

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

پاسخ‌های تشریحی

۱- گزینه‌ی ۴ (A) شدت جریان متوسط از رابطه‌ی $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ به دست می‌آید. با قرار دادن لحظات t_1 و t_2 در معادله‌ی q_1, q_2

و q_2 را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow q_1 = 2(0)^2 + 4 = 4C \\ t_2 = 3s \Rightarrow q_2 = 2(3)^2 + 4 = 22C \end{cases}$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{22-4}{3-0} = \frac{18}{3} = 6A$$

۲- گزینه‌ی ۴ (A) دو رابطه‌ی $q = ne$ و $q = It$ را برابر قرار داده و مسأله را حل می‌کنیم:

$$ne = It \Rightarrow n \times 1.6 \times 10^{-19} = 0.8 \times 60 \Rightarrow n = \frac{0.8 \times 60}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 3 \times 10^{20}$$

۳- گزینه‌ی ۲ (A) با توجه به قانون پایستگی بار و مشابه بودن دو کره‌ی فلزی داریم:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} \Rightarrow q'_A = q'_B = \frac{-2 + 6}{2} = 2nC$$

$$\Delta q = 6 - 2 = 4nC$$

بنابراین بار شارش شده از سیم رسانا برابر خواهد بود با:

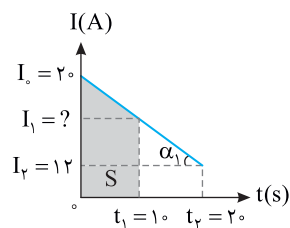
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{4 \times 10^{-9}}{10^{-6}} = 4 \times 10^{-3} A = 4mA$$

در این صورت جریان متوسط شارش شده برابر خواهد بود با:

۴- گزینه‌ی ۲ (B) سطح زیر نمودار $I-t$ در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_2 معادل با بار الکتریکی شارش

یافته بین لحظات t_1 تا t_2 است.

ابتدا باید جریان در لحظه‌ی $t = 10s$ محاسبه شود:



$$\tan \alpha_1 = \frac{20 - 12}{20} = \frac{I_1 - 12}{10} \Rightarrow I_1 = 16A$$

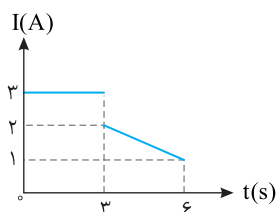
اکنون بار شارش شده را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q = S_{\text{دوزنقه}} = \frac{(20 + 16) \times 10}{2} = 180C \Rightarrow \Delta q = \frac{180}{3600} = 0.05Ah$$

۵- گزینه‌ی ۱ (B) با توجه به رابطه‌ی $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ، سطح محصور بین نمودار $I-t$ و محور زمان برابر

Δq است. ابتدا با محاسبه‌ی مساحت زیر نمودار، Δq را حساب می‌کنیم و سپس از رابطه‌ی

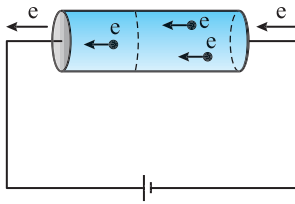
$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ، شدت جریان متوسط را به دست می‌آوریم:



مساحت دوزنقه + مساحت مستطیل

$$\Delta q = 3 \times 3 + \left(\frac{1+3}{2}\right) \times 3 \Rightarrow \Delta q = 13/5C$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{13/5}{6} \Rightarrow \bar{I} = 2/25A$$



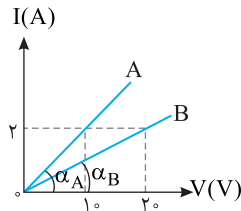
- ۶- گزینه‌ی ۳ (A) هنگامی که یک رسانا به مولد متصل شده و از آن جریان I می‌گذرد، بار گذرنده از هر مقطع مدار از رابطه‌ی $q=It$ به دست می‌آید. اما بار الکتریکی موجود در کل آن صفر است و همواره مقدار بار مثبت و منفی درون آن برابر بوده و سیم خنثی است.

- ۷- گزینه‌ی ۱ (A) راه‌حل اول: برای جریان معین و یکسان $2A$ برای دو مقاومت، قانون اهم را می‌نویسیم:

$$I_A = I_B \Rightarrow \frac{V_A}{R_A} = \frac{V_B}{R_B} \Rightarrow \frac{10}{R_A} = \frac{20}{R_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 2$$

راه‌حل دوم: شیب نمودار $I-V$ برابر $\frac{1}{R}$ است. بنابراین:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\tan \alpha_A}{\tan \alpha_B} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$



- ۸- گزینه‌ی ۱ (A) در دمای ثابت، مقاومت الکتریکی رسانا (نسبت ولتاژ دو سر رسانا به جریان آن)، مقدار ثابتی است:
- $$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{\text{ثابت: } R} \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} \Rightarrow \frac{V_1}{I_1} = \frac{3V_1}{I_1 + 2} \Rightarrow 3I_1 = I_1 + 2 \Rightarrow I_1 = 1A$$

- ۹- گزینه‌ی ۲ (A) ابتدا طول سیم مسی را به دست می‌آوریم. محیط هر حلقه $2\pi r$ و تعداد دورها 100 دور است. از این‌رو:
- $$l = n(2\pi r) \Rightarrow l = 100 \times (2\pi \times 0.1) \Rightarrow l = 20\pi \text{ m}$$

مقاومت سیم مسی برابر خواهد شد با:

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow R = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{20\pi}{\pi(1 \times 10^{-3})^2} \Rightarrow R = 0.34\Omega$$

- ۱۰- گزینه‌ی ۱ (A) جرم دو سیم برابر و دو سیم هم‌جنس هستند. بنابراین طبق رابطه‌ی چگالی حجم آن‌ها برابر است.

$$D_A = \sqrt{2} D_B \xrightarrow{A = \pi \frac{D^2}{4}} A_A = 2A_B \xrightarrow{\frac{V=AI}{V_A=V_B}} A_A l_A = A_B l_B \Rightarrow 2l_A = l_B$$

با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت خواهیم داشت:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B \frac{l_B}{A_B}}{\rho_A \frac{l_A}{A_A}} = \frac{l_B}{l_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{10}{20} = 2 \times 2 \Rightarrow R_A = 2/5\Omega$$

- ۱۱- گزینه‌ی ۲ (B) مقاومت زیاد شده است بنابراین این دستگاه باید طول را افزایش داده و سطح مقطع را کم کند. چون جرم ثابت است، بنا بر رابطه‌ی چگالی، حجم نیز ثابت است در این صورت اگر قطر سیم در اثر گذر از ابزار مورد نظر $\frac{1}{n}$ برابر شود، سطح

مقطع سیم $\frac{1}{n^2}$ برابر و طول سیم $L_2 = n^2 L_1$ می‌شود. حال مسأله را حل می‌کنیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow 16 = \frac{n^2 L_1}{L_1} \times \frac{A_1}{\frac{A_1}{n^2}} \Rightarrow 16 = n^4 \Rightarrow n = 2$$

در این صورت طول سیم برابر می‌شود با:

$$L_2 = n^2 L_1 = (2)^2 L_1 \Rightarrow L_2 = 4 \times 10 = 40 \text{ cm}$$

۱۲- گزینه‌ی ۴ (A) با استفاده از رابطه‌ی ساختمانی مقاومت الکتریکی سیم رسانا خواهیم داشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A}$$

جنس هر دو سیم مس است و ρ برای هر دو یکسان است. از طرفی سطح مقطع (A) با مجذور قطر نسبت مستقیم دارد:

$$A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{A_B}{A_A} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{5}{R_B} = \frac{1}{16} \Rightarrow R_B = 80 \Omega$$

۱۳- گزینه‌ی ۳ (A) با استفاده از رابطه‌ی $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \begin{cases} R_{\max} = \rho \frac{L_{\max}}{A_{\min}} = \rho \times \frac{4}{1 \times 2} \Rightarrow \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \frac{2\rho}{\rho} = 2 \\ R_{\min} = \rho \frac{L_{\min}}{A_{\max}} = \rho \times \frac{1}{4 \times 2} \Rightarrow \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \frac{2\rho}{\rho} = 2 \end{cases}$$

۱۴- گزینه‌ی ۲ (B) هنگامی که تمام جیوه را در لوله‌ی دیگری می‌ریزیم، حجم جیوه در دو حالت یکسان است، اما سطح مقطع ظرف

دوم $\frac{1}{5}$ ظرف اول است ($A_2 = \frac{1}{5} A_1$). پس ارتفاع جیوه در ظرف دوم ۵ برابر ارتفاع جیوه در ظرف اول است ($l_2 = 5l_1$). از این رو:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 1 \times 5 \times 5 \Rightarrow R_2 = 25 R_1$$

۱۵- گزینه‌ی ۲ (B)

$$I(A) \quad \begin{matrix} B \\ A \end{matrix} \quad \begin{matrix} 4 \\ 1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} V(V) \end{matrix}$$

$$I_A = 2I_B, D_A = \frac{\sqrt{5}}{2} D_B, \frac{\rho_A}{\rho_B} = ?$$

با توجه به نمودار و با استفاده از قانون اهم برای نقطه‌ای که ولتاژ هر دو رسانا برابر V است می‌توان نوشت:

$$V = V_A = V_B \Rightarrow I_A R_A = I_B R_B \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

با توجه به رابطه‌ی $R = \rho \frac{L}{A}$ و $A = \frac{\pi D^2}{4}$ برای دو رسانا داریم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{2L_B}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{\frac{\sqrt{5}}{2} D_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times 2 \times \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{5}{8}$$

۱۶- گزینه‌ی ۱ (B) با توجه به رابطه‌ی ساختمانی مقاومت فلزی خواهیم داشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\text{فلز یکسان}} \begin{cases} \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} = \frac{1/5\rho}{\rho} \times \frac{2L}{L} = \frac{2}{5} \Rightarrow R_A = \frac{2}{5} R_B \\ \frac{R_A}{R_C} = \frac{\rho_A}{\rho_C} \times \frac{L_A}{L_C} = \frac{1/5\rho}{\rho} \times \frac{2L}{L} = \frac{2}{5} \Rightarrow R_A = \frac{2}{5} R_C \\ \frac{R_B}{R_C} = \frac{\rho_B}{\rho_C} \times \frac{L_B}{L_C} = \frac{\rho}{\rho} \times \frac{L}{L} = 1 \Rightarrow R_C = R_B \end{cases}$$

۱۷- گزینه‌ی ۳ (A) با توجه به رابطه‌ی دمایی مقاومت می‌توان نوشت:

$$R_T = R_1(1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow R_T = 50[1 + 4 \times 10^{-3} \times (100 - 20)] \Rightarrow R_T = 50(1 + 4 \times 10^{-3} \times 80) \Rightarrow R_T = 50(1 + 0.32) \Rightarrow R_T = 51.6 \Omega$$

۱۸- گزینه‌ی ۴ (A) با توجه به رابطه‌ی دمایی مقاومت می‌توان نوشت:

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow 6/8 = 40 \times 10^{-3} \times 80 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 25^\circ C \xrightarrow{25 = \theta_T - \theta_1} 25 = \theta_T - 20$$

دمای نهایی برابر خواهد شد با: $\theta_T = 45^\circ C$

۱۹- گزینه‌ی ۳ (A) با توجه به رابطه‌ی دمایی برای مقاومت ویژه و فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$\theta_p = 104^\circ\text{C}, \rho_p = \rho_1 + \frac{36}{100}\rho_1 = \frac{136}{100}\rho_1, \alpha = 0.001\text{K}^{-1}, \theta_1 = ?$$

$$\rho_p = \rho_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{136}{100}\rho_1 = \rho_1(1 + \frac{1}{100}\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = 36 \xrightarrow{\theta_p = 104} 104 - \theta_1 = 36 \Rightarrow \theta_1 = 68^\circ\text{C}$$

۲۰- گزینه‌ی ۴ (A) به کمک رابطه‌ی دمایی مقاومت الکتریکی، دما را به دست می‌آوریم:

$$R_p = R_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \Delta R = R_1\alpha\Delta\theta \Rightarrow 14 = 50 \times 0.007 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 40 \Rightarrow \theta_p - 20 = 40 \Rightarrow \theta_p = 40 + 20 = 60^\circ\text{C}$$

۲۱- گزینه‌ی ۲ (A) رابطه‌ی تغییر دما را برای دو مقاومت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases} \Delta R_1 = R_1\alpha\Delta\theta \\ \Delta R_p = R_p\alpha\Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \frac{2R_0}{\Delta R_p} = \frac{R_0\alpha\Delta\theta}{2R_0\alpha\Delta\theta} \Rightarrow \Delta R_p = 8R_0 \Rightarrow R' - 2R_0 = 8R_0 \Rightarrow R' = 10R_0$$

۲۲- گزینه‌ی ۲ (A) رابطه‌ی بین مقاومت رسانای فلزی و تغییرات دما به صورت زیر است:

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta\theta)$$

$$V = RI = R_0(1 + \alpha\Delta\theta)I$$

با توجه به قانون اهم داریم:

در لحظاتی که تغییرات دما برابر 100°C و صفر است داریم:

$$\frac{V_p}{V_1} = \frac{1 + \alpha\Delta\theta_p}{1 + \alpha\Delta\theta_1} \Rightarrow \frac{2/4}{1/2} = 1 + 100\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{1}{100} = 10^{-2} \left(\frac{1}{\text{K}}\right)$$

۲۳- گزینه‌ی ۴ (A) با روشن شدن لامپ دمای رشته‌ی فلزی آن بالا رفته و مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

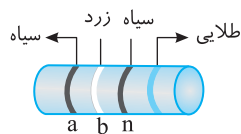
۲۴- گزینه‌ی ۳ (B) برای رساناهای فلزی $\alpha > 0$ و برای مقاومت‌هایی از جنس کربن و مانند آن $\alpha < 0$ است.

$$\begin{cases} R_p = R_1(1 + \alpha\Delta\theta) \\ \alpha = -5 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \end{cases} \Rightarrow R_p = R_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow 1/25 R_1 = R_1(1 - 5 \times 10^{-3} \times \Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = \frac{-0.25}{5 \times 10^{-3}} \Rightarrow \Delta\theta = -50^\circ\text{C}$$

$$R_p = R_1 + 0.25 R_1 = 1.25 R_1$$

۲۵- گزینه‌ی ۲ (A) با توجه به نمودار I-V و با استفاده از قانون اهم می‌توان نوشت:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{10}{25} \Rightarrow R = 4\Omega$$



مقدار یک مقاومت کربنی به صورت $ab \times 10^n$ است، بنابراین رنگ حلقه‌های مقاومت کربنی باید مطابق شکل روبه‌رو باشد:

$$a = 0, b = 4, n = 0 \Rightarrow 4 \times 10^0 = 4\Omega$$

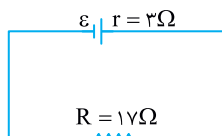
۲۶- گزینه‌ی ۱ (A) چون جریان ورودی به رئوسا از C خارج می‌شود (نه از B)، بنابراین جای لغزنده تأثیری در طول سیمی که جریان

از آن عبور می‌کند، ندارد. یعنی مقاومت رئوسا و در نتیجه مقاومت معادل مدار با حرکت لغزنده ثابت می‌ماند. بنابراین جریان نیز ثابت می‌ماند.

۲۷- گزینه‌ی ۱ (A) افت پتانسیل درون مولد برابر rI است.

$$V = \varepsilon - rI$$

افت پتانسیل مولد



$$rI = r \left(\frac{\varepsilon}{R + r} \right) = 3 \times \frac{\varepsilon}{3 + 12} = \frac{3}{20} \varepsilon$$

بنابراین نسبت افت پتانسیل به نیروی محرکه برابر است با:

$$\frac{\text{افت پتانسیل}}{\text{نیروی محرکه}} = \frac{rI}{\varepsilon} = \frac{3}{20} = \frac{15}{100} \Rightarrow 15\% \text{ درصد نیروی محرکه‌ی آن است}$$

۲۸- گزینه‌ی ۱ (A) ولتاژ دو سر باتری با ولتاژ دو سر مقاومت $\frac{2}{5}$ اهمی برابر است از این‌رو:

$$V = \frac{1}{2.5} V$$

$$R = \frac{2}{5} \Omega, \text{ افت پتانسیل } rI = \frac{1}{2.5} V$$

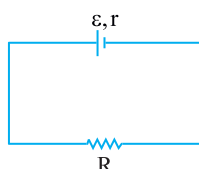
$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \frac{1}{2.5} = \varepsilon - \frac{1}{2.5} \Rightarrow \varepsilon = \frac{1}{5} V$$

$$V = RI \xrightarrow{V = \frac{1}{2.5}, R = \frac{2}{5}} \frac{1}{2.5} = \frac{2}{5} I \Rightarrow I = \frac{1}{5} A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow{I = \frac{1}{5}, R = \frac{2}{5}, \varepsilon = \frac{1}{5}} \frac{1}{5} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{2}{5} + r} \Rightarrow r = \frac{1}{5} \Omega$$

۲۹- گزینه‌ی ۴ (A) افت پتانسیل درون پیل برابر Ir و جریان مدار برابر $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ است، از این‌رو:

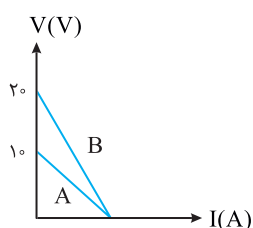
$$\begin{cases} I_1 r = \frac{\varepsilon}{r+R_1} r = \frac{\varepsilon}{r+2r} r = \frac{\varepsilon}{3} \\ I_2 r = \frac{\varepsilon}{r+R_2} r = \frac{\varepsilon}{r+r} r = \frac{\varepsilon}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{I_1 r}{I_2 r} = \frac{\frac{\varepsilon}{3}}{\frac{\varepsilon}{2}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{3}$$



۳۰- گزینه‌ی ۲ (A) در یک مولد که در مداری مطابق شکل روبه‌رو بسته شده است، ولتاژ دو سر مولد برابر خواهد شد با:

$$V = \varepsilon - Ir$$

در این صورت نمودار $V-I$ آن خط راستی است که عرض از مبدأ آن ε و شیب آن $(-r)$ است. با توجه به نمودار مسأله:



$$\begin{cases} |r_A| = \frac{\varepsilon_A}{I} = \frac{1}{1} \\ |r_B| = \frac{\varepsilon_B}{I} = \frac{2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2$$

۳۱- گزینه‌ی ۴ (A) با توجه به نمودار عرض از مبدأ برابر نیروی محرکه‌ی باتری است، از این‌رو:

$$V = \varepsilon - Ir \begin{cases} \xrightarrow{I=0} V = \varepsilon = 12 V \\ \xrightarrow{I=4} V = 12 - 4r \Rightarrow r = \frac{1}{2} \Omega \end{cases}$$

۳۲- گزینه‌ی ۳ (B) برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر باتری از رابطه‌ی $V = \varepsilon - rI$ استفاده می‌کنیم:

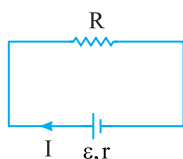
$$r = \frac{1}{n} R \Rightarrow R = nr$$

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R+r}} V = \varepsilon - r \left(\frac{\varepsilon}{R+r} \right) \xrightarrow{R = nr} V = \varepsilon - r \left(\frac{\varepsilon}{nr+r} \right) \Rightarrow V = \varepsilon \frac{r}{n+1}$$

$$V = \varepsilon \left(1 - \frac{1}{n+1} \right) \Rightarrow V = \varepsilon \left(\frac{n}{n+1} \right) \Rightarrow \frac{V}{\varepsilon} = \frac{n}{n+1}$$

۳۳- گزینه‌ی ۳ (A)

(افت پتانسیل در مقاومت خارجی) $= \frac{1}{9}$ افت پتانسیل در مقاومت درونی

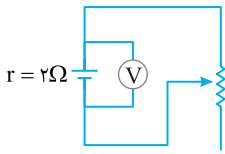


$$rI = \frac{1}{9} RI \Rightarrow r = \frac{1}{9} R$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow{I = \frac{6}{2}, r = \frac{1}{9} R, \varepsilon = 6 V} \frac{6}{2} = \frac{6}{R + \frac{1}{9} R} \Rightarrow \frac{1}{9} R = 3 \Rightarrow R = 27 \Omega$$

۳۴- گزینه‌ی ۱ عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر ولتاژ دو سر مولد و همچنین ولتاژ دو سر مقاومت است.

$$V_1 = R_1 I_1 \Rightarrow V_1 = R_1 \times \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \xrightarrow[r=2]{R_1=20} V_1 = \frac{20\varepsilon}{20+2}$$



$$V_2 = R_2 I_2 \Rightarrow V_2 = R_2 \times \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \xrightarrow[r=2]{r=2} V_2 = \frac{R_2 \varepsilon}{R_2 + 2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\frac{R_2 \varepsilon}{R_2 + 2}}{\frac{20\varepsilon}{22}} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_2 = 1/6 \Omega$$

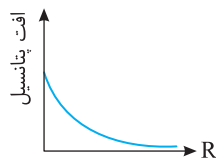
۳۵- گزینه‌ی ۳ وقتی کلید K باز است چون کلید در شاخه‌ی اصلی قرار دارد، جریان مدار صفر است و ولت‌سنج نیز که به دو سر باتری بسته شده است، نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد در این صورت $\varepsilon = 10V$ است. وقتی کلید K بسته است، جریان اصلی در مدار برقرار می‌شود:

$$\begin{cases} I \neq 0 \\ V = \varepsilon - rI \xrightarrow[\varepsilon=10, I=\frac{\varepsilon}{R+r}]{V=8} 8 = 10 - r\left(\frac{10}{R+r}\right) \Rightarrow 2 = \frac{10r}{R+r} \Rightarrow 2R + 2r = 10r \Rightarrow \frac{R}{r} = 4 \end{cases}$$

۳۶- گزینه‌ی ۳ ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر باتری (V) را نشان می‌دهد. وقتی کلید را قطع می‌کنیم، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری (ε) را نشان خواهد داد. اکنون با دانستن این مطالب مسأله را به آسانی حل می‌کنیم:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = \varepsilon - 0.8 \times 2 \Rightarrow V = \varepsilon - 1.6 \xrightarrow[\varepsilon=8]{\frac{V}{\varepsilon} = 0.8} 0.8\varepsilon = \varepsilon - 1.6 \Rightarrow \varepsilon = \frac{1.6}{0.2} = 8V$$

۳۷- گزینه‌ی ۳ به تغییرات زیر دقت کنید:



$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow{R \uparrow} I \downarrow, \quad \text{افت پتانسیل} = rI \xrightarrow{I \downarrow} \text{افت پتانسیل} \downarrow$$

معادله‌ی Ir بر حسب R را به دست می‌آوریم:

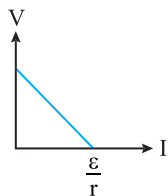
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow Ir = \varepsilon - IR = \varepsilon - \left(\frac{\varepsilon}{R+r}\right)R = \frac{\varepsilon r}{R+r}$$

این تابع هموگرافیک است. در این صورت گزینه‌ی (۳) درست است.

۳۸- گزینه‌ی ۲ وقتی مدار باز باشد، ولت‌سنج نیروی محرکه‌ی باتری را نشان می‌دهد، پس $\varepsilon = 8V$ است. وقتی مدار بسته است

و در مدار جریان برقرار است، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری ($V = \varepsilon - Ir$) را نشان می‌دهد. در این صورت وقتی $I = 2A$ است، $V = 6V$ می‌باشد، در نتیجه: $6 = 8 - 2r \Rightarrow r = 1\Omega$

۳۹- گزینه‌ی ۲ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب شدت جریان آن ($V = \varepsilon - Ir$)



یک خط راست مایل است که عرض از مبدأ آن نیروی محرکه‌ی باتری و منفی شیب آن برابر مقاومت درونی باتری است.

در شکل (الف) نیروی محرکه‌ی دو مولد (۳) و (۴) با هم برابر و مقاومت درونی مولد (۴) بیش‌تر است. در شکل (ب) نیروی محرکه‌ی مولد (۱) از نیروی محرکه‌ی مولد (۲) بیش‌تر است، اما مقاومت درونی آن‌ها یکسان است، زیرا شیب نمودار آن‌ها یکی است.

۴۰- گزینه‌ی ۱ باید توجه کنیم که باتری فرسوده با باتری خالی فرق دارد. باتری فرسوده مقاومت درونی بالایی دارد و حتی اگر پر باشد نمی‌تواند جریان مورد نیاز را تأمین کند. (باتری خالی نیروی محرکه‌ی پایینی دارد و با شارژ شدن (در صورت امکان) نیروی محرکه‌ی آن افزایش می‌یابد).

$r \rightarrow \infty$: در باتری کهنه

$\varepsilon \rightarrow 0$: در باتری خالی