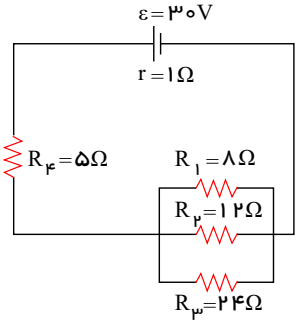
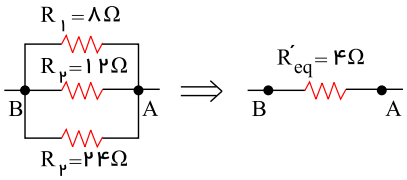
۱۲۹ در مدار شکل روبه‌رو، مقدار گرمایی که در مدت ۱۰۰ ثانیه در مقاومت R_3 تولید می‌شود، چند ژول است؟ متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۱

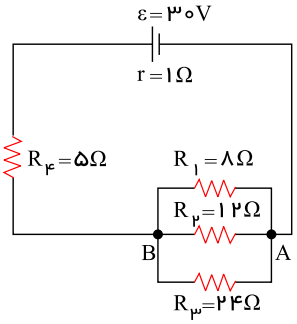


۱) ۶۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۳۷۵۰
۴) ۲۱۶۰۰

پاسخ: گزینه ۱ برای محاسبهٔ انرژی گرمایی تولید شده در مقاومت R_3 با توجه به رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$، ابتدا باید ولتاژ دو سر مقاومت R_3 را به دست آوریم.

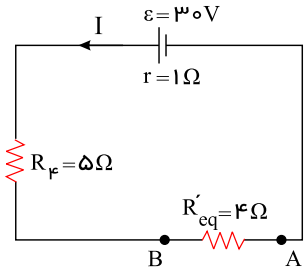
برای این منظور ابتدا مقاومت معادل R_1، R_2 و R_3 را محاسبه می‌کنیم.





$$\frac{1}{R'_{eq}}=\frac{1}{8}+\frac{1}{12}+\frac{1}{24}$$
$$\frac{1}{R'_{eq}}=\frac{3+2+1}{24}=\frac{1}{4}\Rightarrow R'_{eq}=4\Omega$$

مدار معادل به صورت زیر است:



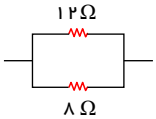
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$$
$$I=\frac{30}{1+5+4}=3A\Rightarrow V_{AB}=R'_{eq}I=4\times3=12V$$

در این صورت توان مقاومت R_3 برابر است با:

$$P=\frac{V_{AB}^2}{R_3}=\frac{12^2}{24}=6W$$

گرمای تولید شده در ۱۰۰ ثانیه $=Pt=6\times100=600J$

۱۳۰ در شکل مقابل توان مصرف شده در مقاومت 12Ω برابر با $40W$ است. توان مصرف شده در مقاومت 8Ω چند وات است؟ آسان- سراسری- ۱۳۸۱



۱) ۲۵
۲) ۴۵
۳) ۵۰
۴) ۶۰

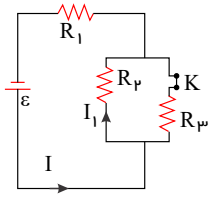
پاسخ: گزینه ۴

چون مقاومت ها موازیند $V_1=V_2$ ؛ بنابراین نسبت توان مصرفی با نسبت مقاومتها، رابطهٔ عکس دارد، یعنی:

$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\frac{P_1}{P_2}=\frac{R_2}{R_1}\Rightarrow\frac{40}{P_2}=\frac{8}{12}$$

$P_2=60$ وات

۱۳۱ اگر در شکل مقابل کلید K را باز کنیم، جریان های I و I_1 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟ سخت- سراسری- ۱۳۸۶



۱) افزایش- افزایش

۲) کاهش- کاهش

۳) کاهش- افزایش

۴) افزایش- کاهش

پاسخ: گزینه ۳ اگر کلید K را باز نماییم مقاومت معادل قسمتی از مدار که شامل مقاومت‌های R_1, R_2 است، زیاد می‌شود و مقاومت معادل مدار (R_T) نیز بیشتر خواهد شد.

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

اگر ولتاژ دو سر R_1 را V_1 بنامیم، بنابر قانون ولتاژ می‌توان نوشت:

$$+\varepsilon-R_2I-V_1=0\Rightarrow V_1=\varepsilon-R_2I$$ (اگر جریان I کم شود مقدار V_1 زیاد می شود.)

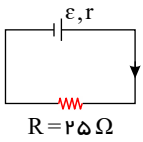
$$V_1=R_1\ I_1\Rightarrow\uparrow I_1=\frac{V_1\uparrow}{R_1}$$

۱۳۲ یک مقاومت ۲۵ اهمی را به یک باتری می‌بندیم، جریان $2A$ از آن عبور می‌کند. اگر یک مقاومت ۱۰۰ اهمی را با مقاومت ۲۵ اهمی موازی ببندیم، جریانی که در این حالت از مقاومت ۲۵ اهمی عبور می‌کند، $1/92A$ می‌شود. توان خروجی باتری در مدار دوم چند وات بیشتر از توان خروجی باتری در مدار اول است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۲ ۲) ۴٫۸ ۳) ۱۵٫۲ ۴) ۲۴

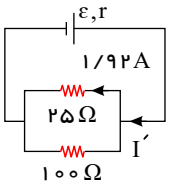
پاسخ: گزینه ۳

توان خروجی باتری، همان توان مصرفی مقاومت معادل مدار است. بنابراین در هر حالت داریم:

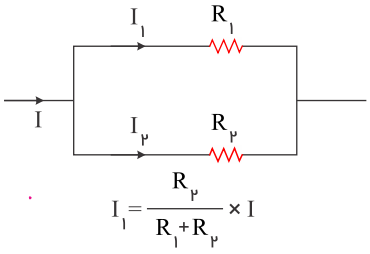
حالت اول $\Rightarrow$ 

$\Rightarrow$ توان خروجی باتری $\Rightarrow P_1=\overset{\text{توان مصرفی}}{P_{Req}}=RI^2=25\times2^2=100W\Rightarrow P_1=100W\quad(1)$

در حالت دوم که دو مقاومت $25\Omega, 100\Omega$ موازی بسته شده‌اند، جریان کل مدار را به صورت زیر می‌یابیم:

حالت دوم $\Rightarrow$ 

$\Rightarrow 1/92=(\frac{100}{125})I'\Rightarrow I'=\frac{5}{4}\times1/92\Rightarrow I'=2/4A$

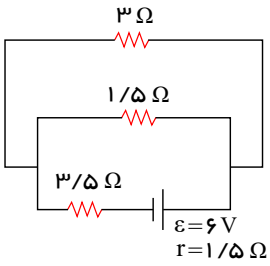


$$\begin{cases}\overset{\text{توان خروجی باتری}}{P_2}=\overset{\text{توان مصرفی}}{P_{Req}}=(20)(2/4)^2=115/2\Rightarrow P_2=115/2W\quad(2)\\ R_{eq}=\frac{25\times100}{25+100}=\frac{25\times100}{125}=\frac{100}{5}=20\Omega\end{cases}$$

(1) و $(2) \Rightarrow \Delta P = 115/2 - 100 = 15/2W \Rightarrow \Delta P = 15/2W$

۱۳۳ در مدار مقابل، جریانی که از مقاومت ۱/۵ اهمی می گذرد چند آمپر است؟

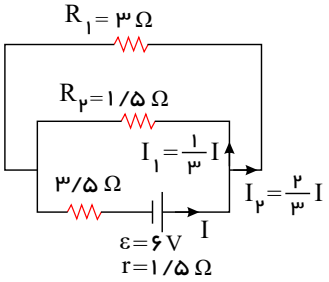
آسان- سراسری- ۱۳۸۷



۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{2}{5}$ ۴) $\frac{3}{5}$

پاسخ: **گزینه ۲**

اگر جریان عبوری از مولد را I در نظر بگیریم، از مقاومت های R_1 و R_2 (که در آن $\frac{R_1}{R_2} = 2$) به ترتیب جریان های $\frac{1}{3}I$ ، $\frac{2}{3}I$ عبور می‌کند.

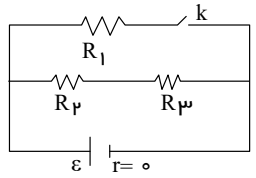


قاعدهٔ حلقه:

$$-3/5I + 6 - 1/5I - 3 \times \frac{I}{3} = 0 \Rightarrow I = 1A \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3} \times 1 = \frac{2}{3}A$$

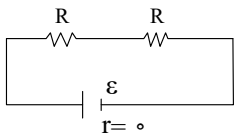
۱۳۴ در شکل روبه‌رو، مقاومت‌ها مشابه‌اند. اگر کلید بسته شود، توان مصرفی مدار چند برابر می‌شود؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۴



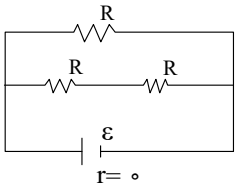
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: **گزینه ۴** قبل از بستن کلید k، داریم:



$$\begin{cases} R_{eq} = 2R \\ P_T = \frac{V^2}{R_{eq}} \Rightarrow P_T = \frac{\varepsilon^2}{2R} \Rightarrow P_T = \frac{1}{2}\frac{\varepsilon^2}{R} \end{cases}$$

و پس از بستن کلید k، داریم:



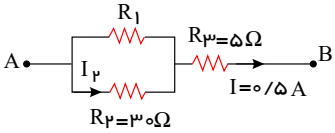
$$\begin{cases} R'_{eq} = \frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{2}{3}R \\ P'_T = \frac{V^2}{R'_{eq}} \Rightarrow P'_T = \frac{\varepsilon^2}{\frac{2}{3}R} \Rightarrow P'_T = \frac{3}{2}\frac{\varepsilon^2}{R} \end{cases}$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{P'_T}{P_T} = \frac{\frac{3}{2}\frac{\varepsilon^2}{R}}{\frac{1}{2}\frac{\varepsilon^2}{R}} \Rightarrow \frac{P'_T}{P_T} = 3$$

۱۳۵ اگر در شکل مقابل اختلاف پتانسیل بین B و A برابر ۸٫۵ ولت باشد، جریانی که از مقاومت ۳۰ اهم می گذرد چند آمپر است؟

آسان- خارج از کشور- ۱۳۸۶

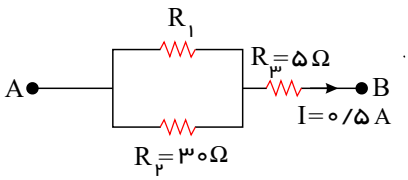


۱) ۰٫۲
۲) ۰٫۳
۳) ۰٫۴
۴) ۰٫۵

پاسخ: گزینه ۱ ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۲$ و پس از آن جریان عبوری از این شاخه را می‌یابیم. یعنی:

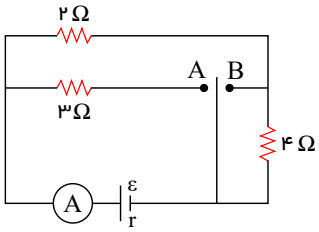
$$V_{AB} = V_{R_{۱,۲}} + V_{R_۳} \Rightarrow V_{R_{۱,۲}} = V_{AB} - V_{R_۳} = ۸٫۵ - ۰٫۵ \times ۵ = ۶V$$

$$I_۲ = \frac{V_۲}{R_۲} = \frac{۶}{۳۰} = ۰٫۲A$$



۱۳۶ در مدار شکل مقابل، اگر کلید به A وصل شود آمپرسنج I_A و اگر به B وصل شود I_B را نشان می‌دهد، $\frac{I_A}{I_B}$ کدام است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۸۸



۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

پاسخ: گزینه ۱

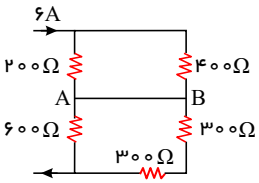
کلید در حالت A : $R_{eq_۱} = \frac{۶\times۳}{۶+۳} = ۲\Omega \Rightarrow I_A = \frac{\varepsilon}{۲+r}$

کلید در حالت B (مقاومت‌های ۳Ω , ۴Ω حذف می‌شود) : $R_{eq_۲} = ۲\Omega \Rightarrow I_B = \frac{\varepsilon}{۲+r}$

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = ۱$$

۱۳۷ در مدار روبه‌رو، جریان عبوری از سیم اتصال بین A و B چند آمپر است؟ (مقاومت الکتریکی سیم‌های اتصال ناچیز است.)

سخت- سراسری- ۱۳۹۰



۱) صفر
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۳

پاسخ: گزینه ۲

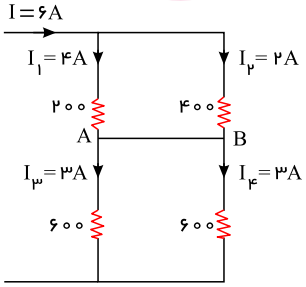
$$R_۱ I_۱ = R_۲ I_۲ \Rightarrow ۲۰۰ I_۱ = ۴۰۰ I_۲ \Rightarrow I_۱ = ۲I_۲$$

$$I = I_۱ + I_۲ \Rightarrow ۶ = ۲I_۲ + I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۲A \ , \ I_۱ = ۴A$$

$$R_۳ I_۳ = R_۴ I_۴$$

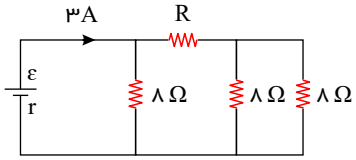
$$۶۰۰ I_۳ = ۶۰۰ I_۴ \Rightarrow I_۳ = I_۴ \Rightarrow I_۳ = I_۴ = \frac{۶}{۲} = ۳A$$

در گره A : $I_{AB} = I_۱ - I_۳ = ۴ - ۳ = ۱A$



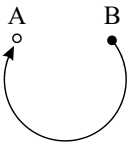
۱۳۸ در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R، ۱۲ ولت است، R چند اهم است؟

متوسط- سراسری- ۱۳۹۹

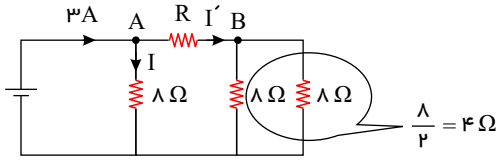


۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۴



$$\Rightarrow V_B - ۴I' + ۸I = V_A \Rightarrow V_A - V_B = V_{AB} = ۱۲ = ۸I - ۴I'$$



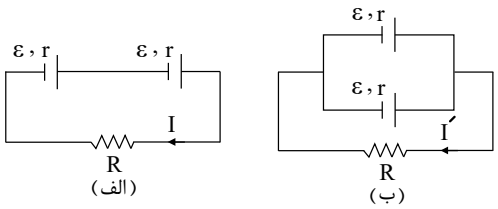
$$\Rightarrow ۲I - I' = ۳ \xrightarrow[I+I'=۳A]{\text{از طرفی}} \begin{cases} I + I' = ۳A \\ ۲I - I' = ۳A \end{cases}$$

$$۳I = ۶A \Rightarrow I = ۲A \quad \text{و} \quad I' = ۱A$$

$$V_{AB} = RI' \Rightarrow ۱۲ = R \times ۱ \Rightarrow R = ۱۲\Omega$$

۱۳۹ در شکل‌های زیر $R < r$ است. اگر نسبت $\frac{I}{I'}$ برابر K باشد، کدام رابطه درست است؟

سخت- خارج از کشور- ۱۳۹۵



۱) $K = ۰$
۲) $K = ۱$
۳) $K > ۱$
۴) $K < ۱$

پاسخ: گزینه ۴ شدت جریان را در هر حالت تعیین می‌کنیم.

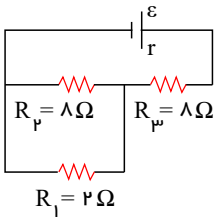
$$\left.\begin{array}{l} I = \frac{۲\varepsilon}{R+۲r} \quad \text{(در حالت الف)} \\ I' = \frac{\varepsilon}{R+\frac{r}{۲}} \quad \text{(در حالت ب)} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{I}{I'} = \frac{\frac{۲}{R+۲r}}{\frac{۱}{R+\frac{r}{۲}}} = \frac{۲R + r}{R + ۲r} = k$$

چون $R < r$ است پس صورت کسر کوچک تر از مخرج شده بنابراین $K < ۱$ می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان نوشت:

$$R < r \rightarrow R + r < ۲r \rightarrow ۲R + r < ۲r + R$$

۱۴۰ در مدار مقابل، توان مصرفی در مقاومت $R_۳$ چند برابر توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۸۹



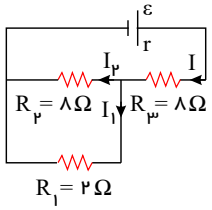
۱) $\frac{۹}{۴}$
۲) $\frac{۱۲}{۵}$
۳) $\frac{۱۶}{۵}$
۴) $\frac{۲۵}{۴}$

پاسخ: گزینه ۴ اگر جریان کل مدار را I فرض کنیم، جریان عبوری از مقاومتهای $R_۱, R_۲$ به صورت زیر خواهد بود:

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow R_۱I_۱ = R_۲I_۲ \Rightarrow ۲ \times I_۱ = ۸ \times I_۲ \Rightarrow I_۱ = ۴I_۲$$

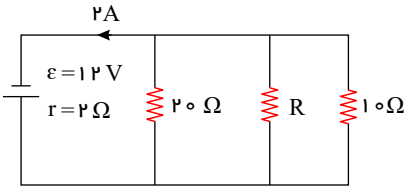
$$I_۱ + I_۲ = I \Rightarrow I_۱ + \frac{۱}{۴}I_۱ = I \Rightarrow \frac{۵}{۴}I_۱ = I$$

$$\frac{P_۳}{P_۱} = \frac{R_۳I^۲}{R_۱I_۱^۲} = \frac{۸ \times \left(\frac{۵}{۴}I_۱\right)^۲}{۲ \times I_۱^۲} = \frac{۲۵}{۴}$$



۱۴۱ در شکل زیر، در مقاومت R در هر دقیقه چند ژول انرژی مصرف می‌شود؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۶۴۸

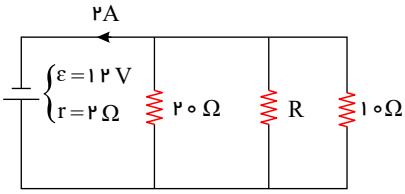
۲) ۵۲۶

۳) ۴۷۲

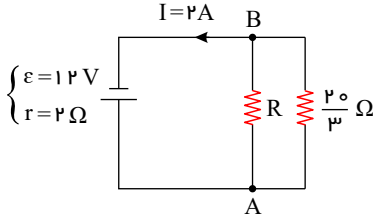
۴) ۳۸۴

پاسخ: **گزینه ۴**

معادل ۲ مقاومت 10Ω و 20Ω را R' می‌نامیم. بنابراین داریم:



$$R' = \frac{۲۰ \times ۱۰}{۲۰ + ۱۰} = \frac{۲۰۰}{۳۰} = \frac{۲۰}{۳}\Omega$$



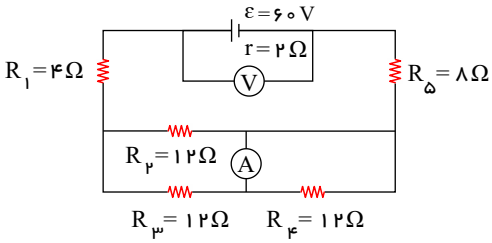
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow ۲ = \frac{۱۲}{۲ + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = ۴\Omega \Rightarrow R_{eq} = ۴ = \frac{R \times \frac{۲۰}{۳}}{R + \frac{۲۰}{۳}} \Rightarrow ۴R + \frac{۸۰}{۳} = \frac{۲۰}{۳}R \Rightarrow \frac{۲۰R}{۳} - ۴R = \frac{۸۰}{۳} \Rightarrow \frac{۸R}{۳} = \frac{۸۰}{۳} \Rightarrow R = ۱۰\Omega$$

$$V_{AB} = \Delta V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI = ۱۲ - ۲ \times ۲ = ۸V \Rightarrow P_R = \frac{V_{AB}^{۲}}{R} = \frac{۸^{۲}}{۱۰} = ۶/۴W$$

$$U_R = P_R \times \Delta t = ۶/۴ \times ۶۰ = ۳۸۴J \Rightarrow U_R = ۳۸۴J \rightarrow P = RI^{۲}t = ۱۰ \times (۰/۸)^{۲} \times ۶۰ = ۳۸۴J$$

۱۴۲ در مدار زیر، ولت‌سنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی چه اعدادی را نشان می‌دهند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۹۹



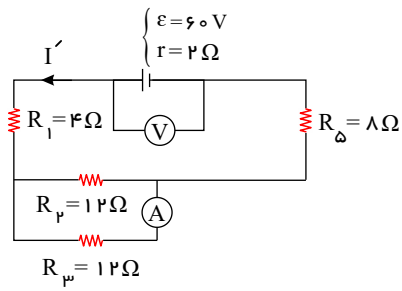
۱) $۱/۵A, ۵۴V$

۲) $۱/۵A, ۵۵V$

۳) $۳A, ۵۴V$

۴) $۳A, ۵۵V$

پاسخ: **گزینه ۱** چون مقاومت آمپرسنج ایده‌آل ناچیز است، مقاومت $R_۴$ اتصال کوتاه شده و حذف می‌گردد:

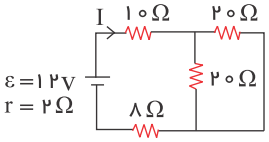


$$\Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{۶۰}{۲ + (۴ + \frac{۱۲}{۲} + ۸)} \Rightarrow I' = ۳A \rightarrow \text{عدد آمپرسنج} = ۱/۵A$$

$$\text{عدد ولت‌سنج} = \varepsilon - rI = ۶۰ - ۲ \times ۳ = ۵۴V$$

۱۴۳ در مدار شکل روبه‌رو، شدت جریان I چند آمپر است؟

آسان- خارج از کشور- ۱۳۸۷

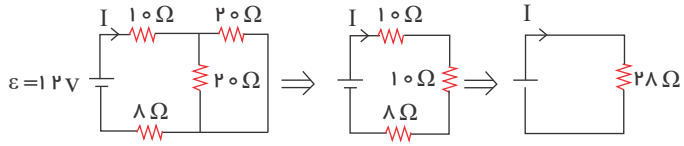


۱) ۰٫۲
۲) ۰٫۳
۳) ۰٫۴
۴) ۰٫۵

پاسخ: گزینه ۳

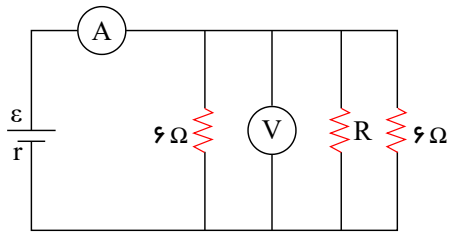
بدیهی است که با تعیین مقاومت معادل، می‌توانیم جریان I را به صورت زیر بیابیم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۲}{۲۸ + ۲} = ۰٫۴A$$



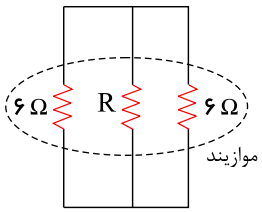
۱۴۴ در مدار مقابل آمپرسنج $۱۵A$ و ولت سنج $۳۰V$ را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟ (آمپرسنج و ولت سنج ایده آل فرض شوند.)

سخت- خارج از کشور- ۱۳۸۹



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

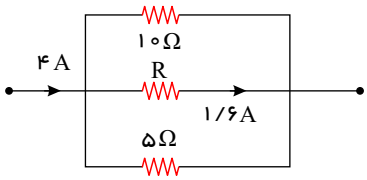
پاسخ: گزینه ۳ با توجه به این که مقاومت‌ها به صورت موازی بسته شده‌اند پس اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از آن‌ها برابر ۳۰ ولت می‌باشد.



$$V = R_{eq}I \Rightarrow ۳۰ = \frac{۳ \times R}{۳ + R} \times ۱۵ \Rightarrow ۶ + ۲R = ۳R \Rightarrow R = ۶\Omega$$

۱۴۵ شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲۵ دقیقه در مقاومت R مصرف می‌شود، چند کیلوژول است؟

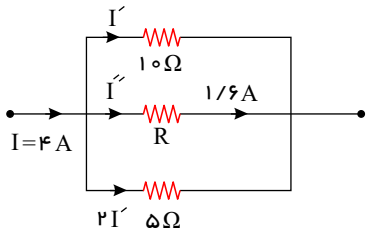
متوسط- سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۴٫۸
۲) ۹٫۶
۳) ۱۹٫۲
۴) ۲۷٫۴

پاسخ: گزینه ۳

بدیهی است جریان عبوری از مقاومت ۱۰Ω نصف جریان عبوری از مقاومت ۵Ω است:



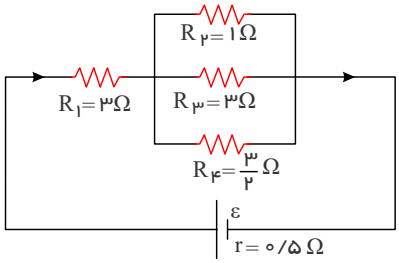
$$I = ۴A = ۳I' + ۱٫۶ \Rightarrow ۳I' = ۲٫۴A \Rightarrow I' = ۰٫۸A$$

$$V_R = V_{R=10\Omega} = 10\Omega \times 0/8 = 8V \Rightarrow P = V_R \times I'' = 8 \times 1/6 \Rightarrow U = Pt = 12/8 \times 25 \times 60 = 19200J = 19/2kJ \Rightarrow U = 19/2kJ$$

دیدیم نیازی به محاسبهٔ R نبود. (هرچند به سهولت قابل محاسبه بود!)

۱۴۶ در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت R_1 چند برابر توان مصرفی مقاومت R_3 است؟

سخت- خارج از کشور- ۱۳۹۷



۱) ۱

۲) ۶

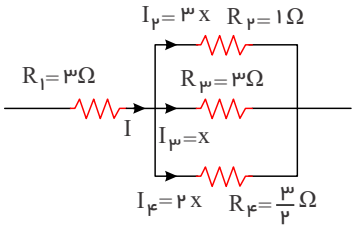
۳) ۹

۴) ۳۶

پاسخ: گزینه ۴

جریان اصلی مدار را I فرض می‌کنیم.

کمترین جریان از بیشترین مقاومت یعنی R_3 می‌گذرد آنرا x فرض می‌کنیم. جریان با مقاومت رابطهٔ عکس دارد چون $R_2 = \frac{1}{3}R_3$ پس جریان آن ۳ برابر R_3 یعنی $3x$ است.



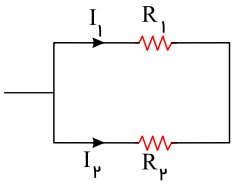
از طرفی $R_4 = \frac{1}{2}R_3$ پس جریان آن دو برابر R_3 است یعنی، $2x$ است.

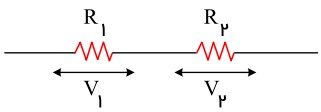
پس جریان‌ها $I_2 = \frac{I}{2}$ و $I_3 = \frac{I}{6}$ و $I_4 = \frac{I}{3}$ است.

$$I = 3x + x + 2x \Rightarrow I = 6x \Rightarrow x = \frac{I}{6}$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{R_1 I_1^2}{R_3 I_3^2} = \frac{3I^2}{3 \times (\frac{I}{6})^2} = 36$$

روش دوم: می‌دانیم که در اتصال موازی و متوالی مقاومت‌ها رابطهٔ بین نسبت توانها و نسبت مقاومتها به صورت زیر است.

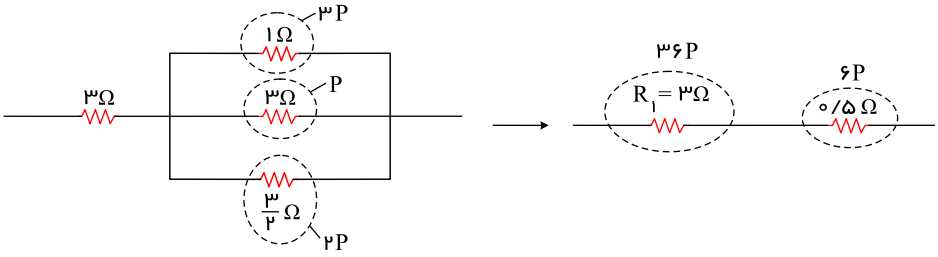




اتصال موازی: $\frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$

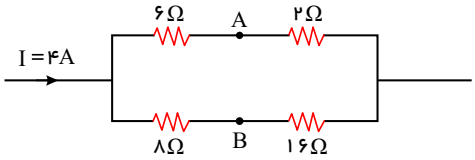
اتصال متوالی: $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$

با این مقدمه، اگر در مدار زیر توان مصرفی مقاومت R_3 را P بنامیم، داریم:



$\rightarrow P_1 = ۳۶P_2$

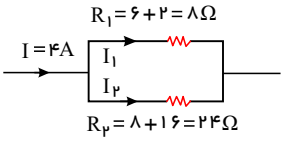
۱۴۷ در شکل مقابل، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B چند ولت است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۸۳

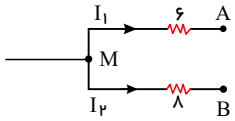


۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

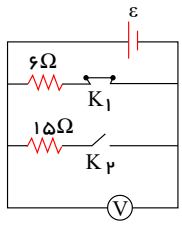
پاسخ: **گزینه ۳** ابتدا جریان عبوری از هر شاخه را می‌یابیم، سپس برای تعیین اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ A و B به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow ۸I_1 = ۲۴I_2 \Rightarrow I_1 = ۳I_2$$
$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow ۴ = ۳I_2 + I_2 \Rightarrow I_2 = ۱A, I_1 = ۳A$$
$$\begin{matrix} V_M - V_A = ۶ \times ۳ \\ V_M - V_B = ۸ \times ۱ \end{matrix} \Rightarrow V_B - V_A = ۱۰V$$





۱۴۸ در مدار شکل مقابل، وقتی کلید K_1 بسته و K_2 باز است ولت سنج ۱۲ ولت را نشان می دهد. اگر کلید K_1 را باز و K_2 را ببندیم، ولت سنج ۱۵ ولت را نشان می دهد. نیروی محرکه باتری (ε) چند ولت است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۸۶



۱) ۱۵ ۲) ۱۸ ۳) ۲۱ ۴) ۲۴

پاسخ: **گزینه ۲**

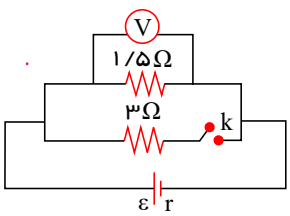
ولت سنج هم با تک تک مقاومت ها موازی است و هم با باتری موازی است.

کلید k_1 بسته $\Rightarrow V = RI \Rightarrow ۱۲ = ۶I \Rightarrow I = ۲A$

کلید k_2 بسته $\Rightarrow V' = R'I' \Rightarrow ۱۵ = ۱۵I' \Rightarrow I' = ۱A$

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} ۱۲ = \varepsilon - r \times ۲ \\ ۱۵ = \varepsilon - r \times ۱ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۱۲ = \varepsilon - ۲r \\ -۳۰ = -۲\varepsilon + ۲r \end{cases} \Rightarrow -۱۸ = -\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = ۱۸V$$

۱۴۹ در مدار روبه رو، درحالتی که کلید باز است، ولت سنج V_1 را نشان می دهد و اگر کلید را ببندیم، V_2 را نشان می دهد. اگر $\frac{V_2}{V_1}$ برابر با $\frac{۸}{۹}$ باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۹۰



۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

پاسخ: **گزینه ۱** با بستن کلید K، مقاومت ۳Ω به صورت موازی با مقاومت $۱/۵\Omega$ در مدار قرار می‌گیرد. بنابراین داریم:

$$V_{\text{مولد}} = \varepsilon - rI = IR_{eq} \ , \ I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$$

قبل از بستن کلید : $I_1 = \dfrac{\varepsilon}{۱٫۵+r} \Rightarrow V_1 = \dfrac{\varepsilon}{۱٫۵+r} \times ۱٫۵$

بعد از بستن کلید : $R_{eq} = \dfrac{۳ \times ۱٫۵}{۳+۱٫۵} = \dfrac{۳ \times ۱٫۵}{۴٫۵} = ۱\Omega \Rightarrow I_2 = \dfrac{\varepsilon}{۱+r} \Rightarrow V_2 = \dfrac{\varepsilon}{۱+r} \times ۱$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{۱\varepsilon}{۱+r}}{\frac{۱٫۵\varepsilon}{۱٫۵+r}} = \frac{(۱٫۵+r)(۱)}{۱٫۵(۱+r)} = \frac{۸}{۹} \Rightarrow ۱۲+۱۲r = ۱۳٫۵+۹r \Rightarrow ۳r = ۱٫۵ \Rightarrow r = \frac{۱}{۲} = ۰٫۵\Omega$$

۱۵۰ قطر مقطع دو سیم مسی A و B به ترتیب $۰٫۲\,mm$ و $۰٫۳\,mm$است و طول این دو سیم با هم برابر است. این دو سیم به طور موازی به اختلاف پتانسیل الکتریکی بسته شده‌اند و ازمجموعه جریان ۲٫۶۰ آمپر می گذرد. شدت جریان عبوری از سیم A چند آمپراست؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۸۸

۱) ۰٫۸۰ ۲) ۱٫۰۴ ۳) ۱٫۵۶ ۴) ۱٫۸۰

پاسخ: گزینه ۱

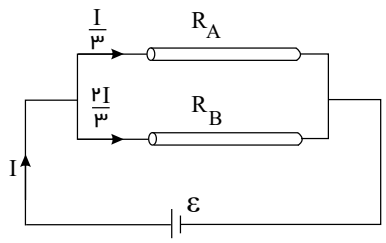
$$R = \rho\frac{L}{A} = \rho\frac{L}{\frac{\pi D^2}{۴}} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \left(\frac{۰٫۲}{۰٫۳}\right)^2 = \frac{۴}{۹}$$

$$V_A = V_B \Rightarrow R_A I_A = R_B I_B \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{I_A}{I_B} = \frac{۴}{۹} \ , \ I_A + I_B = ۲٫۶\ A$$

$$I_A + \frac{۹}{۴}I_A = ۲/۶ \Rightarrow \frac{۱۳}{۴}I_A = ۲/۶ \Rightarrow I_A = ۰٫۸\ A$$

۱۵۱ مطابق شکل زیر، دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژهٔ سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژهٔ سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۵



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۲ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۱ باتوجه به تقسیم I بین شاخه‌های A و B و رابطهٔ عکس بین I و R در مقاومت‌های موازی می‌توان نتیجه گرفت:

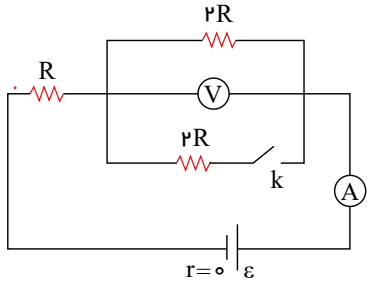
$$R_A = ۲R_B$$

همچنین باتوجه به رابطه مقاومت با شرایط ساختمانی آن می‌توان گفت:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow ۲ = ۳ \times ۱ \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{۳}{۲}$$

۱۵۲ در مدار شکل مقابل، ابتدا کلید K باز است. اگر کلید را ببندیم، اعدادی که ولت سنج و آمپرسنج نشان می دهند به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۶



۱) صفر ,۲ ۲) $\frac{۳}{۲}, \frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۴}, \frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}, \frac{۳}{۴}$

سراسری های جاری

پاسخ: **گزینه ۴** اگر کلید k باز باشد مقاومت معادل $R+۲R=۳R$ اگر کلید k بسته شود مقاومت های $۲R$ و $۲R$ موازی می باشند که معادل آنها برابر است با:

$$\frac{۲R}{۲}=R\Rightarrow R_T=R+R=۲R$$

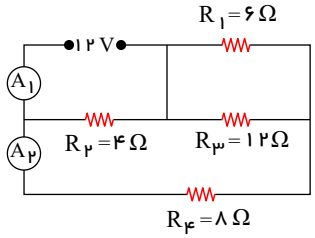
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\begin{cases}I_۱=\dfrac{\varepsilon}{۳R}\\ I_۲=\dfrac{\varepsilon}{۲R}\end{cases}\Rightarrow\frac{I_۱}{I_۲}=\frac{\frac{\varepsilon}{۳R}}{\frac{\varepsilon}{۲R}}=\frac{۲}{۳}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۳}{۲}$$

اگر کلید k باز باشد ولت سنج $\frac{۲\varepsilon}{۳}$ و اگر کلید k بسته شود ولت سنج $\frac{\varepsilon}{۲}$ رانشان می دهد.

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{\frac{\varepsilon}{۲}}{\frac{۲\varepsilon}{۳}}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow V_۲=\frac{۳}{۴}V_۱$$

۱۵۳ در مدار زیر، آمپرسنج‌های آرمانی $A_۱$ و $A_۲$ به‌ترتیب چند آمپر را نشان می‌دهند؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۹



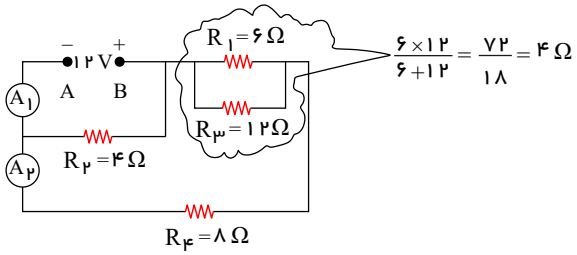
۱) ۳ و ۱

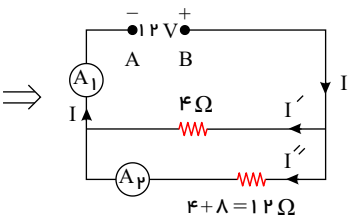
۲) ۳ و ۱٫۵

۳) ۴ و ۱

۴) ۴ و ۱٫۵

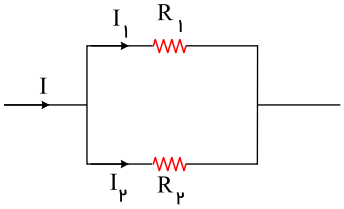
پاسخ: **گزینه ۳** کافی است کمی مقاومت $R_۳$ را جابه‌جا کنیم:





$$I=\frac{V_{AB}}{R_{eq}}=\frac{۱۲}{\frac{۴\times۱۲}{۴+۱۲}}=\frac{۱۲}{۳}=۴A$$

تذکر: در تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی می‌توان به صورت زیر عمل کرد.



$$\begin{cases}I_۱=\frac{R_۲}{R_۱+R_۲}I\\ I_۲=\frac{R_۱}{R_۱+R_۲}I\end{cases}$$

$$I''=(\frac{۴}{۴+۱۲})\times۴=۱A$$

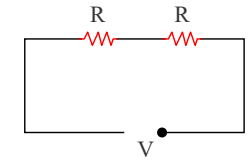
۱۵۴ دو مقاومت یکسان R را به طور متوالی به ولتاژ ثابتی می‌بندیم. توانی که در مجموعهٔ دو مقاومت مصرف می‌شود، $۴۰W$ است. اگر این دو مقاومت را به طور موازی به همان اختلاف پتانسیل ببندیم، توان مصرفی در مجموعهٔ دو مقاومت در این حالت چند وات است؟

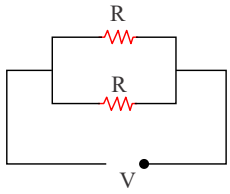
متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۷

۱) ۱۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ: **گزینه ۴** ولتاژ دو سر مجموعه در هر دو حالت یکسان است. پس نسبت توان مصرفی کل مدار در دو حالت با نسبت مقاومت معادل مجموعه، نسبت عکس دارد، یعنی:

$$\left.\begin{aligned} P_{T_1} &= \frac{V^2}{R_T} = \frac{V^2}{2R} \\ P_{T_2} &= \frac{V^2}{R_T} = \frac{V^2}{\frac{R}{2}} \end{aligned}\right\}$$

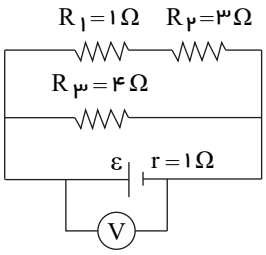




$$\Rightarrow \frac{P_{T_2}}{P_{T_1}} = \frac{\frac{V^2}{\frac{R}{2}}}{\frac{V^2}{2R}} \Rightarrow \frac{P_{T_2}}{40} = 4 \Rightarrow P_{T_2} = 160W$$

۱۵۵ در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت R_1 برابر با $4W$ است. اختلاف پتانسیل دو سر باتری و نیروی محرکه‌ی آن به ترتیب از راست به چپ هر کدام چند ولت است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۸۵



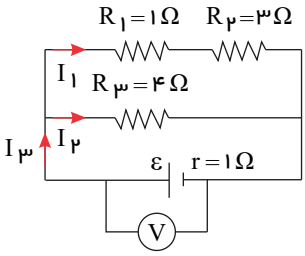
۱) ۵ و ۶

۲) ۸ و ۱۲

۳) ۱۰ و ۱۴

۴) ۱۶ و ۲۰

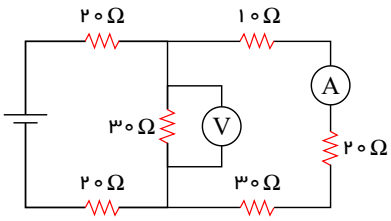
پاسخ: گزینه ۲



$$P_1 = 4W \Rightarrow I_1^2 R_1 = 4 \Rightarrow I_1 = 2A \Rightarrow I_2 = 2A$$
$$I = I_1 + I_2 = 4A$$
$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow 4 = \frac{\varepsilon}{\frac{4}{2} + 1} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$
$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = 12 - 4 \times 1 = 8V$$

۱۵۶ در مدار شکل مقابل اگر ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان دهد آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۷



۱) ۰٫۲

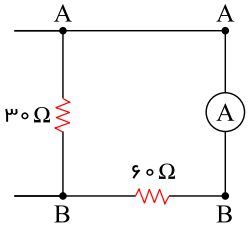
۲) ۰٫۴

۳) ۰٫۶

۴) ۰٫۸

پاسخ: گزینه ۱ اگر مدار را به صورت زیر ساده کنیم، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B با عددی که ولت‌سنج نمایش می‌دهد، یکسان است، بنابراین داریم:

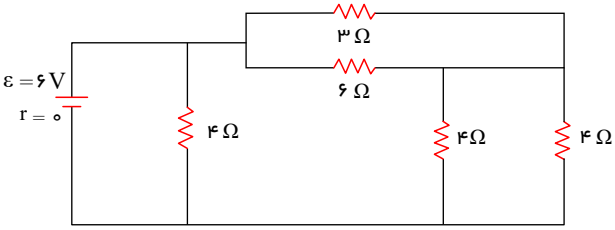
$$V = (10 + 20 + 30)I_2 \rightarrow 12 = 60I_2$$



$\Rightarrow I_۲ = ۰/۲A =$ عدد نشان داده شده بوسیله ی آمپرسنج

۱۵۷ در مدار شکل مقابل شدت جریانی که از مقاومت ۶Ω می‌گذرد چند آمپر است؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۵

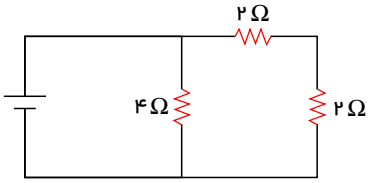


۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۳

پاسخ: **گزینه ۱** مرحله به مرحله، مدار را به صورت زیر ساده کرده و جریان کل را به دست آورده و در مقاومتها تقسیم می‌کنیم.

$$R_{۳,۶} = \frac{۳ \times ۶}{۳ + ۶} = ۲\Omega \quad , \quad R_{۴,۴} = \frac{۴ \times ۴}{۴ + ۴} = ۲\Omega$$

$$۲ + ۲ = ۴$$



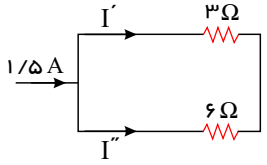
$$R_{eq} = \frac{R_۱}{n} = \frac{۴}{۲} = ۲ \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{۶}{۲ + ۰} = ۳A$$

$$R_{eq} I = R_۱ I_۱ \Rightarrow ۲ \times ۳ = ۴ I_۱ \Rightarrow I_۱ = ۱/۵A$$

$$I_۱ = I_۲ = ۱/۵A$$

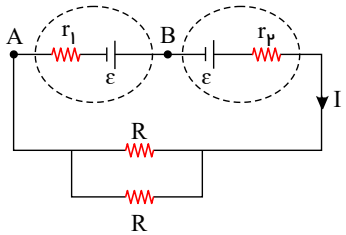
$$RI = R''I''$$

$$۲ \times ۱/۵ = ۶ I'' \Rightarrow I'' = ۰/۵A$$



۱۵۸ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B برابر صفر است. کدام مورد درست است؟

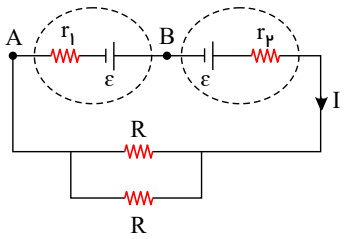
متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $R = ۲r_۱ = ۲r_۲$
۲) $R = ۲(r_۱ - r_۲)$
۳) $R = r_۱ = r_۲$
۴) $R = r_۱ - r_۲$

پاسخ: **گزینه ۲** اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد با نیروی محرکهٔ ε و مقاومت درونی V، برابر صفر باشد، جریان عبوری از آن مولد $I = \frac{\varepsilon}{V}$ است، زیرا:

$$V_A - r_۱ I + \varepsilon = V_B \Rightarrow V_B - V_A = ۰ = \varepsilon - r_۱ I \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r_۱}$$

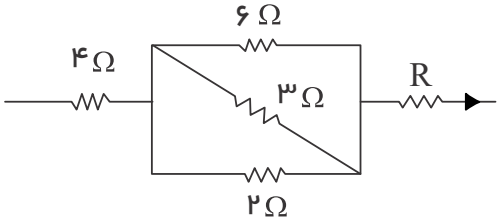


از طرفی: $I = \frac{۲\varepsilon}{\sum r + R_{eq}}$ پس:

$$I = \frac{۲\cancel{\varepsilon}}{(r_۱ + r_۲) + \frac{R}{۲}} = \frac{\cancel{\varepsilon}}{r_۱} \Rightarrow r_۱ + r_۲ + \frac{R}{۲} = ۲r_۱ \Rightarrow r_۱ - r_۲ = \frac{R}{۲} \Rightarrow R = ۲(r_۱ - r_۲)$$

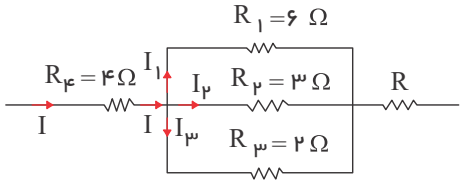
۱۵۹ در شکل مقابل که قسمتی از یک مدار الکتریکی است توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۴ اهمی است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۸۵



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۲۴}$

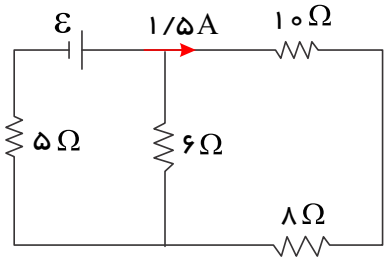
پاسخ: گزینه ۴ با به دست آوردن جریان هر شاخه داریم:



$$\begin{cases} V_۱ = V_۲ = V_۳ \\ I_۱ = \frac{V_۱}{R_۱} = \frac{I}{۶} \end{cases}, \quad I_۲ = \frac{I}{۳}, \quad I_۳ = \frac{I}{۲} \Rightarrow \frac{P_۶}{P_۴} = \frac{R_۶ I_۱^۲}{R_۴ I^۲} = \frac{۶ \times \frac{I^۲}{۳۶}}{۴ \times I^۲} = \frac{۱}{۲۴}$$

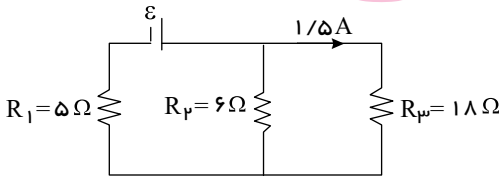
۱۶۰ در مدار شکل مقابل توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی چند وات است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۸۶



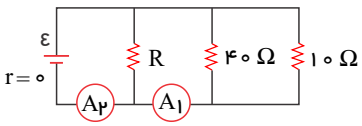
۱) ۲۰
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۸۰

پاسخ: گزینه ۴ جریان عبوری از مقاومت ۵ اُهمی جریان کل مدار یا جریان عبوری از مولد می‌باشد.



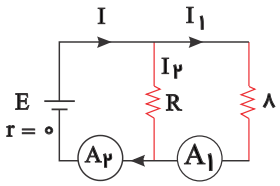
$$V_۲ = V_۳ \rightarrow R_۲ I_۲ = R_۳ I_۳ \rightarrow ۶ \times I_۲ = ۱۸ \times ۱/۵$$
$$I_۲ = ۴/۵A$$
$$I_۱ = I_۲ + I_۳ = ۴/۵ + ۱/۵ = ۶A$$
$$P_۱ = R_۱ I_۱^۲ \rightarrow P_۱ = ۵ \times ۶^۲ = ۱۸۰W$$

۱۶۱ در مدار روبه‌رو آمپرسنج‌های $A_۱$ و $A_۲$ به ترتیب عددهای $۲/۵A$ و $۳A$ را نشان می‌دهند. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ (آمپرسنج‌ها ایده آل فرض شوند.) متوسط- سراسری- ۱۳۸۸



۱) ۳۰
۲) ۸
۳) $\frac{۲۰}{۳}$
۴) $\frac{۴۰}{۳}$

پاسخ: گزینه ۳



مقاومت معادل مقاومت‌های ۱۰ و ۴۰ اهمی که موازی اند. $= R = \frac{۴۰ \times ۱۰}{۴۰ + ۱۰} = ۸\Omega$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۸ اهمی : $V = R_۱ I_۱ = ۸ \times ۲/۵ = ۲۰V$

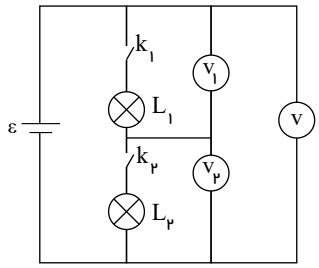
$I = I_۱ + I_۲ \Rightarrow ۳ = I_۲ + ۲/۵ \Rightarrow I_۲ = ۰/۵A$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R = V = RI_۲ \Rightarrow ۲۰ = R \times ۰/۵ \Rightarrow R = ۴۰\Omega$

مقاومت معادل مدار $= R = \frac{۴۰ \times ۸}{۴۰ + ۸} = \frac{۲۰}{۳}\Omega$

۱۶۲ در شکل زیر، ولت‌سنج‌ها آرمانی هستند و هر دو لامپ روشن است. اگر کلید k_1 را قطع کنیم، کدام‌یک از ولت‌سنج‌ها صفر را نشان می‌دهد؟

سخت- سراسری- ۱۴۰۰



۱) V_1

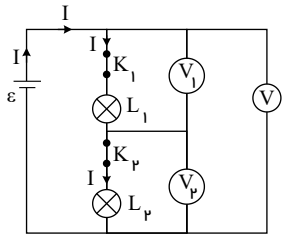
۲) V_2

۳) V_1 و V

۴) V_2 و V

پاسخ: **گزینه ۲** نکته: می‌دانیم از ولت‌سنج‌های آرمانی جریانی عبور نمی‌کند. پس مسیر جریان در ابتدا به شکل زیر است (شکل الف).

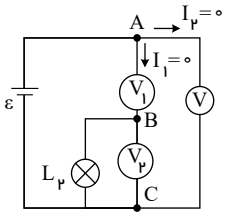
K_1 قبل از قطع کلید ←



(شکل الف)

در شکل (ب) لامپ L_1 با قطع کلید K_1 از مدار حذف می‌گردد، در مورد جریان هم دقت کنیم، جریان اصلی و تمام شاخه‌ها صفر است.

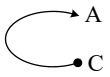
K_1 بعد از قطع کلید ←



(شکل ب)

ولت‌سنج V:

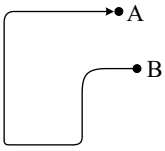
$V_{AC} = ?$



$\Rightarrow V_C + \varepsilon = V_A \Rightarrow V_{AC} = \varepsilon \neq 0 \Rightarrow V \neq 0$

ولت‌سنج V_1:

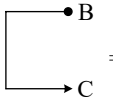
$V_{AB} = ?$



$\Rightarrow V_B - R_2 \cancel{I^{\circ}} + \varepsilon = V_A \Rightarrow V_{AB} = V_1 \neq 0$

ولت‌سنج V_2:

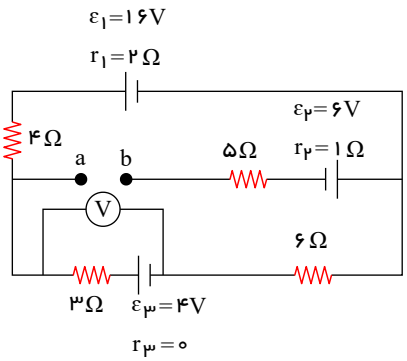
$V_{BC} = ?$



$\Rightarrow V_B - R_2 \cancel{I^{\circ}} = V_C \Rightarrow V_{BC} = V_2 = 0$

نکتهٔ مهم: هرگاه جریان عبوری از مقاومت R صفر باشد آن مقاومت مثل یک سیم رسانای بدون مقاومت عمل می‌کند!

۱۶۳ در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟ متوسط- سراسری- ۱۳۹۹

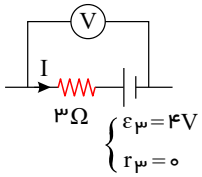


۱) ۰٫۶
۲) ۲٫۴
۳) ۵٫۲
۴) ۶٫۴

پاسخ: گزینه ۴ از شاخهٔ وسطی چون قطع است، جریان عبور نمی‌کند پس آن را کنار می‌گذاریم! پس اگر جریان در مدار اصلی I باشد، داریم:

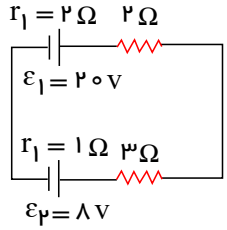
$$I=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{(r_1+r_3)+R_{eq}}=\frac{16-4}{2+13}=\frac{12}{15}=\frac{4}{5}=0/8$$

$$\begin{cases}\text{عدد ولت‌سنج } \Delta V\\ \text{جریان در مدار پادساعتگرد است}\end{cases}\Rightarrow$$



$$\Rightarrow V=\varepsilon_3+3I\Rightarrow V=4+\underbrace{3\times 0/8}_{2/4}=6/4V$$

۱۶۴ در مدار مقابل توان الکتریکی مقاومت ۲ اهمی چند وات است؟ آسان- خارج از کشور- ۱۳۹۲



۱) ۶٫۷۵
۲) ۴٫۵
۳) ۳
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲

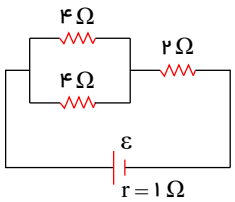
$$P=RI^2$$

با توجه به رابطه بالا برای یافتن توان مقاومت دو اهمی باید شدت جریان الکتریکی را در مدار بیابیم.

$$I=\frac{\sum\varepsilon}{\sum r+R_{eq}}=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{\sum r+R_{eq}}=\frac{20-8}{8}\Rightarrow I=\frac{3}{2}A$$

$$P=RI^2\Rightarrow P=(2)(\frac{3}{2})^2=\frac{9}{2}=4/5W$$

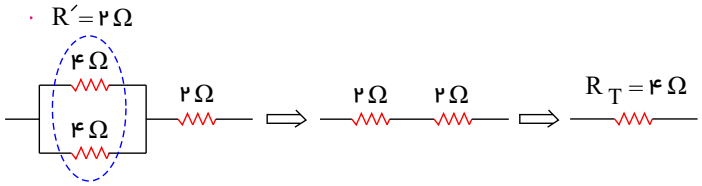
۱۶۵ بازده مولد (نسبت توان مفید به توان کل)، در مدارشکل روبه رو چند درصد است؟(توان مفید، توان مصرف‌کننده های خارج ازباتری است.) متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۱



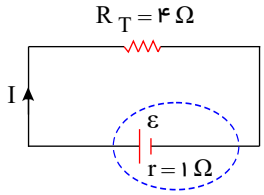
۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۴

برای به دست آوردن بازده، ابتدا مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم:



شکل روبه‌رو مدار معادل صورت سؤال است و می‌توان نوشت:



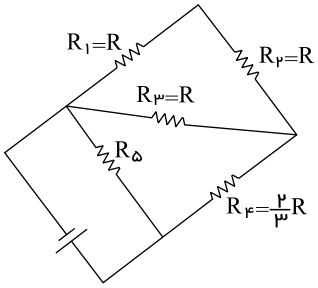
$$\begin{cases} \text{توان تولیدی باتری} = \text{توان کل} = rI^2 + R_TI^2 = (r+R_T)I^2 = (1+4)I^2 = 5I^2 \\ \text{توان مفید} = R_TI^2 = 4I^2 \end{cases}$$

$$\text{بازده مولد} = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان مولد}} = \frac{4I^2}{5I^2} = \frac{4}{5} = 80\%$$

تذکر: دقت شود که توان تولیدی باتری به اندازه‌ی rI^2 در پیل و به اندازه‌ی R_TI^2 در مقاومت‌های خارجی مصرف می‌شود و توان تولیدی کل برابر مجموع این دو مقدار است.

۱۶۶ در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت R_3، $\frac{1}{3}$ توان مصرفی مقاومت R_5 است. مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟

سخت- سراسری- ۱۴۰۰



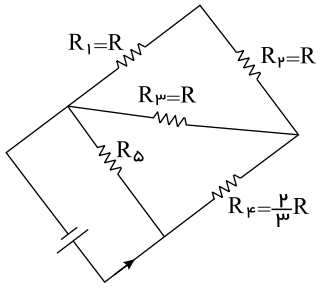
۱) $\frac{8}{3}$

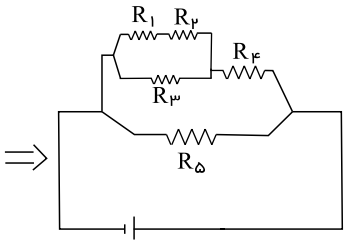
۲) $\frac{4}{3}$

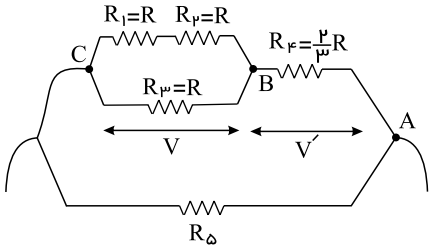
۳) $\frac{2}{3}$

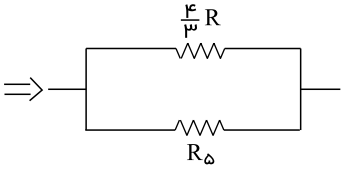
۴) $\frac{1}{3}$

پاسخ: گزینه ۳







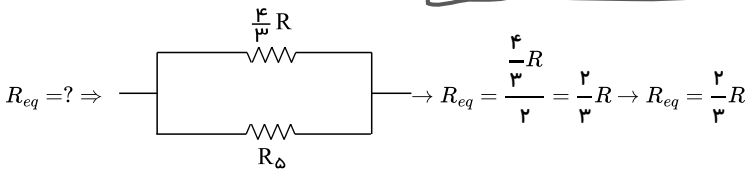


مقاومت بین A و B برابر $\frac{2}{3}R$ است و $(R_{eq})_{BC} = \frac{2R \times R}{2R+R} = \frac{2}{3}R$

مقاومت بین B و C هم $\frac{2}{3}R$ است و چون متوالی هستند و جریان‌ها نیز برابرند، بنابراین:

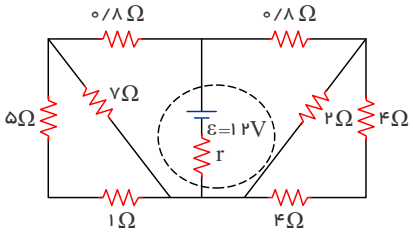
$$V = V' \Rightarrow V_{R_5} = 2V_{R_3} \xrightarrow{V_{R_3}=V} V_{R_5} = 2V$$

$$\begin{cases} P_{R_3} = \frac{1}{3}P_{R_5} \Rightarrow \frac{V^2}{R_3} = \frac{1}{3}(\frac{4V^2}{R_5}) \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{4}{3R_5} \Rightarrow R_5 = \frac{4}{3}R \\ V_{R_3} = \Delta V_{BC} = V \\ V_{R_5} = 2V \end{cases}$$



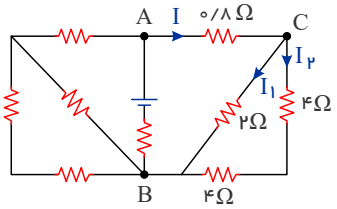
$$R_{eq}=?\Rightarrow \rightarrow R_{eq}=\frac{\frac{۴}{۳}R}{۲}=\frac{۲}{۳}R\rightarrow R_{eq}=\frac{۲}{۳}R$$

۱۶۷ در شکل زیر، اگر توان مصرفی مقاومت ۲ اهمی برابر ۸ وات باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۹۷



۱) ۱۲
۲) ۹
۳) ۸
۴) ۶

پاسخ: گزینه ۴ مطابق شکل زیر، ابتدا جریان I را به‌دست می‌آوریم:



$$P=RI_۱^۲\Rightarrow ۸=۲\times I_۱^۲\Rightarrow I_۱=۲A$$

$$V_۱=V_۲\Rightarrow ۲\times ۲=(۴+۴)\times I_۲\Rightarrow I_۲=۰/۵A$$

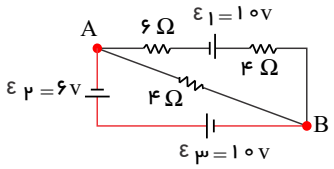
$$I=I_۱+I_۲=۲+۰/۵=۲/۵A$$

باتوجه به شکل پیداست که اختلاف پتانسیل دو سر مولد با اختلاف پتانسیل دو سر حلقهٔ سمت راست یعنی V_{AB} برابر است. بنابراین با محاسبهٔ مقاومت معادل حلقهٔ سمت راست داریم:

$$R_{eq}=۰/۸+\frac{۲\times ۸}{۲+۸}=۲/۴\Omega$$

$$V_{\text{مولد}}=V_{AB}=IR_{eq}=۲/۵\times ۲/۴=۶V$$

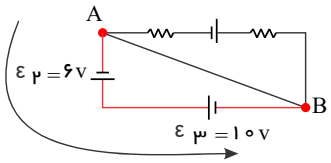
۱۶۸ درمدار روبه‌رو، V_A-V_B چند ولت است؟ (مقاومت درونی باتری‌ها ناچیز است.) متوسط- سراسری- ۱۳۹۴



۱) ۴
۲) -۴
۳) ۱۶
۴) -۱۶

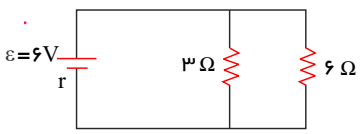
پاسخ: گزینه ۱

کافی است روی مسیرمشخص شده درشکل زیراز A به B برویم:



$$V_A+۶-۱۰=V_B\rightarrow V_A-V_B=۴V$$

۱۶۹ اگر در شکل مقابل جریانی که از مقاومت ۳Ω می گذرد ۱/۶ آمپر باشد، مقاومت داخلی باتری چند اهم است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۸۴



۱) ۰/۳
۲) ۰/۵
۳) ۱
۴) ۱/۲

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به موازی بودن موقاومتهای ۳ و ۶ اهمی، جریان در مقاومت ۶Ω و پس از آن جریان کل مدار را یافته و در نهایت به صورت زیر مقاومت درونی مولد را محاسبه می‌کنیم .

راه حل اول:

$$R_۱I_۱ = R_۲I_۲ \Rightarrow ۳ \times ۱٫۶ = ۶I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۰٫۸A$$

$$I = I_۱ + I_۲ = ۱٫۶ \times ۰٫۸ = ۲٫۴A$$

$$R_{eq} = \frac{R_۱ + R_۲}{R_۱ + R_۲} = \frac{۳ \times ۶}{۳ + ۶} = ۲\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow ۲٫۴ = \frac{۶}{۲ + r} \Rightarrow ۰٫۴ = \frac{۱}{۲ + r} \Rightarrow r = ۰٫۵\Omega$$

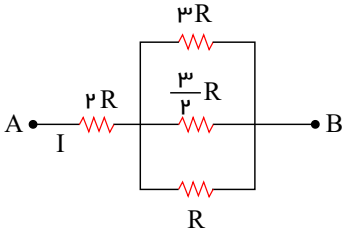
راه حل دوم:

$$V_{\text{مولد}} = \varepsilon - Ir$$

$$\Rightarrow V_{\text{مولد}} = V_{۳\Omega} = ۳ \times ۱٫۶ \Rightarrow ۴٫۸ = ۶ - ۲٫۴r \Rightarrow r = ۰٫۵\Omega$$

۱۷۰ در شکل روبه‌رو توان مصرفی مقاومت $۲R$ چند برابر توان مصرفی مقاومت $۳R$ است؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۶

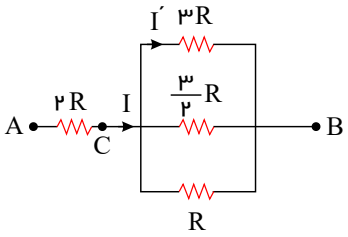


۱) ۶
۲) ۲۴
۳) $\frac{۱}{۶}$
۴) $\frac{۱}{۲۴}$

پاسخ: گزینه ۲ ابتدا مقاومت معادل بین دو نقطهٔ C و B را بدست می‌آوریم. سپس رابطهٔ بین جریان کل مدار و جریان عبوری از مقاومت $۳R$ را محاسبه می‌کنیم. یعنی:

$$\frac{۱}{R_{CB}} = \frac{۱}{۳R} + \frac{۱}{\frac{۳}{۲}R} + \frac{۱}{R} = \frac{۱}{۳R} + \frac{۲}{۳R} + \frac{۱}{R} = \frac{۶}{۳R} = \frac{۲}{R} \Rightarrow R_{CB} = \frac{R}{۲}$$

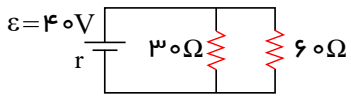
$$V_{CB} = V_{۳R} \Rightarrow I \times \frac{R}{۲} = I' \times ۳R \Rightarrow I' = \frac{۱}{۶}I$$



$$P = RI^۲ \Rightarrow \frac{P_{۲R}}{P_{۳R}} = \frac{۲R}{۳R} \times (\frac{I}{I'})^۲ = \frac{۲}{۳} \times \left(\frac{I}{\frac{۱}{۶}I}\right)^۲ = \frac{۲}{۳} \times ۳۶ = ۲۴$$

۱۷۱ در شکل زیر اگر توان تلف شده در خارج از باتری ۳ برابر توان تلف شده در باتری باشد، توان مصرفی مقاومت ۳۰ اهمی چند وات است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۰



۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۹۰

پاسخ: گزینه ۱ ابتدا مقاومت معادل مدار را یافته و سپس مقاومت درونی مولد را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq}I^۲ = ۳ \times rI^۲ \Rightarrow ۲۰ = ۳r \Rightarrow r = \frac{۲۰}{۳}\Omega$$

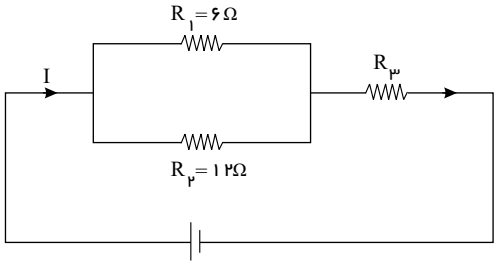
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۴۰}{۲۰ + \frac{۲۰}{۳}} = \frac{۴۰}{\frac{۸۰}{۳}} = ۱٫۵A$$

در ادامه شدت جریان در مقاومت ۳۰ اهمی را محاسبه کرده و توان آن را به‌دست می‌آوریم:

$$I_۱ = \frac{۶۰}{۳۰+۶۰} \times ۱٫۵ = ۱A \Rightarrow P = RI_۱^۲ = ۳۰ \times ۱^۲ = ۳۰W$$

۱۷۲ شکل زیر یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی مقاومت $R_۳$، ۶ برابر توان مصرفی مقاومت $R_۲$ باشد، $R_۳$ چند اهم است؟

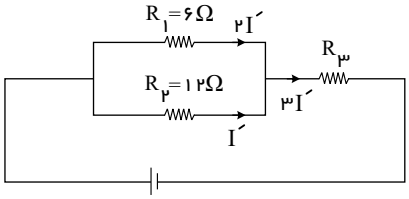
متوسط- سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۱۸
۲) ۱۲
۳) ۸
۴) ۶

پاسخ: **گزینه ۳** گام اول: جریان (جریان کمتر) گذرنده از $R_۲$ را، I' نام‌گذاری می‌کنیم. آنگاه:

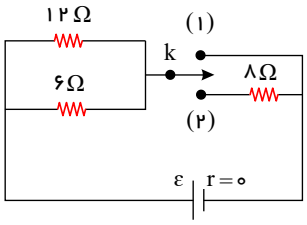
$$\begin{cases} R_۲ \to I' \\ R_۱ = \frac{۱}{۲}R_۲ \Rightarrow I_۱ = ۲I_۲ = ۲I' \\ R_۳ \Rightarrow I_۳ = I_۱ + I_۲ = ۳I' \end{cases}$$



$$P_{R_۳} = ۶P_{R_۲} \Rightarrow R_۳I_۳^۲ = ۶R_۲I'^۲ \Rightarrow R_۳(۹I'^۲) = ۶ \times ۱۲ \times I'^۲ \Rightarrow R_۳ = ۸\Omega$$

۱۷۳ در مدار شکل زیر، ابتدا کلید در حالت (۱) قرار دارد و توان خروجی باتری $P_۱$ است. اگر کلید در حالت (۲) قرار گیرد، توان خروجی باتری $P_۲$ می‌شود. $\frac{P_۲}{P_۱}$ چقدر است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۲
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۳}$

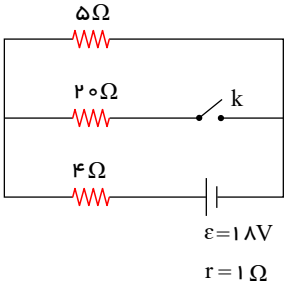
پاسخ: **گزینه ۴** می‌دانیم توان خروجی باتری از رابطهٔ: $P = \varepsilon I - rI^۲$ محاسبه می‌شود که برابر با توان مصرفی مقاومت‌های خارجی مدار یعنی: $P_{Req} = R_{eq}I^۲ = \frac{V^۲}{R_{eq}}$ است. (در صورتی که یک باتری داشته باشیم.)

$$V = \varepsilon \begin{cases} P_۱ = \frac{V^۲}{R_{eq}} = \frac{\varepsilon^۲}{۴} \text{ و } R_{eq} = \frac{۶ \times ۱۲}{۶+۱۲} = ۴\Omega \\ P_۲ = \frac{V^۲}{R'_{eq}} = \frac{\varepsilon^۲}{۱۲} \text{ و } R'_{eq} = ۱۲\Omega \end{cases}$$

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{\frac{\varepsilon^۲}{۱۲}}{\frac{\varepsilon^۲}{۴}} = \frac{۴}{۱۲} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۱}{۳}$$

۱۷۴ در مدار زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۹۹



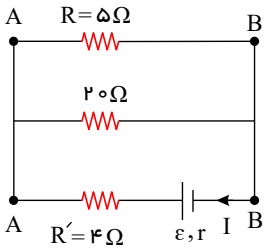
۱) ۸ ولت کاهش می‌یابد.

۲) ۸ ولت افزایش می‌یابد.

۳) یک ولت کاهش می‌یابد.

۴) یک ولت افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳



قبل از بستن کلید $\Rightarrow R_{eq}=۴+۵=۹\Omega \Rightarrow I_{\text{اصلی}}=\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}=\frac{۱۸}{۱+۹}=۱/۸A$

$\Delta V_{(R=۵\Omega)}=۵\times ۱/۸=۹V \quad (۱)$

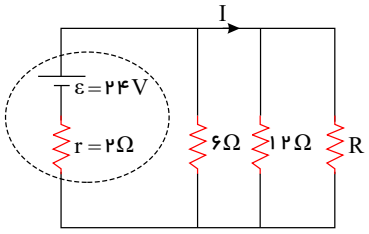
با بستن کلید $\Rightarrow R_{eq}=۴+\frac{۲۰\times ۵}{۲۰+۵}=۴+\frac{۱۰۰}{۲۵}=۸\Omega \Rightarrow I'_{\text{اصلی}}=\frac{۱۸}{۱+۸}=\frac{۱۸}{۹}=۲A$

$\Delta V'_{(R=۵\Omega)}=\Delta V_{AB}=\varepsilon-(r+R')I'=۱۸-(۱+۴)(۲)\rightarrow \Delta V'=۸V \quad (۲)$

$\xrightarrow{(۱)\text{ و }(۲)} ۹V \xrightarrow{\text{تغییر می‌یابد به}} ۸V \Rightarrow$ ۱ ولت کاهش یافته است.

۱۷۵ در مدار زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد بیشینه شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟

سخت- سراسری- ۱۳۹۷



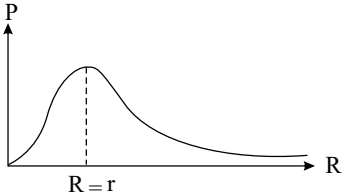
۱) صفر و ۱۲

۲) ۳ و ۴/۸

۳) ۴ و ۴

۴) ۴ و ۲/۴

پاسخ: گزینه ۳ باتوجه به نمودار $P-R$ برای یک مولد می‌دانیم شرط بیشینه شدن توان خروجی مولد برابری مقاومت معادل مدار و مقاومت درونی مولد است، پس:



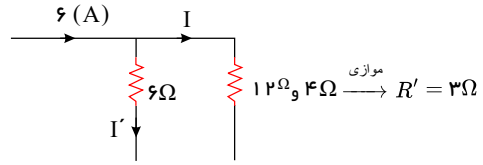
$۶\Omega, ۱۲\Omega \xrightarrow{\text{موازی}} R_a=\frac{۶\times ۱۲}{۶+۱۲}=۴\Omega$

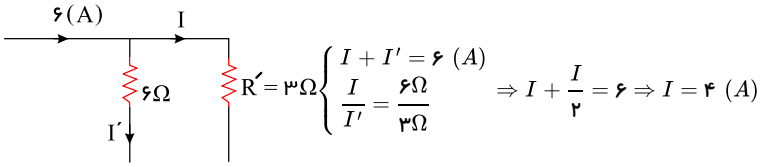
$۴\Omega, R_{eq} \xrightarrow{\text{موازی}} R_{eq}=r=۲ \Rightarrow \frac{۴\times R}{۴+R}=۲ \Rightarrow R=۴\Omega$

همچنین جریان اصلی (عبوری از مولد) برابر است با:

$I_{\text{اصلی}}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۲۴}{۲+۲}=۶\ (A)$

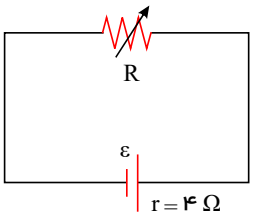
بنابراین جریان در شاخه‌های مدار به‌صورت زیر تقسیم می‌شود:





۱۷۶ درمدار روبه‌رو، وقتی مقاومت رئوستا برابر ۸ اهم است، توان مفید مولد برابر $P_۱$ است، مقاومت رئوستا را به چند اهم برسانیم تا توان مفید مولد دوباره برابر $P_۱$ شود؟

سخت- سراسری- ۱۳۹۴



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۶

پاسخ: گزینه ۲ توان مفید مولد را می‌توان از رابطهٔ $P = R_T I^۲$ بدست آورد واگر به جای I رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ را قراردهیم (که دراینجا $R_T = R$ است.) خواهیم داشت:

$$P = R(\frac{\varepsilon}{R + r})^۲$$

$$P_۱ = P_۲ \rightarrow ۸(\frac{\varepsilon}{۸ + ۴})^۲ = R_۲(\frac{\varepsilon}{R_۲ + ۴})^۲$$

$$\frac{۸}{۱۲^۲} = \frac{R_۲}{(R_۲ + ۴)^۲} \rightarrow ۱۸R_۲ = R_۲^۲ + ۸R_۲ + ۱۶$$

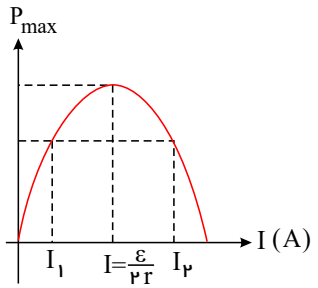
$$R_۲^۲ - ۱۰R_۲ + ۱۶ = ۰ \rightarrow (R_۲ - ۸)(R_۲ - ۲) = ۰ \rightarrow R_۲ = ۸\Omega\ ,\ ۲\Omega$$

چون $R_۲$ مقداری به‌جز $R_۱$ است، ریشهٔ ۲Ω را می‌پذیریم.

راه دوم: شرط آنکه توان مفید مولد بیشینه شود آن است که $R_T = r$ که دراین صورت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{\varepsilon}{۲r}$$

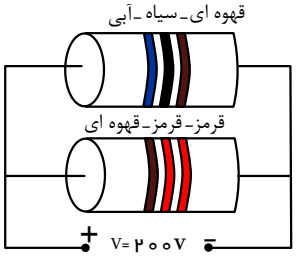
با توجه به اینکه نمودارسهمی است:



$$I = \frac{I_۱ + I_۲}{۲} \rightarrow \frac{\varepsilon}{۲r} = \frac{\frac{\varepsilon}{۸ + ۴} + \frac{\varepsilon}{R_۲ + ۴}}{۲}$$

$$\frac{۱}{۲r} = \frac{\frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{R_۲ + ۴}}{۲} \rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{R_۲ + ۴} \rightarrow R_۲ = ۲\Omega$$

۱۷۷ باتوجه به جدول داده شده، انرژی الکتریکی مصرفی مدار در مدت ۹۰ دقیقه چند کیلووات ساعت است؟ متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۴



رنگ	سیاه	قهوه ای	قرمز	آبی
رمز	۰	۱	۲	۶

۱) ۰٫۵۴ ۲) ۱۵ ۳) ۵٫۴۰ ۴) ۰٫۱۵

پاسخ: گزینه ۴

باتوجه به کدهای رنگی روی مقاومت‌ها می‌توان گفت:

$$R_۱ = ۶۰۰(\Omega) \ , \ R_۲ = ۱۲۰۰(\Omega)$$

مقاومت معادل این دو مقاومت موازی برابر است با:

$$R_{eq} = \frac{R_۱ \times R_۲}{R_۱ + R_۲} = \frac{۶۰۰ \times ۱۲۰۰}{۶۰۰ + ۱۲۰۰} \Rightarrow R_{eq} = ۴۰۰(\Omega)$$

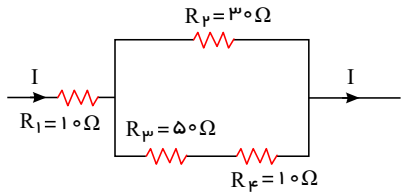
اکنون می‌توان توان مصرفی در کل مداررا بدست آورد:

$$P_T = \frac{V_T^۲}{R_{eq}} \Rightarrow P_T = \frac{(۲۰۰)^۲}{۴۰۰} = ۱۰۰W$$

برای محاسبهٔ انرژی مصرفی برحسب کیلووات ساعت، زمان را برحسب ساعت در رابطهٔ $U = P \cdot t$ جایگذاری کرده و نتیجه را در $۱۰^{-۳}$ ضرب کنید تا مصرف انرژی برحسب kWh بدست بیاید.

$$U_T = P_T \cdot t \xrightarrow{t=۹۰ \min = ۱٫۵h} U_T = ۱۰۰ \times ۱٫۵ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow U_T = ۰٫۱۵kWh$$

۱۷۸ در شکل مقابل قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد، توان مصرفی کدام مقاومت بیشتر است؟ متوسط- سراسری- ۱۳۸۴



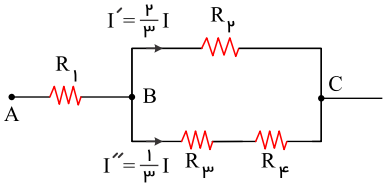
۱) $R_۱$
۲) $R_۲$
۳) $R_۳$
۴) $R_۴$

پاسخ: گزینه ۲ راه اول: اگر جریان در مقاومت $R_۱$ برابر I باشد جریان در مقاومت $R_۲$ برابر $\frac{۲I}{۳}$ و $R_۳$ برابر $\frac{I}{۳}$ می‌باشد.

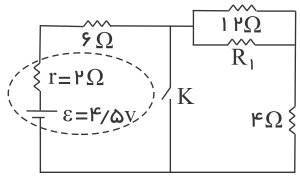
$$P_۱ = R_۱ I^۲ = ۱۰I^۲ \ , \ P_۲ = R_۲ I'^۲ = ۳۰(\frac{۲I}{۳})^۲ = \frac{۴۰I^۲}{۳}$$

$$P_۳ = R_۳ I''^۲ = ۵۰(\frac{I}{۳})^۲ = \frac{۵۰}{۹} I^۲ \ , \ P_۴ < P_۳$$

که توان مصرف شده در $R_۲$ از همه بیشتر می‌باشد.



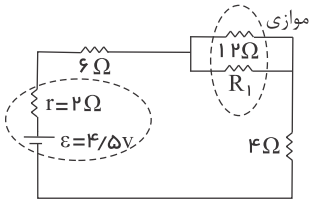
۱۷۹ در شکل زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت ۶ اهمی دو برابر می‌شود. $R_۱$ چند اهم است؟ متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۲٫۴
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۸٫۲

پاسخ: گزینه ۳

هنگامی که کلید باز است، داریم:

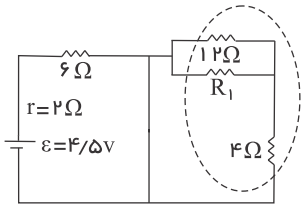


$$R_{eq}=۶+۴+R'=۱۰+\frac{۱۲R_۱}{۱۲+R_۱}$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{۴/۵}{۱۰+\frac{۱۲R_۱}{۱۲+R_۱}+۲}=\frac{۴/۵}{\frac{۱۲R_۱}{۱۲+R_۱}+۱۲}$$

$$V_{R=۶\Omega}=۶I=\frac{۶\times ۴/۵}{\frac{۱۲R_۱}{۱۲+R_۱}+۱۲}$$

در حالت دوم که کلید بسته است، سمت راست مدار به طور کلی اتصال کوتاه شده و داریم:



$$I=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{۴/۵}{۶+۲}=\frac{۴/۵}{۸}$$

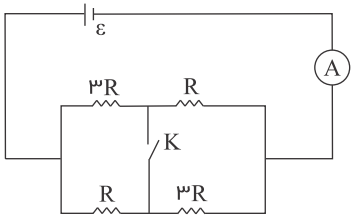
$$V'_{R=۶\Omega}=۶I'=\frac{۶\times ۸/۵}{۸}=\frac{۱۳/۵}{۴}$$

از طرفی طبق فرض سؤال داریم:

$$V_{R=۶\Omega}=۲V_{V_{R=۶\Omega}}=\frac{۱۳/۵}{۴}=۲\times\frac{۶\times ۴/۵}{\frac{۱۲R_۱}{۱۲+R_۱}+۱۲}\rightarrow ۱۵=\frac{۱۲R_۱}{۱۲+R_۱}+۱۲\rightarrow R_۱=۶\Omega$$

۱۸۰ در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی ۱٫۲ آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید را وصل کنیم، از مسیر کلید، جریان الکتریکی چند آمپر می‌گذرد؟

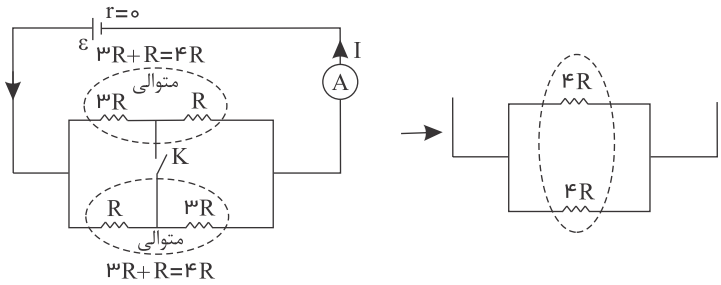
سخت- خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۰٫۲
۲) ۰٫۴
۳) ۰٫۶
۴) ۰٫۸

پاسخ: گزینه ۴

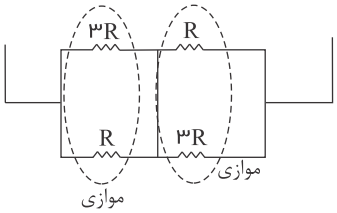
در حالتی که کلید باز است:



$$R_{eq}=\frac{۴R}{۲}=۲R$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow{r=۰}۱/۲=\frac{\varepsilon}{۲R}\rightarrow\varepsilon=۲/۴R$$

در حالتی که کلید بسته است:

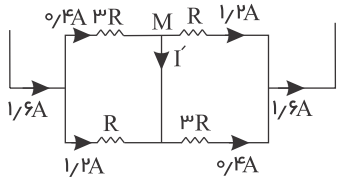


$$R_{eq}=\frac{۳}{۴}R+\frac{۳}{۴}R\rightarrow R_{eq}=\frac{۳}{۲}R$$

$$\frac{۳R\times R}{۴R}=\frac{۳}{۴}R\quad\frac{R\times ۳R}{۴R}=\frac{۳}{۴}R$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{۲/۴R}{\frac{۳}{۲}R}\rightarrow I'=۱/۶A$$

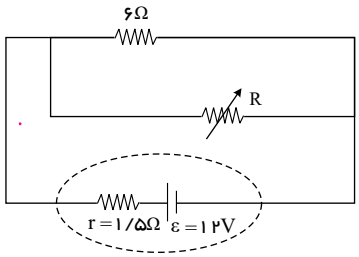
با تقسیم جریان بین دو مقاومت $۳R$ و R و قانون گره داریم:



$$۰/۴+I'=۱/۲\rightarrow I'=۰/۸A$$

۱۸۱ در شکل زیر، اگر مقاومت متغیر از صفر به ۱۸Ω افزایش یابد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری از چند ولت به چند ولت تغییر می‌کند؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۰



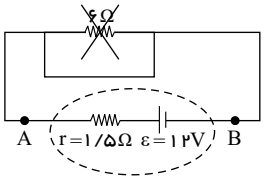
۱) ۱۲ به ۶

۲) ۱۲ به ۹

۳) صفر به ۶

۴) صفر به ۹

پاسخ: گزینه ۴ در حالت اول که مقاومت متغیر صفر است، دو سر مولد اتصال کوتاه شده و اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر است. یعنی:

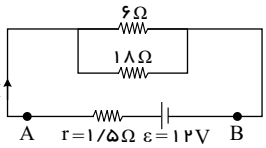
حالت اول $\rightarrow [R=0] \Rightarrow$ 

$\Rightarrow V_A = V_B$ (نقاط A و B هم پتانسیل‌اند) $\Rightarrow \Delta V_{\text{باتری}} = V_A - V_B = 0 \quad (1)$

یا $I = \dfrac{\varepsilon}{r + \cancel{R_{eq}^{0}}} = \dfrac{۱۲}{۱/۵} = ۸A \Rightarrow \Delta V_{AB} = \varepsilon - rI = ۱۲ - ۱/۵ \times ۸ = 0]$

در حالت دوم، ابتدا مقاومت معادل، سپس جریان تولیدی توسط مولد و در نهایت اختلاف پتانسیل دو سر مولد را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{۶ \times ۱۸}{۶ + ۱۸} = ۴/۵\Omega$$
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{۱۲}{۴/۵+۱/۵} = ۲A$$
$$V = \varepsilon - rI = ۱۲ - ۱/۵ \times ۲ \rightarrow V = ۹V$$

حالت دوم $\rightarrow [R = ۱۸\Omega] \Rightarrow$ 

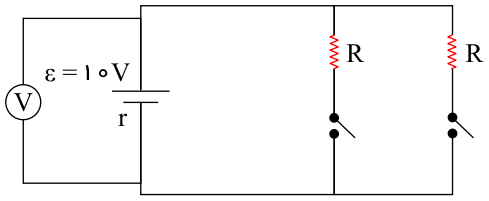
روش دیگر:

$$V'_{AB} = \varepsilon - rI = \varepsilon - r\left(\frac{\varepsilon}{r+R_{eq}}\right) = \frac{\varepsilon r + \varepsilon R_{eq} - r\varepsilon}{r+R_{eq}} \Rightarrow \begin{cases} V'_{AB} = \dfrac{\varepsilon R_{eq}}{r+R_{eq}} = \dfrac{۱۲ \times ۴/۵}{۱/۵ + ۴/۵} = \dfrac{۵۴}{۶} = ۹V \Rightarrow V'_{AB} = ۹V \quad (2) \\ R_{eq} = \dfrac{۶ \times ۱۸}{۶ + ۱۸} = \dfrac{۶ \times ۱۸}{۲۴} = ۴/۵\Omega \end{cases}$$

از صفر به $۹V$ افزایش می‌یابد. $\Rightarrow (1), (2)$

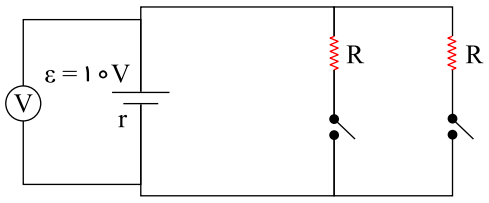
۱۸۲ در مدار زیر، هنگامی که فقط یکی از کلیدها بسته باشد، ولت‌سنج آرمانی عدد ۶ ولت را نشان می‌دهد. اگر هر دو کلید بسته باشند، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۱



۱) $\frac{۱۵}{۷}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{۳۰}{۷}$ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳ می‌دانیم که در اینجا، ولت‌سنج آرمانی، اختلاف پتانسیل دو سر مولد یعنی همان اختلاف پتانسیل دو سر مدار خارجی را نشان می‌دهد، بنابراین داریم:



$$V = R_{eq}I \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}} V = \frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq}+r}$$

در حالت اول که فقط یکی از کلیدها بسته است، $R_{eq} = R$ بوده، بنابراین رابطهٔ بین R و r را می‌یابیم:

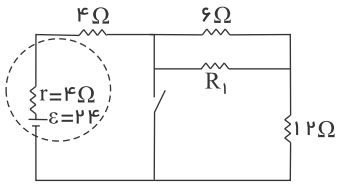
$$V = \frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq}+r} \rightarrow ۶ = \frac{R \times ۱۰}{R+r} \rightarrow r = \frac{۲}{۳}R$$

در حالت دوم که هر دو کلید بسته هستند، مدار شامل دو مقاومت خارجی و موازی R است. بنابراین داریم:

$$V=\frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow[r=\frac{۲}{۳}R]{R_{eq}=\frac{R}{۲}}V=\frac{\frac{R}{۲}\times ۱۰}{\frac{R}{۲}+\frac{۲R}{۳}}\rightarrow V=\frac{۳۰}{۷}V$$

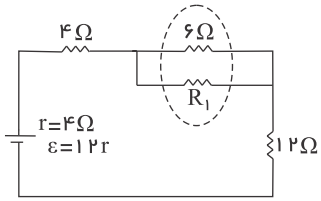
۱۸۳ در شکل زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. $R_۱$ چند اهم است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۰



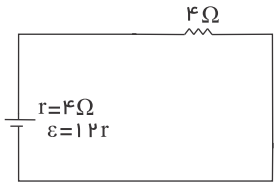
۱) ۳
۲) ۶
۳) ۱۲
۴) ۱۸

پاسخ: گزینه ۳ در حالتی که کلید باز است، داریم:



$$R'=\frac{۶R_۱}{۶+R_۱}$$
$$R_{eq}=۱۶+R'$$
$$V_{\text{دو سر مولد}}=\frac{R_{eq}+\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{(۱۶+R')\times ۱۲}{۲۰+R'}$$

در حالتی که کلید بسته شود کل مقاومت‌های R' و ۱۲Ω، اتصال کوتاه می‌شوند و مدار به صورت زیر خواهد بود. در این صورت ولتاژ دو سر مولد (v') باربر است با:



$$V'=\frac{R_{eq}+\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۴\times ۱۲}{۴+۴}=v'=۶v$$

از طرفی طبق صورت سوال که با بستن کلید، ولتاژ دو سر باتری ۴۰ درصد کاهش می‌یابد، پس فقط ۶۰ درصد ولتاژ آن برابر 'v است یعنی:

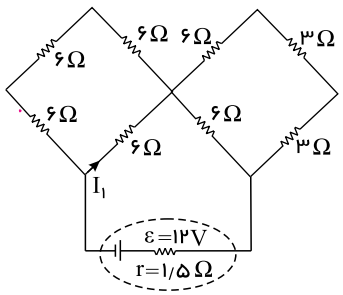
$$v'=۰/۶v\xrightarrow{v'=۶v}۶=۰/۶v\rightarrow V=۱۰v\xrightarrow{(۱)}\frac{(۱۶+R')\times ۱۲}{۲۰+R'}=۱۰\rightarrow R'=۴\Omega$$

و در نهایت داریم:

$$R'=\frac{۶R_۱}{۶+R_۱}\xrightarrow{R'=۴}۴=\frac{۶R_۱}{۶+R_۱}\rightarrow R_۱=۱۲\Omega$$

۱۸۴ در مدار مطابق شکل زیر، $I_۱$ چند آمپر است؟

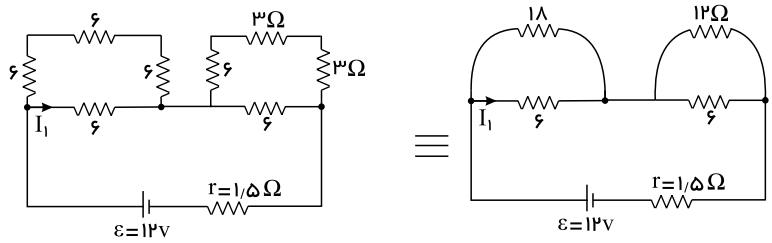
متوسط- سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۰/۳
۲) ۰/۶
۳) ۰/۹
۴) ۱/۲

پاسخ: **گزینه ۳**

ابتدا مدار را به صورت زیر مرتب می‌کنیم. سپس جریان کل و بعد از آن جریان عبوری از هر شاخه را می‌یابیم.



$$R_{eq}=\frac{۶\times ۱۸}{۶+۱۸}+\frac{۶\times ۱۲}{۶+۱۲}=۴/۵+۴=۸/۵\Omega$$

$$I_t=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۱۲}{۸/۵+۱/۵}=۱/۲A\rightarrow I_t=۱/۲A$$

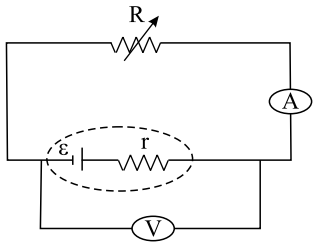
میدانیم که در اتصال موازی دو مقاومت $R_۱$ و $R_۲$ داریم:

$$I_۱=\frac{R_۲}{R_۱+R_۲}I \text{ و } I_۲=\frac{R_۱}{R_۱+R_۲}I$$

$$\rightarrow I_۱=(\frac{۱۸}{۶+۱۸})I_t=(\frac{۳}{۴})(۱/۲)=۰/۹A$$

۱۸۵ در مدار زیر، توان خروجی باتری به ازای جریان‌های $۳A$ و $۵A$ یکسان است. در حالتی که ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی فرض شود.)

متوسط- سراسری- ۱۴۰۰



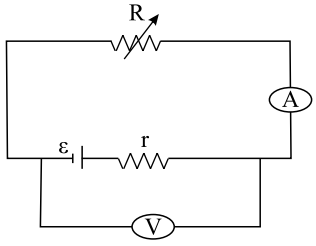
۱) صفر

۲) ۲

۳) ۴

۴) ۸

پاسخ: **گزینه ۴** گام اول:

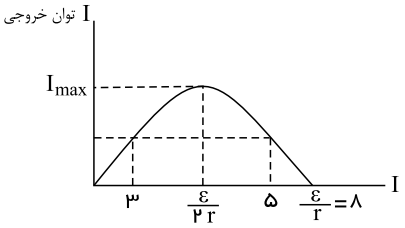


توان خروجی باتری $P=\varepsilon I-I^۲r$

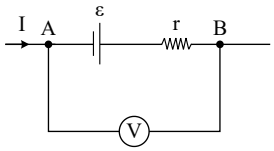
$$\begin{cases} I_۱=۳A \\ \longrightarrow P_۱=۳\varepsilon-۹r \\ I_۲=۵A \\ \longrightarrow P_۲=۵۴\varepsilon-۲۵r \end{cases}$$

فرض سؤال : $P_2 = P_1 \rightarrow 3\varepsilon - 9r = 54 - 25r \rightarrow 16r = 2\varepsilon \rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 8 = I_{max}$

روش دوم تا اینجا $\xrightarrow{\text{با توجه به نمودار رسم‌شده}} \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{5+3}{2} = 4 \rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 8$



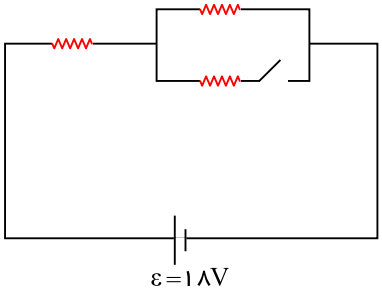
گام دوم: هنگامی که ولت‌سنج ایده‌آل صفر را نشان می‌دهد:



$$\Rightarrow V_A + \varepsilon - rI = V_B \Rightarrow V_{BA} = \varepsilon - rI = 0 \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} \xrightarrow{(*)} I = 8A$$

۱۸۶ در شکل زیر، هر سه مقاومت مشابه‌اند. اگر کلید را وصل کنیم، توان مصرفی مدار ۹ وات تغییر می‌کند. هر یک از مقاومت‌ها چند اهم است؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۱۸

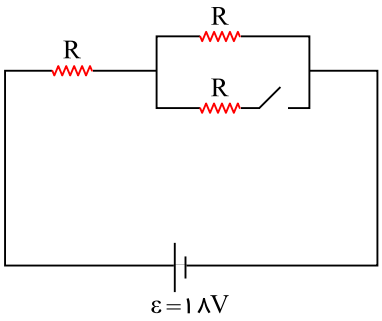
۲) ۱۲

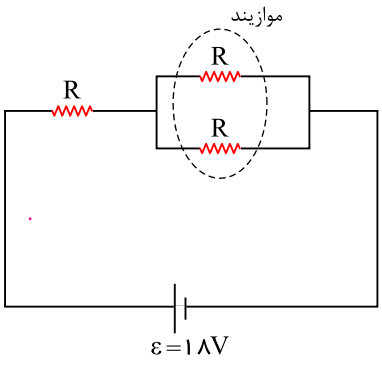
۳) ۹

۴) ۶

پاسخ: **گزینه ۴**

در حالت اول، مقاومت معادل مدار به صورت $R_{eq_1} = 2R$ و در حالت دوم که کلید بسته شده، مقاومت معادل مدار به صورت $R_{eq} = \frac{3}{2}R$ است. از طرفی می‌دانیم که توان مصرفی مدار خارجی، معادل همان توان خروجی (مفید) مولد است. بنابراین داریم:

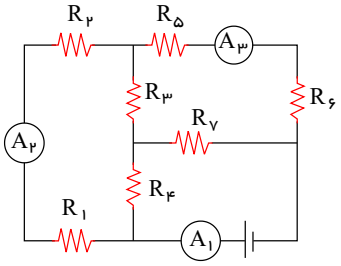




$$P=R_{eq}I^{۲}\xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{Req+r}}P=\frac{R_{eq}\varepsilon^{۲}}{(R_{eq}+r)^{۲}}\xrightarrow{r=۰}P=\frac{\varepsilon^{۲}}{R_{eq}}\rightarrow P_{۲}-P_{۱}=\frac{\varepsilon^{۲}}{R_{eq_{۲}}}-\frac{\varepsilon^{۲}}{R_{eq_{۱}}}\rightarrow ۹=\frac{۱۸^{۲}}{\frac{۳}{۲}R}-\frac{۱۸^{۲}}{۲R}\rightarrow R=۶\Omega$$

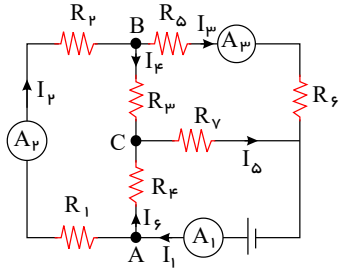
۱۸۷ در مدار زیر، آمپرسنج‌های $A_۱$، $A_۲$، $A_۳$ به‌ترتیب جریان‌های $۲۰A$، $۱۲A$، $۹A$ را نشان می‌دهند، از مقاومت $R_۷$ جریان چند آمپر عبور می‌کند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۹۷



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۱

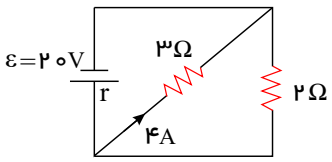
پاسخ: **گزینه ۴** با بررسی سه گره A و B و C و نوشتن قانون جریان کیرشهف (KCL) داریم:



$$A\text{ گره}: I_{۱}=I_{۲}+I_{۶}\Rightarrow ۲۰=۱۲+I_{۶}\Rightarrow I_{۶}=۸(A)$$
$$B\text{ گره}: I_{۲}=I_{۳}+I_{۴}\Rightarrow ۱۲=۹+I_{۴}\Rightarrow I_{۴}=۳(A)$$
$$C\text{ گره}: I_{۴}+I_{۶}=I_{۵}\Rightarrow ۳+۸=I_{۵}\Rightarrow I_{۵}=۱۱(A)$$

۱۸۸ در شکل روبه‌رو، مقاومت درونی مولد چند اهم است؟

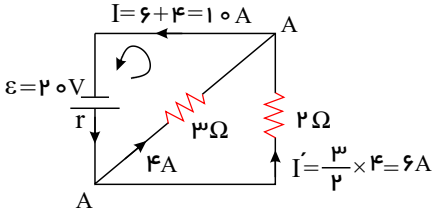
متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۳



۱) ۱٫۸
۲) ۰٫۸
۳) ۰٫۵
۴) ۰٫۲

پاسخ: **گزینه ۲** دو مقاومت ۳Ω و ۲Ω با هم موازی هستند، بنابراین نسبت جریان در آن‌ها به نسبت عکس مقاومت‌ها می‌باشد و جریان مقاومت ۲Ω، $\frac{۳}{۲}$ برابر جریان مقاومت ۳ اهمی است. در ادامه با یک دور چرخیدن در حلقهٔ نشان داده شده می‌توان نوشت:

$$\not{V_A}-۳\times۴+۲۰-r\times۱۰=\not{V_A}\Rightarrow r=\frac{۸}{۱۰}=۰٫۸\Omega$$



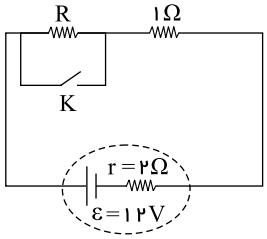
روش دیگر: اختلاف پتانسیل دو سر مولد با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳Ω برابر است. یعنی:

$$\varepsilon-rI=RI\rightarrow ۲۰-r\times۱۰=۳\times۴$$
$$\rightarrow r=۰/۸\Omega$$

تذکر: می‌توان با محاسبهٔ R_{eq} و استفاده از رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ نیز r را به‌دست آورد.

۱۸۹ در شکل زیر، با قطع یا وصل کلید، توان خروجی باتری ثابت می‌ماند. مقاومت R، چند اهم است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

پاسخ: گزینه ۲ اگر مقاومت معادل مدار را، قبل از بستن کلید R_1 و بعد از بستن کلید R_2 بنامیم، در صورتی توان خروجی (مفید) مولد در هر دو حالت یکسان خواهد بود که شرط زیر برقرار باشد:

$$r = \sqrt{R_1 R_2}$$

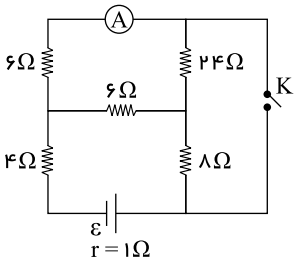
بنابراین داریم:

قبل از بستن کلید : $R_1 = R + ۱$

بعد از بستن کلید : $R_2 = ۱\Omega$ (با بستن کلید، دو سر مقاومت R اتصال کوتاه می‌شود) $\xrightarrow{r=۲\Omega}$ $۲ = \sqrt{(R+۱)(۱)} \Rightarrow R + ۱ = ۴ \Rightarrow R = ۳\Omega$

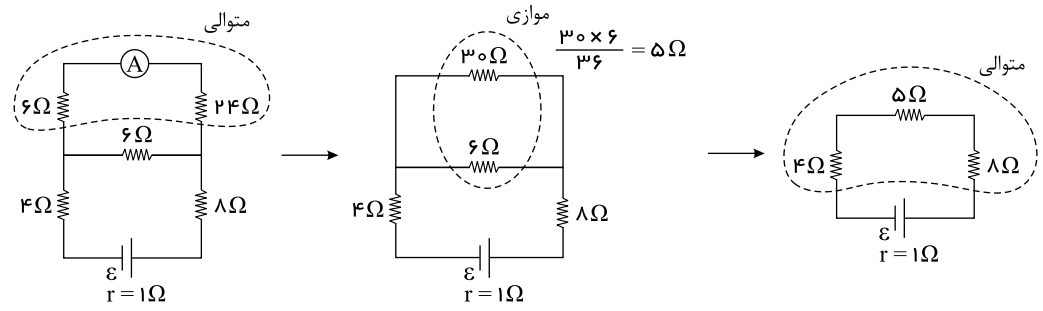
۱۹۰ در مدار زیر، با بستن کلید، عددی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد، چند برابر می‌شود؟

سخت- خارج از کشور- ۱۴۰۱



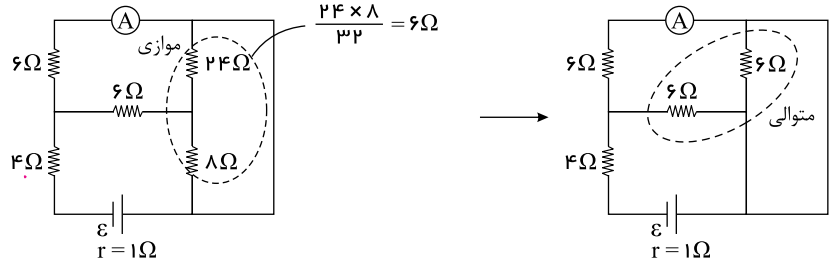
۱) ۸
۲) ۶
۳) ۴
۴) ۲

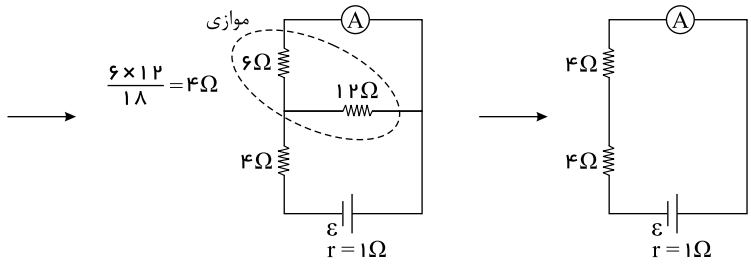
پاسخ: گزینه ۱ قبل از بستن کلید مقاومت معادل را می‌یابیم:



$$\xrightarrow[I=\frac{\varepsilon}{Req+r}]{Req=۱۷\Omega} I = \frac{\varepsilon}{۱۸}$$

حال در حالتی که کلید بسته است، مجدداً مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم:

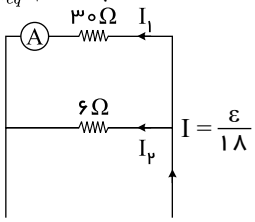




$$\Rightarrow I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{\varepsilon}{۹}$$

حال به تقسیم جریان در شاخه‌ها می‌پردازیم تا عددی که آمپرسنج نمایش می‌دهد را محاسبه کنیم.

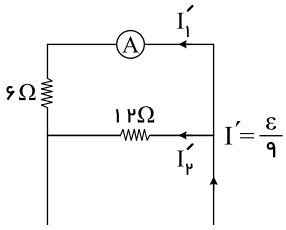
در مدار اول (قبل از بستن کلید)



$$I=\frac{\varepsilon}{۱۸}$$

$$\begin{cases}\frac{I_۱}{I_۲}=\frac{۶}{۳۰}=\frac{۱}{۵}\\ I_۱+I_۲=\frac{\varepsilon}{۱۸}\end{cases}\Rightarrow I_۱=\frac{\varepsilon}{۱۰۸}$$

و در مدار دوم (بعد از بستن کلید)



$$I'=\frac{\varepsilon}{۹}$$

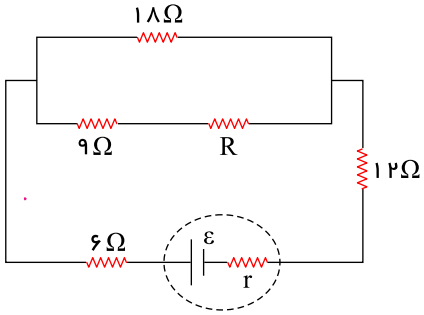
$$\begin{cases}\frac{I'_۱}{I'_۲}=\frac{۱۲}{۶}=۲\\ I_۱+I_۲=\frac{\varepsilon}{۹}\end{cases}\Rightarrow I'_۱=\frac{۲\varepsilon}{۲۷}$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{I'_۱}{I_۱}=\frac{\frac{۲\varepsilon}{۲۷}}{\frac{\varepsilon}{۱۰۸}}\rightarrow\frac{I'_۱}{I_۱}=۸$$

۱۹۱ در شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت‌های ۱۸Ω و ۱۲Ω با هم برابر است. R چند اهم است؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۳۶

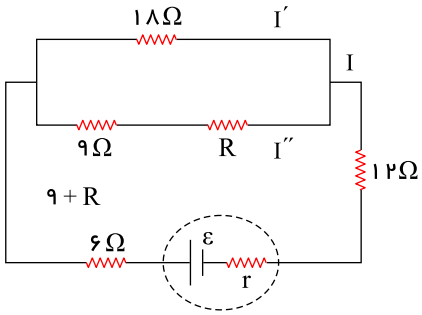
۲) ۲۷

۳) ۱۸

۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۲

در ابتدا با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های 18Ω و 12Ω برابرند، رابطهٔ بین جریان‌های آن‌ها را می‌یابیم.



$$V_{18} = V_{12} \xrightarrow{V=RI} 18I' = 12I \rightarrow I' = \frac{2}{3}I$$

از طرفی با توجه به گره A داریم:

$$I' + I'' = I \rightarrow \frac{2}{3}I + I'' = I \rightarrow I'' = \frac{1}{3}I$$

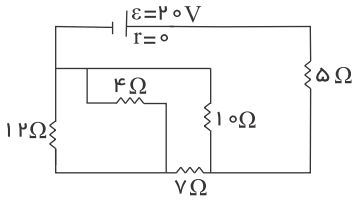
در آخر، با توجه به موازی بودن مقاومت‌ها در شاخه‌های داده‌شده داریم:

$$18I' = (9 + R)I'' \rightarrow 18 \times \frac{2}{3}I = (9 + R)\frac{1}{3}I \rightarrow R = 27\Omega$$

۱۹۲ در مدار روبه‌رو، شدت جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی چند آمپر است؟

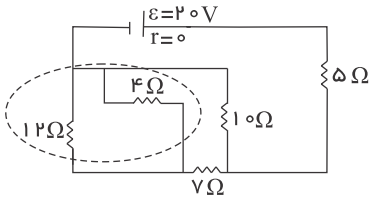
متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۰

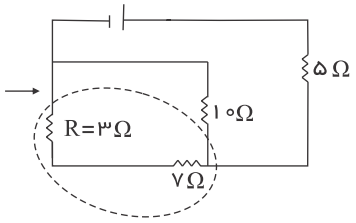
۱) ۱
۲) $\frac{3}{4}$
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{1}{4}$



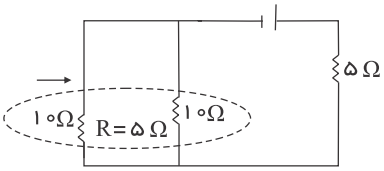
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{20}{1000} \rightarrow I = 2A$$

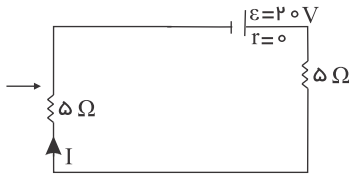
پاسخ: گزینه ۲





حال قدم به قدم برمی‌گردیم.

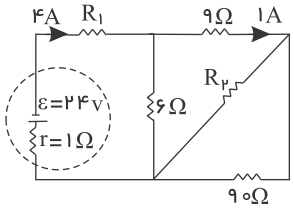




$$\begin{cases} I' + I'' = 1 \\ I' = 3I'' \end{cases} \rightarrow I' = \frac{3}{4}A$$

۱۹۳ در شکل روبه‌رو، توان الکتریکی مصرفی مقاومت $R_۲$ چند وات است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۹٫۸

۲) ۸٫۱

۳) ۷٫۲

۴) ۳٫۶

پاسخ: گزینه ۲

در ابتدا با توجه به تقسیم جریان دو گره A، می‌دانیم که $I' = ۳A$ است. زیرا:

$$۴ = I' + ۱ \rightarrow I' = ۳A$$

از طرفی می‌دانیم که:

$$V_{AB} = V_{AC} - V_{CB} \xrightarrow{V=RI} ۶ \times ۳ = ۹ \times ۱ + ۹۰ \times I_۳ \rightarrow I_۳ = ۰٫۱$$

در گره C داریم:

$$۱ = I_۲ + I_۳ \xrightarrow{I_۳=۰٫۱} I_۲ = ۰٫۹A$$

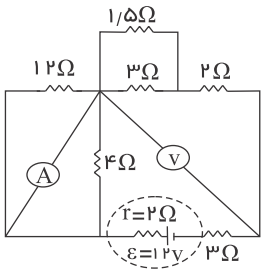
و در نهایت داریم:

$$P_{R_۲} = V_{CB} \times I_۲ \xrightarrow[I_۲=۰٫۹]{V_{CB}=۹۰\times۰٫۱=۹V}$$

$$P_{R_۲} = ۹ \times ۰٫۹ \rightarrow P_{R_۲} = ۸٫۱w$$

۱۹۴ در مدار روبه‌رو، آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی چه عددهایی را نشان می‌دهند؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $۰٫۸A$ و $۲٫۴V$

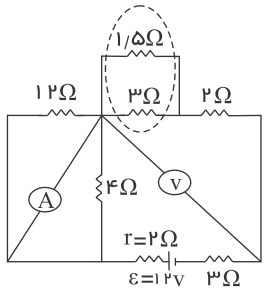
۲) $۰٫۸A$ و $۴٫۸V$

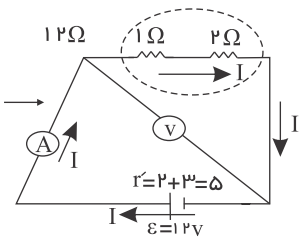
۳) $۱٫۵A$ و $۴٫۵V$

۴) $۱٫۵A$ و $۶V$

پاسخ: گزینه ۳

چون آمپرسنج آرمانی است، دارای مقاومت الکتریکی بسیار ناچیز (تقریباً صفر) است، پس مقاومت‌های ۱۲Ω و ۴Ω اتصال کوتاه می‌شوند و داریم:

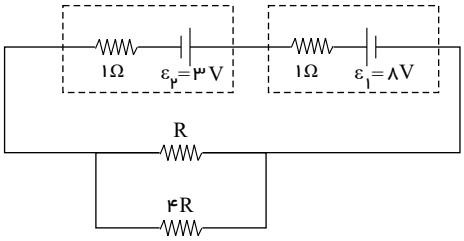




حال که مدار ساده‌تر شد، بدیهی است که ولت‌سنج، ولتاژ دو سر مولد جدید را (با مقاومت درونی جدید) و آمپرسنج، جریان کل مدار را نمایش می‌دهد. بنابراین داریم:

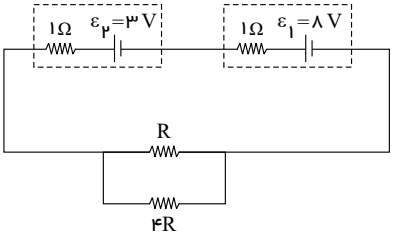
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r'} = \frac{۱۲}{۳ + ۵} \rightarrow I = ۱٫۵A$$
$$V = \varepsilon - r'I = ۱۲ - ۵ \times ۱٫۵ \rightarrow V = ۴٫۵v$$

۱۹۵ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر باتری $\varepsilon_۲$ برابر ۳٫۵ ولت است. توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟ متوسط- سراسری- ۱۴۰۰

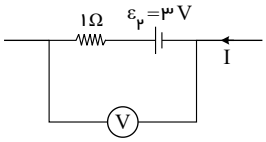


۱) ۱٫۶
۲) ۲٫۵
۳) ۳٫۲
۴) ۱٫۵

پاسخ: گزینه ۱

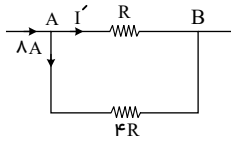


گام اول: $\Delta V_۲ > \varepsilon_۲$ بنابراین:



$$\Delta V = ۳٫۵ = \varepsilon + rI = ۳ + ۱ \times I \Rightarrow I = ۰٫۵A$$

گام دوم: روش اول ← بدون محاسبهٔ R:



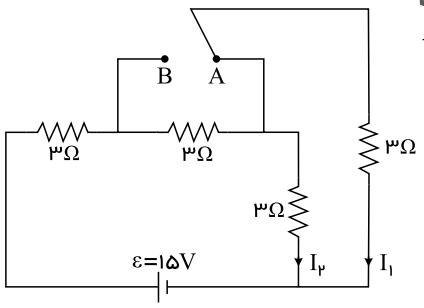
$$I' = (\frac{۴R}{۵R})(۰٫۵) = ۰٫۴A$$
$$\begin{cases} V_{AB} = \varepsilon_۱ - \varepsilon_۲ - (۱ + ۱)I = (۸ - ۳) - ۲ \times ۰٫۵ = ۴V \\ P_R = \Delta V_{AB} \times I' = ۴ \times ۰٫۴ = ۱٫۶W \end{cases}$$

روش دوم ← با محاسبهٔ R:

$$I = ۰٫۵ = \frac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲}{(r_۱ + r_۲) + R_{eq}} = \frac{۸ - ۳}{۲ + R_{eq}} = \frac{۵}{۲ + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = ۸\Omega \Rightarrow \frac{۴R \times R}{۵R} = ۸ \Rightarrow ۴۰R = ۴R^۲ \Rightarrow ۴R(۱۰ - R) = ۰$$
$$\Rightarrow \begin{cases} R = ۰ \text{ غ ق ق} \\ R = ۱۰\Omega \Rightarrow I' = (\frac{۴۰}{۵۰}) \times ۰٫۵ = ۰٫۴A \end{cases}$$
$$\Rightarrow P_R = RI'^۲ = (۱۰)(۰٫۴)^۲ = ۱٫۶W$$

۱۹۶ در شکل زیر، کلید اتصال را از A جدا می‌کنیم و به B وصل می‌کنیم. جریان‌های I_1 و I_2 به‌ترتیب چند برابر می‌شوند؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۲



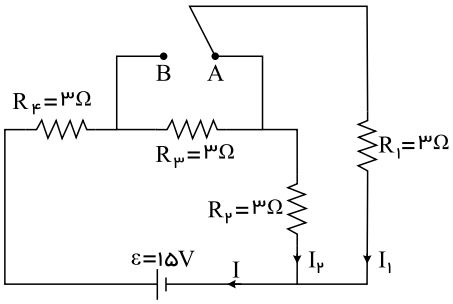
۱) $\frac{۱}{۲}$ و ۱

۲) ۱ و $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲ و $\frac{۱}{۲}$

۴) ۱ و ۲

پاسخ: گزینه ۴ اگر کلید به A متصل باشد دو مقاومت R_1 و R_2 موازی‌اند و با بقیه متوالی:



$$R_{eq}=\frac{۳\times ۳}{۳+۳}+۳+۳=۷/۵\Omega$$

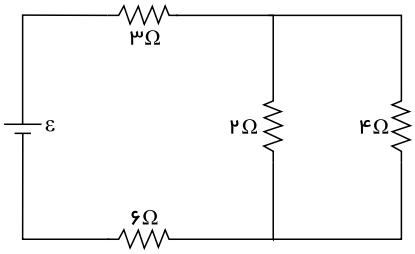
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}}=\frac{۱۵}{۷/۵}=۲A\Rightarrow\begin{cases}I_۱=۱A\\I_۲=۱A\end{cases}$$

و اگر کلید به B متصل باشد، R_2 و R_3 متوالی، معادل آنها با R_1 موازی و در نهایت با R_4 متوالی‌اند:

$$R'_{eq}=۲+۳=۵\Omega\quad,\quad I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}}=\frac{۱۵}{۵}=۳A\Rightarrow\begin{cases}I'_۱=۲A\\I'_۲=۱A\end{cases}\Rightarrow\frac{I'_۱}{I_۱}=۲,\frac{I'_۲}{I_۲}=۱$$

۱۹۷ در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت ۶اُهمی، چند برابر توان مصرفی مقاومت ۴اُهمی است؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۲



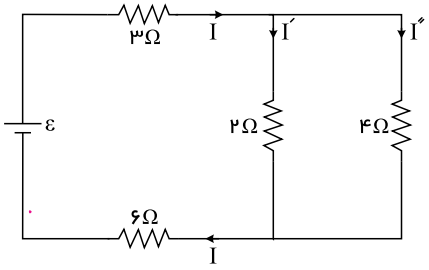
۱) ۱۳/۵

۲) ۱۲

۳) ۷/۵

۴) ۶

پاسخ: گزینه ۱ با توجه به تقسیم جریان بین مقاومت‌ها داریم:



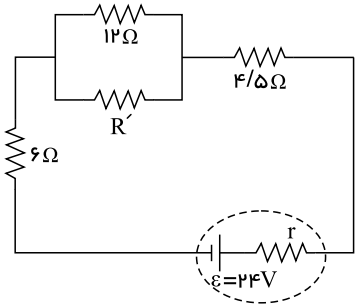
$$I'=\frac{۴}{۴+۲}I=\frac{۲}{۳}I$$

$$I''=\frac{۲}{۴+۲}I=\frac{۱}{۳}I$$

$$P = RI^{۲} \Rightarrow \frac{P_{۶}}{P_{۴}} = \frac{۶ \times I^{۲}}{۴ \times (\frac{۱}{۳}I)^{۲}} \Rightarrow \frac{P_{۶}}{P_{۴}} = ۱۳٫۵$$

۱۹۸ در مدار زیر، برای اینکه توان مصرفی مقاومت ۴٫۵ اهمی دو برابر توان مصرفی مقاومت R' باشد، کمترین مقدار ممکن برای R' چند اهم است؟

سخت- سراسری- ۱۴۰۲



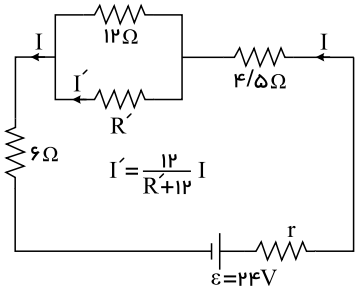
۱) ۳۶

۲) ۲۴

۳) ۴

۴) ۳

پاسخ: گزینه ۳ با توجه به شکل مدار داریم:

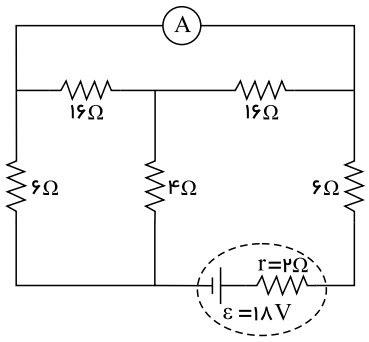


$$P = RI^{۲} \xrightarrow{P_{۴٫۵}=۲P_{R'}} ۴٫۵I^{۲} = ۲ \times R' \times (\frac{۱۲}{R'+۱۲}I)^{۲} \Rightarrow ۴٫۵ = \frac{۲ \times ۱۴۴R'}{(R'+۱۲)^{۲}} \Rightarrow \begin{cases} R' = ۳۶\Omega \\ R = ۴\Omega \end{cases}$$

در اینجا کمترین مقدار R' را خواسته که $R' = ۴\Omega$ می‌شود.

۱۹۹ در مدار روبه‌رو، آمپرسنج آرمانی، جریان چند آمپر را نشان می دهد؟

متوسط- سراسری- ۱۴۰۲



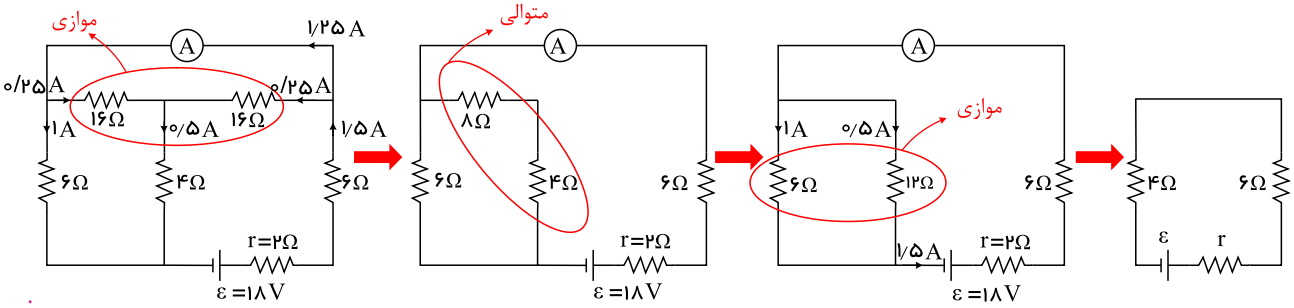
۱) $\frac{۹}{۷}$

۲) $\frac{۵}{۴}$

۳) $\frac{۳}{۴}$

۴) صفر

پاسخ: گزینه ۲ در ابتدا مقاومت معادل و جریان کامل مدار را محاسبه می‌کنیم.



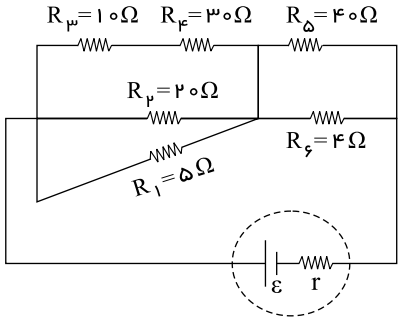
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۸}{۱۰ + ۲} \Rightarrow I = ۱٫۵A$$

حال اگر به تقسیم جریان بپردازیم، داریم:

$$\text{عدد آمپرسنج } I_A = I_{\text{کل}} - I_{۱۶\Omega} = ۱٫۵ - ۰٫۲۵ = ۱٫۲۵A = \frac{۵}{۴}A$$

۲۰۰ در مدار شکل زیر، توان مصرفی کدام مقاومت الکتریکی بیشتر است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) $R_۲$

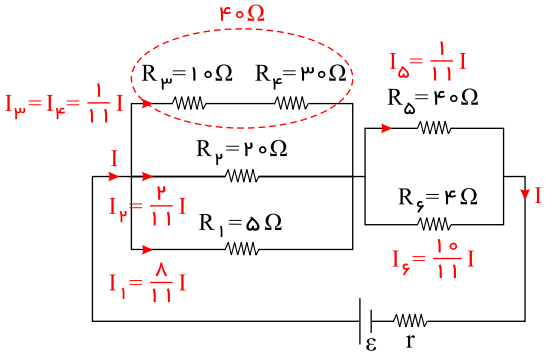
۲) $R_۴$

۳) $R_۵$

۴) $R_۶$

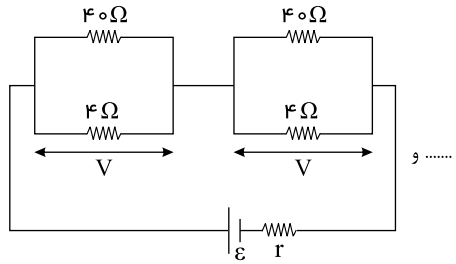
پاسخ: گزینه ۴

در ابتدا مدار را به صورت زیر مرتب می‌کنیم.



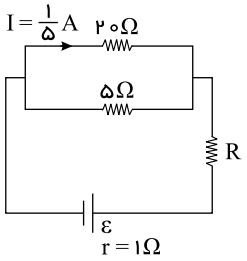
حال اگر جریان کل مدار را I بنامیم، جریان در شاخه‌ها همانند شکل تقسیم می‌شود. و در ادامه اگر از رابطهٔ $P = RI^۲$ توان‌ها را با هم مقایسه کنیم، بیشترین توان مصرفی $R_۶ = ۴\Omega$ دارد.

روش دوم: بعد از ساده کردن دوبارهٔ مدار و استفاده از رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ نیز می‌توان سؤال را حل کرد.



۲۰۱ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R در مدار زیر، برابر $۳V$ است. نیروی محرکهٔ باتری، چند ولت است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۴

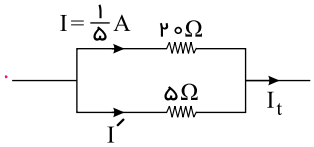
۲) ۵

۳) ۷

۴) ۸

پاسخ: گزینه ۴

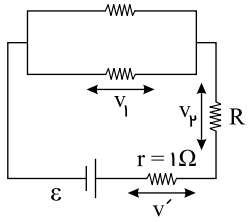
ابتدا به‌صورت زیر جریان کل مدار که توسط مولد تولید می‌شود را محاسبه می‌کنیم. دو مقاومت ۲۰Ω و ۵Ω موازی‌اند. بنابراین:



$$۲۰ \times \frac{۱}{۵} = ۵ \times I' \rightarrow I' = \frac{۴}{۵} A$$

و جریان کل:

$$I_t = I + I' = \frac{۱}{۵} + \frac{۴}{۵} = ۱A$$

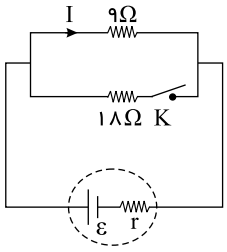


حال می‌دانیم که نیروی محرکهٔ مولد با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار و افت پتانسیل در مولد برابر است. یعنی:

$$\left\{\begin{array}{l} V_۱ = ۲۰I \\ V_۲ = ۳V, V' = rI_t \\ \varepsilon = V_۱ + V_۲ + V' \end{array}\right\} \Rightarrow \varepsilon = ۲۰ \times \frac{۱}{۵} + ۳ + ۱ \times ۱ \Rightarrow \varepsilon = ۸V$$

۲۰۲ در شکل زیر، I برابر $۲A$ است. اگر کلید را قطع کنیم، جریان الکتریکی عبوری از مقاومت ۹ اهمی، $۰/۲۵A$ افزایش می‌یابد. مقاومت درونی مولد، چند اهم است؟

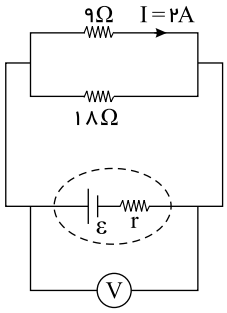
متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) ۲
۴) ۳

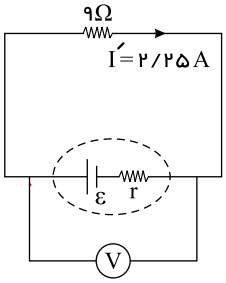
پاسخ: گزینه ۴

در حالت اول که کلید بسته است، مقاومت‌های ۱۸Ω و ۹Ω به صورت موازی در مدار قرار دارند، پس ولتاژ دو سر مقاومت ۹Ω و ۱۸Ω با ولتاژ دو سر مولد یکسان است. یعنی:



$$\left\{\begin{array}{l} V = \frac{Req\varepsilon}{Req+r} \xrightarrow{Req=۶\Omega} V = \frac{۶\varepsilon}{۶+r} \\ V = R_۹I_۹ = ۹ \times ۲ = ۱۸v \end{array}\right. \Rightarrow ۱۸ = \frac{۶\varepsilon}{۶+r} \rightarrow \varepsilon = ۱۸ + ۳r$$

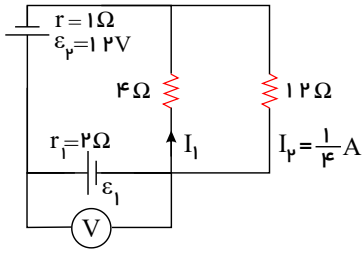
در حالت دوم که کلید باز است، فقط مقاومت ۹Ω در مدار است و داریم:



$$\left\{\begin{array}{l} V' = \frac{R'_{eq}\varepsilon}{R'_{eq}+r} = \frac{۹\varepsilon}{۹+r} \\ V' = R_۹I'_۹ = ۹ \times ۲/۲۵ = \frac{۸۱}{۴}V \end{array}\right. \Rightarrow \frac{۸۱}{۴} \rightarrow \frac{۹\varepsilon}{۹+r} \Rightarrow ۴\varepsilon = ۸۱ + ۹r \xrightarrow{(*)} \left\{\begin{array}{l} \varepsilon = ۱۸ + ۳r \\ ۴\varepsilon = ۸۱ + ۹r \end{array}\right. \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} r = ۳\Omega \\ \varepsilon = ۲۷V \end{array}\right.$$

۲۰۳ در مدار مقابل ولت سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۹



۱) ۶
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۱

پاسخ: **گزینه ۳** در ابتدا با توجه موازی بودن مقاومتهای $۴\Omega, ۱۲\Omega$، جریان در شاخهٔ مربوط به $R = ۴\Omega$ و پس از آن جریان کل مدار را می‌یابیم. پس از آن اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\varepsilon_۱$ را که در اینجا در حال شارژ شدن است را محاسبه می‌کنیم.

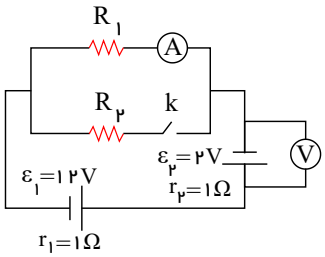
$$R_۱ I_۱ = R_۲ I_۲ \Rightarrow ۴I_۱ = ۱۲ \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow I_۱ = \frac{۳}{۴} \Rightarrow I = I_۱ + I_۲ \Rightarrow I = \frac{۱}{۴} + \frac{۳}{۴} = ۱A$$

در حلقه‌ی شامل مولدها و مقاومت ۴ اهمی $\sum V = ۰ \Rightarrow +۱۲ - ۱ \times ۱ - \varepsilon_۱ - ۲ \times ۱ - ۳ \times ۱ = ۰$

$$\Rightarrow \varepsilon_۱ = ۶V \Rightarrow V_۱ = \varepsilon_۱ + r_۱ I = ۶ + ۲ \times ۱ = ۸V$$

۲۰۴ در مدار شکل مقابل با بستن کلید، اعدادی که ولت سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب (از راست به چپ) چگونه تغییر می‌کنند؟

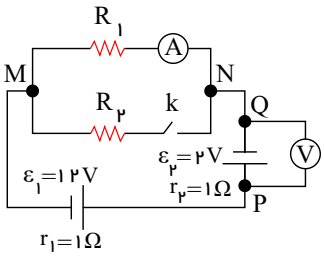
متوسط- سراسری- ۱۳۸۹



۱) کاهش- افزایش
۲) افزایش- کاهش
۳) کاهش- کاهش
۴) افزایش - افزایش

پاسخ: **گزینه ۲**

وقتی کلید باز است: $I = \frac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲}{r_۱ + r_۲ + R_۱}$



اگر کلید K بسته شود ،مقاومت معادل $R_۱$ و $R_۲$ کم می شود ،در نتیجه جریان در مدار زیاد می شود.

$$V_M + ۱۲ - ۱ \times I - ۲ - I \times ۱ = V_N \Rightarrow V_N - V_M = ۱۰ - ۲I \Rightarrow V_{NM} = ۱۰ - ۲I$$

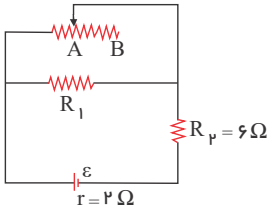
چون جریان (I) زیاد می شود اختلاف پتانسیل پتانسیل NM کم می شود و درنتیجه جریان آمپرسنج کم می شود. چون: $I_۱ = \frac{V_{NM}}{R_۱}$ است.

$$V_P - ۲ - I = V_Q \Rightarrow V_P - V_Q = ۲ + I$$

اگر جریان I زیاد شود، V_{PQ} زیاد شده و ولت سنج عدد بزرگتری را نشان می‌دهد.

۲۰۵ در مدار روبه‌رو، وقتی لغزنده‌ی رئوستا از نقطه‌ی A به نقطه‌ی Bبرده شود، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی مولد به‌ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

سخت- سراسری- ۱۳۹۶



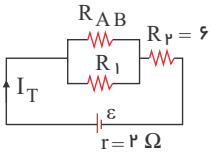
۱) کاهش – افزایش

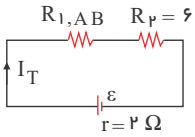
۲) کاهش – کاهش

۳) افزایش- کاهش

۴) افزایش – افزایش

پاسخ: گزینه ۳





با حرکت لغزنده از A به Bمقاومت R_{AB} افزایش می‌یابد و در نتیجه مقاومت کل مدار نیز افزایش می‌یابد. ($R_{eq}\uparrow$) و طبق رابطهٔ $I_T \downarrow = \frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq} + r}$ با افزایش I_T،R_{eq} کاهش می‌یابد و طبق رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد یعنی $\uparrow V = \varepsilon - rI_T \downarrow$

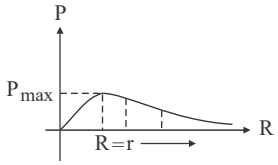
با کاهش I_T، V دو سر مولد افزایش می‌یابد.

با کاهش I، اختلاف پتانسیل دو سر $R_۲$ طبق رابطهٔ $V_۲ = R_۲ I_T \downarrow$ کاهش می‌یابد و با توجه به اینکه V مولد افزایش می‌یابد الزاماً Vدو سر مقاومت $R_{۱,AB}$ نیز افزایش می‌یابد. یعنی $V_۱$ دو سر $R_۱$ نیز افزایش می‌یابد.

$$\uparrow V_{\text{کل}} = V_{۱,AB} + V_۲ \downarrow \Rightarrow V_{۱,AB} \uparrow$$

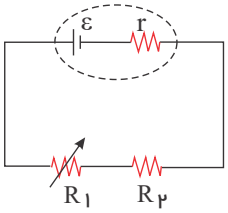
همچنین با توجه به رابطهٔ $P_۱ = \frac{V_۱^۲}{R_۱}$ با افزایش $V_۱$، $P_۱$ افزایش می‌یابد.

برای تشخیص تغییرات توان خروجی، نمودار توان خروجی برحسب مقاومت مدار مطابق شکل زیر است و چون $\begin{cases} R_{eq} = R_{۱,AB} + R_۲ > ۶ \\ R_{eq} > r = ۲ \end{cases}$ و R_{eq} در حال افزایش است. سمت راست نمودار را پوشش می‌دهد که با افزایش مقاومت مدار توان خروجی مولد کاهش می‌یابد.



۲۰۶ در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقاومت متغیر $R_۱$ را به تدریج افزایش دهیم، افت پتانسیل در مولد و اختلاف پتانسیل دو سر $R_۱$ به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟ (ازراست به چپ)

متوسط- سراسری- ۱۳۹۳



۱) افزایش ـ کاهش

۲) کاهش ـ افزایش

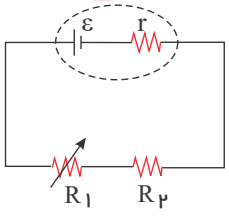
۳) افزایش ـ افزایش

۴) کاهش ـ کاهش

پاسخ: گزینه ۲

$$I = \frac{\varepsilon}{r + \uparrow R_۱ + R_۲} \Rightarrow I \downarrow$$ کاهش می‌یابد

افت پتانسیل در مولد $rI \Rightarrow$ کاهش می‌یابد.

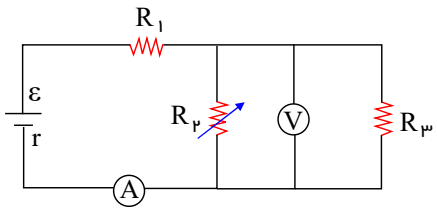


$$V_{R_۲}=R_۲I \xrightarrow{\text{کاهش } I} V_{R_۲}\downarrow$$

$$V_{\text{مولد}}=V_{R_۱}+V_{R_۲} \xrightarrow[\text{کاهش } V_{R_۲}]{\text{مولد } V \text{ افزایش}} V_{R_۱}\uparrow$$

۲۰۷ در مدار زیر، با افزایش مقاومت $R_۲$ ، شدت جریانی که آمپرسنج A نشان می‌دهد و اختلاف پتانسیلی که ولت‌سنج V نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کنند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

متوسط- سراسری- ۱۳۹۵



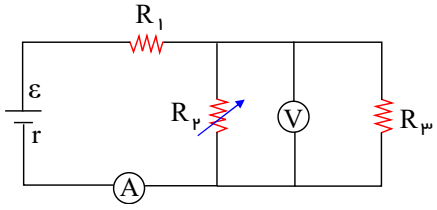
۱) کاهش – کاهش

۲) کاهش – افزایش

۳) افزایش – افزایش

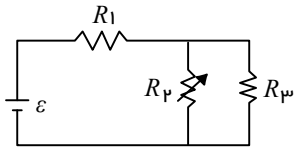
۴) افزایش – کاهش

پاسخ: گزینه ۲ در مدار شکل زیر با افزایش مقاومت $R_۲$ مقاومت مدار (R_{eq}) افزایش می‌یابد. در نتیجه طبق رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\downarrow$ شدت جریان کلی مدار یا جریانی که از شاخه‌ی اصلی مدار عبور می‌کند کاهش می‌یابد. بنابراین آمپرسنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد. از طرفی طبق رابطه‌ی $V_{\text{مولد}}=\varepsilon-Ir\uparrow$ با کاهش شدت جریان مدار، افت پتانسیل در مولد کاهش و اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می‌یابد. با توجه به آن که $V_{\text{مولد}}\uparrow=V_{R_۱}\downarrow+V_{R_۳}\uparrow$ می‌باشد و با کاهش جریان $V_{R_۱}\downarrow=IR_۱\downarrow$ کاهش می‌یابد. پس $V_{R_۳}=V_{R_۲}$ باید افزایش پیدا کند و ولت‌سنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.



۲۰۸ درمداراروبه‌رو، مقاومت $R_۲$ را به تدریج افزایش می‌دهیم، ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۹۴



۱) ثابت می‌ماند.

۲) افزایش می‌یابد.

۳) کاهش می‌یابد.

۴) بسته به مقاومت درونی مولد، ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

پاسخ: گزینه ۲ روش اول: با افزایش مقاومت $R_۲$، مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد و به همین دلیل، شدت جریان کل (شدت جریان گذرنده از مولد) مدار کم می‌شود. با کاهش جریان، ولتاژ دو سر مولد با توجه به رابطه‌ی $V=\varepsilon-rI$ افزایش می‌یابد.

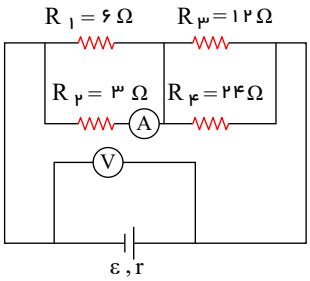
و می‌توان نتیجه گرفت که $V_{۲,۳}$ افزایش یافته است. به دلیل موازی بودن دو مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ این ولتاژ $(V_{۲,۳})$ ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۲$ نیز هست.

روش دوم: اگر $R_۲$ زیاد شود، مقاومت معادل مدار (R_{eq}) نیزافزایش می‌یابد و بنابررابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\downarrow$ مقدار I کم می‌شود. حال اگر $R_۱$ را که با مولد متوالی است به مقاومت درونی مولد اضافه کنیم، ولتاژ دو سر $R_۲$ و $R_۳$ برابر با ولتاژ دو سرمولد خواهد شد ودرمورد ولتاژ دو سر مولد نیز می‌توان گفت:

$$V_{\text{مولد}}=\varepsilon-rI\downarrow\uparrow$$

۲۰۹ در مدار زیر، اگر به‌جای مقاومت ۳اهمی، مقاومت ۶اهمی قرار دهیم، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به‌ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۹۸



۱) افزایش - کاهش

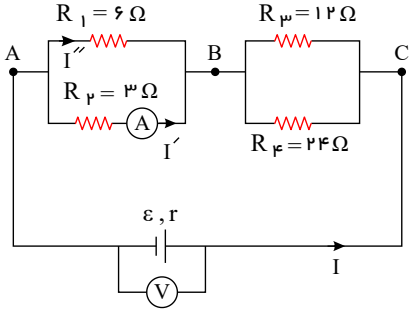
۲) کاهش - افزایش

۳) کاهش - کاهش

۴) افزایش - افزایش

پاسخ: گزینه ۲

$R_۲$ افزایش یابد، R_{eq} افزایش می‌یابد. بنابراین I $(I=\frac{\mathcal{E}}{r+R_{eq}})$ کل کاهش می‌یابد.

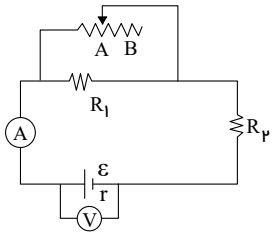


$$\begin{cases} \text{عدد ولت‌سنج } V=\mathcal{E}-rI \xrightarrow{I\downarrow} V_{AC}\uparrow \\ V_{BC}=\underbrace{R_{۳,۴}}_{\text{ثابت}} I\downarrow \longrightarrow V_{BC}\downarrow \end{cases} \xrightarrow{(V_{AC}=V_{AB}+V_{BC})} V_{AB}\uparrow \Rightarrow V_۱=V_{AB}\uparrow=\underbrace{R_۱}_{\text{ثابت}} I''\rightarrow I''\uparrow$$

$$I=I'+I'' \xrightarrow[I''\uparrow]{I\downarrow} \text{عدد آمپرسنج } I'\downarrow$$

۲۱۰ در مدار روبه‌رو وقتی لغزنده رئوستا در موقعیت A است، آمپرسنج و ولت‌سنج اعداد I و V را نشان می‌دهند و هنگامی که لغزنده در موقعیت B است، اعداد I' و V' را نشان می‌دهند، کدام یک از موارد زیر درست است؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۴



۱) $V'<V\,,\,I'>I$

۲) $V'>V\,,\,I'<I$

۳) $V'<V\,,\,I'<I$

۴) $V'>V\,,\,I'>I$

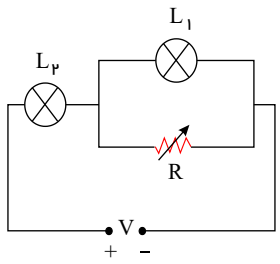
پاسخ: گزینه ۲ با حرکت رئوستا از A به B، مقاومت رئوستا افزایش می‌یابد و در نتیجه مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد، بنابراین باتوجه به روابط زیر داریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \xrightarrow{R_{eq}\uparrow} I\downarrow \Rightarrow I'<I$$

$$V'=\varepsilon-Ir \xrightarrow{I\downarrow} V\uparrow \Rightarrow V'>V$$

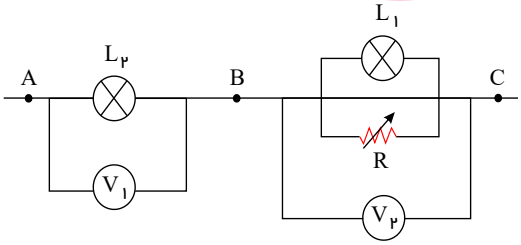
۲۱۱ در مدار مطابق شکل مقابل V مقدار ثابتی است. اگر به تدریج R را افزایش دهیم، نور لامپ‌های L_1 , L_2 به تدریج از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۱



۱) کاهش- کاهش ۲) کاهش- افزایش ۳) افزایش- افزایش ۴) افزایش- کاهش

پاسخ: گزینه ۴



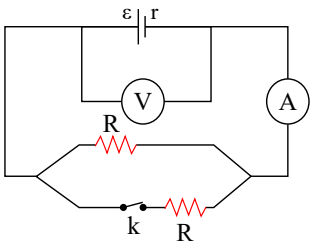
اگر $R \uparrow \Rightarrow R_{BC} \uparrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow \Rightarrow \downarrow I = \frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq} + r} \rightarrow$ نور L_2 کاهش می‌یابد

R_{L_1} ثابت $\Rightarrow V_{BC} \uparrow \xrightarrow{V_{BC}=V_{L_1}} V_{L_1} \uparrow \Rightarrow I_{L_1} \uparrow \Rightarrow$ نور L_1 زیاد می‌شود

به عبارت دیگر می‌توان گفت با افزایش R جریان بیشتری از L_1 عبور کرده و L_1 در حالت دوم پر نورتر می‌شود.

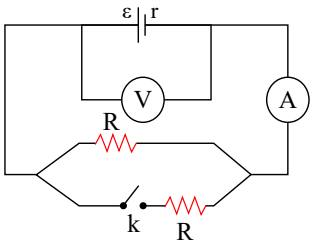
۲۱۲ اگر در شکل مقابل کلید K را قطع کنیم در مقادیری که ولت سنج و آمپرسنج نشان می دهند، به ترتیب چه تغییری حاصل می شود؟

آسان- خارج از کشور- ۱۳۸۶



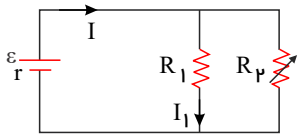
۱) کاهش – کاهش
۲) افزایش – افزایش
۳) کاهش – افزایش
۴) افزایش – کاهش

پاسخ: گزینه ۴ اگر کلید را قطع کنیم مقاومت معادل مدار از $\frac{R}{2}$ به R افزایش می یابد، بنابراین طبق رابطه ی $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ شدت جریان در مدار کاهش می یابد و بنا به رابطه‌ی $V = \varepsilon - Ir$ با کاهش شدت جریان، اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش خواهد یافت.



۲۱۳ در شکل مقابل مقاومت متغیر R_2 را افزایش می‌دهیم. شدت جریان‌های I و I_1 (به ترتیب از راست به چپ) چگونه تغییر می‌کنند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۲



۱) افزایش - افزایش ۲) کاهش - کاهش
۳) افزایش - کاهش ۴) کاهش - افزایش

پاسخ: گزینه ۴

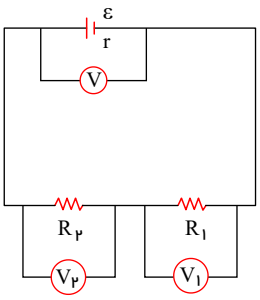
$R_۲ \uparrow \Rightarrow R_T \uparrow \Rightarrow \downarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$

چون $V_{R_۱} = \uparrow V_{پیل} = \varepsilon - Ir \downarrow \Rightarrow$ افزایش یافته

$\uparrow V_{R_۱} = \uparrow I_۱ R_۱$

۲۱۴ در شکل مقابل مقاومت متغیر $R_۱$ را به تدریج کاهش می دهیم. مقادیری که V ، $V_۱$ و $V_۲$ نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط- سراسری- ۱۳۸۲



۱) کاهش - کاهش - افزایش

۲) کاهش - افزایش - کاهش

۳) افزایش - کاهش - افزایش

۴) افزایش - افزایش - کاهش

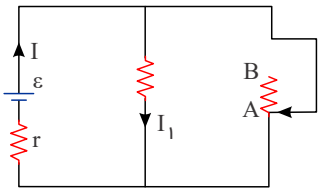
پاسخ: گزینه ۱ با کاهش مقاومت $R_۱$، مقاومت کل مدار کاهش، پس جریان کل مدار افزایش یافته، لذا ولتاژ دو سر مقاومت $R_۲$ نیز زیاد می‌شود.

$R_۱ \downarrow \Rightarrow R_{eq} \downarrow \Rightarrow I \uparrow = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow \begin{cases} \downarrow V = \varepsilon - rI \uparrow \\ \uparrow V_۲ = \uparrow IR_۲ \end{cases}$

$V_۱ + V_۲ \uparrow = V \downarrow \Rightarrow V_۱$ کم شده

۲۱۵ در شکل زیر، اگر لغزنهٔ رئوستا را از A به‌سمت B ببریم، I و $I_۱$ به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

آسان- سراسری- ۱۳۹۷



۱) کاهش، کاهش

۲) افزایش، کاهش

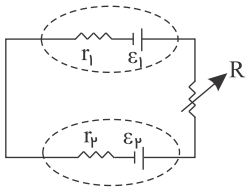
۳) کاهش، افزایش

۴) افزایش، افزایش

پاسخ: گزینه ۳ اگر لغزندهٔ رئوستا را از A به B ببریم، مقاومت رئوستا زیاد شده و در نتیجه مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد. بنابراین طبق رابطهٔ $(I = \frac{\varepsilon}{R_T + r})$ با افزایش R_T، جریان شاخهٔ اصلی مدار یعنی I کاهش می‌یابد. از طرفی اختلاف پتانسیل دو سر شاخهٔ وسطی با اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است چون طبق رابطهٔ $(V = \varepsilon - Ir)$ با کاهش I، اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می‌یابد، پس اختلاف پتانسیل دو سر شاخهٔ وسطی نیز افزایش می‌یابد، یعنی طبق رابطهٔ $(\uparrow V = \uparrow I_۱ R)$ جریان $I_۱$ نیز افزایش خواهد یافت.

۲۱۶ در مداری زیر، $\varepsilon_۱ < \varepsilon_۲$ است. در این مدار، با کاهش مقاومت R، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری (۱) و توان ورودی باتری (۲) به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

متوسط- خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) کاهش - افزایش

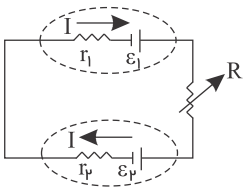
۲) کاهش - کاهش

۳) افزایش - افزایش

۴) افزایش - کاهش

پاسخ: گزینه ۱

چون $\varepsilon_۱ < \varepsilon_۲$ است، جریان در مدار ساعتگرد است، بنابراین برای اختلاف پتانسیل دو سر مولدهای (۱) و (۲) داریم:



$$\begin{cases} V_1 = \varepsilon_1 - r_1 I \\ V_2 = \varepsilon_2 + r_2 I \end{cases}$$

حال با کاهش مقاومت R، با توجه به رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$، جریان افزایش می‌یابد. بنابراین V_2 افزایش و V_1 کاهش می‌یابد.

$$\downarrow V_1 = \varepsilon_1 - r_1 I \uparrow, \uparrow V_2 = \varepsilon_2 - r_2 I \uparrow$$

از طرفی برای ورودی مولد ε_2 داریم:

$$\uparrow P_2 = V_2 I \uparrow$$

یعنی توان ورودی مولد ε_2 افزایش می‌یابد.

پاسخنامه تشریحی

۱ **گزینه ۱** با توجه به اینکه مقیاس روی محورهای داده شده معلوم است می‌توانیم مقادیر V و I را از روی محورها بخوانیم.

از روی قانون اهم، می‌دانیم که $R=\frac{V}{I}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{\frac{V_B}{I_B}}{\frac{V_A}{I_A}}=\frac{\frac{۲}{۳}}{\frac{۳}{۲}}=\frac{۴}{۹}$$

۲ **گزینه ۳** در اینجا با معلوم بودن زمان عبور الکترون‌ها (t) و شدت جریان عبوری (I) و اندازهٔ بار الکتریکی هر الکترون (e)، تعداد الکترون‌های عبوری (n) خواسته شده است.

قبل از هر چیزی می‌دانیم که تعداد الکترون‌های عبوری را با استفاده از بار الکتریکی q می‌توان یافت به گونه‌ای که داریم: $q=ne$

از طرفی برای تعیین بار q با استفاده از تعریف جریان داریم: $q=It$

در نهایت داریم:

$$q=It\xrightarrow{q=ne}ne=It\xrightarrow[e=۱٫۶\times ۱۰^{-۱۹}C]{I=۱A\ ,\ t=۱s}n\times ۱٫۶\times ۱۰^{-۱۹}=۱\times ۱\Rightarrow n=\frac{۱}{۱٫۶}\times ۱۰^{۱۹}=۶٫۲۵\times ۱۰^{۱۸}$$ الکترون

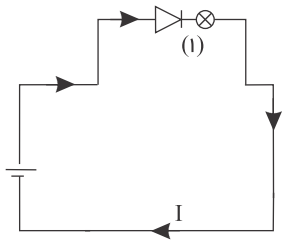
۳ **گزینه ۱**

$$\begin{cases}R_B=\frac{V_B}{I_B}=\frac{۲۰}{۲}=۱۰\Omega\\ R_A=\frac{V_A}{I_A}=\frac{۱۰}{۲}=۵\Omega\end{cases}\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=\frac{۱۰}{۵}\Rightarrow R_B=۲R_A$$

۴ **گزینه ۱**

با بستن کلید جریان می‌تواند مسیری را از طریق دیودهای (۱) و (۳) طی کند، ولی دیود (۳) اتصال کوتاه شدهف پس فقط از دیود (۱) عبور می‌کند.

پس فقط لامپ (۱) روشن می‌شود.



۵ **گزینه ۱** چون جرم دو سیم و جنس آن‌ها یکسان است بنابراین حجم آن‌ها یکسان است:

$$R=\frac{\rho L}{A}\Rightarrow R=\rho\frac{LA}{A^۲}\rightarrow R=\rho\frac{V}{A^۲}\rightarrow \text{حجم}\rightarrow\frac{R_۱}{R_۲}=(\frac{A_۲}{A_۱})^۲\rightarrow\frac{R_A}{R_B}=(\frac{A_B}{A_A})^۲\rightarrow\frac{R_A}{۱۰}=(\frac{\pi R_B^۲}{\pi R_A^۲})^۲\rightarrow\frac{R_A}{۱۰}=\frac{۱}{۴}\rightarrow R_A=۲٫۵\Omega$$

۶ **گزینه ۲**

$$m_۱=m_۲\Rightarrow\rho_۱V_۱=\rho_۲V_۲\xrightarrow[V=AL]{\rho_۱=\rho_۲}A_۱L_۱=A_۲L_۲\rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=\frac{A_۱}{A_۲}$$

$$R=\rho\frac{L}{A}\rightarrow\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{l_L}\times\frac{A_۱}{A_۲}\xrightarrow[\frac{A_۱}{A_۲}=\frac{L_۲}{L_۱}]{\rho_۲=\rho_۱}\frac{R_۲}{R_۱}=(\frac{L_۲}{L_۱})^۲\xrightarrow{R_۳=۱۲R_۱}\frac{۱۶R_۱}{R_۱}=(\frac{L_۲}{۱۰})^۲$$

$$\rightarrow ۴=\frac{L_۲}{۱۰}\rightarrow L_۲=۴۰cm$$

روش دوم: اگر با عبور از ابزاری، بدون تغییر جرم یا حجم، طول سیم n برابر شود، مقاومت الکتریکی‌اش $n^۲$ برابر می‌شود. در اینجا مقاومت ۱۶ برابر شده؛ یعنی $۱۶=۴^۲$ پس $۴=۸$ بوده یعنی طول سیم چهار برابر شده، بنابراین:

$$\frac{L_۲}{L_۱}=۴\rightarrow L_۲=۴I_۱=۴۰cm$$

۷ **گزینه ۲** با استفاده از رابطهٔ $R=\rho\frac{\ell}{A}$ و $\rho=\frac{m}{V}$ داریم:

$$\begin{cases} R = \rho_{\text{مقاومت ویژه}} \dfrac{\ell}{A} \\ \rho_{\text{چگالی}} = \dfrac{m}{V} \xrightarrow{V=A\cdot L} \rho_{\text{چگالی}} = \dfrac{m}{A\cdot L} \Rightarrow A = \dfrac{m}{\rho \cdot L} \end{cases} \Rightarrow R = \rho_{\text{مقاومت ویژه}} \dfrac{\ell}{\frac{m}{\rho_{\text{چگالی}} \cdot \ell}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R = \rho_{\text{مقاومت ویژه}} \dfrac{\rho_{\text{چگالی}} \cdot \ell^2}{m} \\ R = \frac{V}{I} \end{cases} \Rightarrow \frac{V}{I} = \rho_{\text{مقاومت ویژه}} \frac{\rho_{\text{چگالی}} \cdot \ell^2}{m}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{1/2} = \frac{1/8 \times 10^{-8} \times 8000 \times (25)^2}{m} \Rightarrow m = 0/036kg \Rightarrow m = 36g$$

۸ گزینه ۴

$$\begin{cases} m_B = \frac{2}{3} m_A \\ m = \rho V \end{cases} \Rightarrow \rho_B V_B = \frac{2}{3}\rho_A V_A \xrightarrow[V=AL]{\rho_B = \frac{1}{3}\rho_A} \frac{1}{3}\rho_A A_B L_B = \frac{2}{3}\rho_A A_A L_A \xrightarrow{L_B = L_A} A_B = 2A_A$$

اکنون باتوجه به رابطهٔ $R = \rho\frac{l}{A}$ داریم:

$$R = \rho\frac{l}{A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow[L_A = L_B]{R_A = R_B} 1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times 1 \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{A_B = 2A_A} \frac{\rho_B}{\rho_A} = 2$$

۹ گزینه ۲

طول مقاومت = (تعداد حلقه‌ها) × (محیط هر حلقه)

$$L = (100 \times 2\pi r) \Rightarrow L = 100 \times (2\pi \times 0/1)$$

$$R = \rho\frac{L}{A} = \rho\frac{L}{\frac{\pi d^2}{4}} \Rightarrow R = \rho\frac{L}{\frac{\pi d^2}{4}} R = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{2\pi \times 0/1 \times 100}{\pi \times \frac{\left(2\times 10^{-3}\right)^2}{4}} = 0/34\Omega$$

۱۰ گزینه ۴ هر دو سیم، مسی هستند. بنابراین با استفاده از رابطهٔ مقایسه‌ای مقاومتها داریم:

$$R = \frac{\rho L}{A}, A = \pi\frac{D^2}{4} \ , \ \rho_A = \rho_B \text{ (هر دو مسی)}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times (\frac{D_B}{D_A})^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{2}{1} \times (\frac{2}{1})^2 = 8$$

۱۱ گزینه ۴

$$\begin{cases} R_1 = 6\Omega = \rho\dfrac{L_1}{A} \\ R = \rho\dfrac{L_2}{A} \xrightarrow{L_2 = L_1\frac{1}{4}} R_2 = \frac{1}{4}R_1 = 1/5\Omega \Rightarrow \rho\dfrac{L_2}{A} = 1/5\Omega \end{cases}$$

در گام بعدی طول سیم را افزایش می‌دهیم تا به L_1 برسد:

$$\begin{cases} \dfrac{R_3}{R_2} = (\dfrac{L_3}{L_2})^2 \xrightarrow{\text{چون حجم ثابت است}} A_3 L_3 = A_2 L_2 \Rightarrow \dfrac{L_3}{L_2} = (\dfrac{A_2}{A_3}) \Rightarrow \dfrac{R_3}{R_2} = (\dfrac{L_3}{L_2})(\dfrac{A_2}{A_3}) = (\dfrac{L_3}{L_2}) \\ L_3 = L_1 \text{ و } L_2 = \frac{1}{4}L_1 \Rightarrow (L_2 = \frac{1}{4}L_3) \Rightarrow \dfrac{R_3}{R_2} = 16 \Rightarrow R_3 = 16R_2 = 16 \times 1/5 \Rightarrow R_3 = 24\Omega \end{cases}$$

۱۲ گزینه ۴ در مقایسهٔ مقاومت دو سیم A و B داریم:

$$\text{قطر: } D_A = 2D_B \xrightarrow{A\propto D^2} A_A = 4A_B \text{ و } L_A = \frac{1}{4}L_B$$

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{R_B}{5} = 4 \times 4 \Rightarrow R_B = 80\Omega$$

۱۳ گزینه ۱ باتوجه به رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$، برای مقایسهٔ مقاومت دو سیم A و B داریم:

$$\rho_A = 3\rho_B \ , \ L_A = L_B \ , \ R_A = R_B$$

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{\text{مساحت} : A\propto d^2} 1 = 3 \times 1 \times (\frac{d_B}{d_A})^2 \Rightarrow (\frac{d_B}{d_A})^2 = \frac{1}{3}$$

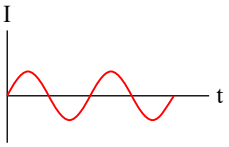
$$\Rightarrow (\frac{d_A}{d_B})^2 = 3 \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \sqrt{3}$$

۱۴ گزینه ۱ بنا به رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$ برای هرسه مقاومت داریم:

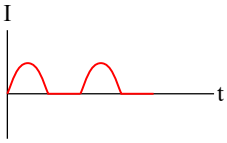
$$\begin{cases} R_A = (۱٫۵\rho)\dfrac{(۲L)}{A} = ۳\rho\dfrac{L}{A} \\ R_B = (۰٫۵\rho)\dfrac{L}{A} = ۰٫۵\rho\dfrac{L}{A} \\ R_C = \rho\dfrac{L}{A} = \rho\dfrac{L}{A} \end{cases} \Rightarrow R_A = ۳R_C \ , \ R_C = ۲R_B$$

۱۵ گزینه ۲ به متن کتاب درسی مراجعه شود.

۱۶ گزینه ۳ در مدار یک مولد جریان متناوب قرار دارد. هنگام اتصال کلید m در حالت (۱) دیود نقشی در مدار نداشته و نمودار $(I-t)$ به شکل



خواهد بود. ولی هنگامی که کلید در وضعیت (۲) قرار دارد، دیود فقط در جهت ساعتگرد اجازهٔ عبور جریان را از خود می‌دهد. و در مواقعی که مولد جهت جریان را وارونه می‌کند، دیود اجازهٔ عبور جریان را از خود نمی‌دهد (با تقریب بسیار خوبی!) یعنی نمودار $(I-t)$ به صورت



خواهد شد.

۱۷ گزینه ۴ چون دمای لامپ هنگام روشن بودن بیشتراست، مقاومت آن نیزبیشترازحالت خاموش بودن است. زیرادراجسام رسانا با افزایش دما مقاومت زیاد می‌شود.

۱۸ گزینه ۳ می‌دانیم تغییرات مقاومت یک رسانا در اثر افزایش دما، از رابطهٔ $\Delta R = R_{\circ}\alpha\Delta\theta$ به‌دست می‌آید و داریم:

$$R = R_{\circ} + \Delta R \ , \ R_{\circ} = ۵۰\Omega \ , \ \Delta\theta = ۱۰۰ - ۲۰ = ۸۰^{\circ}C \ , \ \alpha = ۴ \times ۱۰^{-۴}K^{-۱} \ , \ \Delta R = R_{\circ}\alpha\Delta\theta$$

$$R = ۵۰ + (۵۰ \times ۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۸۰) = ۵۱٫۶\Omega$$

۱۹ گزینه ۴ نکته: مقاومت ویژهٔ رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می شود، در حالی‌که مقاومت ویژهٔ نیمه‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد. در برخی موارد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاص به‌صورت ناگهانی به صفر اُفت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند؛ این پدیده را «ابررسانایی» می‌گویند.

۲۰ گزینه ۴ طبق متن کتاب درسی

۲۱ گزینه ۴ اگر مقاومت در دمای بالاتر را $R_۱$ بیابیم، داریم:

$$\Delta R = R_۱\alpha\Delta\theta \Rightarrow R_۲ = R_۱(۱ + \alpha\Delta\theta)$$

$$۴۶٫۸ = ۴۰(۱ + \frac{۶۸}{۱۰۰۰۰}\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = ۲۵^{\circ}C$$

$$\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow ۲۵ = \theta_۲ - ۲۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۴۵^{\circ}C$$

۲۲ گزینه ۲ مقاومت نوری «LDR»، نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی به نور تابیده شده به آن بستگی دارد، به‌گونه‌ای که با افزایش شدت نور، مقاومت الکتریکی آن کاهش یافته و از این ویژگی در تجهیزات مختلفی، از جمله چشم الکترونیکی استفاده می‌شود.

۲۳ گزینه ۱ ولت‌سنج به‌طور سری به مدار بسته شده است و چون مقاومتش بسیار زیاد است، جریان الکتریکی در مدار صفر و عدد نشان‌داده‌شده به وسیلهٔ ولت‌سنج، همان نیرو محرکهٔ مولد است.

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I=۰} V = \varepsilon = ۸V$$

۲۴ گزینه ۱ چون جریان ورودی به رئوستا از C خارج می‌شود، (و نه از B) بنابراین جای لغزنده تأثیری در طول سیمی که جریان از آن عبور می‌کند ندارد. یعنی مقاومت رئوستا و در نتیجه مقاومت معادل مدار با حرکت لغزنده ثابت می‌ماند.

۲۵ گزینه ۱ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل باتری و همچنین اختلاف پتانسیل بین دو سر سیم (بدون مقاومت) را نشان می‌دهد.

$$\boxed{V = RI \xrightarrow{R=۰} V = ۰}$$

$$\varepsilon = I(\cancel{R}^{۰} + r) = \varepsilon = Ir \quad (۱) \Rightarrow V = \underbrace{\varepsilon - Ir}_{۰} \overset{(۱)}{=\!=} ۰$$

۲۶ گزینه ۲ در حالت اول که فقط ولت‌سنج آرمانی به دو سر مولد متصل است، ولت‌سنج همان نیروی محرکه را نمایش می‌دهد و در حالت دوم داریم:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = ۱۲V \\ V = ۹٫۶V \\ R = ۸\Omega \end{cases} \rightarrow V = \mathcal{E} - rI = \mathcal{E} - r(\frac{\mathcal{E}}{r+R}) = \frac{\mathcal{E}R}{r+R} \rightarrow ۹٫۶ = \frac{۱۲ \times ۸}{r+۸}$$

$$\rightarrow ۹٫۶r + ۸ \times ۹٫۶ = ۸ \times ۱۲ \rightarrow ۹٫۶r = ۸\underbrace{(۱۲ - ۹٫۶)}_{۲٫۴} \rightarrow \boxed{r = ۲\Omega}$$

۲۷ گزینه ۲

$$\left.\begin{array}{l}\text{کلید } K \text{ باز است} \Rightarrow V_۱ = \varepsilon \\ \text{کلید } K \text{ بسته است} \Rightarrow V_۲ = \varepsilon - Ir\end{array}\right\} \xrightarrow{V_۱=V_۲} Ir = ۰ \Rightarrow I \neq ۰ = r = ۰$$

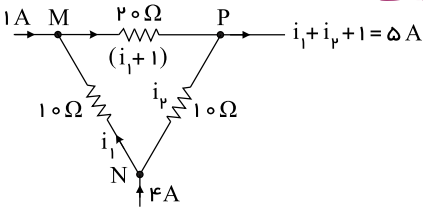
بنابراین مقاومت درونی مولد ناچیز بوده و در مقایسه با مقاومت خارجی مدار ناچیز می‌باشد.

۲۸ گزینه ۳ با استفاده از رابطهٔ تعیین جریان در یک مدار تک حلقه داریم:

$$Ir = \frac{۱}{۹}IR \Rightarrow r = \frac{۱}{۹}R \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{۶}{R+\frac{۱}{۹}R} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{۶}{\frac{۱۰}{۹}R}$$

$$\Rightarrow \frac{۲}{۱۰} \times \frac{۱۰}{۹}R = ۶ \Rightarrow \frac{۲}{۹}R = ۶ \Rightarrow R = ۲۷\Omega$$

۲۹ گزینه ۴ مطابق شکل و باتوجه به قاعدهٔ انشعاب، شدت جریانی که از هر مقاومت می‌گذرد را تعیین می‌کنیم.



$$i_۱ + i_۲ + ۱ = ۵ \Rightarrow i_۱ + i_۲ = ۴$$

$$-۲۰(i_۱ + ۱) + ۱۰i_۲ - ۱۰i_۱ = ۰ \Rightarrow -۳۰i_۱ + ۱۰i_۲ - ۲۰ = ۰$$

$$\begin{cases} i_۱ + i_۲ = ۴ \\ -۳i_۱ + i_۲ = ۲ \end{cases} \Rightarrow ۴i_۱ = ۲ \rightarrow i_۱ = \frac{۱}{۲}A \text{ و } i_۲ = \frac{۷}{۲}A$$

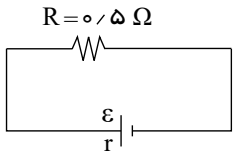
$$\frac{V_{NP}}{V_{MN}} = \frac{۱۰i_۲}{۱۰i_۱} = \frac{i_۲}{i_۱} = \frac{\frac{۷}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = ۷$$

۳۰ گزینه ۴

چون ولت‌سنج در مسیر اصلی جریان قرار دارد، مقاومت ولت‌سنج زیاد می‌باشد، بنابراین جریان در مدار صفر است و اختلاف پتانسیل دو سر ولت سنج با نیروی محرکه مولد برابر است.

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I=۰} V = \varepsilon = ۱۲$$

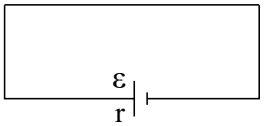
۳۱ گزینه ۳ ابتدا اختلاف پتانسیل مولد را در حالت کلید باز محاسبه می‌کنیم:



$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{۱/۵}{۰/۵ + ۰/۵} \Rightarrow I = ۱/۵\ A$$

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = ۱/۵ - ۱/۵ \times ۰/۵ \Rightarrow V_۱ = ۰/۷۵V$$

پس از بستن کلید، مقاومت R اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌گردد، داریم:



$$I = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow I = \frac{۱/۵}{۰/۵} = ۳A$$

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = ۱/۵ - ۳ \times ۰/۵ \Rightarrow V_۲ = ۰$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، با بستن کلید، ولتاژ دو سر مولد V ۰/۷۵ کاهش می‌یابد.

۳۲ گزینه ۴ نسبت افت پتانسیل در باتری، در دو حالت، همان نسبت جریان مدار در دو حالت است. پس جریان مدار را در دو حالت باید بدست می‌آوریم.

$$R_۱ = ۲r \ , \ R_۲ = r$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I_۱ = \frac{\varepsilon}{۲r+r} = \frac{\varepsilon}{۳r} \ , \ I_۲ = \frac{\varepsilon}{r+r} = \frac{\varepsilon}{۲r}$$

افت پتانسیل در باتری برابر rI است. پس:

$$\frac{rI_۲}{rI_۱} = \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{\frac{\varepsilon}{۲r}}{\frac{\varepsilon}{۳r}} = \frac{۳}{۲}$$

۳۳ گزینه ۳ ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد، بنابراین:

$$\varepsilon - ۳I = ۰ \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{۳}$$

همچنین باتوجه به رابطهٔ $I = \frac{\sum \varepsilon}{R_T + \sum r}$ برای کل مدارداریم:

$$I = \frac{۲\varepsilon}{R+۱+۳} \quad (۲)$$

از (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{\varepsilon}{۳} = \frac{۲\varepsilon}{R+۴} \Rightarrow R = ۲\Omega$$

۳۴ گزینه ۴ آمپرسنج باید در مدار به طور سری و ولت سنج به طور موازی بسته شود.