

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۲ با استفاده از تعریف توان، رابطه قانون اهم، تعریف ظرفیت خازن و تعریف جریان الکتریکی، و نیز سازگاری یکاها داریم:

$$P \times R \times C = \frac{W}{t} \times \frac{V}{I} \times \frac{Q}{V} = W$$

همان گونه که ملاحظه می کنید، حاصل کمیت داده شده، W (کار) بوده و از جنس انرژی است.

۲ گزینه ۲ طبق رابطه:

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

داریم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{V_A}{I_A}}{\frac{V_B}{I_B}} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{I_B}{I_A} = \frac{2V}{3V} \times \frac{3I}{2I} = 2$$

۳ گزینه ۱ سه ثانیه دوم یعنی از ثانیه ۳ تا ثانیه ۶:

$$t = 3 \rightarrow q = \frac{3^3}{3} + 3^2 + 1 = 19 \mu C$$

$$t = 6 \rightarrow q = \frac{6^3}{3} + 6^2 + 1 = 72 + 36 + 1 = 109 \mu C$$

$$I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{109 - 19}{3} \times 10^{-3} = 30 \times 10^{-3} mA = 3 \times 10^{-2} mA$$

۴ گزینه ۲ الف) درست است.

ب) نادرست است. چون دیود نور گسیل یک وسیله اهمی نیست و نمودار آن خطی (با عرض از مبدأ صفر) نیست.

پ) درست است. اختلاف پتانسیل بین نقاط a و b نسبت به اختلاف جریان بین نقاط a و b بسیار کوچک است و طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، چون I خیلی بیشتر از V افزایش پیدا کرده است، در

نتیجه $R_b < R_a$ است.

ت) نادرست است. فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی، اهمی هستند.

۵ گزینه ۴

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{V_A}{I_A}}{\frac{V_B}{I_B}} = \frac{\frac{8}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{24}{8} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 3$$

۶ گزینه ۳ در اثر تماس دو کره مشابه با یکدیگر، بار آن ها با هم برابر خواهد شد که داریم:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = 9.6 \mu C$$

در ضمن، برای برابر شدن بارها، الکترون ها از کره با بار کمتر به کره با بار بیشتر شارش می کنند. (در اینجا از کره B به کره A) که با توجه به رابطه $\Delta q = ne$ می توان تعداد الکترون منتقل شده را به دست آورد:

$$q'_B - q_B = ne \rightarrow (9.6 - 6.4) \times 10^{-6} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2 \times 10^{13} \quad \bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{3.2 \times 10^{-6}}{0.01} = 320 \times 10^{-6} A = 320 \mu A$$

۷ گزینه ۳ طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، مقاومت دو رسانای اهمی را حساب می کنیم:

$$R_A = \frac{V_A}{I_A} = \frac{40}{14} = \frac{20}{7} \Omega$$

$$R_B = \frac{V_B}{I_B} = \frac{48}{7} \Omega$$

واضح است که $R_B > R_A$ ، حال اختلاف مقاومت آن ها را می یابیم:

$$R_B - R_A = \frac{48}{7} - \frac{20}{7} = 4 \Omega$$

۸ گزینه ۳ می دانیم که چون کره ها مشابه هستند، پس از بستن کلید k ، الکترون ها از یکی به دیگری منتقل شده تا هم پتانسیل شوند. (در اینجا که کره ها مشابه هستند، بارها تا جایی منتقل می شوند که بار الکتریکی کره ها یکسان شود). یعنی:

$$\xrightarrow{\text{کره ها مشابه}} q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{12.8 + 6.4}{2} = 9.6 \mu C$$

حال مقدار بار جاری شده، معادل اختلاف بار جدید و قدیم هر کره با خودش است. یعنی:

$$\Delta q = |q'_B - q_B| = |q'_A - q_A| \xrightarrow{\text{مثلاً برای کربد}} \Delta q = 9,6 - 9,4$$

$$\rightarrow \Delta q = 3,2 \mu C \xrightarrow{\Delta q = ne} 3,2 \times 10^{-6} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2 \times 10^{13}$$

و برای تعیین جریان الکتریکی متوسط عبوری داریم:

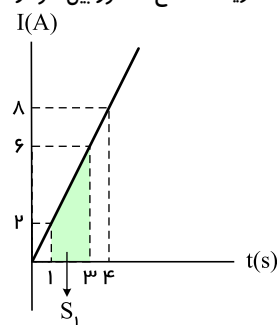
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{3,2 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-2}} \rightarrow I = 0,32 mA$$

۹ گزینه ۴ با استفاده از تعریف شدت جریان الکتریکی متوسط داریم:

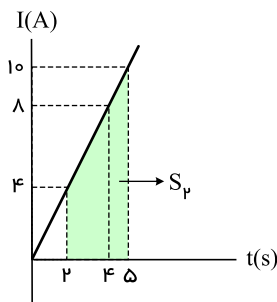
$$\bar{I} = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} \rightarrow 2 \times 10^{-3} = \frac{n \times 1.6 \times 10^{-19}}{2 \times 10^{-3}} \rightarrow n = 2 \times 10^{16}$$

۱۰. گزینه ۱ سطح محصور بین نمودار $I - t$ و محور زمان، با Δq برابر است.

$$\Delta q_{1-r} = S_1 = \frac{(r + \epsilon) \times r}{r} = \lambda(C)$$



$$\Delta q_{r-\delta} = S_r = \frac{(r + 10) \times r}{r} = r1(C)$$



$$(\Delta q_{r-\delta}) - (\Delta q_{1-r}) = \mathfrak{r}1 - \mathfrak{A} = 1\mathfrak{z}(C)$$

۱۱ گزینه ۲ ابتدا با استفاده از جریان الکتریکی، بار الکتریکی، جاری شده را می‌یابیم. پس از آن تعداد الکترون‌های جاری شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta q = I \Delta t = 64(Ah) = 64(A) \times (3600s) = 64 \times 3600C$$

$$\Delta q = ne \Rightarrow n = \frac{64 \times 3600}{1.6 \times 10^{-19}} = 4 \times 36000 \times 10^{19} = 144 \times 10^{22} = 1.44 \times 10^{24}$$

انرژی دادمشده به مدار $= q\Delta V = (64 \times 3600)(15) = 3456000J = 3.456 \times 10^6 J = 3.456MJ$

۱۲ گزینه ۳ با استفاده از قانون اهم داریم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{I_B}{I_A} = \frac{V}{3V} \times \frac{I}{1,2I} = \frac{1}{3,6} = \frac{5}{18}$$

۱۳ گزینه ۴ در نمودار $I - V$ ، شیب نمودار با عکس مقاومت الکتریکی برابر است. یعنی:

$$(I - V) \text{ شیب نمودار} = \text{عکس مقاومت} = \frac{1}{R}$$

$$\text{شیب ۲} > \text{شیب ۱}$$

$$\frac{1}{R_1} > \frac{1}{R_r} \Rightarrow R_1 < R_r$$

۱۴ گزینه ۳ ولتاژ برای دو رسانا ثابت است:

$$\frac{I_1}{I_r} = \frac{R_r}{R_1} = \frac{\rho_r}{\rho_1} \times \frac{L_r}{L_1} \times \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^r$$

$$\frac{r}{r} = \frac{\rho_r}{\rho_1} \times \left(\frac{r_o}{r_o}\right) \times \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^r \Rightarrow \frac{r}{r} = \frac{\rho_r}{\rho_1} \times r \times \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{\rho_r}{\rho_1} = \frac{r}{r} = r$$

۱۵ گزینه ۳ با توجه به اصل یایستگی بار داریم:

$$q'_1 + q'_r = q_1 + q_r$$

کره‌ها مشابه هستند. لذا بعد از وصل کردن کلید بار کره‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{(+4) + (-14)}{2} = -\frac{10}{2} = -5\mu C$$

یعنی بار خالص $9\mu C$ بین کره‌ها جابه‌جا شده است:

$$\Delta q_1 = q_1' - q_1 = (-5) - (4) = -9\mu C$$

$$\Delta q_2 = q_2' - q_2 = (-5) - (-14) = +9\mu C$$

بنابراین جریان متوسط عبوری از سیم برابر است با:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{9 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-3}} = 3 \times 10^{-3} A = 3mA$$

۱۶ گزینه ۴ اگر رسانا از قانون اهم تبعیت کند، نمودار آن یک خط راست خواهد شد؛ بنابراین نمودار سؤال مربوط به یک رسانای غیراھمی است. از طرفی می‌دانیم شیب خط مماس بر این نمودار با مقاومت الکتریکی رابطه عکس دارد یعنی با کاهش ولتاژ که شیب نمودار کاهش می‌یابد، مقاومت آن افزایش پیدا می‌کند.

۱۷ گزینه ۱ در اینجا ترکیبی از قانون اهم و رابطه شدت جریان با بار الکتریکی شارش‌شده را داریم. یعنی:

$$R = \frac{V}{I}, I = \frac{q}{t}, q = ne$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{It}{e} = \frac{Vt}{Re} = \frac{160 \times 60}{5 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 1,2 \times 10^{22}$$

۱۸ گزینه ۱ ابتدا مشخص می‌کنیم این تعداد بار معادل چند کولن است.

$$q_A = n_A e \Rightarrow q_A = -5 \times 10^{19} \times 1,6 \times 10^{-19} = -8(C)$$

$$q_B = n_B e \Rightarrow q_B = 1,25 \times 10^{19} \times 1,6 \times 10^{-19} = +2(C)$$

$$q_A' = q_B' = \frac{-8 + 2}{2} = -3C$$

بار هر کره پس از ۴ ثانیه بعد از وصل کلید

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_A' - q_A}{\Delta t} = \frac{5}{0,04} = \frac{500}{4} = 125A$$

۱۹ گزینه ۲ به بررسی و تصحیح موارد نادرست می‌پردازیم:

(آ) جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک است ولی نه همه بارهای متحرک، برای داشتن جریان باید شارش خالص بار الکتریکی از یک سطح مقطع معین داشته باشیم.
(ب) سرعت سوق الکترون‌ها در میدان الکتریکی در خلاف جهت قراردادی جریان الکتریکی است.

۲۰ گزینه ۱

می‌دانیم که در نمودار $I - V$ شیب خط عکس مقاومت را نشان می‌دهد پس داریم:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{3}{2} \rightarrow R_A = \frac{2}{3}\Omega, \frac{1}{R_B} = \frac{1}{2} \rightarrow R_B = 2\Omega \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{2}{3}}{2} = \frac{1}{3}$$

چون در اختلاف پتانسیل ثابت $V, I_A = 0,9A$ است پس طبق رابطه اهم می‌توان نوشت:

$$V = IR \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{I_B}{I_A} \rightarrow \frac{1}{3} = \frac{I_B}{0,9} \rightarrow I_B = 0,3A$$

۲۱ گزینه ۲ آمپر ساعت هر باتری حداکثر بارالکتریکی است که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود. هر آمپر ساعت معادل $3600C$ است.

$$\Delta q = ne = I\Delta t$$

$$\Delta q = ne = 7,2 \times 10^{21} \times 1,6 \times 10^{-19} = 1152C$$

$$\frac{1Ah}{q} \left| \frac{3600C}{1152C} \right. \Rightarrow q = \frac{1152}{3600} = 0,32Ah = 320 \times 10^{-3} Ah = 320mAh$$

۲۲ گزینه ۴ هر گاه سیم را ذوب کنیم، حجم آن ثابت می‌ماند، داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{4}$$

رابطه مقاومت الکتریکی به صورت $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌باشد، داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = 4 \times 4 = 16$$

۲۳ گزینه ۳ با بستن کلید k ، بار الکتریکی هر کره برابر با $\left(q' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{20 - 12}{2} = 4\mu C \right)$ می‌شود و باری منفی به اندازه $|q' - q_1|$ یا همان $|q' - q_2|$ از کره ۲، به کره ۱، منتقل می‌شود. چون جهت جریان الکتریکی خلاف جهت حرکت الکترون‌ها است، پس جریان الکتریکی از کره ۱، به کره ۲، حرکت می‌کند.

فیزیک یازدهم فصل دو

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{[4 - (-12)] \times 10^{-6}}{0.8 \times 10^{-3}} = 0.02 A \text{ یا } 20 mA$$

۲۴ گزینه ۲ رتوستا از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته می‌شود.

۲۵ گزینه ۴

$$\frac{V}{I} = R \Rightarrow R = 0.4 \Omega$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 0.4 = 1.6 \times 10^{-8} \times \frac{3}{A} \Rightarrow 0.4 = 1.6 \times 10^{-8} \times \frac{3}{\frac{\pi}{4} D^2} \Rightarrow D^2 = \frac{1.6 \times 10^{-8} \times 3 \times 4}{\pi \times 0.4} = 1.6 \times 10^{-8} \Rightarrow D = 4 \times 10^{-4} m = 0.4 mm$$

۲۶ گزینه ۳ هنگامی که سیمی دولا می‌شود، طول آن نصف و سطح آن دو برابر می‌شود.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{L_r}{L_1} \times \frac{A_1}{A_r} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{\frac{1}{2} L_1}{L_1} \times \frac{A_1}{2 A_1} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{R_r}{24} \Rightarrow R_r = 6 \Omega$$

۲۷ گزینه ۲ دیود یا یکسوکننده، تنها از یک جهت جریان را از خود عبور می‌دهد، یعنی در یک جهت مقاومتش ناچیز و در جهت دیگر مقاومت بی‌نهایت است.

در نماد دیود، جهت عبوری جریان موافق با فلش نشان داده می‌شود، بنابراین در مدار نشان داده شده، $I_r = 0$ است و I_1 مخالف صفر و در جهت جریان است. ($I_1 > 0$)

۲۸ گزینه ۲ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R و همچنین باتری را نشان می‌دهد. طبق قانون اهم داریم:

$$\begin{cases} V = RI \\ I = \frac{\varepsilon}{r+R} \end{cases} \rightarrow V = R \frac{\varepsilon}{r+R} \rightarrow V = R \times \frac{30}{r+R}$$

$$R_1 = 10 \Omega, R_r = 13 \Omega$$

$$V_1 = \frac{10 \times 30}{r+10} = \frac{300}{r+10} \rightarrow V_r - V_1 = 1 V$$

$$V_r = \frac{13 \times 30}{r+13} = \frac{390}{r+13}$$

می‌توانیم معادله را حل کنیم یا با جایگذاری گزینه‌ها r را به دست آوریم:

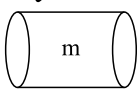
$$R = 2 \Omega$$

۲۹ گزینه ۲ ابتدا باید مقدار مقاومت $\frac{1}{10}$ سیم اولیه را که قرار است وارد دستگاه شود، به دست بیاوریم:

$$\frac{R_r}{R_1} = \left(\frac{\rho_r}{\rho_1}\right) \left(\frac{\ell_r}{\ell_1}\right) \left(\frac{A_1}{A_r}\right) \rightarrow \frac{R_r}{20 \Omega} = \frac{1}{10} \rightarrow R_r = 2 \Omega$$

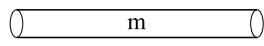
این سیم ۱ متری با مقاومت 20Ω وقتی وارد دستگاه می‌شود. جرمش ثابت می‌ماند، بنابراین با افزایش طول آن سطح مقطع‌اش کم می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$\ell = 1 m$



$R = 2 \Omega$

$\ell' = 10 m$



$R' = 200 \Omega$

$$m = m' \rightarrow \rho V = \rho' V' \Rightarrow V = V' \xrightarrow{V=Al} Al = A' \ell' \Rightarrow \frac{\ell'}{\ell} = \frac{A}{A'}$$

با توجه به روابط فوق مقدار مقاومت پس از افزایش طول برابر است با:

$$\frac{R'}{R} = \frac{\ell'}{\ell} \cdot \left(\frac{A}{A'}\right) \xrightarrow{\frac{A}{A'} = \frac{\ell'}{\ell}} \frac{R'}{R} = \left(\frac{\ell'}{\ell}\right)^2 \Rightarrow \frac{R'}{20} = \left(\frac{10}{1}\right)^2 \Rightarrow R' = 2000 \Omega \rightarrow$$

مقاومت سیم خروجی از دستگاه در هر لحظه حین عبور از دستگاه قابل استفاده است. مثلاً وقتی طول سیم در حین عبور از دستگاه λm می‌شود، مقاومت سیم برابر خواهد شد با:

$$\text{رابطه } \frac{R'}{R} = \left(\frac{\ell'}{\ell}\right)^2 \text{ در هر لحظه حین عبور از دستگاه قابل استفاده است. مثلاً وقتی طول سیم در حین عبور از دستگاه } \lambda m \text{ می‌شود، مقاومت سیم برابر خواهد شد با:}$$

$$\frac{R'}{2\Omega} = \left(\frac{1}{1}\right)^2 \rightarrow R' = 128\Omega$$

از طرفی با توجه به رابطه $\frac{R'}{R} = \left(\frac{\ell'}{\ell}\right)^2$ رابطه (مقاومت - طول) برای سیم یک سهمی است. بنابراین با توجه به سهمی بودن تابع و مقادیر مقاومت‌ها به ازای طول‌های مختلف سیم، گزینه «۲» صحیح است.

۳۰. گزینه ۲ با استفاده از رابطه چگالی و رابطه مقاومت الکتریکی یک سیم رسانا در دمای معین شروع می‌کنیم:

(می‌دانیم که در جدول داده‌شده، ρ' مقاومت ویژه الکتریکی و ρ چگالی سیم است.)

$$R = \frac{\rho' L}{A} \rightarrow RA = \rho' L \quad (1)$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \rightarrow \rho AL = m \quad (2)$$

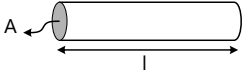
و از تقسیم ۱ بر ۲ داریم:

$$\frac{R}{\rho L} = \frac{\rho' L}{m} \rightarrow m = \frac{\rho' \rho L^2}{R}$$

خواسته سؤال نسبت جرم مس (m_1) به جرم آلومینیم (m_2) است. در اینجا که L و R برای هر دو یکسان است، داریم:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho'_1 \rho_1}{\rho'_2 \rho_2} = \frac{9.18 \times 17}{2.7 \times 28.9} = 2$$

۳۱. گزینه ۳ با توجه به آنکه مقطع سیم دایره‌ای است، مساحت مقطع سیم با مجذور قطر سیم نسبت مستقیم دارد.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \xrightarrow{A \propto D^2} \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 = \left(\frac{\frac{1}{2} D_1}{D_1}\right)^2 = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 4$$


با توجه به اینکه جرم و جنس سیم تغییر نکرده است، حجم سیم ثابت می‌ماند. بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \rho_1 = \rho_2 \\ m_1 = m_2 \end{cases} \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V}} V_1 = V_2 \xrightarrow{V = AL} A_1 L_1 = A_2 L_2 \rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2} = 4 \xrightarrow{R = \rho \frac{L}{A}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = 1 \times 4 \times 4 = \frac{R_2}{R_1} = 16$$

۳۲. گزینه ۲ با استفاده از رابطه مقاومت الکتریکی داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \frac{D^2}{4}$$

پس:

$$R = 4\rho \frac{L}{\pi D^2} = \left(\frac{4\rho}{\pi}\right) \left(\frac{L}{D^2}\right)$$

یعنی مقاومت یک سیم با طول آن نسبت مستقیم و با مربع قطر آن نسبت وارون دارد.

$$\frac{R_x}{R} = \frac{L_x}{L} \times \left(\frac{D}{D_x}\right)^2$$

حال مقاومت هر چهار سیم را بر حسب R حساب می‌کنیم.

$$\begin{cases} L_1 = 3L \\ D_1 = 2D \\ R_1 = \frac{3}{4}R \end{cases} \begin{cases} L_2 = 2L \\ D_2 = D \\ R_2 = 2R \end{cases} \begin{cases} L_3 = L \\ D_3 = 2D \\ R_3 = \frac{1}{4}R \end{cases} \begin{cases} L_4 = L \\ D_4 = D \\ R_4 = R \end{cases}$$

یعنی $R_2 > R_4 > R_1 > R_3$ است.

حال با توجه به رابطه $V = IR$ چون جریان عبوری از همه مقاومت‌ها یکسان است، بیشترین مقاومت، نظیر بیشترین ولتاژ خواهد بود. و گزینه «۲» پاسخ درست است.

توجه کنید که چون هر باتری فقط به یک مصرف‌کننده وصل است ولتاژ خروجی باتری، همان ولتاژ دوسر مقاومت است.

۳۳. گزینه ۱ چون جرم و جنس سیم‌ها یکسان است، حجم آنها نیز با هم برابر است؛ بنابراین رابطه بین مقاومت الکتریکی آنها به صورت زیر است:

$$A_A L_A = A_B L_B \rightarrow D_A^2 L_A = D_B^2 L_B \xrightarrow{D_A = \frac{1}{2} D_B} \frac{1}{4} L_A = L_B \rightarrow L_A = 4 L_B$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\text{یکسان } \rho} \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 4 \times 4 \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 16 \rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{1}{16}$$

و با استفاده از قانون اهم داریم:

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{R_B}{R_A} = 1 \times \frac{1}{16} \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{1}{16}$$

۳۴ گزینه ۳ سیم‌ها هم‌جنس هستند، پس چگالی و مقاومت ویژه آنها یکسان است. بنابراین داریم:

$$l_p = 2l_1, R_1 = 2\Omega$$

$$m_p = m_1 \rightarrow \rho V_p = \rho V_1 \rightarrow A_1 l_1 = A_p l_p \rightarrow A_1 l_1 = A_p 2l_1 \rightarrow A_1 = 2A_p$$

$$R = \frac{\rho l}{A} \Rightarrow \frac{R_p}{R_1} = \frac{l_p}{l_1} \times \frac{A_1}{A_p} \Rightarrow \frac{R_p}{2} = \frac{2}{1} \times \frac{2}{1} = 4$$

$$\Rightarrow R_1 = 8\Omega$$

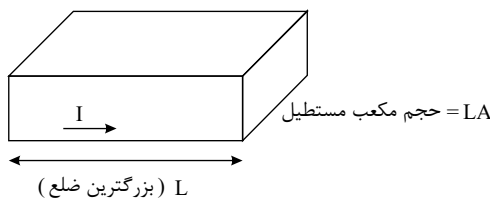
۳۵ گزینه ۱ در گام اول، سطح مقطع لوله (استوانه توخالی) را برحسب r می‌نویسیم.

$$A = \pi(r_{\text{داخلی}}^2 - r_{\text{خارجی}}^2) = 3.14((4r)^2 - r^2) = 3.14 \times 15r^2$$

در گام دوم، رابطه مقاومت برحسب جنس، طول و سطح مقطع را می‌نویسیم.

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 0.3 = 3 \times 10^{-6} \times \frac{4 \times 10^{-1}}{3.14 \times 15r^2} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{15}{15r^2} \Rightarrow r^2 = 10^{-4} \Rightarrow r = 10^{-2} m \xrightarrow{\times 100} r = 1 cm$$

۳۶ گزینه ۱



هنگامی بیشترین مقاومت الکتریکی را خواهیم داشت که کم‌ترین مقاومت در مدار قرار گیرد، یعنی بیشترین طول با کمترین سطح مقطع، بنابراین داریم:

$$g/cm^3 \leftarrow \rho = \frac{\overbrace{m}^g}{\underbrace{V}_{cm^3}} \rightarrow \lambda = \frac{20}{LA} \Rightarrow LA = 2.5 cm^3 \Rightarrow 2.5 \times 10^{-6} m^3 \Rightarrow A = \frac{2.5 \times 10^{-6}}{L}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 1.6 \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-8} \times \frac{L}{\frac{2.5 \times 10^{-6}}{L}} \Rightarrow 1.6 \times 10^{-8} \times \frac{L^2}{2.5 \times 10^{-6}} \Rightarrow L^2 = 0.25 \Rightarrow 0.5 m \Rightarrow 50 cm$$

۳۷ گزینه ۲ طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ نسبت مقاومت‌ها را از نمودار به‌دست می‌آوریم:

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

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

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{\frac{A_B}{A_A} = (\frac{D_B}{D_A})^2} \frac{16}{25} = (\frac{D_B}{D_A})^2 \rightarrow \frac{D_B}{D_A} = \frac{5}{4}$$

۳۸ گزینه ۲

$$V = V' \Rightarrow A \cdot L = A' \cdot L' \Rightarrow \frac{A}{A'} = \frac{L'}{L} (*)$$

$$\frac{R'}{R} = \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'} \xrightarrow{(*)} \frac{R'}{R} = (\frac{L'}{L})^2 \xrightarrow{L'=4L} \frac{R'}{R} = 16$$

۳۹ گزینه ۲

$$R_A - R_B = \frac{V_A}{I} - \frac{V_B}{I} \Rightarrow R_A - 12 = \frac{1}{4} (V_A - V_B) \Rightarrow R_A = 17\Omega$$

۴۰ گزینه ۲

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

فیزیک یازدهم فصل دو

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

از روی نمودار :

۴۱ گزینه ۳

$$\begin{array}{ccccccc} L & = & N & \times & (2\pi r) & = & 200 \times (2 \times 3 \times 0.2) = 240m \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ \text{طول سیم} & & \text{تعداد دور} & & \text{محیط استوانه} & & \end{array}$$

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

۴۲ گزینه ۴

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

۴۳ گزینه ۴

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V}{\frac{\Delta q}{\Delta t}} = \frac{V \cdot \Delta t}{n \cdot e} \xrightarrow[\text{ثابت } e \text{ و } \Delta t]{V \text{ یکسان}} \frac{R_A}{R_B} = \frac{n_B}{n_A} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{n_A - (3 \times 10^{19})}{n_A} \Rightarrow n_A = 4 \times 10^{19}$$

۴۴ گزینه ۱

$$\frac{R'}{R} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'} \xrightarrow[L=L']{\rho=\rho'} \frac{R'}{R} = \frac{\pi r^2}{\pi(r^2 - r'^2)} \Rightarrow 4 = \frac{r^2}{r^2 - r'^2} \Rightarrow 3r^2 = 4r'^2 \Rightarrow r'^2 = \frac{3}{4}r^2 \xrightarrow{\text{جذر}} r' = \frac{\sqrt{3}}{2}r$$

۴۵ گزینه ۲ ابتدا طول سیم استوانه‌ای را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{25}{16} \times 10^{-8} = 10^{-6} \times \frac{L}{3 \times (2 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow L = \frac{15}{8}m$$

حال با استفاده از رابطه چگالی داریم:

$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL}$$

$$\Rightarrow \rho' = \frac{9}{3 \times (2 \times 10^{-3})^2 \times \frac{15}{8}} \Rightarrow \rho' = 4 \times 10^3 \frac{kg}{m^3} = 4 \frac{g}{cm^3}$$

دقت کنید ρ بیانگر مقاومت ویژه و ρ' بیانگر چگالی است.

۴۶ گزینه ۳ با استفاده از رابطه قانون اهم در ولتاژ یکسان، داریم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B}{V_A} \times \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow{V_A=V_B} \frac{R_B}{R_A} = \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{4}{2} = 2 \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 2$$

اکنون طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، نسبت مقاومت دو رسانا را می‌نویسیم:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow[A_A=A_B]{d_A=d_B, A=\pi r^2} \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times 1 \xrightarrow[L_B=\frac{1}{2}L_A]{\frac{R_B}{R_A}=2} 2 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = 4$$

۴۷ گزینه ۴ جریان عبوری از مدار از رابطه $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t}$ به دست می‌آید، داریم:

$$I = \frac{ne}{t-0} \Rightarrow I = \frac{ne}{t} \xrightarrow[t=1.6 \times 10^{-19}C]{n=8 \times 10^{19}, t=4s} I = \frac{8 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{4} = 3.2A$$

۴۸ گزینه ۴ چون جرم استوانهٔ رسانا ثابت است، بنابراین در دمای ثابت و یکسان، چگالی استوانه ثابت و حجم آن نیز همواره ثابت خواهد بود و داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1} (*)$$

از طرفی با توجه به رابطهٔ بین مقاومت الکتریکی یک رسانا با ویژگی‌های فیزیکی آن، داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

$$\xrightarrow[\text{(*)}]{\rho_1=\rho_2} \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \xrightarrow{L_2=3L_1} \frac{R_2}{R_1} = 3^2 = 9$$

۴۹ گزینه ۳

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8000 = \frac{40}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{200} m^3$$

$$V = A \cdot L \Rightarrow L = \frac{\frac{1}{200}}{5 \times 10^{-6}} = 10^3 m$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{10^3}{5 \times 10^{-6}} = 3,4 \Omega$$

۵۰ گزینه ۴

$$\xrightarrow{\text{جرم مسازی}} \frac{R_B}{R_A} = \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^4 = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^4 = \frac{1}{4}$$

۵۱ گزینه ۳

$$\frac{R'}{R} = \frac{\ell'}{\ell} \times \frac{A}{A'} \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{\ell - 12}{\ell} \times 2 \Rightarrow \ell = 20 m$$

۵۲ گزینه ۱ با توجه به رابطه جریان در مدار تک حلقه ($I = \frac{\varepsilon}{R+r}$) و ثابت بودن ε و r در هر دو حالت داریم:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1 + r}{R_2 + r} = \frac{1+2}{1+5} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{2}{3}$$

۵۳ گزینه ۳

با توجه به این که $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ است، جریان عبوری از مدار پادساعتگرد است و مقدار آن برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_2 + (r_1 + r_2)} = \frac{18 - 2}{4 + 3 + (0 + 1)} \Rightarrow I = 2 A$$

حال در جهت جریان از نقطه B به A می‌رویم و تغییر پتانسیل هر جزء مدار را با هم جمع می‌کنیم، داریم:

$$V_B - IR_1 + \varepsilon_1 = V_A \Rightarrow V_B - V_A = IR_1 - \varepsilon_1 = (2 \times 4) - 18 \Rightarrow V_B - V_A = -10 V$$

وقتی بار $q = -2 \mu C$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن برابر است با:

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow -10 = \frac{\Delta U_E}{-2 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta U_E = 20 \times 10^{-6} J = 20 \mu J$$

۵۴ گزینه ۱ با توجه به نمودار، نیروی محرکه مولد و مقاومت درونی را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} I = 0, V = 24 V \Rightarrow \varepsilon = 24 V \\ V = 0, I = 6 A \Rightarrow 0 = \varepsilon - 6r \end{cases}$$

$$24 = 6r \Rightarrow r = 4 \Omega$$

نیروی محرکه باتری برابر ۲۴ ولت است. اکنون جریان مدار را برای مقاومت 4Ω حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{24}{4 + 4} = \frac{24}{8} = 3 A$$

برای محاسبه توان تلف شده در باتری می‌توان نوشت:

$$P = rI^2 = 4(3)^2 = 36 W$$

۵۵ گزینه ۱ جریان عبوری برای هر حالت را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$(1) \text{ مدار } I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow[r=0]{R_{eq}=2R} I_1 = \frac{\varepsilon}{2R}$$

$$(2) \text{ مدار } I_2 = \frac{1}{2} I_{\text{جک}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{R_{eq}} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{\frac{R}{2}} \right) = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$(3) \text{ مدار } I_3 = I_{\text{جک}} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow[r=0]{R_{eq}=\frac{R}{2}} I_3 = \frac{2\varepsilon}{R}$$

بنابراین خواهیم داشت:

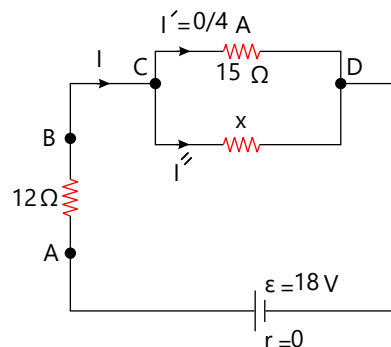
$$2I_1 = I_r = \frac{1}{2}I_r$$

گزینه ۴ ۵۶

$$V_{CD} = R'I' = 15 \times 0.4 = 6V$$

$$V_{AB} + V_{CD} = 18V \rightarrow V_{AB} = 18 - 6 = 12V$$

$$I' + I'' = I \Rightarrow 0.4 + I'' = 1 \rightarrow I'' = 1 \rightarrow I'' = 0.6A \quad V_{AB} = RI \rightarrow 12 = 20I \rightarrow I = 1A$$



ولتاژ دو مقاومت 15Ω و x با هم برابر است پس: $(V = IR)$

$$I'R' = I''R'' \Rightarrow x = 10\Omega \Rightarrow 0.4 \times 15 = 0.6 \times x = 10\Omega$$

گزینه ۱ ۵۷

می‌دانیم که در این جا ولت‌سنج آرمانی، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R را نمایش می‌دهد. یعنی:

$$\varepsilon - IR - I(2R) = 0, V_R = IR$$

$$\varepsilon = 3IR \Rightarrow 12 = 3V_R \Rightarrow V_R = 4V$$

نکته) در این جا که باتری آرمانی و مقاومت‌های خارجی مدار متوالی‌اند، نسبت اختلاف پتانسیل در آن‌ها به نسبت مقاومت‌ها بوده و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_R = IR = \frac{\varepsilon}{R + 2R} R = \frac{\varepsilon}{3}$$

گزینه ۳ همانطور که می‌دانیم در نمودار $V - I$ دو سر مولد، عرض از مبدأ، برابر ε و شیب خط $-r$ می‌باشد (طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$)، پس داریم:

$$\varepsilon = 21(V)$$

$$-r = \frac{-21}{7} = -3 \Rightarrow r = 3\Omega$$

حال اگر این مولد را به مقاومت R ببندیم، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \rightarrow I = \frac{21}{4 + 3} = \frac{21}{7} \rightarrow I = 3(A)$$

گزینه ۲ وقتی مطابق شکل گیره‌های اهم‌تر را به جایی نبسته‌ایم، مدار باز است و جریانی از آمپرسنج نمی‌گذرد. با اتصال گیره‌ها به هم مدار بسته می‌شود و بیشترین جریان ممکن از آمپرسنج می‌گذرد. بنابراین داریم:

$$\varepsilon - Ir - IR = 0 \rightarrow \varepsilon = (I)(r + R) \rightarrow r + R = \frac{1.5}{(1 \times 10^{-3})} = 1500\Omega$$

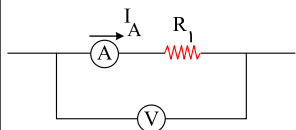
با بستن گیره‌ها به دو سر یک مقاومت خارجی R' خواهیم داشت:

$$\varepsilon - Ir - IR - IR' = 0 \rightarrow \varepsilon = I(r + R + R') \rightarrow R' = \left(\frac{\varepsilon}{I}\right) - (r + R) = \frac{1.5}{(0.8 \times 10^{-3})} - 1500 \rightarrow R' = 375\Omega$$

گزینه ۳ ۶۰

اگر مقاومت الکتریکی آمپرسنج را R_A و مقاومت الکتریکی ولت را R_V بنامیم (هر دو غیر آرمانی هستند)، آن‌گاه در مدار شامل R_1 داریم:

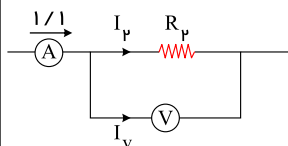
$$V = V_A + V_{R_1} \rightarrow V = R_A I_A + R_1 I_1 \xrightarrow{I_A = I_1} 220 = R_A \times 1.1 + 1.1 R_1 \rightarrow R_1 = \frac{220 - R_A \times 1.1}{1.1} \rightarrow R_1 = 200 - R_A \rightarrow \boxed{R_1 < 200\Omega}$$



و در مدار شامل R_2 داریم:

$$R_2 = \frac{V}{I_2} \xrightarrow{I_2 < I_1} \frac{V}{I} < \frac{V}{I_1} = R_1 \rightarrow \frac{220}{1.1} < R_2 \rightarrow \boxed{R_2 > 200\Omega}$$

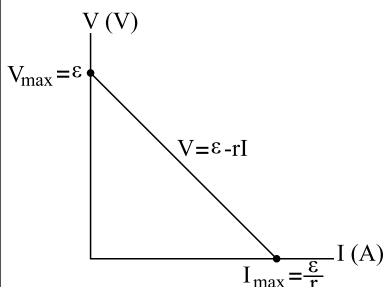
فیزیک یازدهم فصل دو



۶۱ گزینه ۲

نکته ۱: وقتی نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد برحسب جریان عبوری از آن به صورت یک خط با شیب منفی باشد، ولتاژ دو سر آن از رابطه $V = \varepsilon - rI$ محاسبه می شود.

نکته ۲: بیشترین جریانی که یک مولد با نیروی محرکه ε و مقاومت درونی r می تواند تولید کند، به صورت $I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r}$ محاسبه می شود. با توجه به اینکه نمودار ولتاژ دو سر مولد برحسب جریان عبوری از آن، داریم:



$$I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow V = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow \varepsilon = Vr$$

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{V=\Delta V} \Delta = \varepsilon - \Delta r \xrightarrow{\varepsilon=Vr} \Delta = Vr - \Delta r = \Delta r \rightarrow r = 2\Omega$$

$$\varepsilon = Vr \xrightarrow{r=2\Omega} \varepsilon = 14V$$

۶۲ گزینه ۴ ابتدا با نوشتن رابطه جریان در مدارهای تک حلقه داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow{\varepsilon: \text{ثابت}} \frac{I_r}{I_1} = \frac{R_1+r}{R_r+r} \rightarrow 2 = \frac{R+1}{R-4+1} \rightarrow 2R-6 = R+1 \rightarrow R = 7\Omega$$

در حالت اول داریم:

$$V = RI = \frac{R\varepsilon}{R+1} = \frac{7 \times 14}{(7+1)} = 14V$$

۶۳ گزینه ۳ ابتدا با توجه به قانون اهم، مقاومت الکتریکی را محاسبه می کنیم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1}{1.6} = 0.625\Omega$$

طبق نمودار مقاومت موردنظر یک مقاومت اهمی است پس با تغییر ولتاژ یا جریان با فرض ثابت بودن دما مقاومت تغییر نمی کند.

$$\varepsilon - Ir - IR = 0 \Rightarrow \varepsilon = I(r+R) = 2(1+0.625) = 1.25V$$

۶۴ گزینه ۱ در ابتدا نیروی محرکه مولد را محاسبه می کنیم:

$$\text{حالت اول } I = \frac{\varepsilon}{r+R} \rightarrow 6 = \frac{\varepsilon}{1+2} \rightarrow \varepsilon = 18V$$

وقتی که مقاومت $R = 2\Omega$ ، پنجاه درصد افزایش می یابد، داریم:

$$\text{حالت جدید } R' = 2+1 = 3\Omega \quad I' = \frac{18}{3+1} = 4.5$$

$$\frac{\Delta I}{I_1} \times 100 \rightarrow \frac{4.5-6}{6} \times 100 = -25\% \quad \text{۲۵ درصد کاهش یافته است}$$

۶۵ گزینه ۱ ابتدا رابطه ای برای اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت متغیر (عدد ولت سنج) به دست می آوریم:

$$V = RI = R \times \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{R\varepsilon}{r+R} (*)$$

$$\begin{cases} R = 7 \\ V = 17.5 \end{cases} \Rightarrow 17.5 = \frac{7\varepsilon}{7+1} \Rightarrow \varepsilon = 20V \xrightarrow{R=9\Omega (*)} V = \frac{9 \times 20}{1+9} = 18V$$

۶۶ گزینه ۲ قبل از بسته شدن کلید R_1 و R_2 متوالی اند:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{r+R_1+R_2} \Rightarrow I_1 = \frac{24}{1+R_1+5} \Rightarrow I_1 = \frac{24}{6+R_1}$$

بعد از بسته شدن کلید مقاومت R_1 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شود:

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r+R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{24}{1+5} = 4A$$

$$I_2 = I_1 + 1 \Rightarrow I_1 = 3A$$

$$3 = \frac{24}{6+R_1} \Rightarrow \boxed{R_1 = 2\Omega}$$

۶۷ گزینه ۱

برای محاسبه عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{30}{14 + 1} = 2A$$

و برای محاسبه عددی که ولتسنج نشان می‌دهد، داریم:

$$V = \varepsilon - Ir = 30 - 2(1) = 28V$$

۶۸ گزینه ۲ می‌دانیم که در اینجا اختلاف پتانسیل دو سر مولد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow 8 = \varepsilon - r(1) \Rightarrow \varepsilon - r = 8 \quad (1)$$

از طرفی می‌دانیم، در لحظه‌ای که بیشترین جریان از مولد می‌گذرد، داریم:

$$I_{max} = \frac{\varepsilon}{r} = 5 \Rightarrow \varepsilon = 5r \quad (2) \xrightarrow{(1),(2)} \varepsilon = 10(V), r = 2(\Omega)$$

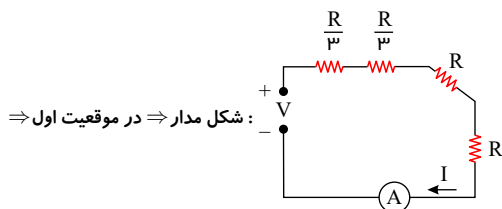
۶۹ گزینه ۱

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \rightarrow 2 = \frac{12}{5 + r} \rightarrow r = 1\Omega$$

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow V = 12 - 1(2) = 10V$$

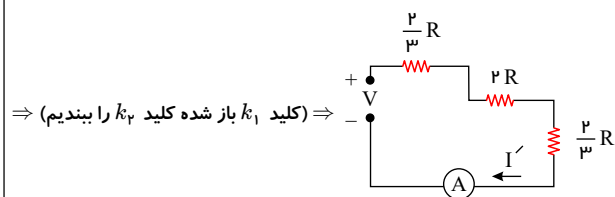
۷۰ گزینه ۴ می‌دانیم که آمپرسنج در اینجا جریان کامل مدار را نشان می‌دهد، پس مقاومت معادل را در هر حالت می‌یابیم.

وقتی کلید K_1 بسته و کلید K_2 باز است، مدار به صورت زیر ساده می‌شود:



$$\begin{cases} I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{\frac{8}{3}R} = \frac{3}{8} \frac{V}{R} \\ R_{eq} = \frac{2R}{3} + 2R = \frac{8}{3}R \end{cases}$$

حال اگر کلید K_1 باز و کلید K_2 بسته باشد داریم:



$$\begin{cases} I' = \frac{V}{R'_{eq}} = \frac{V}{\frac{10}{3}R} = \frac{3}{10} \frac{V}{R} \\ R'_{eq} = (\frac{2}{3}R) + 2R + (\frac{2}{3}R) = \frac{2R + 6R + 2R}{3} = \frac{10R}{3} \end{cases}$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{\frac{3}{10} \frac{V}{R}}{\frac{3}{8} \frac{V}{R}} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5} \rightarrow \frac{\Delta I}{I} = \frac{I'}{I} - 1 = \frac{4}{5} - 1 = -\frac{1}{5}$$

$$-\frac{100}{5} = -20\% \quad (\text{کاهش می‌یابد})$$

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

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

فیزیک یازدهم فصل دو

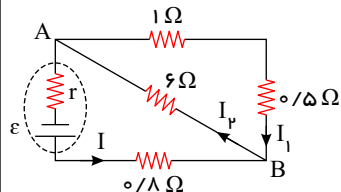
$$I = \frac{22}{11} = 2A$$

با استفاده از رابطه شدت جریان داریم:

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

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

۷۲ گزینه ۳ مدار را به شکل زیر ساده می کنیم.



چون دو مقاومت 1Ω و 0.5Ω موازی اند، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن ها با هم برابر است.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow 1.5 \times I_1 = 6 \times 0.5 \Rightarrow I_1 = 2A$$

در گره B با توجه به قاعده انشعاب می توان نوشت:

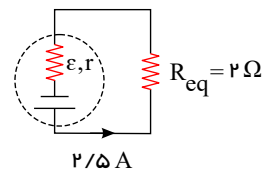
$$I = I_1 + I_2 = 2 + 0.5 \Rightarrow I = 2.5A$$

اکنون مقاومت معادل کل مدار را محاسبه می کنیم. داریم:

$$R' = \frac{6 \times 1.5}{6 + 1.5} = 1.2\Omega$$

$$R_{eq} = 1.2 + 0.8 = 2\Omega$$

$$V_{\text{باتری}} = V_{\text{مقاومت معادل}} \Rightarrow V_{\text{باتری}} = R_{eq}I = 2.5 \times 2 = 5(V)$$



۷۳ گزینه ۳ ابتدا جریان الکتریکی را در مدار تک حلقه به دست می آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + R_3 + r} \Rightarrow I = \frac{20}{3 + 3 + 2 + 2} \Rightarrow I = 2A$$

بنابراین آمپر سنج ۲A را نشان خواهد داد.

ولت سنج ایده آل اختلاف پتانسیل دو نقطه ای که به آن متصل است را نشان می دهد.

$$V_a - IR_1 - IR_2 = V_b \Rightarrow V_a - V_b = 2 \times 3 + 2 \times 3 \Rightarrow V_a - V_b = 12V$$

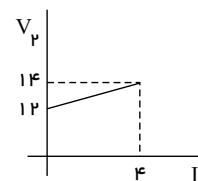
۷۴ گزینه ۱ در مدار $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ است پس باتری ۲ یک باتری ضد محرکه است.

$$R_1 = 0 \Rightarrow I_{\max} = \frac{18 - 12}{1 + 0.5} = \frac{6}{1.5} = 4A$$

$$R_2 = \infty \Rightarrow I_{\min} = 0$$

$$I = 0 \Rightarrow V = \varepsilon + rI = \varepsilon + 0 = 12V$$

$$I = 4A \Rightarrow V = \varepsilon + rI = 12 + 0.5 \times 4 = 14V$$



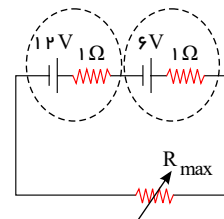
۷۵ گزینه ۳ حداقل و حداکثر شدت جریان را محاسبه کرده و سپس با توجه به نسبت داده شده، اندازه مقاومت رثوستا را در دو حالت زیر محاسبه می کنیم:

(۱) حداقل مقدار شدت جریان: زمانی حداقل مقدار ممکن شدت جریان را داریم که حداقل اختلاف پتانسیل و حداکثر مقدار مقاومت را داشته باشیم؛ بنابراین می توان نوشت:

$$\varepsilon_{\text{کل}} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_{\text{کل}} = 12 - 6 = 6V$$

$$R_{\text{کل}} = r_1 + r_2 + R_{\max} \Rightarrow R_{\text{کل}} = 2 + R_{\max}$$

$$\Rightarrow I_{\min} = \frac{6}{2 + R_{\max}}$$



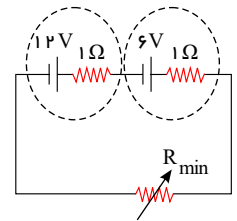
(۲) حداکثر مقدار شدت جریان: زمانی حداکثر مقدار ممکن شدت جریان را داریم که حداکثر اختلاف پتانسیل و حداقل مقدار مقاومت را داشته باشیم؛ بنابراین می توان نوشت:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\varepsilon_{\text{جک}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_{\text{جک}} = 12 + 6 = 18V$$

$$R_{\text{جک}} = r_1 + r_2 + R_{\text{min}} \Rightarrow R_{\text{جک}} = 2 + R_{\text{min}}$$

$$\Rightarrow I_{\text{max}} = \frac{18}{2 + R_{\text{min}}}$$



از طرفی حداکثر مقدار مقاومت رتوستا ۳ برابر حداقل مقدار آن است، پس:

$$R_{\text{max}} = 3R_{\text{min}}$$

$$\frac{I_{\text{max}}}{I_{\text{min}}} = 6 \Rightarrow \frac{\frac{18}{2 + R_{\text{min}}}}{\frac{18}{2 + 3R_{\text{min}}}} = 6 \Rightarrow R_{\text{min}} = 2\Omega \Rightarrow R_{\text{max}} = 3R_{\text{min}} = 6\Omega \Rightarrow R_{\text{max}} - R_{\text{min}} = 6 - 2 = 4\Omega$$

۷۶ گزینه ۴ ابتدا با توجه به جریان مدار، نیروی محرکه باتری را محاسبه می‌کنیم:

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

حال با توجه به تعریف نیروی محرکه باتری، مقدار باری را که باتری می‌تواند به‌ازای انجام مقدار معینی کار در مدار به حرکت دربیانورد، حساب می‌کنیم:

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

۷۷ گزینه ۳ با فرسوده شدن باتری، نیروی محرکه ثابت می‌ماند اما مقاومت داخلی آن افزایش می‌یابد و لذا طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، منحنی باتری فرسوده دارای شیب منفی‌تری 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.

۷۸ گزینه ۱ می‌دانیم جریان الکتریکی از شاخه شامل ولت‌سنج عبور نمی‌کند. بنابراین داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{5 + 6} = 2A$$

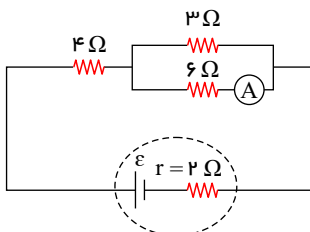
$$V = \varepsilon - Ir = 12 - 2(6) = 0$$

۷۹ گزینه ۳ آمپرسنج ایده‌آل در هر شاخه، جریان عبوری از آن شاخه را نشان می‌دهد. دو مقاومت ۱ اهمی و ۴ اهمی با هم موازی‌اند، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است. با استفاده

از قانون اهم داریم:

$$V_{1\Omega} = V_{4\Omega} \Rightarrow I_1 R_1 = I_4 R_4 \Rightarrow \frac{I_1}{I_4} = \frac{R_4}{R_1} = \frac{4}{1} \Rightarrow \frac{I_1}{I_4} = 4$$

۸۰ گزینه ۴ اگر کلید باز باشد، مدار به‌صورت زیر ساده می‌شود:



ابتدا مقاومت معادل را حساب می‌کنیم.

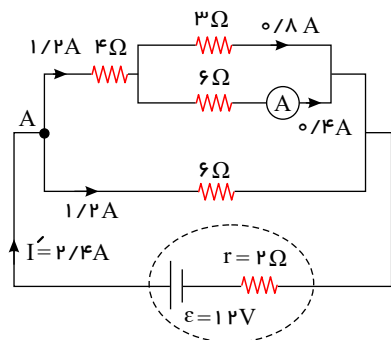
$$R_1 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega, R_{eq} = 4 + 2 = 6\Omega$$

اگر از مقاومت ۶ اهمی جریان $0.5A$ عبور کند با توجه به موازی بودن دو مقاومت ۳ اهمی و ۶ اهمی، از مقاومت ۳ اهمی جریان دو برابر یعنی $1A$ عبور می‌کند. مجموع جریان عبوری از این دو

مقاومت جریان عبوری از کل مدار است که برابر با $1.5A$ خواهد بود، بنابراین:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 1.5 = \frac{\varepsilon}{6 + 2} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

اگر کلید را ببندیم مدار به صورت زیر ساده می شود.



ابتدا مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم.

$$R_1 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega, R_r = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$R'_{eq} = \frac{\mathfrak{f} \times \mathfrak{f}}{\mathfrak{f} + \mathfrak{f}} = \mathfrak{r}\Omega \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{1\mathfrak{z}}{\mathfrak{r} + \mathfrak{z}} = \mathfrak{z}/\mathfrak{r}A$$

حال با توجه به موازی یا متوالی بودن مقاومت‌ها، مطابق شکل جریان عبوری از مقاومت‌ها را حساب می‌کنیم که در این حالت آمپرسنج عدد $4A$ را نشان می‌دهد، در نتیجه:

$$\Delta I = 0,4 - 0,5 = -0,1 A$$

۸۱ گزینه ۱ با حرکت لغزنده به طرف راست، مقاومت رئوستا کاهش و جریان مدار (عدد آمپرسنج) افزایش می‌یابد. طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، با افزایش I ، مقدار V (عدد ولت‌سنج) کاهش می‌یابد.

۸۲. گزینه ۳ چون ولت‌سنج ایده‌آل که به‌صورت متوالی در مدار قرار گرفته است دارای مقاومت بی‌نهایت است، پس هیچ جریانی در مدار برقرار نیست و عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر با نیروی محرکه الکتریکی مولد است. پس ولت‌سنج ایده‌آل عدد $18V$ و آمپر سنج ایده‌آل عدد صفر را نشان می‌دهد.

۸۳ گزینه ۱ با توجه به این که مقاومت‌های یک اهمی با یکدیگر موازی هستند، جریان عبوری از آن‌ها یکسان و برابر با I است. بنابراین طبق قاعدهٔ انشعاب، جریان عبوری از مقاومت R برابر با $2I$ خواهد شد. با توجه به این که توان مصرفی همهٔ مقاومت‌ها یکسان است، داریم:

$$P_{1\Omega} = P_R \Rightarrow 1 \times I^r = R \times (rI)^r \Rightarrow R = \frac{1}{r}\Omega$$

۸۴ گزینه ۴

توان الکتریکی از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ به دست می‌آید. کم‌ترین توان مربوط به حالتی است که R بیشترین مقدار ممکن یعنی 968Ω را دارد.

$$P_{min} = \frac{V^r}{R_{max}} = \frac{(220)^r}{968} = 50W$$

بیشترین توان مربوط به حالتی است که R کمترین مقدار را دارد. این در حالتی است که هر دو کلید بسته باشند. چون در به هم بستن موازی مقاومت‌ها، مقاومت معادل کوچکتر از هر یک از مقاومت‌هاست.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{242} + \frac{1}{968} = \frac{5}{968} \Rightarrow R_{min} = 193,6 \Omega$$

$$P_{max} = \frac{V^2}{R_{min}} = \frac{(220)^2}{193,6} = 250 W$$

۱۵۵ گزینه ۳

ولت‌سنج ایده‌آل اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 را نشان می‌دهد. بنابراین $V_p = 12V$. از طرفی با توجه به این‌که مقاومت‌های R_1 و R_p متوالی هستند، بنابراین جریان عبوری از آن‌ها یکسان است. چون توان مصرفی در مقاومت R_1 نصف توان مصرفی در مقاومت R_p است، می‌توان نوشت:

$$P = IV \Rightarrow \frac{P_r}{P_l} = \frac{I_r}{I_l} \times \frac{V_r}{V_l}$$

$$r = 1 \times \frac{V_r}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{1}{r} V_r = \frac{1}{2} \times 12 \Rightarrow V_1 = 6V$$

در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V = V_1 + V_2 = 6 + 12 = 18V$$

چون آمپرسنج در شاخه اصلی مدار قرار دارد، جریان اصلی مدار را نشان می‌دهد و بنابراین توان مصرفی مقاومت‌های خارجی مدار برابر است با:

$$P_T = VI = 1\text{ A} \times 1\text{ V} \Rightarrow P_T = 1\text{ W}$$

۸۶ گزینه ۳ به کمک رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ داریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{\frac{V_r^2}{R}}{\frac{V_1^2}{R}} \right) \left(\frac{V_r}{V_1} \right)^2 \xrightarrow{V_r = 50V, V_1 = 100V} \frac{P_r}{200} = \left(\frac{50}{100} \right)^2 \Rightarrow P_r = \frac{200}{4} = 50W$$

درصد تغییرات توان لامپ برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات توان لامپ} = \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = \frac{P_r - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{-150}{200} \times 100 = -75\%$$

۸۷ گزینه ۲

$$V = \varepsilon \Rightarrow \text{کلید باز}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V = \varepsilon - rI \rightarrow 10 = 12 - rI \Rightarrow rI = 2 \\ V = RI \rightarrow RI = 10 \end{cases}$$

$$\frac{RI^2}{rI^2} = \frac{RI}{rI} = \frac{10}{2} = 5$$

۸۸ گزینه ۲

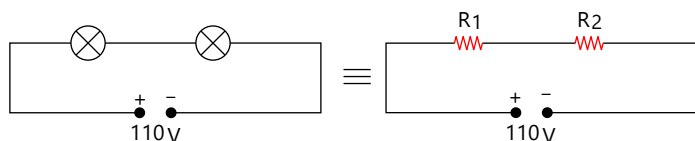
با نصف شدن ولتاژ دو سر لامپ (نسبت به ولتاژ اسمی)، توان مصرفی اش، $\frac{1}{4}$ توان اسمی اش می شود، یعنی:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R_1 = R_r} \frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{110}{220} \right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow P_r = \frac{1}{4} P_1 \xrightarrow{P_1 = 200W} P_r = \frac{1}{4} \times 200 = 50W = 0.5kW$$

$$U = P \times t \Rightarrow U = 0.5 \times (4 \times 30) = 6kW$$

تومان ۳۰۰ = ریال ۳۰۰۰ = ۶ × ۵۰۰ : هزینه های مصرفی

۸۹ گزینه ۳



$$R_1 = \frac{110^2}{120} \text{ و } R_r = \frac{110^2}{80} \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_r = 110^2 \left(\frac{1}{120} + \frac{1}{80} \right) = 110^2 \left(\frac{200}{80 \times 120} \right)$$

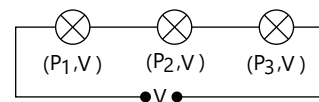
$$P_T = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{110^2}{110^2 \left(\frac{200}{80 \times 120} \right)} = \frac{80 \times 120}{200} = \frac{96}{2} = 48W$$

$$U = P_T \times \Delta t = 48W \times 20h = 0.48 \times 20 (kW \cdot h) = 0.96 (kW \cdot h)$$

روش دوم: در اتصال متوالی دو لامپ، هرگاه ولتاژ اسمی هر لامپ با ولتاژ کل برابر باشد، توان مصرفی برابر است با:

$$\Rightarrow \frac{1}{P_T} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_r} \Rightarrow \frac{1}{P_T} = \frac{1}{120} + \frac{1}{80} \Rightarrow P_T = 48W = 0.48kW$$

$$\Rightarrow U = P_T t = 0.48kW \times 20h = 0.96kW \cdot h$$



۹۰ گزینه ۱

گام اول: مقاومت الکتریکی لامپ ها:

$$L_1 : R_1 = \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{110^2}{60}$$

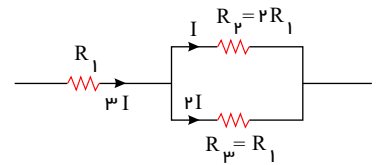
$$L_r : R_r = \frac{V_r^2}{P_r} = \frac{220^2}{120} = \frac{(2 \times 110)^2}{2 \times 60} = 2 \left(\frac{110^2}{60} \right) = 2R_1$$

$$L_r : R_r = \frac{110^2}{60} = R_1$$

گام دوم: اگر جریان عبوری از مقاومت R_1 را $3I$ فرض کنیم،

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\frac{P_{R_1}}{P_{R_2}} = \frac{\cancel{R_1} I_1^2}{\cancel{R_2} I_2^2} = \frac{(3I)^2}{(2I)^2} = \frac{9}{4}$$



۹۱ گزینه ۱ ابتدا توان مصرفی لامپ را می‌یابیم.

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R=\text{ثابت}} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{P_2}{100} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \rightarrow P_2 = 25W = 25 \times 10^{-3} kW$$

حال برای تعیین انرژی الکتریکی مصرفی برحسب کیلو وات ساعت داریم:

$$U = P \cdot t = 25 \times 10^{-3} \times \frac{900}{60} \Rightarrow U = 0.375 kWh$$

۹۲ گزینه ۱ در ابتدا انرژی الکتریکی مصرفی لامپ را در این دوره ۳۰ روزه محاسبه می‌کنیم. برای محاسبه برحسب kWh باید توان برحسب kW و زمان برحسب h باشد، یعنی:

$$U = P \cdot t = \frac{100}{1000} \times 30 \times 6 \rightarrow U = 1.8 kWh$$

حال این ۱.۸ kWh شامل یک ۱۰ kWh اولیه و یک ۸ kWh بعدی است، بنابراین با توجه به صورت سؤال، پول برق مصرفی‌اش به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{پول برق مصرفی برحسب ریال} = 10x + 8y$$

۹۳ گزینه ۱ با توجه به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و ثابت ماندن R داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{60} = \left(\frac{55}{110}\right)^2 \Rightarrow P_2 = 15W$$

پس:

$$\text{درصد تغییرات} : \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{15 - 60}{60} \times 100 = \frac{-45}{60} \times 100 = -75\%$$

پس توان مصرفی ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

۹۴ گزینه ۲ با توجه به اینکه مقاومت الکتریکی R ثابت است، با تغییر ولتاژ دو سر لامپ، توان مصرفی‌اش به صورت زیر بررسی می‌شود.

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R=\text{ثابت}} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow[V_2=55V]{V_1=220V} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{55}{220}\right)^2 = \frac{1}{16} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = -\frac{15}{16} \times 100 \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} = -93.75\%$$

یعنی توان مصرفی، ۹۳٫۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

۹۵ گزینه ۱ در محاسبه انرژی مصرفی در دو ماه، توان را برحسب کیلووات و زمان را برحسب ساعت می‌نویسیم:

$$U = P \cdot t = (20 \times 10^{-3} kW) \times (2h \times 2 \times 30) = 2.4 kWh$$

$$\text{ریال} = 2.4 \times 1000 = 2400 \text{ قیمت}$$

۹۶ گزینه ۴ با فرض اینکه مقاومت الکتریکی لامپ تغییر نکند:

$$\left. \begin{array}{l} P' = \frac{V'^2}{R} \\ P = \frac{V^2}{R} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{P'}{P} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2 \rightarrow \frac{P'}{200} = \left(\frac{165}{220}\right)^2 \rightarrow P' = 200 \times \frac{9}{16} = \frac{1800}{16} \rightarrow P' = 112.5(W)$$

۹۷ گزینه ۲ در ابتدا مقاومت الکتریکی هر یک از لامپ‌ها را محاسبه می‌کنیم. سپس مقاومت معادل و در آخر توان مصرفی مدار را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{200^2}{100} = 400 \Omega \\ R_2 = \frac{200^2}{200} = 200 \Omega \end{array} \right.$$

$$R_1 \text{ و } R_2 \text{ متوالی} \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 = 600 \Omega$$

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{120^2}{600} = \frac{14400}{600} \Rightarrow P = 24W$$

۹۸ گزینه ۳ توان هر دو یکسان، همچنین زمان نیز برای هر دو یکسان است، پس:

$$U_A = P_A t_A$$

$$U_B = P_B t_B$$

چون $t_A = t_B$ و $P_A = P_B$ پس:

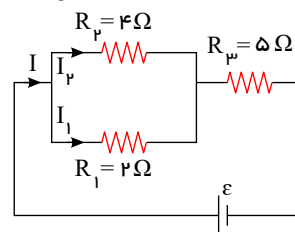
فیزیک یازدهم فصل دو

$$\frac{P_A = P_B}{t_A = t_B} \rightarrow U_A = U_B$$

پس گرمای ایجاد شده در هر دو اتوی A و B یکسان است.

۹۹ گزینه ۱ با توجه به توان مصرفی مقاومت ۲ اهمی، جریان عبوری از این مقاومت را می‌یابیم. داریم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow 8 = 2 I_1^2 \Rightarrow I_1 = 2A$$



دو مقاومت R_1 و R_2 موازی هستند، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است. داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 2 \times 2 = 4 I_2 \Rightarrow I_2 = 1A$$

از طرفی طبق قاعدهٔ انشعاب می‌توان نوشت:

$$I = I_1 + I_2 = 2 + 1 \Rightarrow I = 3A$$

بنابراین انرژی مصرفی در مقاومت $R_3 = 5\Omega$ در مدت $30s$ برابر است با:

$$U_3 = R_3 I^2 t = 5 \times 3^2 \times 30 \Rightarrow U_3 = 1350J$$

۱۰۰ گزینه ۳ از آن‌جایی که ساختمان لامپ (مقاومت) تغییری نکرده در هر ۲ حالت مقاومت لامپ ثابت است.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{60} = \left(\frac{55}{220}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{60} = \frac{1}{16} \Rightarrow P_2 = \frac{60}{16}W$$

$$U = P \cdot t \Rightarrow U = \frac{60}{16} \times 60 = 225J$$

۱۰۱ گزینه ۴

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{5 + 1} = 2A$$

$$U = RI^2 t = 5 \times 2^2 \times 84 = 1680J$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1680 = 0.1 \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 4^\circ C$$

۱۰۲ گزینه ۲

توان خروجی باتری برابر است با:

$$P = \varepsilon I - rI^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{r+R}} P = \varepsilon \left(\frac{\varepsilon}{r+R}\right) - r \left(\frac{\varepsilon}{r+R}\right)^2 \Rightarrow P = R \frac{\varepsilon^2}{(r+R)^2}$$

توان خروجی باتری ۵۰ درصد (یعنی نصف مقدار اولیه) افزایش یافته و در نتیجه $1/5$ برابر مقدار اولیه می‌شود. با مقایسهٔ توان در دو حالت داریم:

$$P = R \frac{\varepsilon^2}{(r+R)^2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2 \frac{\varepsilon^2}{(r+R_2)^2}}{R_1 \frac{\varepsilon^2}{(r+R_1)^2}} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2 (r+R_1)^2}{R_1 (r+R_2)^2} \Rightarrow 1/5 = \frac{R_2 (2+8)^2}{8 (2+R_2)^2} \Rightarrow \frac{3}{25} = \frac{R_2}{(2+R_2)^2} \Rightarrow 3(R_2^2 + 4R_2 + 4) = 25R_2$$

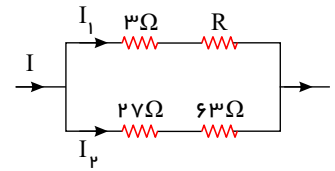
$$\Rightarrow 3R_2^2 - 13R_2 + 12 = 0 \rightarrow (3R_2 - 4)(R_2 - 3) = 0 \Rightarrow R_2 = 3\Omega, R_2 = \frac{4}{3}\Omega$$

در سؤال، حداقل مقدار تغییر مقاومت خواسته شده، بنابراین مقاومت از ۸ اهم به ۳ اهم باید تغییر کند، یعنی ۵ اهم کاهش یابد.

۱۰۳ گزینه ۳ چون توان گرمایی مقاومت‌های ۲۷ اهمی و ۳ اهمی با هم برابر است، با استفاده از رابطهٔ $P = RI^2$ ، نسبت جریان این دو مقاومت را که همان جریان شاخه‌های (۱) و (۲) است، به دست می‌آوریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$P_{R\Omega} = P_{RV\Omega} \xrightarrow{P=RI^2} 3I_1^2 = 27I_V^2 \Rightarrow I_1^2 = 9I_V^2 \Rightarrow I_1 = 3I_V$$



چون شاخه‌های (۱) و (۲) با هم موازی‌اند، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است. بنابراین با محاسبه مقاومت معادل هر یک از شاخه‌ها و استفاده از رابطه $V = RI$ ، مقاومت R را می‌یابیم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \xrightarrow{R_2=27+63=90\Omega} (3+R) \times 3I_2 = 90I_2 \Rightarrow 3+R=30 \Rightarrow R=27\Omega$$

۱۰۴ گزینه ۲ قبل از بستن کلید k :

$$V = \varepsilon - rI = 6 - 0 \times I = 6V$$

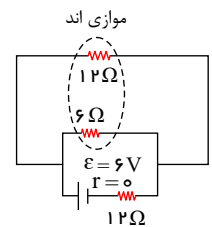
$$R_{eq} = 12 + 12 = 24\Omega$$

$$\Rightarrow P_{\text{مصرفی}} = \frac{V^2}{R_{eq}} \Rightarrow P = \frac{(6)^2}{24} = \frac{3}{2} W$$

بعد از بستن کلید k ، مقاومت ۶ و ۱۲ اهمی با هم موازی می‌شوند و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت ۱۲ اهمی (مقاومت متوالی با باتری) متوالی است:

$$R'_{eq} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} + 12 = 16\Omega$$

$$P'_{\text{مصرفی}} = \frac{\varepsilon^2}{R'_{eq}} = \frac{(6)^2}{16} = \frac{9}{4} W$$



محاسبه درصد تغییرات:

$$\text{درصد تغییرات توان مصرفی} = \frac{P' - P}{P} \times 100 = \frac{\frac{9}{4} - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2}} \times 100 = 50\%$$

بنابراین توان مفید ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.

۱۰۵ گزینه ۳ اعداد نوشته شده بر روی هر وسیله برقی، بیانگر ولتاژ اسمی ($240V$) و توان اسمی ($3600W$) است. اگر وسیله به اختلاف پتانسیل کمتر از ولتاژ اسمی متصل شود، توان وسیله نیز کاهش می‌یابد. زیرا:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R \text{ ثابت}} \frac{P'}{P} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2 \Rightarrow \frac{P'}{3600} = \left(\frac{160}{240}\right)^2$$

$$\frac{P'}{3600} = \frac{4}{9} \Rightarrow P' = 1600W = 1.6KW$$

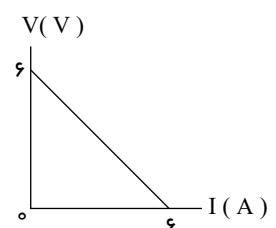
اکنون انرژی مصرف شده برابر است با:

$$U' = P' \cdot t = 1.6 \times \frac{600}{60} = 16kWh$$

دقت کنید برای محاسبه انرژی بر حسب kWh ، باید توان را بر حسب kW و زمان را بر حسب ساعت (h) جایگذاری کرد.

۱۰۶ گزینه ۴ می‌دانیم بیشینه توان خروجی مولد از رابطه $P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ به دست می‌آید. به همین منظور به کمک نمودار و رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، نیروی محرکه مولد و مقاومت درونی آن را می‌یابیم، داریم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} I = 0 \Rightarrow 6 = \varepsilon - r \times 0 \Rightarrow \varepsilon = 6V \\ I = 6A \Rightarrow 0 = 6 - r \times 6 \Rightarrow r = 1V \end{cases}$$

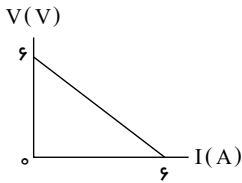


بنابراین بیشینه توان خروجی مولد برابر است با:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{36}{4 \times 1} \Rightarrow P_{\max} = 9W$$

۱۰۷ گزینه ۴



می‌دانیم بیشینه توان خروجی مولد از رابطه $P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ به دست می‌آید.

بنابراین کافی است ε و r را داشته باشیم.

به همین منظور به کمک نمودار و رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، نیروی محرکه مولد و مقاومت درونی آن را می‌یابیم.

با توجه به نمودار به ازای $I = 0$ ، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر $V = 6V$ و به ازای $I = 6A$ برابر $V = 0$ است.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} I = 0 \Rightarrow 6 = \varepsilon - r \times 0 \Rightarrow \varepsilon = 6V \\ I = 6A \Rightarrow 0 = 6 - r \times 6 \Rightarrow r = 1\Omega \end{cases}$$

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{36}{4 \times 1} \Rightarrow P_{\max} = 9W$$

بیشینه توان خروجی مولد را حساب می‌کنیم:

۱۰۸ گزینه ۴

$$P = \varepsilon I - Ir^2 \Rightarrow \varepsilon(1) - 2(1)^2 = \varepsilon(5) - 2(5)^2 \Rightarrow 4\varepsilon = 48 \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

۱۰۹ گزینه ۲

$$V = \varepsilon - rI \begin{cases} V = 4V, I = 2A \Rightarrow 4 = \varepsilon - 2r \\ V = 2V, I = 4A \Rightarrow 2 = \varepsilon - 4r \end{cases}$$

از حل دو معادله بالا داریم:

$$\varepsilon = 12V, r = 2,5\Omega$$

بیشینه توان مصرفی مقاومت زمانی است که مقاومت داخلی با مقاومت معادل خارجی مدار با یکدیگر برابر باشند. با توجه به رابطه توان داریم:

$$R_{eq} = r = 2,5\Omega, P_{\max} = R_{eq}I^2 \xrightarrow[\varepsilon=12V]{I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}} P_{\max} = 2,5 \times \left(\frac{12}{5}\right)^2 = 14,4W$$

نکته: بیشینه توان مصرفی یا مفید یک مولد از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{12^2}{4 \times 2,5} = 14,4W$$

۱۱۰ گزینه ۲ با بستن کلید، مقاومت معادل مدار کاهش یافته و جریان کل مدار و ولتاژ دو سر مقاومت 2Ω افزایش می‌یابد، پس ولتاژ دو سر مقاومت R_1 کاهش یافته است. لذا طبق رابطه

$$P = \frac{V^2}{R}, \text{ توان مصرفی این مقاومت نیز کاهش پیدا خواهد کرد.}$$

۱۱۱ گزینه ۱ ابتدا مقاومت معادل را می‌یابیم. سه مقاومت 9Ω موازی که در واقع اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شوند، بنابراین داریم:

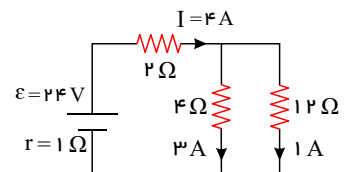
$$R_{eq} = 2 + \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{5 + 1} = 4A$$

$$P_{\text{خروجی}} = (\varepsilon - rI)I \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = (24 - 1 \times 4) \times 4 = 80W$$

$$P_{R=4\Omega} = RI^2 = 4 \times 4^2 = 64W$$

$$\frac{R_{R=4\Omega}}{P_{\text{خروجی}}} = \frac{36}{80} = 0,45$$



۱۱۲ گزینه ۳ در هر مرحله، مقاومت معادل و جریان مدار و پس از آن توان را محاسبه می‌کنیم.

در ابتدا داریم:

$$R_{r_i} = 1\Omega \rightarrow R_{eq} = R_L + R_{r_i} = 1 + 1 = 2\Omega, I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2 + 1} = \frac{12}{3} = 4A$$

$$P_{r_i} = R_{r_i}I^2 = 1 \times (4)^2 = 16W$$

$$P_{\text{خروجی مولد}} = R_{eq}I^2 = 2 \times (4)^2 = 32(W)$$

و در حالت دوم داریم:

$$R_{r_f} = 7\Omega \rightarrow R'_{eq} = 1 + 7 = 8\Omega, I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{12}{8 + 1} = \frac{12}{9} = 1(A)$$

$$P'_{r_f} = R_{r_f}I'^2 = 7 \times (1)^2 = 7W$$

$$P'_{\text{خروجی مولد}} = R'_{eq}(I')^2 = 8 \times 1^2 = 8W \rightarrow \Delta P_r = 7 - 4 = 3W$$

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\Delta P = \text{خرجی مولد}$$

(دقت کنید که در هر مرحله، توان خروجی مولد را با استفاده از توان مصرفی مقاومت خارجی مدار محاسبه کرده ایم!!)

۱۱۳ گزینه ۱ نکته: بیشترین جریانی که یک باتری با نیروی محرکه ε و مقاومت درونی r می تواند تولید کند، به صورت $I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r}$ محاسبه می شود.

در ابتدا با توجه به معلوم بودن بیشترین جریان تولیدی توسط مولد، رابطه بین نیروی محرکه و مقاومت درونی آن را به دست می آوریم:

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r} \xrightarrow{I_{\max}=2.0A} 2.0 = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow \varepsilon = 2.0r$$

از طرفی با توجه به اینکه توان مفید (خروجی) مولد، همان توان مصرفی مقاومت خارجی مدار است، جریان تولیدی مولد را محاسبه می کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{P=18W, R=4.5\Omega} 18 = \frac{V^2}{4.5} \rightarrow V = 9V$$

حال نیروی محرکه مولد و مقاومت درونی آن را می یابیم:

$$V = \frac{R\varepsilon}{R+r} \rightarrow 9 = \frac{4.5(2.0r)}{4.5+r} \rightarrow r = 0.5\Omega \xrightarrow{I=2A} \text{افت پتانسیل} = rI = 0.5 \times 2 = 1A$$

۱۱۴ گزینه ۴ می دانیم که توان مولد زمانی بیشینه است که $R = r$ باشد، پس با توجه به نمودار $r = 2\Omega$ است.

$$\left. \begin{aligned} P &= RI^2 \\ I &= \frac{\varepsilon}{r+R} \end{aligned} \right\} P = \frac{\varepsilon^2 R}{(r+R)^2} \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{R_r}{R_1} \times \left(\frac{r+R_1}{r+R_r} \right)^2$$

$$\frac{P_r}{P_1} = \frac{r+4}{r-1} \times \left(\frac{r+r-1}{r+r+4} \right)^2 \xrightarrow{r=2\Omega} \frac{P_r}{P_1} = \frac{6}{1} \times \frac{3}{8} = \frac{9}{4}$$

۱۱۵ گزینه ۳ توان تلف شده در باتری از رابطه rI^2 محاسبه می شود:

$$rI_1^2 - rI_2^2 = -14 \Rightarrow r(9 - 16) = -14 \Rightarrow r = 2\Omega$$

$$I_1 = 4A \rightarrow P_1 = \varepsilon I_1 - rI_1^2 = 4\varepsilon - 2 \times 16$$

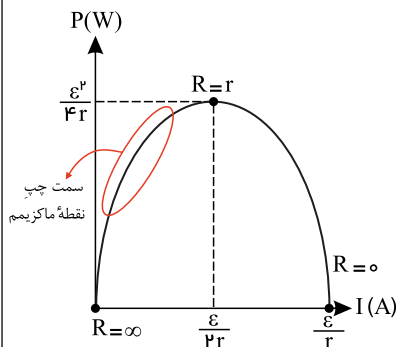
$$I_2 = 3A \rightarrow P_2 = \varepsilon I_2 - rI_2^2 = 3\varepsilon - 2 \times 9$$

$$P_2 - P_1 = 2W \Rightarrow 3\varepsilon - 18 - (4\varepsilon - 32) = 2 \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

۱۱۶ گزینه ۱

نمودار تابع $P = \varepsilon I - rI^2$ برحسب I مطابق شکل روبه رو است.

با توجه به نمودار درمی یابیم اگر $R > r$ باشد، در سمت چپ نقطه ماکزیمم قرار داریم و با افزایش R و کاهش I واضح است توان خروجی کاهش می یابد.



۱۱۷ گزینه ۲ با توجه به نمودار، مقاومت درونی مولد $r = 4\Omega$ است. از طرفی می دانیم که با توجه به نمودار،

$$R_1 R_2 = r^2 = 16 \Rightarrow \boxed{R_1 R_2 = 16} (*)$$

$$\left\{ \begin{aligned} R' &= 4 - R_1 \Rightarrow \boxed{R_1 = 4 - R'} (**) \\ R'' &= R_2 - 4 \Rightarrow \boxed{R_2 = 4 + R''} (***) \end{aligned} \right.$$

با توجه به رابطه های به دست آمده داریم:

$$(4 - R')(4 + R'') = 16 \Rightarrow 4(R'' - R') = R' R'' \Rightarrow \frac{1}{R'} - \frac{1}{R''} = \frac{1}{4} > 0 \Rightarrow R'' > R' \Rightarrow K = \frac{R''}{R'} > 1$$

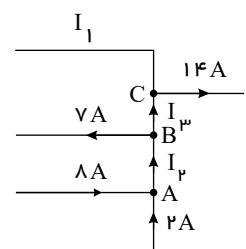
۱۱۸ گزینه ۲

طبق قاعده انشعاب می دانیم، مجموع جریان های ورودی به یک گره با مجموع جریان های خروجی برابر است:

$$A \text{ در گره: } 8 + 2 = I_2 \Rightarrow I_2 = 10A$$

$$B \text{ در گره: } 10 = 7 + I_2 \Rightarrow I_2 = 3A$$

$$C \text{ در گره: } 14 = 3 + I_1 \Rightarrow I_1 = 11A$$



۱۱ آمپر به سمت راست است.

۱۱۹ گزینه ۴ اگر مرحله به مرحله پیش برویم داریم:

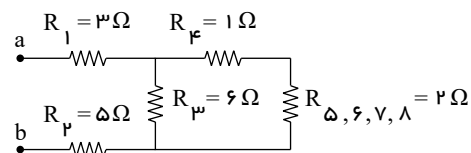
$$R_{V,A} = \frac{R_V \times R_A}{R_V + R_A} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$$

$$R_{V,A}, R_F = R_{V,A} + R_F = 2 + 1 = 3\Omega$$

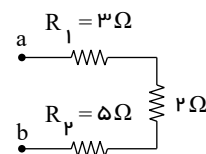
$$R_{F,V,A}, R_D = \frac{R_{F,V,A} \times R_D}{R_{F,V,A} + R_D} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

$$R_{D,F,V,A}, R_F = R' = 2 + 1 = 3\Omega$$

$$R_{V}, R' = \frac{R_V \times R'}{R_V + R'} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$$



$$\Rightarrow R_T = 3 + 2 + 5 = 10\Omega$$

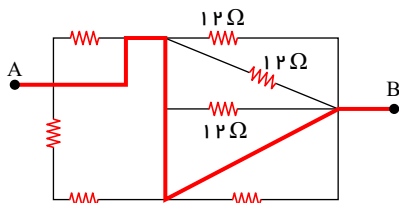


۱۲۰ گزینه ۱ قسمت اول: چون اختلاف پتانسیل دو سر مدار (که برابر اختلاف پتانسیل نقاط A و B است) ثابت می‌باشد، بهتر است برای محاسبه توان مصرفی مقاومت‌ها از رابطه $P = \frac{\Delta V^2}{R}$ استفاده نماییم. چون ثابت $\Delta V = V_{AB}$ بنابراین $P \propto \frac{1}{R}$ و در نتیجه بیشترین توان مربوط به کمترین مقاومت و کمترین توان مربوط به بیشترین مقاومت است.

$$\begin{cases} P_{min} = \frac{V_{AB}^2}{(R_{eq})_{max}} = \frac{V_{AB}^2}{2} \\ P_{max} = \frac{V_{AB}^2}{(R_{eq})_{min}} = \frac{V_{AB}^2}{1} \end{cases} \rightarrow \frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{\frac{V_{AB}^2}{1}}{\frac{V_{AB}^2}{2}} = 2 \rightarrow \frac{P_{max}}{P_{min}} = 2$$

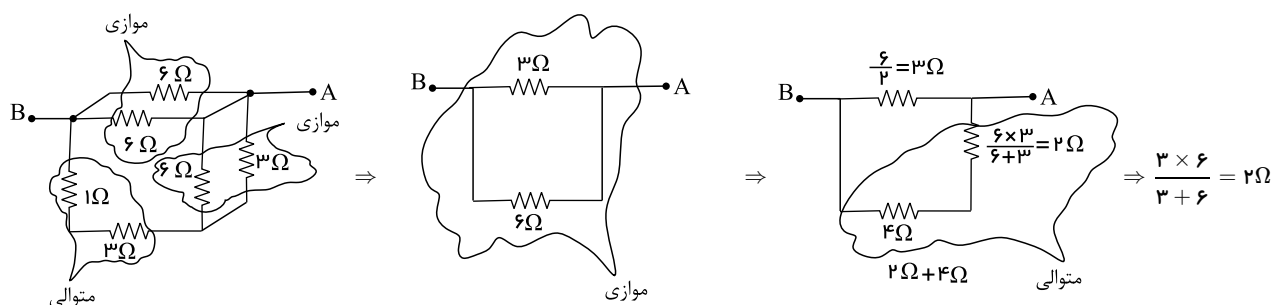
۱۲۱ گزینه ۱

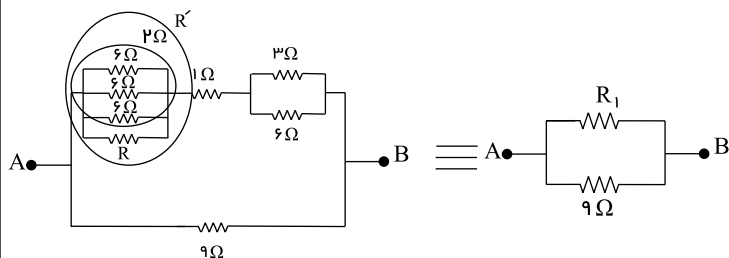
نقاط هم‌پتانسیل با A را مشخص کنیم. می‌بینیم که پتانسیل الکتریکی نقاط A و B با هم برابر است.



۱۲۲ گزینه ۱

با توجه به نوع اتصال مقاومتها، مرحله به مرحله، مدار را به صورت زیر ساده می‌کنیم:

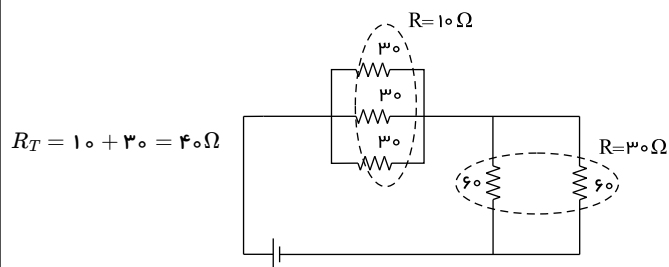




$$R' < 2\Omega \rightarrow R_1 < 2 + 1 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 5\Omega \rightarrow R_1 < 5\Omega$$

$$\begin{cases} R_{eq} < 5 \\ R_{eq} < 9 \end{cases} \text{ پس: هم کوچک تر است، پس: } R_{eq} < 5$$

۱۲۴ گزینه ۳ می دانیم مقاومت ولت سنج ایده آل برابر بی نهایت و مقاومت آمپرسنج ایده آل صفر است. لذا از مقاومت R_V جریانی عبور نمی کند و این شاخه از مدار حذف می شود. همچنین مقاومت R_1 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شود.



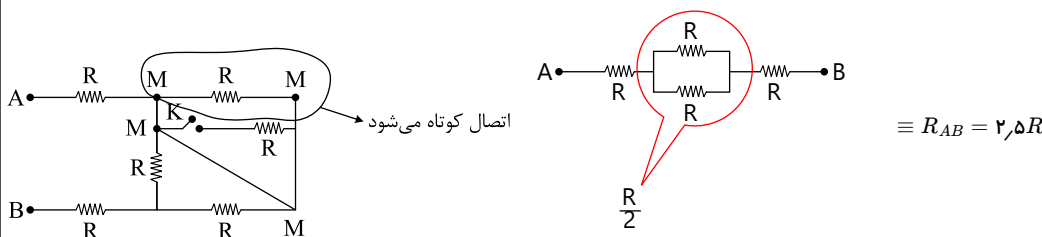
۱۲۵ گزینه ۲ در شکل الف دو مقاومت R_1 و R_2 سری هستند. ×

در شکل ب دو مقاومت R_1 و R_2 موازی هستند. ✓

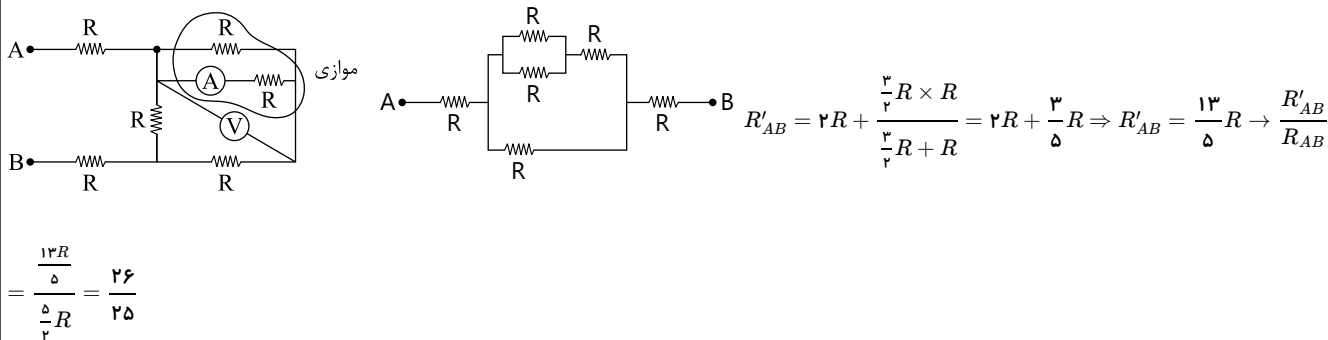
در شکل پ دو مقاومت R_1 و R_2 وقتی مقاومت R_3 موازی هستند. ✓

در شکل ت دو مقاومت R_1 و R_2 هیچ حالتی نسبت به هم ندارند. ×

۱۲۶ گزینه ۱ حالت اول: می دانیم که ولت سنج ایده آل همانند کلید باز عمل می کند. از طرفی آمپرسنج ایده آل همانند کلید بسته عمل می کند. بنابراین شکل مدار به صورت زیر است.



حالت دوم:



۱۲۷ گزینه ۳ در حالتی که کلید k باز است داریم:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{6r + r} \rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{7r}$$

با بستن کلید k مقاومت های R_1 و R_2 موازی می شوند و داریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{36r^2}{12r} = 3r$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_t + r} \rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{3r + r} \rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{4r}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{\varepsilon}{4r}}{\frac{\varepsilon}{12r}} = \frac{3}{4}$$

۱۲۸ گزینه ۴

هر سه مقاومت خارجی مدار با هم موازی‌اند. پس در ابتدا با توجه به معلوم بودن مقاومت معادل، مقاومت R_3 را محاسبه کرده، سپس ولتاژ دو سر مولد که همان ولتاژ دو سر مقاومت‌ها (کل مدار) است را یافته و در نهایت مقدار R_3 را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow 1 = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3} \rightarrow R_3 = 2\Omega$$

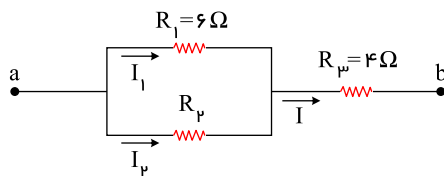
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \rightarrow I = \frac{12}{1+1} = 6A$$

$$V = \varepsilon - rI = 12 - (1 \times 6) = 6(V)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P_3 = \frac{V^2}{R_3} = \frac{(6)^2}{2} \rightarrow P_3 = 18(W)$$

۱۲۹ گزینه ۲

در ابتدا با توجه به رابطه توان مصرفی مقاومت‌های R_1 و R_3 :



رابطه بین جریان عبوری از آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$P_2 = \frac{3}{2}P_1 \rightarrow R_2 I_2^2 = \frac{3}{2}R_1 I_1^2 \rightarrow 4I_2^2 = \frac{3}{2} \times 6 \times I_1^2 \rightarrow 4I_2^2 = 9I_1^2 \rightarrow 2I_2 = 3I_1 \rightarrow I_2 = \frac{3}{2}I_1$$

$$\xrightarrow{I=I_1+I_2} I_1 + I_2 = \frac{3}{2}I_1 \rightarrow I_2 = \frac{1}{2}I_1$$

با توجه به این که مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی‌اند، نسبت جریان‌های آن‌ها با نسبت مقاومت‌های آن‌ها رابطه عکس دارد. پس داریم:

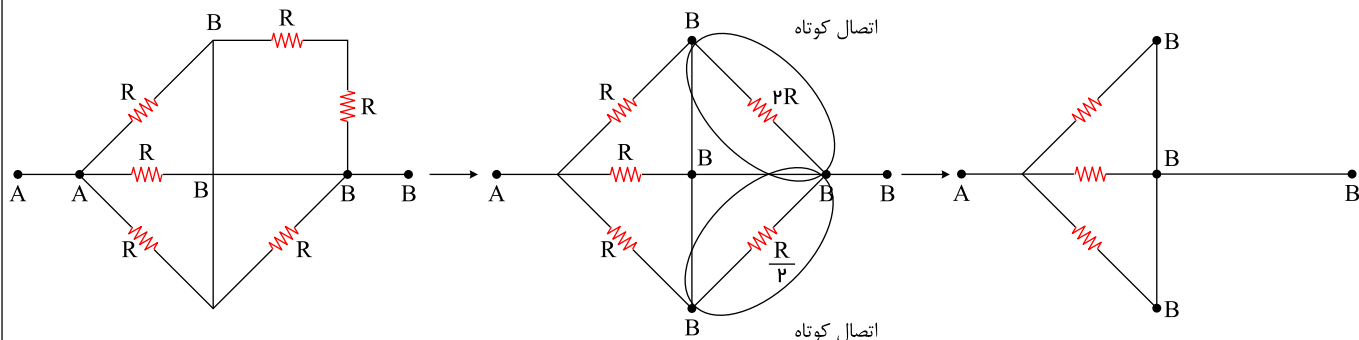
$$V_1 = V_2 \rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \frac{6}{R_2} = \frac{1}{2} \rightarrow R_2 = 12\Omega$$

حال می‌دانیم که مقاومت معادل دو مقاومت موازی R_1 و R_2 با مقاومت R_3 متوالی است، یعنی:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{6 \times 12}{18} + 4 \rightarrow R_{eq} = 8\Omega$$

۱۳۰ گزینه ۱

با توجه به شکل در این مدار فقط ۳ مقاومت موازی با هم هستند و بقیه مقاومت‌ها اتصال کوتاه شده‌اند بنابراین:



$$R_{eq} = \frac{1}{3}R$$

۱۳۱ گزینه ۱ در ابتدا مقاومت معادل و سپس جریان عبوری از آمپرسنج (که در اینجا جریان کل مدار را نشان می‌دهد) را محاسبه می‌کنیم. مقاومت متغیر و مقاومت 6Ω موازی هستند؛ بنابراین داریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$R_1 = 3\Omega \rightarrow R_{eq1} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega \xrightarrow{I = \frac{\epsilon}{R_{eq1} + r}} I_1 = \frac{11}{3.5} = 3.14A$$

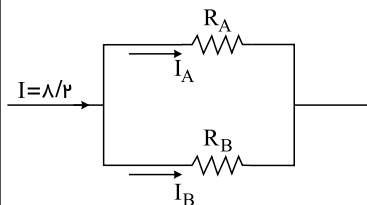
$$R_2 = 12\Omega \rightarrow R_{eq2} = \frac{6 \times 12}{18} = 4\Omega \xrightarrow{I = \frac{\epsilon}{R_{eq2} + r}} I_2 = \frac{11}{5.5} = 2A$$

$$|\Delta I| = |I_2 - I_1| = |2 - 3.14| \rightarrow |\Delta I| = 1.14A$$

۱۳۲ گزینه ۲ ابتدا رابطه بین مقاومت الکتریکی سیم‌ها را می‌یابیم. چون جرم و جنس مقاومت‌ها یکسان است، داریم:

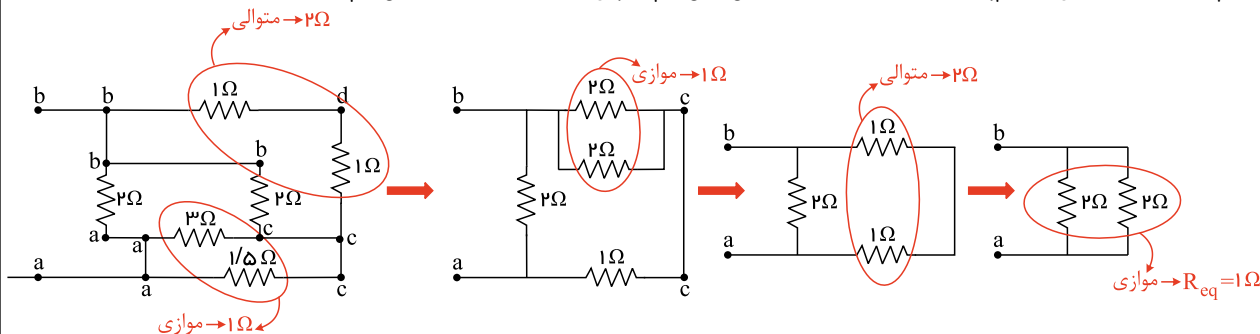
$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\text{جرم و جنس یکسان}} \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 \xrightarrow{d_A = 2d_B} \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

از طرفی برای دو مقاومت موازی A و B داریم:



$$V_A = V_B \rightarrow R_A I_A = R_B I_B \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{I_B}{I_A} \xrightarrow{\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{4}} \frac{I_B}{I_A} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{I_B + I_A}{I_A} = \frac{1 + 4}{4} \xrightarrow{I_B + I_A = \lambda/2} \frac{\lambda/2}{I_A} = \frac{5}{4} \rightarrow I_A = \lambda/10$$

۱۳۳ گزینه ۱ در ابتدا با نام‌گذاری گره‌ها و تعیین نقاط هم‌پتانسیل، مقاومت‌های موازی و متوالی را می‌یابیم و سپس مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم.



$$R_{eq} = 1\Omega$$

۱۳۴ گزینه ۱ در ابتدا با توجه به اینکه قطر سیم‌های A و B یکسان هستند، رابطه بین مقاومت الکتریکی آنها را محاسبه می‌کنیم:

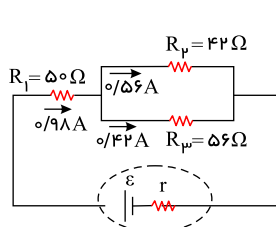
$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{A_A = A_B} \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \xrightarrow{\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{1}{3}, \frac{L_B}{L_A} = 4} \frac{R_B}{R_A} = \frac{1}{3} \times 4 \rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{4}{3}$$

با توجه به موازی بودن مقاومت‌ها و یکسان بودن ولتاژ دو سر آنها داریم:

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{R_B}{R_A} = \frac{4}{3}$$

۱۳۵ گزینه ۴ با توجه به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_2 و R_3 ، بدیهی است که این دو موازی نیستند (البته با توجه به تفاوت جریان عبوری از آنها، می‌توان دریافت که متوالی نیستند). بنابراین

مداری به‌صورت زیر را تشکیل داده‌اند.



	V(v)	I(A)	R(Ω)
R_1	49	0.98	50
R_2	23.52	0.56	42
R_3	23.52	0.42	56

$$I_2 = I_1 - I_3 = 1 - 0.44 \Rightarrow I_2 = 0.56A$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{49}{0.98} = 50\Omega$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{23.52}{0.56} = 42\Omega$$

$$R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{23.52}{0.42} = 56\Omega$$

و در آخر داریم:

$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 50 + \frac{42 \times 56}{98} \Rightarrow R_{eq} = 74\Omega$$

۱۳۶ گزینه ۲ می‌دانیم که در اتصال متوالی مقاومت‌ها، جریان عبوری از آنها یکسان است، پس رابطه‌ای به‌صورت زیر بین اختلاف پتانسیل دو سر آنها و مقاومت الکتریکی برقرار است.

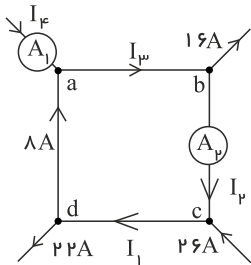
$$V = RI \xrightarrow{I: \text{ یکسان}} \frac{V_r}{V_1} = \frac{R_r}{R_1} \xrightarrow{R_r = 5\Omega, R_1 = 30\Omega} \frac{V_r}{V_1} = \frac{5}{3} \xrightarrow{V_r + V_1 = 160V} \begin{cases} V_r + V_1 = 160V \\ \frac{V_r}{V_1} = \frac{5}{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_r = 100V \\ V_1 = 60V \end{cases}$$

و در آخر داریم:

$$V_r - V_1 = 100 - 60 \Rightarrow V_r - V_1 = 40V$$

۱۳۷ گزینه ۳

قانون انشعاب را در گره‌های a, b, c, d می‌نویسیم:



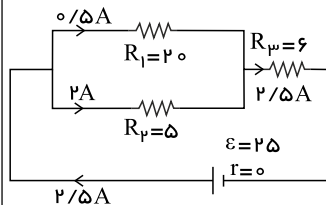
$$\begin{aligned} \text{d گره: } I_1 &= 18 + 22 = 30A \\ \text{c گره: } I_r + 26 &= I_1 = 30 \Rightarrow I_r = 4A \\ \text{b گره: } I_r &= 16 + I_r = 16 + 4 = 20A \\ \text{a گره: } I_f + 18 &= I_r \Rightarrow I_f = 20 - 18 = 12A \end{aligned}$$

جریان گذرنده از آمپرسنج (A_r) همان I_r و جریان گذرنده از آمپرسنج (A_f) همان I_f می‌باشد که نسبت آنها برابر است با:

$$\frac{I_f}{I_r} = \frac{12}{4} = 3$$

۱۳۸ گزینه ۳ در ابتدا مقاومت معادل و جریان کل مدار را محاسبه می‌کنیم. پس از آن جریان عبوری از هر شاخه را به دست می‌آوریم و در آخر توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها را یافته و باهم مقایسه می‌کنیم:

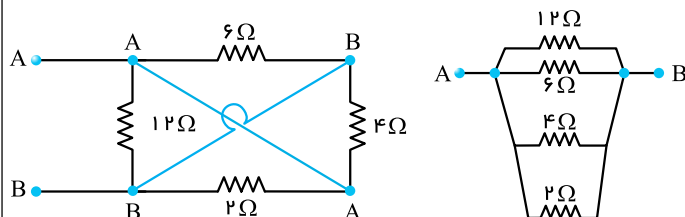
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{25}{10 + 0} = 2.5A$$



$$\begin{cases} R_1 = 4R_2 \Rightarrow I_1 = \frac{1}{4}I_2 \\ I_1 + I_2 = I_3 = 2.5A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 0.5A \\ I_2 = 2A \\ I_3 = 2.5A \end{cases}$$

$$P = RI^2 \Rightarrow \begin{cases} P_1 = 20 \times 0.5^2 = 5W \\ P_2 = 5 \times 2^2 = 20W \\ P_3 = 6 \times (2.5)^2 = 37.5W \Rightarrow P_{max} \end{cases}$$

۱۳۹ گزینه ۱ با روش نقطه گذاری می‌توان مدار داده‌شده را به صورت زیر ساده کرد:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1+2+3+6}{12} \rightarrow \frac{1}{R} = \frac{12}{12} = 1 \rightarrow R = 1(\Omega)$$

۱۴۰ گزینه ۳ ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر هر کدام از مقاومت‌ها و یا معادل آنها را نشان می‌دهد. پس در گام اول، با محاسبه مقاومت معادل 2.5Ω و 10Ω جریان آنها را به دست می‌آوریم.

$$R = \frac{2.5 \times 10}{2.5 + 10} = \frac{25}{12.5} = 2\Omega, \quad I = \frac{V}{R} = \frac{10}{2} = 5A$$

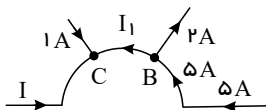
اگر این عدد را از جریان کل ورودی کم کنیم، جریان مقاومت R یعنی همان عدد آمپرسنج مشخص می‌شود.

$$I_R = 12 - 5 = 7A$$

۱۴۱ گزینه ۲ عبارتهای (الف) و (پ)، عبارتهایی صحیح هستند.

در لامپ‌هایی که به صورت متوالی به هم متصل شده‌اند، اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد سایر لامپ‌ها نیز خاموش می‌شوند. با حذف یک مقاومت از مجموعه مقاومت‌هایی که به صورت موازی به هم متصل شده‌اند، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد.

۱۴۲ گزینه ۴



چون ولت سنج ایده آل است، جریانی از آن عبور نمی کند، بنابراین $I' = 0$ است. از طرفی با توجه به قاعده انشعاب، مجموع جریان هایی که به هر نقطه انشعاب وارد می شود برابر با مجموع جریان هایی است که از آن نقطه انشعاب خارج می شود. در نتیجه اگر فرض کنیم جهت جریان I به سمت راست باشد، داریم:

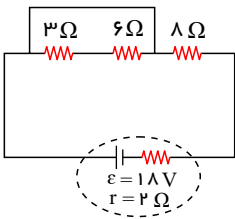
$$B \text{ در گره } B: \text{ قاعده انشعاب در گره } B: 5 = 2 + I_1 \Rightarrow I_1 = 3A$$

$$I_1 = 3A$$

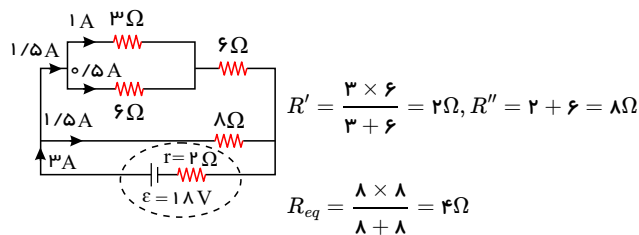
$$C \text{ در گره } C: \text{ قاعده انشعاب در گره } C: I_1 + 1 + I = 0 \longrightarrow I = -4A$$

چون مقدار جریان I منفی به دست آمد، جهت جریان I به سمت چپ است و مقدار آن برابر با $4A$ است.

۱۴۳ گزینه ۲



وقتی کلید k باز است، مدار به صورت روبه رو ساده می شود:
در این حالت دو سر مقاومت های 3Ω و 6Ω اهمی اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شوند و جریانی از آن ها عبور نمی کند، پس اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 3Ω اهمی برابر صفر است.



با بستن کلید مدار به شکل روبه رو ساده می شود:
ابتدا مقاومت معادل را محاسبه می کنیم:

$$R' = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega, R'' = 2 + 6 = 8\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{8 \times 8}{8 + 8} = 4\Omega$$

جریان عبوری از مدار در این حالت برابر است با:

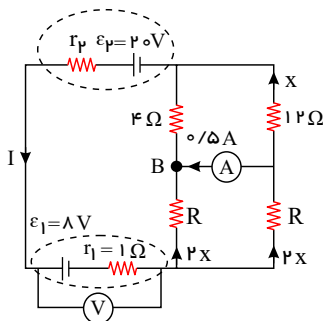
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{4 + 2} \Rightarrow I = 3A$$

جریان در شاخه های موازی به نسبت عکس مقاومت ها تقسیم می شود، بنابراین چون مقاومت معادل شاخه بالا با مقاومت شاخه پایین برابر است، جریان $3A$ بین شاخه بالا و پایین به نسبت مساوی تقسیم می شود. با تقسیم جریان بین دو مقاومت 3Ω و 6Ω ، جریان عبوری از مقاومت 3Ω برابر $1A$ خواهد شد. پس داریم:

$$V = RI = 3 \times 1 = 3V$$

$$\Delta V = 3 - 0 = 3V$$

۱۴۴ گزینه ۳



چون مقاومت های 4Ω و 2Ω اهمی موازی اند، پس اختلاف پتانسیل دو سرشان با هم برابر است. از طرفی در شاخه های موازی، جریان به نسبت عکس مقاومت ها تقسیم می شود، بنابراین اگر جریان عبوری از مقاومت 2Ω برابر x باشد. جریان $3x$ از مقاومت 4Ω عبور می کند، پس جریان کل مدار $I = 4x$ است.

از طرفی از هر کدام از مقاومت های R هم جریان $2x$ عبور می کند.

چون از آمپر سنج جریان $0.5A$ می گذرد، با نوشتن قاعده انشعاب در گره B داریم:

$$3x - 2x = 0.5 \Rightarrow x = 0.5A \Rightarrow I = 4x = 0.5 \times 4 = 2A$$

با توجه به این که $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ است. جهت جریان پادساعتگرد است. ولت سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد (۱) را نشان می دهد ولی چون جریان به قطب مثبت مولد (۱) وارد شده و از قطب منفی آن

خارج می‌شود، اندازهٔ اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر است با:

$$|\Delta V = \varepsilon_1 + I r_1| = 8 + 2 \times 2 = 10 \text{ V}$$

۱۴۵ گزینه ۴ ابتدا جریان عبوری از مقاومت ۳ اهمی را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n e}{\Delta t} = \frac{6 \times 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19}}{64} = 1.5 \text{ A}$$

از آنجایی که مقاومت ۴٫۵ اهمی با مقاومت ۳ اهمی موازی است، پس جریان آن برابر است با:

$$V_1 = V_r \Rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r \Rightarrow \frac{I_r}{I_1} = \frac{R_1}{R_r}$$

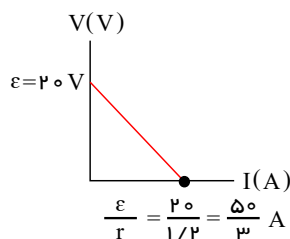
$$\frac{I_r}{1.5} = \frac{3}{4.5} \Rightarrow I_r 1.5 \Rightarrow I_{\text{جس}} = I_1 + I_r = 1 + 1.5 = 2.5 \text{ A}$$

برای محاسبهٔ ε و r خواهیم داشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 2.5 = \frac{\varepsilon}{(5 + \frac{3 \times 4.5}{3 + 4.5}) + r} \Rightarrow 2.5 = \frac{\varepsilon}{6.8 + r}$$

با توجه به گزینه‌ها، اگر $\varepsilon = 20 \text{ V}$ باشد، $r = 1.2 \Omega$ خواهد شد.

$$V = \varepsilon - r I \Rightarrow V = 20 - 1.2 I$$



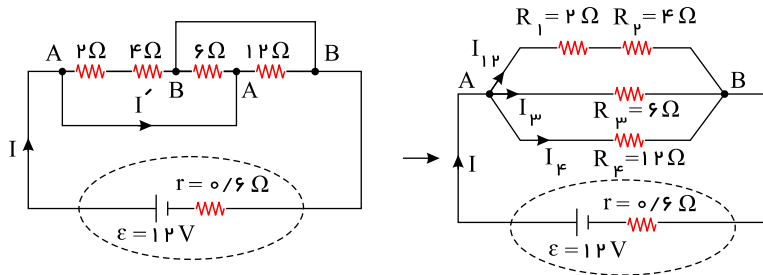
۱۴۶ گزینه ۱ آمپرسنج به صورت یک مقاومت ۳ اهمی با مقاومت R به صورت متوالی در مدار قرار گرفته است. می‌دانیم جریان عبوری از مقاومت‌های متوالی (سری) یکسان است، بنابراین داریم:

$$V = IR + IR_A$$

$$10 = 2R + 2 \times 3 \Rightarrow 2R = 4 \rightarrow R = 2 \Omega$$

۱۴۷ گزینه ۳

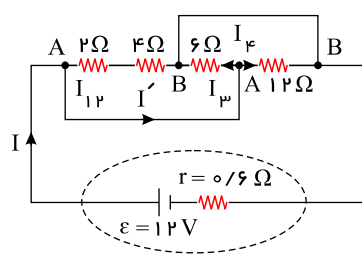
با نقطه گذاری شکل مدار را ساده‌تر می‌کنیم:



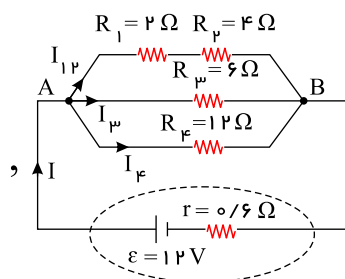
مقاومت معادل را محاسبه نموده و سپس جریان عبوری از مولد را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{12} = 6 \Omega \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_f} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+2+1}{12} = \frac{5}{12}$$

$$R_{eq} = \frac{12}{5} = 2.4 \Omega, I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2.4 + 0.6} = 4 \text{ A}$$



با توجه به شکل مدار I' برابر مجموع جریان‌های I_4 و I_6 است.



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

$$\left. \begin{aligned} I_{12} &= I_4 \\ \frac{I_6}{I_4} &= \frac{R_4}{R_6} = \frac{1}{2} \rightarrow I_4 = 2I_6 \end{aligned} \right\} \rightarrow I_{12} + I_4 + I_6 = 4A \rightarrow \frac{5}{2}I_6 = 4 \rightarrow I_6 = 1.6A$$

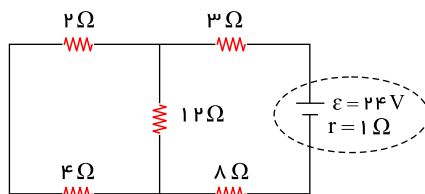
$$I_{12} = 1.6A, I_4 = 0.8A$$

با توجه به شکل جریان I' مجموع جریان‌های I_4 و I_6 است. بنابراین داریم:

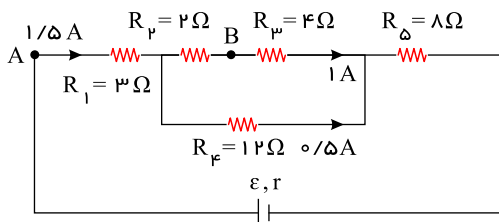
$$I' = 1.6A + 0.8A = 2.4A$$

۱۴۸ گزینه ۳

ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:



سیس مقاومت معادل و جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌ها را تعیین می‌کنیم:



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \times R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{6 \times 12}{18} = 4\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{16} = 1.5A$$

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را نشان می‌دهد.

جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

$$\frac{I_{23}}{I_4} = \frac{R_4}{R_{23}} \rightarrow \frac{I_{23}}{I_4} = \frac{12}{6} = 2 \rightarrow I_{23} = 2I_4$$

$$I_{23} + I_4 = 1.5A \rightarrow 3I_4 = 1.5A \rightarrow I_4 = 0.5A$$

$$I_{23} = 1A$$

بنابراین:

$$V = 1.5 \times 3 + 2 \times 1 = 6.5V$$

۱۴۹ گزینه ۲ می‌دانیم که اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 توان خروجی مولد یکسان باشد، داریم:

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

در ابتدا که کلید باز است، $R_1 = 9\Omega$ است و بعد از بستن کلید:

$$R_p = R_{eq} = \frac{9 \times 3}{9 + 3} = \frac{9}{4}\Omega$$

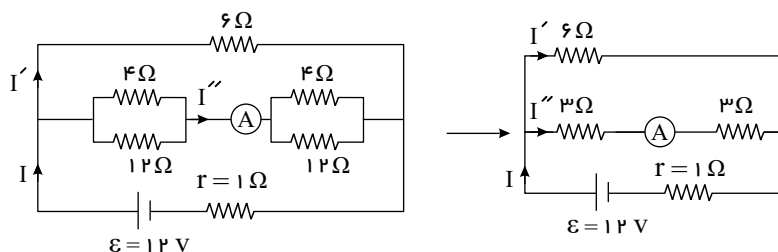
در نهایت داریم:

$$r = \sqrt{9 \times \frac{9}{4}} \Rightarrow r = 4.5\Omega$$

۱۵۰ گزینه ۳ با کاهش مقاومت متغیر R_1 ، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد و بنابراین طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان عبوری از مدار افزایش خواهد یافت و با افزایش جریان، اختلاف پتانسیل دو سر مولد $(V = \varepsilon - Ir)$ که برابر با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_p و R_3 است، کاهش می‌یابد ولی چون اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_p که برابر با $V_p = IR_p$ می‌باشد، افزایش یافته است، بنابراین اختلاف پتانسی دو سر مقاومت R_3 حتماً کاهش یافته است و در نتیجه طبق رابطه $V_3 = IR_3$ ، جریان عبوری از آن کم می‌شود و در نتیجه مقاومت R_3 و R_4 ، چون مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی R_3 و R_4 ثابت بودن مقاومت‌های R_3 و R_4 ، با افزایش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 ، کاهش یافته بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 نیز کاهش می‌یابد.

۱۵۱ گزینه ۱

$\Rightarrow$ مدار را ساده‌تر می‌کنیم (گام اول)



$$\text{گام ۲} \rightarrow \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{1 + 3} = \frac{12}{4} = 3A \\ R_{eq} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} I'' = \frac{I}{2} = 1.5A \\ I'' = I' = \frac{I}{2} \text{ چون مقاومت شاخه‌ها با هم برابر است} \end{cases}$$

۱۵۲ گزینه ۲

$$(الف) (گام اول) : \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{r + 4r} = \frac{\varepsilon}{5r} \\ R_{eq} = R_1 + R_p = 4r \end{cases} \rightarrow \begin{cases} P_{R_1} = R_1 I_1^2 = (4r) \left(\frac{\varepsilon}{5r}\right)^2 = \frac{4\varepsilon^2}{25r} \Rightarrow P_{R_1} = \frac{4\varepsilon^2}{25r} \\ I_1 = I_p = I \end{cases} (I)$$

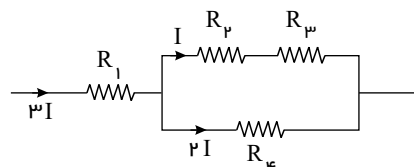
$$\text{گام ۲} \rightarrow (ب) : \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{r + r} = \frac{\varepsilon}{2r} \\ R_{eq} = \frac{R}{2} = \frac{4r}{2} = 2r \end{cases} \Rightarrow I_{R_p} = \frac{I}{2} = \frac{\varepsilon}{4r} \Rightarrow P_{R_p} = R_p (I_p)^2 \Rightarrow P_{R_p} = (4r) \left(\frac{\varepsilon}{4r}\right)^2 = \frac{\varepsilon^2}{4r} \Rightarrow P_{R_p} = \frac{\varepsilon^2}{4r} (II)$$

$$\text{گام ۳} \rightarrow \frac{P_{R_1}}{P_{R_p}} = \frac{\frac{4\varepsilon^2}{25r}}{\frac{\varepsilon^2}{4r}} = \frac{4}{25} = \frac{8}{25} = 0.32$$

۱۵۳ گزینه ۴ گام اول: اگر دو سر این مجموعه به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شود، بیشترین جریان از مقاومت R_1 عبور خواهد کرد. با توجه به رابطه $P = RI^2$ و این که مقاومت‌ها یکسان‌اند، بیشترین توان مصرفی در این مجموعه برای مقاومت R_1 است. بنابراین اگر این مقاومت حداکثر توان مصرفی را داشته باشد، توان مصرفی بقیه مقاومت‌ها کمتر از توان حداکثر خواهد بود و آسیب نمی‌بینند. ($R_1 = R_p = R_3 = R_4 = R$)

گام دوم: تقسیم جریان را به این شکل در نظر می‌گیریم. کمترین جریان را که مربوط به شاخه شامل R_p و R_3 است، I می‌نامیم:

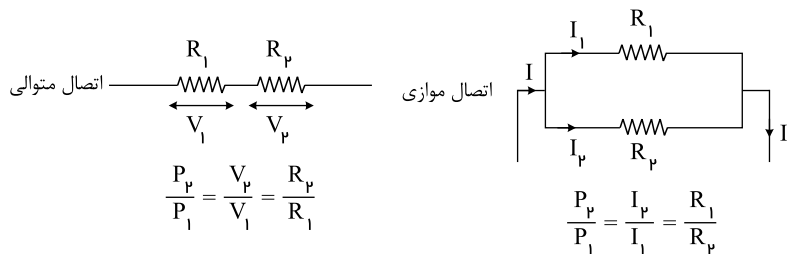
$$P - R_1 (3I)^2 = 9R_1 I^2 = 9RI^2 \rightarrow RI^2 = \frac{P}{9} \quad (*)$$



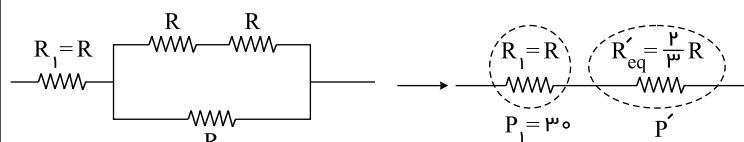
گام سوم: توان مصرفی کل برابر مجموع توان مصرفی آنهاست:

$$P_T = 30W = P_{R_1} + P_{R_p} + P_{R_w} + P_{R_f} = 9RI^2 + RI^2 + R(2I)^2 = 15RI^2 \xrightarrow{*} 30 = 15\left(\frac{P}{9}\right) = P = 18W$$

روش دوم: در اینگونه از سؤالها که به دنبال پیدا کردن بیشترین توان مصرفی مدار است، به گونه‌ای که هیچ یک آسیب نبینند، باید در قدم اول، مقاومتی که بیشترین توان مصرفی را دارد بیابیم. (در اینجا مقاومت $R + R_1$)، در قدم دوم، بقیه مدار را ساده می‌کنیم و مقاومت معادل آنها را می‌یابیم. (در اینجا $R'_{eq} = \frac{2}{3}R$). در نهایت با استفاده از ویژگی‌های اتصال‌های موازی یا متوالی، توان مصرفی R'_{eq} را پیدا کرده و توان مصرفی کل را بدست می‌آوریم.



در اینجا داریم:



$$\frac{P'}{P} = \frac{R'_{eq}}{R} \rightarrow \frac{P'}{30} = \frac{\frac{2}{3}R}{R} \rightarrow P' = \frac{2}{3}PW$$

و در نهایت:

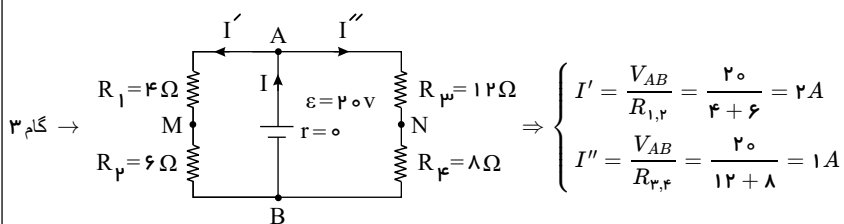
$$P_T = P + P' = P + \frac{2}{3}P \rightarrow P_T = \frac{5}{3}P \rightarrow 30 = \frac{5}{3}P \rightarrow P = 18W$$

۱۵۴ گزینه ۲

با توجه به موازی بودن شاخه‌ها، ولتاژ دو سر هر شاخه با ولتاژ دو سر مولد برابر است، یعنی:

$$(\text{گام اول}) \rightarrow \varepsilon - \mathcal{I}r = \varepsilon = 20V$$

$$2 \text{ گام} \rightarrow \text{اختلاف پتانسیل دو سر باتری} = 20V = V_{R_{1,r}} = V_{R_{3,f}}$$



$$(\text{گام چهارم}) \Rightarrow \text{یکی از مسیرهای چپ یا راست را انتخاب و از } M \text{ به } N \text{ یا از } N \text{ به } M \text{ می‌رسیم.} \Rightarrow M \curvearrowright N \Rightarrow V_M + \underbrace{R_1 I'}_{\text{۸}} - \underbrace{R_3 I''}_{\text{۱۲}} = V_N$$

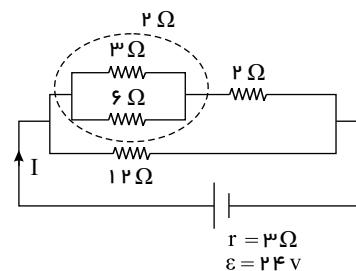
$$\Rightarrow V_M - 4 = V_N \Rightarrow V_N - V_M = -4V$$

۱۵۵ گزینه ۳ گام ۱: ساده شده مدار: [مقاومت 6Ω با 3Ω موازی است]

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\rightarrow R_{eq} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3\Omega$$

$$\rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24V}{3 + 3} \Rightarrow I = \frac{24}{6} = 4A$$

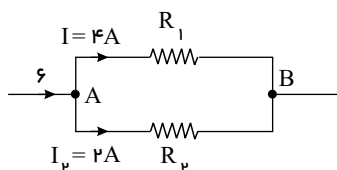


$$P = rI^2 = 3 \times 4^2 = 3 \times 16 = 48W$$

گزینه ۲: توان تلف شده در باتری:

$$\text{انرژی تلف شده} \rightarrow U = Pt = 48 \times 1.5 = 72J$$

۱۵۶ گزینه ۴ گام ۱: این حلقه و مقاومت‌های طرفین انشعاب‌های A و B را به این شکل در نظر می‌گیریم: می‌دانیم که جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها توزیع می‌شود.



$$\begin{cases} R_1 + R_p = 15\Omega (1) \\ V_1 = V_p \rightarrow R_1 I_1 = R_p I_p \rightarrow 4R_1 = 2R_p \rightarrow R_p = 2R_1 (2) \end{cases}$$

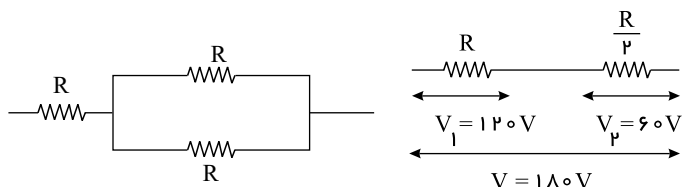
از طرفی جمع مقاومت‌ها:

$$\Rightarrow R_p = 5\Omega, R_1 = 10\Omega$$

گام ۲:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_p}{R_1 + R_p} = \frac{10 \times 5}{15} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}\Omega$$

۱۵۷ گزینه ۳ گام ۱: لامپ‌ها مشابه‌اند و مقاومت هر یک ثابت فرض شده است. مقاومت هر یک را R در نظر می‌گیریم، در اتصال متوالی، نسبت ولتاژهای دو سر مقاومت‌ها با نسبت مقاومت‌ها رابطه مستقیم دارد. یعنی:



گام ۲: با توجه به توان و ولتاژ اسمی هر لامپ:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{180^2}{60}$$

$$\rightarrow R = \frac{180 \times 180}{60} = 3 \times 180\Omega$$

گام ۳:

$$L_1 \text{ توان مصرفی } P = \frac{V^2}{R} = \frac{120^2}{3 \times 180} = \frac{\cancel{120}^2 \times \cancel{120}^2}{\cancel{1} \times \cancel{3}} = \frac{180}{3} \rightarrow P = \frac{180}{3}W$$

۱۵۸ گزینه ۴ اگر کلید k باز باشد مقاومت R_p در مدار قرار ندارد.

$$R_{1,2} = \frac{R \times R}{R + R} = \frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$

$$R_T = R_{1,2} + R_f = \frac{R}{2} + 2R = \frac{5R}{2}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{\frac{5R}{2}} = \frac{2\varepsilon}{5R} \Rightarrow V = RI \Rightarrow V = \frac{R}{2} \times \frac{2\varepsilon}{5R} = \frac{\varepsilon}{5}$$

اگر کلید k بسته شود، هر سه مقاومت R_1 و R_2 و R_3 در مدار بوده و موازیند، یعنی:

$$\frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1+1+1}{R} = \frac{3}{R} \Rightarrow R_{1,2,3} = \frac{R}{3}$$

$$R_T = R_{1,2,3} + R_4 = \frac{R}{3} + 2R = \frac{7R}{3}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{\frac{7R}{3}} = \frac{3\varepsilon}{7R} \Rightarrow V' = RI \Rightarrow V' = \frac{R}{3} \times \frac{3\varepsilon}{7R} = \frac{\varepsilon}{7} \Rightarrow \frac{V}{V'} = \frac{\frac{\varepsilon}{5}}{\frac{\varepsilon}{7}} = \frac{7}{5}$$

۱۵۹ گزینه ۲ هنگامی که کلید k بسته است مقاومت های ۱ و ۲ از مدار حذف می شوند و مقاومت معادل همان R_1 است.

$$R_{eq} = R_1 = 2R$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{2R}$$

$$P_1 = RI^2 \Rightarrow P_1 = 2R \times \left(\frac{\varepsilon}{2R}\right)^2 = 2R \times \frac{\varepsilon^2}{4R^2} = \frac{\varepsilon^2}{2R}$$

اگر کلید k باز شود:

$$R_{2,3} = \frac{R \times R}{R+R} = \frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$

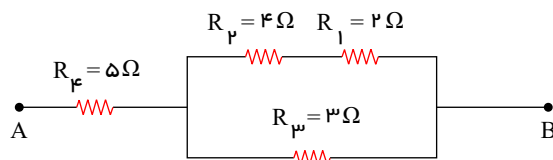
$$R'_{eq} = R_{2,3} + R_1 = \frac{R}{2} + R = \frac{5R}{2}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R'_{eq}} \Rightarrow I = I = \frac{\varepsilon}{\frac{5R}{2}} = \frac{2\varepsilon}{5R}$$

$$P_2 = R'_{eq}I^2 \Rightarrow P_2 = \frac{5R}{2} \times \left(\frac{2\varepsilon}{5R}\right)^2 = \frac{2\varepsilon^2}{5R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{2\varepsilon^2}{5R}}{\frac{\varepsilon^2}{2R}} = \frac{4}{5}$$

۱۶۰ گزینه ۱ ابتدا جریان الکتریکی عبوری از مقاومت R_1 را به دست می آوریم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow 8 = 2I_1^2 \Rightarrow I_1 = 2A$$



چون مقاومت های R_1 و R_2 به طور متوالی به یکدیگر متصل شده اند، جریان عبوری از R_2 برابر با جریان عبوری از R_1 می باشد. پس:

$$I_{1,2} = I_2 = I_1 = 2A$$

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6\Omega$$

از طرفی مقاومت معادل $R_{1,2}$ و R_3 به طور موازی به یکدیگر متصل شده اند پس اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_{1,2}$ برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_3 است پس:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{V_{1,2}=V_3} \frac{R_3}{R_{1,2}} = \frac{I_{1,2}}{I_3} \Rightarrow I_3 = 4A$$

$$I_4 = I_{1,2} + I_3 = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$R_{1,2,3} = \frac{R_{1,2} \times R_3}{R_{1,2} + R_3} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$$

$$R_{eq} = R_{1,2,3} + R_4 = 2 + 5 = 7\Omega \Rightarrow V_{AB} = R_{eq}I_T = 7 \times 6 = 42V$$

۱۶۱ گزینه ۳ R_2 و R_3 با هم موازی هستند.

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} \Rightarrow R_{2,3} = 4\Omega$$

R_1 و $R_{2,3}$ متوالی هستند.

$$R_{eq} = R_{2,3} + R_1 = 4 + 2 = 6\Omega$$

فیزیک یازدهم فصل دو

$$I = \frac{V}{R} = \frac{36}{6} = 6A$$

$$I_1 = I = 6A$$

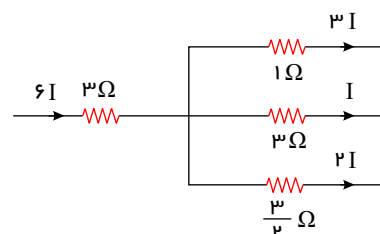
مقاومت‌های R_3 و R_4 به صورت موازی قرار دارد پس اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است:

$$V_3 = V_4 \Rightarrow \begin{cases} R_3 I_3 = R_4 I_4 \Rightarrow 6I_3 = 12I_4 \Rightarrow I_3 = 2I_4 \\ I_3 + I_4 = 6 \Rightarrow I_4 = 6 - I_3 \end{cases}$$

$$I_3 = 2(6 - I_3) \Rightarrow I_3 = 4A \Rightarrow I_1 - I_3 = 6 - 4 = 2A$$

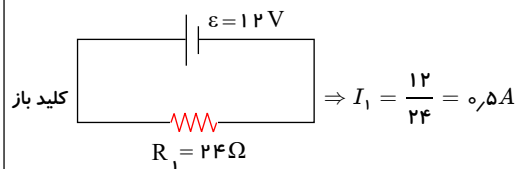
۱۶۲ گزینه ۴ در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل برابر است پس، در ابتدا اگر مطابق شکل جریان عبوری از مقاومت R_3 را I بنامیم، جریان شاخه‌های دیگر و در نهایت جریان عبوری از R_1 را محاسبه می‌کنیم.

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

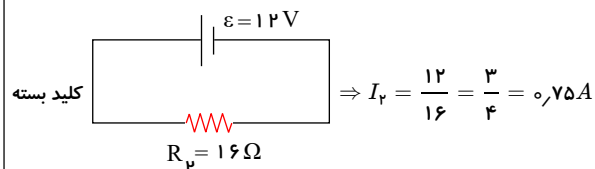


تذکر: در شاخه‌های موازی، جریان‌ها و مقاومت‌ها نسبت عکس دارند. یعنی اگر مقاومت، یک شاخه $\frac{1}{3}$ دیگر می‌باشد، جریان آن شاخه، ۳ برابر دیگری است.

۱۶۳ گزینه ۲ در حالت کلید باز، مقاومت 6Ω از مدار خارج است و مقاومت کل برابر با $12 + 12 = 24\Omega$ می‌باشد:



در حالت کلید بسته، مقاومت 6Ω و 12Ω با یکدیگر موازی هستند که معادل آن‌ها برابر با 4Ω می‌باشد و $\frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\Omega$ می‌باشد و مقاومت کل برابر با $12 + 4 = 16\Omega$ می‌باشد:



$$\Rightarrow \begin{cases} P'_1 = I_1^2 R_1 = \frac{1}{4} \times 24 = 6W \\ P'_2 = I_2^2 R_2 = \frac{9}{16} \times 16 = 9W \end{cases} \Rightarrow \Delta P = 3W > 0$$

روش دوم: چون مقاومت درونی مولد صفر است، ولتاژ کل دو سر مدار در هر حالتی (کلید باز یا بسته) برابر نیروی محرکه مولد است، پس نسبت توان مصرفی مدار با عکس نسبت مقاومت معادل مدار رابطه دارد یعنی:

$$P = \frac{\varepsilon^2}{R_{eq}} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_{eq1}}{R_{eq2}} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2} \rightarrow \Delta P = P_1 = 3W$$

۱۶۴ گزینه ۲ هنگامی که کلید باز است، جریان الکتریکی عبوری از مدار صفر بوده و عدد نشان داده شده توسط ولت‌سنج ایده‌آل برابر با نیروی محرکه باتری است. پس:

$$V_1 = \varepsilon = 12V$$

با بستن کلید در مدار جریان الکتریکی به وجود می‌آید که مقدار آن برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{2 + 1} = 4A$$

و در این حالت عدد نشان داده شده توسط ولت‌سنج برابر است با:

$$V_2 = \varepsilon - Ir = 12 - 1(4) = 8V$$

بنابراین عدد نشان داده شده توسط ولت‌سنج از $12V$ به $8V$ رسیده و $4V$ کاهش می‌یابد.

۱۶۵ گزینه ۲ اگر فرض کنیم جریان I به مجموعه مقاومت‌ها وارد می‌شود، با توجه به موازی بودن مقاومت معادل R_1 و R_2 با مقاومت R_3 ، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است و داریم:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 1 + 4 \Rightarrow R_{12} = 5\Omega$$

فیزیک یازدهم فصل دو

$$V_{1r} = V_r \Rightarrow I_{1r} R_{1r} = I_r R_r \Rightarrow I_{1r} = 4I_r (*)$$

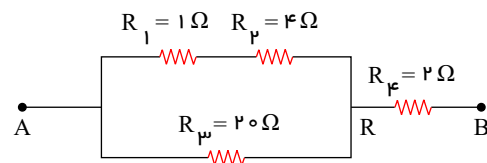
$$I_{1r} + I_r = I \xrightarrow{(*)} 4I_r + I_r = I \Rightarrow I_r = \frac{1}{5}I, I_{1r} = \frac{4}{5}I$$

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 1 \times \left(\frac{4}{5}I\right)^2 \Rightarrow P_1 = 16 \frac{I^2}{25}$$

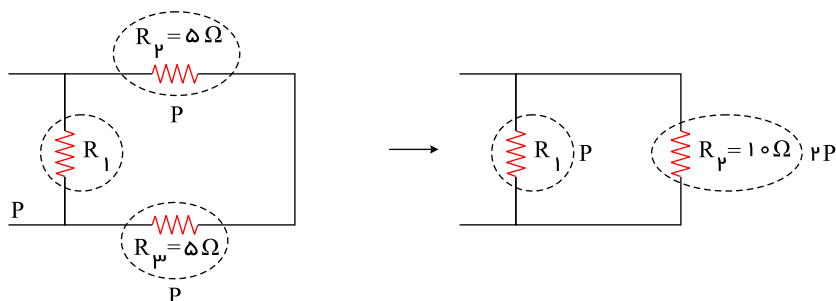
$$P_r = R_r I_r^2 = 4 \times \left(\frac{1}{5}I\right)^2 \Rightarrow P_r = 64 \frac{I^2}{25}$$

$$P_r = R_r I_r^2 = 20 \times \left(\frac{1}{5}I\right)^2 \Rightarrow P_r = 20 \frac{I^2}{25}$$

$$P_f = R_f I_f^2 = 2 \times (I)^2 \Rightarrow P_f = 2I^2 = 50 \frac{I^2}{25}$$



۱۶۶ گزینه ۱ چون توان مقاومت‌های متوالی R_r و R_f یکسان است، پس باید مقاومت $R_r = R_f = 5\Omega$ باشد. R_1 با مجموع R_r و R_f موازی است و توان آن با توان هر یک از R_r و R_f برابر است. پس توان آن باید برابر نصف توان مقاومت 10Ω باشد که با آن موازی است و به دلیل هم پتانسیل بودن با مقاومت 10Ω باید مقاومت آن دو برابر 10Ω یعنی 20Ω باشد در نتیجه جریان عبوری از آن دو برابر $1.5A$ ، یعنی $3A$ است و I کل، برابر $4.5A = (1.5 + 3)$ می‌شود.



$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{V_1=V_{rr}} \frac{P_1}{P_{rr}} = \frac{R_{rr}}{R_1} \rightarrow \frac{P}{2P} = \frac{10}{R_1} \rightarrow R_1 = 20\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = \frac{200}{30} = \frac{20}{3} \Rightarrow R_{eq} = \frac{20}{3}\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 4.5 = \frac{\varepsilon}{\frac{20}{3} + \frac{4}{3}} \Rightarrow 4.5 = \frac{\varepsilon}{\frac{24}{3}} \Rightarrow \varepsilon = 36V$$

۱۶۷ گزینه ۲ وقتی هر ۲ کلید باز هستند مقاومت R در مدار وجود ندارد و می‌توان نیروی محرکه مولد را به دست آورد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow \frac{2}{10} = \frac{\varepsilon}{50 + 10} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

در حالتی که هر دو کلید بسته است مقاومت 20Ω اهمی از مدار حذف می‌شود. ولتاژ شاخه مقاومت 30Ω با ولتاژ شاخه باتری برابر است.

$$0.2 \times 30 = 12 - 10I \Rightarrow I = 0.6A$$

ولتاژ شاخه مقاومت K با ولتاژ شاخه مقاومت 30Ω برابر است.

$$R \times 0.4 = 0.2 \times 30 \Rightarrow R = 15\Omega$$

۱۶۸ گزینه ۲

در دمای یکسان، با توجه به اینکه جنس و سطح مقطع سیمها یکسان است، مقاومت الکتریکی آنها با طول سیمها متناسب است. پس اگر مقاومت الکتریکی سیم با طول L را R فرض کنیم، داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \begin{cases} R_1 = \rho \frac{1L}{A} = R \\ R_r = \rho \frac{2L}{A} = 2R \\ R_f = \rho \frac{4L}{A} = 4R \end{cases}$$

جریان عبوری از R_r را I فرض می‌کنیم. همچنین مقاومت‌های R_1 و R_f موازی هستند.

$$R_{1,r} = \frac{R_1 \times R_r}{R_1 + R_r} = \frac{R \times 2R}{R + 2R} = \frac{2}{3}R$$

$$V_{1,r} = V_1 = IR_{1,r} = I \times \frac{2}{3}R = \frac{2}{3}RI$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{\frac{2}{3}RI}{R} = \frac{2}{3}I$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right) = \left(\frac{I}{\frac{2}{3}I}\right)^2 \times \left(\frac{4R}{R}\right) = 9$$

۱۶۹ گزینه ۳

$$R_1, R_2 \rightarrow R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4\Omega$$

$$R_{1,2}, R_3 = 4 + 2 = 6\Omega \text{ سری}$$

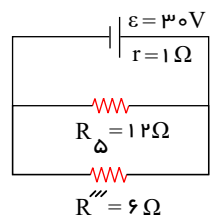
$$R_{1,2,3} \text{ با } R_4 \rightarrow R' = \frac{R_{1,2,3} \times R_4}{R_{1,2,3} + R_4} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2$$

$$R_8 \text{ با } R_9 \Rightarrow R_{8,9} = \frac{R_8 \times R_9}{R_8 + R_9} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4$$

$$R_{8,9} \text{ با } R_{10} \Rightarrow R_{8,9,10} = 4 + 1 = 5\Omega$$

$$R_{8,9,10} \text{ با } R_7 \Rightarrow R'' = \frac{R_{8,9,10} \times R_7}{R_{8,9,10} + R_7} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4$$

$$R' \text{ و } R'' \Rightarrow R''' = R' + R'' = 2 + 4 = 6\Omega \Rightarrow R_{eq} = \frac{R''' \times R_5}{R''' + R_5} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4\Omega \text{ و } I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{30}{4 + 1} = 6A$$



$$V_T = R_{eq} \times I_T \Rightarrow V_T = 6 \times 4 = 24V$$

$$V_T = V''' = V_5 = 24V \Rightarrow P_5 = \frac{V^2}{R} = \frac{24^2 \times 24}{12} = 48W$$

۱۷۰ گزینه ۱

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R = 2 \times 10^{-8} \times \frac{40}{0.2 \times 10^{-6}} \Rightarrow R = 4\Omega$$

مقاومت سیم ۴Ω می‌باشد که ۲Ω مربوط به قسمت بالا و ۲Ω مربوط به قسمت پایین می‌باشد. چون مقاومت‌ها به طور موازی می‌باشند پس:

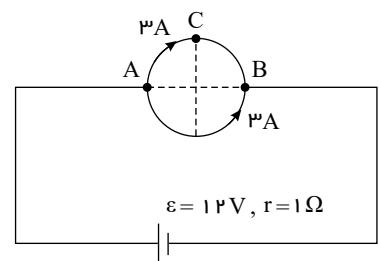
$$R_{eq} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\Omega$$

$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{1 + 1} = 6A$$

چون مقاومت‌های شاخه بالا و پایین یکسان می‌باشند و اختلاف پتانسیل در قسمت بالا و پایین (به دلیل موازی بودن مقاومت‌ها) یکسان است پس شدت جریان ۳A از بالا می‌گذرد و شدت جریان ۳A از پایین می‌گذرد.

$$R_{AC} = 1\Omega, I = 3A \Rightarrow V = R_{AC} \times I = 3 \times 1 = 3V$$

$$P = \varepsilon I - r I^2 \Rightarrow P = 12 \times 6 - 1 \times (6)^2 \Rightarrow P = 36W$$



۱۷۱ گزینه ۱ وقتی کلید k باز است:

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2\Omega$$

$$R_{eq} = R_{2,3} + R_1 = 2 + 2.5 = 4.5$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{4.5 + 0.5} = \frac{\varepsilon}{5}$$

اگر کلید k بسته شود دو سر مقاومت R_2 و R_3 اتصال کوتاه شده و این مقاومت‌ها از مدار حذف می‌شود.

فیزیک یازدهم فصل دو

$$R_{eq} = R_1 = ۲٫۵$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{۲٫۵ + ۰٫۵} = \frac{\varepsilon}{۳}$$

افزایش یافته است. $\% ۶۶٫۶ = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{\varepsilon}{۳} - \frac{\varepsilon}{۵}}{\frac{\varepsilon}{۵}} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۲\varepsilon}{۱۵}}{\frac{\varepsilon}{۵}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰}{۱۵} \times ۱۰۰ = ۶۶٫۶\%$

۱۷۲ گزینه ۴ اگر سیم با مقاومت R را به n قسمت مساوی تقسیم کنیم، n مقاومت مشابه $\frac{R}{n}$ خواهیم داشت. حال با اتصال موازی n مقاومت $\frac{R}{n}$ داریم.

$$R_{eq} = \frac{R'}{n}$$

$$\rightarrow R_{eq} = \frac{R}{n^2}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \begin{cases} P_2 = \frac{V^2}{R_2} \\ P_1 = \frac{V^2}{R_1} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{V^2}{R_2}}{\frac{V^2}{R_1}} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R}{\frac{R}{n^2}} = n^2$$

۱۷۳ گزینه ۲ اگر کلید K باز باشد:

$$R_{۲٫۵} = \frac{۲R \times ۲R}{۲R + ۲R} = R$$

$$R_{۲٫۳} = \frac{۲R \times ۲R}{۲R + ۲R} = R$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{۲٫۳} + R_{۲٫۵} = R + R + R = ۳R$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{۳R} \Rightarrow V_1 = R_1 \times I \Rightarrow V_1 = R \times \frac{\varepsilon}{۳R} = \frac{\varepsilon}{۳}$$

اگر کلید K بسته شود دو سر مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۵$ اتصال کوتاه شده و این مقاومتها از مدار حذف می‌شوند.

$$R_{۲٫۳} = \frac{۲R \times ۲R}{۲R + ۲R} = R$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{۲٫۳} = R + R = ۲R$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{۲R} \Rightarrow V_2 = R_1 \times I \Rightarrow V_2 = R \times \frac{\varepsilon}{۲R} = \frac{\varepsilon}{۲}$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات: } \frac{\Delta V}{V_1} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{\varepsilon}{۲} - \frac{\varepsilon}{۳}}{\frac{\varepsilon}{۳}} \times ۱۰۰ = ۵۰\%$$

$\% ۵۰$ افزایش می‌یابد.

۱۷۴ گزینه ۱ چون مقاومت ولت‌سنج خیلی زیاد است می‌توان آن را ایده‌آل در نظر گرفت.

$$P_1 = ۶۴W \Rightarrow P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow V^2 = PR \Rightarrow V^2 = ۶۴ \times ۴ \Rightarrow V = ۱۶V$$

$$V_1 = V_2 = V_{۱٫۲} = ۱۶V$$

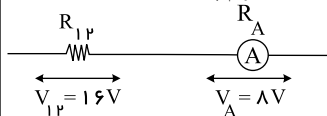
$$V_T = V_{۱٫۲} + V_{R_A} \Rightarrow ۲۴ = ۱۶ + V_{R_A} \Rightarrow V_{R_A} = ۸V$$

$$I_{R_A} = \frac{V_{R_A}}{R_A} \Rightarrow I_{R_A} = \frac{۸}{۱} = ۸A$$

$$I_{R_A} = I_{۱٫۲} = I_T = ۸A$$

$$R_T = R_{۱٫۲} + R_A \Rightarrow R_T = \frac{۴ \times R}{۴ + R} + ۱ = \frac{۵R + ۴}{۴ + R}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow ۸ = \frac{۲۴}{\frac{۵R + ۴}{۴ + R} + ۱} \Rightarrow ۱ = \frac{۳}{\frac{۵R + ۴}{۴ + R}} \Rightarrow ۱ = \frac{۱۲ + ۳R}{۵R + ۴} \Rightarrow R = ۴\Omega$$



$$V = V_{۱۲} + V_A = ۲۴V$$

روش دوم: می‌دانیم که در اتصال متوالی مقاومتها، نسبت مقاومتها، متناسب با نسبت مقاومتها است. یعنی:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\frac{V_{12}}{V_A} = \frac{R_{12}}{R_A} \rightarrow \frac{16}{8} = \frac{R_{12}}{1} \rightarrow R_{12} = 2\Omega$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow 2 = \frac{4R_2}{4 + R_2} \rightarrow R_2 = 4\Omega$$

۱۷۵ گزینه ۴ هر دو شاخه آمپرسنج‌دار به دو سر مولد وصل است. پس ولتاژ آن‌ها با هم برابر است و با مساوی بودن جریان آن‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که مقاومت این دو شاخه یکسان و توان هر کدام $\frac{234}{2} = 117W$ است.

$$(R_1 + R_2)I_1' = 117 \Rightarrow (28 + R_2)1/5' = 117$$

$$\Rightarrow 28 + R_2 = \frac{117}{1/5'} \Rightarrow R_2 = (52 - 28) = 24\Omega$$

$$52 = \frac{R_2 \times 390}{R_2 + 390} \Rightarrow R_2 = 60\Omega$$

۱۷۶ گزینه ۴

می‌دانیم که ولت سنج متصل به دو سر مولد، اختلاف پتانسیل دو سر کل مقاومت‌های خارجی را نیز نمایش می‌دهد. هنگامی که کلید K باز است؛ مقاومت R_2 در مدار قرار ندارد. پس:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 2R$$

$$V = R_{eq}I = \frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{2R\varepsilon}{2R + 0/5} \xrightarrow{R=1\Omega} V = \frac{4}{5}\varepsilon$$

هنگامی که کلید K بسته می‌شود، مقاومت R_2 به صورت موازی با مقاومت R_1 به مدار اضافه می‌شود. یعنی:

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{R \times R}{R + R} = \frac{R'}{2R} = \frac{R}{2}$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3} = \frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2} \quad \text{و} \quad V' = \frac{R'\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{\frac{R}{2}\varepsilon}{\frac{R}{2}R + 0/5} \xrightarrow{R=1\Omega} V' = \frac{3}{4}\varepsilon$$

در نهایت داریم:

$$\frac{V'}{V} = \frac{\frac{3}{4}\varepsilon}{\frac{4}{5}\varepsilon} = \frac{15}{16} \rightarrow \frac{\Delta V}{V} \times 100 = -\frac{1}{16} \times 100$$

درصد تغییرات عدد ولت سنج: $\frac{\Delta V}{V} \times 100 = -6/25\%$

۶/۲۵٪ کاهش می‌یابد.

۱۷۷ گزینه ۳ با توجه به شکل اگر جریان عبوری از مقاومت R_3 را I فرض کنیم پس:

$$I_3 = I_4 = I_{3,4} = I$$

$$I_2 = 3I_3 \Rightarrow I_2 = 3I(*)$$

با توجه به برابر بودن ولتاژ در مقاومت‌های R_2 و $R_{3,4}$ پس:

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 \Rightarrow R_{3,4} = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$V_2 = V_{3,4} \Rightarrow R_2 \times I_2 = R_{3,4} \times I \xrightarrow{(*)} R_2 \times 3I = 6 \times I \Rightarrow R_2 = 2\Omega$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 \times R_{3,4}}{R_2 + R_{3,4}} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = \frac{3}{2}$$

با توجه به موازی بودن مقاومت‌های R_1 و $R_{2,3,4}$ داریم:

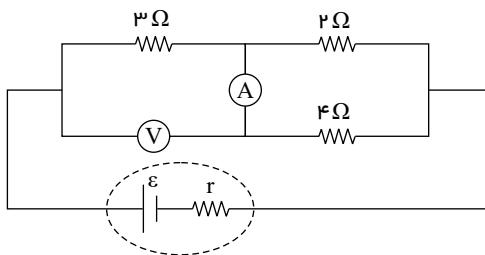
$$V_{2,3,4} = V_1 \Rightarrow R_{2,3,4} \times I_{2,3,4} = R_1 \times I_1 \Rightarrow \frac{3}{2} \times 4I = 5 \times I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{6I}{5}$$

$$I_A = I_1 + I_{2,3,4} \Rightarrow I_A = 4I + \frac{6I}{5} = \frac{26}{5}I \Rightarrow \frac{I_A}{I_2} = \frac{\frac{26}{5}I}{3I} = \frac{26}{15}$$

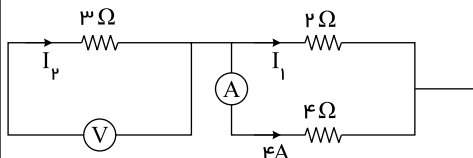
۱۷۸ گزینه ۴ ابتدا مدار را ساده‌سازی می‌کنیم. مقاومت 2Ω و 1Ω با هم سری هستند و معادل آن‌ها 3Ω و $1 + 2 = 3\Omega$ موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر با

$$\frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega \text{ می شود.}$$

چون ولتسنج ایده آل است از مسیر آن جریان عبور نمی کند پس جریان عبوری از مقاومت 4Ω برابر $4 A$ است چون مقاومت 2Ω و 4Ω موازی است پس:



$$V_1 = V_r \Rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r \Rightarrow 2 \times I_1 = 4 \times 4 \Rightarrow I_1 = 8 A$$



$$I_T = I_1 + I_r \Rightarrow I_T = 8 + 4 = 12 A$$

$$V \text{ ولتسنج} = RI = 3 \times 12 = 36 V$$

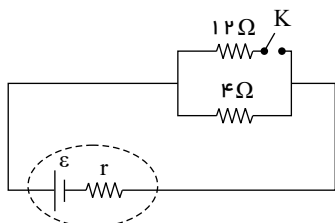
۱۷۹ گزینه ۲ در مدار، مقاومت های R_1 و R_2 و R_3 به طور موازی بسته شده اند پس:

$$V_1 = V_r \Rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r \Rightarrow 12 \times I = 3 \times I_r \Rightarrow I_r = 4 I$$

۱۸۰ گزینه ۲ ابتدا مدار را ساده سازی می کنیم، دو مقاومت کناری 8Ω ، 4Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شوند.

نکته: به ازای دو مقاومت خارجی R_1 و R_2 هنگامی که توان خروجی مولد یکسان باشد: داریم:

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



وقتی کلید K باز است:

$$R_{eq1} = 4 \Omega$$

$$\text{وقتی کلید } K \text{ بسته می شود: } R_{eq2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3 \Omega$$

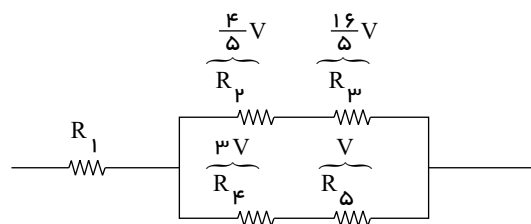
$$r = \sqrt{R_1 \times R_2} = \sqrt{3 \times 4} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3} = 2 \times 1.7 = 3.4$$

۱۸۱ گزینه ۲ در مقاومت های موازی V ها برابر است و در مقاومت های متوالی به نسبت R ها تقسیم می شود. اگر $V_\delta = V$ فرض شود، چون $R_\delta = 3R_\epsilon$ است پس، $V_\epsilon = 3V$ و ولتاژ کل این شاخه برابر است با $4V = 3V + V$. پس $4V$ ولتاژ کل شاخه بالاست. در شاخه بالا چون مقاومت ها سری هستند پس:

$$I_r = I_r \Rightarrow \frac{V_r}{R_r} = \frac{V_r}{R_r} \Rightarrow \frac{V_2}{2} = \frac{V_3}{1} \Rightarrow V_r = 4V_r (*)$$

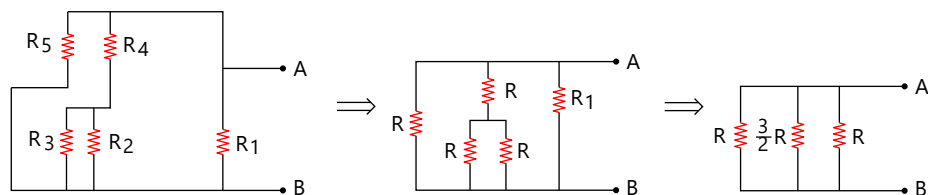
$$V_r + V_r = 4V \xrightarrow{(*)} V_r + 4V_r = 4V \Rightarrow V_r = \frac{4}{5} V$$

$$\Rightarrow \frac{V_\delta}{V_r} = \frac{V}{\frac{4}{5} V} = \frac{5}{4}$$



۱۸۲ گزینه ۳ گام اول: R_2 با R_3 موازی است. (کلید باز است) مقدار هر مقاومت را R در نظر می گیریم.

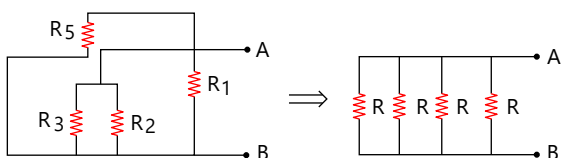
فیزیک یازدهم فصل دو



$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{R}{2}} + \frac{1}{R} = \frac{3+2+3}{2R} = \frac{8}{2R} \Rightarrow \boxed{R_{AB} = \frac{3R}{4}}$$

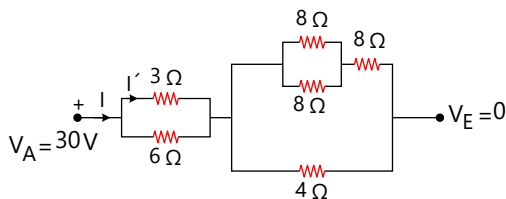
گام دوم: پس از بستن کلید: R_1 اتصال کوتاه شده و حذف می شود و بقیه با هم موازی اند:

$$\Rightarrow \boxed{R'_{AB} = \frac{R}{2}} \Rightarrow \frac{R'_{AB}}{R_{AB}} = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{3R}{4}} = \frac{2}{3}$$

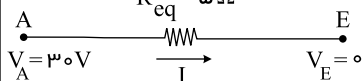


۱۸۳ گزینه ۲ مدار را به شکل زیر در می آوریم:

می دانیم مقدار بار عبوری از یک رسانا در مدت یک ثانیه یعنی همان شدت جریان الکتریکی گذرنده از آن مقاومت.



$$\begin{cases} V_A - \Delta I = V_E = 0 \rightarrow 30 - \Delta I = 0 \Rightarrow \boxed{I = 6A} \\ R_{eq} = \frac{3 \times 6}{3+6} + \frac{8 \times 8}{8+8} = \frac{18}{9} + \frac{64}{16} = 2 + 4 = 6\Omega \rightarrow I' = \left(\frac{6}{3+6}\right) \times 6 = \frac{36}{9} = 4A \end{cases}$$



$$\begin{aligned} &\text{پیداوری} \rightarrow \begin{array}{c} I_1 \text{ through } R_1 \\ I_2 \text{ through } R_2 \end{array} \rightarrow \begin{cases} I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1+R_2}\right)I \\ I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)I \end{cases} \Rightarrow I' = \frac{q}{t} = \frac{q}{1s} \Rightarrow q = 4C \end{aligned}$$

۱۸۴ گزینه ۳ گام اول: این که ولتاژ تا آخرین لحظه تخلیه کامل بار و انرژی باتری ثابت می ماند بسیار مهم است.

گام دوم: ۱ آمپر ساعت واحد فرعی دیگر برای بار الکتریکی است: $q = It$

این باتری تا زمانی که به اندازه ۳۶ آمپر ساعت بار را در مدار جابه جا کند، ولتاژ ۲۴ ولت را می تواند ایجاد نماید.

گام سوم: دو لامپ مشابه و دارای مقاومت اهمی: $R = \frac{12^2}{18}$ می باشند. پس هنگامی که به طور متوالی به یکدیگر بسته شده و به دو سر این باتری بسته می شود، به هر مقاومت ولتاژ ۱۲ ولت می رسد.

$$\begin{cases} I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{24}{16} = 1.5A \\ R_1 = R_2 = R = \frac{12^2}{18} = 8\Omega \rightarrow R_{eq} = 8 + 8 = 16\Omega \end{cases}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{36A \cdot h}{t} = 1.5A \rightarrow t = \frac{36}{1.5} = 24h$$

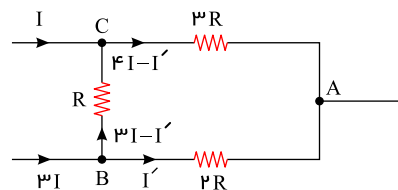
۱۸۵ گزینه ۳ گام ۱: می دانیم که مقاومت الکتریکی با طول رسانا رابطه مستقیم دارد: $R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R \propto L$

گام ۲: مقاومت سیم بین B تا C را با R_1 ، بین A تا B را با R_2 و A تا B را با R_3 نشان می‌دهیم:

گام ۳: اگر مقاومت B تا C را با R نشان دهیم:

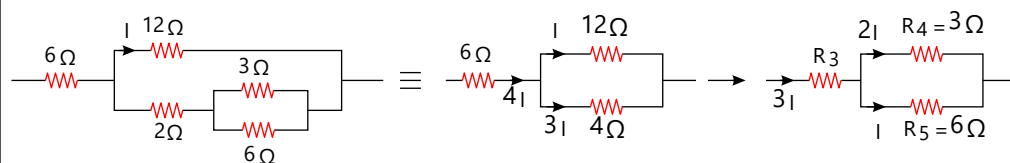
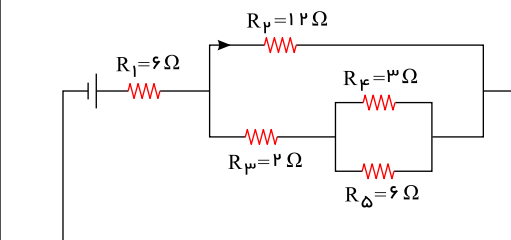
گام ۴:

$$\begin{aligned} \text{C} \Rightarrow \mathcal{V}_C - 3R(4I - I') + 2R(I') - R(3I - I') &= \mathcal{V}_C \Rightarrow -12I + 3I' + 2I' - 3I + I' = 0 \\ \Rightarrow 6I' = 15I \Rightarrow I' &= \frac{15}{6}I \Rightarrow \boxed{I' = 2.5I} \end{aligned}$$



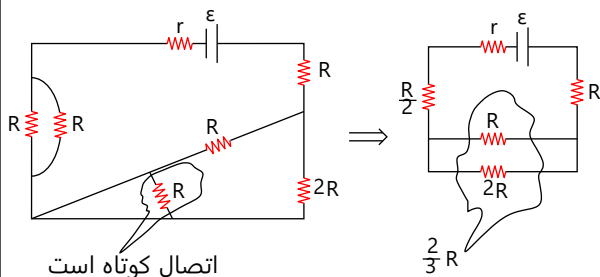
گزینه ۱ ۱۸۶

جریان عبوری از مقاومت R_2 را برابر I در نظر می‌گیریم. در این صورت جریان عبوری از سایر مقاومت‌ها:



$$\begin{cases} P_{R_1} = 6(4I)^2 = 96I^2 \\ P_{R_2} = 12I^2 \\ P_{R_3} = 2(2I)^2 = 8I^2 \end{cases}, \quad \begin{cases} P_{R_4} = 3(I)^2 = 3I^2 \\ P_{R_5} = 6(I)^2 = 6I^2 \end{cases}, \quad P_{R_6} = 6(I)^2 = 6I^2 \rightarrow \frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{96I^2}{6I^2} = 16$$

گزینه ۱ ۱۸۷ ساده شده مدار داده شده به صورت زیر است:

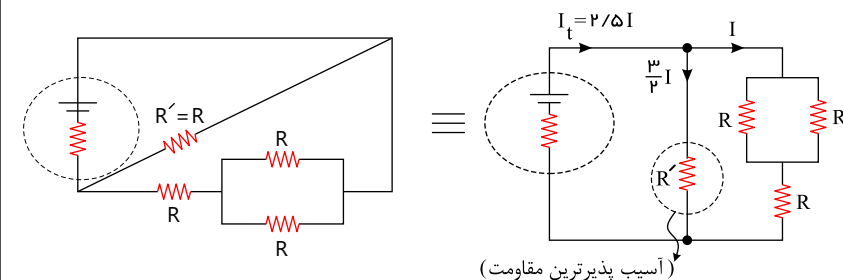


$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{2} + \frac{2R}{3} + R \Rightarrow R_{eq} = \frac{3R + 4R + 6R}{6}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{13}{6}R \Rightarrow R_{eq} = \frac{13}{6} \times 12 = 26\Omega \rightarrow I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{15}{26 + 4} = \frac{15}{30} \rightarrow I = \frac{1}{2}A \rightarrow \text{توان تلف شده در باتری} = rI^2 = 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1W$$

گزینه ۴ ۱۸۸

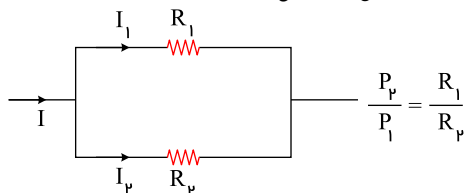
گام اول: آسیب‌پذیرترین مقاومت را شناسایی می‌کنیم. اگر این مقاومت آسیب نبیند، هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیب نخواهند دید. آسیب‌پذیرترین مقاومت، (چون مقاومت‌ها مشابه هستند)، مقاومتی است که از آن جریان بیشتری عبور کند:



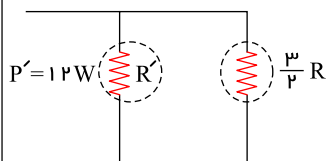
با توجه به مقادیر مشخص شده آسیب‌پذیرترین مقاومت R' است که اگر توان مصرفی آن $12W$ باشد، یقیناً بقیه مقاومت‌ها آسیب نمی‌بینند. داریم:

$$\Rightarrow R' \left(\frac{3}{2} I \right)^2 = 12 \Rightarrow \frac{9}{4} R I^2 = 12 \Rightarrow \begin{cases} \frac{P_T}{P_{R'}} = \frac{R_{eq} I^2}{\frac{9}{4} R I^2} \Rightarrow \frac{P_T}{12W} = \frac{\frac{3}{5} R \times 6/25}{\frac{9}{4} R} = \frac{25}{15} \Rightarrow P_T = \frac{300}{15} = 20 \\ R_{eq} = \frac{\frac{3}{5} R \times R}{\frac{3}{5} R + R} = \frac{\frac{3}{5} R^2}{\frac{8}{5} R} = \frac{3}{8} R \end{cases}$$

روش دوم: می‌دانیم که در اتصال موازی، نسبت توان‌ها با نسبت مقاومت‌ها، رابطه عکس دارد. یعنی:



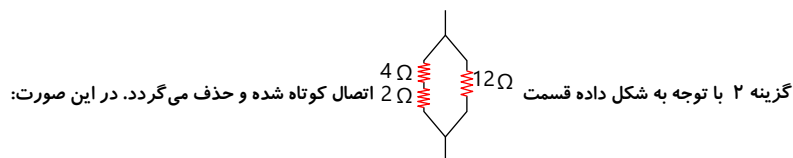
در اینجا، پس از پیدا کردن مقاومت آسیب‌پذیر (مقاومتی که بیشتر از بقیه امکان آسیب دارد) به صورت زیر عمل می‌کنیم. (توان مصرفی این مقاومت، بیشترین توانی است که مصرف می‌کند و همان توان اسمی‌اش است.)



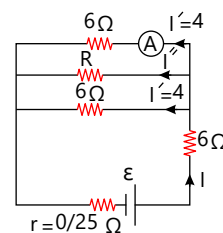
$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{3}{5} R}{R} \rightarrow \frac{12}{8} = \frac{3}{2} \rightarrow P = 8W$$

$$P_T = P' + P = 12 + 8 \rightarrow P_T = 20W$$

۱۸۹



$$\varepsilon I = \lambda r I^2 \rightarrow \boxed{\varepsilon = \lambda r I} = 8 \times 1 \times I \rightarrow \boxed{\varepsilon = 8I \text{ (1)}}$$



$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow \lambda = \frac{8 \lambda}{1 + 6 + \frac{3R}{3+R}} \Rightarrow 7 + \frac{3R}{3+R} = 8 \rightarrow \frac{3R}{3+R} = 1 \rightarrow 3R = R + 3 \rightarrow \boxed{R = 1.5\Omega} \rightarrow R I'' = \varepsilon I' \rightarrow 1.5 I'' = 6 \times 4$$

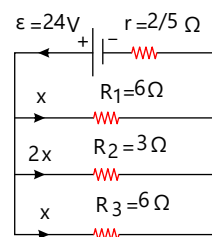
$$\rightarrow I'' = 16A \rightarrow I = 4 + 16 + 4 = 24A$$

$$\frac{P_R}{P_{\text{تولیدی}}} = \frac{R I''^2}{\varepsilon I} = \frac{1.5 \times 16^2}{(8 \times 24)(24)} = \frac{1 \times 16^2}{8 \times 16 \times 24} = \frac{1}{12}$$

۱۹۰ گزینه ۴ ابتدا جریان کل مدار را می‌یابیم. سپس با توجه به اتصال موازی مقاومت‌های R_1 , R_2 و R_3 ، جریان را در شاخه‌ها به صورت زیر تقسیم می‌کنیم:

فیزیک یازدهم فصل دو

توان تولیدی باتری $P = 144W = \mathcal{E}I = 24I \rightarrow \boxed{I = 6A}$



جریان عبوری از مقاومت‌های R_1 و R_3 را x نام‌گذاری می‌کنیم:

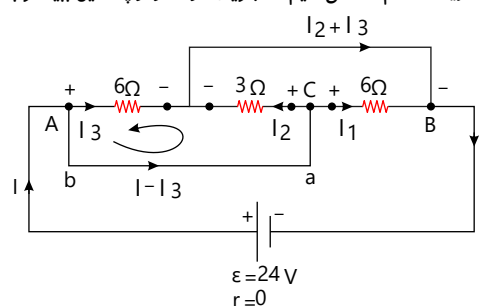
$$I = 4x = 6A \Rightarrow x = 1.5A$$

جریان عبوری از $R_2 = 2x = 3A$

۱۹۱ گزینه ۳ گام ۱: می‌دانیم که جریان در مدار از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است:

$$\cancel{V_A} - 3I_r + 6I_1 = \cancel{V_A} \Rightarrow \boxed{I_r = 2I_1} \quad (1) \quad V_B + 3I_r - 6I_3 = V_B \Rightarrow \boxed{I_r = 2I_3} \quad (1)$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow \boxed{I_1 = I_r} \rightarrow \boxed{I_1 = I_r = I'}$$



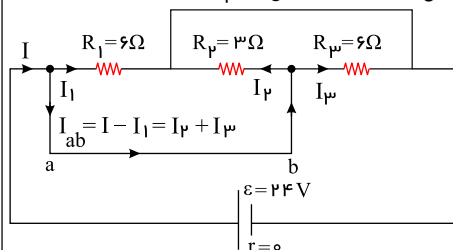
گام ۲: مقاومت‌ها موازی هستند بنابراین:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{24}{0 + 1.5} = 16A \rightarrow \boxed{I = 16} \Rightarrow A \text{ گره: } I - I_1 = I_r + I_3 \Rightarrow 16 - I' = I' + I_r \xrightarrow{I_r = 2I'} 4I' = 16 \rightarrow \boxed{I' = 4A}$$

جریان در سیم $ab = I - I_1 = I - I' = 16 - 4 = 12A$

جهت آن از b به a است.

روش دوم: چون باتری آرمانی است، پس اختلاف پتانسیل دو سر همه مقاومتها (که در اینجا موازی هستند) برابر نیروی محرکه مولد یعنی $24V$ است. بنابراین داریم:



$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{\mathcal{E}}{R_1} = \frac{24}{6} = 4A$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{\mathcal{E}}{R_2} = \frac{24}{3} = 8A$$

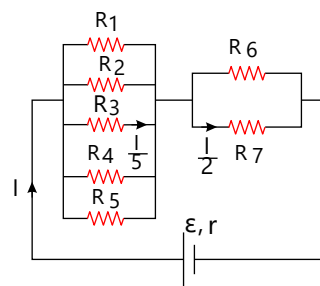
$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{\mathcal{E}}{R_3} = \frac{24}{6} = 4A$$

$$I_{ab} = I_2 + I_3 = 8 + 4 \rightarrow I_{ab} = 12A$$

۱۹۲ گزینه ۲ مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 و R_4 با هم موازی‌اند. همچنین مقاومت‌های R_5 و R_6 نیز موازی‌ند. بنابراین داریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\frac{P_{R_V}}{P_{R_P}} = \frac{\cancel{B_V} \left(\frac{I}{V}\right)^2}{\cancel{B_P} \left(\frac{I}{V}\right)^2} = \frac{25}{4}$$



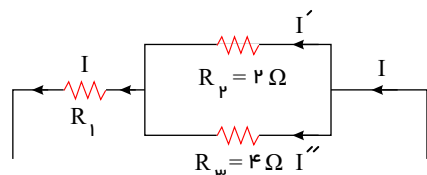
۱۹۳ گزینه ۴ گام اول: از اینکه توان مصرفی R_1 و R_P با هم برابرند، مقاومت R_1 را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم.

$$P_{R_P} = P_{R_1}$$

$$2I'^2 = R_1 I'^2 \quad (1)$$

$$I' = \left(\frac{4}{6}\right)I = \frac{2}{3}I \quad (2) \quad \text{از طرفی}$$

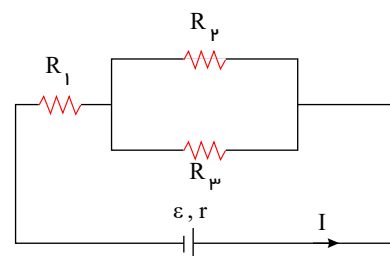
$$(1), (2) \Rightarrow 2\left(\frac{2}{3}I\right)^2 = R_1 I'^2 \Rightarrow \frac{8}{9}I^2 = R_1 I'^2 \Rightarrow R_1 = \frac{8}{9}\Omega$$



گام دوم: توان خروجی باتری با توان مصرفی مقاومت معادل خارجی مدار (R_{eq}) برابر است بنابراین:

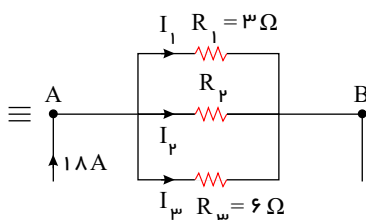
$$P = \varepsilon I = 12I \quad \text{تولیدی باتری}$$

$$\frac{P}{P_{\text{مصرفی}} R_{eq}} = \frac{\varepsilon I}{R_{eq} I^2} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} I} = \frac{12}{\frac{20}{9} \times 3} = 1.8$$

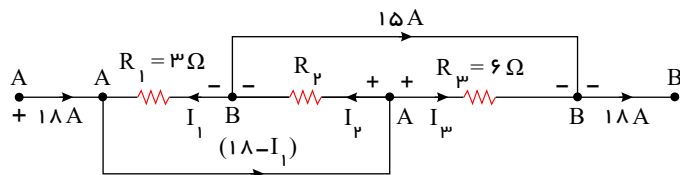


$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_P R_3}{R_P + R_3} = \frac{8}{9} + \frac{8}{6} = \frac{16 + 24}{18} = \frac{40}{18} = \frac{20}{9} \Omega$$

۱۹۴ گزینه ۲



در اینجا هر سه مقاومت موازی‌اند، پس پتانسیل دو سر همه‌ی آنها یکسان و برابر اختلاف پتانسیل دو سر مدار است. یعنی:



$$I_3 + 15 = 18 \rightarrow I_3 = 3A \rightarrow V_{R_3} = V_{AB} = R_3 I_3 = 6 \times 3 = 18 \rightarrow V_{AB} = 18V$$

$$V_{R_1} = R_1 I_1 = 3I_1 = V_{AB} = 18V \rightarrow I_1 = 6A$$

$$I_1 + I_P + I_3 = 18A \rightarrow 6 + I_P + 3 = 18 \rightarrow I_P = 9A$$

$$R_P \rightarrow P_{R_P} = V_{AB} I_P = 18 \times 9 = 162W \rightarrow P_{R_P} = 162W$$

۱۹۵ گزینه ۴ قسمت اول:

$$R_{eq} = R + \frac{R}{N} = \frac{3}{2}R$$

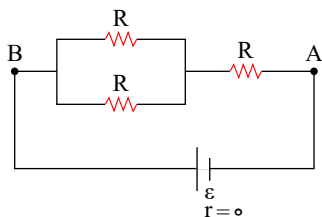
قسمت دوم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$R'_{eq} = R + \frac{(nR)(R)}{(nR) + R} = R + \left(\frac{n}{n+1}\right)R = \frac{nR + R + nR}{n+1} = \frac{2nR + R}{n+1} = \left(\frac{2n+1}{n+1}\right)R$$

قسمت سوم: توان خروجی باتری با توان مصرفی مجموعه مقاومت‌های خارجی مدار برابر است. چون ولتاژ باتری با تغییر R_{eq} و I تغییر نمی‌کند،

مقاومت درونی باتری صفر است، در هر دو حالت اختلاف پتانسیل دو سر مدار ثابت و برابر ε است.

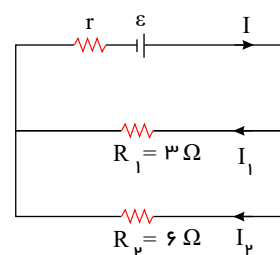


$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} \xrightarrow{V=\text{ثابت}} \frac{P}{P'} = \frac{R'_{eq}}{R_{eq}} \rightarrow \frac{6}{5} = \frac{\left(\frac{2n+1}{n+1}\right)R}{\frac{3}{2}R} \rightarrow 20n + 10 = 18n + 18 \Rightarrow n = 4$$

۱۹۶ گزینه ۳ در ابتدا با توجه به توان تلف شده در مقاومت درونی باتری، به صورت زیر، مقاومت درونی مولد را می‌یابیم.

$$\begin{cases} rI^2 = 4,5(1) \\ I = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{r+R_1+R_2} = \frac{\varepsilon}{r+\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}} = \frac{6}{r+2} \end{cases} \xrightarrow{(1),(2)} r\left(\frac{6}{r+2}\right)^2 = 4,5 \rightarrow \frac{r \times 36}{(r+2)^2} = 4,5 \rightarrow \frac{4r}{(r+2)^2} = 1$$

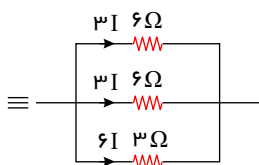
$$\begin{aligned} \rightarrow r^2 + 4r + 4 &= 4r \rightarrow r^2 - 4r + 4 = 0 \rightarrow (r-2)^2 = 0 \rightarrow r = 2\Omega \xrightarrow{(1)} 2I^2 = 4,5 \\ \rightarrow I &= 1,5A \rightarrow I_r = \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)I = \left(\frac{3}{3+6}\right)(1,5) = \frac{4,5}{9} = 0,5A \rightarrow I_r = 0,5A \end{aligned}$$



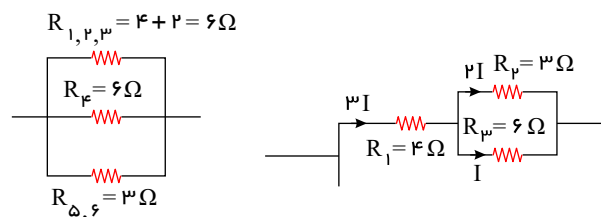
قسمت دوم:

$$U_r = P_r t = R_r I_r^2 t = (6)(0,5)^2 \left(\frac{1}{60}\right)h = (1,5W)\left(\frac{1}{60}\right)h = 2,5 \times 10^{-5} kWh$$

۱۹۷ گزینه ۲



قسمت اول: با بررسی مقاومت‌های الکتریکی در هر شاخه، ابتدا جریان الکتریکی در مقاومت‌های الکتریکی را با هم مقایسه می‌کنیم



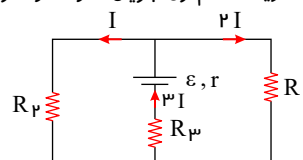
قسمت دوم: بنابراین جریان عبوری از مقاومت‌های الکتریکی مدار، به صورت زیر است

$$\Delta I = 6I - I = 5I = 10 \rightarrow I = 2A, I_1 = I_r = 3I, I_2 = I_r = 6I, I_3 = 2I, I_4 = I \rightarrow \begin{cases} I_{max} = 6I \\ I_{min} = I \end{cases}$$

توان مصرفی در هر مقاومت را می‌یابیم تا کمترین توان مصرفی را به دست بیاوریم

$$\begin{aligned} &= (4)(6)^2 = 144WR_1 : P_1 = R_1 I_1^2 \\ R_2 : P_2 &= R_2 I_2^2 = (3)(4)^2 = 48W \\ R_3 : P_3 &= R_3 I_3^2 = (6)(2)^2 = 24W \\ R_4 : P_4 &= R_4 I_4^2 = (6)(6)^2 = 216W \\ R_5 : P_5 &= R_5 I_5^2 = (3)(12)^2 = 432W \\ R_6 : P_6 &= R_6 I_6^2 = (1)(12)^2 = 144W \end{aligned}$$

۱۹۸ گزینه ۲ گام اول: جریان گذرنده از مقاومت R_p را، I نامگذاری می‌کنیم:



گام دوم:

$$I_p = I \xrightarrow{I_1 = 2I_p \text{ فرض سوال}} R_p = 2R_1 \quad (1) \rightarrow (\text{جریان گذرنده از باتری}) = 3I$$

$$P = P_{eq} = P_{R_1} + P_{R_p} + P_{R_3} = R_1(2I)^2 + (2R_1)I^2 + R_p(3I)^2 = 30W \xrightarrow[R_p=2R_1]{R_p=R_1} 4R_1I^2 + 2R_1I^2 + 9R_1I^2 = 30W$$

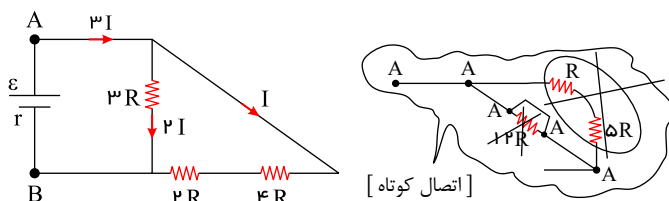
$$\rightarrow 15R_1I^2 = 30 \rightarrow R_1I^2 = 2W \quad (*)$$

گام سوم:

$$R_p \text{ توان مصرفی } P_{R_p} = (2R_1)(I^2) = 2R_1I^2 \xrightarrow{(*)} P_{R_p} = 2 \times 2 = 4W$$

۱۹۹ گزینه ۴

گام اول: مقاومت‌های $12R$ و $5R$ اتصال کوتاه شده، از مدار حذف می‌شوند:



گام دوم: فرض کنید جریان گذرنده از مقاومت $4R$ برابر I باشد. آن‌گاه:

$$4R \text{ توان مصرفی } P = (4R)I^2 = 8W \rightarrow \boxed{RI^2 = 2W}$$

گام سوم: مقاومت معادل مدار:

$$R_{eq} = \frac{3R \times 6R}{3R + 6R} = 2R$$

حال می‌دانیم که توان خروجی (مفید) مولد برابر با توان مصرفی کل مقاومت‌های خارجی مدار است، یعنی:

$$P_T = R_{eq}(3I)^2 = (2R)(9I^2) \rightarrow P_T = 18(RI^2) = 18 \times 2 = 36W \rightarrow P_T = 36W$$

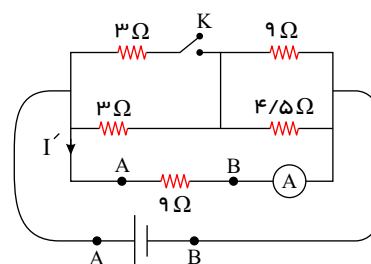
۲۰۰ گزینه ۱ گام اول: کلید باز باشد یا بسته، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ثابت و برابر با نیروی محرکه مولد است، یعنی:

$$V = \varepsilon - \mathcal{E} = \varepsilon = 90V$$

گام دوم: اختلاف پتانسیل دو سر شاخه شامل آمپرسنج و مقاومت 9Ω ، همواره برابر با اختلاف پتانسیل دو سر باتری است. بنابراین:

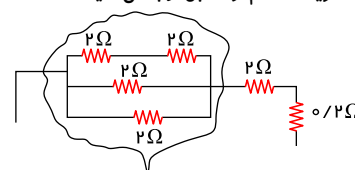
$$\text{ثابت } V = V_{AB} = V_{R=9\Omega} = 90V =$$

$$I' = \frac{V_{AB}}{R} = \frac{90}{9} = 10A = \text{ثابت}$$



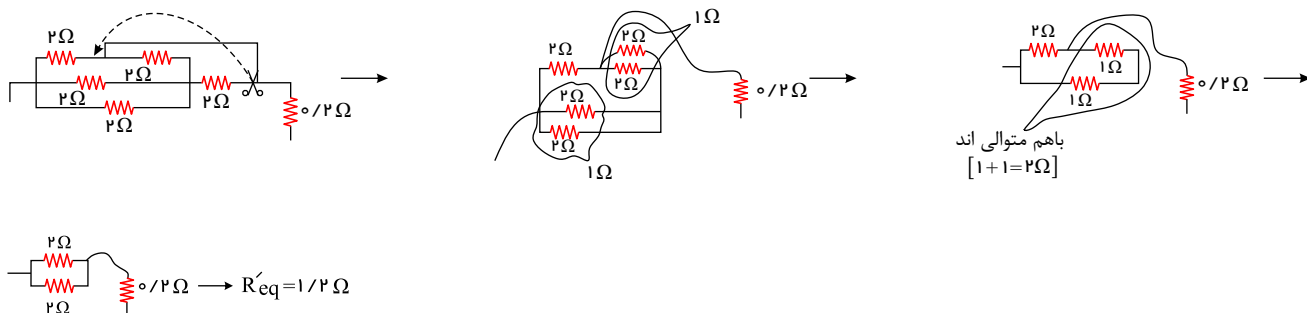
۲۰۱ گزینه ۱ گام اول: قبل از بستن کلید k :

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{5}{4} \rightarrow R' = 0.8\Omega \rightarrow R_{eq} = 0.8 + 2 + 0.2 = 3\Omega$$



گام دوم: بعد از بستن کلید K :

فیزیک یازدهم فصل دو

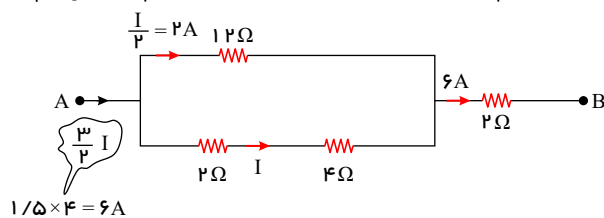


$$\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = \frac{\frac{\varepsilon \times 1/2}{2+1/2}}{\frac{\varepsilon \times 3}{2+3}} = \frac{5 \times 1/2}{12 \times 3/2} = \frac{5}{8}$$

قدم سوم $\rightarrow$

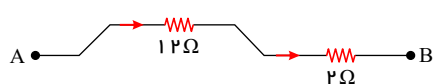
۲۰۲ گزینه ۳ گام اول: شدت جریان گذرنده از جریان ۴Ω را I نام گذاری می کنیم.

$$4I^2 = 64W \rightarrow I^2 = 16 \rightarrow I = 4A$$



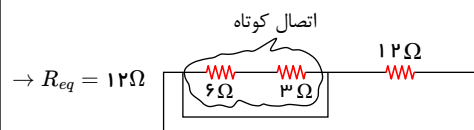
گام دوم:

$$V_A - 12 \times 2 - 2 \times 6 = V_B \rightarrow V_{AB} = 36V$$

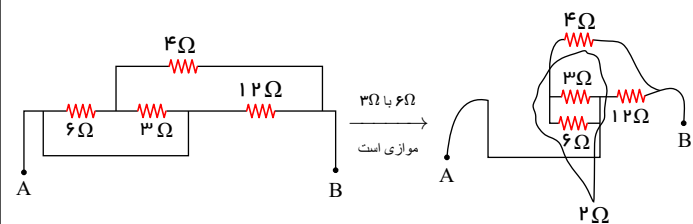


۲۰۳ گزینه ۱ گام اول: قبل از بستن کلید k

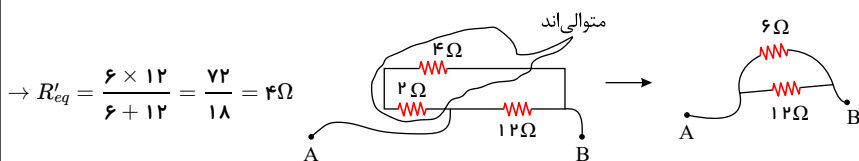
قبل از هر چیز، چون مقاومت درونی مولد صفر است، اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر نیروی محرکه مولد و مقداری ثابت است.



گام دوم: بعد از بستن کلید k



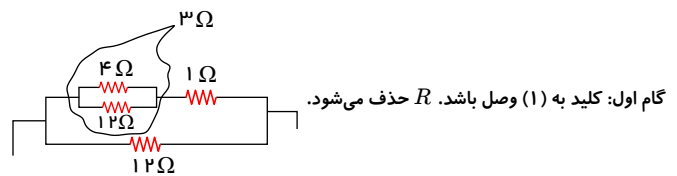
گام سوم:



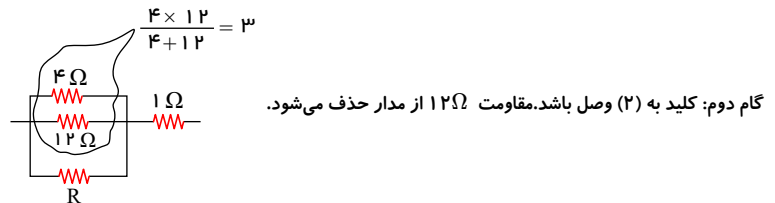
$$\rightarrow R'_{eq} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{72}{18} = 4\Omega$$

$$P_T = \frac{V^2}{R_{eq}} \xrightarrow{V=\text{ثابت}} \frac{P'_T}{P_T} = \frac{R_{eq}}{R'_{eq}} = \frac{12}{4} = 3$$

۲۰۴ گزینه ۳ چون توان کل مولد یعنی $P = \varepsilon I$ تغییر نمی کند، جریان مدار باید در هر دو حالت یکسان بوده، بنابراین مقاومت معادل مدار در هر دو حالت یکسان است.



$$\rightarrow R_{eq} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3\Omega \rightarrow R_{eq} = 3\Omega$$



$$\left(\frac{3R}{3+R}\right) + 1 = 3 \rightarrow \frac{3R}{3+R} = 2 \rightarrow 6 + 2R = 3R \rightarrow R = 6\Omega$$

۲۰۵ گزینه ۲

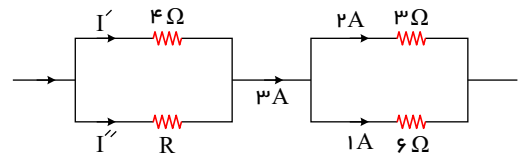
گام اول: مقاومت ۳Ω نصف ۶Ω و جریان عبوری از آن دو برابر جریان عبوری از مقاومت ۶Ω یعنی ۲A × ۱ = ۲A است. پس جریان اصلی در مدار:

$$I = 2 + 1 = 3A$$

گام دوم: بنابراین جریان عبوری از مقاومت ۴Ω هم:

$$I' = \frac{9}{8} \times 2 = \frac{9}{4}A \rightarrow I'' = 3 - I' = 3 - \frac{9}{4} = \frac{3}{4} \rightarrow I'' = \frac{3}{4}A \rightarrow 4I' = RI'' \rightarrow 4 \times \frac{9}{4} = R \times \frac{3}{4}$$

$$= R \times \frac{3}{4} \rightarrow R = 12\Omega$$



گام سوم:

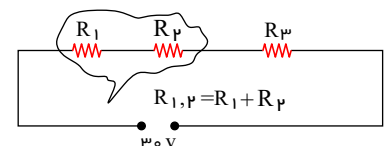
$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta V = \varepsilon - rI = R_{eq} \times I = 6 \times 3 = 18V \rightarrow 4Ir - rI = 18 \\ R_{eq} = 1 + \frac{4 \times 12}{4 + 12} + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 1 + 3 + 2 = 6\Omega \end{array} \right. \rightarrow 3rI = 18 \rightarrow rI = 6V \rightarrow r \times 3 = 6 \rightarrow r = 2\Omega$$

۲۰۶ گزینه ۲ گام اول: مقاومت الکتریکی ۳ لامپ را می‌یابیم:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} L_1 : R_1 = \frac{60^2}{15} \\ L_2 : R_2 = \frac{60^2}{10} \\ L_3 : R_3 = \frac{60^2}{30} \end{array} \right.$$

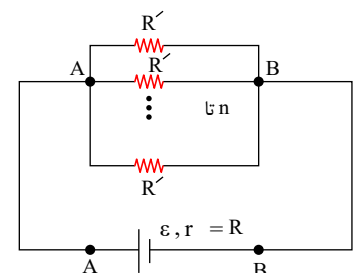
$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{P_{1,2} \Delta t}{P_3 \Delta t} = \frac{(R_{1,2} I^2) \Delta t}{(R_3 I^2) \Delta t} = \frac{R_{1,2}}{R_3} = \frac{R_1 + R_2}{R_3} = \frac{\frac{60^2}{15} + \frac{60^2}{10}}{\frac{60^2}{30}} = \frac{5}{3} = 5$$

در اتصال متوالی، جریان عبوری از هر سه یکسان است. بنابراین داریم:



۲۰۷ گزینه ۱ گام اول: مقاومت الکتریکی سیم رسانا برابر است با:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\text{مقاومت الکتریکی هر مقاومت جدید}} R' = \frac{R}{n} = \frac{\rho \frac{L}{A}}{n} = \frac{\rho L}{An}$$

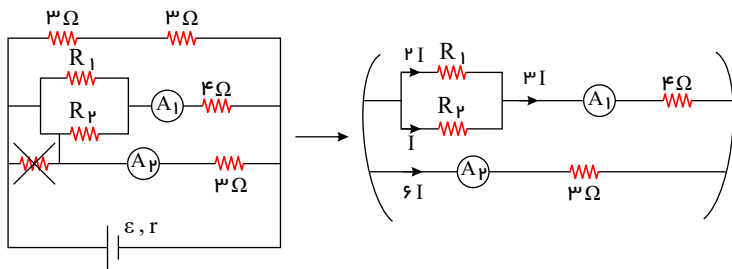


گام دوم: اختلاف پتانسیل دو سر باتری را که برابر با اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌های موازی است، می‌یابیم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$V_{AB} = \varepsilon - rI = \varepsilon - r\left(\frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}\right) = \frac{\varepsilon R_{eq}}{r + R_{eq}} = \frac{\varepsilon \frac{R'}{n}}{\frac{R'}{n} + \frac{R'}{n}} \rightarrow V_{AB} = \frac{\varepsilon}{2} = \frac{6}{2} = 3V$$

۲۰۸ گزینه ۴ کام اول:



$$R_2 = 2R_1 \rightarrow I_1 = 2I_2 \rightarrow \begin{cases} I_2 = I & 3I = I_1 = 6A \rightarrow I = 2A \\ I_1 = 2I & I_2 = 6I = 12A \end{cases}$$

کام دوم:

$$V_{(R_1, R_2)} + V_{R_3} = V_{R_4} \rightarrow R_{1,2}(\cancel{2I}) + 3(\cancel{2I}) = 3(\cancel{6I}) \rightarrow R_{1,2} = 2\Omega$$

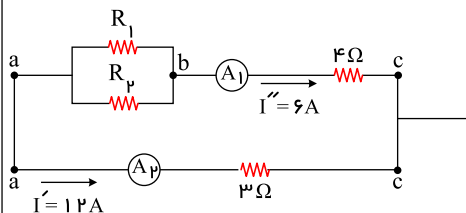
کام سوم:

$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2\Omega \rightarrow \frac{(2R_1)(R_1)}{R_1 + 2R_1} = 2 \rightarrow \frac{R_1}{3} = 1 \rightarrow R_1 = 3\Omega$$

کام چهارم:

$$R_1 : P_1 = R_1 I_1^2 = R_1 (2I)^2 = 3(2 \times 2)^2 = 3 \times 16 = 48W \rightarrow P_1 = 48W$$

با توجه به عددی که آمپرسنج‌های ۱ و ۲ نمایش می‌دهند، داریم:



$$V_{ac} = V_{ab} + V_{bc} \rightarrow 36 = V_{ab} + 4 \times 6 \rightarrow V_{ab} = 12V$$

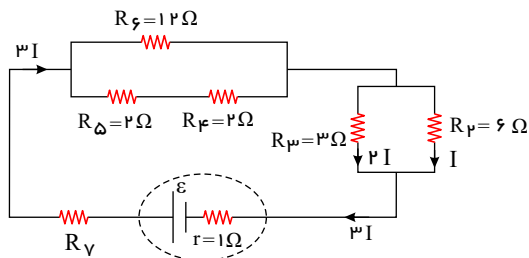
$$V_{ab} = V_{R1} = V_{R2} \rightarrow \begin{cases} R_1 I_1 = R_2 I_2 = 12V \\ I_1 + I_2 = I'' = 6A \\ R_2 = 2R_1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} I_1 = 4A \\ I_2 = 2A \\ R_1 = 3\Omega \\ R_2 = 6\Omega \end{cases}$$

و در نهایت داریم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 3(4)^2 \rightarrow P_1 = 48W$$

۲۰۹ گزینه ۳

کام اول: جریان گذرنده از R_2 را I نام‌گذاری می‌کنیم؛ جریان اصلی را بر حسب I می‌یابیم، (دقت کنید که در اینجا مقاومت R_1 اتصال کوتاه می‌شود)



کام دوم: از رابطه توان مصرفی در R_1 و R_2 کمک می‌گیریم.

$$P_{R_2} = 3P_{R_1} = 3R_2(I)^2 \rightarrow R_2(3I)^2 = 3 \times 6I^2 \rightarrow R_2 = 2\Omega$$

کام سوم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \text{ و } R_{eq} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + \frac{4 \times 12}{4 + 12} + 2 = 7\Omega \rightarrow I = \frac{16}{7 + 1} = 2A$$

$$\text{توان تولیدی} = P = \varepsilon I = 16 \times 2 = 32W$$

۲۱۰ گزینه ۲ کام اول: قبل از اتصال کلید k

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\rightarrow \text{کل } I = \frac{42}{1+6} = \frac{42}{7} = 6A \rightarrow I_{R_2} = I_{R_3} = 6A \rightarrow \Delta I_{R_2, R_3} = 0$$

نکته: چون می‌دانستیم اختلاف جریان‌های عبوری از R_2 و R_3 خواسته شده و جریان عبوری از آن‌ها هم به دلیل متوالی بودن برابر است تا این‌جا نیازی به محاسبه I کل نبود.

گام دوم: بعد از بستن کلید

$$R'_{eq} = \frac{6 \times 3}{6+3} + 3 = 5\Omega \rightarrow \text{کل } I = I'_{R_3} = \frac{\varepsilon}{r + R'_{eq}} = \frac{42}{1+5} = 7A$$

$$R_2 : I'_{R_2} = \left(\frac{6}{3+6}\right) \times 7 = \frac{2}{3} \times 7 = \frac{14}{3}A \rightarrow \Delta I'_{(R_2, R_3)} = 7 - \frac{14}{3} = \frac{21-14}{3} = \frac{7}{3}A$$

$$\begin{cases} \Delta I'_{(R_2, R_3)} = \frac{7}{3}A \\ \Delta I_{R_2, R_3} = 0 \end{cases} \rightarrow$$

اختلاف جریان‌های عبوری از R_2 و R_3 افزایش می‌یابد.

۲۱۱ گزینه ۳ گام اول:

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \left(\frac{l_2}{l_1}\right) \left(\frac{A_1}{A_2}\right) \xrightarrow{\rho_2=\rho_1 \text{ همجنس}} \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right) \left(\frac{A_1}{A_2}\right) \quad (1)$$

گام دوم:

$$\begin{cases} m_2 = \lambda m_1 \\ \rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \rightarrow m = \rho AL \rightarrow \text{چگالی } \rho_2 A_2 L_2 = \lambda (\rho_1 A_1 L_1) \quad (2) \end{cases} \rightarrow r_2 = 2r_1 \xrightarrow{A=\pi r^2} A_2 = 4A_1$$

$$\begin{cases} \rho_2 = \rho_1 \\ A_2 = 4A_1 \end{cases} \xrightarrow{(2)} 4L_2 = \lambda L_1 \rightarrow L_2 = \frac{1}{2}L_1 \quad (3) \quad (4)$$

گام سوم:

$$(1), (2), (3) \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = (2) \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} \rightarrow R_2 = \frac{1}{2}R_1 \quad (5)$$

گام چهارم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = I_2 \rightarrow \frac{24}{2 + (R_2 + R_1)} = \frac{V_2}{R_2} \rightarrow \frac{24}{2 + 3R_2} = \frac{6}{R_2} \rightarrow 4R_2 = 2 + 3R_2 \rightarrow R_2 = 2\Omega \rightarrow R_1 = 4\Omega$$

۲۱۲ گزینه ۱ گام اول: توان خروجی باتری همان توان مصرفی مقاومت‌های خارجی مدار است:

$$P = R_{eq} I^2$$

$$A \text{ هنگام اتصال کلید } k \text{ به } R_{1,2} = \frac{6 \times 12}{6+12} = \frac{12}{18} = \frac{2}{3}\Omega \rightarrow R_{eq} = \frac{R_{1,2} R_3}{R_{1,2} + R_3} = \frac{2 \times 4}{2+4} = \frac{16}{8} = 2\Omega$$

$$A \text{ هنگام اتصال کلید } k \text{ به } R'_{eq} = \frac{6 \times 12}{6+12} = 4\Omega$$

گام دوم:

$$P' = \frac{1}{2}P \rightarrow (R'_{eq}) I'^2 = \frac{1}{2} (R_{eq}) I^2 \rightarrow (R'_{eq}) \left(\frac{\varepsilon}{r + R'_{eq}}\right)^2 = \frac{1}{2} (2) \left(\frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}\right)^2 \rightarrow (4) \left(\frac{\varepsilon}{r + 4}\right)^2 = \left(\frac{\varepsilon}{r + 2}\right)^2 \rightarrow \frac{4}{(r+4)^2} = \frac{1}{(r+2)^2}$$

$$\rightarrow \frac{2}{r+4} = \frac{1}{r+2}$$

$$\underbrace{I}_{\left(\times \frac{1}{2}\right)} = \underbrace{\frac{\varepsilon R_{eq}}{r + R_{eq}}}_{\text{ثابت}} + 2 \text{ بنابراین } I \times \frac{1}{2} \text{ بایستی } P \times \frac{1}{2} \text{ برای این } P = R_{eq} I^2 \text{ و } R'_{eq} = 2R_{eq} \text{ نکته: چون } R_{eq} = r \text{ بنابراین}$$

۲۱۳ گزینه ۱ گام اول: چون توان خروجی (مفید) باتری بیشینه است: $R_{eq} = r$ بنابراین:

$$R_{eq} = \frac{4}{2} + \frac{3 \times 6}{3+6} = 2 + 2 = 4\Omega \rightarrow r = 4\Omega$$

گام دوم: هم‌چنان که کلید وصل است:

$$I \text{ اصلی} = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{4+4} = 3A \rightarrow I_1 \text{ عدد آمپرسنج} = \frac{3}{2} = 1.5A$$

گام سوم: با قطع کلید k ، مقاومت R_2 از مدار حذف می‌شود.

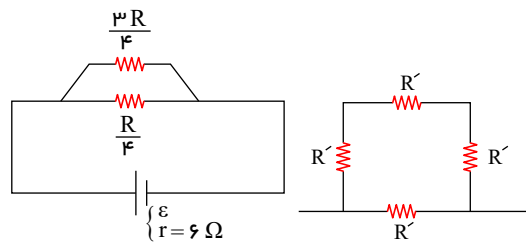
$$R'_{eq} = R_2 + R_{3,4} = 6 + \frac{4}{2} = 8\Omega \rightarrow I \text{ اصلی} = \frac{\varepsilon}{r + R'_{eq}} = \frac{24}{4+8} = 2A \rightarrow I_2 \text{ عدد آمپرسنج} = \frac{2}{2} = 1A$$

گام چهارم:

$$\Delta I = 1 - 1.5 = -0.5A \text{ کاهش } 0.5A$$

۲۱۴ گزینه ۴ گام اول: با توجه به محل ورود و خروج جریان از این مقاومت: (با تشکیل یک مربع از سیمی به مقاومت R ، مقاومت الکترونیکی هر ضلع $\frac{R}{4}$ می‌شود)

$$4R' = R \rightarrow R' = \frac{R}{4}$$

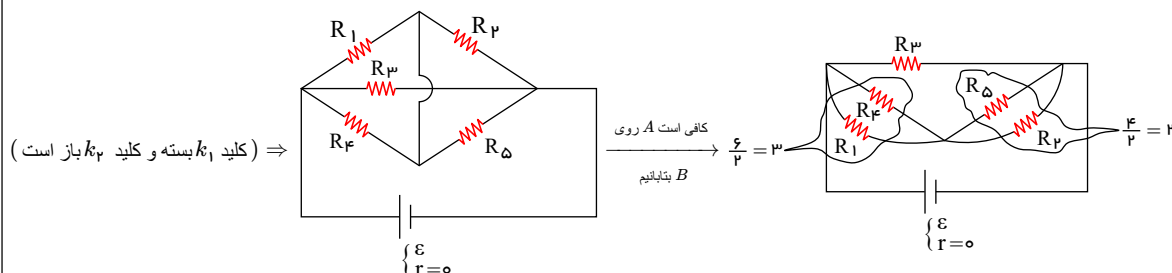


گام دوم: چون توان خروجی باتری بیشینه است:

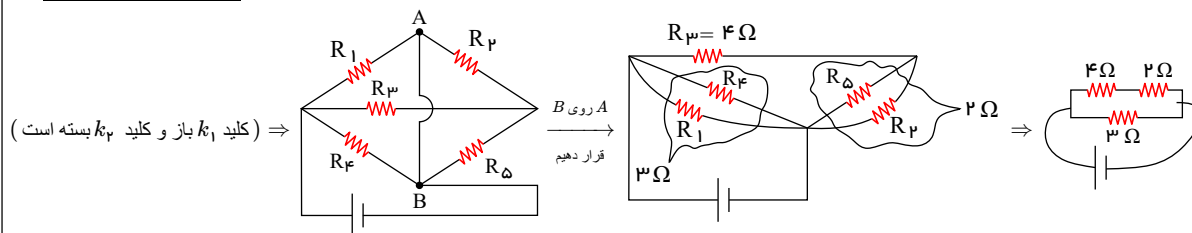
$$R_{eq} = r \rightarrow \frac{\frac{3}{4}R \times \frac{R}{4}}{\frac{3}{4}R + \frac{R}{4}} = 6\Omega \rightarrow \frac{3}{16}R = 6 \rightarrow R = 32\Omega$$

۲۱۵ گزینه ۲

چون در اینجا باتری آرمانی است، پس اختلاف پتانسیل دو سر کل مدار برابر نیروی محرکه مولد است، بنابراین برای مقایسه توان مصرفی کل مدار در حالت‌های اول و دوم، کافی است که مقاومت‌های معادل را یافته و نسبت آنها را به دست بیاوریم، یعنی:



$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{5 \times 4}{5 + 4} = \frac{20}{9}$$



$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\Delta V'}{P'} = \frac{R'_{eq}}{\Delta V'} = \frac{R_{eq}}{R'_{eq}} = \frac{20}{9} = \frac{10}{9} \\ \Delta V' = \Delta V = \varepsilon - rI = \varepsilon - (0)I = \varepsilon \end{array} \right.$$

۲۱۶ گزینه ۴ توان مصرفی مجموعه طبق رابطه $P = \frac{\varepsilon^2}{R}$ زمانی بیشینه است که کمترین مقدار مقاومت در مدار قرار بگیرد و کمترین مقاومت هنگامی ظاهر می‌شود که دو مقاومت R_1 و R_2 موازی باشند ← بنابراین هر دو کلید باید بسته باشد.
نکته: مقدار مقاومت معادل دو مقاومت موازی از هر یک از مقاومت‌ها کوچک‌تر است.

۲۱۷ گزینه ۲ طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ مقاومت یک سیم رسانا با طول آن متناسب است.

$$R_{AB} = \frac{1}{4} \times 36 \parallel \frac{3}{4} \times 36 = 9 \parallel 27 = \frac{27}{4}\Omega$$

$$R_{AC} = \frac{1}{3} \times 36 \parallel \frac{2}{3} \times 36 = 12 \parallel 24 = 8\Omega$$

$$R_{AD} = \frac{1}{2} \times 36 \parallel \frac{1}{2} \times 36 = 18 \parallel 18 = 9\Omega$$

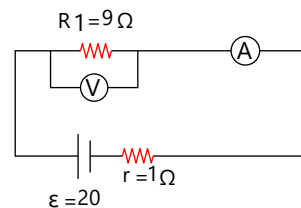
توان خروجی باتری هنگامی بیشینه است که مقاومت داخلی باتری با مقاومت خارجی مدار برابر شود.

$$r = R_{\text{خارجی}} \Rightarrow R_{\text{خارجی}} = 8\Omega$$

۲۱۸ گزینه ۲ مقاومت آمپرسنج ایده آل صفر است. بنابراین R_3 و R_4 اتصال کوتاه می شوند.

مقاومت ولتسنج ایده آل بی نهایت است. بنابراین R_2 از مدار باز می شود.

شکل نهایی مدار:

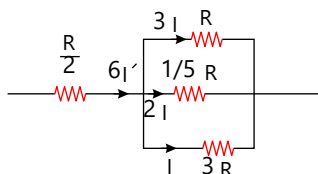


$$I = \frac{V_0}{R_1 + r} = 2(A)$$

$$V = R_1 I = 9 \times 2 = 18(\text{ولت})$$

۲۱۹ گزینه ۳

طبق قاعده ۱ تقسیم جریان، جریان به صورت زیر بین مقاومت ها تقسیم می شود.



$$P_R = R(3I)^2 = 9RI^2, \quad P_{1/5R} = (1/5R)(2I)^2 = 6RI^2$$

$$P_{3R} = 3R(I)^2 = 3RI^2, \quad P_{R/2} = \left(\frac{R}{2}\right)(6I)^2 = 18RI^2$$

بنابراین مقاومت $\frac{R}{2}$ بیشترین توان را مصرف می کند.

$$\rightarrow P = \text{مجموع توان مصرفی تمام مقاومت ها} = 36RI^2 \rightarrow \frac{P_R}{P_{out}} = \frac{18RI^2}{36RI^2} = 0.5$$

خروجی باتری

۲۲۰ گزینه ۳

جریان گذرنده از مقاومت های R_1, R_2, R_3 و R_4 یکسان است و طبق رابطه $P = RI^2$ به شرطی توان آن ها یکسان خواهد بود که همگی ۴ اهمی باشند، بنابراین:

$$R_4 = R_3 = R_2 = R_1 = 4\Omega$$

ولتاژ دو سر مقاومت های R_4 و R_5 یکسان است و طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ در صورتی توان یکسان مصرف می کنند که $R_5 = R_4$ باشد.

اگر ولتاژ دو نقطه A و B را V در نظر بگیریم، بنا بر قاعده تقسیم ولتاژ، اختلاف پتانسیل هر یک از مقاومت ها R_1, R_2, R_3 و R_4 خواهد بود.

طبق فرض سؤال توان همه مقاومت ها برابر است:

$$P_{R_1} = P_{R_5} \rightarrow \frac{(V_{R_1})^2}{R_1} = \frac{(V_{R_5})^2}{R_5}$$

$$\left(\frac{V}{4}\right)^2 = \frac{V^2}{R_5} \rightarrow R_5 = 64\Omega$$

مقاومت های R_1, R_2, R_3 و R_4 سری هستند و معادل آن ها 16Ω است که با مقاومت های R_5 و R_6 موازی می شود.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{64} + \frac{1}{64} + \frac{1}{16} \rightarrow R_{eq} = \frac{32}{3}\Omega$$

۲۲۱ گزینه ۲

سه مقاومت $R_1, 12, 24$ اهمی با یکدیگر موازی اند و اختلاف پتانسیل دو سر آن ها با هم برابر است. طبق قانون اهم و قاعده انشعاب می توان نوشت:

$$\begin{cases} 12 \times 0.8 = 24 \times I_2 \rightarrow I_2 = 0.4(A) \\ I = I_1 + I_2 + 0.8 \rightarrow 2.4 = I_1 + 1.2 \rightarrow I_1 = 1.2(A) \rightarrow R_1 I_1 = 12 \times 0.8 \rightarrow R_1 = 8\Omega \end{cases}$$

جریان در مدار تک حلقه از رابطه مقابل محاسبه می شود:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \rightarrow 2.4 = \frac{24}{R_2 + 4} \rightarrow R_2 = 6\Omega$$

$$\frac{P_{R_2}}{P_{R_1}} = \frac{R_2 I_2^2}{R_1 I_1^2} = \frac{6 \times (0.4)^2}{8 \times (1.2)^2} = 3$$

۲۲۲ گزینه ۳ با کشیدن سیم (۱)، جرم آن تغییری نمی کند. بنابراین حجم سیم نیز ثابت است.

فیزیک یازدهم فصل دو

$$V_1 = V_r \rightarrow L_1 A_1 = L_r A_r \rightarrow \frac{L}{3} \times A_1 = \frac{2L}{3} A_r \rightarrow A_r = \frac{1}{2} A_1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_1}{Q_r} = \frac{P_1 t}{P_r t} = \left(\frac{V_1}{V_r}\right)^2 \left(\frac{R_r}{R_1}\right) = \frac{R_r}{R_1} = \frac{\rho_r \frac{L_r}{A_r}}{\rho_1 \frac{L_1}{A_1}} = \frac{A_1}{A_r} \times \frac{L_r}{L_1} = 2 \times 1 = 2 \text{ برابر} \\ P = \frac{V^2}{R} \text{ , } R = \rho \frac{L}{A} \end{array} \right.$$

۲۲۳ گزینه ۲ در هنگام باز بودن تمام کلیدها، مقاومت $3R$ در مدار قرار ندارد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow I = \frac{15}{25+10R}$$

در هنگام بسته بودن کلیدها، مقاومت $4R$ و مقاومت 25Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شوند.

$$I' = I + 1,3 \Rightarrow \frac{15}{2R} = \frac{15}{25+10R} + 1,3 \rightarrow R = 5\Omega$$

(به جای حل معادله، بهتر است که گزینه‌ها را در آن جایگذاری کنیم تا جواب صحیح مشخص شود.)

۲۲۴ گزینه ۲ توان خروجی مولد به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 در صورتی یکسان است که $r = \sqrt{R_1 R_2}$ باشد.

$$R_r = R_1 - 51\% R_1 \Rightarrow R_r = \frac{49}{100} R_1$$

$$\sqrt{R_r R_1} = r \Rightarrow \sqrt{R_1 \frac{49}{100} R_1} = r \rightarrow \frac{7}{10} R_1 = r \rightarrow R_1 = 5\Omega$$

۲۲۵ گزینه ۲ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل مقاومت $2,5$ اهمی را نشان می‌دهد:

$$V = RI$$

$$15 = 2,5I \Rightarrow I = 6(A)$$

قانون گره در نقطه (A) :

$$I = 1 + I_r + I_1 \rightarrow I_1 = 3(A)$$

مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی‌اند، بنابراین:

$$V_1 = V_r \rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r \rightarrow R_1 \times 3 = 18 \times 1 \rightarrow R_1 = 6\Omega$$

۲۲۶ گزینه ۴ دو مقاومت R_1 و R_2 موازی یکدیگرند:

$$V_1 = V_r \rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r$$

$$9I_1 = 18I_r \rightarrow I_1 = 2I_r \rightarrow I_1 = 2(A), I_r = 1(A), I_3 = 1,5(A)$$

$$\text{طبق فرض سؤال : } I_1 = I_r + 1$$

$$I = I_1 + I_r + I_3 = 4,5$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow 4,5 = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{\frac{1}{18} + \frac{1}{9} + \frac{1}{12}} + 3 + 1} \rightarrow \varepsilon = 36(V)$$

۲۲۷ گزینه ۳ دو مقاومت R_1 و R_2 موازی هستند و طبق قاعده تقسیم جریان، جریان گذرنده از مقاومت R_1 ، ۴ برابر مقاومت R_2 است. پس اگر جریان عبوری از مقاومت R_2 را I فرض کنیم، جریان عبوری از باتری $5I$ خواهد بود.

$$V_1 = V_r \rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r \rightarrow I_1 = \frac{20}{5} I_r = 4I_r$$

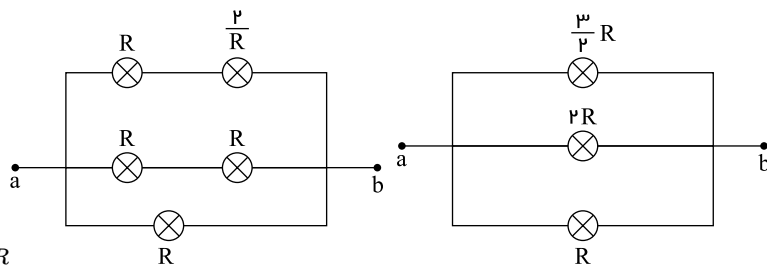
$$\left\{ \begin{array}{l} q = ne \\ q = It \end{array} \right. \rightarrow ne = It \rightarrow n = \frac{It}{e} \rightarrow \frac{n_A}{n_{\text{باتری}}} = \frac{I_A}{I_1 + I_2} = \frac{I_r}{I_1 + I_2} = \frac{1}{5}$$

۲۲۸ گزینه ۱

چون همهٔ مقاومتها مشابه هستند، با توجه به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، مقاومتی که ولتاژ دو سر آن بیشتر از بقیه باشد، توان مصرفی بیشتر از آنها مصرف می‌کند که در اینجا لامپ L_4 این ویژگی را دارد.
بنابراین داریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\frac{P_{\text{ج}}}{P_f} = \frac{R_f}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{P_{\text{ج}}}{30} = \frac{R}{\frac{6}{13}R} \rightarrow P_{\text{ج}} = \frac{13}{6} \times 30 = 65 \text{ (وات)}$$



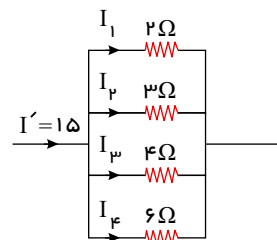
$$\rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{\frac{2R}{3}} \rightarrow R_{eq} = \frac{6}{13}R$$

۲۲۹ گزینه ۴ طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، نیروی محرکه و افت پتانسیل در صورتی برابر می‌شوند که ولتاژ دو سر باتری صفر شود (باتری اتصال کوتاه شود یا $I = \frac{\varepsilon}{R}$ شود) بنابراین باید آمپرسنج در نقطه‌ای قرار بگیرد که باعث اتصال کوتاه شدن مولد شود.

یعنی به جای مقاومت R_1

۲۳۰ گزینه ۱ مقاومت‌های R_1, R_2, R_3 و R_4 با یکدیگر موازی‌اند و بنابر قاعده تقسیم جریان می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} I_f &= I \\ I_v &= \frac{3}{2}I \\ I_r &= 2I \\ I_1 &= 3I \end{aligned} \right\} \rightarrow I' = 7.5I = 15 \Rightarrow I = 2(A)$$



۲۳۱ گزینه ۳ توان مصرفی مقاومت R_1 را با P_1 و توان مصرفی کل را با $P_{\text{ج}}$ نمایش می‌دهیم.

$$\frac{P_1}{P_{\text{ج}}} = \frac{R_1}{R_{\text{ج}}} \Rightarrow \frac{40}{100} = \frac{R_1}{R_{\text{ج}}} \rightarrow R_{\text{ج}} = \frac{10}{4}R_1 = 2.5R$$

۲۳۲ گزینه ۳ در حالت کلید بسته: مقاومت R اتصال کوتاه می‌شود و $R_{\text{خارجی}} = 2\Omega$.

در حالت کلید باز: مقاومت R در مدار است و $R_{\text{خارجی}} = R + 2$

توان خروجی مولد به ازای ۲ مقاومت متفاوت در صورتی یکسان است که:

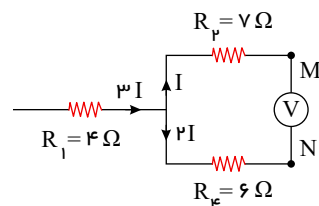
$$\sqrt{R_1 R_2} = r \Rightarrow \sqrt{2(R+2)} = 4 \Rightarrow R = 6\Omega$$

۲۳۳ گزینه ۳ مقاومت شاخه بالا 18Ω و مقاومت شاخه پائین ۹ اهم است. طبق قاعده تقسیم جریان، از شاخه بالا جریان I و از شاخه پائین جریان $2I$ می‌گذرد.

$$V_M + V_I - 6(2I) = V_N$$

$$V_M - V_N = 5I = 7.5 \rightarrow I = 1.5(A)$$

$$P_{R_1} = R_1 I^2 = 4(3 \times 1.5)^2 = 18 \text{ (وات)}$$



۲۳۴ گزینه ۱ هنگامی که کلید در وضعیت (۱) قرار بگیرد، مقاومت‌های R_1 و 12 مدار باز می‌شوند و هنگامی که کلید در وضعیت (۲) قرار بگیرد، مقاومت ۸ اهمی مدار باز می‌شود در هر دو حالت جریان مدار ثابت مانده بنابراین مقاومت معادل دو مقاومت موازی R_2 و 12 اهمی برابر ۸ اهم است.

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{8} \rightarrow R_2 = 24\Omega$$

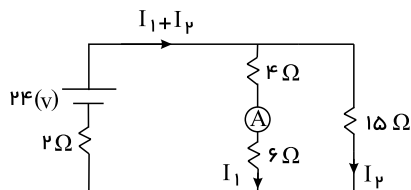
۲۳۵ گزینه ۲ مقاومت R_f اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود و مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 با یکدیگر موازی‌اند.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow R_{eq} = 5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + 2} \rightarrow I = \frac{21}{5 + 2} = 3(A)$$

۲۳۶ گزینه ۳

مقاومت‌های R_1 و R_2 با یکدیگر موازی‌اند و برآیند آن‌ها ۴ اهم است و مقاومت‌های R_3 و R_4 نیز با یکدیگر موازی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها ۶ اهم می‌باشد.



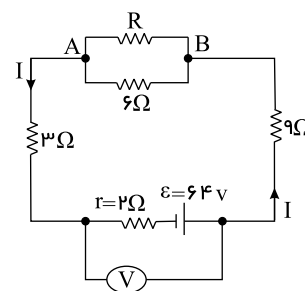
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4+6} + \frac{1}{15} \rightarrow R_{eq} = 6\Omega$$

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{کل}} = I_1 + I_2 &= \frac{\varepsilon}{R_{eq} + 2} = \frac{24}{6+2} = 3(A) \\ 10I_1 &= 15I_2 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{معادله ۲}} I_1 = \frac{9}{5}(A) \\ \xrightarrow{\text{معادله ۲}} I_2 = \frac{6}{5}(A) \end{array}$$

آمپرسنج جریان I_1 یعنی $\frac{9}{5}$ آمپر را نشان می‌دهد.

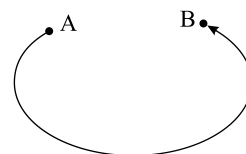
۲۳۷ گزینه ۲ گام اول: ابتدا به کمک عدد ولت‌سنج جریان کل مدار را می‌یابیم:

$$\Delta V = \varepsilon - rI \rightarrow 56 = 64 - 2I \Rightarrow I = 4A$$

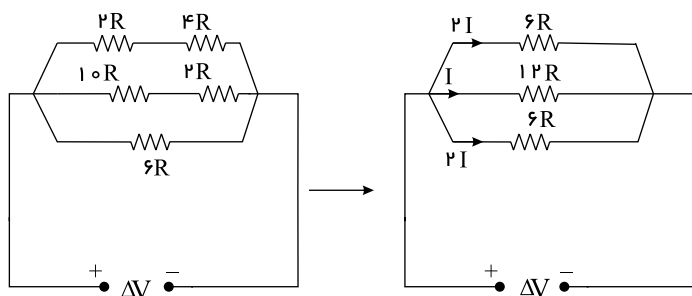


گام دوم:

$$V_A - 3I - 2I + 64 - 9I = V_B \rightarrow (V_B - V_A = 64 - 14I) = 64 - 14 \times 4 = 64 - 56 = 8V$$



۲۳۸ گزینه ۲ توان مصرفی: $P = RI^2$ ابتدا رابطه جریان الکتریکی عبوری از مقاومت‌ها را می‌یابیم:



$$R_1 = 2R \rightarrow (2R)(2I)^2 = 8RI^2$$

$$R_2 = 4R \rightarrow (4R)(2I)^2 = 16RI^2$$

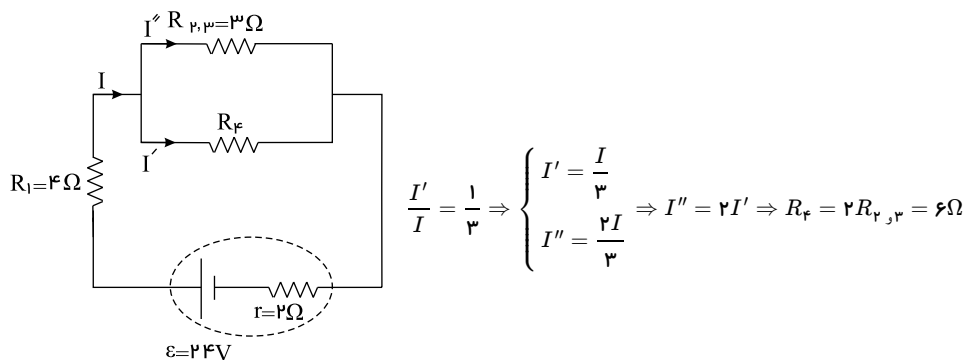
$$R_3 = 10R \rightarrow (10R)(I)^2 = 10RI^2$$

$$R_4 = 2R \rightarrow (2R)(I)^2 = 2RI^2 \checkmark$$

$$R_5 = 6R \rightarrow (6R)(2I)^2 = 24RI^2$$

۲۳۹ گزینه ۳ گام اول:

فیزیک یازدهم فصل دو

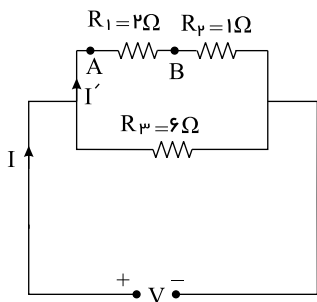


گام دوم:

$$R_{eq} = 4 + \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 6\Omega \rightarrow \text{کل } I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24V}{(2 + 6)\Omega} \Rightarrow I = 3A$$

$$P = \varepsilon I - rI = R_{eq}I^2 = 6 \times 3^2 = 54W \rightarrow \text{خروجی } P = 54W$$

۲۴۰. گام اول: ابتدا R_{eq} را می‌یابیم، سپس جریان کل مدار و جریان عبوری از مقاومت R_1 و بعد از آن اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را محاسبه می‌کنیم گزینه ۲



$$P_t = R_{eq}I^2 \rightarrow 32 = \left(\frac{3 \times 6}{3 + 6}\right)I^2 \rightarrow I^2 = 16 \rightarrow I = 4A$$

گام دوم:

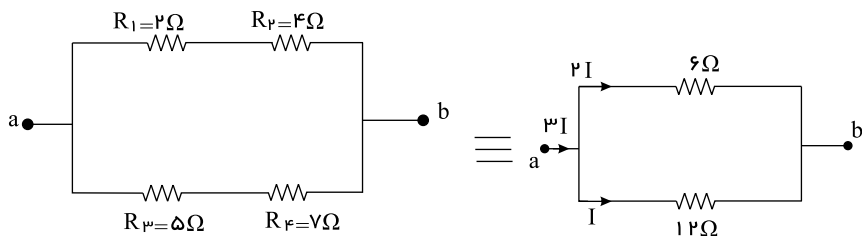
$$I' = \left(\frac{6}{3 + 6}\right)I = \frac{2}{3} \times 4 = \frac{8}{3}A$$

گام سوم:

$$\overset{A}{\bullet} \rightarrow \overset{B}{\bullet} \Rightarrow V_A - R_1 I' = V_B - V_A = V = -R_1 I' \Rightarrow \Delta V = -2 \times \frac{8}{3} = -\frac{16}{3}V \rightarrow \Delta U = q\Delta V = (-6\mu C)\left(-\frac{16}{3}V\right) \Rightarrow \Delta U = 32\mu J$$

افزایش

۲۴۱ گزینه ۲



گام اول:

$$\begin{cases} P_t = 36 = 4(3I)^2 \\ R_{eq} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{4}{1} = 4\Omega \end{cases} \Rightarrow \boxed{I = 1A} \Rightarrow R_3 : P_{R_3} = R_3 I^2 = 5W \Rightarrow \Delta U = Pt = 5 \times 60 = 300J = 0.3kJ$$

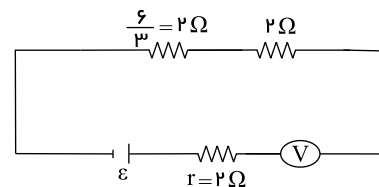
۲۴۲. گزینه ۲ مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد بوده و اجازه عبور جریان از خودش را نمی‌دهد. پس جریان صفر است.

حالت اول:

فیزیک یازدهم فصل دو

عدد ولتسنج $\Delta V = \varepsilon = 24V$

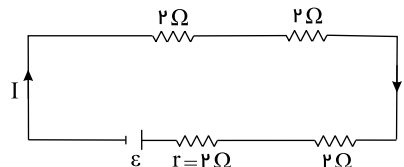
$$\begin{cases} (P_r)_1 = rI^2 = 0 \\ I = 0 \end{cases}$$



حالت دوم:

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

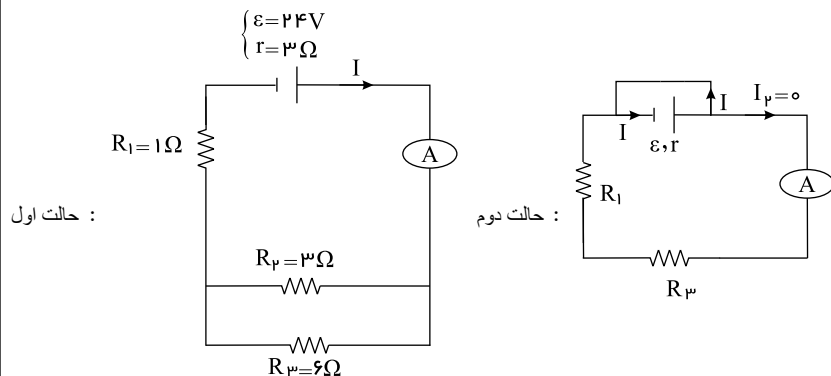
$$(P_r)_r = rI^2 = 2 \times 3^2 = 18W$$



$$(\Delta P_r) = (P_r)_r - (P_1)_r = 18 - 0 = 18W$$

۲۴۳ گزینه ۱

در هر دو حالت، آمپرسنج، جریان کل مدار را نمایش می‌دهد، بنابراین داریم:

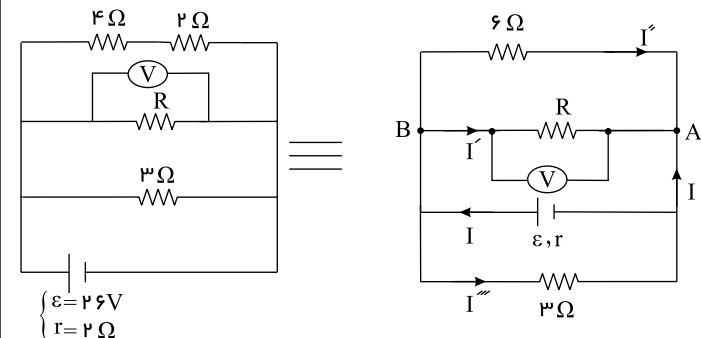


$$\begin{cases} I_1 = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{3 + 3} = 4A \\ R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1 + 2 = 3\Omega \end{cases}$$

$I_2 - I_1 = 0 - 4A = -4A \rightarrow$ ۴A کاهش می‌یابد.

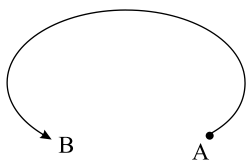
۲۴۴ گزینه ۴

با توجه به مدار ساده شده، بدیهی است که عدد ولت سنج، معادل با ولتاژ دو سر هر یک از شاخه‌ها و البته معادل با ولتاژ دو سر مولد است. پس ابتدا جریان عبوری از مولد، یعنی جریان کل که بین شاخه تقسیم می‌شود را می‌یابیم. یعنی:

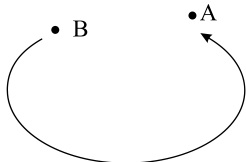


$$\Rightarrow 6I'' = V_{AB} = 12V \Rightarrow I'' = 2A$$

فیزیک یازدهم فصل دو



$$\Rightarrow V_{AB} = \varepsilon - rI = 12 \Rightarrow 26 - 2I = 12 \rightarrow \boxed{I = 7A}$$



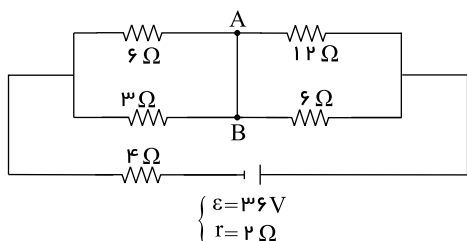
$$I''' = \frac{V_{AB}}{R} = \frac{12}{3} = 4A$$

$$I = I' + I'' + I''' \rightarrow V = I' + 4 + 2 \rightarrow I' = 1A$$

$$R = \frac{V}{I'} = \frac{12V}{1A} = 12\Omega \rightarrow \boxed{R = 12\Omega}$$

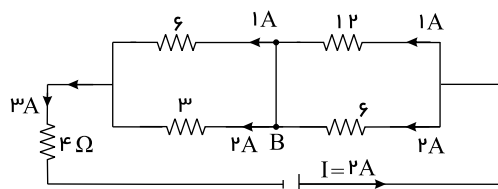
گزینه ۱ ۲۴۵

گام اول: بعد از ساده کردن مدار، می‌بینیم که مقاومت‌های 6Ω با 3Ω و نیز 12Ω با 6Ω با هم موازی‌اند.



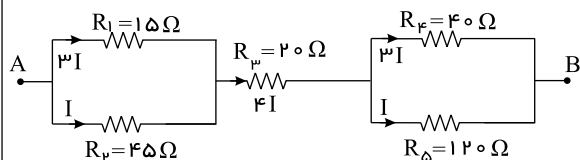
گام دوم:

$$R_{eq} = 4 + \frac{6 \times 3}{6 + 3} + \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 10\Omega \Rightarrow R_{eq} = 10\Omega \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{36V}{(2 + 10)\Omega} = 3A$$



گام سوم: اگر به گره A یا B توجه شود درمی‌یابیم از سیم رسانای AB جریانی عبور نمی‌کند.

گزینه ۴ گام اول: اگر جریان عبوری از مقاومت 20Ω را $4I$ در نظر بگیریم، جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌های دیگر را پیدا می‌کنیم. سپس توان مصرفی هر یک را محاسبه کرده و مقاومتهایی که بیشترین و کمترین توان را مصرف می‌کنند، مشخص کرده و در نهایت داریم: $(P = RI^2)$



$$P_1 = 15(9I^2) = 135I^2, P_r = 45I^2, P_r = 320I^2$$

$$P_f = 40(9I^2) = 360I^2, P_\delta = 120I^2$$

گام دوم:

$$P_{max} = P_f \quad \text{و} \quad P_{min} = P_r$$

$$360I^2 - 45I^2 = 315I^2 = 1260 \rightarrow I = 2A$$

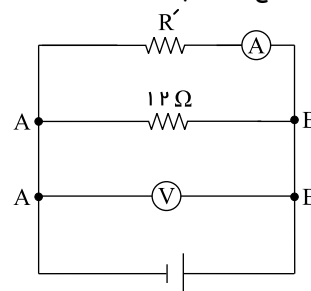
گام سوم:

$$P_{R_r} = 320I^2 = 320 \times 4 = 1280W$$

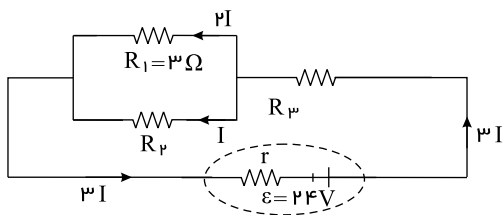
۲۴۷ گزینه ۱

ولت سنج، اختلاف پتانسیل دو نقطه A و B را نمایش می‌دهد، یعنی:

$$V_{AB} = R'I = \left(\frac{4 \times 12}{4 + 12}\right)(4) = 12V$$



۲۴۸ گزینه ۳ اگر جریان عبوری از مقاومت R_3 را ۳۱ فرض کنیم، جریان عبوری از مقاومت R_1 معادل $2I$ خواهد بود، پس با توجه به قانون گره، جریان در مقاومت R_2 معادل I است. این یعنی اینکه $R_2 = 2R_1 = 6\Omega$ است.



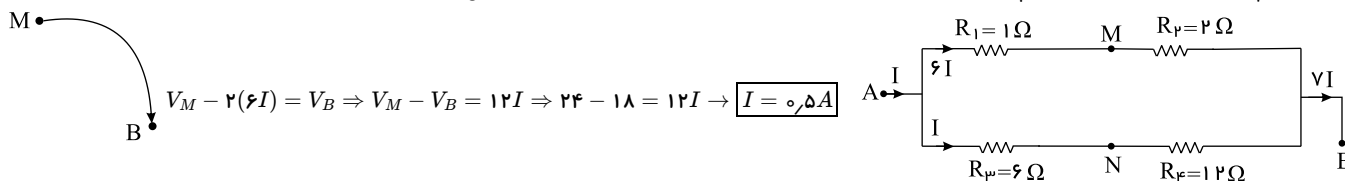
از طرفی داریم:

$$P_{R_1} = P_{R_2} \rightarrow 3(2I)^2 = R_2(3I)^2 \Rightarrow 12I^2 = 9R_2I^2 \Rightarrow R_2 = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}\Omega$$

$$\Rightarrow R_{eq} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4}{3} + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = \frac{4}{3} + 2 \rightarrow R_{eq} = \frac{10}{3}\Omega$$

شرط این‌که توان خروجی باتری بیشینه شود این است که $R_{eq} = r$.

۲۴۹ گزینه ۴ گام اول: اگر جریان کل را $7I$ بنامیم، جریان عبوری از مقاومت R_2 معادل $6I$ است که به صورت زیر محاسبه می‌شود:



گام دوم:

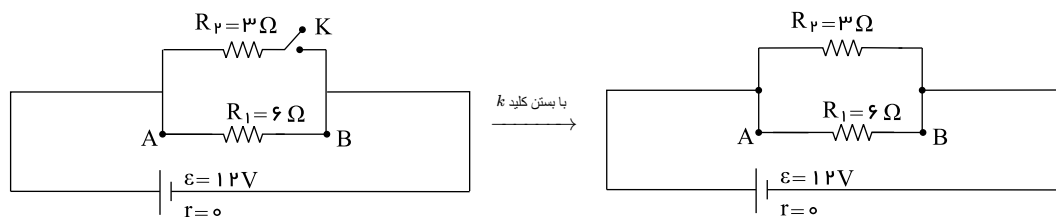
$$R_2 : P_{R_2} = (R_2)(I^2) = (6)(0.25)^2 = (6)(0.0625) = 0.375W$$

گام سوم:

$$\Rightarrow V_M - \underbrace{(2 \times 6 \times 0.25)}_6 + \underbrace{(12)(0.25)}_3 = V_N \Rightarrow V_M - V_N = 0$$

۲۵۰ گزینه ۱

قبل از بستن کلید، فقط مقاومت R_1 در مدار قرار دارد. بعد از بستن کلید، مقاومت R_2 به صورت موازی در مدار اضافه می‌شود. پس ولتاژ دو سر مقاومت R_1 را در دو حالت محاسبه کرده و در نهایت توان مصرفی آن را مقایسه می‌کنیم.



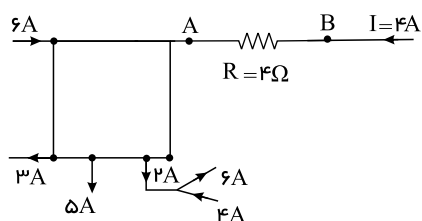
چون باتری آرمانی است (مقاومت درونی آن ناچیز است)، در هر دو حالت ولتاژ دو سر مقاومت R_1 برابر ولتاژ دو سر باتری است:

$$V_{R_1} = V_{\text{باتری}} = \varepsilon - \cancel{r}I = \varepsilon = \text{ثابت} \Rightarrow P = \frac{V^2}{R_1} = \text{ثابت}$$

۲۵۱ گزینه ۳

با توجه به شکل داده شده، و اینکه جمع جریان‌های ورودی به گره می‌بایستی با جمع جریان‌های خروجی از مربع برابر باشد، در

می‌یابیم:



$6A \rightarrow$ ورودی

$3 + 5 + 2 = 10A$ خروجی

پس $I = 4A$ بوده و وارد مربع شود تا با $6A$ جمع شود.

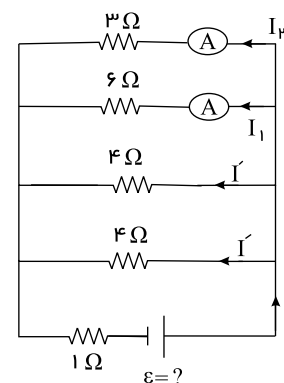
$$A \rightarrow B \Rightarrow V_A + RI = V_B$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = 4 \times 4 = 16V$$

$$\Delta U = q\Delta V = (-20\mu C)(16V) = -320\mu J \text{ (کاهش می‌یابد.)}$$

۲۵۲ گزینه ۴ گام اول: با کمی دقت در شکل متوجه می‌شویم تمام مقاومت‌ها با هم موازی هستند. پس:

$$V_1 = V_r \rightarrow R_1 I_1 = R_r I_r \rightarrow 6I_1 = 3I_r \Rightarrow \begin{cases} I_r = 2I_1 \\ I_r - I_1 = 2A \Rightarrow 2I_1 - I_1 = 2 \end{cases} \rightarrow I_1 = 2A \Rightarrow I_r = 4A$$



گام دوم: اختلاف پتانسیل مقاومت‌های موازی با هم برابر است:

$$4I' = R_1 I_1 \rightarrow 4I' = 12 \rightarrow I' = 3A \Rightarrow I = I_1 + I_r + 2I' = 6 + 6 = 12A$$

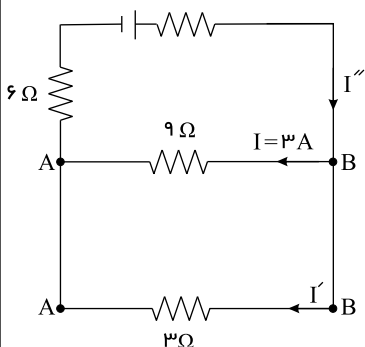
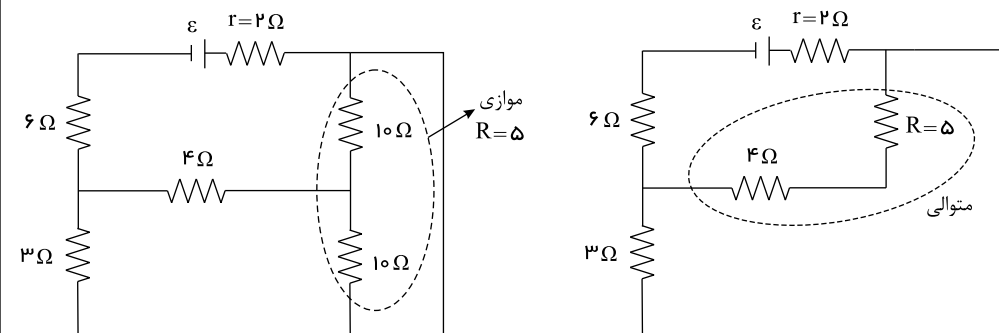
$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{1 + 1} = 12 \rightarrow \varepsilon = 24V \\ \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow R_{eq} = 1\Omega \end{cases}$$

گزینه ۳ ۲۵۳

$$\begin{cases} I_{max} - I_{min} = \frac{\varepsilon}{r + (Req)_{min}} - \frac{\varepsilon}{r + (Req)_{max}} = \frac{24}{r + 2} - \frac{24}{r + 18} = 2A \\ (Req)_{min} = \frac{6}{3} = 2\Omega, (Req)_{max} = 6 + 6 + 6 = 18\Omega \end{cases}$$

$$24\left(\frac{1}{r+2} - \frac{1}{r+18}\right) = 2 \rightarrow \frac{r+18-r-2}{(r^2+20r+36)} = \frac{1}{12} \Rightarrow r^2+20r-156=0 \rightarrow r = \frac{-20 \pm \sqrt{400+624}}{2} = \frac{-20+32}{2} \Rightarrow r = 6\Omega$$

گزینه ۴ ابتدا مدار را ساده می‌کنیم. سپس جریان عبوری از مقاومت 3Ω و در نهایت، جریان کل مدار را می‌یابیم.



$$V_{AB} = 9I = 3I' \rightarrow I' = 9A$$

$$I'' = I + I' = 3 + 9 = 12A$$

گزینه ۲ ۲۵۵

برای آنکه حداکثر توان مصرفی را بیابیم، باید حداقل یکی از آنها، با بیشترین توان مصرفی خود در مدار قرار گیرد که در اینجا لامپی که بین دو نقطه A و C است، چنین است.

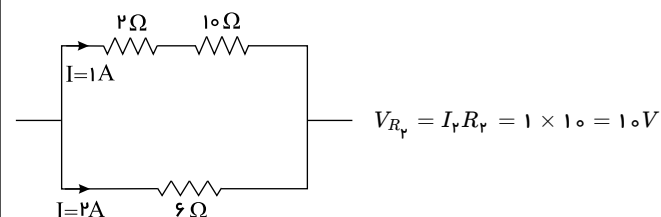
$$\text{Circuit: } R \text{ --- } A \text{ --- } \left(\frac{PR}{3}\right) \text{ --- } B$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{R'}{R} \rightarrow \frac{P'}{30} = \frac{2}{3} \rightarrow P' = 20W$$

گزینه ۳ وقتی توان خروجی مولد بیشینه است، مقاومت معادل خارجی مدار با مقاومت درونی مولد برابر است، یعنی:

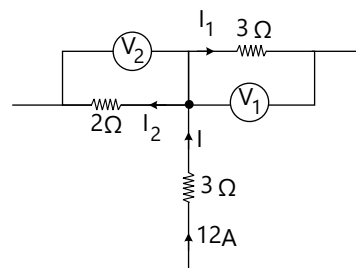
$$I = \frac{\varepsilon_0}{R_{eq} + r} \xrightarrow[\text{بیشینه}]{\text{توان خروجی مولد}} 3 = \frac{24}{2R_{eq}} \rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

بدیهی است که اتصال مقاومت‌ها به صورت زیر است:



گزینه ۴ گام اول:

$$\begin{cases} V_1 = \mathfrak{r}I_1 \\ V_r = \mathfrak{r}I_r \end{cases} \rightarrow V_1 + V_r = \mathfrak{r}\lambda V \rightarrow \mathfrak{r}I_1 + \mathfrak{r}I_r = \mathfrak{r}\lambda V$$



$$\begin{cases} I_1 + I_r = 12A \rightarrow I_1 = 12 - I_r & (1) \\ 3I_1 + 2I_r = 28 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathfrak{z}I_1 + \mathfrak{z}I_r = \mathfrak{z}\lambda & (\mathfrak{z}) \end{cases}$$

$$(1), (2) \Rightarrow \mathfrak{P}(12 - I_2) + 2I_2 = 2\lambda \Rightarrow \mathfrak{P}2 - \mathfrak{P}I_2 + 2I_2 = 2\lambda \Rightarrow I_2 = \lambda A, \quad I_1 = \mathfrak{P}A$$

عدد آمپرسنج A_p برابر $I_p = \lambda A$ است.

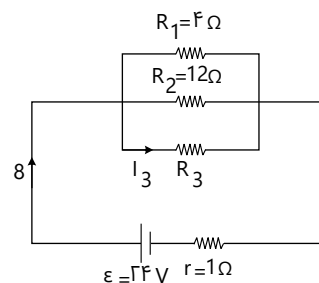
$$\rightarrow V_1 = \mathfrak{V}I_1 = \mathfrak{V} \times \mathfrak{F} = 12 \rightarrow V_1 = 12V$$

۲۵۸ گزینه ۲ گام اول: ابتدا به کمک جریان اصلی، R_{eq} و بعد R_3 را می‌یابیم.

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{1 + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = 3 - 1 = 2\Omega$$

$$\left(\frac{R_{\mathfrak{r}} \times R_{1,\mathfrak{r}}}{R_{\mathfrak{r}} + R_{1,\mathfrak{r}}} = \mathfrak{r} \rightarrow \frac{R_{\mathfrak{r}} \times \mathfrak{r}}{R_{\mathfrak{r}} + \mathfrak{r}} = \mathfrak{r} \rightarrow \mathfrak{r} R_{\mathfrak{r}} = \mathfrak{r} R_{\mathfrak{r}} + \mathfrak{r} \Rightarrow R_{\mathfrak{r}} = \mathfrak{r} \Omega \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} R_{1,r} &= \frac{R_1 R_r}{R_1 + R_r} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3\Omega \end{aligned} \right.$$

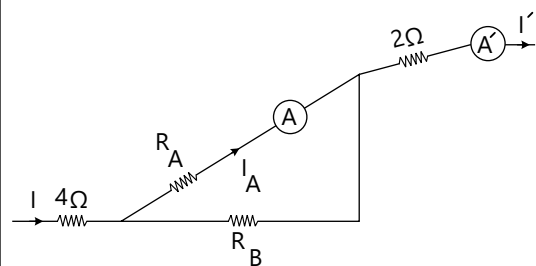


گام دوم:

$$I_r = \left(\frac{R_{1,r}}{R_{1,r} + R_w} \right) (I) = \left(\frac{3}{3+6} \right) \times 1 = \frac{2}{3} = \frac{1}{3} A \rightarrow P_r = R_r I_r^2 = \frac{1 \times 1}{3} W$$

$$\text{or: } \Delta V_{R_r} = \Delta V = \varepsilon - rI = 25 - 1 \times 1 = 24 \Rightarrow P_{R_r} = \Delta V_r \times I_r = 24 \times \frac{1}{3} = \frac{128}{3} W$$

۲۵۹ گزینه ۴ گام اول: اگر مدار را مرتب کنیم، شکل زیر را خواهیم داشت:



$$m_A = \mathfrak{r} m_B \Rightarrow \cancel{\rho_A} v_A = \mathfrak{r} \cancel{\rho_B} v_B \rightarrow \pi \mathfrak{r}_A^\mathfrak{r} \times L_A = \mathfrak{r} \pi \mathfrak{r}_B^\mathfrak{r} \times L_B \Rightarrow L_A \mathfrak{r}_A^\mathfrak{r} = \mathfrak{r} \mathfrak{r}_B^\mathfrak{r} L_B \rightarrow \frac{L_A}{L_B}$$

$$= \frac{r_B^r}{r_A^r}$$

گام دوم: دو مقاومت R_A و R_B موازی‌اند.

$$I_A = \frac{1}{3}I \rightarrow I_B = \frac{2}{3}I \Rightarrow I_B = 2I_A$$

$$\begin{cases} I_A = \frac{1}{r} I_B \\ R_A I_A = R_B I_B \end{cases} \Rightarrow R_A = r R_B$$

گام سوم:

$$R_A = \mathfrak{r}R_B \Rightarrow \rho_A \frac{L_A}{A_A} = \mathfrak{r}\rho_B \frac{L_B}{A_B} \Rightarrow \frac{L_A}{A_A} = \mathfrak{r} \frac{L_B}{A_B} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{L_A}{\mathfrak{r}L_B} \Rightarrow \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{\mathfrak{r}} = \frac{L_A}{\mathfrak{r}L_B} \xrightarrow{(1)} \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{\mathfrak{r}} = \frac{1}{\mathfrak{r}}(\mathfrak{r}\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^{\mathfrak{r}}) = \mathfrak{r}\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^{\mathfrak{r}} \Rightarrow \left(\frac{r_A}{r_B}\right) = \sqrt{\mathfrak{r} \frac{r_B}{r_A}}$$

۲۶۰ گزینه ۴ می‌دانیم که در این مدار تک‌حلقه، توان مفید (خروجی) مولد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{\text{مفید}} = \varepsilon I - rI^2 = RI^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R+r}} P = \frac{R\varepsilon^2}{(R+r)^2}$$

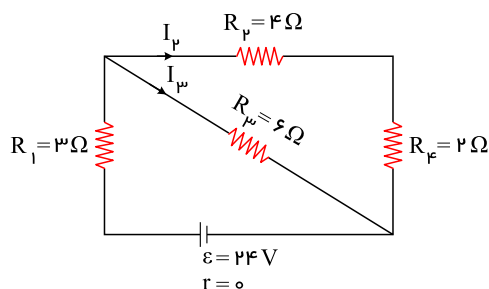
$$\xrightarrow{r=2\Omega} P_1 = \frac{(R-1)(\varepsilon^2)}{(R-1+2)^2} = \frac{(R-1)(\varepsilon^2)}{(R+1)^2}$$

$$P = \frac{R\varepsilon^2}{(R+r)^2} \xrightarrow{r=2\Omega} P_2 = \frac{(R+1)(\varepsilon^2)}{(R+1+2)^2} = \frac{(R+1)\varepsilon^2}{(R+3)^2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{9}{8} = \frac{\frac{\varepsilon^2(R-1)}{(R+1)^2}}{\frac{(R+1)\varepsilon^2}{(R+3)^2}} \xrightarrow[\text{عددگذاری}]{\text{بتوجه به گزینه‌ها و}} R = 3\Omega$$

۲۶۱ گزینه ۴

ابتدا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم. مقاومت R_1 و R_2 متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت R_3 موازی است.



$$R_{2,3} = R_2 + R_3 = 4 + 2 = 6\Omega$$

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

$$R_{eq} = R_{2,3,4} + R_1 = 3 + 3 = 6\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{6 + 0} = 4A$$

$$V_{2,3,4} = V_4 \Rightarrow R_{2,3,4} \times I = R_4 I_4 \Rightarrow 3 \times 4 = 2 \times I_4 \Rightarrow I_4 = 6A$$

$$I = I_2 + I_4 \Rightarrow 4 = 2 + I_2 \Rightarrow I_2 = 2A$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = R_1 I_1^2 \xrightarrow{R_1=3\Omega, I_1=4A} P_1 = 3 \times 4^2 = 48W \\ P_2 = R_2 I_2^2 \xrightarrow{R_2=4\Omega, I_2=2A} P_2 = 4 \times 2^2 = 16W \\ P_3 = R_3 I_3^2 \xrightarrow{R_3=6\Omega, I_3=2A} P_3 = 6 \times 2^2 = 24W \\ P_4 = R_4 I_4^2 \xrightarrow{R_4=2\Omega, I_4=6A} P_4 = 2 \times 6^2 = 72W \end{array} \right. \rightarrow P_1 > P_3 > P_2 > P_4$$

۲۶۲ گزینه ۱

جریان در شاخه‌ای که مقاومت 8Ω در آن قرار دارد

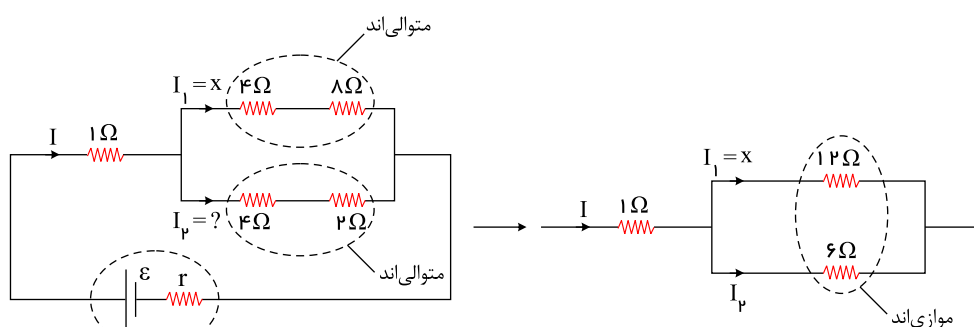
را x فرض می‌کنیم

و جریان شاخه‌ای که مقاومت 2Ω در آن قرار دارد

را به دست می‌آوریم

و از مجموع آن‌ها جریان مقاومت 1Ω را به دست

می‌آوریم:



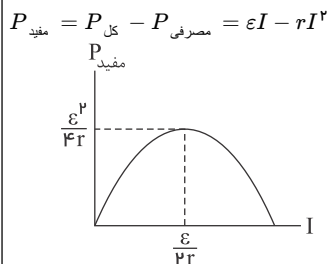
$$V_{12\Omega} = V_{6\Omega} \rightarrow 12x = 6I_V \Rightarrow I_V = 2x$$

جریان مقاومت 1Ω را می‌یابیم و نسبت توان مصرفی در مقاومت 1Ω و 8Ω را به دست می‌آوریم:

$$I = I_1 + I_V \xrightarrow{I_1=x} I = x + 2x = 3x$$

$$\frac{P_{1\Omega}}{P_{8\Omega}} = \frac{1 \times I^2}{8 \times I_1^2} \Rightarrow \frac{P_{1\Omega}}{P_{8\Omega}} = \frac{9x^2}{8x^2} = \frac{9}{8}$$

۲۶۳ گزینه ۲ ابتدا به کمک توان تولیدی و توان مصرفی باتری می‌توانیم توان مفید باتری را برحسب جریان عبوری از آن به دست آوریم. داریم:



$$I = \frac{\varepsilon}{2r}$$

نمودار توان مفید برحسب جریان به صورت یک سهمی می‌باشد که مختصات رأس این سهمی به صورت $P_{\text{مفید}} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ می‌باشد.

با توجه به این نمودار هنگامی که جریان مدار برابر $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ باشد، توان خروجی مولد بیشینه می‌شود که این مقدار جریان به ازای مقاومت خارجی معادل با r به دست می‌آید. بنابراین هنگامی که مقاومت خارجی مدار برابر با مقاومت داخلی مولد باشد، توان آن بیشینه می‌شود. حال با توجه به نمودار سؤال داریم:

$$P_{\text{خروجی max}} = 3 \rightarrow \frac{\varepsilon^2}{4r} = 3 \rightarrow \frac{6^2}{4r} = 3 \rightarrow r = 3\Omega$$

اگر مقاومت خارجی مدار نیز برابر 3Ω شود، توان خروجی بیشینه می‌شود، یعنی در نمودار داده‌شده در سؤال $R' = 3\Omega$ می‌شود. بنابراین در محدوده $0 \leq R < 3\Omega$ با افزایش مقاومت خارجی توان مفید افزایش می‌یابد و در محدوده $R > 3\Omega$ با افزایش مقاومت خارجی توان مفید کاهش می‌یابد.

۲۶۴ گزینه ۴ ابتدا مرحله به مرحله مقاومت‌ها را ساده می‌کنیم تا مقاومت معادل مدار را حساب کنیم:

$$R_{\text{پایین}} = R_1 + R_2 = 4 + 3 = 7\Omega \text{ سری هستند پس } R_{\text{پایین}} = 7\Omega$$

$$\text{حال } R_{\text{پایین}} \text{ با } R_3 \text{ موازی است، پس } R_{\text{پایین}} = R' = \frac{7}{2} = 3.5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{5.5 + 0.5} = 2A = I_1$$

چون مقاومت معادل در شاخه بالا و پایین بعد از مقاومت R_1 برابر است، بنابراین جریان پس از عبور از مقاومت R_1 به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود. داریم:

$$I_V = I_5 = \frac{2}{2} = 1A$$

برای مقاومت‌های R_3 و R_4 جریان $1A$ عبوری از مقاومت R_3 به نسبت عکس مقاومتشان تقسیم می‌شود. بنابراین:

$$I_3 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times I_V = \frac{12}{6 + 12} \times 1 = \frac{2}{3}A$$

$$I_4 = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}A$$

بنابراین:

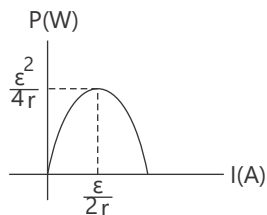
$$\frac{I_3 + I_5}{I_1 + I_4} = \frac{\frac{2}{3} + 1}{2 + \frac{1}{3}} = \frac{2 + 3}{6 + 1} = \frac{5}{7}$$

تذکر: اگر جریان I بخواهد بین دو مقاومت موازی R_1 و R_2 تقسیم شود، جریان عبوری از هر مقاومت از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \quad \text{و} \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

۲۶۵ گزینه ۲

با توجه به مقادیر مشخص شده روی نمودار ابتدا مقدار مقاومت داخلی مولد (r) را به دست می آوریم:



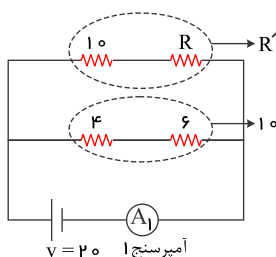
$$\frac{\varepsilon}{2r} = \frac{\varepsilon}{4} \rightarrow \frac{\lambda}{2r} = \frac{\lambda}{4} \rightarrow r = 1 \Omega$$

سپس با استفاده از نمودار برای محاسبه P_{max} داریم:

$$P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{\lambda^2}{4 \times 1} = 16W$$

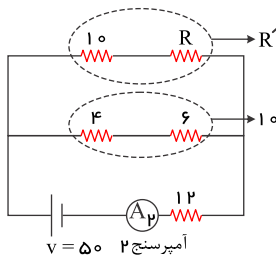
۲۶۶ گزینه ۳

اگر کلید ۱ بسته و کلید ۲ باز باشد:



$$R_{eq} = \frac{10R'}{10 + R'}$$

اگر کلید ۱ باز و کلید ۲ بسته باشد:



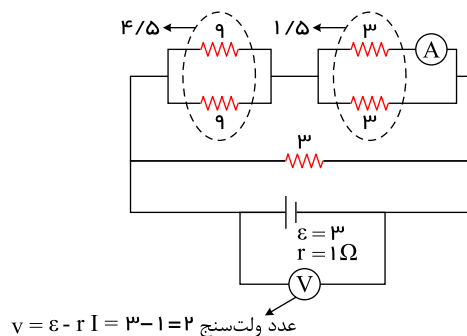
در هر دو حالت، آمپرسنج ها جریان کل عبوری از باتری را نشان می دهند. داریم:

$$R_{eq} = \frac{10R'}{10 + R'} + 12 = \frac{22R' + 120}{10 + R'}$$

$$I_1 = I_2 \Rightarrow \frac{\varepsilon_1}{(R_{eq})_1} = \frac{\varepsilon_2}{(R_{eq})_2} \Rightarrow \frac{20}{\frac{10R'}{10+R'}} = \frac{50}{\frac{22R' + 120}{10+R'}} \Rightarrow 50R' = 44R' + 240 \Rightarrow 6R' = 240 \Rightarrow R' = 40 \Rightarrow R = 40 - 10 = 30$$

۲۶۷ گزینه ۲

ابتدا مدار را به شکل ساده تری رسم می کنیم:

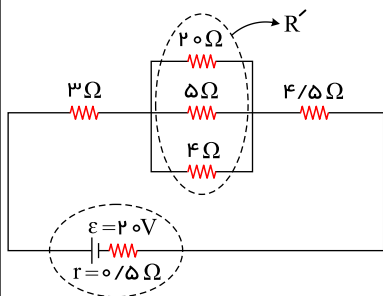


جریان را به دست می آوریم:

$$R_{eq} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{3}{2 + 1} = 1$$

عدد آمپرسنج: چون مقاومت شاخه بالا، ۲ برابر مقاومت شاخه پایین است، پس جریان عبوری از آن $\frac{1}{3}A$ است و چون آمپرسنج نصف این جریان را نشان می‌دهد، از آن عبور می‌کند.

۲۶۸ گزینه ۲ ابتدا مقاومت معادل و پس از آن جریان مدار را محاسبه می‌کنیم و در نهایت توان خروجی (مفید) مولد را می‌یابیم. بنابراین داریم:



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4} = \frac{1+4+5}{20} = \frac{10}{20} \Rightarrow R' = 2\Omega$$

$$R_{eq} = 3 + 2 + 4/5 = 9/5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{20}{9/5 + 0.5} = 2A$$

توان خروجی مولد از رابطه $P = \varepsilon I - rI^2$ به دست می‌آید، پس:

$$P = 20 \times 2 - 0.5 \times (2)^2 = 40 - 2 = 38W$$

۲۶۹ گزینه ۴ وقتی کلید بسته است، مقاومت خارجی مدار به گونه‌ای است که مقاومت معادل دو مقاومت موازی ۴ اهمی با مقاومت ۴Ω دیگر متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت ۶Ω موازی است. بنابراین داریم:

$$R_{eq} = \frac{6 \times 6}{12} = 3\Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{40}{3 + 2} = 8(A)$$

در این حالت توان خروجی مولد برابر است با:

$$P = \varepsilon I - rI^2 \Rightarrow P = 40 \times 8 - 2 \times 8^2 = 320 - 128 = 192W$$

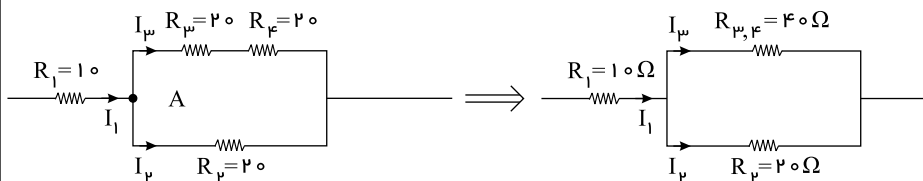
وقتی کلید باز است، عملاً مقاومت ۶Ω در مدار نیست، بنابراین داریم:

$$R_{eq} = 6\Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{40}{6 + 2} = 5(A)$$

$$P = \varepsilon I - rI^2 = 40 \times 5 - 2 \times 5^2 = 150W$$

$$\frac{P_{\text{کلید بسته}}}{P_{\text{کلید باز}}} = \frac{192}{150} = 1.28 \Rightarrow \text{و در نهایت داریم: } 1.28$$

۲۷۰ گزینه ۳



ابتدا مقاومت معادل R_3 و R_4 را به دست می‌آوریم و سپس نسبت جریان عبوری از هر شاخه را محاسبه می‌کنیم. همان‌طور که می‌دانیم در شاخه‌های موازی جریان با مقاومت نسبت عکس دارد.

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 20 + 20 = 40\Omega$$

$$\frac{I_3}{I_4} = \frac{R_4}{R_3} = \frac{20}{20} = 1 \rightarrow I_3 = I_4 \xrightarrow{I_3=x} I_4 = x$$

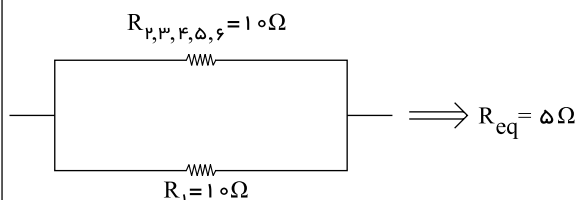
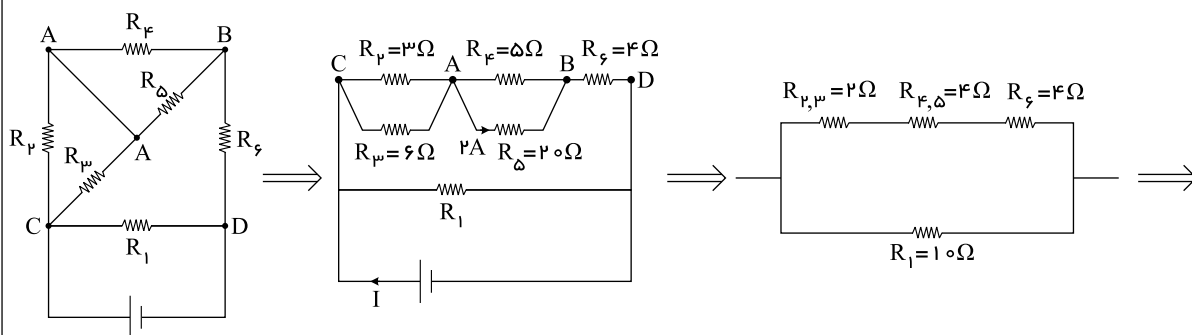
مجموع جریان‌های ورودی و خروجی در گره A با هم برابر است.

$$I_1 = I_3 + I_4 \rightarrow I_1 = 2x + x = 3x$$

حال با استفاده از رابطه $P = RI^2$ برای مقایسه توان‌های مصرفی داریم:

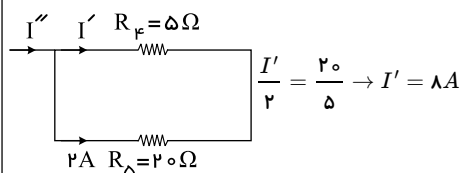
$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{R_3}{R_1} \times \left(\frac{I_3}{I_1}\right)^2 = \frac{20}{10} \times \left(\frac{x}{3x}\right)^2 = 2 \times \frac{1}{9} = \frac{2}{9}$$

۲۷۱ گزینه ۳ ابتدا با پیدا کردن نقاط هم‌پتانسیل (نقاطی که با یک سیم به هم وصل هستند و بین آن‌ها مقاومت، باتری یا ... نباشد) مدار را ساده‌تر می‌کنیم تا بتوانیم مقاومت معادل و سپس جریان کل را به دست آوریم. داریم:



$$R_{p,p} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega \quad R_{f,\delta} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4\Omega \quad R_{p,p,\delta} = 2 + 4 + 4 = 10\Omega \quad R_{eq} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\Omega$$

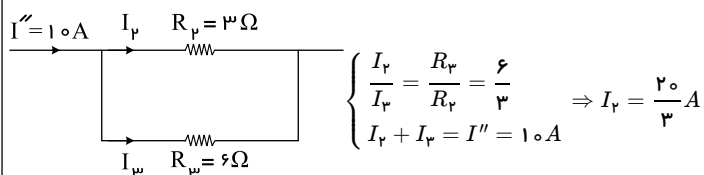
حال با توجه به اینکه در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها در شاخه‌ها جاری می‌شود، داریم:



حال جریان I'' را محاسبه کرده و آن را بین دو مقاومت R_p و R_p تقسیم می‌کنیم.

$$I'' = I' + 2 \rightarrow I'' = 2 + 2 \rightarrow I'' = 4A$$

بین دو مقاومت R_p و R_p داریم:



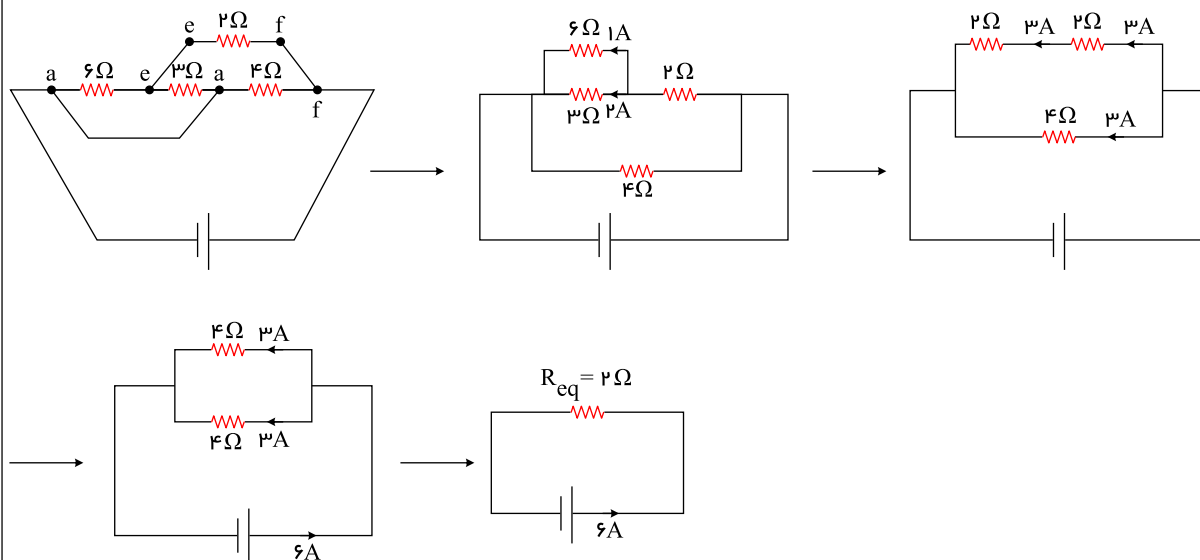
۲۷۲ گزینه ۳ برای آن که توان (خروجی) مفید مولد بیشینه شود، مقاومت معادل مدار باید برابر مقاومت درونی باتری باشد ($R_{eq} = r$) در نتیجه در این مسئله R_{eq} باید ۱ اهم باشد. که با بسته شدن هر ۳ کلید، مقاومت ۲ اهمی اتصال کوتاه می‌شود و مقاومت معادل مدار، معادل ۲ مقاومت موازی ۱/۵ و ۳ اهمی خواهد شد.

$$R_{eq} = \frac{1/5 \times 3}{1/5 + 3} = 1\Omega$$

۲۷۳ گزینه ۲

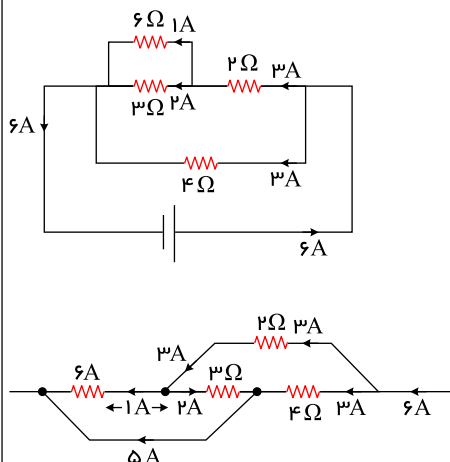
برای سادگی می‌توان با روش نام‌گذاری، مدار را کمی ساده‌تر کرد و جریان هر مقاومت را به دست آورد.

فیزیک یازدهم فصل دو



$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2 + 0} = 6A$$

حال جریان کل را تقسیم می‌کنیم تا جریان هر مقاومت محاسبه شود. حالا که جریان هر مقاومت را به دست آوردیم، دوباره به مدار اصلی برمی‌گردیم تا جهت‌های جریان را در مدار اولیه به دست آوریم:



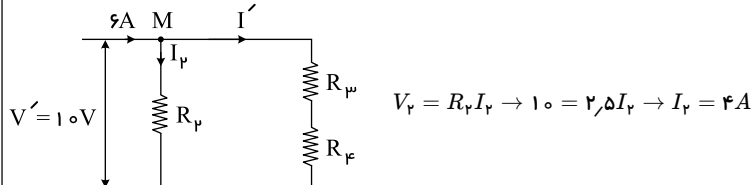
۲۷۴ گزینه ۱ در ابتدا با توجه به معلوم بودن پتانسیل دو سر مولد، جریان عبوری از مولد را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow 37 = 40 - 0.5 \times I \rightarrow I = 6A$$

حال اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 را محاسبه می‌کنیم:

$$V_1 = R_1 I \rightarrow V_1 = 4.5 \times 6 \rightarrow V_1 = 27V$$

بدیهی است که از ولتاژ کل مدار یعنی ۳۷ ولت، ۲۷ ولت، ولتاژ دو سر مقاومت R_1 است، پس ولتاژ دو سر بقیه مدار ۱۰ ولت خواهد بود ($37 - 27 = 10V$). یعنی:



با توجه به قانون گره در M داریم:

$$6 = I_1 + I' \rightarrow I' = 2A$$

حال با توجه به توان مصرفی داده‌شده برای مقاومت R_4 ولتاژ دو سر آن را محاسبه می‌کنیم:

$$P_4 = V_4 I' \rightarrow 16 = V_4 \times 2 \rightarrow V_4 = 8V$$

ولی برای دو مقاومت متوالی R_3 و R_4 داریم:

$$V' = V_4 + V_3 \rightarrow 10 = 8 + R_3 I' \xrightarrow{I'=2A} R_3 = 1\Omega$$

۲۷۵ گزینه ۴ نکته ۱: توان مصرفی مقاومت R ، وقتی جریان I از آن عبور می‌کند، از رابطه $P = RI^2$ محاسبه می‌شود.

نکته ۲: در دو مقاومت موازی R_1 و R_2 که از آنها جریان‌های I_1 و I_2 می‌گذرد، اگر $I = I_1 + I_2$ باشد، داریم:

$$\begin{cases} I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \\ I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \end{cases}$$

اگر جریان کل مدار را که از مقاومت R_3 می‌گذرد، I بنامیم، جریان عبوری از مقاومت‌های R_1 و R_2 به‌صورت زیر است:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \xrightarrow[R_2=6\Omega]{R_1=3\Omega} I_1 = \frac{6}{9} I \rightarrow I_1 = \frac{2}{3} I$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \xrightarrow[R_2=6\Omega]{R_1=3\Omega} I_2 = \frac{3}{9} I \rightarrow I_2 = \frac{1}{3} I$$

حال با توجه به رابطه توان مصرفی مقاومت‌های R_2 و R_3 داریم:

$$P_2 = 6P_3 \rightarrow R_2 I_2^2 = 6R_3 I_3^2 \rightarrow R_2 I_2^2 = 6(6) \left(\frac{1}{3} I\right)^2 \rightarrow R_2 = 4\Omega$$

حال جریان کل مدار را می‌یابیم:

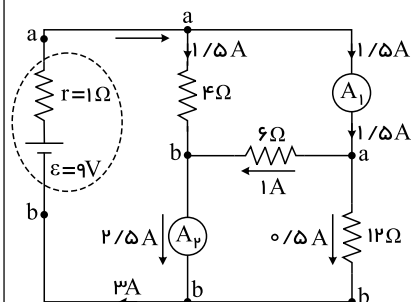
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow[R_{eq}=R_1+R_2+R_3=6\Omega]{R_1 R_2 = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\Omega} I = \frac{36}{6+0} = 6A$$

عددی که آمپرسنج نمایش می‌دهد، برابر است با:

$$I_1 = \frac{2}{3} I \xrightarrow{I=6A} I_1 = 4A$$

۲۷۶ گزینه ۱ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی، یکسان است.

با توجه به شکل، مقاومت‌های 4Ω ، 6Ω و 12Ω به‌طور موازی با مولد متصل شده‌اند؛ بنابراین ولتاژ دو سر هر یک از آنها با ولتاژ دو سر مولد برابر است؛ بنابراین با تعیین مقاومت معادل، شدت جریان تولیدی مولد و اختلاف پتانسیل دو سر آن را محاسبه می‌کنیم.



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{9}{2+1} \rightarrow I = 3A$$

$$V_{\text{مولد}} = \varepsilon - rI = 9 - 1 \times 3 \rightarrow V_{\text{مولد}} = 6V$$

$$V_{\text{مولد}} = V_{4\Omega} = V_{6\Omega} = V_{12\Omega} \rightarrow \begin{cases} 6 = 4I_1 \rightarrow I_1 = 1.5A \\ 6 = 6I_2 \rightarrow I_2 = 1A \\ 6 = 12I_3 \rightarrow I_3 = 0.5A \end{cases}$$

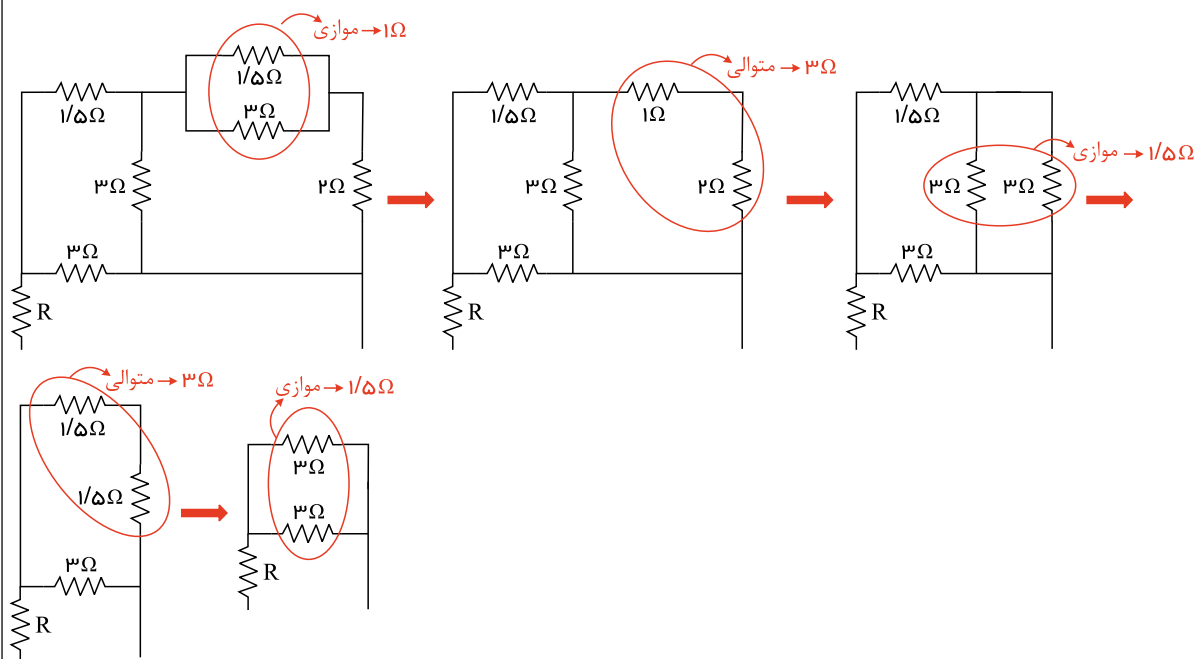
$$\Delta I = A_2 - A_1 = 1.5 - 0.5 = 1A$$

حال با تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی، جریان عبوری از هر آمپرسنج را مشخص می‌کنیم:

۲۷۷ گزینه ۲ نکته: در یک مدار تک‌حلقه با یک مولد، هنگامی توان مفید مولد بیشینه خواهد بود که $R_{eq} = r$ باشد.

در این حالت، اختلاف پتانسیل دو سر مولد معادل نصف نیروی محرکه آن است.

با توجه به نکته مطرح‌شده، داریم:



$$\rightarrow R_{eq} = \mathbb{1}_{/\Delta} + R \xrightarrow{R_{eq}=r=\mathbb{r}_{/\Delta}\Omega} \mathbb{r}_{/\Delta} = \mathbb{1}_{/\Delta} + R \rightarrow R = \mathbb{1}\Omega$$

$$V = \frac{1}{r} \varepsilon \xrightarrow{\varepsilon = r \circ V} V = 1 \circ V$$

۲۷۸ گزینه ۱ در حالت کلید باز، جریان از همهٔ مقاومت‌ها می‌گذرد و $\frac{2}{3}$ آن از شاخهٔ شامل تک مقاومت R می‌گذرد.

$$I_{\text{منار}} = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{rR \times R}{rB + R}} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{r}R} \Rightarrow I_R = \frac{r}{r} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{r}R} \right)$$

$$V = RI = \frac{2R}{3} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{2}{3}R} \right) \quad \text{عدد ولتسنج}$$

وقتی کلید بسته شود، یکی از R های شاخه بالایی حذف می شود و نصف جریان جدید مدار از هریک می گذرد، پس:

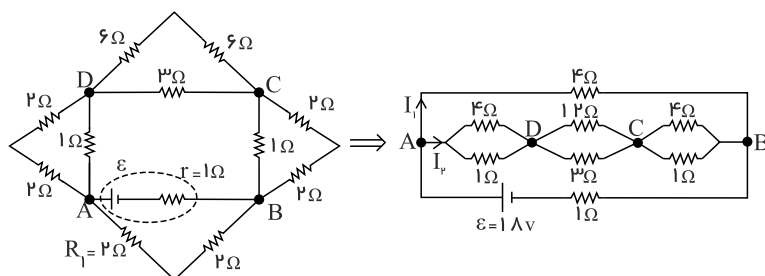
$$I'_{\text{مدار}} = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} \Rightarrow I'_R = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{R}{R}} \right) \text{ عدد ولتسنج و } V' = RI = \frac{R}{2} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{R}{R}} \right)$$

عدد ولت سنج در حالت دوم، ۲۰ درصد کاهش می‌یابد، یعنی در حالت دوم، ولت سنج ۸۰ درصد مقدار اولیه را نشان می‌دهد.

$$\frac{V'}{V} = \frac{\lambda_o}{1_o o} \Rightarrow \frac{\frac{R}{r} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{R}{r}} \right)}{\frac{rR}{r} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{r} R} \right)} = \frac{r}{\delta} \Rightarrow \frac{\lambda}{r + rR} = \frac{\delta}{r + R} \Rightarrow 1r + \lambda R = 1\delta + 1_o R \Rightarrow R = o_r \delta \Omega$$

۲۷۹ گزینه ۲

با روش نقطه گذاری شکل مدار را ساده می‌کنیم.



فیزیک یازدهم فصل دو

$$R_{AD} = \frac{4 \times 1}{4 + 1} = \frac{4}{5} = 0,8\Omega$$

$$R_{DC} = \frac{12 \times 3}{12 + 3} = \frac{36}{15} = \frac{12}{5} = 2,4\Omega$$

$$R_{CB} = \frac{4 \times 1}{4 + 1} = \frac{4}{5} = 0,8\Omega$$

هر سه مقاومت محاسبه شده با هم سری هستند که معادل آن ها $4\Omega = 0,8 + 2,4 + 0,8 = 4\Omega$ است که با مقاومت 4Ω شاخته بالا موازی هستند، بنابراین داریم:

$$R_{eq} = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2\Omega \Rightarrow I_{مدار} = \frac{\varepsilon}{2 + 1} = \frac{\varepsilon}{3} (*)$$

$$P_{مغذ\ مولد} = \varepsilon I - rI^2 = 18(6) - 1(36) = 108 - 36 = 72W$$

$$I_1 = 3(A) \Rightarrow I_r = 3(A) \Rightarrow I_{مدار} = 3 + 3 = 6(A) \xrightarrow{(*)} 6 = \frac{\varepsilon}{3} \Rightarrow \varepsilon = 18V$$

۲۸۰ گزینه ۳ برای تعیین انرژی مصرفی توسط مقاومت الکتریکی r ، باید جریان عبوری از آن را داشته باشیم. بنابراین داریم:

$$R_1, R_2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{6}{3} = \frac{2}{I_1} \Rightarrow I_1 = 1A$$

$$I_{کل\ مولد} = I_1 + I_2 \Rightarrow I_{کل\ مولد} = 1 + 2 = 3A$$

$$P_{مصرفی\ مولد} = rI^2 \xrightarrow{P=\frac{U}{t}} U_{مصرفی\ مولد} = rI^2 t \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 9 \times 60 = 270J$$

۲۸۱ گزینه ۳ ابتدا باید جریان عبوری از مدار را محاسبه کنیم $\varepsilon_3 = 30(V)$ و می‌خواهد جریان ساعتگرد ایجاد کند و $\varepsilon_1 = 8(V)$ و $\varepsilon_2 = 4(V)$ نیز می‌خواهند جریان پادساعتگرد ایجاد کنند

که چون $\varepsilon_3 > \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ است، لذا جریان مدار ساعتگرد خواهد شد و مولدهای ε_1 و ε_2 مصرف کننده خواهند بود

$$I_{مدار} = \frac{\sum \varepsilon}{\sum(r+R)} = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + r_3 + R_1 + R_2 + R_3} = \frac{30 - 8 - 4}{1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 3} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

و توان ورودی مولد ε_2 برابر است با:

$$|P_2| = \varepsilon_2 I + r_2 I^2 = 4\left(\frac{3}{2}\right) + 1\left(\frac{3}{2}\right)^2 = 6 + \frac{9}{4} = 6 + 2,25 = 8,25(W)$$

۲۸۲ گزینه ۳ با وصل کلیدها مقاومت‌های کناری در مدار قرار می‌گیرند. قبل قرارگیری این مقاومت‌ها در مدار داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{4 + 0} = 3A$$

بعد قرارگیری این مقاومت‌ها در مدار داریم: (مقاومت‌های ۸ اهمی موازی و معادل آنها نیز با ۴ اهمی موازی است.)

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{\frac{8}{2}}} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} = 2\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2 + 0} = 6A$$

$$\Delta I = 6 - 3 = +3A$$

۲۸۳ گزینه ۲ در ابتدا مقاومت معادل، سپس جریان کل مدار و جریان عبوری از مقاومت R_3 را محاسبه می‌کنیم و در آخر توان مصرفی آن را می‌یابیم:

$$R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{12 \times 4}{12 + 4} = \frac{48}{16} = 3\Omega$$

$$R_{کل} = 12 + 3 = 15\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{80}{15} = 4A \xrightarrow{R_2=3R_3 \Rightarrow I_2=\frac{1}{3}I_3} \begin{cases} I_2 = 1A \\ I_3 = 3A \end{cases}$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 4 \times 3^2 = 36W$$

۲۸۴ گزینه ۲ وقتی که مقاومت‌ها متوالی باشند، مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq} = 5 + 5 + 5 = 15\Omega$$

بنابراین جریان عبوری از مدار برابر است با:

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{15 + 1} = \frac{\varepsilon}{16}A$$

وقتی که مقاومت‌ها موازی‌اند، مقاومت معادل برابر است با:

$$R'_{eq} = \frac{5}{3}\Omega$$

در این حالت جریان عبوری از مدار برابر است با:

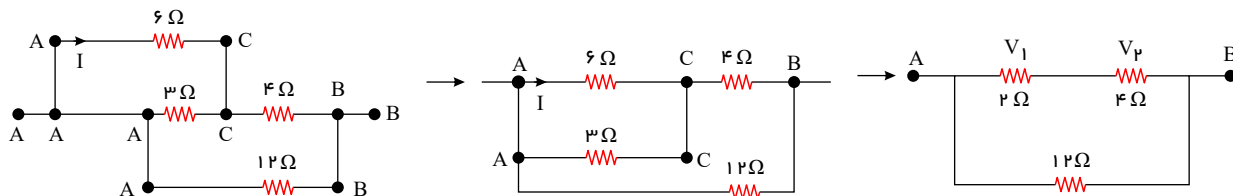
فیزیک یازدهم فصل دو

$$\Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{\frac{5}{3} + 1} \Rightarrow I' = \frac{3\varepsilon}{8}$$

$$\frac{I}{I'} = \frac{\frac{\varepsilon}{16}}{\frac{3\varepsilon}{8}} \Rightarrow \frac{I}{I'} = \frac{1}{6}$$

در نتیجه می توان نوشت:

۲۸۵ گزینه ۱ ابتدا با استفاده از نقاط هم پتانسیل، مدار را به صورت ساده تری رسم می کنیم، داریم:



با توجه به این که جریان عبوری از مقاومت ۲ اهمی و ۴ اهمی یکسان است، داریم:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{4} \Rightarrow V_2 = 2V_1$$

بنابراین می توان نوشت:

$$V_1 + V_2 = 12V \Rightarrow V_1 = 4V$$

$$V_1 = RI \Rightarrow 4 = 6I \Rightarrow I = \frac{2}{3}A$$

۲۸۶ گزینه ۴

اگر جریان عبوری از مقاومت ۳۶ اهمی را برابر با I فرض کنیم، با توجه به قانون اهم و متوالی یا موازی بودن مقاومت ها، جریان عبوری از هر یک از مقاومت ها به صورت زیر خواهد بود. حال توان مصرفی هر یک از مقاومت ها را محاسبه می کنیم:

$$P = RI^2$$

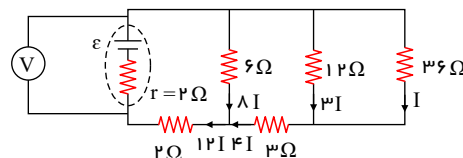
$$P_1 = 36I^2$$

$$P_2 = 12 \times (3I)^2 = 108I^2$$

$$P_3 = 3 \times 16I^2 = 48I^2$$

$$P_4 = 6 \times 64I^2 = 384I^2$$

$$P_5 = 2 \times 144I^2 = 288I^2$$



بنابراین مقاومت ۶ اهمی بیشترین توان مصرفی را خواهد داشت. در نتیجه ولتاژ دو سر این مقاومت برابر با $12V$ خواهد بود و می توان نوشت:

$$12 = 6 \times 8I \Rightarrow I = \frac{1}{4}A \Rightarrow I_t = 12I = 12 \times \frac{1}{4} \Rightarrow I_t = 3A$$

مقاومت معادل مدار نیز برابر است با:

$$R' = \frac{36 \times 12}{36 + 12} = 9\Omega \quad R'' = 9 + 3 = 12\Omega$$

$$R''' = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4\Omega \quad R_{eq} = 4 + 2 = 6\Omega$$

در نتیجه:

$$\varepsilon = I_t(R_{eq} + r) = 3(6 + 2) = 24V$$

$$V = \varepsilon - I_t r \Rightarrow V = 24 - 3 \times 2 = 18V$$

۲۸۷ گزینه ۱

در مدار مقاومت های R_1 ، R_2 و R_3 اتصال کوتاه می شوند و از مدار حذف می شوند. بنابراین جریان عبوری از مدار برابر است با:

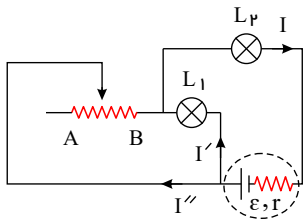
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{1.5 + 0.5} = 6A$$

در نتیجه توان خروجی مولد که همان توان مصرفی در مقاومت R_1 است، برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2 = 12 \times 6 - 0.5 \times 6^2 = 54W$$

$$P_R = R_1 I^2 = 1,5 \times 6^2 = 54W$$

۲۸۸ گزینه ۳ با حرکت لغزنده به سمت نقطه A مقدار مقاومت رتوستا افزایش یافته در نتیجه مقاومت معادل مدار نیز زیاد می شود. پس طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان عبوری از مولد کاهش خواهد یافت. لذا جریان عبوری از لامپ L_1 کاهش یافته و بر اساس رابطه $P_1 = R_1 I^2$ ، توان مصرفی و نور لامپ L_1 نیز کاهش خواهد یافت.



با توجه به کاهش جریان عبوری از مدار، طبق رابطه $(V_{\text{مولد}} = \varepsilon - rI)$ ، اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می یابد و با توجه به کاهش اختلاف پتانسیل دو سر لامپ L_1 طبق رابطه

$$V_{L_1} = V_{\text{مولد}} - V_{R_1} = V_{\text{رتوستا}} + V_{L_2} - V_{R_1}$$

حتماً افزایش خواهد یافت و در نتیجه طبق رابطه $P_1 = \frac{V_{L_1}^2}{R_1}$ ، نور لامپ L_1 بیشتر خواهد شد.

۲۸۹ گزینه ۱ در حالت کلید باز هر سه مقاومت با یکدیگر متوالی هستند و داریم:

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

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

$$V = \varepsilon - rI = 50 - 5 \times 1 = 45V$$

عدد ولت سنج در حالت اول

در حالتی که هر دو کلید K_1 و K_2 بسته هستند، سه مقاومت با یکدیگر موازی می شوند و داریم:

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

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

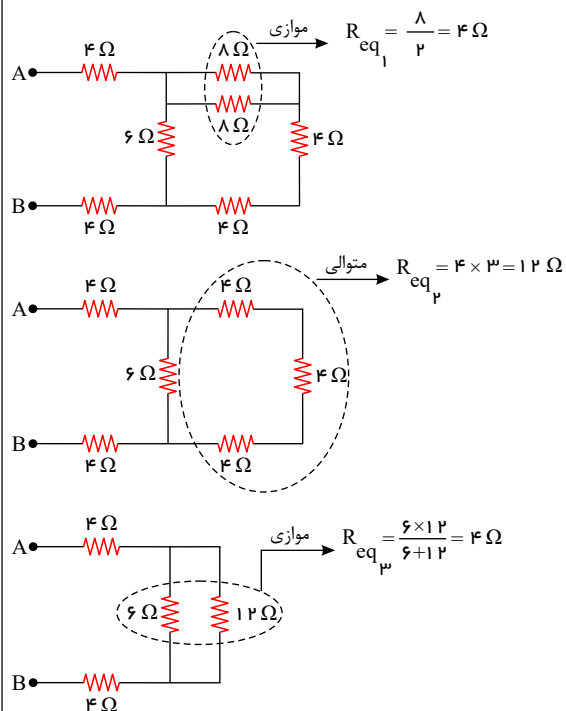
$$V = \varepsilon - rI = 50 - 5 \times 5 = 25V$$

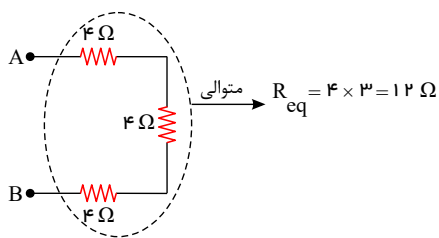
عدد ولت سنج در حالت دوم

پس تغییر عدد ولت سنج برابر است با:

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

۲۹۰ گزینه ۴ مدار را در ۴ مرحله به صورت زیر ساده می کنیم.





۲۹۱ گزینه ۴ برای پاسخ به این نکات توجه می‌شود:

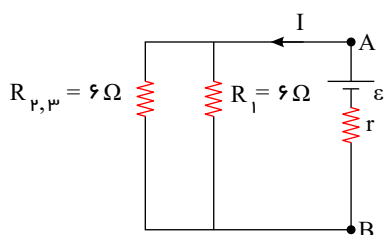
(۱) مقاومت R_4 اتصال کوتاه شده و حذف می‌شود. مقاومت R_3 با R_2 متوالی و مقاومت معادل آن‌ها، با مقاومت R_1 موازی است.

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_{2,3}}{R_1 + R_{2,3}} = \frac{6(4+2)}{6+(4+2)} = \frac{36}{12} = 3\Omega$$

(۲) هنگامی که کلید باز (قطع) است؛ در مدار جریان نداریم (مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد بوده و مانند کلید باز عمل می‌کند).

$$\Delta V = \varepsilon = 12V$$

(۳) بعد از وصل کلید k



$$V'_{AB} = \Delta V' = \varepsilon - rI = \varepsilon - r\left(\frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}\right) = \frac{\cancel{\varepsilon} + \varepsilon R_{eq} - \cancel{\varepsilon}}{r + R_{eq}} \Rightarrow V'_{AB} = \frac{12 \times 3}{1 + 3} = \frac{36}{4} = 9V$$

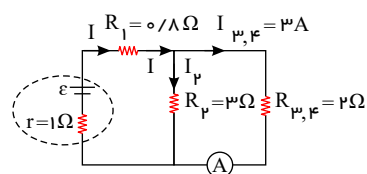
(۴)

$$\text{درصد تغییر} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{9 - 12}{12} \times 100 = -25\%$$

۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۲۹۲ گزینه ۲ با توجه به شکل، دو مقاومت R_3 و R_4 موازی اند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{3,4} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$$



چون دو مقاومت R_3 و R_4 موازی‌اند، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است، داریم:

$$V_2 = V_{3,4} \Rightarrow R_2 I_2 = R_{3,4} I_{3,4} \Rightarrow \frac{R_2}{R_{3,4}} = \frac{I_{3,4}}{I_2} \xrightarrow{R_2=3\Omega, I_{3,4}=3A} \frac{3}{2} = \frac{3}{I_2} \Rightarrow I_2 = 2A$$

پس جریان کل مدار برابر $I = I_2 + I_{3,4} = 2 + 3 = 5A$ است. برای محاسبه مقاومت معادل کل مدار نیز داریم:

$$R_{2,3,4} = \frac{2 \times 3}{2 + 3} = \frac{6}{5} = 1.2\Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3,4} = 0.8 + 1.2 = 2\Omega$$

در نهایت طبق رابطه جریان عبوری از مدار، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 5 = \frac{\varepsilon}{2 + 1} \Rightarrow \varepsilon = 15V$$

۲۹۳ گزینه ۳ با توجه به این‌که دو سیم مسی هستند، چگالی‌ها 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 برحسب R_B داریم:

فیزیک یازدهم فصل دو

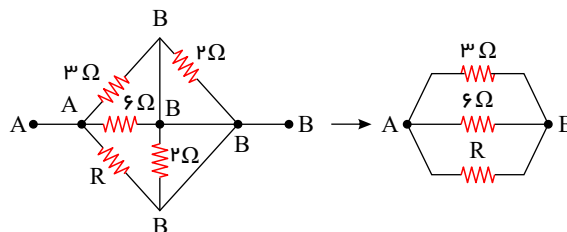
$$R = \rho' \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2$$

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

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

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

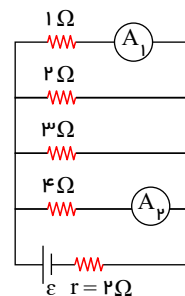
۲۹۴ گزینه ۲ مقاومت‌های ۲ اهمی اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شوند.



$$\frac{1}{R} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = 1 \Rightarrow R = 2R$$

۲۹۵ گزینه ۱

$$V_{1\Omega} = V_{r\Omega} \Rightarrow 1 \times I_1 = r \times I_f \Rightarrow \frac{I_1}{I_f} = r$$



۲۹۶ گزینه ۲

$$\text{شاخه بالا و شاخه وسط: } P_{\text{بالا}} = P_{\text{وسط}} \Rightarrow \frac{V^2}{3R_1} = \frac{V^2}{R_r} \Rightarrow R_r = 3R_1$$

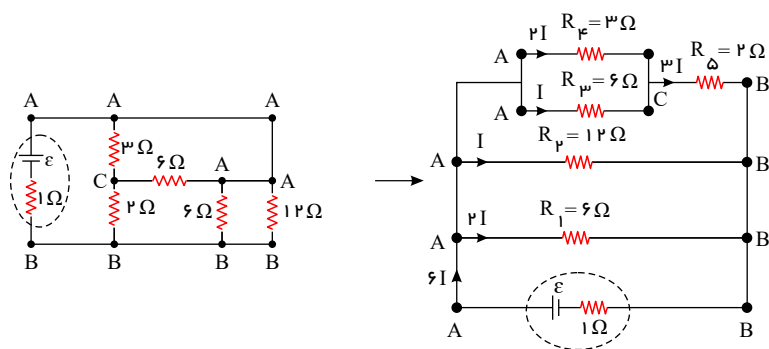
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 8 = \frac{20}{\frac{R_r}{2}} \Rightarrow R_r = 8\Omega \Rightarrow R_1 = \frac{8}{3}\Omega$$

۲۹۷ گزینه ۱ مقاومت‌های R_p , R_f , R_d و R_g از مدار حذف می‌شوند.

$$R_{eq} = R_1 + R_r = 8\Omega, \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{10}{8} = 1.25 A$$

$$V = R_1 I = 2 \times 1.25 = 2.5 V$$

۲۹۸ گزینه ۴ ابتدا مدار را به شکل ساده‌تری رسم کرده و با توجه به متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها، مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم.



$$R' = \frac{R_{\text{r}} \times R_{\text{f}}}{R_{\text{r}} + R_{\text{f}}} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \Omega$$

$$R'' = R' + R_{\delta} = \mathfrak{r} + \mathfrak{r} = \mathfrak{r}\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_l} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{3+1+2}{12} \Rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

با توجه به این که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی، یکسان و برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مولد است، جریان عبوری از هر مقاومت و سپس توان مصرفی آن را حساب می‌کنیم. چنانچه

جریان عبوری از بیشترین مقاومت ($R_p = 12\Omega$) را I بنامیم، داریم:

$$I_1 = \mathfrak{r}I$$

$$I_\Delta = \mathfrak{V}I$$

$$I_{\mathfrak{f}} = \mathfrak{r}I$$

$$I_{\mathfrak{y}} = I$$

$$P_1 = R_1 I_1^T = \mathcal{F} \times (\mathcal{I} I)^T = \mathcal{I} \mathcal{F} I^T$$

$$P_r = R_r I_r^r = \mathbf{1}_r \times (I)^r = \mathbf{1}_r I^r$$

$$P_{\mathfrak{r}} = R_{\mathfrak{r}} I_{\mathfrak{r}}^{\mathfrak{r}} = \mathfrak{f} \times I^{\mathfrak{r}} = \mathfrak{f} I^{\mathfrak{r}}$$

$$P_{\mathfrak{f}} = R_{\mathfrak{f}} I_{\mathfrak{f}}^{\mathfrak{r}} = \mathfrak{P} \times (\mathfrak{r} I)^{\mathfrak{r}} = \mathfrak{r} I^{\mathfrak{r}}$$

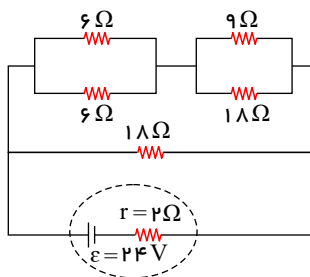
$$P_{\Delta} = R_{\Delta} I_{\Delta}^r = \mathfrak{r} \times (\mathfrak{r} I)^r = \mathfrak{r} \wedge I^r$$

بنابراین کمترین توان مصرفی در مقاومت R_3 است. در نتیجه چون توان خروجی باتری برابر با مجموع توان‌های مصرفی در مقاومت‌ها است، داریم:

$$P = RI^{\text{r}} \Rightarrow \frac{P_T}{P_{\text{r}}} = \frac{R_{eq}}{R_{\text{r}}} \times \left(\frac{I_T}{I_{\text{r}}} \right)^{\text{r}} \Rightarrow \frac{P_T}{\text{r}} = \frac{\text{r}}{\text{r}} \times \left(\frac{\text{r}I}{I} \right)^{\text{r}} \Rightarrow P_T = \text{r}\text{r}W$$

۲۹۹ گزینه ۲

ابتدا مدار را به صورت زیر ساده می‌کنیم و مقاومت معادل مدار را می‌یابیم. داریم:



$$R' = \frac{\mathfrak{f} \times \mathfrak{f}}{\mathfrak{f} + \mathfrak{f}} = \mathfrak{w}\Omega$$

$$R'' = \frac{9 \times 1\lambda}{9 + 1\lambda} = 6\Omega$$

$$R''' = R' + R'' = \mathfrak{z} + \mathfrak{z} = \mathfrak{q}\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{9 \times 1\Omega}{9 + 1\Omega} = 6\Omega$$

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

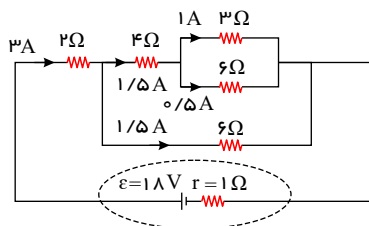
جریان عبوری از مولد برابر است با:

بنابراین مجموع توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار که همان توان مصرفی در مقاومت معادل می‌باشد، برابر است با:

$$P_T = R_{eq} I^2 = 6 \times 3^2 \Rightarrow P_T = 54 W$$

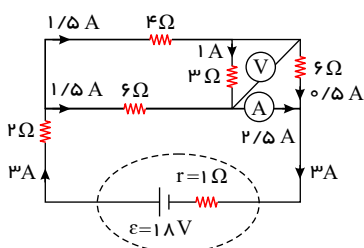
۳۰۰ گزینه ۴

ابتدا مدار را ساده کرده و مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم.
سپس جریان عبوری از هر مقاومت را به دست می‌آوریم:



$$\frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega \Rightarrow 2 + 4 = 6\Omega \Rightarrow \frac{6 \times 6}{6 + 6} = 3\Omega \Rightarrow R_{eq} = 3 + 2 = 5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{18}{6} = 3A$$



جریان در شاخه‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

پس جریان عبوری از آمپرسنج برابر $2.5A$ است.

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 3Ω را نشان می‌دهد.

$$V = RI = 3 \times 1 = 3V$$

۳۰۱ گزینه ۲

$$V_B - V_A = 19 \Rightarrow -14 - 5I = -19 \Rightarrow I = 1A$$

با حرکت در جهت جریان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد؛ سپس جهت جریان از B به طرف A بوده است.

۳۰۲ گزینه ۴ با افزایش مقاومت متغیر R_1 ، مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان عبوری از مولد کاهش می‌یابد، آمپرسنج ایده‌آل A ، جریان عبوری از مقاومت R_2 را نشان می‌دهد. ضمناً اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 با اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است، بنابراین:

$$V_r = \varepsilon - Ir$$

در نتیجه جریانی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، برابر است با:

$$I_r = \frac{V_r}{R_r} = \frac{\varepsilon - Ir}{R_r}$$

حال اگر مولد ایده‌آل باشد ($r = 0$)، جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل بدون تغییر باقی خواهد ماند ولی اگر $r \neq 0$ باشد، با کاهش جریان عبوری از مدار، اختلاف پتانسیل دو سر مولد و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 افزایش می‌یابد و بنابراین آمپرسنج ایده‌آل عدد بزرگتری را نشان خواهد داد.

۳۰۳ گزینه ۳

$$P = P' \Rightarrow R_{eq} I^2 = R'_{eq} I'^2 \Rightarrow 2 \left(\frac{\varepsilon}{2+r} \right)^2 = 8 \left(\frac{\varepsilon}{8+r} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2+r} = \frac{2}{8+r} \Rightarrow r = 4\Omega$$

۳۰۴ گزینه ۱

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 10 = \frac{30}{1 + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} + \frac{1}{R} \Rightarrow R = 2.5\Omega$$

۳۰۵ گزینه ۴

$$\Delta V = \varepsilon - rI \Rightarrow 20 = 30 - 2I \Rightarrow I = 5A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 5 = \frac{30}{3.5 + R_r + 2} \Rightarrow R_r = 0.5\Omega$$

$$\frac{P_{R_1}}{P_{R_r}} = \frac{R_1}{R_r} = \frac{1.5}{0.5} = 3$$

گزینه ۱ ۳۰۶

$$\frac{R'}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} = \frac{(R_1 + R_2)^2}{R_1 R_2} + 2 \quad (*)$$

$$(R_1 - R_2)^2 \geq 0 \Rightarrow R_1^2 + R_2^2 - 2R_1 R_2 \geq 0 \Rightarrow R_1^2 + R_2^2 \geq 2R_1 R_2 \Rightarrow \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1 R_2} \geq 2 \xrightarrow{(*)} \frac{R'}{R} \geq 2 + 2 \Rightarrow \frac{R'}{R} \geq 4$$

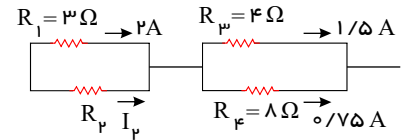
گزینه ۲ ۳۰۷

$$\left. \begin{aligned} k_1 \text{ و } k_2 \text{ هر دو باز} : R_{eq} = 3R \Rightarrow I_1 &= \frac{\epsilon}{3R + r} \\ k_1 \text{ و } k_2 \text{ هر دو بسته} : R_{eq} = \frac{2}{3}R \Rightarrow I_2 &= \frac{\epsilon}{\frac{2}{3}R + r} \\ k_1 \text{ باز و } k_2 \text{ بسته} : R_{eq} = \frac{3}{4}R \Rightarrow I_3 &= \frac{\epsilon}{\frac{3}{4}R + r} \\ k_1 \text{ باز و } k_2 \text{ بسته} : R_{eq} = \frac{5}{3}R \Rightarrow I_4 &= \frac{\epsilon}{\frac{5}{3}R + r} \end{aligned} \right\} \begin{array}{c} I_2 > I_3 > I_4 > I_1 \\ \downarrow \quad \quad \downarrow \\ \text{بیشترین جریانی} \quad \quad \text{کمترین جریانی} \end{array}$$

گزینه ۴ ۳۰۸

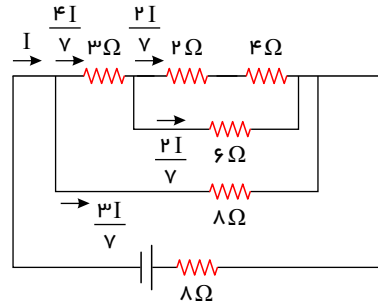
$$I_2 = (1.5 + 0.75) - 2 = 0.25 A$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow R_2 = \frac{3 \times 2}{0.25} = 24 \Omega$$



گزینه ۱ ۳۰۹

شکل ساده مدار را رسم می‌کنیم و جریان را در شاخه تقسیم می‌کنیم. با توجه به شکل، توان مقاومت ۸ اهمی از بقیه بیش‌تر است و باید برابر $18W$ باشد تا بقیه مقاومت‌ها آسیبی نبینند.

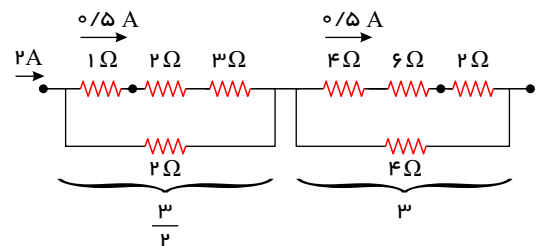


$$8\left(\frac{3I}{V}\right)^2 = 18 \Rightarrow \frac{3I}{V} = \frac{3}{2} \Rightarrow I = \frac{V}{2} A$$

$$V = 3 \times \frac{4I}{V} \xrightarrow{I = \frac{V}{2}} V = 3 \times 2 = 6V$$

گزینه ۲ ۳۱۰

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{\frac{9}{2} + \frac{3}{2}} = 2 A$$



$$V_B - 2 \times 0.5 - 3 \times 0.5 - 4 \times 0.5 - 6 \times 0.5 = V_A \Rightarrow \Delta V_{AB} = 7.5V$$

گزینه ۳ ۳۱۱ شکل مدار را ساده می‌کنیم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$R_{\text{پ,ر}} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \Omega$$

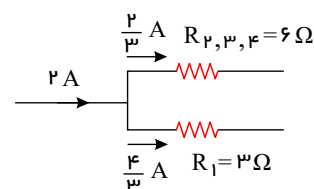
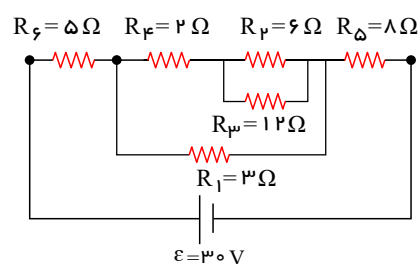
$$R_{\text{پ,ر,ر}} = 4 + 2 = 6 \Omega$$

$$R_{\text{پ,ر,ر,ر}} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = 2 + 5 + 8 = 15 \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq}} = \frac{30}{15} = 2 A$$

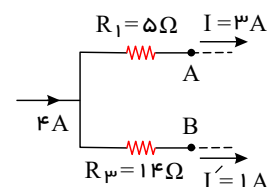
$$P_{R\epsilon} = R_{\epsilon} I_{\epsilon}^2 = 2 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{8}{9} W$$



۳۱۲ گزینه ۴ مقاومت R ، با معادل R_1 و R'_1 و همچنین با $R_{\text{پ}}$ سری است طبق رابطه $P = RI^2$ ، با توجه به برابری جریان برای این مقاومت‌های سری، مقاومت R باید از $R_{\text{پ}}$ قطعاً بیشتر باشد و تنها گزینه «۴» می‌تواند درست باشد.

۳۱۳ گزینه ۱ ابتدا مطابق شکل، جریان کل را در شاخه‌های بالایی و پایینی تقسیم می‌کنیم:

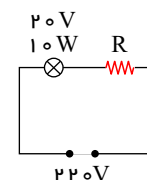
$$V_A + R_1 I - R_{\text{پ}} I' = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -5 \times 3 + 14 \times 1 = -1 V$$



۳۱۴ گزینه ۲

$$I = \frac{\rho}{V} = \frac{10}{20} = 0.5 A \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{20}{0.5} = 40 \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{r + R} \Rightarrow 0.5 = \frac{220}{20 + R} \Rightarrow R = 400 \Omega$$

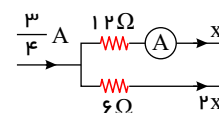


اگر لامپ و مقاومت را موازی به ولتاژ ۲۲۰ V وصل کنیم، قطعاً لامپ می‌سوزد.

۳۱۵ گزینه ۱

$$\text{عدد آمپرسنج برابر } \frac{1}{2} A \text{ است} \Rightarrow I = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{2 + 22} = \frac{1}{2} A$$

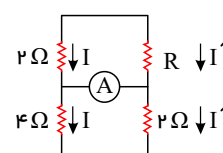
$$\text{عدد آمپرسنج برابر } \frac{1}{4} A \text{ است} \Rightarrow I = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{2 + 14} = \frac{3}{4} A \rightarrow 3x = \frac{3}{4} \Rightarrow x = \frac{1}{4}$$



$$I' - I = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{4} = -0.25 A$$

۳۱۶ گزینه ۱

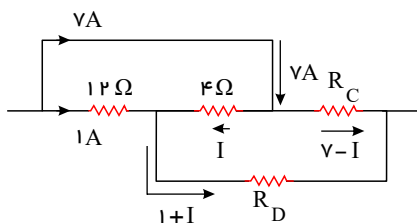
$$\left. \begin{array}{l} 2I = RI' \\ 4I = 2I' \end{array} \right\} \div \rightarrow R' = 1 \Omega$$



$$\frac{\Delta R}{R} \times 100 = \frac{1 - 4}{4} \times 100 = -75\%$$

۳۱۷ گزینه ۳

کافی است شکل و توزیع جریان در مقاومت‌ها را به‌درستی بررسی کنیم.



مقاومت‌های 4Ω و 12Ω موازی هستند. بنابراین:

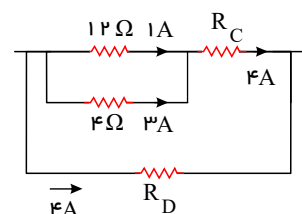
$$12 \times 1 = 4 \times I \Rightarrow I = 3A$$

$$P_{R_C} = \mathbf{1}_r \Delta P_{R_D} \Rightarrow R_C = (\mathbf{v} - I)^r = \mathbf{1}_r \Delta R_D (1 + I)^r \xrightarrow{I=rA} \mathbf{1}_r R_C = \mathbf{r} \mathbf{r} R_D \rightarrow R_C = \frac{\mathbf{r}}{\mathbf{r}} R_D \quad (I)$$

$$\text{مقاومت شاخه بالا: } \frac{12 \times 4}{12 + 4} + R_C = 3 + R_C$$

$$(II) \quad (\mathfrak{P} + R_C) \times \mathfrak{P} = \mathfrak{P}R_D \Rightarrow R_D = R_C + \mathfrak{P} \quad \text{هستند}$$

$$\xrightarrow{(I),(II)} R_G = 9\Omega$$

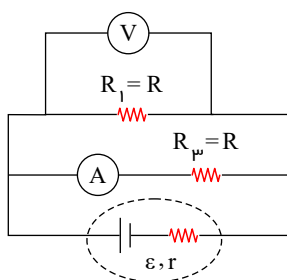


۳۱۸ گزینہ ۳

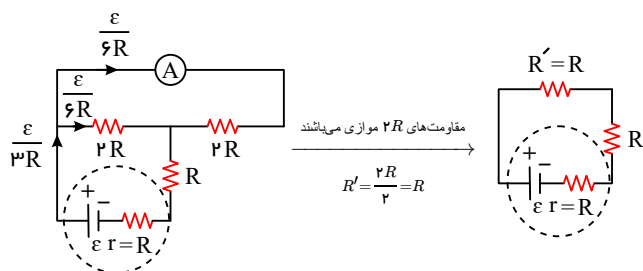
با بستن کلید k مقاومت R از مدار حذف شده و R_{eq} مدار کاهش می‌یابد. پس جریان کل مدار افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل دوسر باتری نیز باتوجه به رابطه $V = \varepsilon - Ir$ $\downarrow$ کاهش می‌یابد.

در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_p کاهش یافته و جریان عبوری از آن هم کاهش می‌یابد. پس عددی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد.

با افزایش جریان کل، چون جریان در شاخه‌ای که آمپرسنج قرار دارد، کاهش یافته، پس جریان عبوری از R_1 افزایش یافته و در نتیجه اختلاف پتانسیل دوسر آن یعنی عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد افزایش می‌یابد.



۳۱۹ گزینه ۲ در حالتی که کلید K باز باشد، داریم:



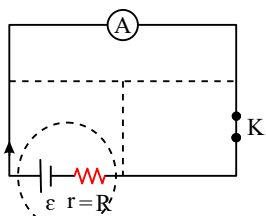
$$I_{\text{كل}} = \frac{\varepsilon}{R + R + R} = \frac{\varepsilon}{3R}$$

بنابراین جریانی که آمپرسنج در حالت کلید باز نشان می‌دهد برابر $\frac{\varepsilon}{\varepsilon R}$ می‌باشد. (جریان بین شاخه‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شوند؛ با توجه به برابر بودن هر دو مقاومت در

دو شاخه، جریان بین دو شاخه تقسیم می‌شود).

کلید بسته: وقتی کلید بسته می‌شود، جریانی از مقاومت‌های $2R$ و $2R$ و R عبور نمی‌کند. پس از مدار حذف می‌شوند.

فیزیک یازدهم فصل دو



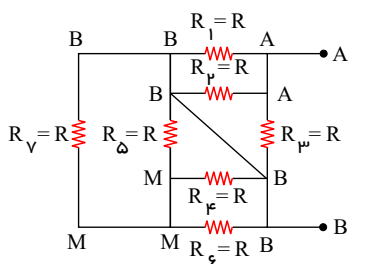
$$I_K = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\frac{I_{\text{آمپر سنج (کلید بسته)}}}{I_{\text{آمپر سنج (کلید باز)}}} = \frac{\frac{\varepsilon}{R}}{\frac{\varepsilon}{6R}} = 6$$

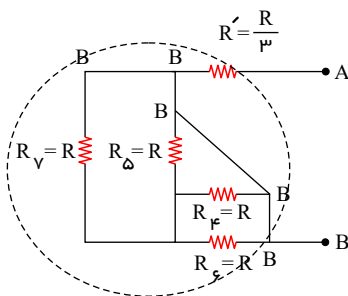
در این حالت آمپر سنج ایده آل جریان عبوری از مولد یعنی $\frac{\varepsilon}{R}$ را نشان می دهد.

۳۲۰ گزینه ۴

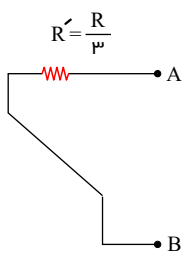
ابتدا مدار را نقطه یابی می کنیم تا ترتیب متوالی یا موازی بودن مقاومت ها به دست آید.



اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت های R_1 , R_2 و R_3 برابر است؛ پس موازیند.



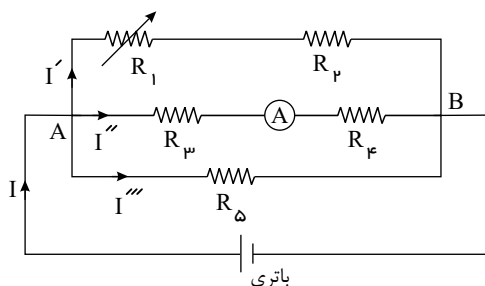
$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R'} = \frac{3}{R} \Rightarrow R' = \frac{R}{3}$$



با توجه به مدار ساده تر چون اختلاف پتانسیل دو طرف R_4 , R_5 و R_6 صفر است پس اتصال کوتاه می شود. بنابراین مدار به صورت زیر ساده می شود.

۳۲۱ گزینه ۱

گام ۱: مدار را به این شکل در نظر می گیریم:



گام ۲: از این که عدد آمپرسنج (با توجه به ثابت ماندن اعداد $R_۳$ و $R_۴$) تغییر نکرده می توان فهمید که مقاومت درونی باتری صفر بوده است:

$$V_{AB} = V_{\text{باتری}} = \varepsilon - r \underbrace{I}_{\text{کاهش}} = \text{ثابت} \Rightarrow r = 0 \Rightarrow V_{AB} = \varepsilon \rightarrow I'' = \frac{V_{AB}}{R_{۳,۴}} = \text{ثابت} \Rightarrow I''' = \frac{V_{AB}}{R_۵} = \text{ثابت}$$

$$R_1 \uparrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow I = I' + \underbrace{I'' + I'''}_{\text{ثابت}} \Rightarrow I = I' + \text{عدد ثابت} \Rightarrow I' \downarrow \Rightarrow V_{R_۳} = \underbrace{R_۳ I'}_{\text{ثابت}} \downarrow \Rightarrow V_{R_۳} \downarrow$$

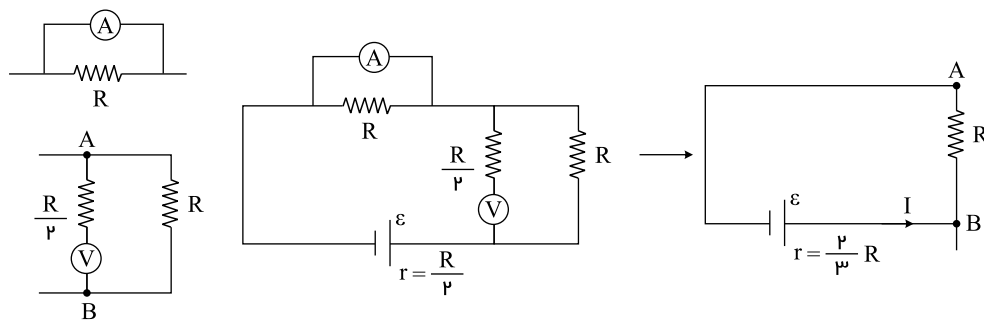
$$\text{گام ۳} \rightarrow \underbrace{V_{AB}}_{\text{ثابت}} = V_{R_1} + \underbrace{V_{R_۳}}_{\text{کاهش}} \Rightarrow V_{R_1} \uparrow$$

گزینه ۲ ۳۲۲

$$\text{گام ۱} \Rightarrow \text{در حال اول} \left\{ \begin{aligned} I &= \frac{\varepsilon}{r + \frac{۴}{۳}R} \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{\frac{۲}{۳}R + \frac{۴}{۳}R} = \frac{\varepsilon}{۲R} \\ R_{eq} &= R + \frac{R \times \frac{R}{۲}}{R + \frac{R}{۲}} = R + \frac{\frac{R^2}{۲}}{\frac{۳}{۲}R} = R + \frac{R}{۳} = \frac{۴}{۳}R \end{aligned} \right.$$

$$\text{گام ۲} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \text{عدد آمپرسنج} &= \left(\frac{R}{\frac{R}{۲} + R}\right) \left(\frac{\varepsilon}{۲R}\right) = \frac{۲}{۳} \frac{\varepsilon}{۲R} = \frac{\varepsilon}{۳R} \rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{۳R} \\ \text{عدد ولتسنج} &= RI = R \left(\frac{\varepsilon}{۳R}\right) = \frac{\varepsilon}{۳} \rightarrow V_1 = \frac{\varepsilon}{۳} \end{aligned} \right.$$

تعیین جای ولتسنج و آمپرسنج $\Rightarrow$ گام ۳



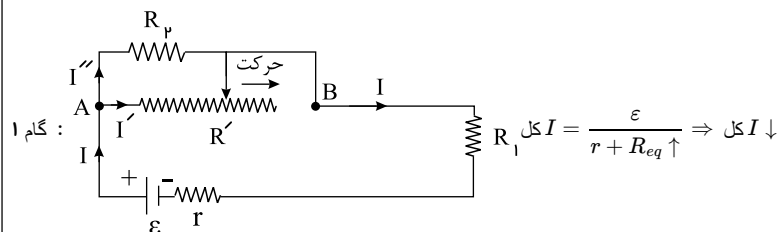
$$\Rightarrow \text{هم از مدار حذف می شود} \quad I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{۲}{۳}R} = \frac{\varepsilon}{\frac{۵}{۳}R} = \frac{۳}{۵} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\Rightarrow \text{عدد ولت سنج (از ولت سنج جریانی عبور نمی کند).} \quad V_{AB} = R \times I \Rightarrow V_۲ = R \left(\frac{۳}{۵} \frac{\varepsilon}{R}\right) = \frac{۳}{۵} \varepsilon$$

$$\text{گام ۴} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} V_1 &= \frac{\varepsilon}{۳} \\ V_۲ &= \frac{۳}{۴} \varepsilon \end{aligned} \right. \Rightarrow V_۲ > V_1$$

$$\left\{ \begin{aligned} I_1 &= \frac{\varepsilon}{۳R} \\ I_۲ &= \frac{۳}{۵} \frac{\varepsilon}{R} \end{aligned} \right. \Rightarrow I_۲ > I_1$$

گزینه ۲ با حرکت لغزنده، R' و در نتیجه R_{eq} افزایش می یابد. بنابراین:



$$\text{گام ۱:} \quad I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \uparrow \Rightarrow I \downarrow$$

گام ۲: از B در جهت I از قسمت پایین مدار (شامل باتری) روی مدار حرکت کرده قوانین ولتاژ را می نویسیم تا به A برسیم:

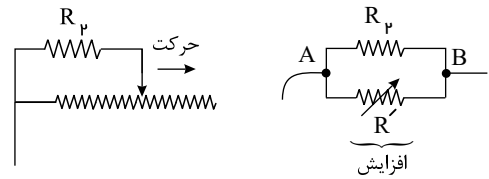
فیزیک یازدهم فصل دو

$$\begin{aligned} & \Rightarrow V_B - R_1 I + \varepsilon - rI = V_A \Rightarrow \varepsilon - (r + R_1)I \downarrow \Rightarrow V_{AB} \uparrow \Rightarrow \text{(عدد ولتسنج افزایش می‌یابد.)} \end{aligned}$$

گام ۳:

$$V_{R_p} = V_{AB}^{\uparrow} = R_p I'' \Rightarrow I'' \uparrow$$

ثابت



۳۲۴ گزینه ۳ با بستن کلیدها مقاومت معادل کاهش می‌یابد و جریان طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ افزایش می‌یابد، پس آمپرسنج عدد بیشتری نشان می‌دهد ولی از آنجا که مقاومت روی مولد صفر است، پس افت پتانسیل برابر صفر بوده و اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر ε است. در این صورت عددی که ولتسنج نشان می‌دهد تغییر نمی‌کند. چون اختلاف پتانسیل دو سر هر شاخه با اختلاف پتانسیل ۲ سر مولد برابر است؛ بنابراین جریانی که از هر شاخه می‌گذرد تغییر نمی‌کند و در نتیجه نور لامپ ثابت می‌ماند.

۳۲۵ گزینه ۱ هنگامی که لامپ شماره ۱ بسوزد، کل شاخه حذف می‌شود بنابراین مقاومت معادل افزایش می‌یابد، طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ با افزایش مقاومت معادل جریان کاهش می‌یابد پس آمپرسنج عدد کمتری را نشان می‌دهد. طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ با کاهش جریان اختلاف پتانسیل افزایش می‌یابد پس ولتسنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

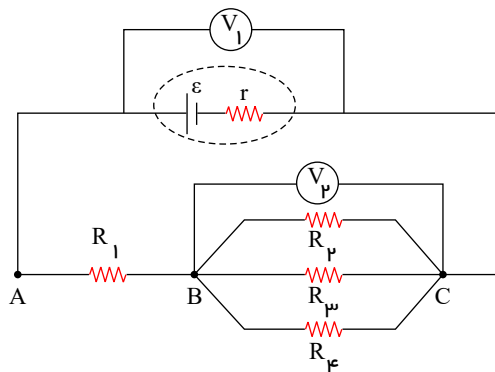
۳۲۶ گزینه ۳ با بستن کلیدها مقاومت معادل کاهش می‌یابد طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ با کاهش مقاومت معادل جریان مدار افزایش می‌یابد. از طرفی میدانیم که توان مصرفی کل مدار با توان خروجی مولد برابر است که در اینجا:

$$P = \varepsilon I$$

پس نمودار $P - I$ یک خط با شیب ثابت است.

۳۲۷ گزینه ۲ وقتی کلید K بسته می‌شود مقاومت R_p به صورت موازی به شاخه اضافه می‌شود. مقاومت معادل کاهش می‌یابد پس طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ چون مقاومت معادل کاهش می‌یابد پس شدت جریان در مدار افزایش می‌یابد. طبق رابطه $V_1 = \varepsilon - Ir$ چون $V_1 = \varepsilon - Ir$ نیز افزایش می‌یابد از طرفی می‌دانیم طبق رابطه $V_{AB} = R_1 \times I$ چون جریان در مدار افزایش یافته است پس V_{AB} نیز افزایش می‌یابد از طرفی می‌دانیم

$V_T = V_{AB} + V_{BC}$ و با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل مدار کاهش یافته است و V_{AB} افزایش یافته است پس V_{BC} نیز باید کاهش یابد تا تساوی برقرار شود.



پس V_1 و V_2 هر دو کاهش می‌یابد.

۳۲۸ گزینه ۲ با افزایش مقاومت R_1 مقاومت معادل در مدار افزایش می‌یابد. با افزایش مقاومت معادل طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان کاهش می‌یابد.

طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ ، با کاهش جریان اختلاف پتانسیل دو سر مولد و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل $R_{p,3}$ افزایش می‌یابد. پس با افزایش اختلاف پتانسیل جریان گذرنده از مقاومت $R_{p,3}$ نیز افزایش می‌یابد (طبق رابطه $V = RI$) پس A_p عدد بیشتری را ثبت می‌کند.

جریان اصلی بین دو مقاومت R_1 و $R_{p,3}$ تقسیم می‌شود و بنابر قانون جریان $I = I_1 + I_p$ چون I کاهش یافته است و I_p افزایش یافته است پس جریان I_1 کاهش می‌یابد و عددی که A_1 نشان می‌دهد کاهش می‌یابد.

۳۲۹ گزینه ۱

با بستن کلید K ، و اتصال مقاومت R به صورت موازی به مدار، مقاومت معادل کاهش می‌یابد. با کاهش مقاومت معادل طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان کل افزایش می‌یابد. پس آمپرسنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ با افزایش جریان، مقداری که ولتسنج نشان می‌دهد کاهش می‌یابد.

۳۳۰ گزینه ۱ گام اول: تعیین تکلیف I اصلی

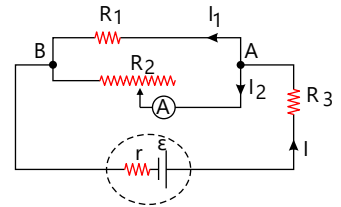
فیزیک یازدهم فصل دو

$$R_p \uparrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow \boxed{I \downarrow} \text{ جریان گذرنده از باتری}$$

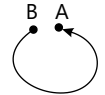
$$\Rightarrow V_B + \varepsilon - rI - R_p I = V_A \Rightarrow V_A - V_B = V_{AB} = \varepsilon - (r + R_p)I \downarrow \Rightarrow \boxed{V_{AB}} \uparrow \Rightarrow \text{عدد آمپرسنج افزایش می‌یابد}$$

$$V_{R_1} = V_{AB} \uparrow = \underbrace{R_1}_{\text{ثابت}} I_1 \Rightarrow \boxed{I_1} \uparrow$$

$$I = I_1 \uparrow + I_p \Rightarrow \boxed{I_p} \downarrow \Rightarrow \text{عدد آمپرسنج کاهش می‌یابد}$$



گام دوم: تعیین تکلیف ΔV_{AB} :



گام سوم: تعیین وضعیت I_1 :

گام چهارم: تعیین وضعیت I_p :

۳۳۱ گزینه ۳ قسمت اول:

در وضعیت اول:

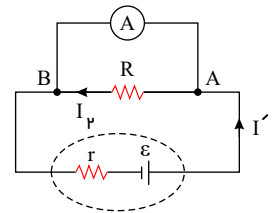
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \xrightarrow{R \text{ اتصال کوتاه می‌شود}} R_{eq} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow V_{AB} = V_R = 0$$

در وضعیت دوم:

$$I' = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \xrightarrow{R_{eq} \neq 0} I' < I$$

$$V_{AB} = V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI \downarrow \Rightarrow V_{AB} \uparrow$$

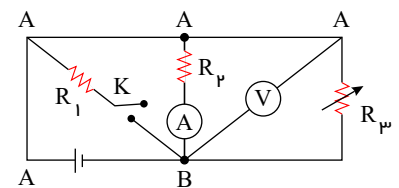
$$P = \varepsilon I' \downarrow \Rightarrow P \downarrow \text{ توان تولید باتری}$$



۳۳۲ گزینه ۱ قسمت اول: از این که R_p (بدون این که اتصال کوتاه بوده یا به هر طریق نتواند در جریان مدار تأثیر بگذارد.) را تغییر می‌دهیم اما عدد ولت‌سنج تغییر نمی‌کند و این ولت‌سنج در واقع اختلاف پتانسیل پایانه‌های باتری را هم نشان می‌دهد می‌توان فهمید:

$$\begin{cases} V_{AB} = V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI = \text{ثابت (۱)} \\ R_p \uparrow \rightarrow R_{eq} \uparrow \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow \text{اصلی } I \downarrow \text{ (۲)} \end{cases}$$

$$(۱), (۲) \rightarrow \begin{cases} rI = 0 \\ I \neq 0 \end{cases} \rightarrow V_{\text{باتری}} = V_{AB} = \text{همواره ثابت است}$$



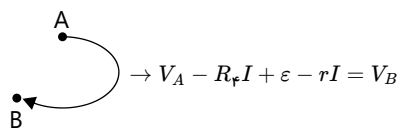
قسمت دوم: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_p هم پیوسته برابر V_{AB} (که ثابت می‌باشد) است. بنابراین:

$$I = \frac{V_{R_p}}{R_p} \text{ عدد آمپرسنج}$$

$$= \frac{\overbrace{V_{AB}}^{\text{ثابت}}}{\underbrace{R_p}_{\text{ثابت}}} \rightarrow I = \text{ثابت (عدد آمپرسنج ثابت می‌ماند)}$$

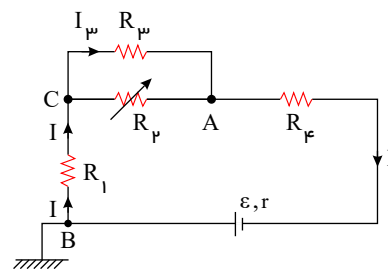
۳۳۳ گزینه ۱ قسمت اول: با تعیین اختلاف پتانسیل A و B ، ابتدا ببینیم R_p چگونه تغییر نموده است.

فیزیک یازدهم فصل دو



$$V_A \uparrow + \varepsilon - \underbrace{(R_2 + r)}_{\text{ثابت}} I = V_B = \text{ثابت} \rightarrow I \uparrow$$

$$\uparrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow R_{eq} \downarrow \rightarrow R_2 \downarrow$$



قسمت دوم: تولیدی کل خروجی باتری: $P = \varepsilon I$ با افزایش I ، توان تولیدی باتری هم افزایش می‌یابد.

قسمت سوم: وضعیت اختلاف پتانسیل نقاط A و C را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \rightarrow V_A - R_2 I + \varepsilon - r I - R_1 = V_C \rightarrow V_C - V_A = V_{R_2} = V_{R_3} \rightarrow V_C - V_A = V_{CA} = V_{R_2} = V_{R_3} = \varepsilon - \underbrace{(r + R_1 + R_2)}_{\text{ثابت}} I \uparrow \\ \rightarrow I \uparrow \rightarrow V_{CA} \downarrow \end{aligned}$$

قسمت چهارم:

$$R_2 : \begin{cases} P = (V_{R_2}) I_2 = \underbrace{R_2}_{\text{ثابت}} \underbrace{I_2}_{\downarrow} \rightarrow (P_{R_2}) \downarrow \\ V_{R_2} = \underbrace{V_{CA}}_{\text{کاهش}} = \underbrace{R_2}_{\text{ثابت}} I_2 \rightarrow I_2 \downarrow \end{cases}$$

بنابراین توان مصرفی مقاومت R_2 کاهش می‌یابد.

۳۳۴ گزینه ۳ گام اول: ابتدا که کلید باز است:

$$R_{eq} = \frac{R}{2} = \frac{2r}{2} = r$$

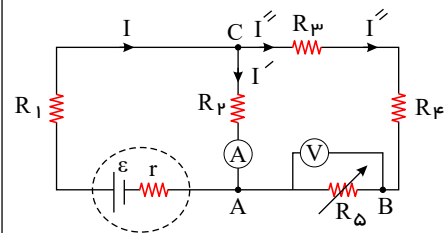
گام دوم: می‌دانیم $r = R_{eq}$ باشد توان خروجی بیشینه است. از طرفی جریان گذرنده از باتری در این حالت: $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{3r}$ می‌باشد.

گام سوم: هرگونه تغییری در R_{eq} باعث می‌شود که $R_{eq} \neq r$ نبوده و توان خروجی باتری دیگر بیشینه نبوده در نتیجه از حالت بیشینه خارج می‌شود، یعنی توان خروجی کاهش خواهد یافت.
گام چهارم: بعد از بستن کلید:

$$\begin{cases} I' = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{r + \frac{2r}{3}} = \frac{3\varepsilon}{5r} > \frac{\varepsilon}{3r} \rightarrow I' > I \\ R'_{eq} = \frac{R}{3} = \frac{2r}{3} \end{cases}$$

$$V_2 = I r \rightarrow V_2 \uparrow$$

۳۳۵ گزینه ۴ گام اول: با افزایش مقاومت R_2 ، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد.



$$\uparrow R_2 \rightarrow R_{eq} \uparrow$$

گام دوم: با افزایش مقاومت کل مدار، جریان کل مدار کاهش می‌یابد.

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow I \downarrow$$

گام سوم: برای تعیین تکلیف V_{AC} در حلقه چپ از A به طرف C حرکت می‌کنیم:

$$\rightarrow V_A + \varepsilon - r I - R_1 I = V_C \rightarrow V_C - V_A = V_{CA} = \varepsilon - (r + R_1) I \downarrow \rightarrow V_{AC} \uparrow$$

گام چهارم:

$$\uparrow V_{AC} = V_{R_2} \uparrow = \underbrace{R_2}_{\text{ثابت}} I' \rightarrow (I') \uparrow$$

گام پنجم:

فیزیک یازدهم فصل دو

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

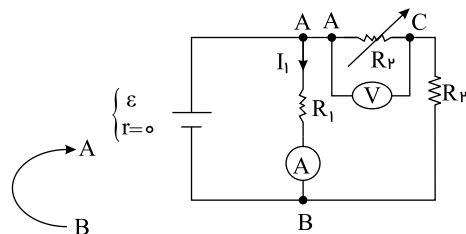
گام ششم:

$$R_p : V_{CB} = (R_p + R_f) I'' \downarrow \Rightarrow V_{CB} \downarrow$$

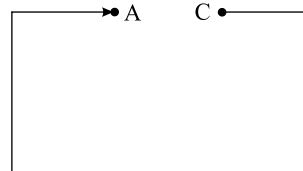
گام هفتم:

$$\downarrow V_{CB} + V_{BA} = V_{CA} \uparrow \rightarrow (V_{BA}) \uparrow \text{ ولتسنج افزایش می‌یابد}$$

۳۳۶ گزینه ۳ گام اول: با توجه به آرمانی بودن مولد ($r = 0$) داریم:



گام دوم:



$$V_B + \varepsilon = V_A \Rightarrow V_{AB} = \varepsilon \text{ ثابت}$$

$$V_{R_1} = V_{AB} = R_1 I_1 = \text{ثابت}$$

$$\rightarrow \text{ثابت} = I_1 = \text{عدد آمپرسنج}$$

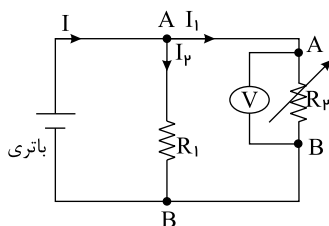
$$\Rightarrow V_C - R_p I + \varepsilon = V_A$$

$$\text{عدد ولتسنج} = V_{AC} = \varepsilon - R_p I$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_p + R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} \nearrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow V_{AC} \uparrow$$

۳۳۷ گزینه ۱ گام اول:

اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل هریک از مقاومت‌های R_1 و R_p برابر است.



گام دوم: با افزایش R_{eq} , R_p هم افزایش می‌یابد پس I کل کاهش می‌یابد. اما عدد ولتسنج تغییری نکرده است از این موضوع نتیجه می‌گیریم:

$$\underbrace{V}_{\text{ثابت}} = \varepsilon - rI \downarrow \rightarrow r = 0 \text{ اختلاف پتانسیل دو سر باتری}$$

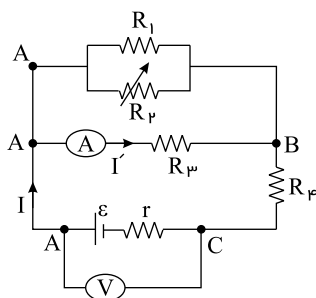
گام سوم:

$$P = V \cdot I = \varepsilon I - \cancel{rI^2} = \varepsilon I \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

۳۳۸ گزینه ۳ گام اول: از این که عدد ولتسنج افزایش یافته در می‌یابیم که:

$$\uparrow V = \varepsilon - rI \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow \Rightarrow R_p \uparrow$$

گام دوم:



$$V_B - R_f I - rI + \varepsilon = V_A \Rightarrow V_{AB} = \underbrace{\varepsilon}_{\text{ثابت}} - \underbrace{(R_f + r)}_{\text{ثابت}} I \downarrow \Rightarrow V_{AB} \uparrow$$

فیزیک یازدهم فصل دو

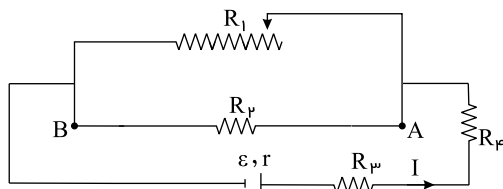
$$V_{AB} = \Delta V_{R_p} = R_p I' \Rightarrow V_{AB} = \underbrace{R_p}_{\text{ثابت}} I' \Rightarrow I' \uparrow \Rightarrow (\text{عدد آمپرسنج}) \uparrow$$

گام سوم:

$$R_p : P_{R_p} = R_p I'^2 \xrightarrow{I' \downarrow} (P_{R_p}) \downarrow$$

۳۳۹ گزینه ۱

گام اول: چون ابتدا و قبل از شروع تغییرات R_1 ، $r = R_{eq}$ است، هرگونه تغییری در R_1 ، سبب کاهش در توان خروجی باتری می‌شود.



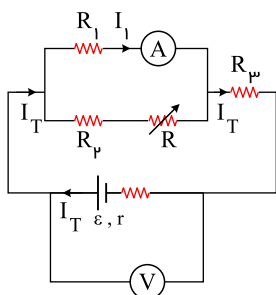
گام دوم: با حرکت لغزندهٔ رئوس‌تا به طرف چپ، مقاومت R_1 کاهش می‌یابد. بنابراین:

$$R_1 \downarrow \Rightarrow R_{eq} \downarrow \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow V_{AB} = \varepsilon - (r + R_p + R_f)I \uparrow$$

$$R_p : P_{R_p} = \frac{V_{AB}^2}{R_p} \Rightarrow \boxed{P_{R_p} \downarrow}$$

۳۴۰ گزینه ۱

با افزایش مقاومت رئوس‌تا، مقاومت معادل کل مدار افزایش یافته و جریان عبوری از شاخهٔ اصلی مدار کاهش می‌یابد.



$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$$

$$R_{\text{رئوس‌تا}} \uparrow \rightarrow R_{eq} \uparrow \rightarrow I_T \downarrow$$

با توجه به اینکه ولت‌سنج به طور موازی به دو سر باتری بسته‌شده، داریم:

$$V_{\text{ولت‌سنج}} = V_{\text{باتری}}$$

$$V_{\text{ولت‌سنج}} = \varepsilon - r I_T \xrightarrow{I_T \downarrow, \text{ثابت } r, \varepsilon} V_{\text{ولت‌سنج}} \uparrow$$

ولتاژ باتری برابر با مجموع ولتاژ ۲ سر مقاومت‌های R_1 و R_p است. بنابراین داریم:

$$V_{\text{باتری}} = V_1 + V_p \rightarrow V_{\text{باتری}} = I_1 R_1 + I_T R_p \xrightarrow[\text{ثابت: } R_1, V_{\text{باتری}}]{\text{ثابت: } I_T, R_p} I_1 \uparrow \rightarrow I_{\text{آمپرسنج}} = I_1 \uparrow$$

۳۴۱ گزینه ۴ در حالت اول که باتری آرمانی به دو سر A و B متصل است، ولتاژ دو سر مقاومت 8Ω برابر نیروی محرکهٔ مولد است و جریان عبوری از آن که همان عدد آمپرسنج باشد برابر است با:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{8}$$

در حالت دوم که مولد به دو نقطهٔ A و C متصل شده، مقاومت 2Ω با مقاومت 8Ω متوالی شده، بنابراین جریان عبوری از آن‌ها به صورت زیر است:

$$I_p = \frac{\varepsilon}{8 + 2} = \frac{\varepsilon}{10}$$

پس تا اینجا $A_2 < A_1$ است. از طرفی در حالت اول ولت‌سنج عددی به صورت زیر را نمایش می‌دهد:

$$V_1 = 6 I_1' = 6 \times \frac{\varepsilon}{6 + 4 + 2} = \frac{\varepsilon}{2}$$

و در حالت دوم:

فیزیک یازدهم فصل دو

$$V_p = \epsilon I_p' = \epsilon \times \frac{\epsilon}{\epsilon + r} = \frac{3\epsilon}{5}$$

یعنی $V_p > V_1$ است.

۳۴۲ گزینه ۲ از مقاومت R_1 به دلیل اتصال کوتاه، جریانی عبور نمی‌کند. در نتیجه کاهش دادن آن تأثیری در جریان ندارد. با افزایش R_p ، مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه جریان کل مدار کاهش می‌یابد. از آنجائی که ولت‌سنج به دو سر باتری اصطلاحاً ضد‌محرک (باتری‌ای که در حال شارژ شدن است) بسته شده است خواهیم داشت:

$$V = \epsilon + rI \xrightarrow{I \downarrow} V \text{ نیز کاهش می‌یابد}$$

نکته: چون بعد از افزایش R_p ، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی با آن نیز تغییر می‌کنند، در نتیجه جریان عبوری از R_p افزایش می‌یابد.

۳۴۳ گزینه ۲ با افزایش مقاومت R ، مقاومت معادل مدار افزایش و جریان کل مدار کاهش می‌یابد. بدین ترتیب داریم:

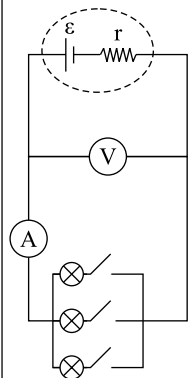
$$I = \frac{\epsilon}{R_{\text{لامپ}} + R + r} \xrightarrow{R \uparrow} I \downarrow \Rightarrow \text{عدد آمپرسنج کاهش می‌یابد}$$

$$\text{عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد} \Rightarrow V \uparrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow V_{\text{ثابت}} - r_{\text{ثابت}} = V \text{ دو سر باتری}$$

$$\text{نور لامپ کم می‌شود} \Rightarrow P_L \downarrow \Rightarrow P_L = R_L I^2 \xrightarrow{I \downarrow} \text{توان مصرفی لامپ}$$

۳۴۴ گزینه ۲ با بستن کلیدها تعداد مقاومت (لامپ‌های موازی بیشتر می‌شود $\Leftarrow$ مقاومت معادل کمتر می‌شود. $\Leftarrow$ جریان تولیدی توسط مولد افزایش می‌یابد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{کاهش } R_{eq} \\ \text{عدد آمپرسنج افزایش می‌یابد} \Rightarrow I_{\text{مدار}} \uparrow \end{array} \right. \Rightarrow I = \frac{\epsilon}{r_{\text{کل}} + R_{\text{کل}}}$$



از آنجایی که ولت‌سنج به دوسر مولد متصل است، داریم:

$$\text{عدد ولت‌سنج کاهش می‌یابد} \Rightarrow V \downarrow \Rightarrow V = \epsilon - rI \xrightarrow{I_{\text{مدار}} \uparrow} \text{می‌دانیم}$$

۳۴۵ گزینه ۴ با افزایش مقدار یک مقاومت حتماً مقاومت کل افزایش می‌یابد و جریان کل کاهش می‌یابد.

$$R_p \uparrow \rightarrow R_{eq} \uparrow \xrightarrow{\text{چون}} I_t = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = I_T \downarrow$$

جریان کل کاهش می‌یابد.

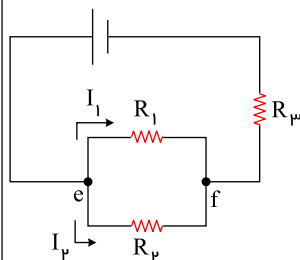
در نتیجه عدد آمپرسنج ۱ کاهش می‌یابد.

چون جریان عبوری از R_p با جریان کل برابر است، در نتیجه ولتاژ دو سر R_p کاهش می‌یابد:

$$V_p = R_p I_T \downarrow \Rightarrow V_p \downarrow \Rightarrow$$

عدد ولت‌سنج کاهش می‌یابد.

از آنجا که $V_{\text{کل}} = V_p + V_{ef}$ ، $V_{\text{کل}}$ برابر با ϵ و ثابت است و V_p کاهش یافته است $\Leftarrow$ حتماً V_{ef} افزایش پیدا کرده است.



V_{ef} ولتاژ دو سر R_1 و همینطور ولتاژ دو سر R_p است. داریم:

$$\epsilon = V_p + V_{ef} \Rightarrow V_p \downarrow \Rightarrow V_{ef} \uparrow \text{ ثابت}$$

بنابراین با توجه به رابطه فوق حتماً I_1 افزایش یافته است.

فیزیک یازدهم فصل دو

$$\uparrow V_{ef} = \text{ثابت } R_1 I_1$$

در نتیجه با توجه به اینکه جریان کل برابر است با مجموع I_1 و I_2 ، با توجه به رابطه زیر داریم:

$$\downarrow I_T = \uparrow I_1 + I_2 \downarrow$$

⇐ حتماً I_2 کاهش یافته است. (آمپرسنج ۲ عدد کمتری را نشان می‌دهد)

۳۴۶ گزینه ۲ در مدار تک حلقه نشان داده شده با افزایش مقاومت R_2 جریان در مدار کاهش می‌یابد. با کاهش جریان اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می‌یابد و چون ولتاژ دو سر مولد برابر با مجموع ولتاژهای دو سر مقاومت R_1 و R_2 می‌باشد، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r} \xrightarrow{\text{با افزایش } R_2} I \text{ کاهش}$$

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{\text{کاهش } I} V \text{ افزایش}$$

$$V = V_1 + V_2 \rightarrow V_2 = V - V_1 = V - R_1 I \xrightarrow[\text{افزایش } V]{\text{با کاهش } I} V_2 \text{ افزایش}$$

۳۴۷ گزینه ۳ با افزایش مقاومت R_2 ، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد؛ پس جریان کل مدار کاهش خواهد یافت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\text{افزایش } R_{eq}} I : \text{کاهش}$$

در نتیجه ولتاژ دو سر باتری نیز افزایش می‌یابد:

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI \xrightarrow{\text{کاهش } I} V_{\text{باتری}} \text{ افزایش}$$

از طرفی ولتاژ دو سر مقاومت R_1 کاهش می‌یابد، زیرا:

$$V_1 = R_1 I \xrightarrow[\text{ثابت } R_1]{\text{کاهش } I} V_1 : \text{کاهش}$$

در نتیجه ولتاژ دو سر مقاومت‌های R_2 و R_3 افزایش می‌یابد:

$$V = V_1 + V_{2,3} \xrightarrow[\text{کاهش } V_1]{\text{افزایش } V} V_{2,3} : \text{افزایش}$$

حال با افزایش ولتاژ دو سر مقاومت R_3 ، جریان عبوری از آن نیز افزایش خواهد یافت. از آنجا که جریان کل مدار کاهش یافته، جریان در مقاومت R_2 نیز کاهش می‌یابد.

نکته: اگر در یک مدار الکتریکی، مقدار یک مقاومت متغیر افزایش یابد، مقاومت معادل کل مدار افزایش یافته و اگر مقاومت متغیر کاهش یابد، مقاومت معادل کل مدار کاهش می‌یابد.

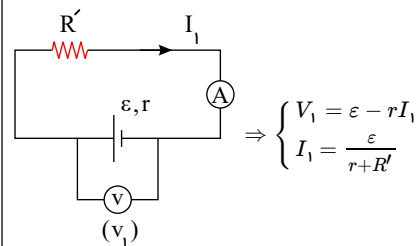
۳۴۸ گزینه ۱ با بستن کلید K ، چون مقاومت R_1 به صورت موازی به مجموعه اضافه می‌شود، مقاومت معادل مجموعه کاهش می‌یابد. پس جریان کل مدار (عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد) افزایش یافته و در نتیجه ولتاژ دو سر مولد واقعی، کاهش می‌یابد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\text{بعد از بستن کلید } K} I \uparrow \xrightarrow{V = \varepsilon - rI \uparrow} V \downarrow$$

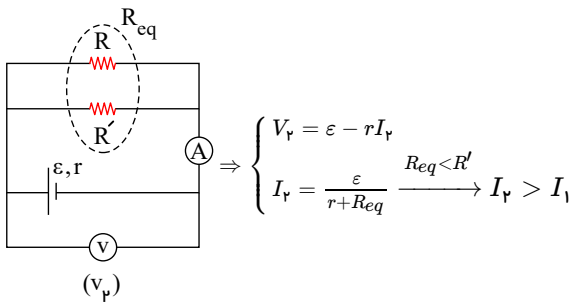
۳۴۹ گزینه ۴ با افزایش مقاومت رئوستا از ۱ به 5Ω ، مقاومت مدار از 2Ω به 6Ω می‌رسد. با این تغییر:

جریان در مدار همواره کاهش، ولتاژ دو سر R_1 همواره افزایش، افت پتانسیل مولد همواره کاهش و توان مصرفی کل مدار یا همان توان خروجی مولد تا وقتی که $R_2 = 3\Omega$ شود، افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد. (زیرا در $R_{eq} = r$ توان بیشینه است).

۳۵۰ گزینه ۳ قبل از بستن کلید K :



بعد از بستن کلید K : R و R' با هم موازی شده و حاصل آن‌ها: $R' < R_{eq} = \left(\frac{RR'}{R + R'} \right)$



$$\Rightarrow V_r = (\varepsilon - rI_r) < (\varepsilon - rI_1) = V_1 \rightarrow \begin{cases} I_r > I_1 \\ V_r < V_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I \uparrow \\ V \downarrow \end{cases}$$