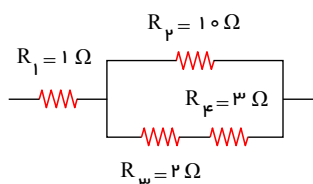




۱- در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه مقداری ثابت باشد، توان مصرفی کدام یک از مقاومت‌ها بیشتر از



سایر مقاومت‌ها می‌باشد؟

R_2 (۲)

R_1 (۱)

R_4 (۴)

R_3 (۳)

۲- مقاومت ویژه سیم A ، $\frac{4}{3}$ مقاومت ویژه سیم B و طول آن ۲ برابر طول سیم B است. قطر مقطع سیم A چند برابر

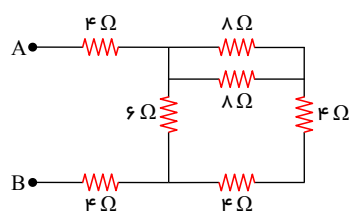
قطر مقطع سیم B باشد تا مقاومت الکتریکی سیم A ، ۱۶ برابر مقاومت الکتریکی سیم B شود؟ (دما، ثابت و یکسان است.)

$\frac{\sqrt{6}}{6}$ (۴)

$\sqrt{6}$ (۳)

$\frac{1}{6}$ (۲)

۶ (۱)



۳- در مدار شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

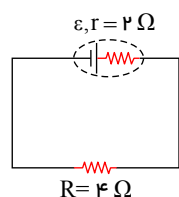
۸ (۲)

۶ (۱)

۱۲ (۴)

۱۰ (۳)

۴- اگر در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برابر با ۱۲ ولت باشد، مولد برای به حرکت در آوردن بار



$500 \mu C$ در مدار، چند میلی ژول کار روی آن انجام می‌دهد؟

۹ (۲)

۶ (۱)

۱۸ (۴)

۱۲ (۳)

۵- جریان عبوری از مداری که دارای یک مولد می‌باشد، $3A$ است. اگر مقاومت درونی مولد ۲ اهم و نیروی محرکه آن

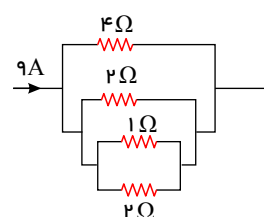
1.6 برابر اختلاف پتانسیل دو سر آن باشد، نیروی محرکه الکتریکی این مولد چند ولت است؟

۱۶ (۴)

۱۰ (۳)

۸ (۲)

۵ (۱)



۶- در شکل زیر، جریان گذرنده از مقاومت یک اهمی چند آمپر است؟

۲ (۲)

۴ (۱)

۳ (۴)

۶ (۳)



۷- به دو سر سیمی به طول 18cm و قطر مقطع 3mm اختلاف پتانسیل 16V را اعمال می‌کنیم. در مدت یک دقیقه چه تعداد الکترون از مقطع سیم عبور می‌کند؟ ($\pi = 3, e = 1.6 \times 10^{-19}$ و مقاومت ویژه سیم $= 5 \times 10^{-4} \Omega\text{m}$)

- ① 4.5×10^{20} ② 1.8×10^{21} ③ 9×10^{20} ④ 1.8×10^{20}

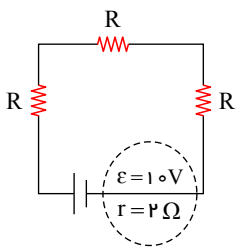
۸- شدت جریان عبوری از یک مقاومت 6 اهمی را 2 آمپر افزایش می‌دهیم. اگر توان مصرفی این مقاومت 96W تغییر کند، در حالت دوم جریان عبوری از مقاومت چند آمپر است؟

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6

۹- سه لامپ مشابه را یک بار به طور سری و بار دیگر به طور موازی به برق شهر می‌بندیم. اگر آن‌ها را به طور سری به برق شهر متصل کنیم، جریان I_1 از هر یک از آن‌ها می‌گذرد و اگر آن‌ها را به صورت موازی به برق شهر ببندیم جریان عبوری از هر کدام I_2 می‌شود. $\frac{I_1}{I_2}$ کدام است؟

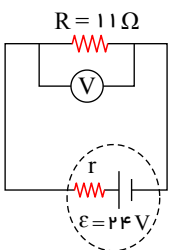
- ① $\frac{1}{9}$ ② 3 ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{18}$

۱۰- اگر سه مقاومت مشابه به صورت موازی به هم بسته شوند، مقاومت معادل 2Ω می‌شود. اگر این سه مقاومت را به صورت مقابل به دو سر یک باتری ببندیم توان خروجی باتری چند وات است؟



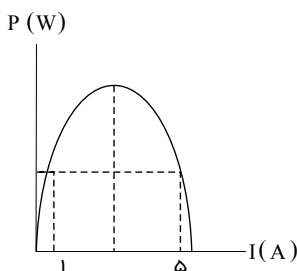
- ① $\frac{25}{2}$ ② $\frac{75}{8}$ ③ $\frac{9}{2}$ ④ $\frac{1}{2}$

۱۱- در شکل مقابل، ولت‌سنج ایده‌آل عدد 22 ولت را نشان می‌دهد. مقاومت داخلی باتری چند اهم است؟



- ① 0.5 ② 1 ③ 2 ④ 2.5

۱۲- سهمی شکل زیر، نمودار توان خروجی یک مولد برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن را نشان می‌دهد. اگر

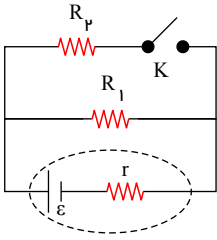


یروی محرکه مولد 6V باشد، بیشینه توان خروجی مولد چند وات است؟

- ① 25 ② 36 ③ 9 ④ 16



۱۳- در مدار شکل مقابل، کلید k ابتدا باز است. اگر کلید k را ببندیم، کدام یک از اتفاقات زیر رخ می‌دهد؟



- ① جریان عبوری از مولد کاهش می‌یابد.
- ② اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می‌یابد.
- ③ توان مصرفی مقاومت R_1 افزایش می‌یابد.
- ④ نسبت توان خروجی به توان تولیدی مولد کاهش می‌یابد.

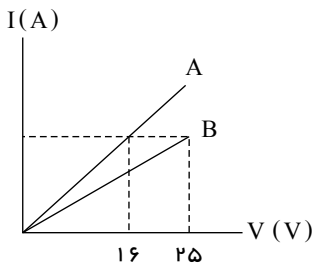
۱۴- دو سیم فلزی A و B دارای مقاومت الکتریکی و طول مساوی هستند. اگر جرم سیم A ، $\frac{3}{2}$ برابر جرم سیم B بوده و چگالی آن ۳ برابر چگالی سیم B باشد، مقاومت ویژه سیم A چند برابر مقاومت ویژه سیم B است؟

- ① $\frac{1}{2}$
- ② ۲
- ③ $\frac{1}{4}$
- ④ ۴

۱۵- وقتی که تنها مقاومت خارجی مدار 1Ω باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری‌ای که درون مدار قرار دارد، $1.5V$ است و زمانی که این مقاومت 2Ω می‌شود، این اختلاف پتانسیل به $2V$ افزایش می‌یابد. به ترتیب نیروی محرکه باتری و مقاومت درونی آن بر حسب واحدهای SI کدام است؟

- ① 1 و 3.5
- ② 1.5 و 3
- ③ 1.5 و 3.5
- ④ 1 و 3

۱۶- نمودار جریان عبوری بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر رساناهای فلزی، هم جنس، هم طول و مجزای A و B مطابق شکل زیر است. اگر قطر مقطع سیم A و B به ترتیب D_A و D_B باشد نسبت $\frac{D_A}{D_B}$ در کدام گزینه درست است؟



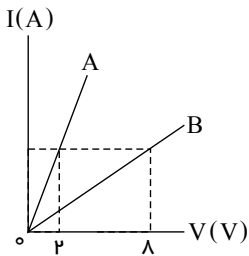
- ① $\frac{4}{5}$
- ② $\frac{5}{4}$
- ③ $\frac{25}{16}$
- ④ $\frac{16}{25}$

۱۷- اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی را 10 ولت کاهش دهیم، جریان عبوری از آن 40% درصد تغییر می‌کند. ولتاژ اولیه دو سر مقاومت چند ولت است؟ (دما ثابت است.)

- ① 15
- ② 20
- ③ 25
- ④ 30



۱۸- نمودار جریان عبوری از دو مقاومت مجزای A و B بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آنها مطابق شکل زیر است. اگر این دو مقاومت به صورت مجزا به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شوند، مدت زمانی که طول می کشد تا مقدار معینی بار الکتریکی از مقاومت A عبور کند، چند برابر مدت زمانی است که طول می کشد تا همان مقدار بار الکتریکی از مقاومت B عبور کند؟



$$\frac{1}{4} \text{ (۲)}$$

۴ (۱)

$$\frac{1}{16} \text{ (۴)}$$

۱۶ (۳)

۱۹- دو رسانای فلزی از یک ماده یکسان ساخته شده اند. طول رسانای A ، ۲ برابر طول رسانای B است. اگر رسانای A سیم توپری به شعاع 2mm و رسانای B ، سیمی توخالی به شعاع خارجی 4mm و شعاع داخلی 2mm باشد، مقاومت الکتریکی رسانای B چند برابر مقاومت الکتریکی رسانای A است؟ (دما، ثابت و یکسان است.)

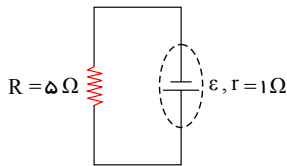
$$\frac{1}{6} \text{ (۴)}$$

$$\frac{3}{2} \text{ (۳)}$$

$$\frac{2}{3} \text{ (۲)}$$

۶ (۱)

۲۰- اگر در مدار شکل زیر، جریان عبوری از باتری ۲ آمپر باشد، باتری با انجام ۱۸ میلی ژول کار، چند میکروکولن بار را می تواند در مدار به حرکت در آورد؟



$$1,5 \text{ (۲)}$$

۱,۸ (۱)

$$1500 \text{ (۴)}$$

۱۸۰۰ (۳)

۲۱- یک باتری با نیروی محرکه $3,5$ ولت و مقاومت درونی r ، به مقاومت R بسته شده و جریان $0,4\text{A}$ از آن عبور می کند. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت درونی $\frac{1}{6}$ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R باشد، مقاومت R چند اهم است؟

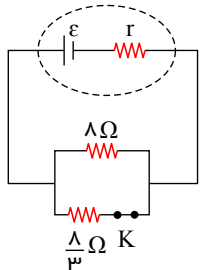
$$10 \text{ (۴)}$$

$$7,5 \text{ (۳)}$$

$$5 \text{ (۲)}$$

۲,۵ (۱)

۲۲- در مدار شکل مقابل زمانی که کلید K باز است، توان مفید مولد P_1 و زمانی که کلید K بسته است، توان مفید مولد P_2 است. اگر $P_1 = P_2$ باشد، r بر حسب کدام اهم است؟



$$4 \text{ (۲)}$$

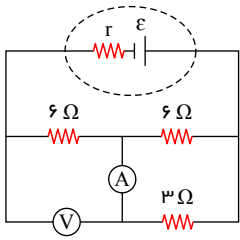
۲ (۱)

$$8 \text{ (۴)}$$

۶ (۳)



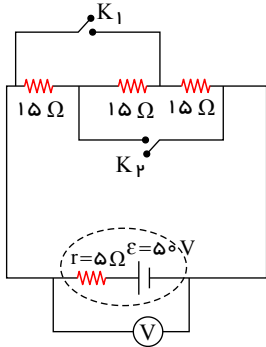
۲۳- در مدار شکل مقابل آمپرسنج ایده آل عدد $2A$ را نشان می دهد. ولتسنج ایده آل چه عددی را بر حسب ولت نشان می دهد؟



- ② ۶
④ ۱۸

- ① صفر
③ ۱۲

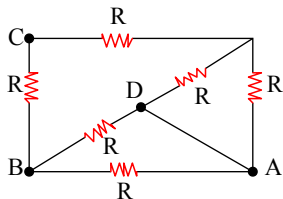
۲۴- در مدار شکل زیر ابتدا کلیدهای K_1 و K_2 باز هستند، با بسته شدن هر دو کلید، عددی که ولتسنج ایده آل نشان می دهد، چند ولت تغییر می کند؟



- ① ۲۰
② ۲۵
③ ۳۵
④ ۴۵

۲۵- پیچهای از 200 دور سیم با مقاومت ویژه $10^{-7} \Omega \cdot m$ و $1.5 \times 10^{-3} m$ قطر $2mm$ درست شده که به صورت یک لایه دور استوانه ای به شعاع $20cm$ پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم این پیچه چند اهم است؟ ($\pi \approx 3$)

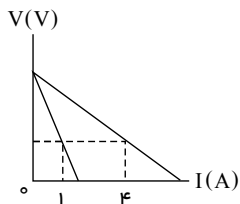
- ① ۴۸
② ۴۸۰
③ ۱۲
④ ۱۲۰



۲۶- در مدار شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطه C و D است؟

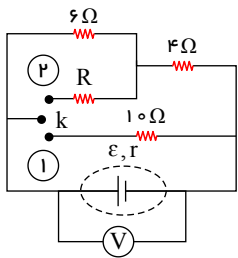
- ① $\frac{5}{9}$
② ۲
③ $\frac{9}{5}$
④ $\frac{1}{2}$

۲۷- شکل زیر، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری بر حسب جریان عبوری از آن را در دو حالت نو و فرسوده نشان می دهد. در حالتی که این باتری نو است، مقاومت داخلی آن 2 اهم می باشد. با فرسوده شدن این باتری، مقاومت داخلی آن نسبت به حالت نو چند اهم تغییر می کند؟



- ② ۱٫۵
④ ۸

- ① ۰٫۵
③ ۶



۲۸- در مدار شکل زیر، اگر کلید k را از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد، تغییری نمی‌کند. مقاومت R چند اهم است؟

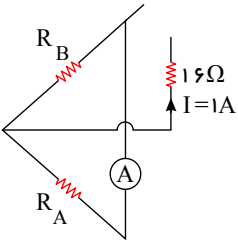
(۴) $\frac{3}{4}$

(۳) $\frac{4}{3}$

(۲) $\frac{5}{6}$

(۱) $\frac{6}{5}$

۲۹- مطابق شکل زیر، جرم سیم مسی A دو برابر جرم سیم مسی B است. اگر شعاع مقطع سیم A دو برابر شعاع مقطع سیم B باشد، جریانی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، چند آمپر است؟



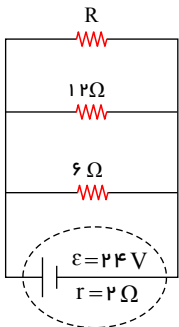
(۴) $\frac{1}{5}$

(۳) $\frac{8}{9}$

(۲) $\frac{4}{5}$

(۱) $\frac{1}{9}$

۳۰- با توجه به شکل مقابل، در صورتی که توان خروجی مولد بیشینه باشد، توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت R است؟



(۲) ۲

(۱) $\frac{2}{3}$

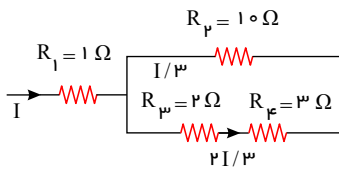
(۴) $\frac{3}{2}$

(۳) ۳



پاسخنامه تشریحی

۱- گزینه ۴



جریان در دو شاخه موازی، به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. بنابراین اگر جریان عبوری از مقاومت یک اهمی، I باشد، جریان عبوری از R_p ، $\frac{I}{3}$ و جریان عبوری از R_{ps} و R_{pf} ، $\frac{2I}{3}$ است.

$$(P = RI^2) \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I^2 = I^2 \\ P_p = R_p \left(\frac{I}{3}\right)^2 = \frac{10 I^2}{9} \end{cases}$$

$$P_{ps} = R_{ps} \left(\frac{2I}{3}\right)^2 = \frac{8 I^2}{9}$$

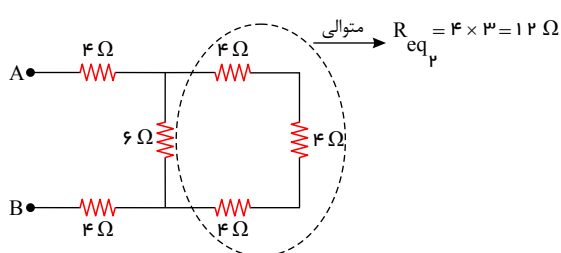
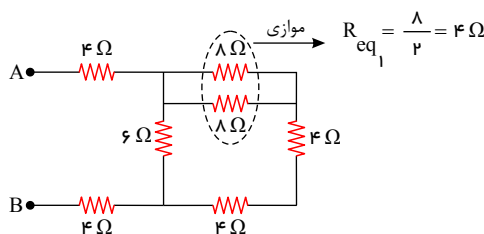
$$P_{pf} = R_{pf} \left(\frac{2I}{3}\right)^2 = \frac{4 I^2}{3} = \frac{12}{9} I^2$$

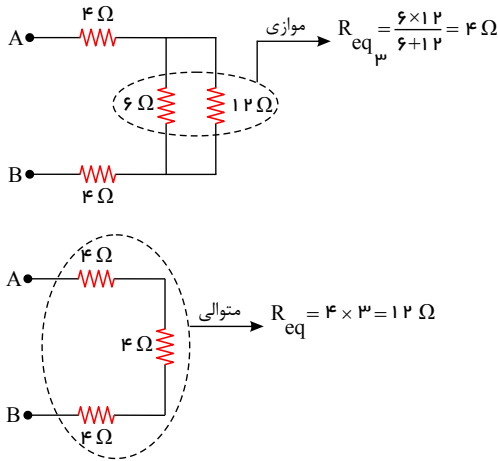
۲- گزینه ۴

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2$$

$$\Rightarrow 16 = \frac{4}{3} \times 2 \times \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 = 6 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{d_B}{d_A} = \sqrt{6} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{\sqrt{6}}{6}$$

۳- گزینه ۴ مدار را در ۴ مرحله به صورت زیر ساده می‌کنیم.





۴- گزینه ۲

$$V = RI \Rightarrow 12 = 4I \Rightarrow I = 3A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow 3 = \frac{\varepsilon}{2 + 4} \Rightarrow \varepsilon = 18V$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \Rightarrow 18 = \frac{\Delta W}{500 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta W = 9 \times 10^{-3} J = 9mJ$$

۵- گزینه ۴

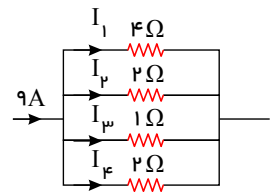
$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow V = 1,6V - 2 \times 3 \Rightarrow V = 10(V)$$

$$\varepsilon = 1,6V = 1,6 \times 10 = 16V$$

۶- گزینه ۱ همه مقاومت‌ها با یکدیگر موازی‌اند. لذا اختلاف پتانسیل دو سر همه آن‌ها با یکدیگر یکسان است و طبق رابطه $V = RI$ داریم:

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 \Rightarrow 4I_1 = 2I_2 = I_3 = 2I_4$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{1}{4}I_3, I_2 = \frac{1}{2}I_3, I_4 = \frac{1}{2}I_3$$



مجموع جریان عبوری از مقاومت‌ها، برابر است با جریان در شاخه اصلی، بنابراین:

$$9 = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \Rightarrow 9 = \frac{1}{4}I_3 + \frac{1}{2}I_3 + I_3 + \frac{1}{2}I_3 \Rightarrow 9 = \frac{9}{4}I_3 \Rightarrow I_3 = 4A$$

۷- گزینه ۱ به کمک رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ و $R = \frac{V}{I}$ و $I = \frac{q}{t}$ و $q = ne$ داریم:

$$\begin{aligned} \rightarrow \rho \frac{L}{A} &= \frac{V}{\frac{ne}{t}} \rightarrow \rho \frac{L}{A} = \frac{Vt}{ne} \xrightarrow{A=\pi r^2} 5 \times 10^{-4} \times \frac{0,18}{3 \times (1,5 \times 10^{-3})^2} \\ &= \frac{16 \times 60}{n \times 1,6 \times 10^{-19}} \rightarrow n = 4,5 \times 10^{20} \end{aligned}$$



توجه: نیازی به حفظ فرمول ساخته شده نیست صرفاً جهت سریع شدن محاسبه و ساده کردن عددها ابتدا رابطه‌ها را ترکیب می‌کنیم و بعد جایگذاری اعداد.

۸- گزینه ۳

جریان در حالت اول $\leftarrow I_1$

جریان در حالت دوم $\leftarrow I_2$

$$I_2 - I_1 = 2A \quad (1)$$

$$\begin{cases} P_1 = RI_1^2 \\ P_2 = RI_2^2 \end{cases} \Rightarrow P_2 - P_1 = R(I_2^2 - I_1^2) = R(I_2 - I_1)(I_2 + I_1)$$

$$\Rightarrow 96 = 6 \times 2 \times (I_2 + I_1) \Rightarrow I_2 + I_1 = 8A \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \begin{cases} I_2 - I_1 = 2 \\ I_2 + I_1 = 8 \end{cases} \Rightarrow I_2 = 5A$$

۹- گزینه ۳ فرض کنید سه مقاومت مشابه R در اختیار داریم. مقاومت معادل را در هر یک از دو صورت موازی و متوالی به دست می‌آوریم:

$$(مقاومت معادل در حالت متوالی) R_1 = R + R + R = 3R$$

$$(مقاومت معادل در حالت موازی) \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_2 = \frac{R}{3}$$

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{V}{3R} \\ I_2 &= \frac{1}{3} \times \frac{V}{\frac{R}{3}} = \frac{V}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$$

پس نسبت جریان گذرنده از هریک از مقاومت‌های متوالی به جریان گذرنده از هر یک از مقاومت‌های موازی، $\frac{1}{3}$ است.

۱۰- گزینه ۳ اگر در مداری، n مقاومت مشابه R موازی شوند، مقاومت معادل آن‌ها $R_T = \frac{R}{n}$ می‌شود.

علت:

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

$$2 = \frac{R}{3} \Rightarrow R = 6\Omega$$

چون این مقاومت‌ها در مدار به صورت متوالی بسته شده‌اند، مقاومت معادل آن‌ها از رابطه



$R_T = \underbrace{R + R + \dots + R}_n = nR$ به دست می آید.

$$R_T = 3 \times 6 = 18\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow I = \frac{10}{18 + 2} = \frac{1}{2} A$$

توان خروجی باتری با توان مصرفی مدار برابر است و از یکی از دو روش زیر قابل محاسبه است:

$$P = \varepsilon I - r I^2 \rightarrow P = 10 \times \frac{1}{2} - 2 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{9}{2} W$$

یا

$$P = R_T I^2 = 18 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{9}{2} W$$

۱۱- گزینه ۲ با استفاده از اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت داریم:

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

$$I = \frac{22}{11} = 2 A$$

با استفاده از رابطه شدت جریان داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow 2 = \frac{24}{11 + r}$$

$$12 = 11 + r \Rightarrow r = 1\Omega$$

۱۲- گزینه ۳ ابتدا جریانی که به ازای آن توان خروجی مولد به بیشینه مقدار خود می رسد را به دست می آوریم.

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

در حالتی که توان خروجی مولد بیشینه است، $R = r$ می باشد. ابتدا با استفاده از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ ، مقاومت R را حساب می کنیم و سپس بیشینه توان خروجی را به دست می آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow{R=r, I=3A} 3 = \frac{6}{R + R} \Rightarrow R = 1\Omega$$

$$P_{\max} = R I^2 \xrightarrow{R=1\Omega, I=3A} P_{\max} = 1 \times 9 \Rightarrow P_{\max} = 9 W$$

روش دوم: در حالتی که توان خروجی بیشینه باشد $P_{\max} = \frac{1}{2} \varepsilon I$ است. بنابراین پس از محاسبه I می توان نوشت:



$$P_{\max} = \frac{1}{2} \varepsilon I \xrightarrow[\substack{\varepsilon=6V \\ I=3A}]{\substack{\varepsilon=6V \\ I=3A}} P_{\max} = \frac{1}{2} \times 6 \times 3 \Rightarrow P_{\max} = 9W$$

۱۳- گزینه ۴ با بستن کلید k ، مقاومت R_p ، به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد. با کاهش مقاومت معادل مدار، طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان عبوری از مولد افزایش می‌یابد و طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ ، با افزایش جریان عبوری مولد، اختلاف پتانسیل دو سر آن کاهش خواهد یافت. اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 نیز هست که با کاهش آن، طبق رابطه $P_1 = \frac{V_p}{R_1}$ ، توان مصرفی مقاومت R_1 نیز کاهش خواهد یافت. توان تولیدی مولد $P_{\text{تولیدی}} = \varepsilon I$ و توان خروجی آن $P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2$ است که نسبت این دو مقدار برابر است با:

$$\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{تولیدی}}} = \frac{\varepsilon I - rI^2}{\varepsilon I} = 1 - \frac{r}{\varepsilon} I$$

با افزایش جریان عبوری از مولد، این نسبت کاهش خواهد یافت.

۱۴- گزینه ۱ ابتدا با استفاده از رابطه $m = \rho V$ ، رابطه بین سطح مقطع دو سیم را به دست می‌آوریم:

$$m_A = \frac{3}{2} m_B \Rightarrow \rho_A V_A = \frac{3}{2} \rho_B V_B$$

$$\xrightarrow[\substack{\rho = \frac{m}{V}, \rho_A = 3\rho_B \\ V = A \cdot L}]{\substack{\rho = \frac{m}{V}, \rho_A = 3\rho_B \\ V = A \cdot L}} \underbrace{3\rho_B \times A_A \times L_A}_{m_A} = \underbrace{\frac{3}{2}\rho_B \times A_B \times L_B}_{\frac{3}{2}m_B} \xrightarrow{L_A = L_B} A_B = 2A_A$$

اکنون با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ نسبت مقاومت ویژه دو سیم را به دست می‌آوریم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow[\substack{R_A = R_B, L_A = L_B \\ A_B = 2A_A}]{\substack{R_A = R_B, L_A = L_B \\ A_B = 2A_A}} 1 = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times 1 \times \frac{2A_A}{A_A} \Rightarrow \rho_B = 2\rho_A \Rightarrow \rho_A = \frac{1}{2}\rho_B$$

۱۵- گزینه ۴

$$V = RI \Rightarrow V = R \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1 \times \varepsilon}{r + 1} = 1.5 \Rightarrow \varepsilon = 1.5r + 1.5 \\ \frac{2 \times \varepsilon}{r + 2} = 2 \Rightarrow 2\varepsilon = 2r + 4 \end{cases} \Rightarrow r = 1\Omega, \quad \varepsilon = 3V$$

۱۶- گزینه ۲ طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ نسبت مقاومت‌ها را از نمودار به دست می‌آوریم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{16}{25}$$

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



$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow[\rho_A = \rho_B \Rightarrow \text{هم جنس}]{\frac{A_B}{A_A} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2} \frac{16}{25} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \rightarrow \frac{D_B}{D_A} = \frac{5}{4}$$

۱۷- گزینه ۳ در دمای ثابت، مقدار مقاومت رسانا تغییر نمی کند.

$$R' = R \Rightarrow \frac{V'}{I'} = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{V - 10}{\frac{60}{100}I} = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{2}{5}V = 10 \Rightarrow V = 25(V)$$

۱۸- گزینه ۲

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V}{\frac{\Delta q}{\Delta t}} \xrightarrow{\Delta q = ne} R = \frac{V \cdot \Delta t}{n \cdot e} (*)$$

$$\text{از روی نمودار: } \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{V_A}{I}}{\frac{V_B}{I}} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \xrightarrow{(*)} \frac{R_A}{R_B} = \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} \Rightarrow \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \frac{1}{4}$$

۱۹- گزینه ۴

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{\pi r_A^2}{\pi(r_o^2 - r_j^2)} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{1}{2} \times \frac{2^2}{4^2 - 2^2} = \frac{1}{6}$$

۲۰- گزینه ۴ ابتدا با توجه به جریان مدار، نیروی محرکه باتری را محاسبه می کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow[r=1\Omega]{I=2A, R=5\Omega} 2 = \frac{\varepsilon}{5 + 1} \Rightarrow \varepsilon = 6 \times 2 = 12V$$

حال با توجه به تعریف نیروی محرکه باتری، مقدار باری را که باتری می تواند به ازای انجام مقدار معینی کار در مدار به حرکت دریاورد، حساب می کنیم:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \Rightarrow \Delta q = \frac{\Delta W}{\varepsilon} = \frac{18 \times 10^{-3}}{12} \Rightarrow \Delta q = 1.5 \times 10^{-3} C = 1500 \mu C$$

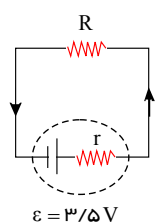
۲۱- گزینه ۳ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت از رابطه $V = RI$ به دست می آید، داریم:

$$rI = \frac{1}{6}RI \Rightarrow r = \frac{1}{6}R \quad (1)$$

حال طبق رابطه جریان مدار تک حلقه داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow{(1)} I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{R}{6}} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{\frac{7}{6}R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{6\varepsilon}{7I} \xrightarrow[I=0.4A]{\varepsilon=3.5V} R = \frac{6 \times 3.5}{7 \times 0.4} = 7.5 \Omega$$



فیزیک یازدهم فصل ۲



۲۲- گزینه ۲ چون توان مفید مولد با توان مصرفی در مقاومتهای خارجی مولد برابر است لذا در حالت قبل از بستن کلید اگر مقاومت معادل R_1 و بعد از بستن کلید مقاومت معادل R_p باشد، می توان نوشت:

$$P_1 = P_p \Rightarrow R_1 I_p^2 = R_p I_p^2$$

$$\Rightarrow R_1 \left(\frac{\varepsilon}{R_1 + r} \right)^2 = R_p \left(\frac{\varepsilon}{R_p + r} \right)^2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_1^2 + 2R_1 r + r^2} = \frac{R_p}{R_p^2 + 2R_p r + r^2}$$

$$\Rightarrow R_1 R_p^2 + 2R_1 R_p r + R_1 r^2 = R_p R_1^2 + 2R_1 R_p r + R_p r^2$$

$$\Rightarrow r^2 (R_1 - R_p) = R_1 R_p (R_1 - R_p)$$

$$r^2 = R_1 R_p \Rightarrow r = \sqrt{R_1 R_p}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = 8\Omega \\ R_p = \frac{8 \times \frac{1}{3}}{8 + \frac{1}{3}} = 2\Omega \end{array} \right\} \Rightarrow r = \sqrt{8 \times 2} = 4\Omega$$

۲۳- گزینه ۴ از مسیر ولتسنج ایده آل جریان عبور نمی کند، پس آمپرسنج ایده آل جریان عبوری از مقاومت 3Ω را نشان می دهد.

دو مقاومت 6Ω و 3Ω موازی هستند. بنابراین:

$$V_1 = V_p$$

$$R_1 I_1 = R_p I_p$$

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

$$I = I_1 + I_p = 3A \Rightarrow V_{\text{ولتسنج}} = RI = 6 \times 3 = 18V$$

۲۴- گزینه ۱ در حالت کلید باز سه مقاومت با یکدیگر متوالی هستند و داریم:

$$R_T = 15 + 15 + 15 = 45\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{50}{45 + 5} = 1A$$

$$\text{عدد ولتسنج در حالت اول: } V = \varepsilon - rI = 50 - 5 \times 1 = 45V$$

در حالتی که هر دو کلید K_1 و K_p بسته هستند، سه مقاومت با یکدیگر موازی می شوند و داریم:



$$R_T = \frac{R}{n} = \frac{15}{3} = 5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{50}{5 + 5} = 5A$$

$$V = \varepsilon - rI = 50 - 5 \times 5 = 25V$$

پس تغییر عدد ولتسنج برابر است با:

$$\Delta V = 45 - 25 = 20V$$

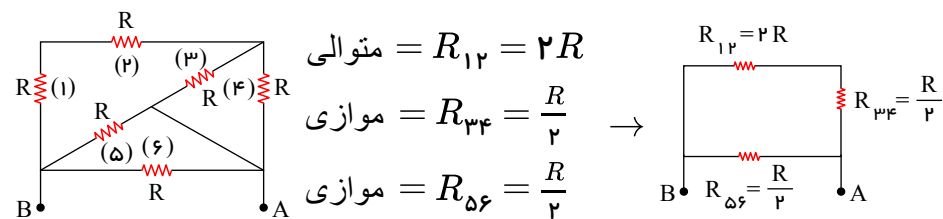
۲۵- گزینه ۳

$$L = N \times (2\pi r) = 200 \times (2 \times 3 \times 0.2) = 240m$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 طول سیم تعداد دور محیط استوانه

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1.5 \times 10^{-7} \times \frac{240}{3 \times (1 \times 10^{-3})^2} = 12\Omega$$

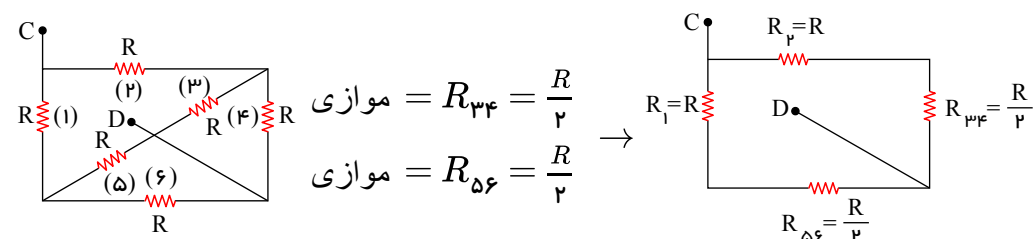
۲۶- گزینه ۱



$$R_{1234} = 2R + \frac{R}{2} = \frac{5}{2}R, R_{eq} = \frac{\frac{5}{2}R \times \frac{R}{2}}{\frac{5}{2}R + \frac{R}{2}} = \frac{\frac{5}{4}R^2}{\frac{6}{2}R} = \frac{5}{12}R$$

$$R_{eq} = \frac{10}{24}R = \frac{5}{12}R \Rightarrow R_{\text{کل}}(AB) = \frac{5}{12}R$$

$R_T \rightarrow CD$:



$$R_{234} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R \rightarrow R_{eq} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{3}{2}R + \frac{R}{2}} = \frac{3}{4}R \Rightarrow R_{\text{کل}}(CD) = \frac{3}{4}R$$

$$R_{156} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R$$



$$\frac{R_{\text{کل}}(AB)}{R_{\text{کل}}(CD)} = \frac{\frac{5}{12}R}{\frac{3}{4}R} = \frac{5}{9}$$

۲۷- گزینه ۳ با فرسوده شدن باتری، نیروی محرکه ثابت می ماند اما مقاومت داخلی آن افزایش می یابد و لذا طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، منحنی باتری فرسوده دارای شیب منفی تری است. بنابراین خط چپ مربوط به باتری فرسوده و خط راست مربوط به باتری نو است. با عبور جریان ۱ آمپری از باتری فرسوده و جریان ۴ آمپری از باتری نو، اختلاف پتانسیل دو سر باتری یکسان است. در نتیجه داریم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} V = \varepsilon - r \times 4 & (1) \\ V = \varepsilon - r' \times 1 & (2) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(1)-(2)} (V - V) = (\varepsilon - \varepsilon) + (-4r - (-r')) \Rightarrow r' = 4r \xrightarrow{r=2\Omega} r' = 8\Omega$$

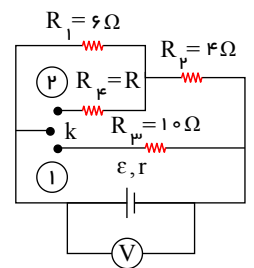
مقدار مقاومت داخلی باتری از 2Ω در حالت نو به 8Ω در حالت فرسوده رسیده است، یعنی ۶ اهم افزایش یافته است.

۲۸- گزینه ۱ وقتی کلید k در وضعیت (۱) باشد، مقاومت R در مدار نیست و مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 6 + 4 = 10\Omega \Rightarrow R_{1,2,3} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\Omega$$

وقتی کلید k در وضعیت (۲) باشد، مقاومت $R_2 = 10\Omega$ حذف می شود. در این حالت، مقاومت R باید مقداری باشد که باز هم مقاومت معادل مدار 5Ω شود تا با ثابت ماندن مقاومت معادل مدار، اختلاف پتانسیل دو سر ولتسنج ایده آل نیز ثابت مانده و عدد آن تغییر نکند.

$$R_{1,2,4} = \frac{R_1 R_4}{R_1 + R_4} + R_2 \Rightarrow \frac{6R}{6 + R} + 4 = 5 \Rightarrow R = \frac{6}{5}\Omega$$



۲۹- گزینه ۳ با توجه به این که دو سیم مسی هستند، چگالی ها با هم برابرند و داریم:

$$m_A = 2m_B \xrightarrow{\rho_B = \rho_A} V_A = 2V_B \Rightarrow \pi r_A^2 L_A = 2\pi r_B^2 L_B$$

$$\xrightarrow{r_A = 2r_B} (2r_B)^2 L_A = 2r_B^2 L_B \Rightarrow L_B = 2L_A$$

برای محاسبه R_A بر حسب R_B داریم:

$$R = \rho' \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2$$



$$\frac{L_B = 2L_A}{r_A = 2r_B} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{8} \Rightarrow R_B = 8R_A$$

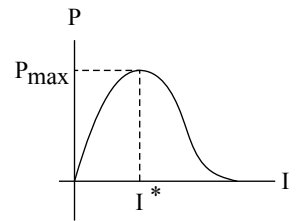
سهم جریان عبوری از مقاومت A (سیم رسانای A) برابر است با:

$$\begin{aligned} V_A = V_B &\Rightarrow R_A I_A = R_B I_B \Rightarrow I_A = \frac{R_B}{R_A} I_B \\ \xrightarrow{I_A + I_B = I} I_A &= \frac{R_B}{R_A} (I - I_A) \Rightarrow \left(1 + \frac{R_B}{R_A}\right) I_A = \frac{R_B}{R_A} I \\ \Rightarrow \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right) I_A &= \frac{R_B}{R_A} I \Rightarrow I_A = \frac{R_B}{R_A + R_B} I \\ I_A &= \frac{R_B}{R_A + R_B} I = \frac{8R_A}{R_A + 8R_A} \times 1 = \frac{8}{9} A \end{aligned}$$

۳- گزینه ۱

$$\text{مولد خروجی } P = RI^2 = \left(\frac{\varepsilon - rI}{I}\right) I^2 = (\varepsilon - rI)I = \varepsilon I - rI^2$$

$$I^* = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow r = R_T$$



توان خروجی مولد هنگامی بیشینه است که $R_T = r = 2\Omega$ باشد، با توجه به این که مقاومت‌های مدار موازی هستند، داریم:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \xrightarrow{R_T = 2\Omega} R = 4\Omega$$

در اتصال موازی نسبت توان مصرفی مقاومت‌ها به نسبت عکس مقاومت الکتریکی آن‌ها است:

$$\frac{P_\phi}{P_R} = \frac{\frac{V^2}{6}}{\frac{V^2}{R}} = \frac{R}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴	۶ - ۱	۱۱ - ۲	۱۶ - ۲	۲۱ - ۳	۲۶ - ۱
۲ - ۴	۷ - ۱	۱۲ - ۳	۱۷ - ۳	۲۲ - ۲	۲۷ - ۳
۳ - ۴	۸ - ۳	۱۳ - ۴	۱۸ - ۲	۲۳ - ۴	۲۸ - ۱
۴ - ۲	۹ - ۳	۱۴ - ۱	۱۹ - ۴	۲۴ - ۱	۲۹ - ۳
۵ - ۴	۱۰ - ۳	۱۵ - ۴	۲۰ - ۴	۲۵ - ۳	۳۰ - ۱