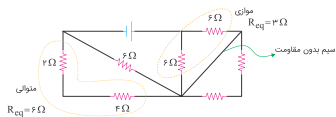




گزینه ۳

۱

آمپرسنج ایده‌آل بدون مقاومت است و مانند اتصال کوتاه رفتار می‌کند و مقاومت ۴ اهمی و ۱۲ اهمی به دلیل اختلاف پتانسیل برابر دو سر آن، جریانی عبور نخواهد کرد.



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

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{24}{2 + 6} = 3A$$

جریان عبوری از مقاومت ۱۲ اهمی، ۱/۵ آمپر است. در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر این مقاومت $V = RI = 3V$ است.

گزینه ۴

۲

ابتدا رابطه‌ای برای اختلاف پتانسیل دو سر مولد و R پیدا می‌کنیم:

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

$$R = \frac{R\varepsilon}{R + r} \Rightarrow \text{اختلاف پتانسیل دو سر } R = \text{اختلاف پتانسیل دو سر مولد}$$

پس گزینه‌های "۱" و "۳" حذف می‌شوند.

$$R \rightarrow 0 \Rightarrow \text{اختلاف پتانسیل} = 0$$

$$R \rightarrow \infty \Rightarrow \text{اختلاف پتانسیل مولد} \simeq \frac{R\varepsilon}{R} = \varepsilon$$

پس گزینه "۴" پاسخ صحیح است.

گزینه ۳

۳

$$P = VI = 220 \times 2 = 440W = 0.44kW$$

$$U = Pt = 0.44 \times 6 = 2.64kWh$$

ابتدا انرژی مصرفی مقاومت را حساب می‌کنیم.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = 1 \text{ A}$$

$$P_{\text{مصرفی}} = V I = 80 \times 1 = 80 \text{ W}$$

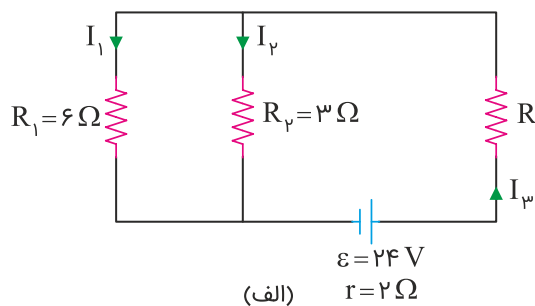
بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌های "۱" و "۲": درست؛ این دو عبارت دقیقاً مطابق جمله‌های کتاب درسی است.

گزینه "۳": نادرست؛ مقاومت ویژه رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود. این در حالی است که مقاومت ویژه نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد. بنابراین، اگر به هر دو گرما دهیم، دمای هر دو بالا رفته، مقاومت رسانا افزایش و مقاومت نیم‌رسانا کاهش می‌یابد. پس جریان عبوری از رسانا کاهش و جریان عبوری از نیم‌رسانا افزایش خواهد یافت.

گزینه "۴": درست؛ با عبور جریان از یک رسانای فلزی، دمای آن زیاد شده و مقاومت آن نیز زیاد می‌شود.

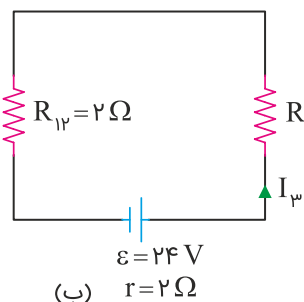
مقاومت های R_1 و R_2 موازی اند؛ بنابراین، اختلاف پتانسیل دو سر آن ها برابر است:



$$V_1 = V_2$$

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{V_1=V_2} \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{6}{3} = 2 \Rightarrow P_2 = 2P_1$$

مقاومت معادل دو مقاومت R_1 و R_2 برابر است با:



$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2 \Omega$$

توان مصرفی این مقاومت را با P_{12} نشان می‌دهیم:

$$P_{12} = P_1 + P_2 = \frac{P_2}{2} + P_2 = \frac{3}{2} P_2$$

مقاومت های R_{12} و R_3 متوالی هستند؛ بنابراین: $I_3 = I_{12}$

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_3}{P_{12}} = \frac{R_3}{R_{12}} \Rightarrow \frac{3P_2}{\frac{3}{2}P_2} = \frac{R_3}{2} \Rightarrow R_3 = 4 \Omega$$

$$R_{eq} = R_{12} + R_3 = 2 + 4 = 6 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{6 + 2} = \frac{24}{8} = 3 A$$

توان خروجی مولد از رابطه $P_o = \varepsilon I - rI^2$ یا $P_o = R_{eq} I^2$ به دست می‌آید:

$$P_o = R_{eq} I^2 = 6 \times 3^2 = 6 \times 9 = 54 W$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}, \quad I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{V}{R} = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

$$\begin{cases} \text{حالت اول: } \frac{4}{2} = \frac{\varepsilon}{2 + r} \Rightarrow \varepsilon = 2r + 4 \\ \text{حالت دوم: } \frac{4 + x}{2 + x} = \frac{\varepsilon}{2 + x + r} \Rightarrow \varepsilon = \frac{4 + x}{2 + x} \times r + 4 + x \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2r + 4 = \frac{4 + x}{2 + x} r + 4 + x \Rightarrow \frac{x}{2 + x} r = x \Rightarrow r = x + 2$$

ژرمانیم نیمه‌رسانا است و با افزایش دما، مقاومت آن کاهش می‌یابد؛ اما مس رسانا است و با افزایش دما، مقاومت آن افزایش می‌یابد.

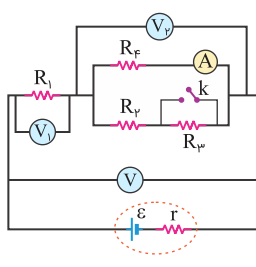
برای محاسبه بار عبوری، از فرمول $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow 5 \times 10^7 = \frac{10^9}{q} \Rightarrow q = 20 \text{ C}$$

حالا با استفاده از رابطه جریان متوسط داریم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{20}{0.2} = 100 \text{ A}$$

گام اول: با وصل کردن کلید k ، مقاومت R_3 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. بنابراین مقاومت معادل مدار کم می‌شود. طبق رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، با کاهش R_{eq} ، جریان عبوری از باتری زیاد می‌شود. عدد ولت‌سنج که همان اختلاف پتانسیل دو سر باتری است از رابطه $V = \mathcal{E} - Ir$ به دست می‌آید. با افزایش I ، عدد V کاهش می‌یابد. گام دوم: باتوجه به شکل زیر و نتیجه گام اول، داریم:



بنابراین عدد ولت‌سنج (۲) که همان اختلاف پتانسیل دو سر R_F است، کاهش می‌یابد. طبق رابطه $I_F = \frac{V_2}{R_F}$ باتوجه به این که R_F ثابت است و V_2 کاهش یافته است، I_F که همان عدد آمپرسنج است کاهش یافته است.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

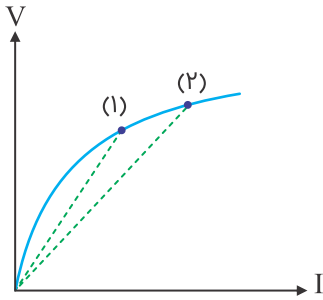
$$\frac{V}{V + 2} = \frac{2}{3} \Rightarrow 3V = 2V + 4 \Rightarrow V = 4 \text{ V} \Rightarrow R = \frac{4}{2} = 2 \Omega$$

$$\xrightarrow{I=50} P = RI^2 = 2 \times (50)^2 = 5000 \text{ W} = 5 \text{ kW}$$

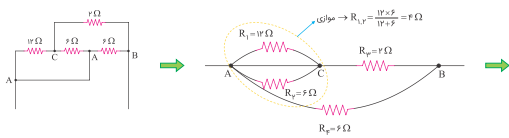
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{600 \times 10^{-6}}{5} = 120 \times 10^{-6} \text{ A} = 0.12 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$P = RI^2 = 6 \times (0.12 \times 10^{-3})^2 = 6 \times 0.0144 \times 10^{-6} = 0.0864 \times 10^{-6} = 8.64 \times 10^{-8} \text{ W}$$

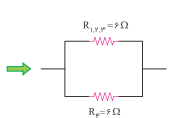
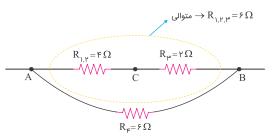
باتوجه به اینکه نسبت $\frac{V}{I}$ ثابت نیست، این رسانا غیر اهمی است و مقدار مقاومت آن در هر نقطه برابر شیب خطی است که از آن نقطه روی نمودار به مبدأ وصل می‌شود. مطابق نمودار زیر، چون شیب این خط پیوسته در حال کاهش است، مقاومت رسانای غیر اهمی نیز پیوسته کاهش می‌یابد. (شیب خط (۲)، کمتر از شیب خط (۱) است)



در مدار شکل زیر ابتدا مقاومت معادل را حساب می‌کنیم. ابتدا مدار را کمی ساده‌تر می‌کنیم، در مدار ساده شده داریم:

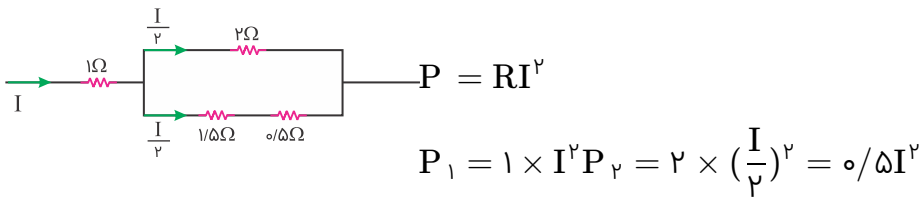


حالا می‌توانیم جریان عبوری از مولد، یعنی همان عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، به دست آوریم:



$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{1 + 3} = 3 \text{ A}$$

مدار را ساده‌تر می‌کنیم و جریان کل I را برای مقاومت ۱ اهمی در نظر می‌گیریم. جریان بقیه شاخه‌ها را بر حسب I محاسبه می‌کنیم.



$$P_{1/5} = 1/5 \times \left(\frac{I}{5}\right)^2 = 0/375 I^2$$

$$P_{0/5} = 0/5 \left(\frac{I}{5}\right)^2 = 0/125 I^2$$

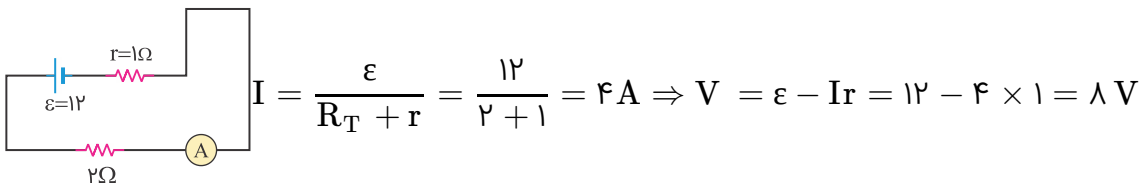
می‌توان دید مقاومت ۱ اهمی بیشترین توان مصرفی را نسبت به بقیه دارد.

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= \frac{E}{t} = \frac{135}{60} = 2/25 \\ P_1 &= RI^2 = 1 \times I^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I^2 = 2/25 \Rightarrow I = 1/5 A$$

حال مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم تا در رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ جایگذاری می‌کنیم. مقاومت‌های $0/5$ و $1/5$ اهمی متوالی و معادل ۲ اهم هستند. این ۲ اهم با ۲ اهم شاخه بالایی موازی است. معادل آن‌ها $1 = \frac{2 \times 2}{2 + 2}$ اهم می‌شود. پس در نهایت R_T برابر با $2 + \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 2$ اهم است.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow 1/5 = \frac{\varepsilon}{2 + 1} \Rightarrow \varepsilon = 4/5 V$$

ولت‌سنج را مدار باز در نظر می‌گیریم. مقاومت ۲ اهمی شاخه میانی نیز با توجه به برابری پتانسیل دو سرش، اتصال کوتاه خواهد شد.



جهت جریان را نمی‌دانیم بنابراین دو حالت وجود دارد.

$$\varepsilon_1 > \varepsilon_2 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R} \Rightarrow \mathcal{V} = \frac{\varepsilon_1 - \mathcal{V}_0}{1 + 2 + 5} \Rightarrow \varepsilon_1 = 54 \text{ V}$$

$$\varepsilon_1 < \varepsilon_2 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{r_1 + r_2 + R} \Rightarrow \mathcal{V} = \frac{\mathcal{V}_0 - \varepsilon_1}{1 + 2 + 5} \Rightarrow \varepsilon_1 = 6 \text{ V}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \xrightarrow[\frac{R_2}{R_1} = 36]{L_1 = 10 \text{ cm}} 36 = \left(\frac{L_2}{10}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{L_2}{10} = 6 \Rightarrow L_2 = 60 \text{ cm}$$

همان‌طور که دیدید برای حل سؤال به قطر مقطع سیم نیازی نداشتیم.

⇐ در رابطه $\Delta q = I(\Delta t)$ ، اگر I برحسب آمپر و Δt برحسب ساعت باشد، یکای Δq ، "آمپر - ساعت" می‌شود.
 ⇐ در یک رئوستا، از سیمی با مقاومت ویژه بسیار زیاد استفاده می‌کنند تا بازه مقاومتی که رئوستا ایجاد می‌کند افزایش یابد.
 ⇐ علت نادرستی گزینه ۲: توجه کنید، جهت قراردادی جریان الکتریکی I ، برخلاف جهت سوق الکترون‌هاست.

جریان در نقاط a و b و c یکسان است، چون از مقاومت R_2 هم‌سو با جهت جریان عبور می‌کنیم. بنابراین در عبور مقاومت R_1 در جهت جریان داریم: $V_c < V_b$ و در عبور از مقاومت R_2 در جهت جریان داریم: $V_a < V_c$ پس داریم: $V_a < V_c < V_b$ پس عبارت "ب" نادرست است. طبق رابطه $U = qV$ برای حامل‌های بار مثبت داریم: $U_b > U_c > U_a$ پس عبارت "پ" نادرست است.

با افزایش مقاومت R_1 ، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد؛ بنابراین طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ ، با افزایش R_T ، کاهش I را مواجه خواهیم بود و در نتیجه آمپرسنج که جریان کل را نشان می‌دهد، جریان کمتری را نشان خواهد داد. همچنین باتوجه به کاهش I و با استفاده از رابطه $V = \varepsilon - rI$ داریم:

$$\uparrow V = \underset{\substack{\downarrow \\ \text{ثابت}}}{\varepsilon} - rI \downarrow$$

بنابراین ولت‌سنج مقدار بیشتری را نشان خواهد داد.

$$I = \frac{I_f}{I_w + I_f} = \gamma(A)$$