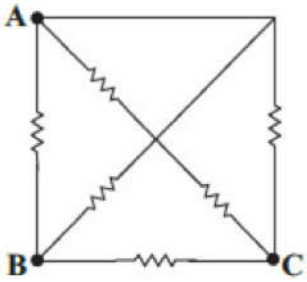
نام دبیر : مهندس باباخانی

عنوان آزمون : هومورک۲ جاری

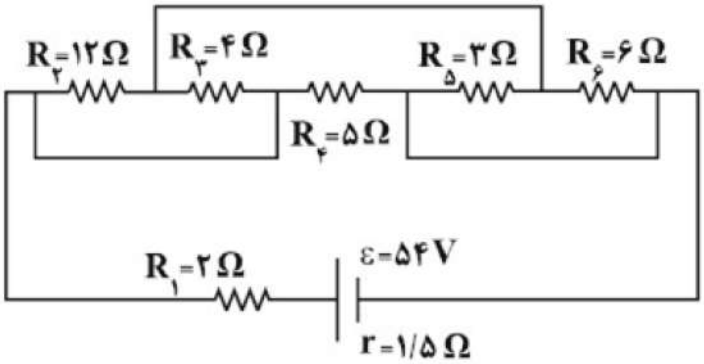
زمان آزمون :

۱ در مدار شکل زیر، تمام مقاومت‌ها مشابه‌اند. مقاومت معادل بین نقاط A و B چند برابر مقاومت معادل بین نقاط B و C است؟



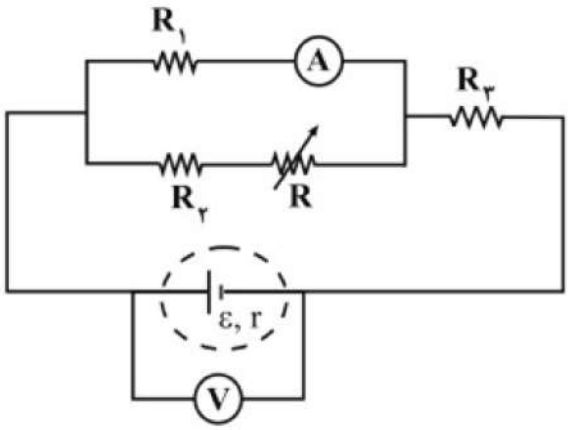
۱) ۱ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۲ در مدار شکل مقابل، جریانی که از مقاومت $R_۵$ عبور می‌کند، چند آمپر است؟



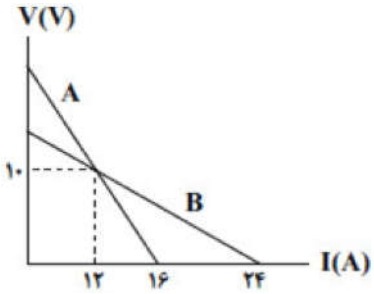
۱) ۹ ۲) ۴/۵ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

۳ در مدار شکل زیر، با افزایش مقاومت R، مقادیری که آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند، چگونه تغییر می‌کنند؟



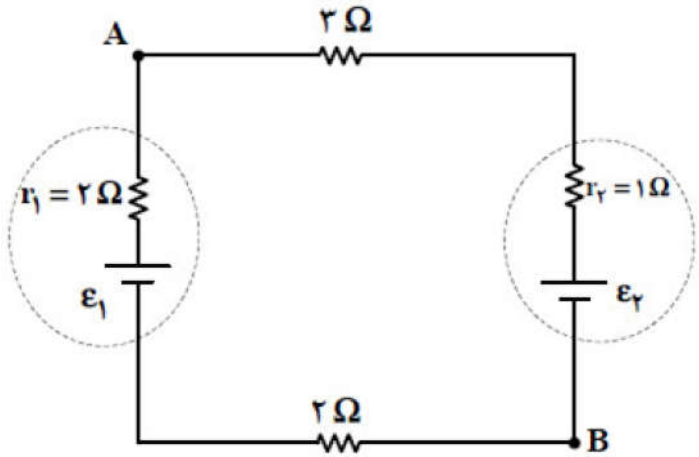
۱) کاهش - کاهش ۲) کاهش - افزایش ۳) افزایش - کاهش ۴) افزایش - افزایش

۴ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری‌های مجزای A و B برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها مطابق شکل مقابل است. در حالتی که جریان $۱۲A$ از دو باتری عبور می‌کند، به‌ترتیب از راست به چپ، نسبت توان تلف شده باتری A به B و نسبت توان خروجی باتری A به B کدام است؟



۱) $\frac{۵}{۳}, ۳$ ۲) $۱, ۳$ ۳) $\frac{۵}{۳}, ۲$ ۴) $۱, ۲$

۵ در مدار مقابل، توان خروجی باتری $\varepsilon_۱$ برابر $۴/۵$ وات و توان ورودی به باتری $\varepsilon_۲$ برابر $۳/۲۵$ وات است. $V_A - V_B$ چند ولت است؟



۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

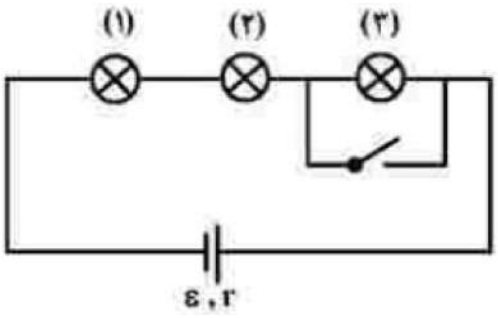
۶ در مدار زیر، همهٔ لامپ‌ها مشابه‌اند. با بستن کلید، کدام موارد زیر، درست است؟

الف) اختلاف پتانسیل دو سر باتری کاهش می‌یابد.

ب) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های ۱ و ۲ کاهش می‌یابد.

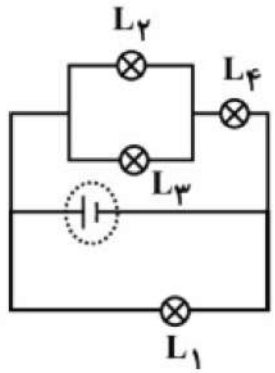
پ) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های ۱ و ۲ افزایش می‌یابد.

ت) اختلاف پتانسیل دو سر باتری افزایش می‌یابد.



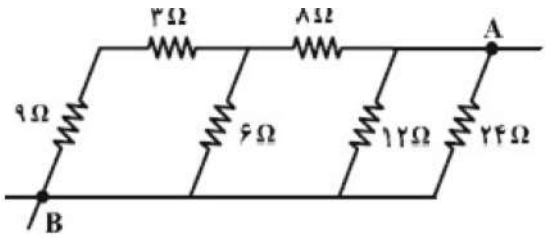
۱) الف و پ ۲) الف و ب ۳) پ و ت ۴) ب و ت

۷ چهار لامپ مشابه را مطابق شکل زیر در یک مدار به هم می‌بندیم اگر توان مصرفی کل لامپ‌ها برابر با $۲۷۰\,W$ باشد، بیشترین توان مصرفی مربوط به کدام لامپ و چند وات است؟



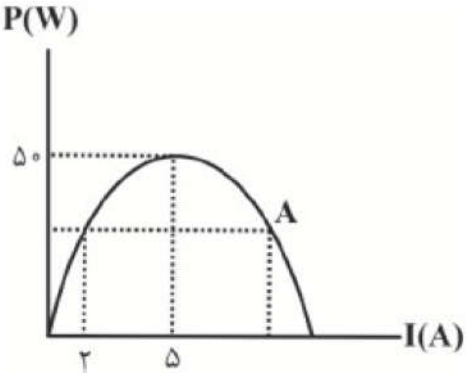
۱) $L_۱$، ۱۶۲ ۲) $L_۴$، ۱۶۲ ۳) $L_۱$، ۸۱ ۴) $L_۴$، ۸۱

۸ در شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند اهم است؟



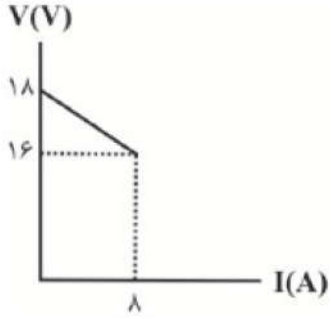
۱) ۴/۸ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۹ نمودار توان خروجی برحسب جریان عبوری از یک مولد مطابق شکل مقابل است. جریان عبوری و توان خروجی مولد در نقطهٔ A برحسب یکاهای SI به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟



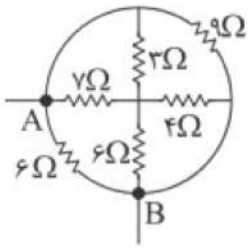
۱) ۱۰ و ۱۶ ۲) ۸ و ۲۴ ۳) ۸ و ۴۶ ۴) ۸ و ۳۲

۱۰) نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر مولدی برحسب جریان گذرنده از آن مطابق شکل مقابل است. اگر جریان $۱۰A$ از این مدار بگذرد، توان اتلافی مولد چند وات است؟



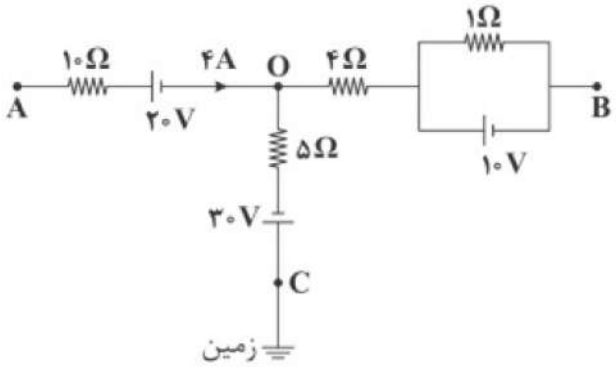
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۱۱) مقاومت معادل شکل زیر بین نقاط A و B چند اهم است؟



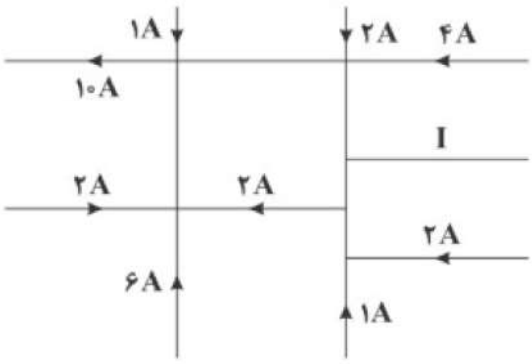
۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۴/۶۴ ۴) ۲/۷۶

۱۲) در شکل زیر اگر $V_A - V_B = ۶۰\text{V}$ باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A چند ولت است؟ (باتری‌ها را آرمانی در نظر بگیرید.)



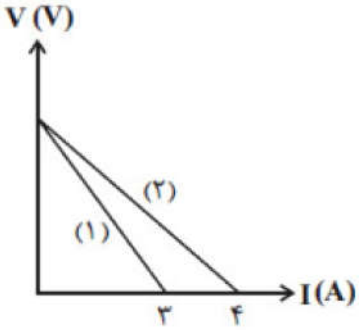
۱) ۴۵ ۲) ۴۵/۵ ۳) ۶۲ ۴) ۶۲/۵

۱۳) شکل زیر بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. بزرگی جریان I بر حسب آمپر و جهت آن به کدام سمت است؟



۱) ۸ - به سمت راست ۲) ۸ - به سمت چپ ۳) ۶ - به سمت راست ۴) ۶ - به سمت چپ

۱۴ در شکل مقابل، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن نشان داده شده است. اگر جریان الکتریکی $۵A$ از این مولد گرفته شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند ولت می‌شود؟

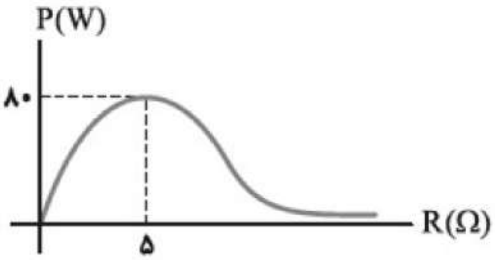


۱) ۱۳ ۲) ۱۴ ۳) ۱۵ ۴) ۱۶

۱۵ دو لامپ $(۴۰W, ۸۰W)$ و $(۸۰V, ۱۶۰V)$ را به طور متوالی به هم وصل می‌کنیم و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل $۲۴۰V$ می‌بندیم. توان مصرفی کل لامپ‌ها چند وات است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۹۰

۱۶ مقاومت متغیری را به دو سر یک مولد وصل می‌کنیم و نمودار توان خروجی مولد برحسب مقاومت متغیر مطابق شکل مقابل می‌شود. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟

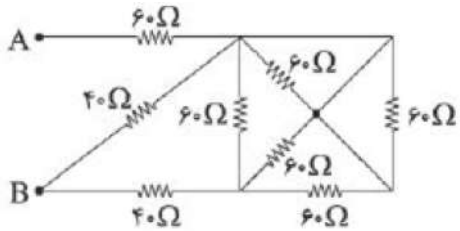


۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲

۱۷ دو سر یک باتری با مقاومت داخلی r را با یک سیم به مقاومت خارجی R متصل می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\frac{۱}{۳}$ نیروی محرکه باشد، نسبت $\frac{R}{r}$ کدام گزینه است؟

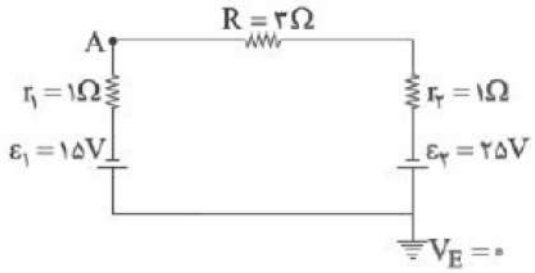
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۶}$

۱۸ در مدار شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B برابر با چند اهم است؟



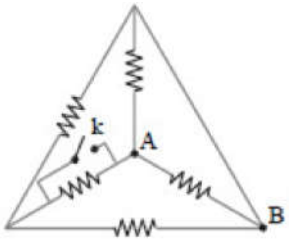
۱) $\frac{۴۰}{۳}$ ۲) ۶۸ ۳) ۷۵ ۴) ۸۴

۱۹) در شکل زیر پتانسیل نقطهٔ A چند ولت است؟



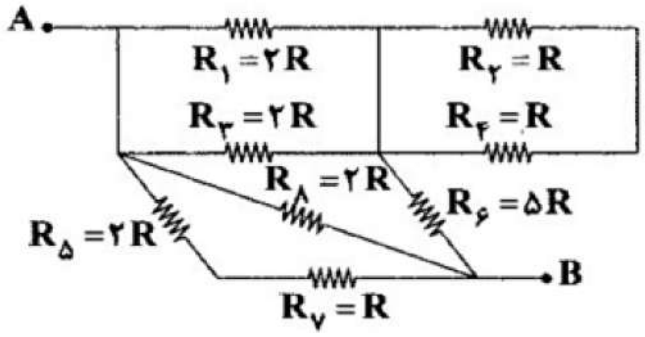
۱) ۱۳ ۲) -۱۳ ۳) -۱۷ ۴) ۱۷

۲۰) در مدار شکل زیر با بسته شدن کلید k، مقاومت معادل بین A و B چند برابر می‌شود؟ (تمام مقاومت‌ها ۹ اهم هستند.)



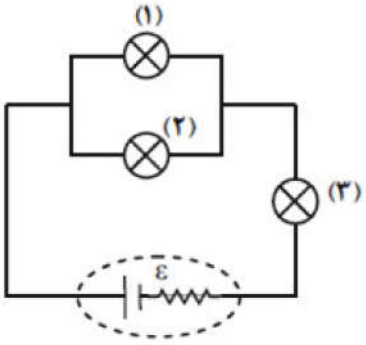
۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۲۱) با توجه به مدار زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B برابر چند R است؟



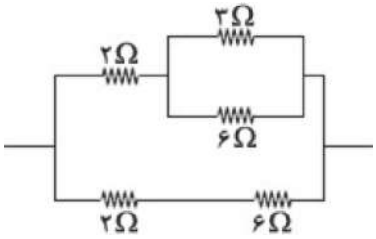
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۳/۵

۲۲) در مدار شکل مقابل سه لامپ مشابه قرار دارد. اگر پس از مدتی لامپ شمارهٔ ۱ بسوزد، نور لامپ‌های شمارهٔ ۲ و ۳ به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



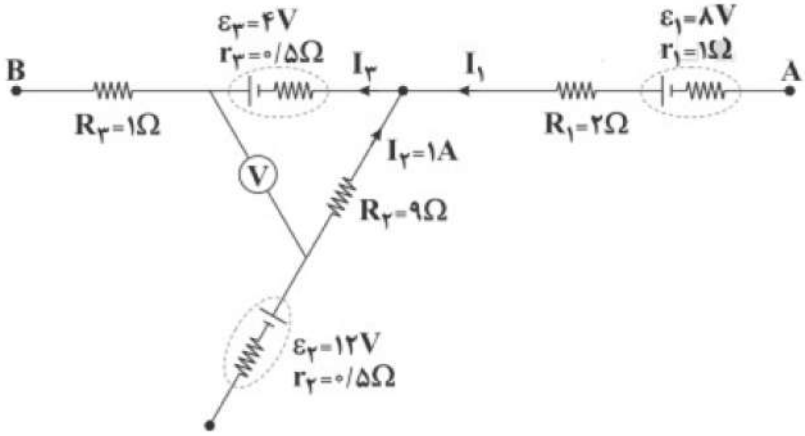
۱) خاموش می‌شود، خاموش می‌شود.
۲) پُرنورتر می‌شود، پُرنورتر می‌شود.
۳) کم‌نورتر می‌شود، پُرنورتر می‌شود.
۴) پُرنورتر می‌شود، کم‌نورتر می‌شود.

۲۳ در مدار شکل مقابل، اگر حداکثر توان قابل تحمل هر مقاومت $۲۴\mathrm{W}$ باشد، حداکثر توان کل مدار چند ولت می‌تواند باشد، تا هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند؟



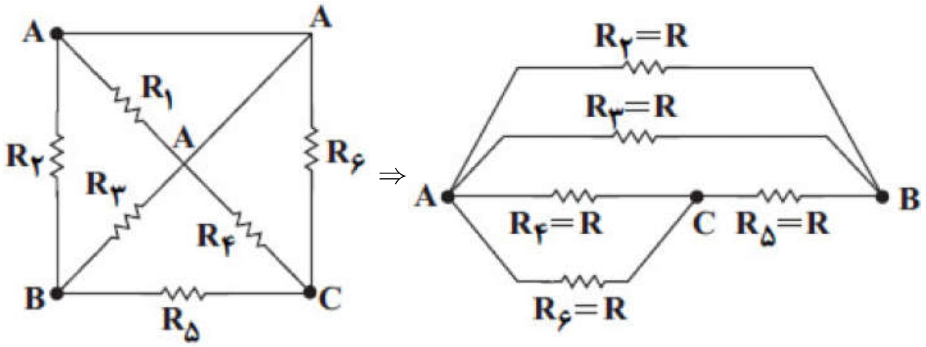
۱) ۷۲ ۲) ۹۶ ۳) ۱۰۸ ۴) ۲۲۸

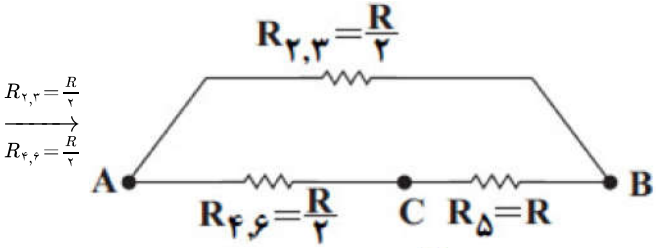
۲۴ در شکل زیر که قسمتی از یک مدار را نشان می‌دهد، اگر ولت‌سنج عدد ۷ ولت را نشان دهد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B، $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟ (ولت‌سنج را آرمانی در نظر بگیرید.)

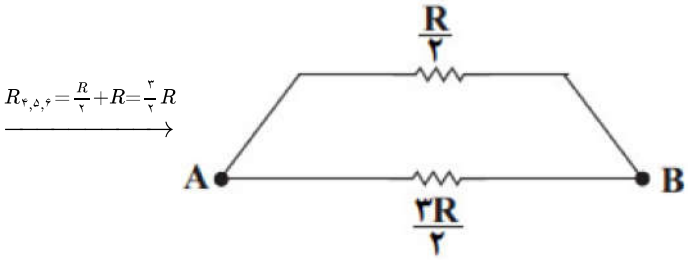


۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۴/۵

۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، چون دو سر مقاومت $R_۱$ هم‌پتانسیل است، لذا به علت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌گردد. برای محاسبهٔ مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B داریم:

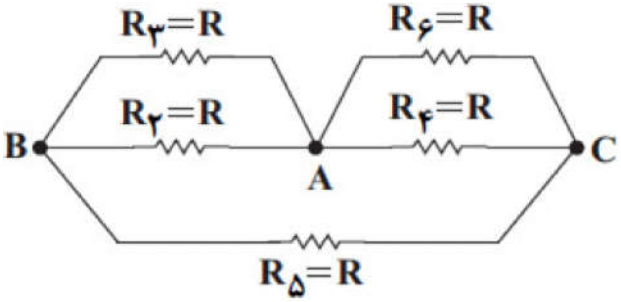


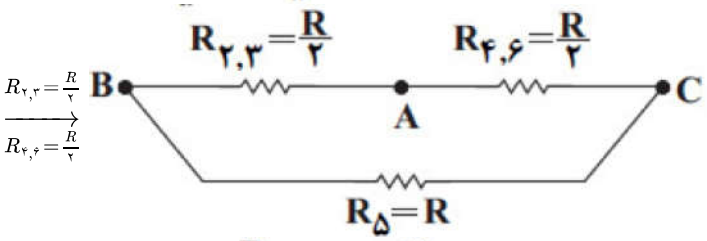


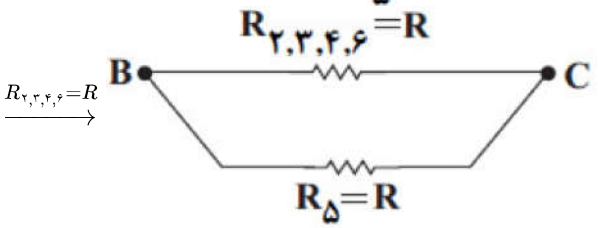


$$R_{\mathrm{eq\,(AB)}}=\frac{\frac{R}{۲}\times\frac{۳}{۲}R}{\frac{R}{۲}+\frac{۳}{۲}R}=\frac{\frac{۳}{۴}R\times R}{۲R}\Rightarrow R_{\mathrm{eq\,(AB)}}=\frac{۳}{۸}R$$

برای محاسبهٔ مقاومت معادل بین دو نقطهٔ B و C، ابتدا مدار را به صورت زیر رسم می‌کنیم:





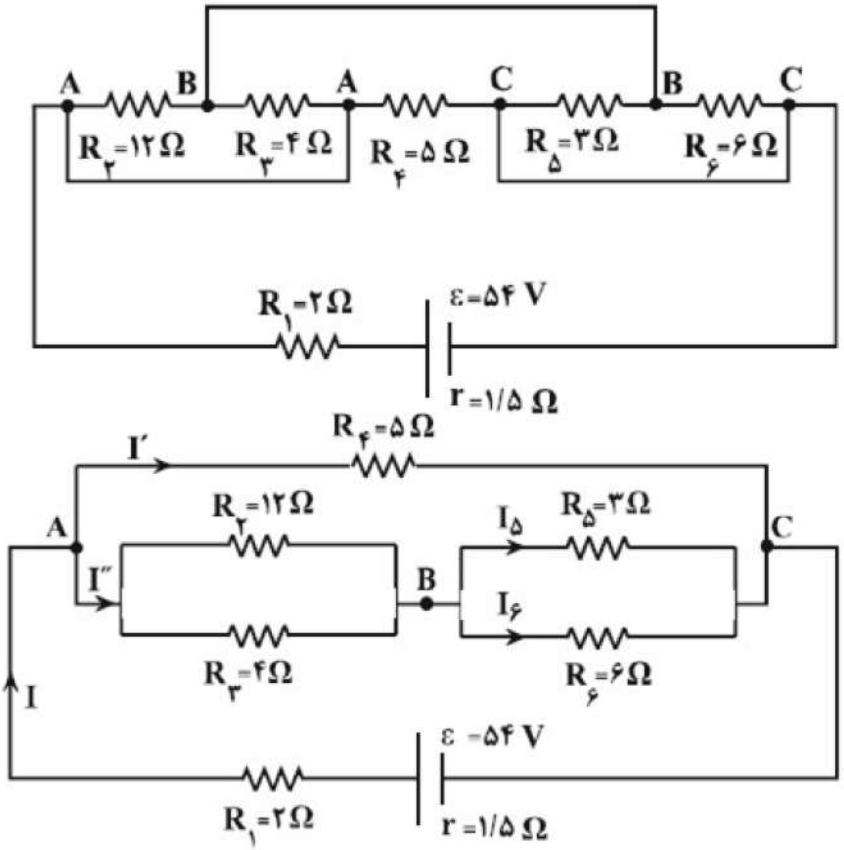


$$R_{\mathrm{eq\,(BC)}}=\frac{R}{۲}$$

$$\frac{R_{\mathrm{eq\,(AB)}}}{R_{\mathrm{eq\,(BC)}}}=\frac{\frac{۳R}{۸}}{\frac{R}{۲}}=\frac{۳}{۴}$$

در آخر داریم: **۲**

۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا نقطه‌های هم‌پتانسیل را مشخص نموده و شکل ساده‌تری از مدار را رسم می‌کنیم و سپس با محاسبهٔ مقاومت معادل مدار، جریان کل را محاسبه می‌کنیم:



$R_{۵,۶}$ موازی $= \frac{۳\times۶}{۳+۶} = ۲\Omega$ $\qquad$ $R_{۲,۳}$ موازی $= \frac{۱۲\times۴}{۱۲+۴} = ۳\Omega$

$R_{۵,۶}$ و $R_{۲,۳}$ متوالی $\Rightarrow R_{۲,۳,۵,۶} = R_{۲,۳} + R_{۵,۶} \Rightarrow R_{۲,۳,۵,۶} = ۳ + ۲ = ۵\Omega$

$R_{۲,۳,۵,۶}$ و $R_{۴}$ موازی $\Rightarrow R_{۲,\ldots,۶} = \frac{۵}{۲} = ۲/۵\Omega$

$R_{۲,\ldots,۶}$ و $R_{۱}$ متوالی $\Rightarrow R_{eq} = R_{۱} + R_{۲,\ldots,۶} \Rightarrow R_{eq} = ۲ + ۲/۵ = ۴/۵\Omega$

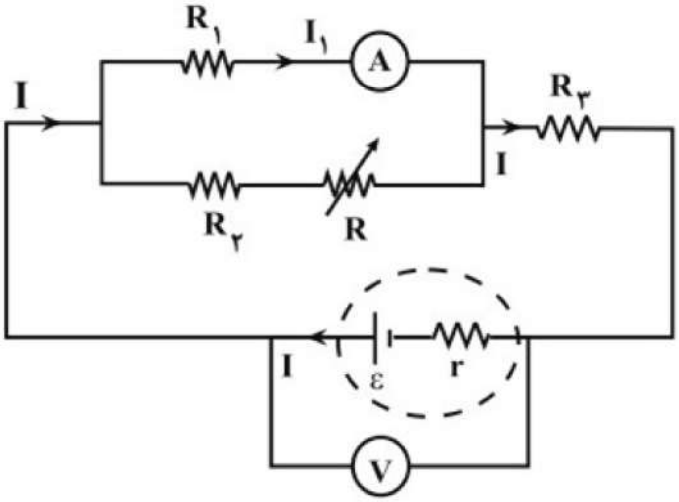
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{۵۴}{۴/۵ + ۱/۵} \Rightarrow I = ۹A$$

$$I' + I'' = ۹A \xrightarrow{I'=I''} I'' = ۴/۵A$$

چون مقاومت‌های $R_{۵}$ و $R_{۶}$ موازی‌اند، اختلاف پتانسیل یکسانی دارند، پس داریم:

$$I_{۵}R_{۵} = I_{۶}R_{۶} \Rightarrow ۳I_{۵} = ۶I_{۶} \xrightarrow{I_{۵}+I_{۶}=۴/۵A} I_{۵} = ۳A$$

۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با افزایش مقاومت متغیر R، مقاومت معادل مدار افزایش یافته، در نتیجه، بنا به رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$، جریان عبوری از شاخه‌ی اصلی مدار کاهش می‌یابد. با کاهش جریان اصلی مدار، بنا به رابطه‌ی $V = \varepsilon - rI$، اختلاف پتانسیل دو سر باتری که ولت‌سنج نشان می‌دهد، افزایش خواهد یافت.



از طرف دیگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_1 و R_3 است. بنابراین داریم:

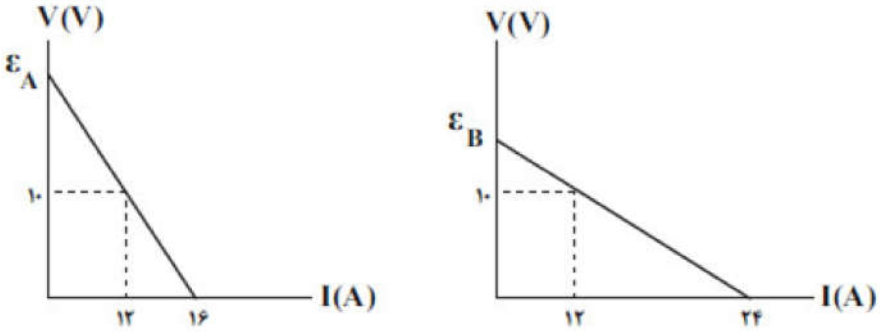
$$V_3 = R_3 I \xrightarrow[R_3=\text{ثابت}]{I\downarrow} V_3 \downarrow$$

$$V = V_1 + V_3 \xrightarrow[V\uparrow]{V_3\downarrow} V_1 \uparrow$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \xrightarrow[V_1\uparrow]{R_1=\text{ثابت}} I_1 \uparrow$$

بنابراین عدد آمپرسنج که جریان I_1 را نشان می‌دهد، افزایش می‌یابد.

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در نمودار $V-I$ برای یک باتری، عرض از مبدأ آن برابر با نیروی محرکهٔ باتری و اندازهٔ شیب خط برابر با مقاومت درونی باتری می‌باشد. با توجه به هر دو شکل می‌توان نوشت:



$$\text{باتری } A \begin{cases} \frac{\varepsilon_A}{۱۰} = \frac{۱۶}{۱۶-۱۲} \Rightarrow \varepsilon_A = ۴۰V \\ r_A = \frac{۱۰}{۴} = ۲/۵\Omega \end{cases}$$

$$\text{باتری } B \begin{cases} \frac{\varepsilon_B}{۱۰} = \frac{۲۴}{۲۴-۱۲} \Rightarrow \varepsilon_B = ۲۰V \\ r_B = \frac{۱۰}{۲۴+۱۲} = \frac{۵}{۶}\Omega \end{cases}$$

توان تلف شده در باتری از رابطه $P = rI^۲$ به دست می‌آید، یعنی در جریان ثابت و یکسان، P با r نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{۲/۵}{\frac{۵}{۶}} = ۳$$

شدت جریان یکسان گذرنده از مولدها برابر با $I = ۱۲A$ است و توان خروجی باتری برابر با $P = \varepsilon I - rI^۲$ می‌باشد. لذا داریم:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\varepsilon_A I - r_A I^۲}{\varepsilon_B I - r_B I^۲} = \frac{\varepsilon_A - r_A I}{\varepsilon_B - r_B I} = \frac{۴۰ - ۲/۵ \times ۱۲}{۲۰ - \frac{۵}{۶} \times ۱۲} = ۱$$

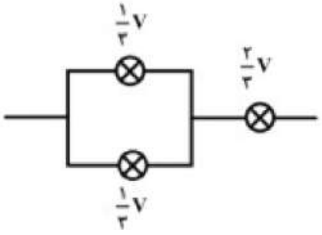
۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با بستن کلید، لامپ ۳ اتصال کوتاه می‌شود $(R_{eq}\downarrow)$ پس جریان مواد افزایش می‌یابد. در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر باتری $(\downarrow r = \varepsilon - rI\uparrow)$ کاهش می‌یابد و اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های ۱ و ۲ $(r\uparrow = \mathrm{RI}\uparrow)$ افزایش می‌یابد. پس الف و پ صحیح است.

۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

چون لامپ $L_۱$ مستقیم به مولد متصل شده است، ولتاژ دو سر آن V و توان مصرفی آن $P_۱ = \frac{V^۲}{R}$ است.

اما لامپ‌های $L_۲$ و $L_۳$ موازی به هم وصل هستند. پس مقاومت معادل آن‌ها نصف می‌شود ($\frac{R}{۲}$) و چون با لامپ $L_۴$ با مقاومت R متوالی هستند، پس ولتاژ مولد به‌صورت $\frac{V}{۳}$ و $\frac{۲V}{۳}$ بین آن‌ها تقسیم می‌شود.



$$P_۲ = \frac{V_۲^۲}{R} = \frac{V^۲}{۹R}$$

$$P_۳ = P_۲$$

$$P_۴ = \frac{V_۴^۲}{R} = \frac{۴V^۲}{۹R}$$

$$P_{کل} = P_۱ + P_۲ + P_۳ + P_۴$$

$$P_{کل} = \frac{V^۲}{R} + \frac{V^۲}{۹R} + \frac{V^۲}{۹R} + \frac{۴V^۲}{۹R} = \frac{۱۵V^۲}{۹R} = ۲۷۰W \Rightarrow \frac{V^۲}{R} = ۱۶۲\,W \Rightarrow P = ۱۶۲W$$

۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا مدار را به شکل زیر نام‌گذاری و ساده می‌کنیم:

اکنون می‌توانیم به روش زیر مقاومت معادل را محاسبه کنیم:

$$R_۱ = ۳ + ۹ = ۱۲\Omega$$

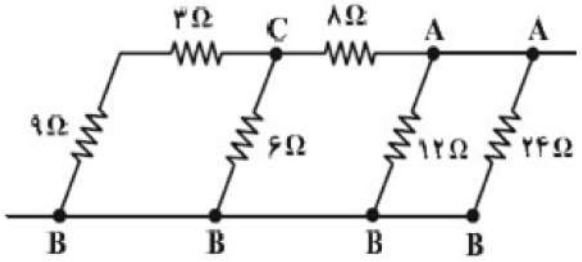
$$R_۲ = \frac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\Omega$$

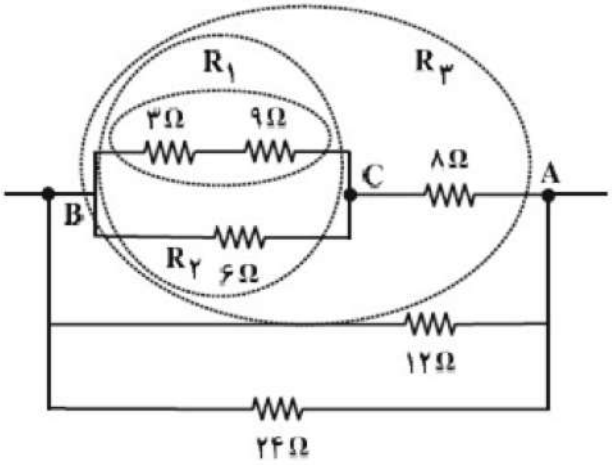
$$R_۳ = ۴ + ۸ = ۱۲\Omega$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{۲۴} = \frac{۲ + ۲ + ۱}{۲۴} = \frac{۵}{۲۴}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{۲۴}{۵} = ۴/۸\Omega$$





۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق تقارن سهمی و داشتن شدت جریان در توان بیشینه خواهیم داشت:

$$I_{max} = \frac{I_۱ + I_۲}{۲} \Rightarrow ۵ = \frac{۲ + I_A}{۲} \Rightarrow I_A = ۸A$$

در جریان بیشینه $(I = ۵A)$ داریم: $I_{max} = \frac{\varepsilon}{۲r} = ۵ \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = ۱۰ \ (۱)$

از طرفی، توان بیشینه را هم در این جریان (I_{max}) داریم:

$$P_{max} = \frac{۱}{۴}\frac{\varepsilon^۲}{r} = ۵۰ \Rightarrow \frac{\varepsilon^۲}{r} = ۲۰۰ \ (۲)$$

$$\xrightarrow{۱,۲} \frac{۱۰۰r^۲}{r} = ۲۰۰ \Rightarrow r = ۲\Omega, \varepsilon = ۲۰V$$

حال در نقطهٔ A توان خروجی را به دست می‌آوریم:

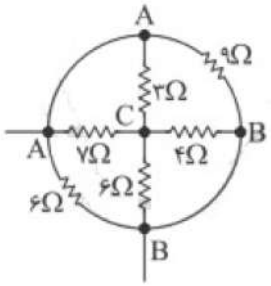
$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^۲ = ۲۰ \times ۸ - ۲ \times ۸^۲ = ۱۶۰ - ۱۲۸ = ۳۲W$$

۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. توان تلف شده در مولد $P = rI^{۲}$ است، فقط کافی است که r را به دست آوریم. اندازهٔ شیب نمودار $V - I$ برابر با r است.

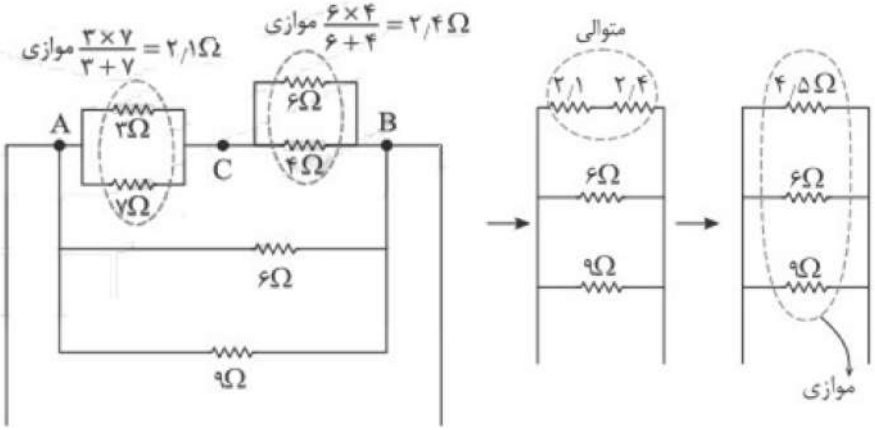
$$r = \frac{۱۸ - ۱۶}{۸ - ۰} = \frac{۱}{۴}\varsigma$$

$$P = rI^{۲} = \frac{۱}{۴} \times (۱۰)^{۲} = ۲۵W$$

۱۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا مدار را نام‌گذاری می‌کنیم:



حال مقاومت‌ها را بین A و C و B می‌چینیم:



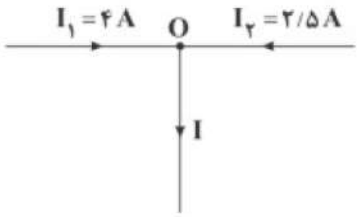
$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۴/۵} + \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۹} = \frac{۴+۳+۲}{۱۸} = \frac{۹}{۱۸} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow R_{eq} = ۲\varsigma$$

۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از قانون اختلاف پتانسیل‌ها و با فرض این‌که جریان در شاخه‌ی OB برابر $I_۲$ و جهت آن به سمت چپ است، داریم:

$$V_A - ۴\times۱۰ - ۲۰ + ۴I_۲ - ۱۰ = V_B$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = +۷۰ - ۴I_۲ \Rightarrow ۶۰ = ۷۰ - ۴I_۲ \Rightarrow I_۲ = \frac{۱۰}{۴} = ۲/۵A$$

طبق قانون شدت جریان‌ها برای گره O داریم:

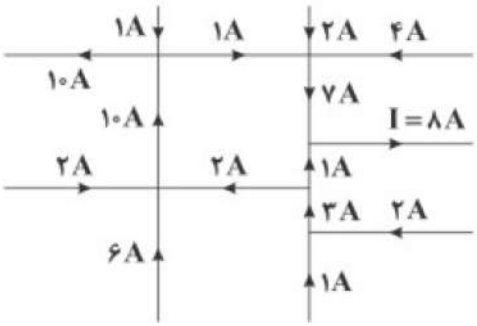


$$\Rightarrow I = I_۱ + I_۲ = ۴ + ۲/۵ = ۶/۵\ A$$

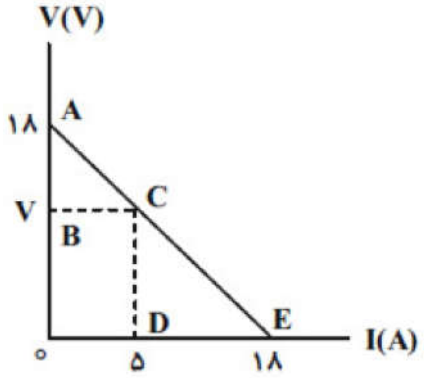
بنابراین با حرکت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C داریم:

$$V_A - ۴\times۱۰ - ۲۰ - ۵\times۶/۵ + ۳۰ = ۰ \Rightarrow V_A = ۶۲/۵V$$

۱۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به قاعده‌ی انشعاب، مجموع جریان‌های ورودی به یک گره با مجموع جریان‌های خروجی از آن برابر است. با توجه به این قانون، جریان I برابر ۸A و جهت آن به سمت راست خواهد بود.



۱۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌توان با استفاده از تشابه مثلث‌های ABC و CDE به صورت زیر، V را پیدا کنیم:



$$\frac{BC}{DE}=\frac{AB}{CD}\Rightarrow\frac{۵}{۱۳}=\frac{۱۸-V}{V}\Rightarrow ۵V=۱۳\times۱۸-۱۳V$$

$$\Rightarrow ۱۸V=۱۳\times۱۸\Rightarrow V=۱۳V$$

۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اول محاسبه مقاومت هر لامپ:

$$\begin{cases}P_۱=۸۰W\\P_۲=۴۰W\\V_۱=۱۶۰V\\V_۲=۸۰V\end{cases}$$

$$R_۱=\frac{V_۱^۲}{P_۱}=\frac{(۱۶۰)^۲}{۸۰}=\frac{۲۵۶۰۰}{۸۰}=۳۲۰\Omega$$

$$R_۲=\frac{V_۲^۲}{P_۲}=\frac{(۸۰)^۲}{۴۰}=\frac{۶۴۰۰}{۴۰}=۱۶۰\Omega$$

$$R_{eq}=R_۱+R_۲=۴۸۰\Omega$$

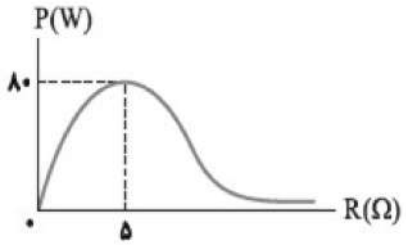
$$P_T=\frac{V_T^۲}{R_{eq}}=\frac{(۲۴۰)^۲}{۴۸۰}=۱۲۰W$$

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای حل این سؤال باید دو مطلب را یادآوری کنیم.

۱) به ازای $R = r$، توان خروجی مولد بیشینه است.

۲) توان بیشینه‌ی مولد از رابطه‌ی $P_{\max} = \frac{\varepsilon^۲}{۴r}$ محاسبه می‌شود.

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^۲}{۴r} \xrightarrow[R=r=۵\Omega]{P_{\max}=۸۰W} ۸۰ = \frac{\varepsilon^۲}{۴\times۵} \rightarrow \varepsilon^۲ = ۱۶۰۰ \rightarrow \varepsilon = ۴۰V$$



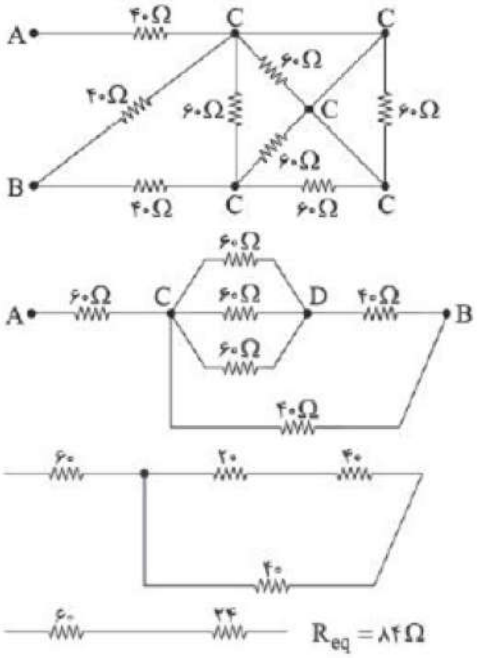
۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که:

$$\begin{cases} V = \mathrm{RI} \\ I = \frac{\varepsilon}{R+r} \end{cases} \Rightarrow V = \frac{\mathrm{R}\varepsilon}{R+r}$$

حال با توجه به این‌که $V = \frac{\varepsilon}{۳}$ است، پس:

$$\frac{\varepsilon}{۳} = \frac{\mathrm{R}\varepsilon}{R+r} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{R}{R+r} \Rightarrow \begin{matrix} R+r = ۳R \\ r = ۲R \end{matrix} \Rightarrow \frac{R}{r} = \frac{۱}{۲}$$

۱۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

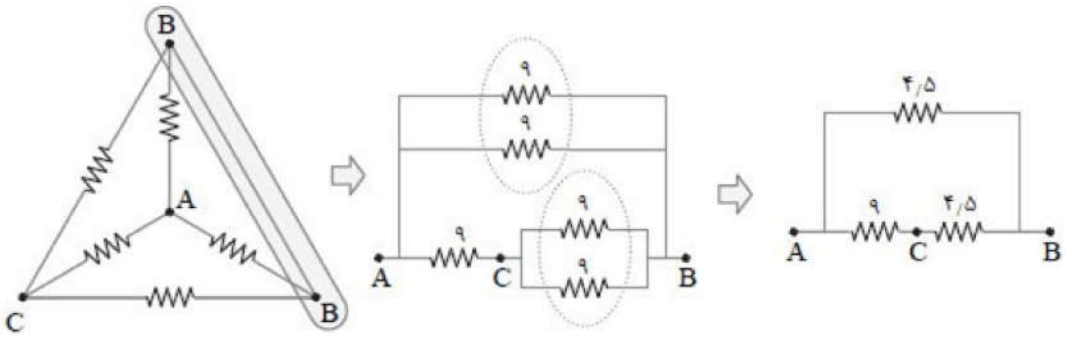


۱۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$I = \frac{\varepsilon_۲ - \varepsilon_۱}{R + r_۱ + r_۲} = \frac{۱۰}{۳ + ۲} = ۲\mathrm{A}$$

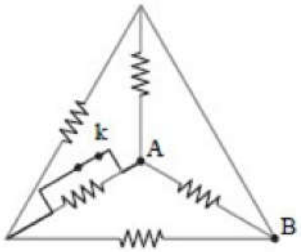
$$V_A + Ir_۱ + \varepsilon_۱ = ۰ \Rightarrow V_A = -(\varepsilon_۱ + Ir_۱) \Rightarrow VA = -(۱۵ + ۲\times۱) = -۱۷V$$

۲۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا برای کلید باز بررسی می‌کنیم:



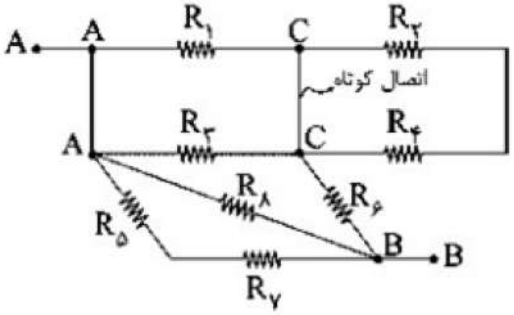
$$\Rightarrow \frac{۱}{R_{AB_۱}} = \frac{۱}{۴/۵} + \frac{۱}{۱۳/۵} = \frac{۴}{۱۳/۵} \Rightarrow R_{AB_۱} = \frac{۲۷}{۸}$$

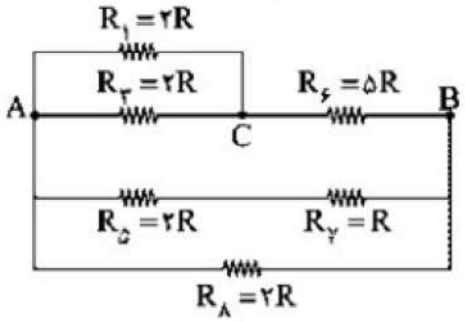
حال کلید را می‌بندیم، با حذف شدن یکی از مقاومت‌ها، بین A و B چهار مقاومت موازی ایجاد می‌شود:



$$R_{AB_۲} = \frac{R}{۴} = \frac{۹}{۴} \Rightarrow \frac{R_{AB_۲}}{R_{AB_۱}} = \frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۲۷}{۸}} = \frac{۲}{۳}$$

۲۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا گره‌ها را نام‌گذاری می‌کنیم. هر کجا مسیر بدون مقاومتی وجود داشته باشد، نام دو گره یکسان خواهد بود، بنابراین:





$$R_۱ || R_۳ \Rightarrow R_{۱,۳} = \frac{۲\mathrm{R} \times ۲\mathrm{R}}{۲\mathrm{R} + ۲\mathrm{R}} = R$$

$$R_{۱,۳,۶} = R_{۱,۳} + R_۶ = R + ۵\mathrm{R} = ۶\mathrm{R}$$

$$R_{۵,۷} = R_۵ + R_۷ = ۲\mathrm{R} + R = ۳\mathrm{R}$$

$$R_{۱,۳,۶} || R_{۵,۷} || R_۸ \Rightarrow \frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۶\mathrm{R}} + \frac{۱}{۳\mathrm{R}} + \frac{۱}{۲\mathrm{R}} \Rightarrow \frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R} \Rightarrow R_{eq} = R$$

۲۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی هر سه لامپ سالم هستند، مقاومت معادل دو لامپ موازی ۱ و ۲ برابر با $\frac{R}{۲}$ و مقاومت لامپ ۳ برابر با R است. چون دو لامپ موازی ۱ و ۲ با لامپ ۳ به صورت متوالی بسته شده است، بنابراین جریان عبوری از آن‌ها یکسان است و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های موازی ۱ و ۲ برابر با $\frac{\varepsilon}{۳}$ و اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۳ برابر با $\frac{۲\varepsilon}{۳}$ است.

بعد از سوختن لامپ ۱، از شاخه‌ای که لامپ ۱ در آن قرار دارد، جریان عبور نمی‌کند و در نتیجه دو لامپ ۲ و ۳ متوالی شده و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان و برابر با $\frac{\varepsilon}{۲}$ خواهد شد. در نتیجه طبق رابطهٔ $P=\frac{V^۲}{R}$، با توجه به افزایش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۲، نور آن بیش‌تر شده و با توجه به کاهش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳، نور آن کاهش خواهد یافت.

۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

اگر جریان مقاومت ۶Ω شاخه‌ی بالا را I فرض کنیم، چون در اتصال موازی جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، دایم:

$$P_۱=۲\times(۳I)^۲=۱۸I^۲$$

$$P_۲=۳\times(۲I)^۲=۱۲I^۲$$

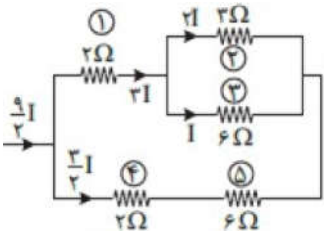
$$P_۳=۶I^۲, P_۴=۲\times\left(\frac{۳}{۲}I\right)^۲=\frac{۹}{۲}I^۲, P_۵=۶\times\left(\frac{۳}{۲}I\right)^۲=\frac{۲۷}{۲}I^۲$$

مشاهده می‌شود که $P_۱$ بیش‌ترین توان را دارد، اگر توان آن را برابر $۲۴W$ قرار دهیم هیچ مقاومتی نمی‌سوزد.

$$P_۱=۱۸I^۲=۲۴\Rightarrow I^۲=\frac{۲۴}{۱۸}=\frac{۴}{۳}$$

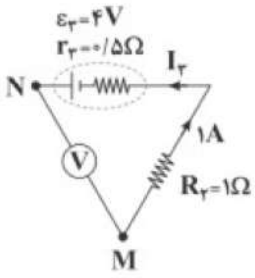
$$R_T=\frac{۴\times۸}{۴+۸}=\frac{۸}{۳}\Omega\Rightarrow P_T=\frac{۸}{۳}\times\left(\frac{۹}{۲}I\right)^۲=۵۴I^۲$$

$$\Rightarrow P_T=۵۴\times\frac{۴}{۳}=۷۲W$$



۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک عدد ولت‌سنج می‌توان $I_۳$ را به دست آورد.

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر ولت‌سنج عبارت است از:



$$V_M - I_۲R_۲ - I_۳r_۳ + \varepsilon_۳ = V_N$$
$$\Rightarrow V_M - V_N = ۱\times۹ + I_۳\times۰/۵ - ۴$$
$$\Rightarrow ۷ = ۵ + ۰/۵\mathrm{I}_۳ \Rightarrow I_۳ = ۴\mathrm{A}$$

بنابراین:

$$I_۲ + I_۱ = I_۳ \Rightarrow ۱ + I_۱ = ۴ \Rightarrow I_۱ = ۳\mathrm{A}$$

حال می‌توان اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B را به دست آورد. توجه داشته باشید که از ابتدا تا انتها در جهت جریان در حال حرکت هستیم.

$$V_A - I_۱r_۱ + \varepsilon_۱ - I_۱r_۱ - i_۳R_۳ + \varepsilon_۳ - I_۳R_۳ = V_B$$
$$\Rightarrow V_A - ۳\times۱ + ۸ - ۳\times۲ - ۴\times۰/۵ + ۴ - ۴\times۱$$
$$\Rightarrow V_A - ۳ + ۸ - ۶ - ۲ + ۴ - ۴ = V_B \Rightarrow V_A - V_B = ۳\mathrm{V}$$

۱	۱	**۲**	۳	۴
۲	۱	۲	**۳**	۴
۳	۱	۲	۳	**۴**
۴	۱	**۲**	۳	۴
۵	۱	**۲**	۳	۴
۶	**۱**	۲	۳	۴
۷	**۱**	۲	۳	۴
۸	**۱**	۲	۳	۴
۹	۱	۲	۳	**۴**
۱۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۱	۱	**۲**	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۳	**۱**	۲	۳	۴
۱۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۲	۱	۲	۳	**۴**
۲۳	**۱**	۲	۳	۴
۲۴	۱	**۲**	۳	۴