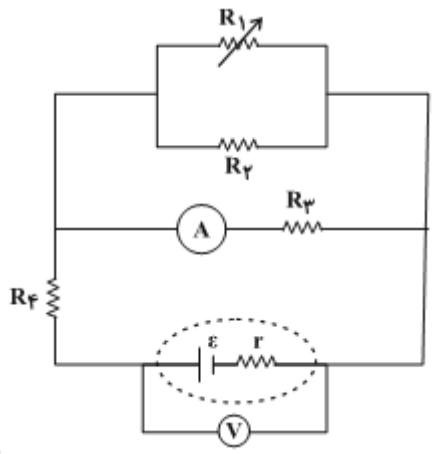
مدت زمان آزمون: --

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: **الکتریسیته - متوسط و دشوار ۲**

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

۱) در مدار شکل زیر، با افزایش مقدار مقاومت متغیر R_1، اعداد نمایش داده شده توسط آمپرسنج ایده‌آل و ولت‌سنج ایده‌آل به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



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

پاسخ: گزینه ۴

با افزایش مقاومت متغیر R_1، مقاومت معادل مقاومت‌های (۱) و (۲) و هم‌چنین مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد.

$$R_1 \uparrow \Rightarrow R_{1,2} \uparrow \Rightarrow R_{1,2,3} \uparrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow$$

با افزایش مقاومت کل مدار، شدت جریان در شاخه‌ی اصلی کم شده و در نتیجه ولتاژ دو سر مولد افزایش می‌یابد.

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

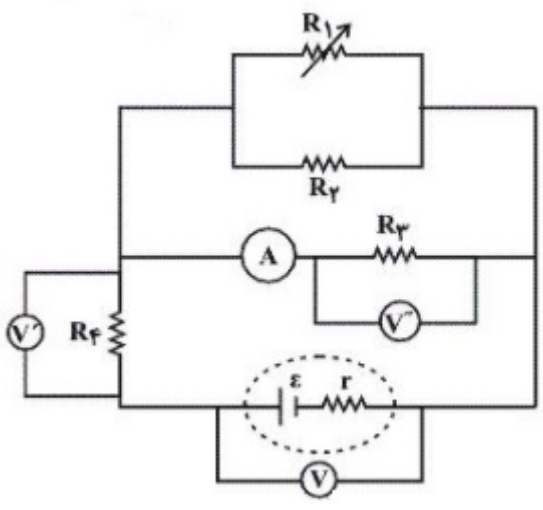
حال اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_4 را (V') و دو سر مقاومت R_3 را (V'') بنامیم، داریم:

با افزایش V، با توجه به کاهش V' ($V' \downarrow = R_4 I \downarrow$)، عدد V'' باید الزاماً افزایش یابد تا تساوی مقابل برقرار شود:

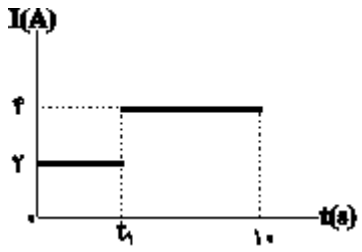
$$V \downarrow = V' \downarrow + V'' \uparrow$$

در نتیجه با افزایش V''، جریان عبوری از مقاومت R_3 افزایش می‌یابد.

$$I_3 = \frac{V'' \uparrow}{R_3} \uparrow$$



(۲) نمودار جریان عبوری از یک رسانا بر حسب زمان به‌صورت شکل زیر است. اگر جریان متوسط عبوری در مدت ۱۰ ثانیه برابر با ۳/۲A باشد، مقدار t_1 بر حسب ثانیه کدام است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴

گزینه«۴»

مساحت محصور بین نمودار جریان – زمان و محور زمان برابر با بار عبوری از مقطع سیم است.

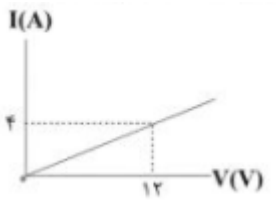
$$\bar{I} = \frac{\triangle q}{\triangle t} \Rightarrow ۳/۲ = \frac{\triangle q}{۱۰} \Rightarrow \triangle q = ۳۲C$$

$$S = \triangle q \rightarrow ۲t_1 + (۱۰ - t_1)۴ = ۳۲$$ مساحت زیر نمودار

$$\Rightarrow ۲t_1 + ۴t_1 = ۳۲$$

$$\Rightarrow ۲t_1 = ۸ \Rightarrow t_1 = ۴s$$

(۳) نمودار جریان عبوری برحسب اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم رسانای استوانه‌ای مطابق شکل زیر است. سیم تحت کشش قرار می‌گیرد و شعاع مقطع آن به‌طور یکنواخت $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ برابر می‌شود. اگر به دو سر سیم در حالت جدید اختلاف پتانسیل ۱۸ ولت اعمال کنیم، جریان عبوری از سیم چند آمپر می‌شود؟ (دما ثابت است.)



۱) $\frac{۲۷}{۲}$
۲) ۲۷
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا با توجه به قانون اُهم، مقاومت الکتریکی سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$V = R_1 I \xrightarrow{V=۱۲V, I=۴A} R_1 = ۳\Omega$$

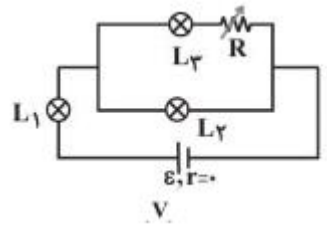
اکنون با توجه به رابطه مقاومت داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow[\rho_۲=\rho_۱]{V_۱=V_۲=A_۱L_۱=A_۲L_۲} \frac{R_۲}{R_۱} = (\frac{A_۱}{A_۲})^۲ = (\frac{r_۱}{r_۲})^۴$$

$$\Rightarrow \frac{R_۲}{R_۱} = ۴ \Rightarrow R_۲ = ۴R_۱ = ۴ \times ۳ = ۱۲\Omega$$

$$\xrightarrow[V=۱۸V]{V=RI} I' = \frac{۱۸}{۱۲} = \frac{۳}{۲}A$$

۴) در مدار شکل زیر اگر مقاومت رئوستا را کاهش دهیم، نور لامپ‌های L_1، L_2 و L_3 به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش، کاهش، افزایش
۲) کاهش، کاهش، افزایش
۳) افزایش، افزایش، کاهش
۴) کاهش، افزایش، کاهش

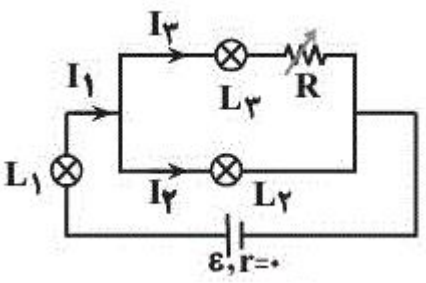
پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

با کاهش مقاومت رئوستا، مقاومت معادل مدار (R_{eq}) کاهش می‌یابد بنابراین طبق رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$، با کاهش R_{eq}، جریان کل مدار افزایش می‌یابد. بنابراین جریان بیشتری از لامپ L_1 می‌گذرد و نور لامپ L_1 افزایش می‌یابد. مطابق رابطهٔ زیر با افزایش جریان، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ L_2 کاهش می‌یابد.

$$V_{L_2} = \varepsilon - IR_1 \xrightarrow{I\uparrow} V_{L_2}\downarrow$$

بنابراین نور لامپ L_2 کاهش می‌یابد.

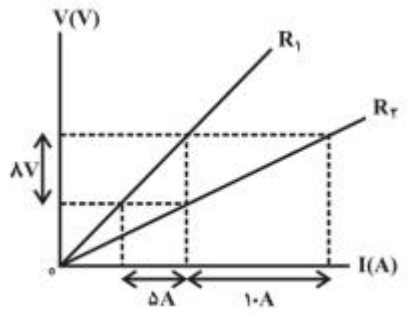


با توجه به افزایش جریان عبوری از مولد و کاهش اختلاف پتانسیل دو سر L_2، جریان عبوری از لامپ L_3 افزایش می‌یابد. لذا نور لامپ L_3 افزایش می‌یابد.

$$V_2\downarrow \xrightarrow{I_2=\frac{V_2}{R_2}} I_2\downarrow$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \xrightarrow{I_1\uparrow, I_2\downarrow} I_3\uparrow$$

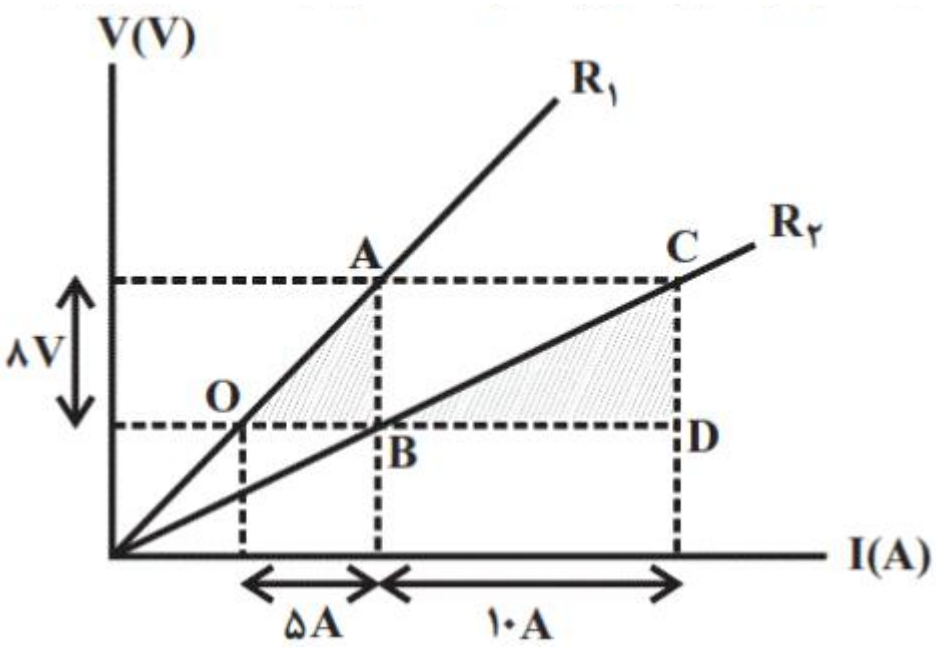
⑤ شکل زیر، نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری از دو مقاومت مجزای R_1 و R_2 را نشان می‌دهد. حاصل $\frac{R_2}{R_1}$ کدام است؟



۱) $\frac{۴}{۵}$
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۸}{۵}$
۴) $\frac{۵}{۴}$

پاسخ: گزینه ۲

در نمودار I-V یک مقاومت اهمی، شیب نمودار برابر با اندازه مقاومت است، لذا با توجه به نمودار شیب هر یک از خط‌ها را جداگانه می‌یابیم، داریم:



$$\text{شیب خط } R_1 = \frac{\overline{AB}}{\overline{OB}} = \frac{۸}{۵} \Rightarrow R_1 = \frac{۸}{۵}\Omega$$

$$\text{شیب خط } R_2 = \frac{\overline{DC}}{\overline{BD}} = \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow R_2 = \frac{۴}{۵}\Omega \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{۴}{۵}}{\frac{۸}{۵}} = \frac{۱}{۲}$$

⑥ مقاومت الکتریکی سیمی رسانا با قطر و طول معین برابر با R است. این سیم را در راستای طول به ۴ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و با بافتن این ۴ سیم به دور هم، سیمی جدید با قطری به اندازه ۲ برابر قطر سیم در حالت اولیه می‌سازیم. مقاومت الکتریکی سیم جدید کدام است؟ (دما ثابت است.)

۱) $16R$ ۲) $\frac{R}{16}$

۳) $64R$ ۴) $\frac{R}{64}$

پاسخ: گزینه ۲

طبق رابطه مقاومت الکتریکی با عوامل ساختمانی آن، داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow[d_2=2d_1 \Rightarrow A_2=4A_1]{\rho_2=\rho_1,\ L_2=\frac{L_1}{4}}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 1 \times \frac{\frac{L_1}{4}}{L_1} \times \frac{A_1}{4A_1} = \frac{1}{16}$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{16} = \frac{R}{16}$$

⑦ دو سیم هم‌طول مسی و آلومینیومی، در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب $9\frac{g}{cm^3}$ و $2/7\frac{g}{cm^3}$ و مقاومت ویژه مس $\frac{1}{2}$ برابر مقاومت ویژه آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟

۱) $\frac{3}{5}$ ۲) $\frac{4}{5}$

۳) $\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{5}{3}$

پاسخ: گزینه ۱

طبق رابطه بین مقاومت الکتریکی یک سیم و ساختمان آن در دمای ثابت، داریم:

$$R_{Al} = R_{Cu} \Rightarrow \rho_{Al}\frac{L_{Al}}{A_{Al}} = \rho_{Cu}\frac{L_{Cu}}{A_{Cu}}$$

$$\xrightarrow{L_{Al}=L_{Cu}} \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} = \frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}} \xrightarrow{\rho_{Cu}=\frac{1}{2}\rho_{Al}} \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} = \frac{1}{2}$$

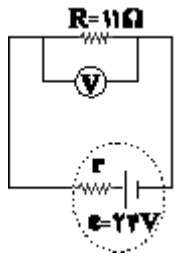
از سوی دیگر، طبق تعریف چگالی، داریم:

$$\rho' = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=AL} \rho' = \frac{m}{AL} \Rightarrow \frac{\rho'_{Al}}{\rho'_{Cu}} = \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \times \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} \times \frac{L_{Cu}}{L_{Al}}$$

$$\xrightarrow[\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}=\frac{1}{2},\ L_{Cu}=L_{Al}]{\rho'_{Al}=2/7\frac{g}{cm^3},\ \rho'_{Cu}=9\frac{g}{cm^3}} \frac{2/7}{9} = \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \times \frac{1}{2} \times 1$$

$$\Rightarrow \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{2\times 2/7}{9} = \frac{3}{5}$$

۸) در شکل مقابل، ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۲ ولت را نشان می‌دهد. مقاومت داخلی باتری چند اهم است؟



۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۲/۵

پاسخ: گزینه ۲

با استفاده از اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت داریم:

$$I = \frac{V}{R}$$

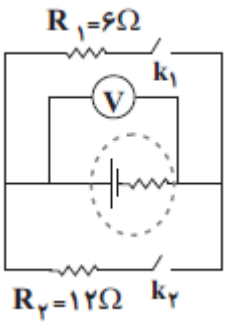
$$I = \frac{۲۲}{۱۱} = ۲A$$

با استفاده از رابطه شدت جریان داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow ۲ = \frac{۲۴}{۱۱+r}$$

$$۱۲ = ۱۱ + r \Rightarrow r = ۱\Omega$$

(۹) در مدار شکل زیر، ابتدا کلید k_1 بسته و کلید k_2 باز است و ولت‌سنج ایده‌آل ۱۸V را نشان می‌دهد. در صورتی‌که کلید k_1 را باز کنیم و کلید k_2 را ببندیم، ولت‌سنج ایده‌آل ۲۴V را نشان می‌دهد. به‌ترتیب از راست به چپ، نیروی محرکهٔ مولد چند ولت و مقاومت درونی آن چند اُهم است؟



۱) ۳۶، ۶

۲) ۳۶، ۱۲

۳) ۱۸، ۱۲

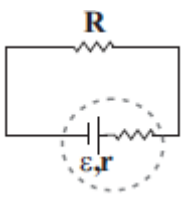
۴) ۱۸، ۶

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

در مدار الکتریکی ساده، جریان از رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ به‌دست می‌آید.

در این مدار، اختلاف پتانسیل دو سر مولد با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی برابر است و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.



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

وقتی کلید k_1 بسته و کلید k_2 باز است، مقاومت R_2 از مدار حذف شده و داریم:

$$V_1 = \frac{\varepsilon R_1}{R_1+r} \Rightarrow ۱۸ = \frac{\varepsilon \times ۶}{۶+r} \Rightarrow \varepsilon = ۱۸ + ۳r \quad (۱)$$

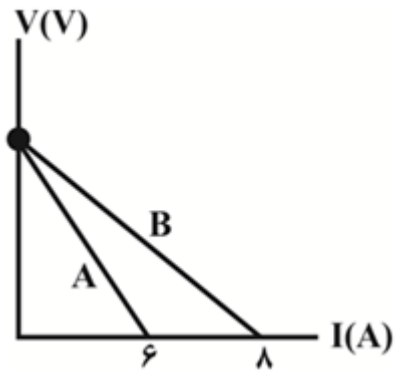
وقتی کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته است، مقاومت R_1 از مدار حذف شده و داریم:

$$V_2 = \frac{\varepsilon R_2}{R_2+r} \Rightarrow ۲۴ = \frac{\varepsilon \times ۱۲}{۱۲+r} \Rightarrow \varepsilon = ۲۴ + ۲r \quad (۲)$$

با استفاده از دو رابطهٔ (۱) و (۲)، داریم:

$$۱۸ + ۳r = ۲۴ + ۲r \Rightarrow r = ۶\,\Omega$$
$$\xrightarrow{(۱)} \varepsilon = ۱۸ + (۳ \times ۶) \Rightarrow \varepsilon = ۳۶V$$

(۱۰) نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری برای دو مولد مجزای A و B در شکل زیر نشان داده شده است. مقاومت درونی مولد A چند برابر مقاومت درونی مولد B است؟



۱) ۱

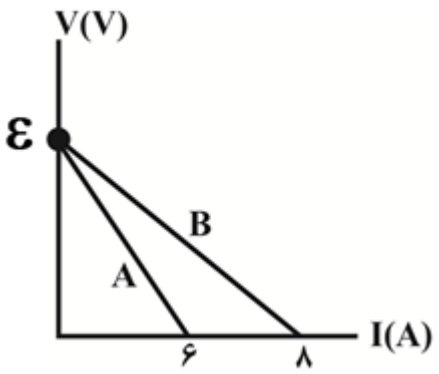
۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۴}$

۴) باید نیروی محرکه مولدها معلوم باشد.

پاسخ: گزینه ۲

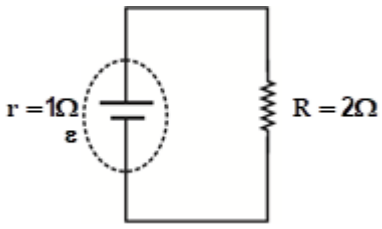
در نمودار $I - V$ طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ عرض از مبدأ برابر نیروی محرکه مولد (ε) و اندازه شیب آن برابر مقاومت درونی مولد (r) است.



$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow \begin{cases} I = ۰ \Rightarrow V = \varepsilon \\ V = ۰ \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_A = ۶ = \frac{\varepsilon}{r_A} \\ I_B = ۸ = \frac{\varepsilon}{r_B} \end{cases}$$

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{\frac{\varepsilon}{۶}}{\frac{\varepsilon}{۸}} = \frac{۴}{۳}$$

(۱۱) اگر باتری مدار شکل زیر، هنگام عبور ۷۰۰μC بار الکتریکی از آن، به اندازه ۲/۱mJ روی آن کار انجام دهد تا آن را در مدار به حرکت درآورد، جریان عبوری از مقاومت ۲ اهمی چند آمپر است؟



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

پاسخ: گزینه ۴

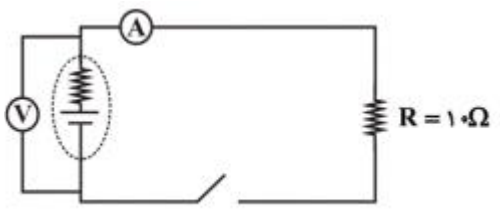
ابتدا با توجه به اطلاعات مسئله، نیروی محرکه الکتریکی باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} = \frac{۲/۱mJ}{۷۰۰\mu C} = \frac{۲/۱\times ۱۰^{-۳}}{۷۰۰\times ۱۰^{-۶}} = ۳V$$

حال با توجه به شکل مدار داده شده، جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{۳}{۱+۲} = ۱A$$

(۱۲) در مدار شکل زیر، وقتی کلید باز است، ولت‌سنج ایده‌آل ۲۴V و هنگامی که کلید بسته است، ۲۰V را نشان می‌دهد. آمپرسنج ایده‌آل در حالت بسته بودن کلید چند آمپر را نشان می‌دهد؟



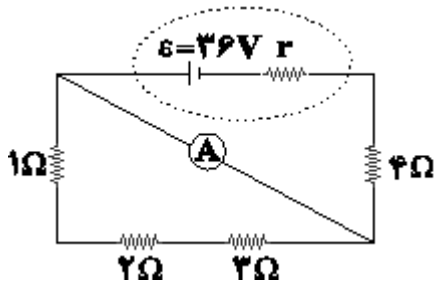
۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

پاسخ: گزینه ۳

با بسته بودن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R و مولد یکسان است. در این حالت با استفاده از رابطه قانون اهم، جریان مدار برابر است با:

$$V = RI \Rightarrow ۲۰ = ۱۰I \Rightarrow I = ۲A$$

(۱۳) در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی ۳A را نشان می‌دهد. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟

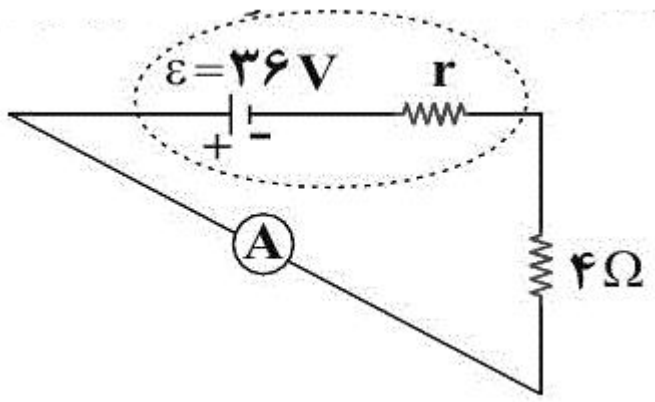


۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

چون آمپرسنج آرمانی است، مقاومت الکتریکی آن ناچیز می‌باشد، پس مقاومت‌های۱Ω و ۲Ω و ۳Ω اتصال کوتاه می‌شوند و مدار به‌صورت زیر درمی‌آید:

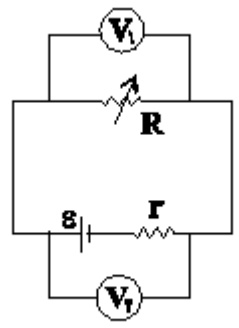


$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

$$\Rightarrow ۳ = \frac{۳۶}{۴+r} \Rightarrow ۱۲ = ۴ + r$$

$$\Rightarrow r = ۸\,\Omega$$

(۱۴) در مدار شکل زیر، اگر مقاومت متغیرR را۲Ω افزایش دهیم، عددی که ولت‌سنج ایده‌آل (۲) نشان می‌دهد، ۱۷ تغییر می‌کند. در این‌صورت، عددی که ولت‌سنج ایده‌آل (۱) نشان می‌دهد، چگونه تغییر خواهد کرد؟



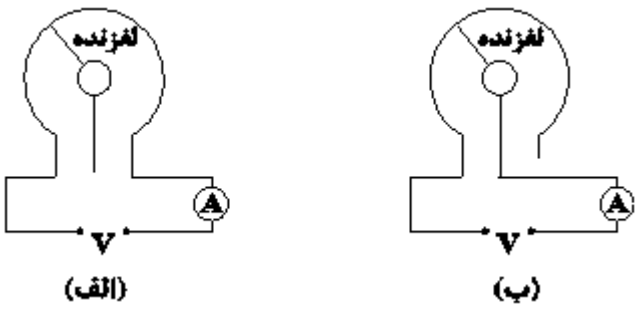
۱) ۲ ولت افزایش می‌یابد.
۲) ۲ ولت کاهش می‌یابد.
۳) ۱ ولت افزایش می‌یابد.
۴) ۱ ولت کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

هر دو ولت‌سنج ایده‌آل V_1 و V_2، همواره اختلاف پتانسیل دو سر مولد و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتR را نشان می‌دهند. پس تغییرات آن‌ها مشابه یکدیگر است. از طرف دیگر، با افزایش مقاومت متغیرR، طبق رابطه جریان در مدار تک‌حلقه ($I = \frac{\varepsilon}{R+r}$)، جریان در مدار کاهش یافته و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مولد ($V = \varepsilon - Ir$) افزایش خواهد یافت. پس عددی که ولت‌سنج‌های ایده‌آل V_1 و V_2 نشان می‌دهد، ۱ ولت افزایش خواهد یافت.

⑮ در مدارهای شکل (الف) و (ب) طرحی از یک پتانسیومتر را مشاهده می‌کنید. اگر در هر مدار لغزنده ساعتگرد حرکت داده شود، در هر یک از مدارهای (الف) و (ب) عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد. - تغییر نمی‌کند.

۲) تغییر نمی‌کند. - کاهش می‌یابد.

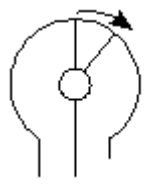
۳) افزایش می‌یابد. - کاهش می‌یابد.

۴) تغییر نمی‌کند. - افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

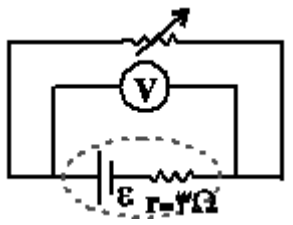
گزینه «۲»

با حرکت لغزنده به‌صورت ساعتگرد در شکل «الف» هیچ تغییری در طول مقاومت مشاهده نمی‌شود و آمپرسنج ثابت می‌ماند. در این مدار اتصال لغزنده به بقیه اجزاء مدار قطع بوده پس حرکت لغزنده تأثیری در اندازه مقاومت ندارد. پس گزینه‌های «۱» و «۳» حذف می‌شوند. از طرفی در مدار «ب» با حرکت لغزنده به‌صورت ساعتگرد طول بیش‌تری از مقاومت در مدار قرار می‌گیرد و طبق فرمول $R = \rho\frac{L}{A}$ با افزایش طول، مقاومت هم افزایش یافته و مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد و بنابر فرمول $I = \frac{V}{R}$ با افزایش R مقدار I کاهش می‌یابد و آمپرسنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.



⑯ در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۲/۵۷ را نشان می‌دهد. اگر مقاومت متغیرR را۴/۵Ω کاهش دهیم، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟

R = ۱۵Ω



۱) ۷/۵ولت کاهش می‌یابد.
۲) ۱/۵ولت کاهش می‌یابد.
۳) ۷/۵ولت افزایش می‌یابد.
۴) ۱/۵ولت افزایش می‌یابد.

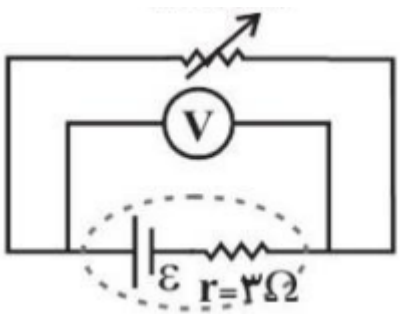
پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا در حالت اول مقدار نیروی محرکه مولد را می‌یابیم، دقت کنید که اختلاف پتانسیل دو سر مولد با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتR برابر است:

$I = \frac{V}{R} = \frac{۲۲/۵}{۱۵} = ۱/۵A$

R = ۱۵Ω



حال طبق رابطه جریان در مدارهای الکتریکی ساده، داریم:

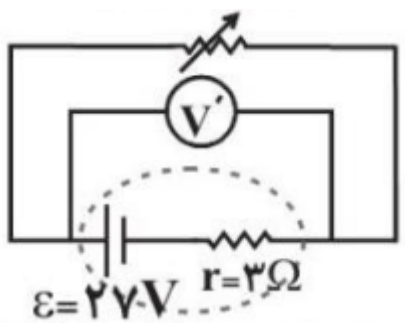
$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow ۱/۵ = \frac{\varepsilon}{۱۵+۳} \Rightarrow \varepsilon = ۲۷V$

حال در حالت دوم و بعد از کاهش مقاومت متغیرR، داریم:

$I' = \frac{۲۷}{۱۰/۵+۳} = \frac{۲۷}{۱۳/۵} = ۲A$

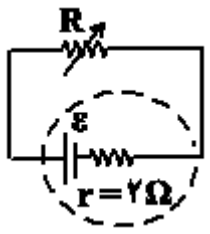
$V' = \varepsilon - rI' = ۲۷ - ۲ \times ۳ = ۲۷ - ۶ = ۲۱V$

R = ۱۰/۵Ω



بنابراین عدی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد، ۱/۵۷ کاهش می‌یابد.

⑰ مطابق شکل زیر یک مولد با مقاومت درونی2Ω، را به یک رئوستا وصل می‌کنیم. با تغییر مقاومت رئوستا به ازای جریان‌های$2A$ و$8A$ توان خروجی مولد یکسان خواهد بود. بیشینهٔ توان خروجی این مولد چند وات است؟

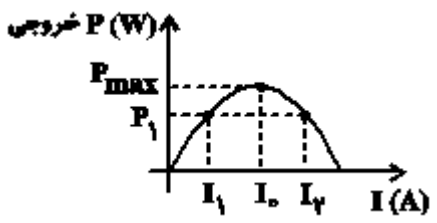


۱) ۱۰۰
۲) ۵۰
۳) ۲۵
۴) ۱۲۵

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به نمودار توان خروجی برحسب جریان مولد ($P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2$) است. از آنجایی‌که نمودار سهمی است، متقارن بوده و مقدار جریان متناظر با بیشینه سهمی (توان خروجی بیشینه) را می‌توان با گرفتن میانگین دو جریانی که توان خروجی برابر دارند، به‌دست آورد.

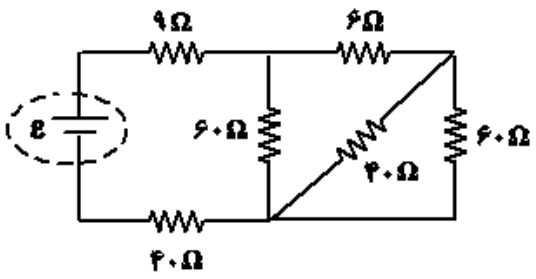


$$I_{\circ} = \frac{I_1+I_2}{2} \Rightarrow I_{\circ} = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{I_1+I_2}{2}$$

$$\frac{\varepsilon}{2\times 2} = \frac{2+8}{2} \Rightarrow \varepsilon = 20\,V$$

$$\Rightarrow P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \Rightarrow P_{max} = \frac{(20)^2}{4\times 2} \Rightarrow P_{max} = 50\,W$$

(۱۸) در مدار الکتریکی شکل زیر، اگر توان مصرف شده در مقاومت ۶ اهمی برابر ۲۴W باشد، توان مصرفی در مقاومت ۹ اهمی چند وات است؟



۱) ۷۲
۲) ۹۰
۳) ۸۱
۴) ۶۳

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

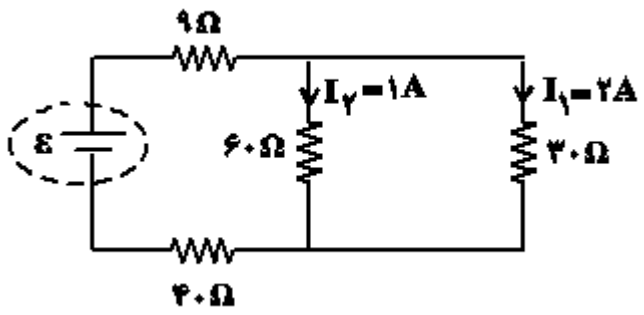
ابتدا با توجه به توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی، جریان عبوری از آن را می‌یابیم و کمی مدار را ساده می‌کنیم.

$P' = I'^{۲}R' \Rightarrow ۲۴ = I'^{۲} \times ۶ \Rightarrow I' = ۲A$

مقاومت‌های۴۰ و۶۰ اهمی موازی هستند و مقاومت معادل آن‌هاR' با مقاومت۶Ω موازی است:

$R' = \frac{۶۰ \times ۴۰}{۶۰ + ۴۰} = ۲۴\,\Omega$

مقاومت شاخه سمت راست: $R'' = ۲۴ + ۶ = ۳۰\,\Omega$



جریان در مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد. بنابراین:

$\frac{I_۲}{I_۱} = \frac{۳۰}{۶۰} \Rightarrow I_۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \Rightarrow I_۲ = ۱A$

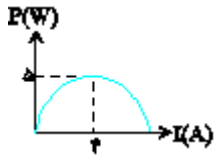
جریان عبوری از مقاومت ۹ اُهمی برابر با جریان کل است و داریم:

$I_{کل} = I_۱ + I_۲ = ۲ + ۱ = ۳A$

توان مقاومت۹Ωبرابر است با:

$P = I^{۲}R \Rightarrow P = (۳)^{۲} \times ۹ = ۸۱W$

(۱۹) نمودار تغییرات توان خروجی یک مولد برحسب جریان گرفته شده از آن، مطابق شکل زیر است. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟



۱) ۰/۸
۲) ۰/۲
۳) ۲/۵
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۳

می‌دانیم که توان خروجی یک مولد از رابطه $P = \varepsilon I - rI^2$ به‌دست می‌آید. طبق این رابطه نمودار P برحسب I، یک سهمی است که در آن مختصات نقطه بیشینه $I_{max} = \frac{\varepsilon}{2r}$ و $P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ است. داریم:

$$I_{max} = \frac{\varepsilon}{2r} \xrightarrow{I_{max}=4A} \frac{\varepsilon}{2r} = 4 \quad (1)$$

$$P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \xrightarrow{P_{max}=5W} \frac{\varepsilon^2}{4r} = 5 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2)\div(1)} \frac{\frac{\varepsilon^2}{4r}}{\frac{\varepsilon}{2r}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{2} = \frac{5}{4} \Rightarrow \varepsilon = \frac{5}{2} = 2/5V$$

(۲۰) روی لامپی اعداد (۴۰W و ۸۰V) نوشته شده است. اگر این لامپ را به اختلاف پتانسیل ۶۰ ولت وصل نماییم، توان مصرفی آن چند وات می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ را ثابت فرض کنید.)

۱) ۲۲/۵ ۲) ۳۰ ۳) ۱۷/۵ ۴) ۴۰

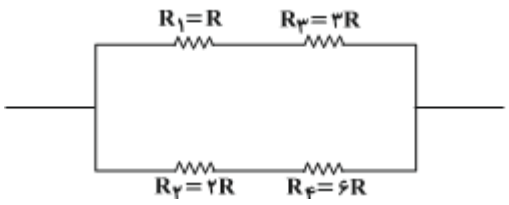
پاسخ: گزینه ۱

مقاومت لامپ با تغییر ولتاژ ثابت مانده است، بنابراین داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow[V_2=60\ V]{V_1=80\ V\ ,\ P_1=40\ W} \frac{P_2}{40} = \left(\frac{60}{80}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{40} = \frac{9}{16} \Rightarrow P_2 = 22/5W$$

(۲۱) در مدار شکل زیر، اگر دو سر مجموعه‌ی مقاومت‌ها به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل شود، بیش‌ترین توان مصرفی متعلق به کدام مقاومت است؟



۱) R_1

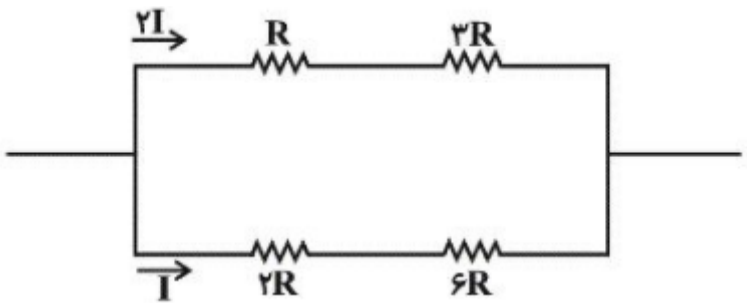
۲) R_2

۳) R_3

۴) R_4

پاسخ: گزینه ۳

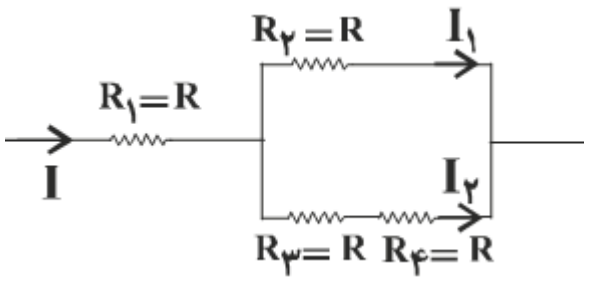
با توجه به این‌که مقاومت معادل شاخه‌ی بالا ۴R و مقاومت معادل شاخه‌ی پایین ۸R می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت جریان عبوری از شاخه‌ی بالایی دو برابر شاخه‌ی پایین است:



$$\left.\begin{array}{r} P = RI^2 \\ R_1 : P_1 = R(4I^2) = 4RI^2 \\ R_3 : P_3 = 3R(4I^2) = 12RI^2 \\ R_2 : P_2 = 2RI^2 \\ R_4 : P_4 = 6RI^2 \end{array}\right\} \Rightarrow$$

توان مصرفی مقاومت R_3، بیش ترین مقدار است.

(۲۲) در شکل زیر، مقاومت‌های الکتریکی یکسان بوده و حداکثر توان الکتریکی مصرفی قابل تحمل هر یک از مقاومت‌ها برابر با ۲۷ وات می‌باشد. بیشینه توان الکتریکی مصرفی در مجموعه مقاومت‌ها به‌طوری‌که هیچ کدام از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند وات است؟

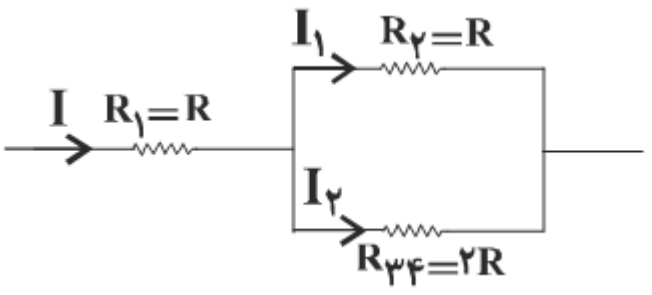


۱) ۴۲
۲) ۴۵
۳) ۵۲
۴) ۶۴

پاسخ: گزینه ۲

بیشینه توان الکتریکی مصرفی بدون آن‌که مقاومتی آسیب ببیند هنگامی اتفاق می‌افتد که حداکثر جریان ممکن از مقاومت R_1 عبور کند. اگر جریان الکتریکی عبوری از مقاومت R_1 را I فرض کنیم، داریم:

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 2R$$



$$I_1 + I_2 = I \quad (1)$$

$$I_1 R_2 = I_2 R_{34} \Rightarrow I_1 R = I_2 \times 2R \Rightarrow I_1 = 2I_2 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1)\ ,\ (2)} I_1 = \frac{2}{3}I\ ,\ I_2 = \frac{1}{3}$$

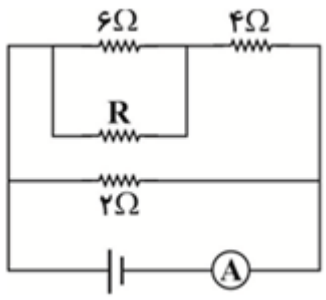
$$P_2 = R_2 I_1^{\ 2} = R \times \frac{4}{9}I^{\ 2} = \frac{4}{9}RI^{\ 2}$$

$$P_3 = P_4 = RI_2^{\ 2} = R \times \frac{1}{9}I^{\ 2} = \frac{1}{9}RI^{\ 2}$$

$$P_{\text{کل}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = RI^{\ 2} + \frac{4}{9}RI^{\ 2} + 2\left(\frac{1}{9}RI^{\ 2}\right) = \frac{5}{3}RI^{\ 2}$$

$$\xrightarrow{RI^{\ 2}=27W} P = \frac{5}{3} \times 27 = 45W$$

(۲۳) در مدار شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی سه برابر جریان عبوری از مقاومت ۶ اهمی است. جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل چند برابر جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی است؟



۱) ۱۲
۲) ۴
۳) ۲
۴) ۸

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به مدار داده شده، اگر جریان مقاومت ۶Ω را I فرض کنیم، جریان عبوری از مقاومت R برابر ۲I خواهد شد.

$$I_R + I = 3I \Rightarrow I_R = 2I$$

با توجه به برابر بودن ولتاژ مقاومت ۶ اهمی و مقاومت R داریم:

$$V_R = V_6 \Rightarrow R \times 2I = 6I \Rightarrow R = 3\Omega$$

مقاومت‌های ۶ و ۳ اهمی موازی یکدیگر هستند و با مقاومت ۴ اهمی متوالی هستند. مقاومت معادل آنها برابر است با:

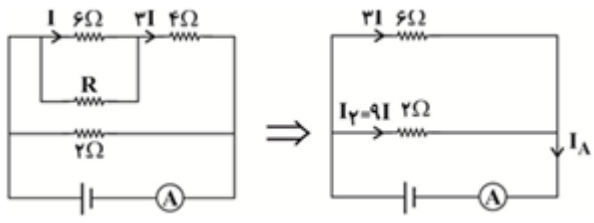
$$R_{6,3} = \frac{6\times3}{6+3} = 2\Omega, \quad R_{6,3,4} = R_{6,3} + R_4 = 2 + 4 = 6\Omega$$

با توجه به موازی بودن مقاومت ۲ اهمی شاخه پایینی با مقاومت معادل ۶ اهمی شاخه بالایی، جریان گذرنده از آن را می‌یابیم.

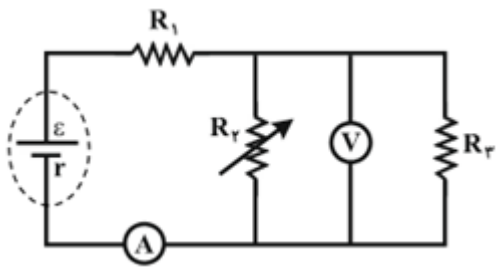
$$V_{6,3,4} = V_2 \Rightarrow 6 \times 3I = 2I_2 \Rightarrow I_2 = 9I$$

$$I_A = I_2 + I_{6,3,4} \Rightarrow I_A = 9I + 3I \Rightarrow I_A = 12I$$

$$\frac{I_A}{I_4} = \frac{12I}{3I} = 4$$



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

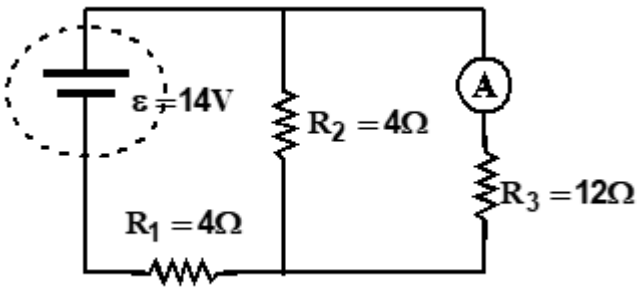


۱) کاهش ـ کاهش
۲) کاهش ـ افزایش
۳) افزایش ـ افزایش
۴) افزایش ـ کاهش

پاسخ: گزینه ۲

هرگاه مقدار یکی از مقاومت‌های مدار افزایش یابد، صرف‌نظر از نوع اتصال مقاومت‌ها، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$، شدت جریان اصلی مدار (عدد آمپرسنج) کاهش خواهد یافت. کاهش I، افزایش اختلاف پتانسیل دو سر مولد ($V = \varepsilon - Ir$) و کاهش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱$ ($V_۱ = IR_۱$) را در پی خواهد داشت. در نتیجه چون مقاومت‌های $R_۱$ و $R_{۲۳}$ (معادل $R_۲$ و $R_۳$) متوالی بوده، پس $V = V_۱ + V_{۲۳}$ است، افزایش V و کاهش $V_۱$ به معنای این هستند که باید $V_{۲۳}$ (عدد ولت‌سنج) افزایش یابد.

(۲۵) در مدار شکل زیر، اگر جای باتری و آمپرسنج ایده‌آل را عوض کنیم، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند آمپر تغییر می‌کند؟



۱) ۰/۲۵
۲) ۰/۵
۳) ۲
۴) صفر

پاسخ: گزینه ۴

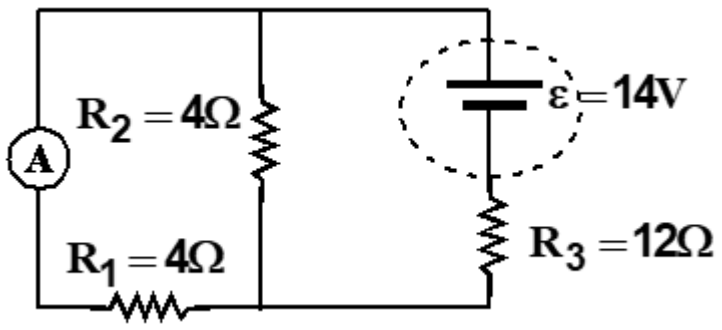
در حالت اول، دو مقاومت R_2 و R_3 با یکدیگر موازی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت R_1 متوالی است و آمپرسنج جریانی را که از مقاومت R_3 می‌گذرد، نشان می‌دهد. در نتیجه خواهیم داشت:

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4 \times 12}{4+12} \Rightarrow R_{23} = 3\Omega$$

$$R_{eq} = R_{23} + R_1 = 3 + 4 = 7\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{14}{7} = 2A \,,\; V_{23} = V_2 = V_3$$
$$\Rightarrow R_{23} I = R_3 I_3 \Rightarrow 3 \times 2 = 12 I_3 \Rightarrow I_3 = 0/5A$$

در حالت دوم، آمپرسنج جریانی را که از مقاومت R_1 می‌گذرد نشان می‌دهد و از طرفی دو مقاومت R_1 و R_2 با یکدیگر موازی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت R_3 متوالی خواهد بود.



$$R'_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 4}{4+4} \Rightarrow R'_{12} = 2\Omega$$

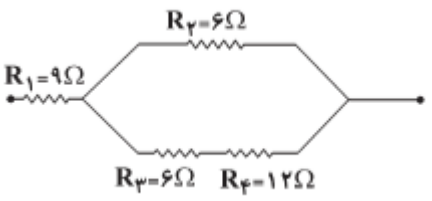
$$R'_{eq} = R'_{12} + R_3 = 2 + 12 = 14\Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{14}{14} = 1A \,,\; V'_{12} = V'_1 = V'_2 \Rightarrow R'_{12} I' = R_1 I'_1$$
$$\Rightarrow 2 \times 1 = 4 I'_1 \Rightarrow I'_1 = 0/5A$$

در نتیجه:

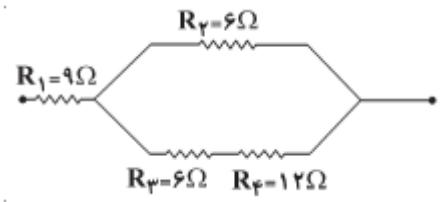
$$\Delta I = 0/5 - 0/5 = 0$$

(۲۶) در شکل زیر، اگر توان مصرفی مقاومت R_3 برابر P باشد، توان مصرفی کل مدار چند P است؟



۱) ۶/۷۵
۲) ۶
۳) ۳۶
۴) ۱۸

پاسخ: گزینه ۳



در مقاومت‌های متوالی، توان مصرفی و مقاومت رابطه‌ی مستقیم دارند، اما در مقاومت‌های موازی، توان و مقاومت رابطه‌ی عکس دارند.

$$P_3 = P \xrightarrow[I_4=I_3]{R_4=2R_3} P_4 = 2P \Rightarrow P_{3,4} = P_3 + P_4 = 3P$$

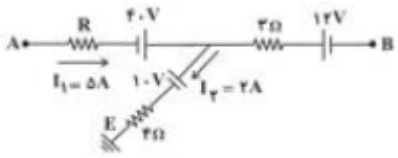
$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 18\Omega \xrightarrow[V_2=V_{3,4}]{R_2=\frac{1}{3}R_{3,4}} P_2 = 3P_{3,4} = 9P$$

$$\Rightarrow P_{2,3,4} = P_2 + P_{3,4} = 12P$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 \times R_{3,4}}{R_2 + R_{3,4}} = 4/5\,\Omega \xrightarrow[I_1=I_{2,3,4}]{R_1=2R_{2,3,4}}$$

$$P_1 = 2P_{2,3,4} = 24P \Rightarrow P_{1,2,3,4} = P_1 + P_{2,3,4} = 36\,P$$

(۲۷) در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، نقطهE به زمین متصل شده است. پتانسیل الکتریکی نقطهB برحسب ولت کدام است؟



۱) ۳
۲) ۳-
۳) ۶
۴) ۶-

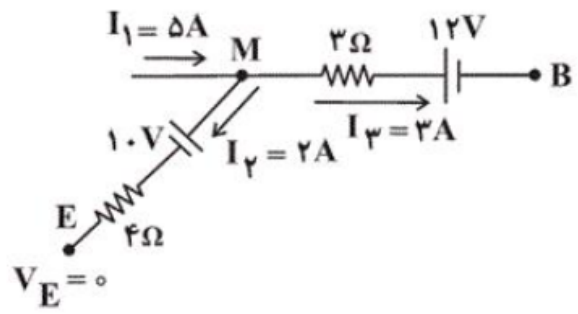
پاسخ: گزینه ۲

نقطه انشعاب مدار را M می‌نامیم و طبق قاعده انشعاب داریم:

$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_3 = I_1 - I_2 = ۵ - ۲ = ۳A$

چون نقطهE اتصال به زمین شده می‌توان گفت:

$V_E = ۰$

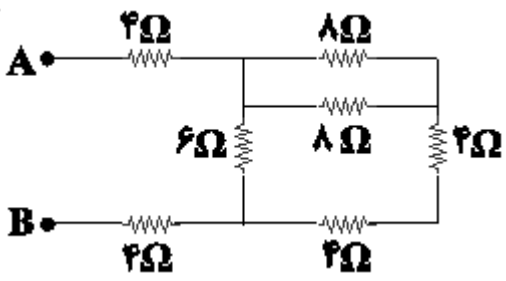


اگر از نقطهB به سمت نقطهE حرکت کنیم، داریم:

$V_B + ۱۲ + ۳ \times ۳ - ۱۰ - ۲ \times ۴ = V_E$

$V_B + ۳ = ۰ \Rightarrow V_B = -۳V$

(۲۸) درمدار شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟



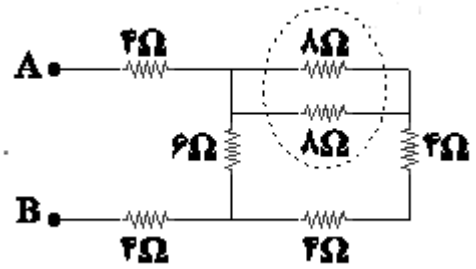
۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

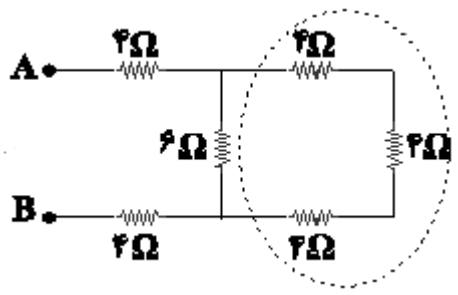
مدار را در ۴ مرحله به صورت زیر ساده می‌کنیم.

(۱)



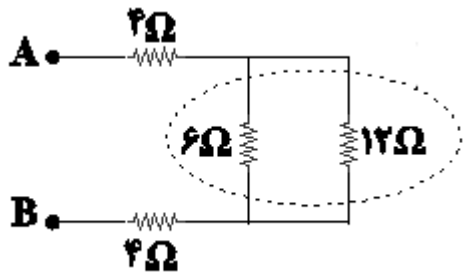
موازی $\longrightarrow R_{eq_1} = \frac{۸}{۲} = ۴\Omega$

(۲)



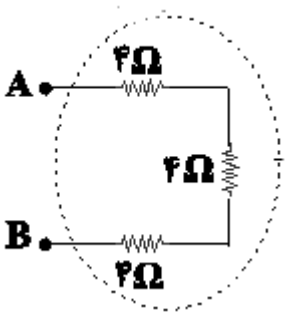
متوالی $\longrightarrow R_{eq_2} = ۴ \times ۳ = ۱۲\Omega$

(۳)



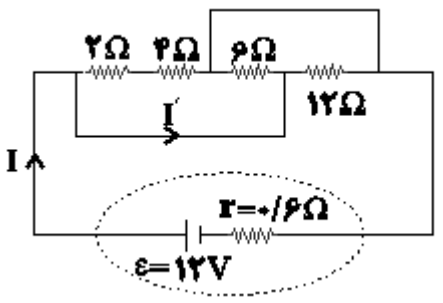
موازی $\longrightarrow R_{eq_3} = \frac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\Omega$

(۴)



متوالی $\longrightarrow R_{eq} = ۳ \times ۴ = ۱۲\Omega$

(۲۹) در مدار شکل زیر، جریان 'I برابر چند آمپر است؟

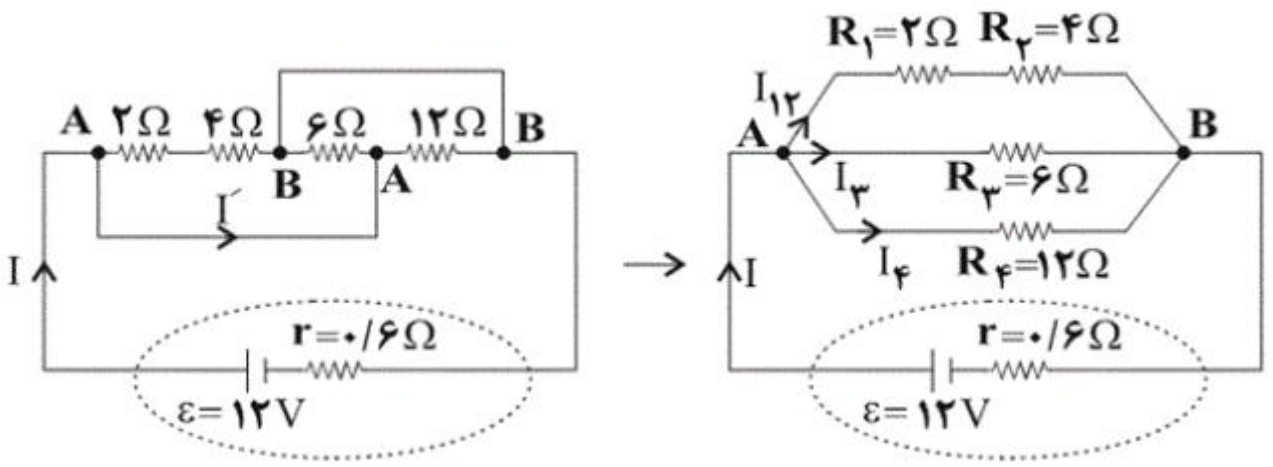


۱) ۴
۲) ۳/۲
۳) ۲/۴
۴) ۱/۶

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با نقطه‌گذاری شکل مدار را ساده‌تر می‌کنیم.



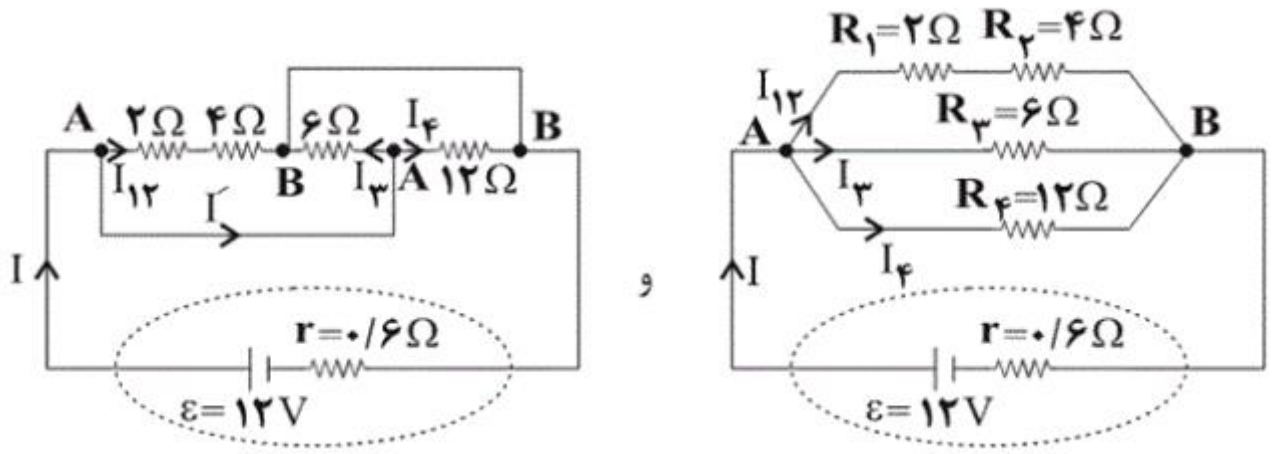
مقاومت معادل را محاسبه نموده و سپس جریان عبوری از مولد را محاسبه می‌کنیم.

$$R_{۱۲} = ۶\Omega \rightarrow \frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_{۱۲}} + \frac{۱}{R_{۳}} + \frac{۱}{R_{۴}}$$

$$\text{مقاومت کل} = \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۱۲} = \frac{۲+۲+۱}{۱۲} = \frac{۵}{۱۲}$$

$$R_{eq} = \frac{۱۲}{۵} = ۲/۴\Omega \,,\; I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{۱۲}{۲/۴+۰/۶} = ۴A$$

با توجه به شکل مدار 'I برابر مجموع جریان‌های ۳ و ۴ است.



جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌ها می‌باشد. بنابراین داریم:

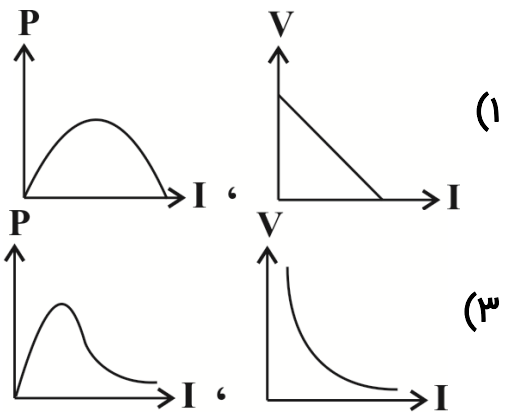
$$\left.\begin{array}{l} I_{۱۲} = I_{۳} \\ \frac{I_{۴}}{I_{۳}} = \frac{R_{۳}}{R_{۴}} = \frac{۱}{۲} \rightarrow I_{۳} = ۲I_{۴} \end{array}\right\} I_{۱۲} + I_{۳} + I_{۴} = ۴A$$

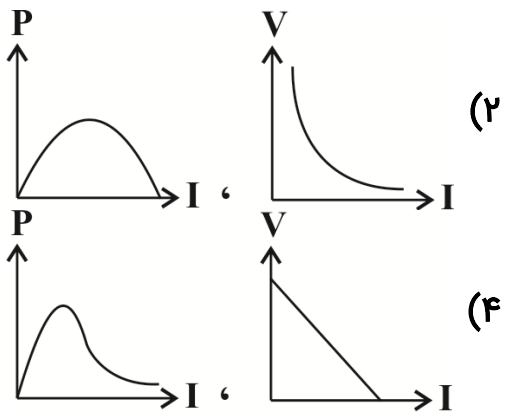
$$\rightarrow \frac{۵}{۲} I_{۳} = ۴ \rightarrow I_{۳} = ۱/۶A$$

$I_{۱۲} = ۱/۶A$, $I_{۴} = ۰/۸A$

با توجه به شکل جریان I مجموع جریان‌های $I_{۳}$ و $I_{۴}$ است. بنابراین داریم: $I = ۱/۶A + ۰/۸A = ۲/۴A$

۳۰) کدام یک از گزینه‌های زیر، نمودارهای اختلاف پتانسیل دو سر باتری دارای مقاومت داخلی و توان خروجی آن را بر حسب جریان گذرنده از آن درست نشان می‌دهد؟

۱) 

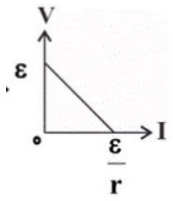
۲) 

۳)

۴)

پاسخ: گزینه ۱

مطابق با رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، نمودار V بر حسب I خطی با شیب $-r$ خواهد بود.

$$\begin{cases} V = ۰ \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} \\ I = ۰ \Rightarrow V = \varepsilon \end{cases} \Rightarrow$$ 

از سوی دیگر توان خروجی (مفید) مولد از رابطه $P = VI$ پیروی می‌کند:

$$P = VI = (\varepsilon - rI)I = \varepsilon I - rI^{۲}$$

یعنی رابطه P بر حسب I، رابطه‌ای درجه ۲ می‌باشد (سهمی) که دهانه آن رو به پایین و ماکزیمم آن به ازای $I = \frac{\varepsilon}{۲r}$ خواهد بود: