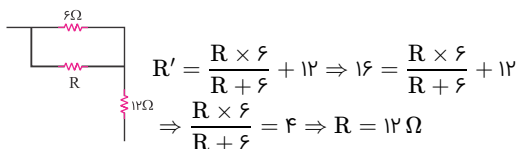


گام سوم: طبق گفتهٔ سوال، $\frac{V' - V}{V} \times 100 = -40$ است، پس:

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

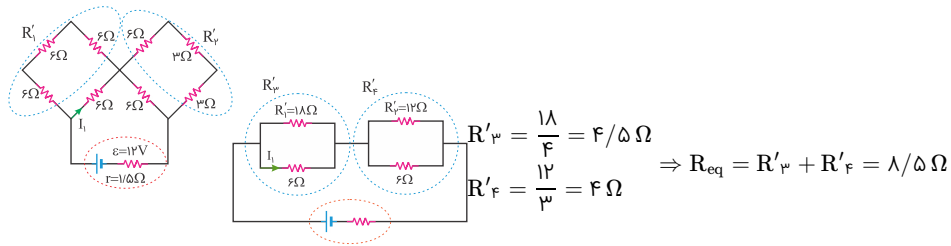
$$\Rightarrow 6 = 0.6(12 - \frac{12}{R' + 8} \times 4) \Rightarrow \frac{48}{R' + 8} = 2 \Rightarrow R' = 16\ \Omega$$

گام چهارم: حالا با استفاده از مقاومت معادل به‌دست‌آمده، مقاومت R را حساب می‌کنیم:



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

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



گام دوم: جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم:

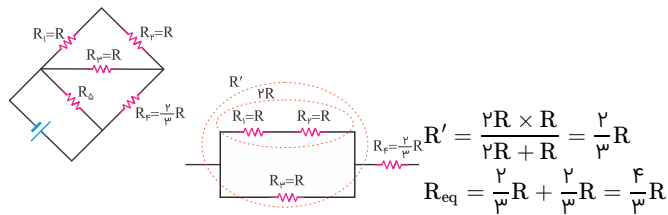
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{1/5 + 1/5} = \frac{12}{2/5} = 30 \text{ A} = 1/2 \text{ A}$$

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

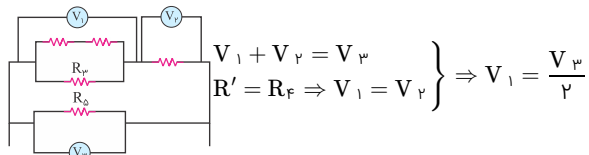
$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{12}{18} = \frac{2}{3} \\ I_2 &= \frac{12}{12} = 1 \\ I_1 + I_2 &= 1/2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} I_1 &= 1/3 \text{ A} \\ I_2 &= 1/6 \text{ A} \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

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



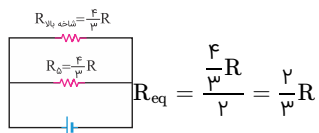
گام دوم: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_3 ، نصف اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_5 است:



گام سوم: از اینکه توان مقاومت R_3 ، $\frac{1}{3}$ توان R_5 است داریم:

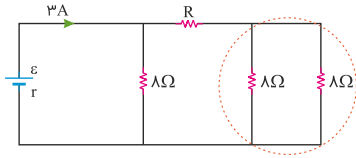
$$\begin{aligned} P &= \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_3}{P_5} = \left(\frac{V_3}{V_5} \right)^2 \left(\frac{R_5}{R_3} \right) \\ \Rightarrow \frac{1}{3} &= \left(\frac{1}{3} \right)^2 \times \frac{R_5}{R} \Rightarrow R_5 = \frac{1}{3} R \end{aligned}$$

گام آخر: حال مقاومت معادل را به دست می‌آوریم:



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

گام اول: مدار را یک مرحله ساده می‌کنیم:



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

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

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

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

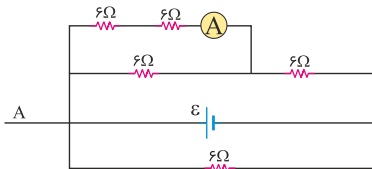
$$3I_1 = 6 \Rightarrow I_1 = 2A \Rightarrow I_2 = 1A$$

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

وقتی مولد بین A و B بسته می‌شود:



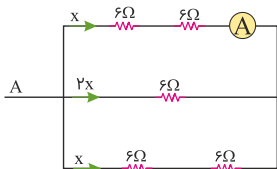
$$6 + 6 = 12\Omega \rightarrow \text{موازی } 6, 12 \rightarrow 4\Omega \rightarrow \text{سری } 6, 4 \rightarrow 10\Omega$$

$$\text{موازی } 10, 6 \Rightarrow R_T = \frac{6 \times 10}{6 + 10} = \frac{15}{4}\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_t} = \frac{4}{15}\varepsilon \Rightarrow \begin{cases} \text{بالا } I = \frac{6}{10+6} \times \frac{4}{15}\varepsilon = \frac{\varepsilon}{10}A \\ \text{پایین } I \end{cases}$$

$$I \text{ بالا} \left\{ \begin{array}{l} \text{آمپرسنج} \rightarrow \frac{6}{6+12} \times \frac{\varepsilon}{10} = \frac{\varepsilon}{30} \\ \text{جریان شاخه آمپرسنج} \\ \text{جریان ۶ اهمی} \end{array} \right.$$

وقتی مولد بین A و C بسته می‌شود:



$$R_T = 3\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T} = \frac{\varepsilon}{3}$$

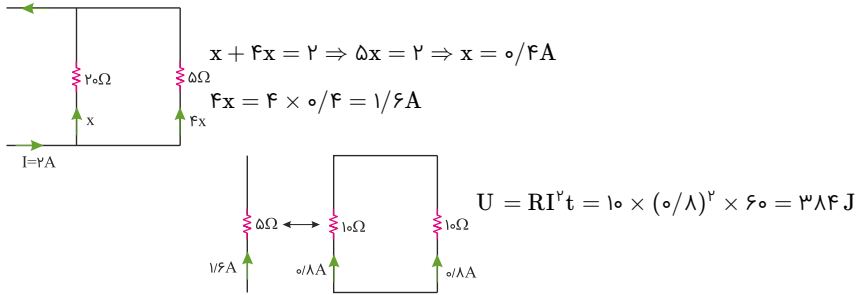
$$\text{آمپرسنج} \rightarrow 4x = \frac{\varepsilon}{3} \Rightarrow x = \frac{\varepsilon}{12}$$

$$\frac{I_{AC}}{I_{AB}} = \frac{\frac{\varepsilon}{12}}{\frac{\varepsilon}{30}} = \frac{30}{12} = \frac{5}{2}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow \gamma = \frac{12}{R_{eq} + \gamma} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{\gamma_0} + \frac{1}{1_0} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{6} - \frac{1}{1_0} - \frac{1}{\gamma_0} \Rightarrow R = 1_0\Omega$$



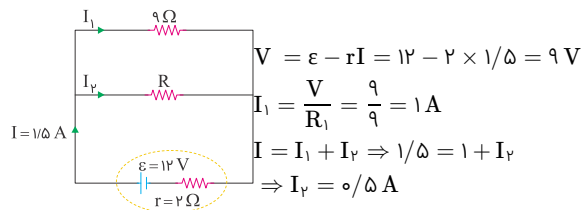
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

اگر به ازای دو مقاومت خارجی R'_{eq} و R_{eq} توان خروجی یکسان برای باتری ایجاد شود، مقاومت درونی باتری برابر است با:

$$r = \sqrt{R_{eq} \times R'_{eq}} \Rightarrow \gamma = \sqrt{(R + 1)(1)} \Rightarrow R + 1 = 4 \Rightarrow R = 3\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R و 9Ω است:



$$P = VI = 9 \times 0/5 = 4/5 W$$

توجه: می‌توانستید اندازه R را محاسبه کنید و از رابطه‌های $P = RI^2$ یا $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده کنید.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری و دو سر مقاومت معادل مدار را نشان می‌دهد:

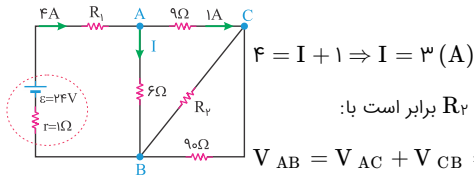
$$\begin{cases} V = R_{eq} I \\ I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = R \times \frac{1_0}{r + R} \Rightarrow \varepsilon r + \varepsilon R = 1_0 R \Rightarrow \varepsilon r = 4R \Rightarrow r = \frac{4}{3} R$$

با بستن کلید مقاومت معادل مدار $\frac{R}{3}$ می‌شود:

$$V' = \frac{R}{\gamma} \times \frac{\varepsilon}{r + \frac{R}{\gamma}} = \frac{R}{\gamma} \times \frac{\varepsilon}{\frac{\gamma}{3} R + \frac{R}{\gamma}} = \frac{R}{\gamma} \times \frac{\varepsilon}{\frac{4R}{\gamma}} = \frac{\varepsilon}{4} = \frac{6_0}{14} = \frac{3_0}{7} V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

گام اول: باتوجه به گره A، جریان عبوری از مقاومت 6Ω برابر است با:



گام دوم: اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B با مجموع اختلاف پتانسیل AC و CB برابر است. پس اختلاف پتانسیل دو سر R_2 برابر است با:

$$V_{AB} = V_{AC} + V_{CB} \Rightarrow 6 \times 3 = 9 \times 1 + V_{R_2} \Rightarrow V_{R_2} = 9V$$

گام سوم: اختلاف پتانسیل مقاومت 9Ω چون با R_2 موازی است با V_{R_2} برابر است. پس جریان عبوری از 9Ω و R_2 برابر است با:

$$V_{9\Omega} = V_{R_2} \Rightarrow I_{9\Omega} = \frac{V_{9\Omega}}{R} = \frac{9}{9} = 1A$$

$$I_{9\Omega} + I_R = 1(A) \Rightarrow 1 + I_R = 1 \Rightarrow I_R = 0/9A$$

گام چهارم: حالا توان مصرفی R_2 را از رابطه $P = VI$ به دست می‌آوریم:

$$P_R = V_R I_R = 9 \times 0/9 = 1/1W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

راهحل اول:

به ازای جریان‌های $I_1 = 3A$ و $I_2 = 5A$ توان‌های خروجی باتری یکسان است:

$$P = \varepsilon I - rI^2 \Rightarrow 3\varepsilon - 9r = 5\varepsilon - 25r \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 8 \quad (*)$$

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

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{V=0} 0 = \varepsilon - Ir \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} \xrightarrow{(*)} I = 8A$$

راهحل دوم:

اگر به ازای جریان‌های $I_1 = 3A$ و $I_2 = 5A$ توان‌های خروجی باتری یکسان باشد به ازای $I = \frac{I_1 + I_2}{2}$ توان خروجی بیشینه است. در این حالت $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ می‌باشد:

$$I = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{3 + 5}{2} = 4A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow 4 = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 8$$

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

$$V = \varepsilon - Ir = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} = 8A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

گزینه ۴ درست است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

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

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

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

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

گام دوم

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

$$\begin{cases} I_A + I_B = \mathcal{V}/\mathcal{E} \\ I_B = \frac{R_A}{R_B} I_A \end{cases} \Rightarrow I_A + \frac{R_A}{R_B} I_A = \mathcal{V}/\mathcal{E}$$

$$R = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{D}{\gamma}\right)^{\gamma}} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{\rho_A L_A}{\pi \left(\frac{D_A}{\gamma}\right)^{\gamma}}}{\frac{\rho_B L_B}{\pi \left(\frac{D_B}{\gamma}\right)^{\gamma}}} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^{\gamma} = \left(\frac{\gamma}{\gamma}\right)^{\gamma} = \frac{q}{r}$$

$$\begin{cases} I_A + \frac{R_A}{R_B} I_A = \vartheta/\epsilon \\ \frac{R_A}{R_B} = \frac{q}{\mathfrak{f}} \end{cases} \Rightarrow I_A + \frac{q}{\mathfrak{f}} I_A = \vartheta/\epsilon \Rightarrow \frac{1\mathfrak{w}}{\mathfrak{f}} I_A = \vartheta/\epsilon \Rightarrow I_A = \circ/\lambda A$$

گام اول

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

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:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{1,3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \\ R_1 = 6\Omega, R_3 = 12\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{1,3} = \frac{6 \times 12}{18} = 4\Omega$$

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.

$$\begin{cases} \varepsilon - Ir - IR_T = 0 \\ r = 2\Omega \\ R_T = 3\Omega \\ \varepsilon = 5V \end{cases} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} = 1A$$

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:

$$\begin{cases} V_1 = V_3 \\ V = IR \\ R_1 = 6\Omega \\ R_3 = 12\Omega \end{cases} \Rightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3 \Rightarrow I_1 \times 6 = I_3 \times 12 \Rightarrow I_3 = \frac{I_1}{2}$$

باتوجه به پایستگی بار در نقطه M داریم:

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

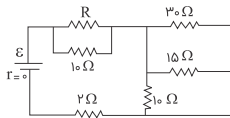


$$\begin{cases} P_1 = R_1 I_F^2 \\ R_1 = 6 \\ I_F = \frac{1}{3} \end{cases} \Rightarrow P_1 = 6 \times \frac{1}{9} = \frac{2}{3} \text{ W}$$

گزینه ۲

۵۴

مقاومت R با مقاومت 10Ω موازی است و سمت راست مقاومت‌های 30Ω و 15Ω و 10Ω نیز باهم موازی‌اند و کل آن‌ها با 2Ω متوالی هستند.

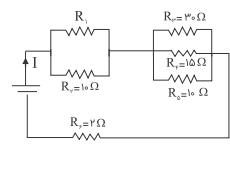


$$\frac{1}{R_{3,F,\Delta}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{15} + \frac{1}{10} = \frac{1+2+3}{30} = \frac{6}{30} \Rightarrow R_{3,F,\Delta} = 5 \Omega$$

$$V_{\Delta} = 30 V \Rightarrow V_{3,F,\Delta} = 30 V$$

$$V_{3,F,\Delta} = I_{3,F,\Delta} \times R_{3,F,\Delta} \Rightarrow 30 = I_{3,F,\Delta} \times 5 \Rightarrow I_{3,F,\Delta} = 6 \text{ A}$$

بنابراین $I_{1,2}$ نیز 6 A است.



$$V_2 = 30 V \Rightarrow V_{1,2} = 30 V \Rightarrow V_{1,2} = I_{1,2} R_{1,2} \Rightarrow 30 = 6 R_{1,2} \Rightarrow R_{1,2} = 5 \Omega$$

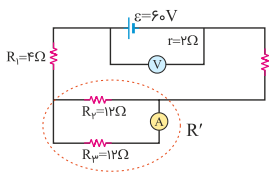
$$R_T = R_{1,2} + R_{3,F,\Delta} + R_6 = 5 + 5 + 2 = 12 \Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۸

گزینه ۱

۵۵

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:



$$R_{\Delta} = 8 \Omega \quad R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{12 \times 12}{12 + 12} = 6 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R' + R_{\Delta} = 4 + 6 + 8 = 18 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{60}{18 + 2} = 3 \text{ A}$$

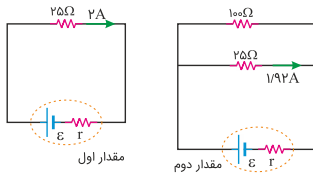
چون ولت‌سنج به دو سر باتری متصل است عددی که نشان می‌دهد را از رابطه $V = \varepsilon - Ir$ به دست می‌آوریم:

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

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

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow I_2 = 1/9 \times \frac{25}{100} = 0/48$$

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

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

$$I_{eq} = I_1 + I_2 = 1/9 + 0/48 = 2/4 A$$

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

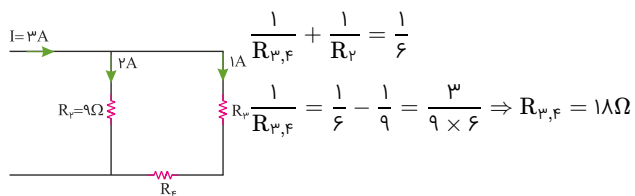
باتوجه به اینکه ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

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

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

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

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



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

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

$$R_2 + R_F = 18 \Rightarrow R_2 = 12\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

$$\frac{U_1 t}{U_2 t} = 3 \xrightarrow{P=\frac{U}{t}} \frac{P_{R_1}}{P_{R_2}} = 3 \xrightarrow{P=RI^2} \frac{R_1 I_1^2}{R_2 I_2^2} = 3 \quad (1)$$

$$\begin{cases} I_2 + I_3 = I_1 \\ I_2 R_2 = I_3 R_3 \end{cases} \Rightarrow I_2 + \frac{I_2 R_2}{R_3} = I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1}{\left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{(12 + R_2)^2}{3 \times 18 R_2} = 1 \quad (*)$$

تمام گزینه‌ها را در رابطه * امتحان می‌کنیم:

$$\text{گزینه ۱: } \frac{(12 + 9)^2}{3 \times 18 \times 9} = 1$$

$$\text{گزینه ۲: } \frac{(12 + 12)^2}{3 \times 18 \times 12} = 1$$

$$\text{گزینه ۳: } \frac{(12 + 15)^2}{3 \times 18 \times 15} = 1$$

$$\text{گزینه ۴: } \frac{(12 + 24)^2}{3 \times 18 \times 24} = 1$$

پس گزینه "۴" صحیح است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۵

گام اول

$$\begin{cases} V_1 = 12V \\ P_1 = 36W \end{cases} \leftarrow \begin{matrix} \text{الف) لامپی با مشخصات } 12V \text{ و } 36W \end{matrix}$$

$$V_2 = 8V \leftarrow \text{ب) به منبع برق ۸ ولت وصل می‌کنیم}$$

$$R_1 = R_2 \leftarrow \text{ج) اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند}$$

$$P_2 = ? W \leftarrow \text{د) توانش چند وات می‌شود؟}$$

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:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{R_1} \times \frac{R_1}{V_1^2} \Rightarrow \frac{P_2}{36} = \left(\frac{8}{12}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{36} = \frac{4}{9} \Rightarrow P_2 = 16W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۶

گام اول

$$\begin{cases} L = 2m \\ A = 0.2mm^2 = 2 \times 10^{-7}m^2 \end{cases} \leftarrow \begin{matrix} \text{الف) سیم به طول ۲ متر و سطح مقطع } 0.2mm^2 \end{matrix}$$

$$V = 200V \leftarrow \text{ب) اختلاف پتانسیل دو سیم ۲۰۰ ولت}$$

$$t = 20min = \frac{1}{3}h \leftarrow \text{ج) در مدت ۲۰ دقیقه}$$

$$U = ? kWh \leftarrow \text{د) چند کیلووات ساعت انرژی در این سیم مصرف می‌شود؟}$$

گام دوم

ابتدا از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ مقاومت سیم را به دست می‌آوریم، سپس از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ توان و از $U = P t$ انرژی مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم:

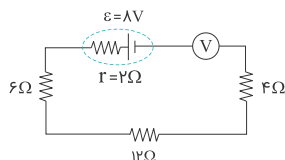
$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ \rho = 10^{-6} \Omega m \end{cases} \Rightarrow R = 10^{-6} \times \frac{2}{2 \times 10^{-7}} = 10 \Omega$$

$$P = \frac{V^2}{R}, \quad U = P t$$

$$\Rightarrow U = \frac{V^2 t}{R} \Rightarrow U = \frac{(200)^2 \times \frac{1}{3}}{10} = \frac{4000}{3} W.h = \frac{4}{3} kW.h$$



مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بی‌نهایت است و اگر به‌طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ شدت‌جریان مدار صفر می‌شود. در این حالت ولت‌سنج اختلاف‌پتانسیل دو سر مولد یا همان نیروی محرکهٔ مولد را نشان می‌دهد: $V = \varepsilon = 8V$



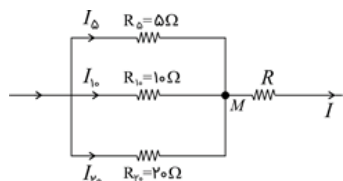
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۲

گام اول

الف) اختلاف‌پتانسیل دو سر مقاومت ۱۵ اهمی برابر ۱۰ ولت است $V_{\Delta} = 10V \leftarrow$

ب) شدت‌جریان I چند آمپر است؟ $I = ?A \leftarrow$



گام دوم

جریان I_{Δ} برابر است با:

$$\begin{cases} I_{\Delta} = \frac{V_{\Delta}}{R_{\Delta}} \\ V_{\Delta} = 10V \\ R_{\Delta} = 5\Omega \end{cases} \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{10}{5} = 2A$$

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

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

باتوجه به قانون بقای بار در نقطهٔ M:

$$\begin{cases} I = I_{\Delta} + I_{10} + I_{20} \\ I_{\Delta} = 2A \\ I_{10} = 1A \\ I_{20} = \frac{1}{2}A \end{cases} \Rightarrow I = 2 + 1 + \frac{1}{2} = 3.5A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۳

گام اول

الف) اگر توان تلف شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد $P_r = 8W \leftarrow$
 ب) مقاومت R چند اهم است؟ $R = ? \Omega \leftarrow$

گام دوم

با استفاده از توان مقاومت داخلی جریان مدار محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} P = rI^2 \\ r = 2 \Omega \\ P = 8 W \end{cases} \Rightarrow 8 = 2 \times I^2 \Rightarrow I = 2 A$$

با استفاده از قاعده حلقه می‌توانیم مقاومت R را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} \varepsilon - IR - Ir = 0 \\ \varepsilon = 12 V \\ r = 2 \Omega \\ I = 2 A \end{cases} \Rightarrow 12 - 2 \times R - 2 \times 2 = 0 \Rightarrow R = 4 \Omega$$

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

گام اول

الف) روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده $P_1 = 100W, V_1 = 200V \leftarrow$
 ب) اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند $P_2 = 100 - 19 = 81W \leftarrow$
 ج) افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟ $\Delta V = ? \leftarrow$

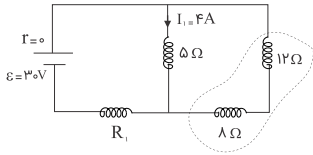
گام دوم

با استفاده از رابطه توان مصرفی $P = \frac{V^2}{R}$ خواهیم داشت:

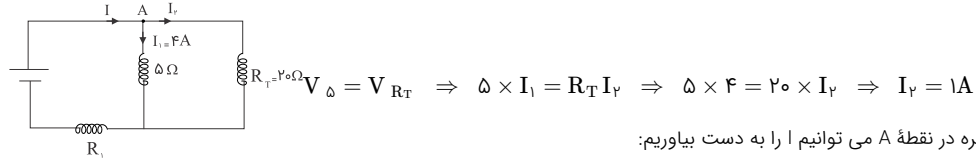
$$\begin{aligned} \frac{P_2}{P_1} &= \frac{\frac{V_2^2}{R}}{\frac{V_1^2}{R}} \Rightarrow \frac{81}{100} = \left(\frac{V_2}{200} \right)^2 \\ \Rightarrow \frac{9}{10} &= \frac{V_2}{200} \Rightarrow V_2 = 180 V \\ \Delta V &= 180 - 200 = -20 V \end{aligned}$$

علامت منفی نشان‌دهنده افت ولتاژ است.

ابتدا جریان عبوری از مقاومت R_1 را به دست می آوریم:



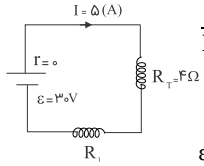
مقاومت‌های 12 و 8 اهمی باهم سری می باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با: $R_T = 8 + 12 = 20\Omega$
مقاومت‌های 5Ω و R_T باهم موازی اند ($V_5 = V_{R_T}$) بنابراین:



با استفاده از قانون گره در نقطه A می توانیم 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 می باشند 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 می آوریم:

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

در نتیجه توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

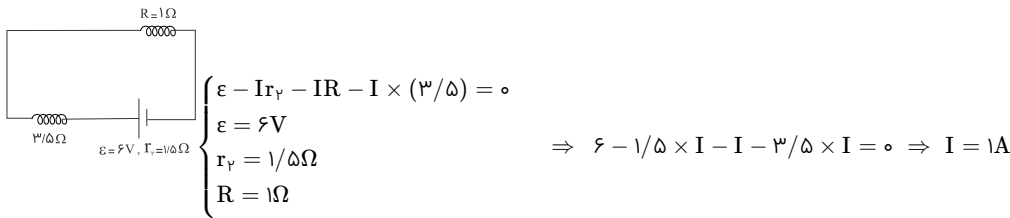
$$P_1 = R_1 I^2 = 2(5)^2 = 50W$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۷

ابتدا جریان کل را به دست می آوریم سپس با استفاده از اینکه مقاومت 3 اهمی و $1/5$ اهمی باهم موازی هستند ($V_3 = V_{1/5}$) جریان I_1 را محاسبه می کنیم.

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

حالا می توانیم با استفاده از قانون حلقه جریان کل را بیابیم:



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

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۷

در دو حالت، مقدار معادل را به دست آورده و در نهایت با استفاده از نسبت $\frac{I'}{I} = \frac{16}{15}$ ، n را به دست می‌آوریم:

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

$$\text{حالت دوم: } R'_{eq} = \frac{R}{n+1} + R$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{16}{15} \Rightarrow \frac{\frac{\frac{R}{n+1} + R}{\frac{R}{n} + R}}{\frac{\frac{R}{n+1} + R}{\frac{R}{n} + R}} = \frac{16}{15} \Rightarrow \frac{\frac{R}{n} + R}{\frac{R}{n+1} + R} = \frac{16}{15}$$

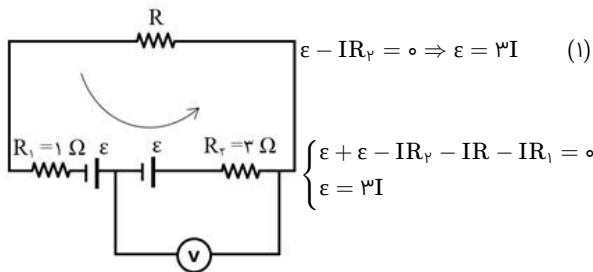
$$\Rightarrow \frac{\frac{1}{n} + 1}{\frac{1}{n+1} + 1} = \frac{16}{15} \Rightarrow \frac{(n+1)^2}{n(n+2)} = \frac{16}{15}$$

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

در رابطه فوق $n = 3$ صدق می‌کند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

ولت‌سنج، صفر ولت را نشان می‌دهد، بنابراین:

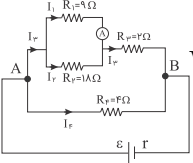


با استفاده از قاعده حلقه، R را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} \epsilon + \epsilon - IR_2 - IR - IR_1 = 0 \\ \epsilon = 2I \end{cases} \Rightarrow 2I + 2I - I(1+2) = IR \Rightarrow 2I = IR \Rightarrow R = 2 \Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

برای محاسبه P_F باید جریان I_F را به دست بیاوریم. مقاومت‌های R_1 و R_2 باهم موازی‌اند، بنابراین:



$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 9 \times 0/5 = 18 \times I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{9} \text{ A}$$

$$\begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ I_1 = 0/5 \text{ A} \\ I_2 = 0/25 \text{ A} \end{cases} \Rightarrow I_3 = 0/5 \text{ A} + 0/25 \text{ A} = 0/75 \text{ A}$$

قاعدهٔ گره را برای نقطهٔ C می‌نویسیم:

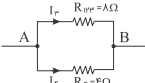
باید مقاومت معادل شاخهٔ بالا را محاسبه کنیم تا جریان I_F به دست آید. R_1 و R_2 باهم موازی‌اند، پس:

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

مقاومت $R_{1,2}$ با مقاومت R_3 باهم 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:



$$V_{1,2,3} = V_F \Rightarrow I_3 R_{1,2,3} = I_F R_F \Rightarrow \frac{3}{4} 8 = I_F 4 \Rightarrow I_F = \frac{3}{2} \text{ A}$$

درنهایت توان مصرفی R_F برابر است با:

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

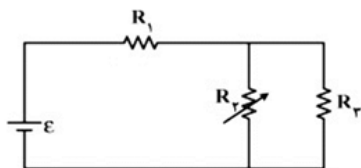
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

مقاومت رُئوسا افزایش یافته، درنتیجه مقاومت کل مدار زیاد و جریان کل مدار کاهش می‌یابد (I کاهش).

چون مقاومت شاخهٔ دربردارندهٔ رُئوسا افزایش یافته بنابراین جریان عبوری از آن کاهش می‌یابد، درنتیجه جریان عبوری از شاخهٔ وسط افزایش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

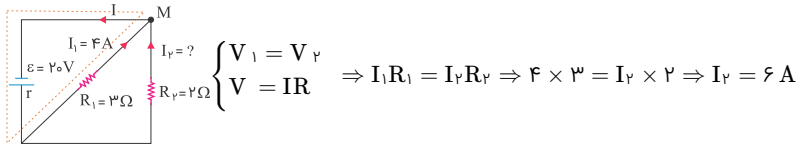
با افزایش مقاومت R_2 ، مقاومت معادل کل مدار افزایش می‌یابد؛ درنتیجه جریان کل کاهش می‌یابد؛ بنابراین ولتاژ دو سر مولد افزایش می‌یابد؛ و چون ولتاژ خروجی مولد افزایش یافته، ولتاژ دو سر مقاومت R_2 نیز افزایش می‌یابد.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

ابتدا جریان عبوری از مولد را به دست می‌آوریم؛ سپس با استفاده از قاعده حلقه، مقاومت r را محاسبه می‌کنیم.

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



با استفاده از قانون گره در نقطه M داریم:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_1 = ۴ \text{ A} \\ I_2 = ۶ \text{ A} \end{cases} \Rightarrow I = ۴ + ۶ = ۱۰ \text{ A}$$

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

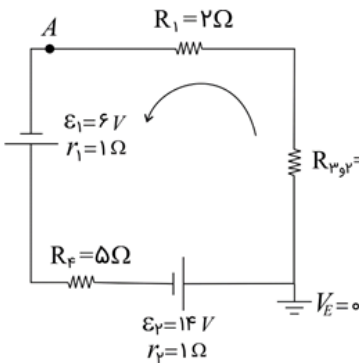
$$\varepsilon - Ir - I_1 R_1 = 0 \Rightarrow ۲۰ - ۱۰ \times r - ۴ \times ۳ = 0 \Rightarrow r = 0.8 \Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۳

مقاومت‌های R_2 , R_3 باهم موازی‌اند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{۳ \times ۱/۵}{۴/۵} = ۱ \Omega$$

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



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

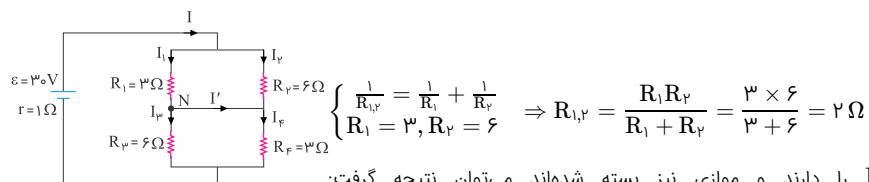
$$V_A + \varepsilon_1 - Ir_1 - IR_f + \varepsilon_2 - Ir_2 = V_E \Rightarrow V_A + ۶ - ۲ \times ۱ - ۲ \times ۵ + ۱۴ - ۲ \times ۱ = 0 \Rightarrow V_A = -۲۰ + ۱۴ = -۶$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۲

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.

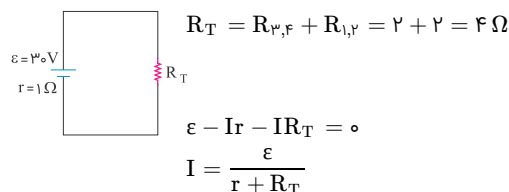
مقاومت‌های R_1, R_2 باهم موازی هستند، بنابراین:



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:

$$R_{1,2} = R_{3,4} = 2 \Omega$$

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



بنابراین جریان کل مدار برابر است با:

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} \\ R_T = 4 \Omega \\ r = 1 \Omega \\ \varepsilon = 30 V \end{array} \right. \Rightarrow I = \frac{30}{1 + 4} = 6 A$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ V = IR \\ R_1 = 3 \Omega, R_2 = 6 \Omega \end{array} \right. \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_1 \times 3 = I_2 \times 6 \Rightarrow I_1 = 2 I_2$$

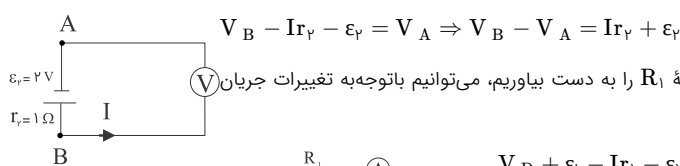
باتوجه به قانون گره در نقطه M داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_2 + I_1 \\ I = 6 A \\ I_1 = 2 I_2 \end{array} \right. \Rightarrow 6 = I_2 + 2 I_2 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_2 = 2 A \\ I_1 = 4 A \end{array} \right.$$

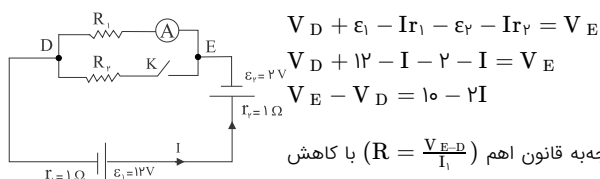
باتوجه به تقارن مقاومت‌های R_3 و R_4 ، با مقاومت‌های R_1 و R_2 می‌توان نتیجه گرفت که $I_2 = I_3$ و $I_1 = I_4$. با استفاده از پایستگی بار در نقطه N داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = I_3 + I' \\ I_1 = 4 A \\ I_3 = I_2 = 2 A \end{array} \right. \Rightarrow 4 = 2 + I' \Rightarrow I' = 2$$

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 $R_{T\gamma} = \frac{R_1 R_\gamma}{R_1 + R_\gamma}$ است. از آنجایی که $\frac{R_\gamma}{R_1 + R_\gamma}$ عددی است بین ۰ و ۱، در هر عدد مثبتی ضرب شود، آن عدد کوچک‌تر می‌شود؛ پس با کاهش مقاومت کل $R_{T\gamma}$ ، شدت جریان I افزایش می‌یابد (طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{T\gamma} + r}$). 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 I در مورد 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

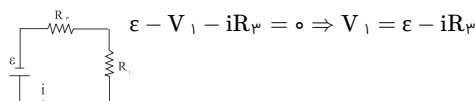
با باز کردن کلید k مقاومت R_γ از مدار حذف می‌شود و مقاومت معادل افزایش می‌یابد؛ مقاومت معادل در حالت اول:

$$R_{T1} = R_\gamma + R_1 \times \left(\frac{R_\gamma}{R_1 + R_\gamma} \right)$$

مقاومت معادل در حالت دوم:

$$R_{T\gamma} = R_\gamma + R_1$$

از آنجایی که $\frac{R_\gamma}{R_1 + R_\gamma}$ عددی است بین ۰ و ۱، در هر عدد مثبت ضرب شود آن عدد کوچک می‌شود، بنابراین $R_{T1} < R_{T\gamma}$ است. با افزایش $R_{T\gamma}$ ، i کاهش می‌یابد (زیرا، $i = \frac{\varepsilon}{r + R_{T\gamma}}$). حال قانون کیرشهف را برای مدار می‌نویسیم:



i کاهش یافته، بنابراین V_1 افزایش می‌یابد. طبق قانون اهم $(R_1 = \frac{V_1}{i_1})$ ، با افزایش V_1 ، i_1 کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۶

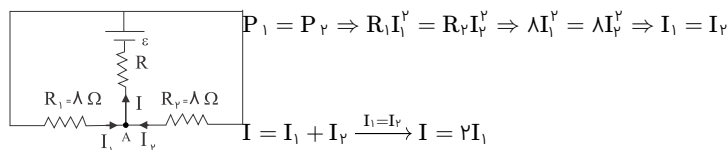
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۵

الف) توان هر سه مقاومت باهم برابر هستند

$$P_1 = P_\gamma = P_R \leftarrow$$

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

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



قانون گره را برای نقطه A می‌نویسیم:

در نتیجه باتوجه به تساوی توان مقاومت‌های R ، R_1 داریم:

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



گام اول

الف) ۳ مقاومت الکتریکی مشابه را به طور 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 ۹۰ وات می‌شود. $\leftarrow P_1 = 90W$

ج) همان مقاومت‌ها را به طور موازی به همان اختلاف پتانسیل وصل می‌کنیم. $\leftarrow V_1 = V_2 = V$

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

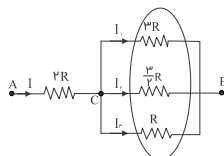
گام دوم

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

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

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

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



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

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

سه مقاومت نشان داده شده در شکل باهم موازی هستند، بنابراین:

با نوشتن قاعده گره برای نقطه 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)، $۴/۵$ برابر توان مصرفی شکل (۱) باشد: $\frac{P_2}{P_1} = ۴/۵$
 ب) اندازه $R_2 = ? \Omega$ کدام مقادیر برحسب اهم می‌تواند باشد: $R_2 = ? \Omega$

گام دوم

باتوجه به ثابت بودن V در هر دو شکل، با محاسبه مقاومت معادل هرکدام از آن‌ها و استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ می‌توانیم R_2 را به دست بیاوریم.
 در شکل (۱) مقاومت‌ها به صورت سری هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{T_1} = R_1 + R_2 \quad (I)$$

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

$$\frac{1}{R_{T_2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{T_2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (II)$$

حال از نسبت $\frac{P_2}{P_1} = ۴/۵$ استفاده می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R_T} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{V^2}{R_{T_2}}}{\frac{V^2}{R_{T_1}}} \Rightarrow ۴/۵ = \frac{R_{T_1}}{R_{T_2}} \xrightarrow{(I)} \frac{(R_1 + R_2)}{\frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)}} = ۴/۵$$

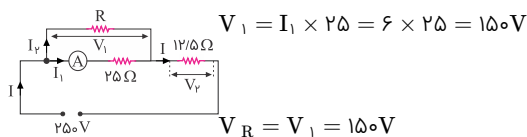
$$\xrightarrow{R_1 = ۶\Omega} (۶ + R_2)^2 = ۶R_2 \times ۴/۵ \Rightarrow R_2^2 - ۱۵R_2 + ۳۶ = ۰ \Rightarrow R_2 = \frac{۱۵ \pm \sqrt{۲۲۵ - ۱۴۴}}{۲} \Rightarrow \begin{cases} R_2 = ۳\Omega \\ R_2 = ۱۲\Omega \end{cases}$$

گام اول

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

گام دوم

با محاسبه 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:



از آنجا که مقاومت R با مقاومت ۲۵Ω موازی هستند، دارای اختلاف پتانسیل‌های یکسان می‌باشند بنابراین:

با محاسبه V_2 می‌توانیم جریان کل را به دست بیاوریم:

$$V_T = V_1 + V_2 \Rightarrow ۲۵۰ = ۱۵۰ + V_2 \Rightarrow V_2 = ۱۰۰V$$

$$V_2 = R_2 I \Rightarrow ۱۰۰ = ۱۲/۵ \times I \Rightarrow I = ۸A$$

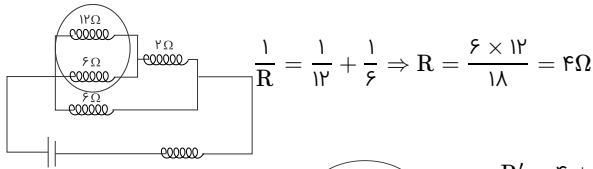
با استفاده از قانون گره در نقطه A ، I_2 و در نهایت انرژی مصرفی در مقاومت R را محاسبه می‌کنیم:

$$I = I_1 + I_2 \xrightarrow{I=۸A, I_1=۶A} ۸ = ۶ + I_2 \Rightarrow I_2 = ۲A$$

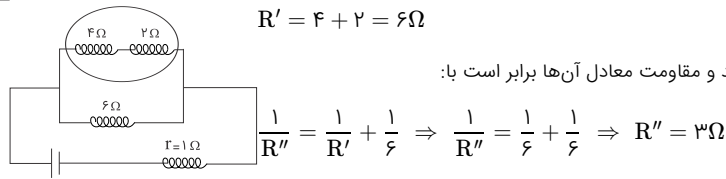
$$U_R = V_1 I_2 t = ۱۵۰ \times ۲ \times \frac{1}{2} = ۱۵۰Wh = ۰/۱۵kWh$$

شکل مدار را می توانیم ساده کنیم:

مقاومت های نشان داده شده در شکل باهم موازی می باشند و مقاومت معادل آنها برابر است با:

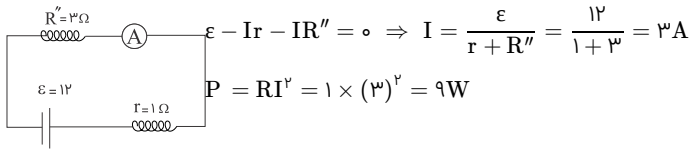


مقاومت های ۲ و ۴ اهمی باهم متوالی اند، بنابراین مقاومت معادل آنها می شود:



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

حال با استفاده از قاعده حلقه می توانیم جریان را محاسبه کرده و در نهایت توان تلف شده در باتری را به دست آوریم:



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۹

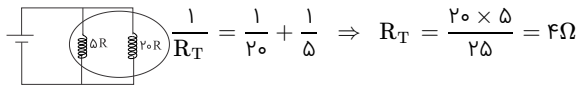
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۸

گام اول

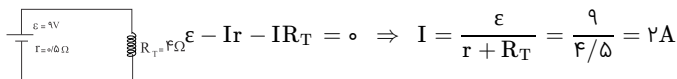
توان مصرفی در مقاومت های خارجی مدار چند وات است؟ $P = ? (W)$ ، منظور از مقاومت های خارجی، مقاومت معادل بین R , $5R$ است.

گام دوم

مقاومت های نشان داده شده باهم موازی می باشند، در نتیجه مقاومت معادل آنها برابر است با:



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



بنابراین توان مقاومت های خارجی برابر است با:

$$P = R_T I^2 = 4(1)^2 = 4W$$

گام اول

الف) در حالتی که کلید باز است ← یعنی مقاومت 3Ω از مدار کنار گذاشته می شود و ولت سنج فقط اختلاف پتانسیل مقاومت $1/\Omega$ را نشان می دهد.
 ب) اگر کلید را ببندیم ← مقاومت ها باهم موازی خواهند بود و اختلاف پتانسیل شان باهم برابر می شود.

$$\text{ج) اگر } \frac{V_2}{V_1} \text{ برابر با } \frac{\lambda}{9} \text{ باشد } \leftarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda}{9}$$

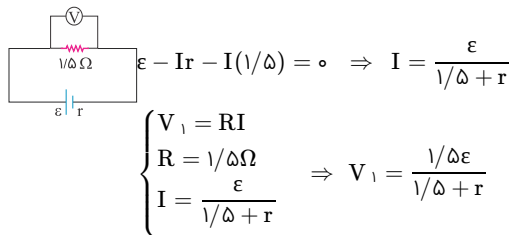
د) مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ ← $r = ?$

گام دوم

باید اختلاف پتانسیل ها را در هر دو حالت محاسبه کرده تا با استفاده از نسبت $\frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda}{9}$ ، r را به دست بیاوریم:

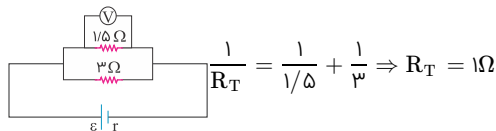
حالت اول) کلید باز:

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



حالت دوم) کلید بسته:

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



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:

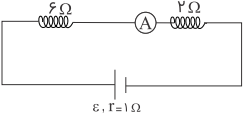
$$\begin{cases} V_2 = R_T I \\ R_T = 1\Omega \\ I = \frac{\varepsilon}{r + 1} \end{cases} \Rightarrow V_2 = \frac{\varepsilon}{r + 1}$$

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

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:

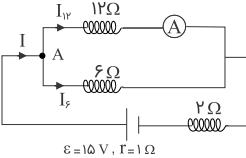


$$\begin{cases} \mathcal{E} - I_1 r - I_1 12 - I_1 2 = 0 \\ I_1 = 1 \\ r = 1 \Omega \end{cases} \Rightarrow \mathcal{E} - 1 - 12 - 2 = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 15 \text{ V}$$

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:

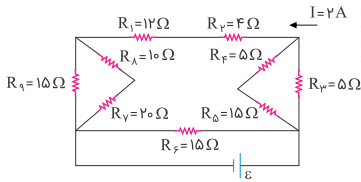
$$\mathcal{E} - I r - I R_{12,6} - I \times 2 = 0 \Rightarrow I = \frac{15}{1 + 4 + 2} = \frac{15}{7} \text{ A}$$

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:

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

$$\begin{cases} I = I_6 + I_{12} \\ I_6 = 2 I_{12} \\ I = \frac{15}{7} \text{ A} \end{cases} \Rightarrow \frac{15}{7} = 2 I_{12} + I_{12} \Rightarrow I_{12} = \frac{5}{7} \text{ A}$$

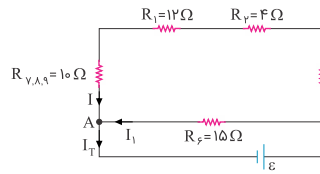
باید جریان کل را محاسبه کنیم. مقاومت‌های R_δ , R_F و همچنین مقاومت‌های R_λ , R_V باهم سری هستند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:



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

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

حال مقاومت معادل $R_{F,\delta}$, R_λ و همچنین $R_{V,\lambda}$, R_9 باهم موازی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها می‌شود:



$$\begin{cases} \frac{1}{R_{\lambda,F,\delta}} = \frac{1}{R_\lambda} + \frac{1}{R_{F,\delta}} \\ R_\lambda = 10\Omega, R_{F,\delta} = 20\Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{R_{\lambda,F,\delta}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} \Rightarrow R_{\lambda,F,\delta} = 6\Omega$$

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{V,\lambda,9}} = \frac{1}{R_{V,\lambda}} + \frac{1}{R_9} \\ R_9 = 15\Omega, R_{V,\lambda} = 30\Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{R_{V,\lambda,9}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} \Rightarrow R_{V,\lambda,9} = 10\Omega$$

مقاومت‌های $R_{V,\lambda,9}$, R_1 , R_2 , $R_{\lambda,F,\delta}$ باهم سری می‌باشند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_T = 6 + 6 + 12 + 10 = 34\Omega$$

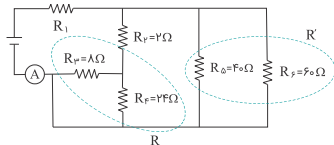
$$\begin{cases} V_T = V_\epsilon \\ V = RI \\ I = 2A \end{cases} \Rightarrow I \times 34 = 15 \times I_1 \Rightarrow 2 \times 34 = 15 \times I_1 \Rightarrow I_1 = 4A$$

حالا برای نقطه A قانون گرہ را می‌نویسیم تا جریانی که از مدار می‌گذرد را به دست بیاوریم:

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۰

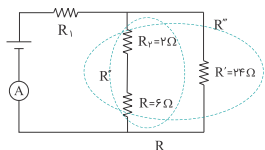
آمپرسنج جریان عبوری کل را به ما می‌دهد. بنابراین باید مقاومت معادل کل مدار را به دست بیاوریم و از قانون حلقه استفاده کنیم. مقاومت‌های R_δ , R_F و همچنین مقاومت‌های R_λ , R_V باهم موازی‌اند بنابراین:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{24} \Rightarrow R = 6\Omega$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{10} + \frac{1}{60} \Rightarrow R' = 24\Omega$$

بنابراین مدارمان به صورت زیر درمی‌آید:

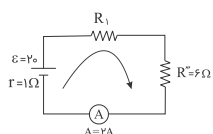


$$\begin{cases} R'' = R_\lambda + R \\ R_\lambda = 2\Omega \\ R = 6\Omega \end{cases} \Rightarrow R'' = 8\Omega$$

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

$$\frac{1}{R'''} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{R'} \Rightarrow \frac{1}{R'''} = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} \Rightarrow R''' = 6\Omega$$

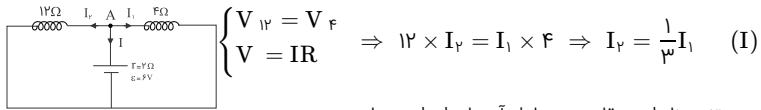
حال یک مدار ساده داریم و با نوشتن قانون حلقه می‌توانیم R_1 را به دست بیاوریم:



$$\epsilon - IR_1 - IR''' - Ir = 0 \Rightarrow 20 - 2 \times R_1 - 2 \times 6 - 2 \times 1 = 0 \Rightarrow R_1 = 3\Omega$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۱

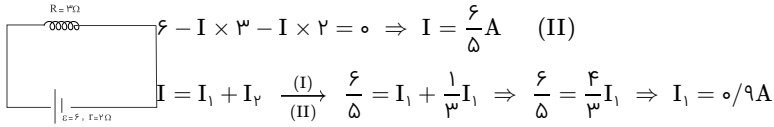
باتوجه به اینکه مقاومت‌های ۴ و ۱۲ اهمی به‌طور موازی متصل شده‌اند ($V_{12} = V_4$) و با استفاده از قانون گره در نقطه A می‌توانیم جریان I_2 را به دست بیاوریم:



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:

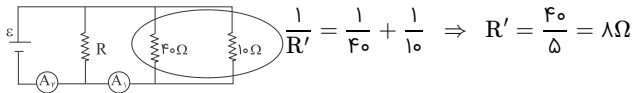
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} \Rightarrow R = 3\Omega$$

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

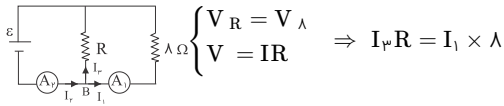


کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۷

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:



مقاومت R و $\frac{40}{3}\Omega$ باهم موازی هستند و دارای اختلاف پتانسیل‌های یکسانی می‌باشند بنابراین:



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

$$\begin{cases} I_2 = I_1 + I_3 \\ I_2 = 3A \\ I_1 = 2/5 A \end{cases} \Rightarrow 3 = 2/5 + I_3 \Rightarrow I_3 = 0.4 A$$

بنابراین R برابر است با:

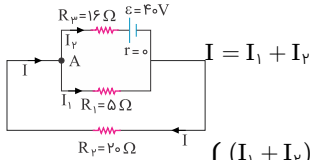
$$I_3 R = I_1 \times 40 \Rightarrow \frac{1}{5} \times R = \frac{40}{5} \times 4 \Rightarrow R = 40\Omega$$

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۸

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



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

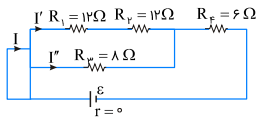
$$\begin{cases} (I_1 + I_v) \times 20 + 16I_v + F_0 = 0 \\ (I_1 + I_v) 20 + 5I_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 36I_v + 20I_1 + F_0 = 0 & (I) \\ 25I_1 + 20I_v = 0 & (II) \end{cases}$$

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

$$\begin{aligned} 25I_1 + 20I_v = 0 &\Rightarrow I_v = -\frac{5}{4}I_1 \\ \xrightarrow{(I)} -36 \times \frac{5}{4}I_1 + 20I_1 + F_0 = 0 &\Rightarrow -45I_1 + 20I_1 + F_0 = 0 \Rightarrow 25I_1 = F_0 \Rightarrow I_1 = 1/6 A \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

مدار به شکل زیر است.



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

$$\begin{aligned} R_{1,2} &= R_1 + R_2 = 24 \Omega \\ R_{1,2,3} &= \frac{R_{1,2} \times R_3}{R_{1,2} + R_3} = \frac{24 \times 8}{24 + 8} = 6 \Omega \end{aligned}$$

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:

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

وقتی کلید k باز است، مقاومت مدار شامل دو مقاومت 12 اهمی متوالی است:

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

وقتی کلید k بسته شود، مقاومت‌های 6 و 12 اهمی باهم موازی و با مقاومت 12 اهمی بالا متوالی می‌شوند:

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

$P_T = P_1 + P_2$: توان مجموعه در حالت موازی

توان مجموعه در حالت سری : $\frac{1}{P'_T} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \Rightarrow \frac{1}{P'_T} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_1} = \frac{2}{P_1} \Rightarrow P_1 = 2 \times 40 = 80 \text{ W}$

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

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

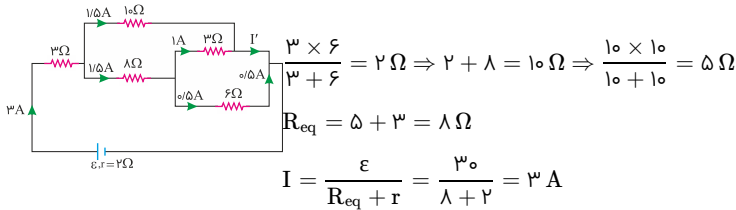
الف: مجموع جریان I' و جریان گذرنده از مقاومت ۶ اهمی برابر با جریان کل است که به باتری می‌رود.

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: $\frac{3A}{2} = 1.5 \text{ A}$.
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:

$$I' = I_{10\Omega} + I_{3\Omega} = 1/5 + 1 = 2/5 \text{ A}$$

و یا از روش (ب) نیز داریم:

$$I' + I_6 = I \Rightarrow I' + 0/5 = 3 \Rightarrow I' = 2/5 \text{ A}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ 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:

$$R_{\min} = \frac{288}{3} \Omega$$

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

$$R_{\max} = 288 \Omega$$

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{\frac{V^2}{R_{\min}}}{\frac{V^2}{R_{\max}}} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \frac{288}{\frac{288}{3}} = 3$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

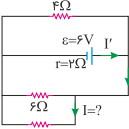
وقتی باتری به مدار وصل نیست، ولت‌سنج نیروی محرکهٔ آن را نشان می‌دهد.

$$V = \varepsilon = 12 \text{ V}$$

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

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



$$R_{eq} = ((12 \parallel 6) \parallel 4) = 2\ \Omega$$

$$rI' = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{6}{2 + 2} = 1/2\ \Omega$$

$$V_{12\ \Omega} = \varepsilon - rI' = 6 - 2 \times 1/2 = 3\ V$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{12} = 0.25\ A$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

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



$$I_{12\ \Omega} = \frac{36}{12} \times I = 3I$$

$$I_{36\ \Omega} = I + 3I = 4I$$

$$I_{6\ \Omega} = \frac{((36 \parallel 12) + 3)}{6} \times 4I = 8I$$

$$I_{2\ \Omega} = I_{6\ \Omega} + I_{36\ \Omega} = 8I + 4I = 12I$$

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

$$P_{36\ \Omega} = 36I^2$$

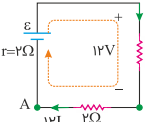
$$P_{12\ \Omega} = 12 \times (3I)^2 = 108I^2$$

$$P_{3\ \Omega} = 3 \times (4I)^2 = 48I^2$$

$$P_{6\ \Omega} = 6 \times (8I)^2 = 384I^2$$

$$P_{2\ \Omega} = 2 \times (12I)^2 = 288I^2$$

بنابراین مقاومت $6\ \Omega$ بیشترین توان مصرفی را دارد و اختلاف پتانسیل دو سر آن $۱۲\ V$ است.



$$12 = 6 \times I \Rightarrow I = \frac{12}{6} = 2\ A$$

$$V_A - 2(12I) + \varepsilon - 12 - 2(12I) = V_A$$

$$\Rightarrow -48I + \varepsilon = 12 \Rightarrow -48 \times 2 + \varepsilon = 12 \Rightarrow \varepsilon = 96\ V$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸