

پاسخنامه
فیزیک
فصل ۲
یازدهم



۱ - گزینہ ۲۰

مردم می گویند های نادرست:

گزینه ۱۵: جریان الکتریکی عبوری از سیم در جهت میدان الکتریکی درون سیم است.

گزینه «۳» جهت بردار سرعت متوق در یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی برخلاف جهت میدان الکتریکی و خلاف جهت جریان الکتریکی در رسانا است.

گزینه ۴۰ در صورتی که اختلاف پتانسیل ثابتی به دو سر یک مسیم اعمال کنیم جریان الکتریکی ایجاد می‌شود و یک شارش خالص بار از هر مقطع رخ می‌دهد.

اثرهای الکتریکی و حرارتی بر روی مستقیم (الیزینگ) در صفحه‌های ۳۰ و ۴۰

٢ - كروية «٤»

ابتداء مقاومت سیم را بدست می آوریم:

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}}{\pi (0.5 \text{ mm})^2} \cdot 100 \text{ m} = 2.19 \times 10^{-3} \Omega$$

$$R = 10^{-A} \times \frac{1/p}{\gamma \times (\gamma \times 10^{-T})^\gamma} = \frac{p \times 10^{-1}}{\gamma \times \gamma \times 10^{-p}} \Rightarrow R = \frac{10^{-T}}{\gamma} \Omega$$

اکنون با استفاده از قانون اهم جریان عبوری از سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V_{\text{max}} / \sqrt{2} \cos \theta}{R = \frac{1}{\sqrt{2}} \Omega} = I = \frac{\sqrt{2} \times 1}{\sqrt{2}} = 1$$

$$\Rightarrow I = \frac{V \times V \times 10^{-9}}{10^{-9}} = 1 \text{ pA}$$

بنابر این عدت زمان تخلیه باثبات برابر است با:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta q = q_{ss} C}{I_{ss} / P A} \rightarrow \Delta I = \frac{q_{ss}}{s / P} = 10 \dots$$

(چرمان: آلفرد رنکی و مدارهای چرمان: مستقیم) (فیلد: ۳، صفحه‌های: ۳۶ و ۳۷)

٣ - كزينة ٣٠

(اخیبر سعید پر اوراق)

جریان عبوری از یک دیود نور گسیل در اختلاف پتانسیل‌های منفی برابر صفر است.

ايراني، آلفريد كي و. مدارهاي هراي مستقيم (اليزيك ۲، صفحه ۳۳)

٤ - ٥ - ٦

(الحمد لله رب العالمين)

ابتداءً روی نمودار با استفاده از قانون اهم نسبت مقاومت الکتریکی سیم Δ به سیم

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

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{P}{V} \times 1 = \tau$$

اکنون با داشتن نسبت مقاومت دو سیم، نسبت حجوم آنها را می‌یابیم: (ρ_B, ρ_A)

مقاومت ویژه هریک از سیم‌ها است:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{V=AL \Rightarrow A=\frac{V}{L}} R = \rho \frac{L^2}{V}$$

$$\frac{L_A = L_B}{R_B} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_B}{V_A}$$

$$\frac{\frac{R_A}{R_B} = \tau}{\rho_A = \tau \rho_B} \rightarrow \tau = \frac{\tau \rho_B}{\rho_B} \times \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{\tau}{\tau}$$

بنابراین با استفاده از رابطه چگالی به صورت زیر نسبت $\frac{m_A}{m_B}$ را حساب می‌کنیم:

(p_A و p_B چگالی هریک از میخها است.)

$$m = \rho V \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B}$$

$$\frac{\rho_A \cdot \frac{V}{\rho_A} - \rho_B \cdot \frac{V}{\rho_B}}{\frac{V}{\rho_A} - \frac{V}{\rho_B}} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{V}{V} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 1$$

(پیراوا: الکتریک و مدارهای پیراوا: مستقیم) (فیڈبک: ۲، صفحہ ۳۱۳ و ۳۱۴)

۸ - گزینه «۲»

(مبارزه کوتاه)

در حالت اول مقاومت معادل برابر با $R_{eq} = 2R$ است و توان مصرفی مجموعه برابر

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{2R} \xrightarrow{P=20W} 20 = \frac{V^2}{2R} \Rightarrow \frac{V^2}{R} = 40 = P \cdot W$$

در حالت دوم با توجه به این که 2 مقاومت به طور موازی به یکدیگر وصل شده اند

مقاومت معادل آن ها برابر با $R_{eq} = \frac{R}{2}$ است و در نتیجه توان مصرفی آن ها برابر

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{\frac{R}{2}} = 2 \frac{V^2}{R} \Rightarrow P = 2 \times 20 = 40W$$

(برای انگلیسی و مدارهای جریان مستقیم) (تیرگ ۲، مدارهای ۵۰ و ۵۵)

۹ - گزینه «۲»

(معمور مقصوری)

وقتی افزنده ولتاژ به سمت چپ می رود، طول مقاومتی که در مدار قرار می گیرد افزایش یابد و در نتیجه، آن مقاومت افزایش می یابد و باعث می شود مقاومت معادل مدار هم افزایش یابد، بنابراین با توجه به رابطه زیر، جریان کل کاهش خواهد یافت.

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\text{کاهش}} I$$

با کاهش جریان کل مدار، اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می یابد.

$$V = E - Ir \xrightarrow{\text{کاهش}} V$$

(برای انگلیسی و مدارهای جریان مستقیم) (تیرگ ۲، مدارهای ۵۰ و ۵۵)

۱۰ - گزینه «۴»

(مبارزه ایمن)

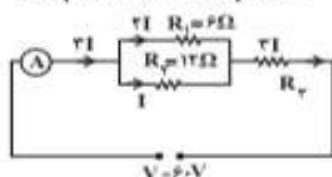
اگر جریان مقاومت R_2 را I فرض کنیم، بنا به رابطه $R_1 I_1 = R_2 I_2$ ، جریان عبوری

از مقاومت R_1 ، برابر $2I$ می شود. از طرف دیگر، چون جریان مقاومت R_2 برابر

مجموع جریان های R_1 و R_2 است، جریان عبوری از مقاومت R_2 برابر با $2I$ می شود.

بنابراین

$$P_2 = P_1 \xrightarrow{P=RI^2} R_2 (2I)^2 = P R_1 (I)^2 \Rightarrow R_2 \times 4 = P \times 1 \Rightarrow R_2 = \frac{P}{4}$$



اکنون مقاومت معادل را محاسبه می کنیم:

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{P \times 12}{P + 12} = 2\Omega$$

$$R_{eq} = R' + R_2 = 2\Omega + 8\Omega = 10\Omega$$

در نهایت عدد آمپر سنج (یعنی همان جریان اصلی مدار) برابر است با:

$$I_T = \frac{V_T}{R_{eq}} = \frac{6}{10} = 0.6A$$

(برای انگلیسی و مدارهای جریان مستقیم) (تیرگ ۲، مدارهای ۵۰ و ۵۵)

۵ - گزینه «۲»

(مبارزه ایمن)

الف) موازی - ب) موازی

ب) دو سر R_1 اتصال کوتاه است، بنابراین فقط مقاومت R_2 در مدار وجود دارد.

ج) مقاومت ها متوالی اند.

بنابراین فقط موارد «الف» و «ب» به طور موازی بسته شده اند.

(برای انگلیسی و مدارهای جریان مستقیم) (تیرگ ۲، مدارهای ۵۰ و ۵۵)

۶ - گزینه «۲»

(معمور مقصوری)

هنگامی که کلید باز است، جریانی در مدار برقرار نیست؛ یعنی $I = 0$ و در این حالت

$$V = E - Ir \xrightarrow{I=0} V = E = 22V$$

خواهیم داشت.

هنگامی که کلید بسته باشد، جریان $I = 2A$ در مدار برقرار خواهد بود که در این

$$V = E - Ir \xrightarrow{V=21V, E=22V, I=2A} 21 = 22 - 2r \Rightarrow 2r = 1 \Rightarrow r = 0.5\Omega$$

$$\Rightarrow r = 1/2\Omega$$

(برای انگلیسی و مدارهای جریان مستقیم) (تیرگ ۲، مدارهای ۵۰ و ۵۵)

۷ - گزینه «۳»

(مبارزه ایمن)

می دانیم توان تولیدی یک مولد برابر است با $P = EI = 20W$ و توان تلف شده

مولد برابر $P' = I^2 r = 2W$ است و اختلاف این دو توان برابر توان خروجی

$$P_{\text{خروجی}} = EI - I^2 r$$

(مصرفی) است. بنابراین داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = 20 - 2 = 18W, \quad P_{\text{خروجی}} = RI^2 \Rightarrow 18 = 2 \times I^2 \Rightarrow I = 3A$$

با جایگذاری در رابطه $P' = I^2 r$ داریم:

$$P' = I^2 r \Rightarrow 2 = 9 \times r \Rightarrow r = 0.22\Omega$$

$$V' = Ir = 3 \times 0.22 = 0.66V$$

در نهایت افت پتانسیل برابر است با:

(برای انگلیسی و مدارهای جریان مستقیم) (تیرگ ۲، مدارهای ۵۰ و ۵۵)

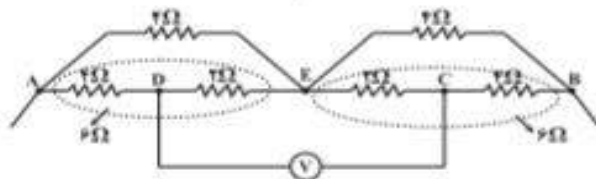
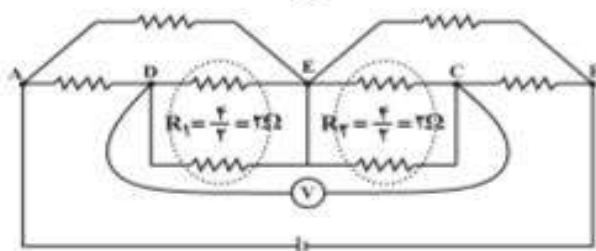
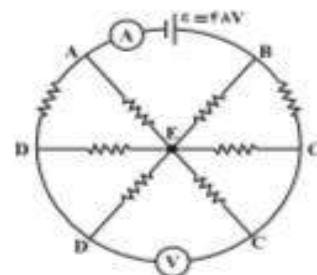
۱۴ - گزینه ۲۰

(مجموعه شرق)

ابتدا نقاط هم‌پتانسیل را پیدا کرده و مدار را به صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم.

چون ولت‌سنج ایده‌آل است جریانی از آن عبور نمی‌کند. بنابراین می‌توانیم دو سر

میسی را که به ولت‌سنج متصل است آزاد کنیم.



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

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} = \frac{4}{4 + 4} = 1 A$$

(برای الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (پرتک ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۱۵ - گزینه ۲۰

(مجموعه غرب)

ابتدا جریان الکتریکی عبوری از هر رسانا را می‌یابیم.

$$\begin{aligned} q &= It \Rightarrow It = ne \Rightarrow I = \frac{ne}{t} \quad n = 1.7 \times 10^{18} \text{ A}, t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s} \\ q &= ne \Rightarrow I = \frac{ne}{t} \quad n = 1.7 \times 10^{18} \text{ A}, t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s} \\ I &= \frac{1.7 \times 10^{18} \times 1.6 \times 10^{-19}}{120} = 2.27 \text{ A} \end{aligned}$$

اکنون V_B را می‌یابیم.

$$V_B = R_B I = 4 \times 10^2 \times 2.27 = 908 \text{ V}$$

برای محاسبه V_A به R_A نیاز داریم. مطابق شکل V_A به اندازه 227 V از V_B کمتر است بنابراین $V_A = 908 - 227 = 681 \text{ V}$ می‌باشد. در این حالت می‌توان نوشت:

$$R_A = \frac{V_A}{I} = \frac{681}{2.27} = 300 \Omega \Rightarrow R_A = 300 \Omega$$

(برای الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (پرتک ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۱۶ - گزینه ۳۰

(مجموعه غرب)

هرگاه میسی را خوب کنیم و یک سیم جدید بسازیم، حجم آن ثابت می‌ماند. لذا 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 طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho L_1}{A_1} \times \frac{A_2}{L_2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-8}}{1 \times 10^{-8}}} = 2 \text{ mm}^2$$

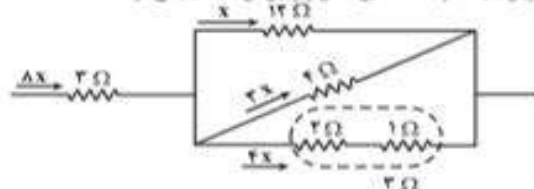
$$\Rightarrow \frac{25}{100} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow A_2 = 4 \times 10^{-8} \text{ mm}^2$$

(برای الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (پرتک ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۱۷ - گزینه ۱۰

(مجموعه غرب)

برای مشخص کردن کمترین توان مصرفی در مقاومت‌ها ابتدا باید جریان در هر شاخه از مدار را تعیین می‌کنیم. با توجه به اینکه در شاخه‌های موازی جریانی الکتریکی به نسبت عکس مقاومت‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌شود. اگر جریان در مقاومت 12Ω معی را x در نظر بگیریم، جریان بقیه مقاومت‌ها مطابق شکل زیر بین آن‌ها تقسیم می‌شود.



اکنون با داشتن جریان هر مقاومت با استفاده از رابطه $P = RI^2$ توان الکتریکی هر مقاومت را محاسبه می‌کنیم و کمترین توان مصرفی را برای 2 A قرار می‌دهیم و جریان الکتریکی را می‌یابیم.

$$P_{12\Omega} = 12(x)^2 = 12x^2 \rightarrow P_{min} = 2 \text{ W}$$

$$P_{4\Omega} = 4(2x)^2 = 16x^2$$

$$P_{2\Omega} = 2(2x)^2 = 8x^2$$

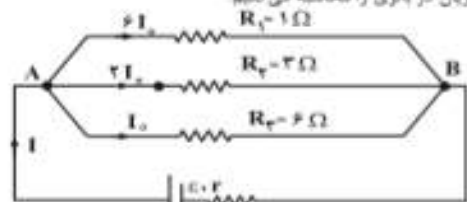
$$P_{1\Omega} = 1(2x)^2 = 4x^2$$

$$P_{2\Omega} = 2(x)^2 = 2x^2$$

می‌بینیم $P_{12\Omega}$ کمترین مقدار را دارد که برابر 2 W است. بنابراین داریم:

$$P_{12\Omega} = 12x^2 \Rightarrow P_{12\Omega} = 12x^2 = 2 \Rightarrow x = 2 \text{ A}$$

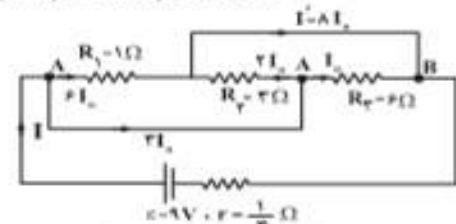
مشخص می‌کنیم. اگر جریان گذرنده از مقاومت 6Ω را I_1 فرض کنیم، جریان در مقاومت 2Ω برابر $2I_1$ و در مقاومت 1Ω برابر $6I_1$ خواهد بود. حال مقاومت معادل و جریان در باتری را محاسبه می‌کنیم.



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{6+3+1}{6} = \frac{10}{6} \Rightarrow R_{eq} = \frac{3}{5}\Omega$$

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} = \frac{9}{\frac{3}{5} + 1} = 6A \Rightarrow 6I_1 + 2I_1 + I_1 = 6A \Rightarrow I_1 = 1A$$

با توجه به شکل زیر جریان I' برابر مجموع جریان‌های عبوری از R_1 و R_2 است.
 $I' = 6I_1 + 2I_1 \Rightarrow I' = 8I_1 = 8 \times 1 = 8A$ یعنی

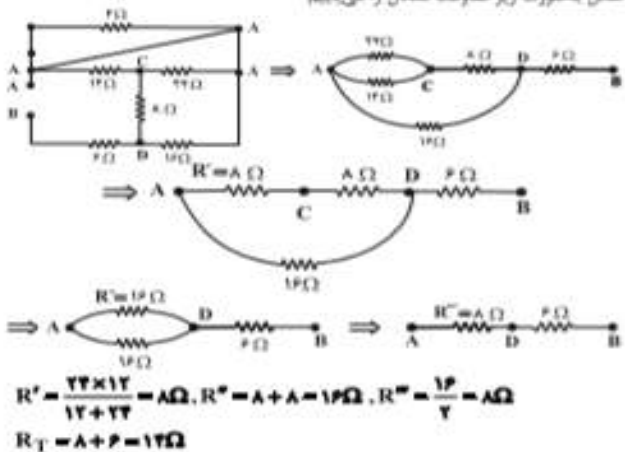


(برای تفکیک و مدارهای برابری مستقیم) (انبار ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

(اینبارها امپدانس)

۲۱ - گزینه ۳

در این گونه سؤالات ابتدا باید تک‌تک گره‌ها را نام‌گذاری کنیم. گره محل اتصال حداقل سه سیم است. در این جا با نام‌گذاری گره‌ها، مقاومت 2Ω بین دو نقطه غیرپتانسیل قرار می‌گیرد و اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌شود. بنابراین با رسم مجدد شکل به‌صورت زیر مقاومت معادل را می‌یابیم.



(برای تفکیک و مدارهای برابری مستقیم) (انبار ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

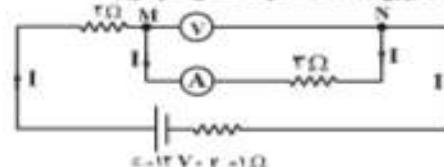
چون $x = 2A$ است، لذا $P_{T\Omega} = 12 \times 2 = 24W$ می‌باشد و در نتیجه طبق رابطه $U = P \times t = 24 \times 10 = 240J$ داریم.

(برای تفکیک و مدارهای برابری مستقیم) (انبار ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۱۸ - گزینه ۳

(اینبار امپدانس)

مقاومت ولتسنج آرمانی بی‌نیازیت و مقاومت آمپرسنج آرمانی برابر صفر است. مطابق شکل از شاخه شامل ولتسنج جریانی عبور نمی‌کند و تمام جریان باتری از آمپرسنج عبور خواهد کرد. بنابراین، با محاسبه مقاومت معادل مدار داریم:



$$R_{eq} = 2 + 2 = 4\Omega$$

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} = \frac{12}{4 + 1} = 2A$$

به عبارتی آمپرسنج عدد ۲A را نمایش می‌دهد. ولتسنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 2Ω را نشان می‌دهد که برابر است با:

$$V = RI = 2 \times 2 = 4V$$

(برای تفکیک و مدارهای برابری مستقیم) (انبار ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

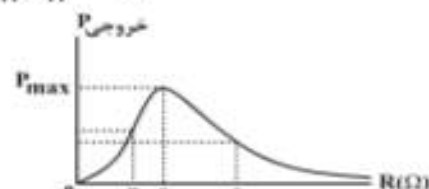
۱۹ - گزینه ۲

(اینبار امپدانس)

مقاومت معادل مدار را در دو حالت به‌دست می‌آوریم. چون مقاومت‌ها موازی‌اند، داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} \Rightarrow R_{eq} = 3\Omega$$

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \Rightarrow R'_{eq} = 6\Omega$$



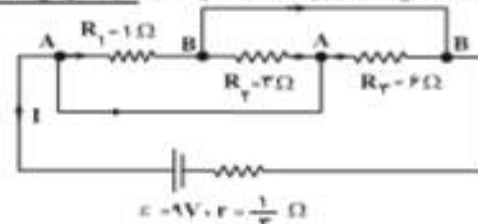
چون بازای $R_{eq} = r = 3\Omega$ توان خروجی حولد بیشینه می‌شود، بنابراین با توجه به نمودار توان خروجی برحسب مقاومت معادل مدار، وقتی مقاومت از 3Ω به 2Ω می‌رسد، توان خروجی افزایش و پس از آن وقتی از 2Ω به 6Ω می‌رسد، توان خروجی کاهش می‌یابد.

(برای تفکیک و مدارهای برابری مستقیم) (انبار ۲، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۲۰ - گزینه ۳

(اینبار امپدانس)

ابتدا برای تشخیص ساده‌تر نوع اتصال مقاومت‌ها، شکل را به روش نقطه‌های هم‌پتانسیل ساده‌تر می‌کنیم. نقایطی که با سیم رسماً به‌هم متصل هستند هم‌پتانسیل می‌باشند.



با ساده‌تر شدن شکل درمی‌یابیم که اتصال مقاومت‌ها موازی است. با توجه به این‌که در اتصال موازی مقاومت‌ها، جریان به نسبت عکس مقاومت‌هاست، جریان در هر شاخه را

۲۲- گزینه ۳»

(به عنوان)

ابتدا رابطه تعداد الکترون‌های عبوری از هر مقطع سیم حامل جریان I را که در مدت t از سیم عبور می‌کند، می‌یابیم:

$$\begin{cases} q = ne \\ q = It \end{cases} \Rightarrow It = ne \Rightarrow n = \frac{It}{e}$$

با توجه به این‌که تعداد الکترون‌های عبوری از هر مقطع سیم A ، 3×10^{21} الکترون، بیشتر از تعداد الکترون‌های عبوری از هر مقطع سیم B است می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} n_A - n_B &= 3 \times 10^{21} \xrightarrow{n = \frac{It}{e}} \\ \frac{I_A \times t}{e} - \frac{I_B \times t}{e} &= 3 \times 10^{21} \Rightarrow I_A - I_B = 3 \times 10^{21} \times \frac{e}{t} \\ \xrightarrow{t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}} I_A - I_B &= \frac{3 \times 10^{21} \times 1.6 \times 10^{-19}}{60} \\ \Rightarrow I_A - I_B &= 8 \text{ A} \end{aligned}$$

از طرف دیگر، با توجه به نمودار $I-V$ ، به ازای $V = 10 \text{ V}$ ، جریان $I_B = 1 \text{ A}$

و $I_A = \frac{2}{3} \text{ A}$ است. بنابراین، مقاومت سیم‌های A و B برابر است با:

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{V_B}{I_B} = \frac{10}{1} \Rightarrow R_B = 10 \Omega \\ R_A &= \frac{V_A}{I_A} = \frac{10}{\frac{2}{3}} \Rightarrow R_A = \frac{30}{2} \Omega \end{aligned}$$

در نهایت با داشتن R_B و R_A ، با استفاده از قانون اهم و رابطه (۱) اختلاف پتانسیل را می‌یابیم:

$$\begin{aligned} I_A - I_B &= A \xrightarrow{I = \frac{V}{R}} \frac{V}{R_A} - \frac{V}{R_B} = A \Rightarrow \frac{V}{\frac{30}{2}} - \frac{V}{10} = A \\ \Rightarrow \frac{2V}{30} - \frac{V}{10} &= A \Rightarrow \frac{V}{30} = A \Rightarrow V = 30 \text{ V} \end{aligned}$$

(برابر کنشگر و مدارهای جریان مستقیم) (تیرک ۳۰ و ۳۳)

۲۳- گزینه ۱»

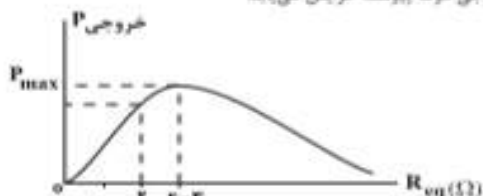
(معبرین نامی)

می‌دانیم مقاومت رتومست بین صفر تا بی‌نهایت تغییر می‌کند. بنابراین ابتدا حداکثر و حداقل مقاومت معادل مدار را می‌یابیم. برای مقاومت‌های موازی 10Ω و رتومست R داریم:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{1} + \frac{1}{R} \Rightarrow \begin{cases} R = \infty \Rightarrow \frac{1}{R'} = 1 + \frac{1}{\infty} \Rightarrow \frac{1}{R'} = 1 + 0 \\ \Rightarrow R' = \frac{1}{1+0} = 1 \end{cases}$$

$$R_{eq(\min)} = 1 + 2 = 3 \Omega, R_{eq(\max)} = 1 + 2 = 3 \Omega$$

می‌بینیم مقاومت معادل مدار می‌تواند از حداقل 3Ω به حداکثر 3Ω برسد. با توجه به این‌که وقتی مقاومت معادل مدار برابر مقاومت درونی باتری می‌شود، توان خروجی باتری به بیشینه مقدار خود می‌رسد. لذا با افزایش مقاومت رتومست، مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد و حداکثر به $R_{eq} = r = 3 \Omega$ می‌رسد. بنابراین توان خروجی مولد پیوسته افزایش می‌یابد.



اگر به نمودار توان خروجی مولد بر حسب مقاومت معادل مدار که در بالا رسم شده است دقت کنید، نشان می‌دهد با افزایش مقاومت معادل از 3Ω به 3Ω توان خروجی باتری نیز افزایش می‌یابد.

دقت کنید، چون مقاومت رتومست به حداکثر مقدار خود می‌رسد، لذا مقاومت معادل نمی‌تواند از 3Ω بیشتر شود. در صورتی‌که مقاومت معادل از حداقل 3Ω به حداکثر، بیشتر از 3Ω می‌رسید، توان خروجی باتری، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یافت.

(برابر کنشگر و مدارهای جریان مستقیم) (تیرک ۳۰ و ۳۳)

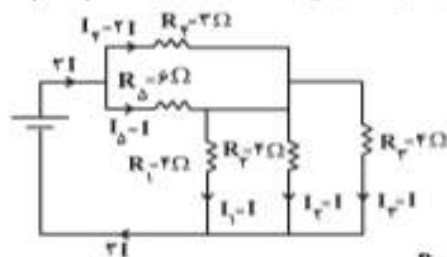
۲۴- گزینه ۲»

(معبرین صریح)

چون مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی‌اند، اختلاف پتانسیل یکسانی دارند.

بنابراین با توجه به این‌که توان مصرفی یکسانی نیز دارند، طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، اندازه مقاومت آن‌ها نیز یکسان است؛ یعنی:

$$R_1 = R_2 = 2 \Omega$$



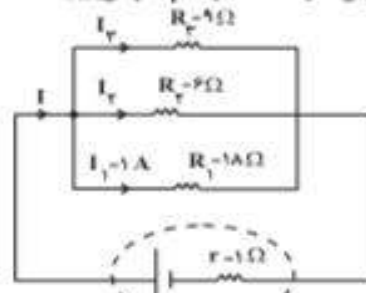
برای محاسبه نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ ، باید جریان عبوری از مقاومت‌های R_1 و R_2 را

یابیم. اگر جریان مقاومت R_2 را I فرض کنیم، جریان مقاومت R_1 و R_2 که هم‌اندازه و موازی با R_3 هستند نیز I می‌شود. در این‌صورت جریان عبوری از مولد برابر $3I$ خواهد شد. برای مقاومت‌های $R_1 = 2 \Omega$ و $R_2 = 2 \Omega$ ، جریان $3I$ طوری تقسیم می‌شود که جریان $2I$ از مقاومت R_2 و جریان I از مقاومت R_1 عبور می‌کند. بنابراین با داشتن جریان مقاومت‌های R_1 و R_2 با استفاده از رابطه $P = RI^2$ داریم:

۲۸- گزینه ۳

(اصلی گویان)

ابتدا شکل ساده شده‌ای از مدار الکتریکی را رسم می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه انرژی الکتریکی مصرف شده، مقاومت R_1 را می‌یابیم.



$$U = R_1 I_1^2 t = \frac{U = 12/1000 \cdot 3}{I_1 = 1 \text{ A}, t = 12 \text{ min} = 720 \text{ s}} \Rightarrow 12 / (1 \times 10^{-3}) = R_1 \times 1^2 \times 720$$

$$\Rightarrow R_1 = 16 \Omega$$

اکنون اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 را که با اختلاف پتانسیل دو سر مولد یکسان است، به دست می‌آوریم:

$$V = V_1 = R_1 I_1 = 16 \times 1 \Rightarrow V = 16 \text{ V}$$

در نهایت با محاسبه مقاومت معادل مقاومت‌های موازی و استفاده از رابطه

$$V = \frac{R_{eq} \cdot \mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} = \frac{1+8+16}{16} \Rightarrow R_{eq} = 2 \Omega$$

$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow 16 = \frac{\mathcal{E}}{2+1} \Rightarrow \mathcal{E} = 24 \text{ V}$$

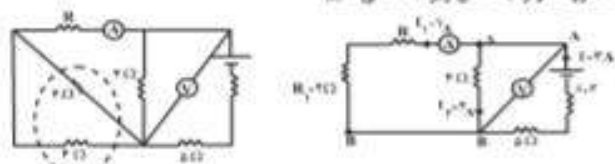
(برای آشنایی و مدارهای بران مستقیم (تیزیک ۲، صفحه‌های ۵۳ و ۵۴)

۲۹- گزینه ۴

(زده کشوری)

چون \mathcal{E} مجهول است، برای محاسبه توان خروجی مولد، بهتر است از رابطه

$P = R_{eq} I^2$ استفاده کنیم. در این جا باید ابتدا I و R را بیابیم. به همین منظور مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



و به سبب اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B، یعنی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 2Ω را نشان می‌دهد. بنابراین جریان عبوری از این مقاومت برابر است با:

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{2}{1} = 2 \text{ A}$$

در نتیجه، جریان عبوری از مولد برابر $I = 1 + 2 = 3 \text{ A}$ است.

$$V_{AB} = (R_1 + R_2) I_1 = \frac{V_{AB} = 2 \text{ V}}{A = (1 + 2) \times 1} \Rightarrow R = 2 \Omega$$

اکنون مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم:

$$R_T = R_1 + R_2 = 2 + 1 = 3 \Omega$$

$$R' = \frac{R_T \times 2}{R_T + 2} = \frac{3 \times 2}{3 + 2} = \frac{6}{5} \Omega, R_{eq} = \frac{6}{5} + 1 = \frac{11}{5} \Omega$$

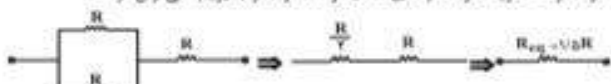
در نهایت توان خروجی مولد برابر است با:

۳۰- گزینه ۲

(مهندسان سوری)

ابتدا مقاومت معادل مدار را می‌یابیم و سپس جریان الکتریکی مدار که از لامپ L می‌گذرد را حساب می‌کنیم.

اگر مقاومت هر یک از لامپ‌های مشابه را R در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:



بنابراین، جریان مدار و اختلاف پتانسیل مصرفی دو سر لامپ L برابر است با:

$$I = \frac{V_T}{R_{eq}} = \frac{V_T = 220 \text{ V}}{R_{eq} = 1/5 R} \Rightarrow I = \frac{220}{1/5 R} \Rightarrow I = \frac{1100}{R}$$

$$V_T = R_T I = R I = R \times \frac{1100}{R} \Rightarrow V_T = 1100 \text{ V}$$

اکنون با استفاده از رابطه $P = \frac{V_T^2}{R}$ ، توان اسمی هر لامپ را پیدا می‌کنیم. چون

مقاومت لامپ‌ها ثابت است، می‌توان نوشت:

$$P = \frac{V}{R} = \frac{R_{\text{لامپ}}}{P_{\text{اسمی}}} = \left(\frac{V_{\text{اسمی}}}{V} \right)^2$$

$$\frac{V}{R} = \frac{R_{\text{لامپ}}}{P_{\text{اسمی}}} = \left(\frac{V_{\text{اسمی}}}{V} \right)^2 \Rightarrow \frac{V}{R} = \frac{R_{\text{لامپ}}}{P_{\text{اسمی}}} = \left(\frac{220}{1100} \right)^2$$

$$\Rightarrow P_{\text{اسمی}} = \frac{220}{1100} \times \frac{1}{4} \Rightarrow P_{\text{اسمی}} = 100 \text{ W}$$

(برای آشنایی و مدارهای بران مستقیم (تیزیک ۲، صفحه‌های ۵۳ و ۵۴)

۳۱- گزینه ۴

(نظری لازم)

طبق رابطه $q = It$ ، امپر - ساعت، یکای از جاسی توان است. یعنی یکدای بار

الکتریکی می‌باشد. بنابراین، وقتی امپر - ساعت باتری (۱) بیشتر از امپر - ساعت باتری

(۲) باشد، یعنی حداکثر بار که باتری (۱) می‌تواند از مدار عبور دهد، بیشتر از

حداکثر بار است که باتری (۲) عبور می‌دهد.

نکته کنید، اگر یکای I بر حسب امپر (A) یکای t بر حسب ساعت (h) باشد،

یکای q بر حسب امپر - ساعت خواهد بود.

نظران الکتریکی و مدارهای بران مستقیم (تیزیک ۲، صفحه‌های ۵۳ و ۵۴)

۳۲- گزینه ۴

(پرواز گویان)

طبق رابطه $I = \frac{V}{R}$ ، برای محاسبه نسبت $\frac{I_{max}}{I_{min}}$ ، ابتدا باید، مقاومت R_{max} و

R_{min} را بیابیم. بنابراین با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌توان نوشت:

$$R_{max} = \rho \frac{L_{max}}{A_{min}} = \rho \frac{L_{max}}{L \times L} = \rho \frac{L}{L^2} = \frac{\rho}{L}$$

$$R_{min} = \rho \frac{L_{min}}{A_{max}} = \rho \frac{L_{min}}{L \times L} = \rho \frac{L}{L^2} = \frac{\rho}{L}$$

با توجه به این که در هر دو حالت اختلاف پتانسیل یکسان است، داریم:

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{V}{R_{min}} \Rightarrow \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{R_{max}}{R_{min}} \Rightarrow \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\rho/L}{\rho/L} = 1$$

۳۳ - گزینه ۴۰

(انرژی دایم ذاتی)

چون حجم سیم ثابت است، بنا به رابطه $V = AL$ ، وقتی طول سیم n برابر شود،

$$\frac{R_T}{R_1} = \frac{\rho_T}{\rho_1} \times \frac{L_T}{L_1} \times \frac{A_1}{A_T} \quad \text{برابر خواهد شد. بنابراین داریم:}$$

$$\frac{R_T}{R_1} = 1 \times \frac{nL_1}{L_1} \times \frac{A_1}{\frac{A_1}{n}} \Rightarrow \frac{R_T}{R_1} = n^2$$

یا می‌توان گفت، چون حجم سیم ثابت است، داریم:

$$\frac{R_T}{R_1} = \left(\frac{L_T}{L_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_T}{R_1} = \left(\frac{nL_1}{L_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_T}{R_1} = n^2$$

از طرف دیگر، با توجه به نمودار، به‌زای اختلاف پتانسیل V_1 جریان $I_1 = 24A$ و

$I_T = 96A$ است. بنابراین داریم:

$$V = R_1 I_1 = R_T I_T \Rightarrow \frac{R_T}{R_1} = \frac{I_1}{I_T} \Rightarrow \frac{R_T}{R_1} = \frac{24}{96} = \frac{1}{4} \Rightarrow n = \frac{1}{2}$$

(برایان الکتریکی و مدارهای پویان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۶۳ و ۶۵)

۳۴ - گزینه ۴۰

(نمره ۲۰ کسری)

چون مقاومت اولیه سیم برابر R است، وقتی نصف سیم را ببریم مقاومت هر یک از

دو قسمت باقی‌مانده برابر $R' = \frac{R}{2}$ می‌شود. اکنون، اگر بدون تغییر جرم، شعاع

سطح مقطع سیم را نصف کنیم، حجم آن ثابت می‌ماند. در این حالت داریم:

$$V = V' \Rightarrow \pi r^2 L = \pi r'^2 L' \Rightarrow r^2 L = r'^2 L' \Rightarrow \frac{L'}{L} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

با داشتن $\frac{L'}{L} = \frac{1}{2}$ ، به‌صورت زیر مقاومت جدید را می‌یابیم:

$$R = \frac{L}{A} \times \frac{\rho}{\pi r^2} \Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{L'}{L} \times \left(\frac{D'}{D}\right)^2$$

روش نوید: وقتی بدون تغییر جرم، قطر (شعاع) سیم رسانی را تغییر دهیم، مقاومت

جدید از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

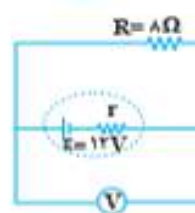
$$\frac{R'}{R} = \left(\frac{D'}{D}\right)^2 \Rightarrow \frac{R'}{R} = \left(\frac{r'}{r}\right)^2 \Rightarrow \frac{R'}{R} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$R' = \frac{R}{4} \Rightarrow R' = 8R$$

(برایان الکتریکی و مدارهای پویان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۶۳ و ۶۵)

۳۵ - گزینه ۳۰

(تجزیه از کشور بهی ۹۱)



وقتی باتری به مدار وصل نیست جریانی از آن عبور نمی‌کند و عددی که ولت‌سنج در این حالت نشان می‌دهد برابر با نیروی محرکه مولد است.

$$\varepsilon = 12V$$

در حالتی که باتری به یک مقاومت 8Ω گسی متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 8Ω گسی است.

اکنون وقت پتانسیل در مولد را به‌دست می‌آوریم:

$$V = \varepsilon - Ir = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{R}} \Rightarrow Ir = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{R}} \Rightarrow Ir = 2/3V$$

چون جریان یکسانی از مولد و مقاومت R عبور می‌کند، داریم:

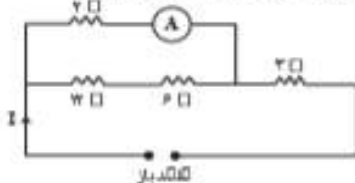
$$\frac{V_T}{V_R} = \frac{I_T}{I_R} = \frac{r}{R} \Rightarrow \frac{V_T}{9/5V} = \frac{r}{8\Omega} \Rightarrow \frac{2/3}{9/5} = \frac{r}{8} \Rightarrow r = 2\Omega$$

(برایان الکتریکی و مدارهای پویان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۶۳ و ۶۵)

۳۶ - گزینه ۳۰

(نمره ۲۰ کسری)

مدار را وقتی کلید باز و بسته است، به‌صورت زیر ساده می‌کنیم و مقاومت معادل را می‌یابیم و سپس جریان اصلی مدار را حساب می‌کنیم:

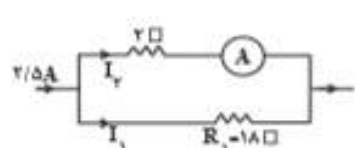


$$R_1 = 2 + 6 = 8\Omega, R_T = \frac{2 \times 8}{2 + 8} = 1.6\Omega$$

$$R_{eq} = 2 + 1.6 = 3.6\Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{3.6} = 3.33A$$

چون مقاومت 2Ω با مقاومت معادل R_1 موازی است، اختلاف پتانسیل آنها با هم برابر است، در نتیجه داریم:



$$V_1 = V_T \Rightarrow R_1 I_1 = R_T I_T \Rightarrow 8I_1 = 2I_T \Rightarrow I_T = 4I_1$$

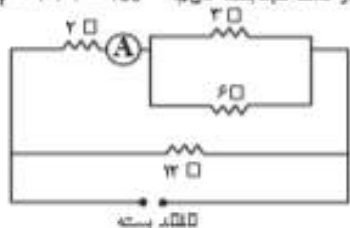
$$I_1 + I_T = 2/3 \Rightarrow I_1 + 4I_1 = 2/3 \Rightarrow I_1 = 0.4/3A$$

$$I_T = 4 \times 0.4/3 = 1.6/3A$$

بنابراین، در حالت کلید باز، آمپرسنج جریان $I_T = 1.6/3A$ را نشان می‌دهد.

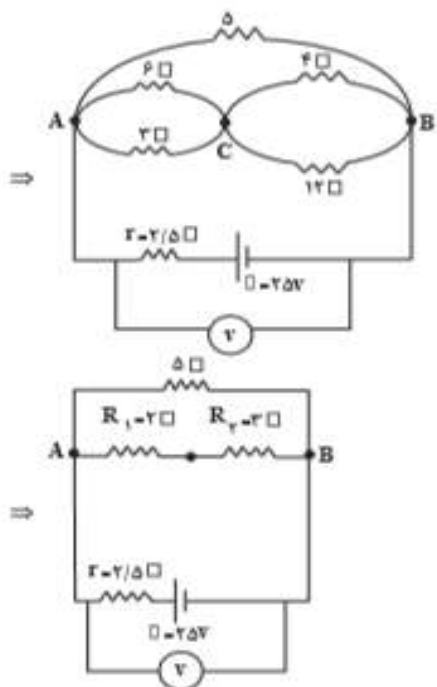
$$R'_1 = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = 1.5\Omega \Rightarrow R'_T = 2 + 1.5 = 3.5\Omega$$

$$R'_{eq} = \frac{12 \times 3}{12 + 3} = 3\Omega$$



$$I' = \frac{V}{R'_{eq}} = \frac{12}{3} = 4A$$

و جریان اصلی مدار برابر است با:



$$R_1 = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega, R_2 = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3\Omega$$

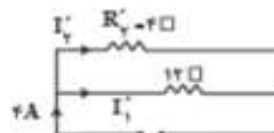
$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 2 + 3 = 5\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{5 \times 5}{5 + 5} = 2.5\Omega$$

$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{r = 2/5 \Omega}{\mathcal{E} = 25V} \rightarrow V = \frac{2/5 \times 25}{2/5 + 2/5}$$

$$\Rightarrow V = 12.5V$$

(برایان گذرکی و سراری در این مستقیم) (نورنگ ۳۷ صفحه ۵۵)



از طرف دیگر، چون مقاومت R'_2 با 12Ω موازی است، لذا داریم:

$$V'_1 = V'_2 \Rightarrow 4I'_1 = 12I'_2 \Rightarrow I'_2 = 2I'_1, I'_1 + I'_2 = 2$$

$$\Rightarrow I'_1 + 2I'_1 = 2 \Rightarrow I'_1 = 2/3A, I'_2 = 2 \times 2/3 = 4/3A$$

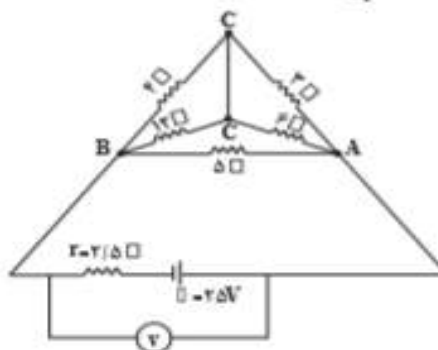
می‌بینیم، در حالت کلید بسته جریان $I'_2 = 4/3A$ از آمپرسنج عبور می‌کند، که نسبت به حالت کلید باز $\Delta I = 2 - 4/3 = 2/3A$ تغییر می‌کند.
(برایان گذرکی و سراری در این مستقیم) (نورنگ ۳۷ صفحه ۵۵)

۳۷ - گزینه ۳

(اعدد صریح داده نشده)

با شناسایی اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد. بنابراین ابتدا به کمک روش تلفاتی مدار را ساده کرده و سپس مقاومت معادل را به دست می‌آوریم و در آخر به

استفاده از رابطه $V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ اختلاف پتانسیل دو سر باتری را حساب می‌کنیم:

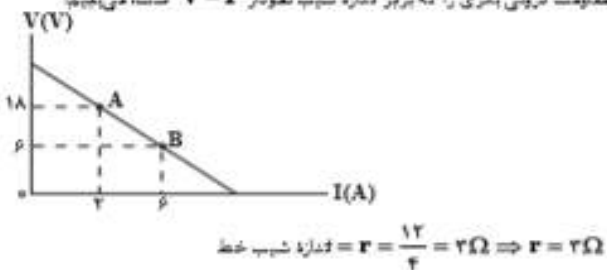


۳۸ - گزینه ۱

(اعدد صریح داده نشده)

برای آنکه توان خروجی مواد بیشینه شود، باید $R_{eq} = r$ باشد، بنابراین ابتدا

مقاومت درونی باتری را که برابر اندازه شیب نمودار $V = I$ است، می‌یابیم:



همچنین باید مقاومت معادل مدار برابر $R_{eq} = 2\Omega$ باشد تا توان خروجی مواد بیشینه گردد. در این حالت، مقاومت R_p را می‌یابیم و تفاوت آن را با حالت قبل محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R'_1}{R_1 + R'_1} \Rightarrow 2 = \frac{12 R'_1}{12 + R'_1} \Rightarrow R'_1 = 4\Omega$$

۴۱- گزینه ۱

(معمور منصوری)

برای محاسبه تغییر اختلاف پتانسیل دو سر باتری، ابتدا در هر حالت مقاومت معادل

مدار را می‌یابیم، سپس با استفاده از رابطه $V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، اختلاف پتانسیل دو

سر باتری را محاسبه می‌کنیم و در آخر، تغییر آن را به‌دست می‌آوریم.

$$\text{حالت اول: } R_{eq} = \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 1.5 \Omega, V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\mathcal{E} = 1.2V, r = 2\Omega}$$

$$V = \frac{1.2 \times 1.5}{1.5 + 2} \Rightarrow V = 0.4V$$

$$\text{حالت دوم: } R'_{eq} = \frac{6 \times 1.2}{6 + 1.2} = 1 \Omega, V' = \frac{R'_{eq} \mathcal{E}}{R'_{eq} + r}$$

$$\Rightarrow V' = \frac{1.2 \times 1}{1 + 2} \Rightarrow V' = 0.4V$$

$$\Delta V = V' - V = 0.4 - 0.4 \Rightarrow \Delta V = 0V$$

(امیدان گدگی و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمی ۵۵، ۱۲)

۴۲- گزینه ۲

(معمور منصوری)

روش اول: ابتدا مقاومت معادل مدار را در دو حالت می‌یابیم و سپس با توجه به

یکسان بودن اختلاف پتانسیل در دو حالت، از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم.

$$R_{eq1} = 2R, R_{eq2} = \frac{R}{2}$$

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

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{V^2}{2R}}{\frac{2V^2}{R}} \xrightarrow{P_1 = 60W} \frac{60}{P_2} = \frac{1}{16} \Rightarrow P_2 = 960W$$

$$\text{متوالی } P_1 = P_{\text{متوالی}} - P_{\text{متوالی}} = 960 - 60 = 900W$$

روش دوم: اگر n مقاومت متبایه را یک بار به‌صورت موازی و بار دیگر به‌صورت

متوالی به ولتژ یکسان وصل کنیم، توان مصرفی کل در حالت موازی n^2 برابر حالت متوالی است.

$$\begin{cases} \text{متوالی } P_1 = \frac{V^2}{nR} \\ \text{موازی } P_2 = \frac{V^2}{\frac{R}{n}} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{V^2}{\frac{R}{n}}}{\frac{V^2}{nR}} \xrightarrow{P_2 = 960W, n=4} \frac{960}{P_1} = (4)^2 \times 60 = 960W$$

$$\text{متوالی } P_1 = P_{\text{متوالی}} - P_{\text{متوالی}} = 960 - 60 = 900W$$

(امیدان گدگی و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمی ۵۵، ۱۲)

$$\Delta R = R'_p - R_p \Rightarrow \Delta R = 4 - 6 \Rightarrow \Delta R = -2\Omega$$

بنابراین، باید مقاومت R_p به اندازه 2Ω کاهش یابد.

(امیدان گدگی و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمی ۵۵، ۱۲)

۳۹- گزینه ۳

(معمور منصوری)

با توجه به رابطه ولتژ دو سر باتری، یعنی $V = \mathcal{E} - rI$ ، در می‌یابیم در تصونار

$V-I$ دو سر یک باتری، شیب خط برابر $(-r)$ و عرض از مبدأ برابر تیسروی

محركه (\mathcal{E}) است. بنابراین، از روی تصونار $V-I$ در می‌یابیم، $\frac{\mathcal{E}}{r}$ برای دو

باتری A و B یکسان است. لذا می‌توان نوشت:

$$\frac{\mathcal{E}_B}{r_B} = \frac{\mathcal{E}_A}{r_A} \xrightarrow{\mathcal{E}_A = 5V, r_B = 2r_A} \frac{\mathcal{E}_B}{2r_A} = \frac{5}{r_A} \Rightarrow \mathcal{E}_B = 10V$$

(امیدان گدگی و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمی ۵۵، ۱۲)

۴۰- گزینه ۳

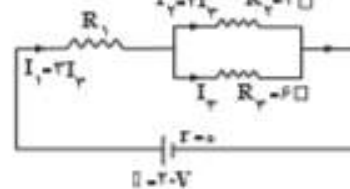
(معمور منصوری)

ابتدا جریان الکتریکی مقاومت R_p را I_p فرض کنیم و جریان مقاومت‌های R_q

و R_1 را برحسب I_p به‌دست می‌آوریم.

$$V_p = V_q \Rightarrow I_p R_p = I_q R_q \Rightarrow 2I_p = 6I_q \Rightarrow I_q = \frac{1}{3}I_p$$

$$I_1 = I_p + I_q \xrightarrow{I_q = \frac{1}{3}I_p} I_1 = \frac{4}{3}I_p + I_p = \frac{7}{3}I_p$$



اکنون با استفاده از رابطه زیر مقاومت R_1 را می‌یابیم:

$$P = I^2 R \Rightarrow \frac{P_1}{P_p} = \left(\frac{I_1}{I_p}\right)^2 \times \frac{R_1}{R_p} \xrightarrow{\frac{P_1}{P_p} = \frac{6P_p}{P_p}, I_1 = \frac{7}{3}I_p} \frac{6P_p}{P_p} = \left(\frac{7}{3}\right)^2 \times \frac{R_1}{2\Omega}, I_p = \frac{1}{3}I_p$$

$$\frac{6P_p}{P_p} = \left(\frac{7}{3}\right)^2 \times \frac{R_1}{2} \Rightarrow R_1 = 8\Omega$$

با داشتن مقاومت R_1 ، مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم و به دنبال آن

جریان کل مدار را می‌یابیم:

$$R_{1,p} = \frac{R_1 R_p}{R_1 + R_p} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = 1.5\Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{1,p} = 8 + 1.5 = 9.5\Omega$$

$$I_{\text{کل}} = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\mathcal{E} = 20V, r = 2\Omega, R_{eq} = 9.5\Omega} I_{\text{کل}} = \frac{20}{11.5} \Rightarrow I_{\text{کل}} = 1.74A$$

در آخر، جریان مقاومت R_p را که برابر I_p است پیدا می‌کنیم:

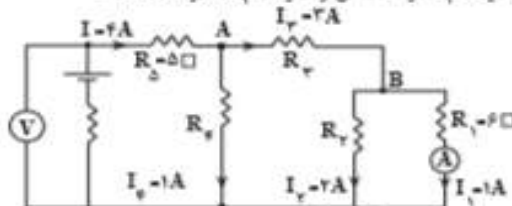
$$I_{\text{کل}} = I_1 \xrightarrow{I_1 = \frac{7}{3}I_p} 1.74 = \frac{7}{3}I_p \Rightarrow I_p = \frac{3}{7} \times 1.74 = 0.75A$$

(امیدان گدگی و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمی ۵۵، ۱۲)

۴۳ - گزینه ۲۰

(نمره ۲۰)

جریان ۲A که به گره A می‌رسد، ۱A آن از مقاومت R_p و ۱A آن از مقاومت R_q عبور می‌کند. همچنین جریان ۲A که به گره B می‌رسد، ۱A آن از مقاومت R_p و ۱A آن از مقاومت R_q عبور می‌کند.



بنابراین، چون مقاومت R_p و R_q موازی یکدیگر هستند، ولتاژ آنها یکسان است، لذا داریم:

$$V_p = V_q \Rightarrow R_p I_p = R_q I_q$$

$$\Rightarrow 6 \times 1 = R_q \times 2 \Rightarrow R_q = 3 \Omega$$

اکنون، با توجه به این که $P_p = 1/5 P_q$ است، می‌توان نوشت:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_p}{P_q} = \frac{R_p I_p^2}{R_q I_q^2} \Rightarrow \frac{P_p = 1/5 P_q}{I_p = 2A, I_q = 1A} \Rightarrow$$

$$\frac{1/5 P_q}{P_q} = \frac{R_p \times 4}{R_q \times 1} \Rightarrow R_p = 6 R_q$$

در ادامه، با توجه به این که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_p با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر R_p و R_q برابر است، می‌توان نوشت:

$$V_p = V_q + V_r \Rightarrow R_p I_p = R_q I_q + R_p I_r$$

$$\frac{I_p = 1A, R_p = 6R_q}{R_q = 3\Omega, I_q = 2A, I_r = 2A} \Rightarrow 6R_q \times 1 = R_q \times 2 + 3 \times 2$$

$$\Rightarrow 2R_q = 6 \Rightarrow R_q = 3 \Omega$$

$$R_p = 6R_q = 6 \times 3 \Rightarrow R_p = 18 \Omega$$

در نهایت، با محاسبه مقاومت معادل مدار، به صورت زیر اختلاف پتانسیل دو سر باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$R' = \frac{R_p R_q}{R_p + R_q} + R_q = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + 3 = 4 \Omega$$

$$R'' = \frac{R_p R'}{R_p + R'} \Rightarrow R'' = \frac{18 \times 4}{18 + 4} = 3 \Omega$$

$$R_{eq} = R_D + R'' = 5 + 3 \Rightarrow R_{eq} = 8 \Omega$$

$$V = R_{eq} I \Rightarrow \frac{I = 2A}{V = 8 \times 2} \Rightarrow V = 16V$$

(اعداد کلریک و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، فصل دوم، ۵۵:۵۵)

۴۴ - گزینه ۴۰

(نمره ۲۰)

در حالت اول، $R_{eq} = \infty$ است. بنابراین جریان اصلی مدار که آمپرسنج نشان می‌دهد برابر است با:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow \frac{\mathcal{E} = 2/5 \Omega, \mathcal{E} = 1V}{R_{eq} = \infty} \Rightarrow I_1 = \frac{1}{\infty + 2/5} \Rightarrow I_1 = 0A$$

در حالت دوم که توان خروجی مولد بیشینه می‌گردد، $R_{eq} = r = 2/5 \Omega$ است. بنابراین جریان اصلی مدار برابر است با:

$$I_2 = \frac{1}{2/5 + 2/5} = \frac{1}{4/5} \Rightarrow I_2 = 5/4 A$$

لذا عدد آمپرسنج از ۳/۲A تا ۵/۴A تغییر می‌کند.

(اعداد کلریک و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، فصل دوم، ۵۵:۵۵)

۴۵ - گزینه ۱۰

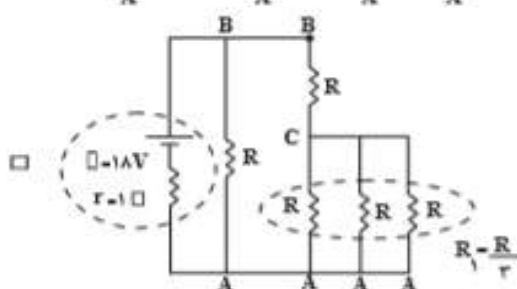
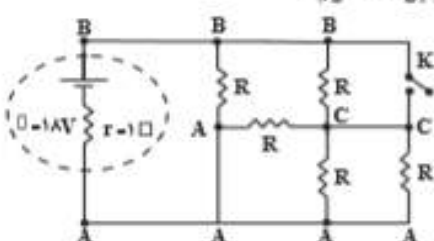
(نمره ۲۰)

در هر حالت، مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از رابطه

$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

تعبیر آن را پیدا می‌کنیم.

کلید باز: در این حالت داریم:



$$R_1 = \frac{R}{r}, R_2 = \frac{R}{r} + R = \frac{r}{r} R$$

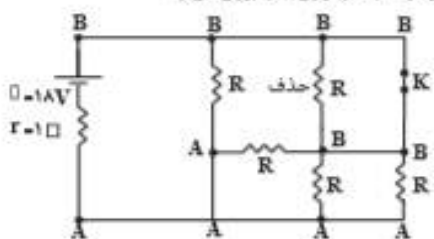
$$R_{eq} = \frac{R_p R}{R_p + R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{\frac{r}{r} R \times R}{\frac{r}{r} R + R} = \frac{\frac{r}{r} R \times R}{\frac{r}{r} R + R}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{r}{v} R \xrightarrow{R=12\Omega}$$

$$R_{eq} = \frac{r}{v} \times 12 = 4 \Omega$$

$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\mathcal{E}=18V, r=1\Omega} V = \frac{4 \times 18}{4 + 1} = 14.4V$$

کلید بسته: در این حالت، با بستن کلید k، دو سر یکی از مقاومت‌ها همپتانسیل شده و به علت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌شود و بقیه مقاومت‌ها بین دو نقطه A و B قرار می‌گیرند. در نتیجه با هم موازی یکدیگر می‌شوند.



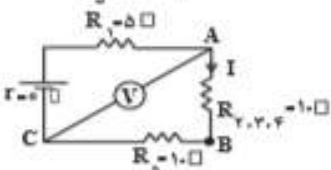
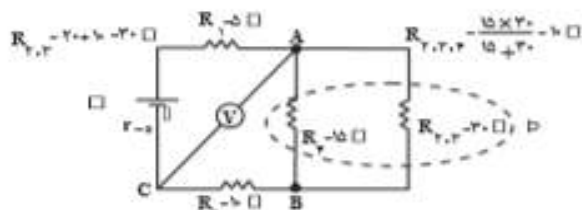
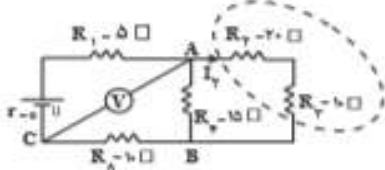
قرائش می‌باشد. در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر باتری که ولتسنج نشان می‌دهد کاهش خواهد یافت.

(لیدان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمین ۵۵ و ۵۶)

۴۸ - گزینه ۲ =

(مهر افروز) (فیزیک ۳)

برای محاسبه توان مصرفی مقاومت 2Ω باید جریان عبوری از آن را بدینجه به همین منظور، ابتدا مقاومت معادل بین دو نقطه A و C را می‌یابیم سپس با توجه به مقدار ولتسنج جریان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم و در آخر از رابطه $P = R_f I_f^2$ توان مصرفی مقاومت 2Ω یعنی را می‌یابیم:



$$R_{T,3,4,5} = 10 + 10 = 20\Omega, \quad V_{AC} = R_{T,3,4,5} I \xrightarrow{V_{AC} = 1V} I = 0.05A$$

$$P = 2 \times I \Rightarrow I = 0.05A$$

$$V_{AB} = R_{T,3,4,5} I = 10 \times 0.05 = 0.5V$$

$$I_f = \frac{V_{AB}}{R_{T,3,4,5}} = \frac{0.5}{20} \Rightarrow I_f = 0.025A$$

$$P_f = R_f I_f^2 \xrightarrow{R_f = 2\Omega} P_f = 2 \times (0.025)^2 \Rightarrow P_f = 0.0125W$$

(لیدان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمین ۵۵ و ۵۶)

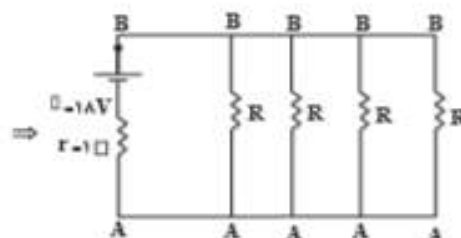
۴۹ - گزینه ۱ =

(مهر افروز) (فیزیک ۳)

مقاومت 12Ω سمت راست به حالت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌گردد. بنابراین با توجه به شکل زیر، مقاومت‌های باقی‌مانده بین دو نقطه A و N را می‌یابیم و در نتیجه با هم موازی می‌کنیم. در این حالت، مقاومت معادل آنها را به دست می‌آوریم سپس با استفاده از رابطه

$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

می‌یابیم.



$$R_{eq} = \frac{R}{4} \xrightarrow{R=12\Omega} R_{eq} = \frac{12}{4} = 3\Omega$$

$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{3 \times 18}{3 + 1} \Rightarrow V = 13.5V$$

بنابراین درصد تغییرات ولتژ به برابر است با:

$$\Delta V = V' - V = 13.5 - 16 = -2.5V$$

$$\frac{\Delta V}{V} \times 100 = \frac{-2.5}{16} \times 100 \Rightarrow -15.6\%$$

درصد تغییر ولتژ = -15.6%

(لیدان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمین ۵۵ و ۵۶)

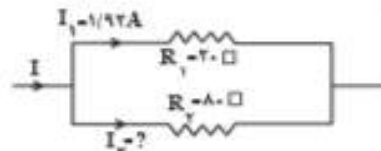
۴۶ - گزینه ۳ =

(مهر افروز) (فیزیک ۳)

در حالت اول، چون I و R معلومند، با استفاده از رابطه $P = RI^2$ توان خروجی مولد را می‌یابیم:

$$P = RI^2 \xrightarrow{\frac{R=2\Omega}{I=2A}} P = 2 \times 2^2 \Rightarrow P = 8W$$

در حالت دوم، چون جریان مقاومت 2Ω معلوم است، ابتدا جریانی که از 8Ω را می‌یابیم سپس از مجموع جریان این دو مقاومت، جریانی اصلی مدار را حساب می‌کنیم و در آخر با محاسبه مقاومت معادل مدار، توان خروجی در مدار دوم را پیدا می‌کنیم.



$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 20 \times \frac{1}{92} = 80 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 0.025A$$

$$I' = I_1 + I_2 = \frac{1}{92} + 0.025 \Rightarrow I' = \frac{1}{48}A$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 80}{20 + 80} \Rightarrow R_{eq} = 16\Omega$$

$$P' = R_{eq} I'^2 = 16 \times \left(\frac{1}{48}\right)^2 \Rightarrow P' = \frac{1}{16}W$$

در نهایت داریم:

$$P' - P = \frac{1}{16} - 8 \Rightarrow P' - P = -\frac{127}{16}W$$

(لیدان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، ششمین ۵۵ و ۵۶)

۴۷ - گزینه ۱ =

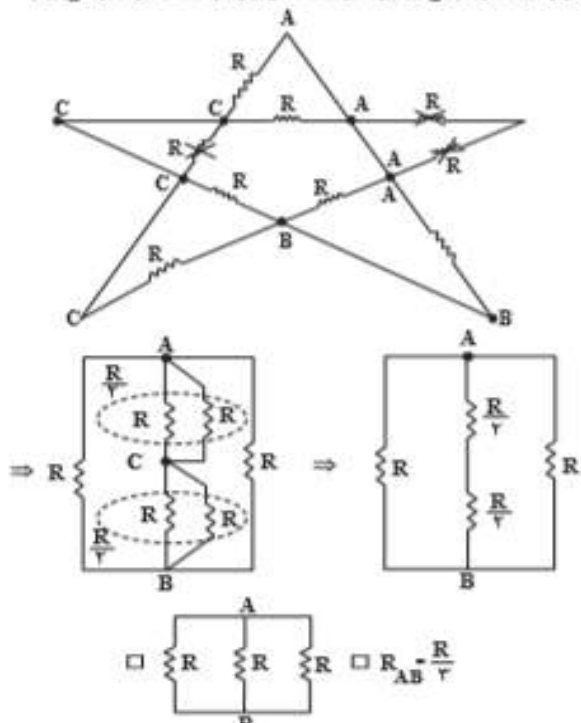
(مهر افروز) (فیزیک ۳)

با بستن کلید K، مقاومت R به صورت موازی به مدار اضافه می‌شود، بنابراین

$$\text{مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد. در نتیجه، طبق رابطه } I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r}$$

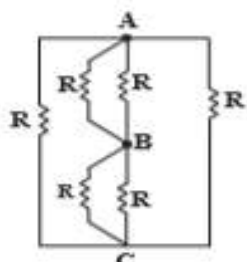
مدار قرائت می‌یابد و آمپر سنج عدد بزرگتری را نشان می‌دهد همچنین بنا به رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ ، چون \mathcal{E} ثابت است، با افزایش جریان مدار، مقدار rI

واقعند، به علت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌کنیم. با توجه به شکل، مقاومت‌هایی که روی آنها علامت ضربدر (X) خورده از مدار حذف نموده‌ایم. در این حالت، شکل مدار را مجدداً رسم می‌کنیم و مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را می‌یابیم



برای محاسبه مقاومت معادل بین دو نقطه A و C، می‌بینیم که شکل مدار آن هم‌شکل

شکل مدار در حالت اول است. بنابراین $R_{AC} = \frac{R}{3}$ است. لذا داریم:



$$\frac{R_{AB}}{R_{AC}} = \frac{\frac{R}{3}}{\frac{R}{3}} \Rightarrow \frac{R_{AB}}{R_{AC}} = 1$$

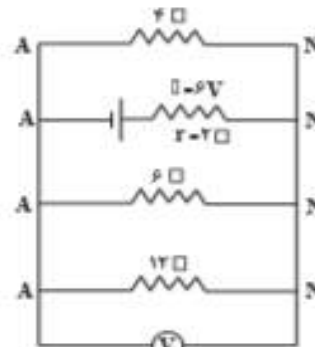
(نوران گریگس و مرادعلی قربان مستقیم) (تمرین ۴، مقدماتی ۵۵: ۵۵)

(استفایل نصیری)

۵۲ - گزینه ۴

برای محاسبه نسبت $\frac{P_r}{P}$ از رابطه $P = RI^2$ استفاده می‌کنیم. بنابراین لازم

است نسبت جریان مقاومت‌های R_p و R_s را بیابیم. به همین منظور ابتدا مدار را به صورت زیر ساده می‌کنیم. چون مقاومت R_1 و R_2 با هم موازی و مقاومت



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3+2+1}{12}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{12} \Rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

$$V = \frac{R_{eq} \epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{2 \times 6V}{2 + 2} \Rightarrow V = \frac{2 \times 6}{2 + 2}$$

$$\Rightarrow V = 2V$$

(نوران گریگس و مرادعلی قربان مستقیم) (تمرین ۴، مقدماتی ۵۵: ۵۵)

۵۰ - گزینه ۳

(اصغررضا شریفی)

عددی که واتساج نشان می‌دهد برابر افت ولتاژ پتانسیل دو سر باتری است که

می‌توان بدون محاسبه جریان مدار، از رابطه $V = \frac{R_{eq} \epsilon}{R_{eq} + r}$ آن را به دست آورد.

بنابراین، تکلیف است مقاومت معادل مدار را در دو حالت محاسبه کنیم.

در حالتی که کلید K به نقطه A متصل است، دو مقاومت موازی R که به نقطه B وصل‌اند، در مدار قرار می‌دهند. بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eqA} = R + R = 2R$$

در حالتی که کلید K به نقطه B وصل می‌شود، مقاومت R متصل به نقطه A در مدار نیست. در این حالت، مقاومت معادل دو مقاومت موازی R با مقاومت دیگر R متوالی است. بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eqB} = \frac{R \times R}{R + R} + R \Rightarrow R_{eqB} = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$$

اکنون می‌توان نسبت $\frac{V_A}{V_B}$ را به دست آورد.

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\frac{R_{eqA} \epsilon}{R_{eqA} + r}}{\frac{R_{eqB} \epsilon}{R_{eqB} + r}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{R_{eqA} (R_{eqB} + r)}{R_{eqB} (R_{eqA} + r)} \quad r=R$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{2R(\frac{3}{2}R + R)}{\frac{3}{2}R(2R + R)} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{5R}{\frac{9}{2}R} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{4}{5}$$

(نوران گریگس و مرادعلی قربان مستقیم) (تمرین ۴، تمرین ۵۵: ۵۵)

۵۱ - گزینه ۱

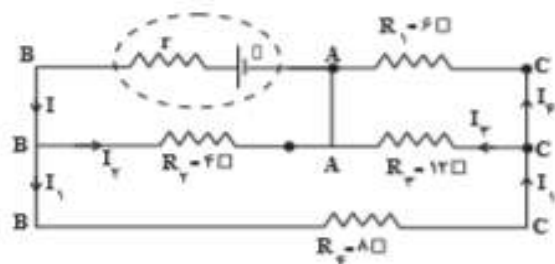
(آقای شادری)

ابتدا نقطه‌های هم‌پتانسیل را پیدا می‌کنیم و مقاومت‌هایی را که بین این نقاط

معادل گها با مقاومت R_p متوالی است، می توان نوشت:

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

$$R_{1,2,3} = R_{1,2} + R_3 \Rightarrow R_{1,2,3} = 4 + 8 = 12 \Omega$$

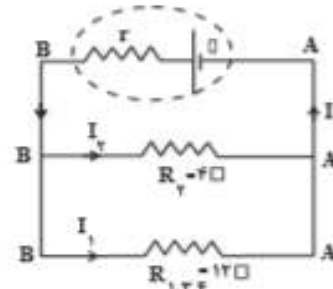


با توجه به مدار شکل زیر، چنان مقاومت های $R_{1,2,3}$ و R_p با هم موازی شد.

می توان نوشت:

$$V_{AB} = R_p I_p = R_{1,2,3} I_1 \Rightarrow 4 I_p = 12 I_1$$

$$I_p = 3 I_1$$



همچنین برای دو مقاومت موازی R_p و R_1 داریم:

$$V_{AC} = R_p I_p = R_1 I_1 \Rightarrow 4 I_p = 6 I_1 \Rightarrow I_p = 1.5 I_1$$

$$I_1 = I_p + I_2 \Rightarrow I_1 = 1.5 I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = 3 I_2$$

$$\Rightarrow I_p = \frac{1}{2} I_1$$

اکنون که جریان مقاومت ها را بر حسب I_1 به دست آورده ایم، می توان نوشت:

$$\frac{P_p}{P_1} = \frac{R_p}{R_1} \times \left(\frac{I_p}{I_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{P_p}{P_1} = \frac{12}{6} \times \left(\frac{1}{2} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{P_p}{P_1} = 2 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{P_p}{P_1} = \frac{1}{8}$$

لذا توان گهرگی و مدارهای جریان مستقیم (فهرک ۳، معده ۵۵ تا ۵۸)

۵۳ - گزینه ۳

اسارت زاج

و استیج اختلاف پتگیسل دو سر بتری را تعالیش می دهد که برابر $V = E - Ir$ است از تبدیلی که r صفر است اختلاف پتگیسل دو سر بتری برابر E است و بدین ترتیب با وصل کردن کلید k تغییر می کند.

لذا توان گهرگی و مدارهای جریان مستقیم (فهرک ۳، معده ۵۵ تا ۵۸)

۵۴ - گزینه ۲

بعضی گهرگی

وقتی مقاومت راوستا را از R_1 به R_p برستیم و توان خروجی مواد در دو حالت با هم برابر شود، در این حالت $r = \sqrt{R_1 R_p}$ است بدینارین می توان نوشت:

$$r = \sqrt{R_1 R_p} \Rightarrow \frac{r = 2 \Omega}{R_1 = 8 \Omega} \Rightarrow 2 = \sqrt{8 R_p} \Rightarrow R_p = 0.5 \Omega$$

لذا باید مقاومت راوستا را از $R_1 = 8 \Omega$ به $R_p = 0.5 \Omega$ برستیم، یعنی باید مقاومت راوستا را 7.5Ω کاهش دهیم.

$$\Delta R = R_p - R_1 = 0.5 - 8 \Rightarrow \Delta R = -7.5 \Omega$$

لذا توان گهرگی و مدارهای جریان مستقیم (فهرک ۳، معده ۵۵ تا ۵۸)

۵۵ - گزینه ۱

بعضی برارین

با افزایش مقاومت R_1 ، مقاومت معادل مدار $(R_{eq} = R_1 + R_p)$ افزایش می یابد.

در نتیجه، بنا به رابطه $I = \frac{E}{R_{eq} + r}$ ، جریان لکتریکی همانی مدار که از مقاومت های R_p و R_1 می گذرد، کاهش می یابد.

با کاهش جریان همانی مدار، طبق رابطه $V_p = R_p I$ و با توجه به این که R_p ثابت است، V_p نیز کاهش می یابد. بدینارین و استیج V_p عدد کوچیکتری را نشان خواهد داد. همچنین، بنا به رابطه $V = E - rI$ ، با کاهش I و ثابت بودن E ، اختلاف پتگیسل دو سر بتری افزایش می یابد.

از طرف دیگر، چنان اختلاف پتگیسل دو سر بتری برابر $V = V_1 + V_p$ است، با افزایش V و کاهش V_p ، باید V_1 افزایش یابد.

یعنی و استیج V_1 عدد بزرگتری را نشان می دهد. توجه: درحالتی که $R_1 = 0$ باشد، $V_1 = 0$ و درحالتی که $R_1 \rightarrow \infty$ برود، $V_1 \rightarrow E$ خواهد یافت. زیرا:

$$R_1 = 0 \Rightarrow \frac{V_1 = R_1 I}{V_1} \Rightarrow V_1 = 0$$

$$R_1 \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{I = \frac{E}{R_{eq} + r}}{R_1} \rightarrow 0 \Rightarrow \frac{V = E - rI}{V_1 = R_1 I} \Rightarrow \frac{V \rightarrow E}{V_1 \rightarrow 0}$$

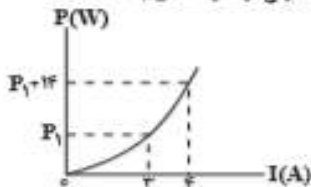
$$\frac{V = V_1 + V_p}{V_1} \Rightarrow V_1 \rightarrow E$$

لذا توان گهرگی و مدارهای جریان مستقیم (فهرک ۳، معده ۵۵ تا ۵۸)

۵۶ - گزینه ۴

بهره افعیری

با توجه به رابطه توان مصرفی در مقاومت، داریم:



$$P = RI^2$$

$$\Rightarrow \Delta P = R(I_2^2 - I_1^2) \Rightarrow \frac{I_2^2 - I_1^2}{I_1^2 - I_1^2} = \frac{16W - 9W}{9W - 9W} \Rightarrow 16 = R(16 - 9)$$

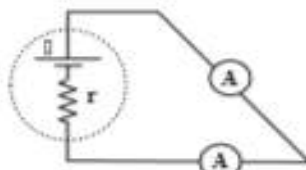
$$\Rightarrow R = 2 \Omega \Rightarrow \frac{V = RI}{I = 3A} \Rightarrow V = 6V$$

لذا توان گهرگی و مدارهای جریان مستقیم (فهرک ۳، معده ۵۵ تا ۵۸)

۵۷ - گزینه ۳۰

(معمولاً برادران)

تمام مقاومتها اتصال کوتاه می‌شوند و جریانی از آنها عبور نمی‌کند.
مطابق شکل زیر تنها از دو سیم حاوی آمپرسنج جریان عبور می‌کند و از ۵ آمپرسنج دیگر
جریان عبور نمی‌کند.



(نقدان گفیک و مرادبی عربان مستطرم) (فرزک ۳، سلفعی ۵ تا ۷)

۵۸ - گزینه ۲۰

(معمولاً برادران)

در حالت متوالی مقاومت معادل مدار برابر با $5R$ و در حالت موازی مقاومت معادل مدار
برابر با $\frac{R}{5}$ است با توجه به رابطه توان مصرفی داریم:

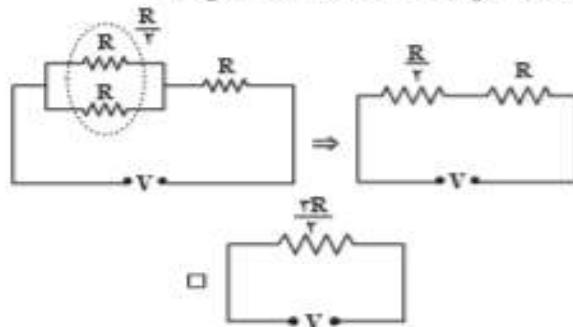
$$P_{\text{متوالی}} = \frac{V^2}{5R}$$

$$P_{\text{موازی}} = \frac{V^2}{\frac{R}{5}} = 5 \frac{V^2}{R}$$

$$\frac{5V^2}{R} - \frac{V^2}{5R} = 96 \Rightarrow \frac{(25-1)V^2}{5R} = 96$$

$$\Rightarrow \frac{V^2}{R} = 20 \text{ W}$$

اکنون توان مصرفی مدار داده شده در سؤال را به دست می‌آوریم:



$$P = \frac{V^2}{R_{\text{eq}}} = \frac{V^2}{\frac{R}{5}} = 5 \frac{V^2}{R} = 20 \text{ W}$$

(نقدان گفیک و مرادبی عربان مستطرم) (فرزک ۳، سلفعی ۵ تا ۷)

(پوزر گفیک)

۵۹ - گزینه ۴۰

با توجه به این که مقاومت آمپرسنج ایده‌آل، تلخیص است، لذا جریانی که از آمپرسنج را
حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{10}{0+1} = 10 \text{ A}$$

عددی که ولتاژ ایده‌آل نشان می‌دهد، همان اختلاف پتانسیل دو سر مولد است داریم:

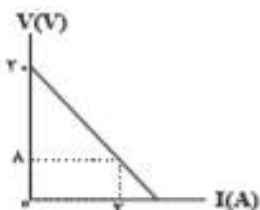
$$V = \varepsilon - rI = 10 - (1)(10) = 0$$

(نقدان گفیک و مرادبی عربان مستطرم) (فرزک ۳، سلفعی ۵ تا ۷)

۶۰ - گزینه ۲۰

(معمولاً برادران)

با توجه به نمودار شکل زیر، ابتدا مقاومت داخلی باتری و تیروی محرکه آن را می‌یابیم:



$$\begin{cases} I=0 \Rightarrow V=20 \text{ V} \\ I=4 \text{ A} \Rightarrow V=0 \text{ V} \end{cases}$$

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} 20 = \varepsilon - 0 \Rightarrow \varepsilon = 20 \text{ V} \\ 0 = 20 - 4r \Rightarrow r = 5 \Omega \end{cases}$$

از طرف دیگر می‌دانیم، اگر مقاومت مدار را از R_1 به R_2 تغییر دهیم، لذا توان خروجی
مولد تغییر نکند، از آنجا $r = \sqrt{R_1 R_2}$ است پس اولین، با داشتن r و
 $R_2 = R_1 + 5$ ، مقاومت R_1 را پیدا می‌کنیم:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow \frac{r=5 \Omega}{R_2=R_1+5} \Rightarrow 5 = \sqrt{R_1(R_1+5)}$$

$$\Rightarrow 25 = R_1^2 + 5R_1$$

$$R_1^2 + 5R_1 - 25 = 0 \Rightarrow (R_1 + 10)(R_1 - 5) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_1 = 5 \Omega & \text{ق. ق.} \\ R_1 = -10 \Omega & \text{غ. ق. ق.} \end{cases}$$

$$R_2 = R_1 + 5 = 5 + 5 \Rightarrow R_2 = 10 \Omega$$

اکنون با داشتن مقاومت خارجی مدار در حالت دوم ($R_2 = 10 \Omega$)، نخست جریانی
الکتریکی مدار را می‌یابیم و به دنبال آن با استفاده از رابطه $P = rI^2$ ، توان تلف
شده در باتری را پیدا می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{20}{10 + 5} = \frac{4}{3} \text{ A}$$

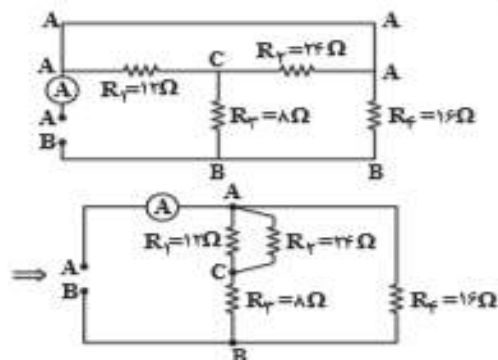
$$P = rI^2 = 5 \times \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{80}{9} \text{ W}$$

(نقدان گفیک و مرادبی عربان مستطرم) (فرزک ۳، سلفعی ۵ تا ۷)

۶۱ - گزینه ۴۰

(نقدان گفیک)

ابتدا خط‌های هم‌پتانسیل مدار را مشخص نموده و مدار را به صورت ساده‌تری رسم و
مقاومت معادل آن را می‌یابیم. نکات کنید، با توجه به شکل، آمپرسنج جریانی مدار را
نشان می‌دهد.



اکنون می‌توانیم جریان I' که از آمپرسنج می‌گذرد را پیدا کنیم. چون مقاومت‌ها متساویه و موازی‌اند، جریان آن‌ها با هم برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \xrightarrow{I_1=I_2=I_3=I_4} I = 4I_1 \Rightarrow \frac{4}{4} = 4I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{1}{4}A \Rightarrow I_2 = I_3 = I_4 = I_1 = \frac{1}{4}A$$

با توجه به شکل مدار، جریان I' بین مقاومت‌های R_4 و R_5 تقسیم می‌شود.

$$I' = I_4 + I_5 \Rightarrow I' = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow I' = \frac{1}{2}A$$

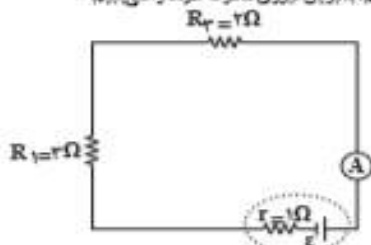
بنابراین داریم:

(نبرهان کنترکس و مدارهای جریان مستقیم) (تمرین ۳، صفحات ۵۵ تا ۵۶)

(نقشه کنترکس)

۶۳ - گزینه ۴

وقتی هر دو کلید K_1 و K_2 باز باشند، مقاومت R_5 در مدار قرار ندارد (زیرا جریان الکتریکی از آن عبور نمی‌کند). در این حالت مقاومت R_1 و R_2 با هم متوالی‌اند و یک مدار تک‌حلقه داریم. بنابراین تیروی محرکه مولد را می‌بینیم:



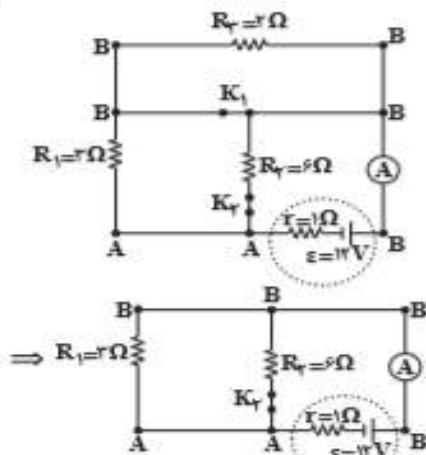
$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 2 + 2 \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{4 + 1} = \frac{12}{5} = 2.4A$$

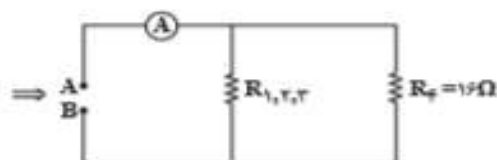
وقتی هر دو کلید K_1 و K_2 بسته شوند، دو سر مقاومت R_5 همپوشانی می‌شود و به علت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌گردد. در این حالت مقاومت R_5 وارد مدار می‌شود و با مقاومت R_1 موازی خواهد شد. بنابراین، مقاومت معادل را در این حالت می‌بینیم و جریان الکتریکی را حساب می‌کنیم:

$$R'_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{12}{1 + 1} = 6A$$



(نبرهان کنترکس و مدارهای جریان مستقیم) (تمرین ۳، صفحات ۵۵ تا ۵۶)



با توجه به شکل، مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی و مقاومت معادل آنها با R_3 متوالی و مقاومت معادل این سه مقاومت با R_4 موازی است. بنابراین می‌توان نوشت:

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

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = 3\Omega, R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{12}{4} \Rightarrow R_{eq} = 3\Omega$$

اکنون می‌توان اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را به دست آورد:

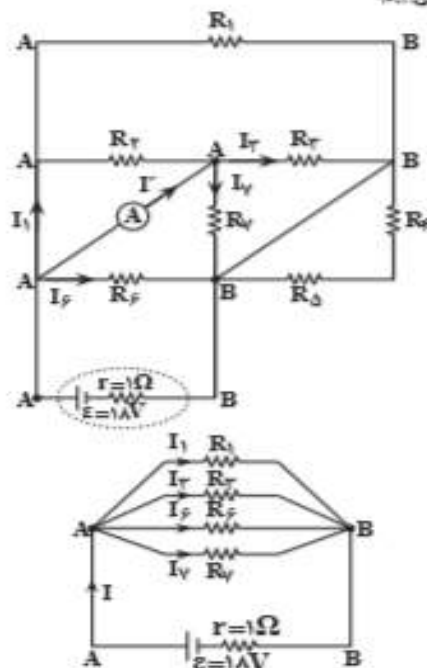
$$V_{AB} = R_{eq} \times I = 3 \times 2 = 6V$$

(نبرهان کنترکس و مدارهای جریان مستقیم) (تمرین ۳، صفحات ۵۵ تا ۵۶)

۶۴ - گزینه ۳

(نبرهان برابری)

ابتدا نقطه‌های همپوشانی مدار را مشخص می‌کنیم و مدار را به صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم. با توجه به شکل زیر، دو سر مقاومت‌های R_2 و R_3 همپوشانی‌اند. بنابراین از آنها جریان عبور نمی‌کند (اتصال کوتاه رخ می‌دهد). لذا از مدار حذف می‌گردند. با حذف مقاومت‌های R_2 و R_3 ، سایر مقاومت‌ها بین دو نقطه A و B قرار می‌گیرند و همگی با هم موازی‌اند. در این حالت، مقاومت معادل مدار و به دنبال آن جریان اصلی مدار را می‌بینیم:



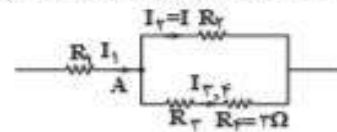
$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 12\Omega \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1}{n} = \frac{12}{4} \Rightarrow R_{eq} = 3\Omega$$

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

۶۴ - گزینه ۳

(نمودار ساده مرده‌اند)

ابتدا برای مقادیر موازی R_p و $R_{p,2}$ که اختلاف پتانسیل الکتریکی آنها با هم برابر است رابطه $P = VI$ را بصورت زیر می‌نویسیم و رابطه بین $I_{p,2}$ و I_p را می‌یابیم:



$$P = VI \Rightarrow \frac{P_p}{P_{p,2}} = \frac{V_p}{V_{p,2}} \times \frac{I_p}{I_{p,2}}$$

$$\frac{P_{p,2} = P_p + P_p + P_p + P_p = 4P}{P_p = P, V_p = V_{p,2}} \Rightarrow \frac{P}{4P} = 1 \times \frac{I_p}{I_{p,2}} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{I_p}{I_{p,2}}$$

$$\Rightarrow I_{p,2} = 4I_p$$

برای نقطه A داریم:

$$\Rightarrow I_1 = I_p + I_{p,2} = I + 4I \Rightarrow I_1 = 5I$$

تغییر با داشتن I_1 و $I_{p,2}$ با استفاده از رابطه $P = RI^2$ بصورت زیر R_{eq} را می‌یابیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_{کل}}{P_p} = \frac{R_{eq}}{R_p} \times \left(\frac{I_1}{I_{p,2}}\right)^2$$

$$\frac{P_{کل} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 4P}{I_1 = 5I, I_{p,2} = 4I, R_p = 2\Omega} \Rightarrow \frac{4P}{P} = \frac{R_{eq}}{2} \times \left(\frac{5}{4}\right)^2$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{R_{eq}}{2} \times \frac{25}{16} \Rightarrow R_{eq} = \frac{16}{5}\Omega$$

در نهایت با داشتن ولتاژ در دو سر مدار و مقاومت معادل آن، بصورت زیر توان مصرفی مدار را می‌یابیم:

$$P_{کل} = \frac{V^2}{R_{eq}} \quad V = 12V \Rightarrow P_{کل} = \frac{12 \times 12}{\frac{16}{5}} \Rightarrow P_{کل} = \frac{12 \times 12 \times 5}{16}$$

$$\Rightarrow P_{کل} = 45W$$

(توان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۴، مقدماتی ۵۵ تا ۵۸)

۶۵ - گزینه ۱

(نمودارهای خام سوره)

با توجه به شکل زیر، هر سه مقاومت بین نقاط A و B واقع‌اند، لذا موازی‌اند. بنابراین اگر $R = 2\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار برابر است:

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

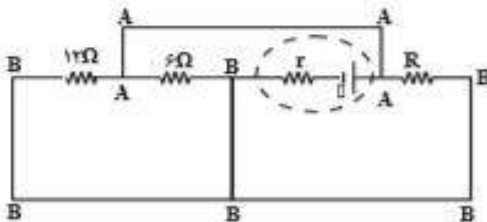
اگر $R = \frac{4}{3}\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1+2+9}{12} \Rightarrow R'_{eq} = \frac{12}{12} = 1\Omega$$

از طرف دیگر، چون توان خروجی مولد در دو حالت یکسان است، مقاومت درونی مولد برابر است با:

$$r = \sqrt{R_{eq} \times R'_{eq}} = \sqrt{2 \times 1} = 1\Omega$$



(توان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۴، مقدماتی ۵۵ تا ۵۸)

۶۶ - گزینه ۴

(نمایش فارسی)

با افزایش مقاومت متغیر R ، مقاومت معادل مدار افزایش یافته، در نتیجه:

بنا به رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان عبوری از شاخه اصلی مدار کاهش

می‌یابد. یا کاهش جریان اصلی مدار، بنا به رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ ، اختلاف

پتانسیل دو سر باتری که ولتسنج نشان می‌دهد، افزایش خواهد یافت.

(نمونه نوری)

۶۸ - گزینه ۳

لشدا بار الکتریکی را به آمپر، تقیبه (کوان) تبدیل می‌کنیم. تقست کنید:

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ A.s}$$

$$\Delta q = 200 \text{ mAh} = 200 \times 10^{-3} \times 3600 \text{ A.s} = 720 \text{ C}$$

اکنون برای محاسبه زمان خالی شدن باتری خواهیم داشت:

$$q = It \quad I = 200 \text{ mA} = 200 \times 10^{-3} \text{ A} \rightarrow 720 = 200 \times 10^{-3} \times t$$

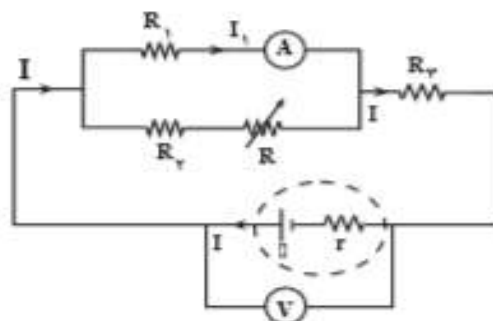
$$\Rightarrow t = 3600 \text{ s} \quad 1 \text{ h} = 3600 \text{ s} \rightarrow t = 1 \text{ h}$$

و برای محاسبه انرژی تبدیل شده به مدار ماشین حساب داریم:

$$\Delta U = q \Delta V \quad q = 720 \text{ C} \rightarrow \Delta U = 720 \times 3 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$= 216 \text{ J}$$

(انرژی الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، صفحه ۵۴ و ۵۵)



از طرف دیگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با مجموع اختلاف پتانسیل

دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 است. بنابراین داریم:

$$V_r = R_2 I \quad I \downarrow \rightarrow V_r \downarrow$$

$$V = V_1 + V_r \quad V_r \downarrow \rightarrow V_1 \uparrow$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad R_1 = \text{ثابت} \rightarrow I_1 \uparrow$$

بنابراین عدد آمپرسنج که جریان I_1 را نشان می‌دهد، افزایش می‌یابد.

(انرژی الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، صفحه ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷ و ۵۸)

(نمونه کوان)

۶۹ - گزینه ۲

با استفاده از رابطه‌های $V = RI$ و $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $\Delta q = ne$ به صورت زیر:

را می‌یابیم. چون V ثابت است.

می‌توان نوشت:

$$V = R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad \frac{R_1 = 4R_2}{R_2 = R} \rightarrow 4R \times I_1 = R \times I_2 \Rightarrow I_2 = 4I_1$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta q_2}{\Delta t_2} = 4 \times \frac{\Delta q_1}{\Delta t_1} \rightarrow \frac{n_2 e}{\Delta t_2} = 4 \times \frac{n_1 e}{\Delta t_1}$$

$$\frac{n_2}{\Delta t_2} = 4 \times \frac{n_1}{\Delta t_1} \quad \frac{n_1 = 1/4 \times 10^{18}}{\Delta t_1 = 1 \text{ s}} \rightarrow \frac{n_2}{\Delta t_2} = 4 \times \frac{1/4 \times 10^{18}}{1 \text{ s}} = 10^{18} \text{ s}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta t_2 = \frac{10^{18}}{10^{18}} = 1 \text{ s}$$

(انرژی الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، صفحه ۵۴ و ۵۵)

(نمونه نوری)

۷۰ - گزینه ۳

لشدا نسبت $\frac{R_B}{R_A}$ را می‌یابیم. با توجه به عمودار به ازای اختلاف پتانسیل یکسان

V ، جریان الکتریکی مقاومت A برابر $I_A = 2 \text{ A}$ و جریان الکتریکی مقاومت B برابر $I_B = 4 \text{ A}$ است. بنابراین، با استفاده از قانون اهم می‌توان نوشت:

$$V_A = V_B = V \Rightarrow R_A I_A = R_B I_B \Rightarrow R_A \times 2 = R_B \times 4$$

$$\Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

اکنون با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ و با توجه به اینکه $A = \pi \frac{D^2}{4}$ است.

می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi \frac{D^2}{4}} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2 \quad \frac{\rho_B = \rho_A}{L_A = L_B} \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} = 1 \times \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{D_A}{D_B} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

(انرژی الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، صفحه ۵۴ و ۵۵)

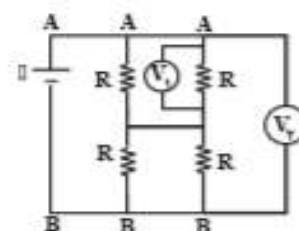
۶۷ - گزینه ۴

(نمونه شق)

با دقت در شکل متوجه می‌شویم که V_r ، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را

نشان می‌دهد و چون مقاومت‌ها مشابه‌اند، ولتسنج V_1 مقدار $\frac{E}{3}$ را نشان

خواهد داد.



بنابراین:

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{\frac{E}{3}}{E} = \frac{1}{3}$$

(انرژی الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۳، صفحه ۵۴ و ۵۵)

$$I = \frac{V}{R} \quad \frac{V_{\text{تولیدی}}}{R_{\text{کل}}} = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{10}{200} = \frac{1}{20} A$$

با توجه به رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $\Delta q = ne$ تعداد الکترون‌ها را می‌یابیم:

$$I = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I \Delta t}{e} \quad \frac{1}{20} \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.125 \times 10^{15}$$

$$n = \frac{+ / \Delta \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1 / 16 \times 10^{-16} \times 10^{19} = 6.25 \times 10^2$$

(آبرسان گفرکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، معتمدی ۱۳۹۰: ۴۳)

(آبرقی رعدان زارده)

۷۴ - گزینه ۴

ابتدا با استفاده از رابطه $A = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4}$ نسبت $\frac{A_{Cu}}{A_{Al}}$ را می‌یابیم:

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \Rightarrow \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} = \left(\frac{D_{Cu}}{D_{Al}} \right)^2$$

$$\frac{A_{Cu}}{A_{Al}} = \left(\frac{2 D_{Al}}{D_{Al}} \right)^2 \Rightarrow \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} = 4$$

اکنون از برابری حجم سیم‌ها، نسبت $\frac{L_{Al}}{L_{Cu}}$ را پیدا می‌کنیم:

$$V_{Al} = V_{Cu} \Rightarrow A_{Al} \times L_{Al} = A_{Cu} \times L_{Cu}$$

$$\Rightarrow \frac{L_{Al}}{L_{Cu}} = \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} = 4$$

در آخر، با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، نسبت $\frac{R_{Al}}{R_{Cu}}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} \times \frac{L_{Al}}{L_{Cu}} \times \frac{A_{Cu}}{A_{Al}} \quad \rho_{Cu} = \frac{1}{4} \rho_{Al}$$

$$\frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = \frac{\rho_{Al}}{\frac{1}{4} \rho_{Al}} \times 4 \times 4 \Rightarrow \frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = 16$$

(آبرسان گفرکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، معتمدی ۱۳۹۰: ۴۵ و ۴۶)

(آبرقی رعدان زارده)

۷۵ - گزینه ۴

الف) تانفرست: چون مقاومت ویژه رسقا به نما و قرات تشکیل دهنده ماده بستگی دارد.
ب) تانفرست: چون با افزایش نما مقاومت تانفرست کاهش می‌یابد.
پ) تانفرست: رانوستا به دور استوفه تانفرست پیچیده می‌شود.
ت) تانفرست: قلع و جیوه (به مس) خاصیت ابررسانایی دارند.
بنابراین، هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

(آبرسان گفرکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، معتمدی ۱۳۹۰: ۴۵ و ۴۶)

(آبرقی رعدان زارده)

۷۶ - گزینه ۴

ابتدا با استفاده از رابطه $m = \rho V$ و با توجه به اینکه $V = AL$ ، نسبت

$$\frac{A_B}{A_A}$$
 را می‌یابیم: ρ را علامت جگلی و ρ را علامت مقاومت ویژه در نظر بگیریم.

$$m_A = m_B + \frac{1}{2} m_B \Rightarrow m_A = \frac{3}{2} m_B$$

$$\Rightarrow m_A = \frac{3}{2} m_B$$

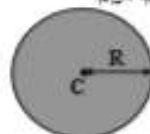
$$\rho_A V_A = \frac{3}{2} \rho_B V_B \Rightarrow \rho_A A_A L_A = \frac{3}{2} \rho_B A_B L_B$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_A}{L_B} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_A}{L_B} = \frac{3}{2} \times \frac{\rho_B}{\rho_A}$$

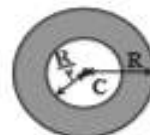
(آبرقی رعدان زارده)

۷۷ - گزینه ۲

ابتدا مساحت سطح مقطع سیم‌ها را حساب می‌کنیم. اگر کمیت‌های مربوط به سیم
تور را با کمیت‌های (۱) و سیم توخالی را با کمیت‌های (۲) نشان دهیم، داریم:



$$A_1 = \pi R^2$$



$$A_2 = \pi R^2 - \pi \left(\frac{R}{2} \right)^2 = \frac{3}{4} \pi R^2$$

اکنون با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، نسبت $\frac{R_1}{R_2}$ را می‌یابیم:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} \quad \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 1 \times 1 \times \frac{\frac{3}{4} \pi R^2}{\pi R^2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{4}$$

در آخر با استفاده از قانون اهم، نسبت $\frac{I_1}{I_2}$ را پیدا می‌کنیم. چون اختلاف پتانسیل

الکتریکی هر دو سیم یکسان است، می‌توان نوشت:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{4}{3}$$

(آبرسان گفرکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، معتمدی ۱۳۹۰: ۴۳ و ۴۴)

(آبرقی رعدان زارده)

۷۸ - گزینه ۱

ابتدا با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، نسبت $\frac{A_A}{A_B}$ را می‌یابیم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \quad \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_A}{L_B} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_A}{L_B}$$

$$1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times 1 \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A}$$

اکنون با استفاده از رابطه $m = \rho V$ و با توجه به اینکه $V = AL$ ، نسبت $\frac{m_A}{m_B}$

را می‌یابیم: توجه کنید اینجا منظور از ρ جگلی است.

$$m = \rho V \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_A}{L_B}$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_A}{L_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_A}{L_B} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 1$$

(آبرسان گفرکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، معتمدی ۱۳۹۰: ۴۳ و ۴۴)

(آبرقی رعدان زارده)

۷۹ - گزینه ۴

با توجه به رابطه $I = \frac{V}{R}$ ، ابتدا جریان عبوری از رسقا را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{\frac{\epsilon_B}{R+r_B}}{\frac{\epsilon_A}{R+r_A}} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{\epsilon_B}{\epsilon_A} \frac{R+r_A}{R+r_B} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{\epsilon_B}{\epsilon_A} \frac{R+r_A}{R+r_B} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{\epsilon_B}{\epsilon_A} \frac{R+r_A}{R+r_B} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{\epsilon_B}{\epsilon_A} \frac{R+r_A}{R+r_B}$$

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta}{10} \times \frac{p+r_A}{p+\frac{1}{\gamma}r_A} \Rightarrow \frac{p+r_A}{p+\frac{1}{\gamma}r_A} = \frac{10}{\delta} \Rightarrow 2A + 4r_A = 10 + 5r_A \Rightarrow 2r_A = 10 \Rightarrow r_A = 5\Omega$$

برای محاسبه I_1 از شیب نمودار A که برابر r_A است، استفاده می‌کنیم:

$$|A| = r_A = \frac{\epsilon_A}{I_1} \Rightarrow I_1 = \frac{\epsilon_A}{r_A} = \frac{10}{5} = 2A$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{10}{5} = 2A$$

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

۸- گزینه ۱۰

با توجه به این‌که توان مصرفی مقاومت R برابر توان خروجی باتری است، ابتدا جریان الکتریکی مدار را به ازای مقاومت‌های $R_1 = 4\Omega$ و $R_2 = 6\Omega$ به دست می‌آوریم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow 18 = 4 I_1^2 \Rightarrow I_1 = 2A$$

$$P_2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow 12 = 6 I_2^2 \Rightarrow I_2 = \frac{2}{\sqrt{3}}A$$

اکنون با استفاده از رابطه $I = \frac{\epsilon}{R+r}$ و با $P = \epsilon I - r I^2$ مقادیر ϵ و r را پیدا می‌کنیم:

$$I_1 = \frac{\epsilon}{R_1 + r} \Rightarrow 2 = \frac{\epsilon}{4 + r} \Rightarrow \epsilon = 8 + 2r$$

$$I_2 = \frac{\epsilon}{R_2 + r} \Rightarrow \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{8 + 2r}{6 + r} \Rightarrow 18 + 2r = 8\sqrt{3} + 2\sqrt{3}r \Rightarrow 10 = 2r(\sqrt{3} - 1) \Rightarrow r = \frac{5}{\sqrt{3} - 1} = 5\sqrt{3} + 5\Omega$$

$$\Rightarrow r = 5\sqrt{3} + 5\Omega \Rightarrow \epsilon = 8 + 2(5\sqrt{3} + 5) = 18 + 10\sqrt{3}V$$

$$P_{\max} = \frac{\epsilon^2}{4r} = \frac{(18 + 10\sqrt{3})^2}{4(5\sqrt{3} + 5)} = 18W$$

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

۸- گزینه ۱۰

با استفاده از رابطه $V = \frac{R_2}{R+r}$ به صورت زیر، مقاومت R را می‌یابیم:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{R_1 \epsilon}{R_1 + r}}{\frac{R_2 \epsilon}{R_2 + r}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1(R_2 + r)}{R_2(R_1 + r)} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1(R_2 + r)}{R_2(R_1 + r)} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1(R_2 + r)}{R_2(R_1 + r)}$$

$$\frac{24}{26} = \frac{R(R+5+2)}{(R+5)(R+2)} \Rightarrow \frac{12}{13} = \frac{R^2 + 7R}{R^2 + 7R + 10} \Rightarrow 12(R^2 + 7R + 10) = 13(R^2 + 7R) \Rightarrow 12R^2 + 84R + 120 = 13R^2 + 91R \Rightarrow 0 = R^2 + 7R - 120 \Rightarrow (R-8)(R+15) = 0 \Rightarrow R = 8\Omega, R = -15\Omega$$

$$\Rightarrow R = 8\Omega, R = -15\Omega$$

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

۸۲- گزینه ۲

می‌توانیم اگر با تغییر مقاومت خارجی مدار از R_1 به R_2 ، توان خروجی باتری ثابت بماند، فرضاً $I = \sqrt{R_1 R_2}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$R_2 = R_1 - \frac{r^2}{R_1} \Rightarrow R_2 = \frac{R_1^2 - r^2}{R_1} \Rightarrow R_2 = \frac{R_1^2 - r^2}{R_1}$$

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow r = \sqrt{R \times \frac{R}{r}} \Rightarrow r = \frac{R}{r} \Rightarrow r^2 = R \Rightarrow R = 6\Omega$$

$$\Rightarrow R = 6\Omega$$

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

$$\Rightarrow 2A_A = \frac{\delta}{\gamma} A_B \Rightarrow \frac{A_B}{A_A} = \frac{12}{\delta}$$

اکنون با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

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

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

۷۷- گزینه ۴

با استخراج اختلاف پتانسیل دو سر باتری راستان می‌دهد بنابراین داریم:

$$V = \epsilon - rI \Rightarrow 10 = 12 - 0.5I \Rightarrow I = 4A$$

با داشتن I ، از رابطه $I = \frac{\epsilon}{R+r}$ مقاومت R را می‌یابیم:

$$I = \frac{\epsilon}{R+r} \Rightarrow 4 = \frac{12}{R+0.5} \Rightarrow R+0.5 = 3 \Rightarrow R = 2.5\Omega$$

اگر مقاومت $R = 2.5\Omega$ به اندازه ۲۰ درصد افزایش پیدا، افتاد مقاومت جدید برابر است با:

$$R' = 2.5 + (2.5 \times 20\%) = 3\Omega$$

اکنون جریان جدید را به ازای مقاومت $R' = 3\Omega$ به دست می‌آوریم:

$$I' = \frac{\epsilon}{R'+r} = \frac{12}{3+0.5} = 3A$$

با توجه به این‌که ولتسج مقدار $V = \epsilon - Ir$ راستان می‌دهد داریم:

$$V' = \epsilon - I'r = 12 - 3(0.5) = 10.5V$$

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

۷۸- گزینه ۲

پیدا از مداری استفاده کنیم که در آن مدار، آمپر سنج به صورت متوالی و ولتسج به صورت موازی با مقاومت قرار گرفته باشد.

توجه: در مدار گزیته (۲) که آمپر سنج A به صورت موازی در مدار قرار گرفته است، به علت اتصال کوتاه، ولتسج همواره عدد صفر راستان می‌دهد.

در مدار گزیته‌های (۱) و (۳) که ولتسج به صورت متوالی در مدار قرار گرفته است، به علت مقاومت بسیار زیاد ولتسج، جریان مدار صفر می‌شود، لذا ولتسج همواره تیروی محرکه باتری راستان می‌دهد.

تذکر: چون ولتسج و آمپر سنج آرمانی هستند، مقاومت ولتسج بی‌تأثیر است و مقاومت آمپر سنج برابر صفر است.

(نمودان گزیگی و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، معادله ۵ تا ۶)

۷۹- گزینه ۳

می‌دانیم در نمودار V بر حسب I ، اندازه شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است. بنابراین، چون مقدار شیب نمودار A ، دو برابر مقدار شیب نمودار B است، لذا:

$$r_A = 2r_B$$

$$\left\{ \begin{array}{l} |A| = r_A = \frac{10}{I_1} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{10}{I_1} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 2 \Rightarrow r_A = 2r_B \\ |B| = r_B = \frac{5}{I_1} \end{array} \right.$$

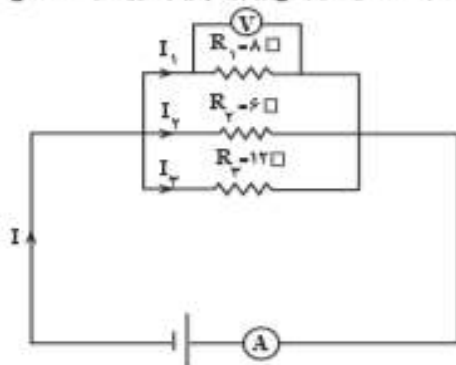
از طرف دیگر، با توجه به این‌که در نمودار $V-I$ ، عرض از مبدأ برابر ϵ می‌باشد،

$$\text{با استفاده از رابطه } I = \frac{\epsilon}{R+r} \text{ و با توجه به این‌که } \frac{I_B}{I_A} = \frac{\delta}{\lambda} \text{ است، به صورت زیر، ابتدا } r_A \text{ و سپس } I_1 \text{ را می‌یابیم:}$$

۸۶ - گزینه ۳

(مهرمهر خرابی)

در مدار داده شده، مقاومت ۲۴ اهمی به دلیل پیوندهای اتصال کوتاه از مدار خارج می‌گردد. بنابراین مقاومت‌های باقی‌مانده (۸، ۱۲ و ۶ اهمی) با یکدیگر موازی هستند و در این حالت، ابتدا مقاومت معادل مدار را می‌یابیم و سپس از آن‌ها هم استفاده می‌کنیم.



طبق شکل مدار، آمپر سنج از معنی، جریان شایعه اصلی (I) را نشان می‌دهد که مقدار آن را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{eq} = \frac{24}{9} \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{\frac{24}{9}} \Rightarrow I = \frac{27}{2} \Rightarrow I = 13.5 \text{ A}$$

نکته کنید، می‌توان جریان هر کدام از مقاومت‌ها را جداگانه محاسبه نمود و از مجموع آنها، جریان آمپر سنج را به دست آورد.

(نورمان گلرنگ و مراد علی خرابی معتمدی) (تورنگ ۳، معتمدی ۱۲، ۱۳)

۸۷ - گزینه ۱

(مهرمهر خرابی)

وقتی کلید K باز باشد، مقاومت معادل دو مقاومت ۲Ω و ۶Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌گردد. در این حالت مقاومت معادل مدار برابر $R_{eq} = 3\Omega$ می‌شود. بنابراین، با محاسبه جریان مدار، توان مقاومت R_{eq} را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{6}{3 + 1} = \frac{3}{2} \text{ A}$$

$$P = R_{eq} I^2 = 3 \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 \Rightarrow P = \frac{27}{4} \text{ W}$$

وقتی کلید K بسته شود، هر سه مقاومت در مدار باقی می‌مانند و با هم موازی می‌شوند. در این حالت داریم:

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow R'_{eq} = 1.5 \Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{6}{1.5 + 1} = 2 \text{ A}$$

$$P' = R_{eq} I'^2 = 3 \times 2^2 = 12 \text{ W}$$

در آخر، نسبت توان در حالت دوم به توان در حالت اول برابر است به:

$$\frac{P'}{P} = \frac{12}{\frac{27}{4}} = \frac{16}{9} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{4}{3}$$

(نورمان گلرنگ و مراد علی خرابی معتمدی) (تورنگ ۳، معتمدی ۱۲، ۱۳)

۸۸ - گزینه ۳

(مهرمهر خرابی)

ابتدا با استفاده از رابطه زیر مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:

۸۳ - گزینه ۲

(اسدالله خرابی)

ابتدا مدار را به صورت ساده تر رسم می‌کنیم و سپس با محاسبه مقاومت معادل مدار، جریان اصلی مدار را می‌یابیم:



اکنون اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را می‌یابیم:

$$V_{AB} = R_{2,2} \cdot I = 4 \times 2 = 8 \text{ V}$$

در آخر با داشتن V_{AB} و $R_{2,2}$ توان مقاومت را حساب می‌کنیم:

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{V_{AB}^2}{R_{2,2}} = \frac{8^2}{4} = 16 \text{ W}$$

(نورمان گلرنگ و مراد علی خرابی معتمدی) (تورنگ ۳، معتمدی ۱۲، ۱۳)

۸۴ - گزینه ۲

(مهرمهر خرابی)

در حالتی توان خروجی باتری به بیشینه مقدار خود می‌رسد که مقاومت معادل مدار برابر با مقاومت درونی باتری شود. بنابراین کافی است، مقاومت معادل مدار را برابر R محاسبه و برابر R قرار دهیم. با توجه به شکل، دو مقاومت R با هم متوالی و مقاومت معادل آن‌ها برابر $2R$ می‌شود و سپس سه مقاومت به هم موازی موازی می‌شوند. در این حالت داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1+2+2}{2R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{2R}{5}$$

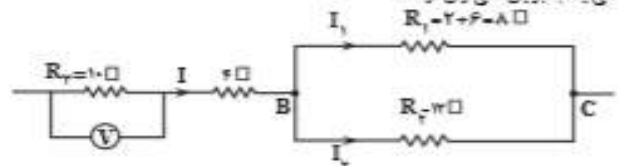
$$R_{eq} = r = \frac{2R}{5} \Rightarrow R = \frac{5}{2} \Omega$$

(نورمان گلرنگ و مراد علی خرابی معتمدی) (تورنگ ۳، معتمدی ۱۲، ۱۳)

۸۵ - گزینه ۴

(اسدالله خرابی)

برای محاسبه عددی که ولت سنج نشان می‌دهد، باید جریان الکتریکی عبوری از مقاومت ۱۰ اهمی را بیابیم. برای این کار، ابتدا جریان مقاومت ۲ اهمی را با استفاده از رابطه $P = RI^2$ به دست می‌آوریم و سپس، جریان مقاومت ۱۲ اهمی را حساب می‌کنیم و از مجموع این دو جریان، جریان مقاومت ۱۰ اهمی به دست می‌آید. بنابراین، می‌توان نوشت:



$$P_1 = RI_1^2 = \frac{P_1}{R} \Rightarrow 18 = 2 \times I_1^2 \Rightarrow I_1 = 3 \text{ A}$$

$$V_{BC} = R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 18 \times 3 = 12 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 4.5 \text{ A}$$

$$I = I_1 + I_2 = 3 + 4.5 = 7.5 \text{ A}$$

$$V = R_3 I = 10 \times 7.5 = 75 \text{ V}$$

در آخر داریم:

(نورمان گلرنگ و مراد علی خرابی معتمدی) (تورنگ ۳، معتمدی ۱۲، ۱۳)

$$P = \varepsilon I - rI^2 \Rightarrow P = \varepsilon \times \frac{\varepsilon}{rR} - R \times \frac{\varepsilon^2}{16R^2} \Rightarrow P = \frac{\varepsilon^2}{16R}$$

در آخر، برای حالتی که نقطه یک مقاومت R در مدار باشد، توان مصرفی را می‌یابیم و با حالت قبل مقایسه می‌کنیم:

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

$$P' = \varepsilon I' - rI'^2 \Rightarrow P' = \varepsilon \times \frac{\varepsilon}{2R} - R \times \frac{\varepsilon^2}{4R^2} \Rightarrow P' = \frac{\varepsilon^2}{4R}$$

بنابراین داریم:

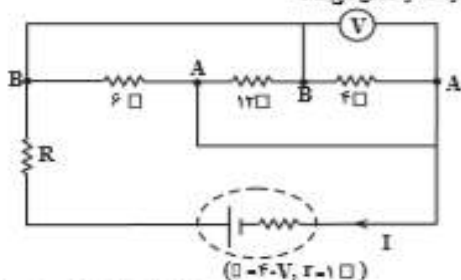
$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{4R}}{\frac{\varepsilon^2}{16R}} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{16}{4 \times 4} \Rightarrow P' = \frac{1}{4} P$$

(لرمان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، مفاهیم ۵۵، ۵۶، ۵۷)

۹۱- گزینه «۱»

(نمودار برعکس)

با توجه به شکل، هر سه مقاومت 2Ω ، 12Ω و 6Ω بین دو نقطه پتانسیل A و B قرار گرفته‌اند، بنابراین با هم موازی‌اند. در این حالت، ابتدا مقاومت معادل و سپس جریان اصلی مدار را می‌یابیم. هفت کنید، و استخراج پندمال اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را نشان می‌دهد.



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{2} = \frac{2+1+6}{4} \Rightarrow R' = 2\Omega$$

$$I = \frac{V}{R'} \xrightarrow{V=4V} I = \frac{4}{2} = 2A$$

اکنون توان خروجی باتری را می‌یابیم:

$$P = \varepsilon I - rI^2 = 4 \times 2 - 1 \times 4 = 4W$$

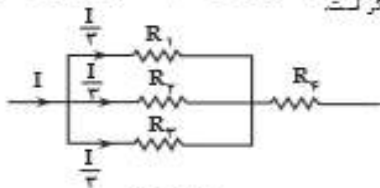
(لرمان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، مفاهیم ۵۵، ۵۶، ۵۷)

۹۲- گزینه «۴»

(نمودار برعکس)

ابتدا توان خروجی مولد را می‌یابیم. هفت کنید، چون مقاومت R_1 ، R_2 و R_3

متلبه و موازی‌اند، بنا به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، توان مصرفی آنها با هم برابر است. در ضمن، جهت جریان مقاومت R_2 ، برابر جریان حرکت از مقاومت‌ها است، طبق رابطه $P = RI^2$ ، توان مصرفی مقاومت R_2 برابر توان مصرفی حرکت از مقاومت‌های دیگر است.



$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad P_1 = P_2 = P_3$$

$$V = \frac{R_{eq} \varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{V=28V, r=1\Omega} 28 = \frac{R_{eq} \times 40}{R_{eq} + 1} \Rightarrow R_{eq} = 19\Omega$$

اکنون، با توجه به توزیع اتصال مقاومت‌ها، مقاومت معادل مدار را بر حسب R می‌یابیم:

$$R_{eq} = 2 + \frac{10R}{10+R} + 7 \Rightarrow 19 = 11 + \frac{10R}{10+R}$$

$$\Rightarrow 8 = \frac{10R}{10+R} \Rightarrow R = 4\Omega$$

(لرمان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، مفاهیم ۵۵، ۵۶، ۵۷)

۸۹- گزینه «۴»

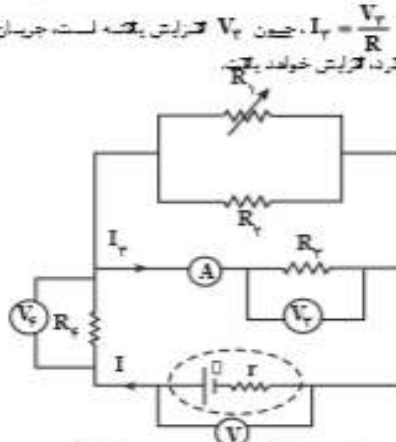
(نمودارهای مناسبه)

با تقریب مقاومت متغیر R_p ، مقاومت معادل مدار تقریبی می‌یابیم. در نتیجه بنا به

$$\text{رابطه } I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}, \text{ جریان الکتریکی در شاخه اصلی مدار کاهش یافته و باعث}$$

می‌شود، طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، اختلاف پتانسیل دو سر باتری که و استخراج نشان می‌دهد، تقریبی یابد.

برای بررسی عددی که کمترین نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_p را با V_p و اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت R_p را با V_p نشان می‌دهیم. چون از مقاومت R_p ، جریان اصلی مدار می‌گذرد، بنا به رابطه $V_p = R_p I$ ، با کاهش جریان اصلی مدار، V_p کاهش خواهد یافت. بنابراین با توجه به این که $V = V_p + V_r$ ، با تقریب V و کاهش V_p ، تقریب می‌یابیم. در نتیجه، بنا به رابطه $I_p = \frac{V_p}{R}$ ، چون V_p تقریب یافته است، جریان I_p که از



(لرمان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، مفاهیم ۵۵، ۵۶، ۵۷)

۹۰- گزینه «۲»

(نمودار برعکس)

در حالت اول که مقاومت‌های متلبه با هم متوالی‌اند، مقاومت معادل مدار برابر

$$R_1 = 2R \text{ و } R_2 = \frac{R}{2} \text{ در حالت دوم که موازی‌اند، مقاومت معادل مدار برابر}$$

است. با توجه به این که در هر دو حالت توان خروجی باتری یکسان است، باید $R_1 R_2 = r^2$ باشد بنابراین می‌توان نوشت:

$$R_1 R_2 = r^2 \Rightarrow 2R \times \frac{R}{2} = r^2 \Rightarrow R^2 = r^2 \Rightarrow R = r$$

تکته: هفت کنید، اگر به ازای دو مقاومت معادل خارجی R_1 و R_2 ، توان خروجی

باتری یکسان باشد، ثابت می‌شود $R_1 R_2 = r^2$ است.

اکنون توان خروجی باتری را برای حالتی که مقاومت‌ها متوالی‌اند، پیدا می‌کنیم (البته برای حالت موازی نیز می‌توان به همین نتیجه رسید).

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{R_{eq}=2R} I = \frac{\varepsilon}{2R + R} = \frac{\varepsilon}{3R}$$

امپوری شریک

تاريخ النشر:

در این قسمت از روی نمودار نسبت $\frac{R_1}{R_2}$ را می‌یابیم:

اثبتون، باستخدام قاعدة زير تثبت $\frac{A_2}{A_1}$ رامي ولیم وبه هبال أن تثبت $\frac{r_2}{r_1}$ را

حساب مع گنہگار

$$\Rightarrow \frac{I_T}{I_1} = \frac{r}{r_1} \Rightarrow \frac{I_T}{I_1} = \sqrt{\frac{r}{r_1}}$$

(نوربان کفرکی و مراد علی قربان مستقیم) (توزک ۴، چشمه‌سای ۳۰۴ تا ۳۰۹)

(الطی حذری)

مقطع و طول سیم را در دو حالت معینیم:

از طرف دیگر، بنایه رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\lambda = \frac{L_T}{L_1} \xrightarrow{L_T = 17 \text{ cm}} \lambda = \frac{17}{L_1} \Rightarrow L_1 = 17 \text{ cm}$$

(عربان کھریگی و مراہی عربان مستقیم) (تین گ ۴، مستقیم ۳۵ تا ۴۵)

مقاومت سیم و جریان عبوری از آن را در حالت دایم به دست می آوریم:

$$\Rightarrow \mathbf{R}_r = \tau \mathbf{R}_s = \tau / \sigma A \Omega, \mathbf{I}_r = \mathbf{I}_s + \tau / \tau \mathbf{I}_s = \tau / \tau \Delta + \tau / \sigma \Delta = \tau / \tau A$$

فهرست گفتگویی و مراحلی بران مستطوف (فهرست گفتگویی مستطوف)

(المير القاسم عید سعید)

با استفاده از رابطهای $I = \frac{q}{t}$ و $q = ne$ تعداد الکترونهای عبوری از رشته لامپ

والله اعلم

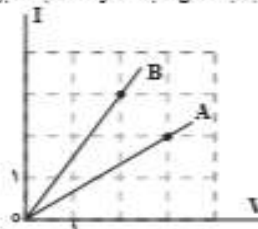
۱/۶×۱۰^{-۱۹} ۱۶×۱۰^{-۱۰} ۱۶

(اندازه کف‌ریزی و مراجه‌ای دریاچه مستقیم) (فرز یک، ۲، عملدهای ۶، ۷ و ۸)

أحمد بن محمد بن أحمد

(۱) درست است در نهایی ثابت تعادل جریان بر حسب ولتاژ برای رשתهای کمکی خط است است بنابراین هر دو سیم رשתهای کمکی هستند.

با توجه به شکل، جهت مقاومت A به B برآی است.



$$\frac{R_A}{R_B} = 1 \times \frac{1}{L_B} \times 1 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{r} \Rightarrow R_B = \frac{r}{1} R_A = r / r_0 R_A$$

ب) تانریت لیت یا توجہ بہ محلیہ قیمت (ب) $R_B = \frac{f}{g} R_A$ لیت

منظور این موارد الفبا و تدریس است.

آذربایجان گئورگی، و مرادبی عزیزان مستطیرا (تورنگ، ۱۳۸۵، ص ۴۴)

۱-۱۰۲ - گزینه ۲

ا) درست است
ب) درست است زیرا

(نظر سنجی)

$$dWh = 10^3 W \times \overset{\text{عدد 1}}{h} = 10^3 W \times 3600 \times 5 = W \times 18000 \Rightarrow dWh = 36 \times 10^5 J$$

پ) تا درست است یا نادرست است اما مقایسه رسانندگی و مقاومت تیم رسانندگی می‌باشد

ت) درست است

بنابراین، تعداد ۳ عبارت درست است

(نظر سنجی و مدارهای جریان مستقیم) (نظر سنجی ۳۴۵ تا ۴۴۵)

۱-۱۰۴ - گزینه ۳

(مفصل و جز)

اگر ۴ درصد از طول سیم را ببریم، طول آن ۴٪ درصد طول اولیه، یعنی $0.96L$ می‌شود. در این حالت مقاومت سیم برابر است با:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\rho=\text{ثابت}} \frac{R_T}{R_1} = \frac{L_T}{L_1} \times \frac{A_1}{A_T} \xrightarrow{A_T = 0.96A} \frac{R_T}{R_1} = \frac{L_T}{L_1} \times \frac{1}{0.96^2}$$

$$\frac{R_T}{R_1} = \frac{0.96L}{L} \Rightarrow R_T = 0.9216 R_1$$

وقتی سیم را بکنیم جرم آن و در نتیجه حجم سیم ثابت می‌ماند بنابراین، در این حالت مقاومت سیم نسبت به حالت قبل از کتیدن برابر است با:

$$V_T = V_1 \xrightarrow{V=AL} A_T L_T = A_1 L_1 \Rightarrow \frac{A_T}{A_1} = \frac{L_1}{L_T}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\rho=\text{ثابت}} \frac{R_T}{R_1} = \frac{L_T}{L_1} \times \frac{A_1}{A_T} \xrightarrow{\frac{A_T}{A_1} = \frac{L_1}{L_T}} \frac{R_T}{R_1} = \frac{L_T}{L_1} \times \frac{L_1}{L_T} = 1 \Rightarrow R_T = R_1$$

$$\frac{R_T}{R_1} = \frac{L_T}{L_1} \times \frac{A_1}{A_T} \Rightarrow \frac{R_T}{R_1} = \left(\frac{L_T}{L_1}\right)^2$$

از طرف دیگر، توان مصرفی سیم، نسبت به حالت اول 0.96 برابر می‌شود. بنابراین با توجه به این که اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر سیم در دو حالت یکسان است می‌توان نوشت:

$$P = \frac{V^2}{R} \quad V_1 = V_T \Rightarrow \frac{P_T}{P_1} = \frac{R_1}{R_T} \quad P_T = 0.96 P_1 \Rightarrow \frac{0.96 P_1}{P_1} = \frac{R_1}{R_T} \Rightarrow R_T = 1.04 R_1$$

در آخر داریم:

$$\frac{R_T}{R_1} = \left(\frac{L_T}{L_1}\right)^2 \quad \frac{R_T}{R_1} = \frac{1.04 R_1}{R_1} \Rightarrow \frac{1.04 R_1}{R_1} = \left(\frac{L_T}{L_1}\right)^2 \Rightarrow 1.04 = \left(\frac{L_T}{L_1}\right)^2 \Rightarrow 1.02 = \frac{L_T}{L_1} \Rightarrow L_T = 1.02 L$$

$$\Delta = \frac{L_T}{L_1} - 1 = 0.02 \Rightarrow L_T = 1.02 L$$

(نظر سنجی و مدارهای جریان مستقیم) (نظر سنجی ۴۴۵ تا ۵۴۵ و ۵۴۵ تا ۶۴۵)

۱-۱۰۵ - گزینه ۴

(مفصل و جز)

ابتدا با استفاده از داده‌های روی نمودار و قانون اهم، R_B و R_A را می‌یابیم. به ازای اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت، جریان مقاومت‌ها برابر $I_B = 2A$ و $I_A = 4A$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$R_A = \frac{V_A}{I_A} = \frac{12V}{4A} \Rightarrow R_A = \frac{12}{4} = 3\Omega$$

$$R_B = \frac{V_B}{I_B} = \frac{12V}{2A} \Rightarrow R_B = \frac{12}{2} = 6\Omega$$

اکنون، با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و با توجه به این که $P_A = P_B + 150$ به صورت زیر V را می‌یابیم:

$$P_A - P_B = 150 \Rightarrow \frac{V^2}{R_A} - \frac{V^2}{R_B} = 150 \Rightarrow \frac{V^2}{3} - \frac{V^2}{6} = 150 \Rightarrow \frac{2V^2 - V^2}{6} = 150 \Rightarrow \frac{V^2}{6} = 150 \Rightarrow V^2 = 900 \Rightarrow V = 30V$$

$$\Rightarrow \frac{V^2}{3} - \frac{V^2}{6} = 150$$

$$\Rightarrow \frac{2V^2 - V^2}{6} = 150 \Rightarrow V^2 = 900 \Rightarrow V = 30V$$

(نظر سنجی و مدارهای جریان مستقیم) (نظر سنجی ۳۴۵ تا ۴۴۵)

۱-۱۰۶ - گزینه ۴

(لیک اسکن)

با توجه به این که حجم سیم ثابت است داریم:

$$V_1 = V_T \Rightarrow A_1 L_1 = A_T L_T \Rightarrow \frac{L_1}{L_T} = \frac{A_T}{A_1} (*)$$

از طرفی با استفاده از رابطه مقاومت یک رسانا با ویژگی‌های فیزیکی آن داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_1}{R_T} = \frac{L_1}{L_T} \times \frac{A_T}{A_1} \xrightarrow{(*)} \frac{R_1}{R_T} = \left(\frac{A_T}{A_1}\right)^2$$

$$\frac{R_1}{R_T} = \left(\frac{A_T}{A_1}\right)^2 \xrightarrow{A_1 = \pi r_1^2} \frac{R_1}{R_T} = \left(\frac{r_1}{r_T}\right)^2 \xrightarrow{r_T = \frac{1}{2} r_1} \frac{R_1}{R_T} = \left(\frac{r_1}{\frac{1}{2} r_1}\right)^2 = 4$$

(نظر سنجی و مدارهای جریان مستقیم) (نظر سنجی ۴۴۵ تا ۵۴۵)

۱-۱۰۷ - گزینه ۴

(نظر سنجی)

اگر کلید k بسته باشد، جریقی از مقاومت R نمی‌گذرد و مدار اتصال کوتاه می‌گردد و ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد. داریم:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 0 = \varepsilon - 10 \times 1 \Rightarrow \varepsilon = 10V$$

با باز کردن کلید k ، مقاومت R هم وارد مدار خواهد شد. پس:

$$I' = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{10}{4 + 1} = 2A$$

پس توان خروجی مولد برابر با توان مصرفی در مقاومت خارجی مدار است. در نتیجه:

$$P = RI'^2 = 4 \times 2^2 = 16W$$

(نظر سنجی و مدارهای جریان مستقیم) (نظر سنجی ۵۴۵ تا ۶۴۵)

۱-۱۰۸ - گزینه ۳

(نظر سنجی)

با توجه به نمودار و با استفاده از قانون اهم، برای ولتاژ یکسان داریم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B}{V_A} \times \frac{I_A}{I_B} \quad V_A = V_B \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 1 \times \frac{4}{2} = 2$$

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

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

$$\frac{L_A = 2L_B}{A_A = A_B} \Rightarrow 2 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{1}{2} \times 1 \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = 4$$

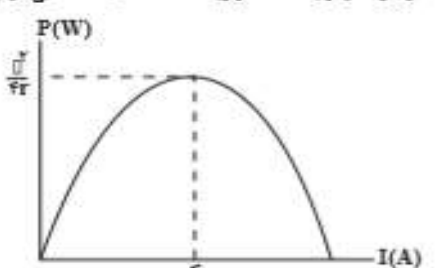
(نظر سنجی و مدارهای جریان مستقیم) (نظر سنجی ۴۴۵ تا ۵۴۵)

۱-۱۰۹ - گزینه ۴

(نظر سنجی)

با توجه به نمودار داده شده به ازای جریان الکتریکی $I = 4A$ ، توان خروجی باتری

بیشینه است. از طرف دیگر با استفاده از رابطه $P = \varepsilon I - rI^2$ می‌دانیم:



$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow r = \frac{\varepsilon}{2I}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow r = \frac{\varepsilon}{2I}$$

۱۱۳- گزینه «۱»

(تلفظ: افس)

اگر سیمی را n بار متوالی از وسط تا کنیم، یا توجه به ثلث متشکل حجم سیم خواهیم داشت:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ثابت می ماند:}$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{r^2}$$

$$\frac{n=6}{\rightarrow} \frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{r^6} = \frac{1}{6^6}$$

به کمک رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^2 = \frac{1}{6^6 \times 6^6} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 6^{12}$$

توان مصرفی لکتریکی در یک مقاومت به کمک کمیت‌های ولتاژ (V) و مقاومت لکتریکی (R) به صورت زیر بدست می آید:

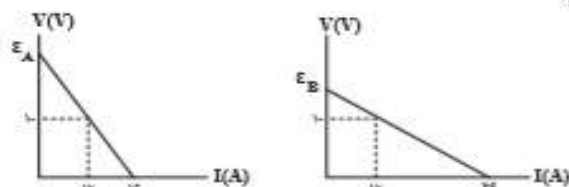
$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \left(\frac{R_1}{R_2} \right) = \left(\frac{1}{6} \right)^2 \times 6^{12} = 16$$

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم) (تیزک ۲، سدهای ۴۵ و ۴۷ تا ۵۵)

۱۱۴- گزینه «۲»

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم)

در نمودار $V-I$ برای یک باتری، عرض از مبدأ آن برابر با تپه‌روی محرکه باتری و اندازه شیب خط برابر با مقاومت درونی باتری می‌باشد. با توجه به هر دو شکل می‌توان نوشت:



$$\text{باتری A} \begin{cases} \varepsilon_A = \frac{16}{10} \Rightarrow \varepsilon_A = 1.6V \\ r_A = \frac{10}{1} = 10 \Omega \end{cases}$$

$$\text{باتری B} \begin{cases} \varepsilon_B = \frac{24}{10} \Rightarrow \varepsilon_B = 2.4V \\ r_B = \frac{10}{24-12} = \frac{5}{6} \Omega \end{cases}$$

توان تلف شده در باتری از رابطه $P = rI^2$ بدست می‌آید، یعنی در جریان ثابت و یکسان P با r نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{10}{5/6} = 12$$

شدت جریان یکسان گذرانده از مولدها برابر با $I = 12A$ است و توان خروجی باتری برابر با $P = \varepsilon I - rI^2$ می‌باشد. لذا داریم:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\varepsilon_A I - r_A I^2}{\varepsilon_B I - r_B I^2} = \frac{1.6 - 10 \times 12}{2.4 - (5/6) \times 12} = 1$$

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم) (تیزک ۲، سدهای ۴۵ تا ۵۵)

$$P_{\max} = R_{eq} I_{\max}^2 \xrightarrow{R_{eq}=r} P_{\max} = \frac{\varepsilon}{r} \times I_{\max}^2$$

$$\Rightarrow P_{\max} = \frac{1}{r} \varepsilon I_{\max} \xrightarrow{P_{\max}=16W, I_{\max}=2A}$$

$$16 = \frac{1}{r} \times \varepsilon \times 2 \Rightarrow \varepsilon = 8V$$

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم) (تیزک ۲، سدهای ۴۵ تا ۵۵)

۱۱۰- گزینه «۳»

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم)

ابتدا توان مصرفی بخاری را بدست می‌آوریم:

$$P = VI \xrightarrow{I=10A, V=220V} P = 220 \times 10 = 2200W = 2.2kW$$

اکنون، انرژی مصرفی بخاری را در مدت یک ماه، حساب می‌کنیم:

$$t_{\text{کل}} = 24 \times 30 = 720h$$

$$U = P \cdot t \xrightarrow{P=2.2kW} U = 2.2 \times 720 = 1584kWh$$

در آخر بهای برق مصرفی بخاری در مدت یک ماه برابر است با:

$$\text{تومان} = (1584kWh) \times \left(\frac{50 \text{ تومان}}{1kWh} \right) = 79200 \text{ تومان}$$

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم) (تیزک ۲، سدهای ۴۵ و ۴۷)

۱۱۱- گزینه «۱»

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم)

می‌دانیم توان خروجی باتری برابر توان مصرفی مقاومت معادل مدار است. بنابراین،

بجای استفاده از رابطه $P = \varepsilon I - rI^2$ ، از رابطه $P = RI^2$ استفاده می‌کنیم. در این‌جمله برای حالت اول $R_1 = R$ و برای حالت دوم $R_2 = 6R$ است.

بنابراین، با استفاده از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ، جریان لکتریکی در هر حالت را می‌یابیم و سپس نسبت توان‌ها را حساب می‌کنیم:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \xrightarrow{R_1=R, r=2R} I_1 = \frac{\varepsilon}{R+2R} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{3R}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \xrightarrow{R_2=6R, r=2R} I_2 = \frac{\varepsilon}{6R+2R} \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{8R}$$

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 \xrightarrow{R_2=6R, R_1=R} \frac{P_2}{P_1} = \frac{6R}{R} \times \left(\frac{\varepsilon/8R}{\varepsilon/3R} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 6 \times \frac{16}{64} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{15}{8}$$

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم) (تیزک ۲، سدهای ۴۵ تا ۵۵)

۱۱۲- گزینه «۱»

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم)

با استفاده از تعریف جریان لکتریکی داریم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t} = \frac{25 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{10} = 4A$$

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} \Rightarrow E = \frac{IR}{L} = \frac{I \times \rho L}{L} \Rightarrow E = \frac{\rho}{A} I$$

$$\Rightarrow A = \frac{I \rho}{E} = \frac{4 \times 2/5 \times 10^{-7}}{2/5 \times 10^7} = 4 \times 10^{-10} m^2 = 400 \mu m^2$$

(فردان کفرکی و مرادین فردان منظم) (تیزک ۲، سدهای ۴۵ تا ۵۵)

۱۲۱- گزینه «۳»

(مهری شریانی)

با استفاده از رابطه توان مقاومت سیم رایجست می آوریم:

$$P = RI^2 \rightarrow \frac{P=100W}{I=4A} \rightarrow R = \frac{100}{16} = \frac{25}{4} \Omega$$

اکنون با استفاده از رابطه مقاومت حجم سیم رایجست می آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{V=AL}{A} \rightarrow R = \rho \frac{V}{A^2}$$

$$\rho = 10^{-8} \Omega.m, R = \frac{25}{4} \Omega$$

$$A = \pi r^2, r = \frac{1}{2} mm = \frac{1}{2} \times 10^{-3} m, \pi = 3.14$$

$$\frac{25}{4} = 10^{-8} \times \frac{V}{r^2 \times \pi^2 \times 10^{-12}}$$

$$\Rightarrow V = 9 \times 10^{-7} m^2 \rightarrow \frac{m = \rho V}{\rho = \frac{9 \times 10^{-7} m^2 \times 10^{-8} \Omega.m}{\frac{25}{4} \Omega} = 3.6 \times 10^{-15} \frac{kg}{m^3}}$$

(مهری شریانی و مراد علی مراد) (گزینه ۳، مقدماتی ۵۵٪ و ۵۵٪)

۱۲۲- گزینه «۲»

(مهری شریانی)

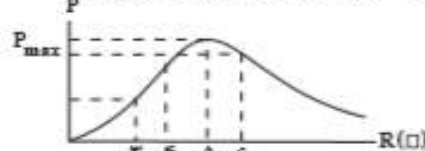
می دانیم وقتی مقاومت معادل مقاومت های خارجی مداری برابر مقاومت داخلی باتری

باشد، توان خروجی باتری به بیشینه مقدار خود می رسد. بنابراین، چون $r = 5 \Omega$

است، با توجه به نمودار زیر که نشان دهنده توان خروجی مولد بر حسب مقاومت معادل

مدار است، وقتی مقاومت R به طرف $r = 5 \Omega$ می رود، توان خروجی باتری افزایش

و وقتی $r = 5 \Omega$ دور می شود، توان خروجی کاهش می یابد.



(الف) درست است، با توجه به شکل، توان خروجی باتری افزایش می یابد.

(ب) درست است، با توجه به شکل، از 5Ω تا 4Ω توان خروجی باتری افزایش و از

5Ω به بعد کاهش می یابد.

(پ) نادرست است، با توجه به شکل، با افزایش مقاومت R از 5Ω تا 6Ω توان

خروجی باتری کاهش می یابد.

(ت) نادرست است، با توجه به شکل، از 6Ω تا 5Ω توان خروجی باتری افزایش و از

5Ω تا 4Ω کاهش می یابد.

(مهری شریانی و مراد علی مراد) (گزینه ۲، مقدماتی ۵۵٪ و ۵۵٪)

۱۲۳- گزینه «۳»

(مهری شریانی)

در صورتی لامپها با پهنای توان خود روشن می شوند که اختلاف پتانسیل مصرفی

دو سر لامپها (معادل اختلاف پتانسیل دو سر باتری) با اختلاف پتانسیل اسمی آنها

($200V$) یکسان باشد. بنابراین، ابتدا مقاومت معادل لامپها را می یابیم:

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \rightarrow \frac{R = \frac{V^2}{P}}{n} \rightarrow R_{eq} = \frac{V^2}{nP} \Rightarrow R_{eq} = \frac{V^2}{nP} \rightarrow n=5, V=200V \rightarrow$$

$$R_{eq} = \frac{200^2}{5 \times 100} \Rightarrow R_{eq} = 80 \Omega$$

اکنون، بصورت زیر مقاومت داخلی باتری را حساب می کنیم:

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} \rightarrow V = R_{eq} I \rightarrow V = \frac{R_{eq} E}{R_{eq} + r} \rightarrow \frac{E=220V}{V=200V}$$

$$200 = \frac{220 \times 80}{80 + r} \Rightarrow 200(80 + r) = 17600 \Rightarrow 16000 + 200r = 17600 \Rightarrow 200r = 1600 \Rightarrow r = 8 \Omega$$

(مهری شریانی و مراد علی مراد) (گزینه ۳، مقدماتی ۵۵٪ و ۵۵٪)

۱۲۴- گزینه «۳»

(مهری شریانی)

با استفاده از اهرم متر، مقاومت لامپ در حالت خاموش و با استفاده از مشخصات روی

لامپ (V, P) و استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، مقاومت لامپ در حالتی که روشن

است، به دست می آید. چون در حالت روشن دمای لامپ افزایش می یابد و می دانیم

افزایش دما، باعث افزایش مقاومت رسقا می گردد، بنابراین، مقاومت اندازه گیری شده

به کمک همیشه کمتر از مقاومت محاسبه شده با استفاده از مشخصات روی لامپ

است.

(مهری شریانی و مراد علی مراد) (گزینه ۳، مقدماتی ۵۵٪ و ۵۵٪)

۱۲۵- گزینه «۱»

(مهری شریانی)

با کاهش مقاومت متغیر R_p ، مقاومت معادل مدار کاهش می یابد. در نتیجه، پدای به

رابطه $I = \frac{E}{R_{eq} + r}$ ، جریان اصلی مدار افزایش خواهد یافت (عدد آمپرسنج

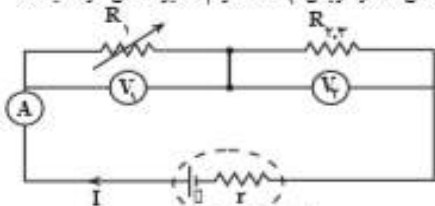
افزایش می یابد). با افزایش جریان مدار، طبق رابطه $V = E - rI$ ، اختلاف

پتانسیل دو سر باتری (V) کاهش و طبق رابطه $V = RI$ ، اختلاف پتانسیل دو

سر مقاومت معادل مقاومت های R_p و $R_{p,p}$ افزایش می یابد. بنابراین،

ولتسنج V_p عدد بزرگتری را نشان می دهد. همچنین، چون $V = V_1 + V_2$ ،

است، با کاهش V و افزایش V_p ، مقدار V_1 نیز کاهش خواهد یافت.



(مهری شریانی و مراد علی مراد) (گزینه ۱، مقدماتی ۵۵٪ و ۵۵٪)

۱۲۶- گزینه «۲»

(مهری شریانی)

اگر مطابق شکل زیر، قطعه های هم پتانسیل را پیدا کنیم (آمپرسنج بدون مقاومت

است)، می بینیم مقاومت 5Ω بین دو نقطه هم پتانسیل قرار گرفته است (اتصال

کوتاه رخ می دهد، لذا از مدار حذف می گردد. بنابراین، اگر شکل ساده تر مدار را رسم

کنیم، می بینیم مقاومت های $R_1 = 2 \Omega$ و $R_2 = 6 \Omega$ با هم موازی شد. در این

از طرف دیگر می‌دانیم، در صورتی توان خروجی باتری بیشینه می‌شود که مقاومت معادل مدار برابر مقاومت داخلی باتری باشد. بنابراین، مقاومت معادل دو مقاومت موازی $R_1 = 6\Omega$ و R_2 را برابر 3Ω قرار می‌دهیم و سپس تغییرات R_2 را حساب می‌کنیم:

$$R_{eq} = r \Rightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = r \xrightarrow{R_1 = 6\Omega, r = 3\Omega} \frac{R_2 \times 6}{R_2 + 6} = 3$$

$$\Rightarrow 6R_2 = 3R_2 + 18 \Rightarrow 3R_2 = 18 \Rightarrow R_2 = 6\Omega$$

بنابراین، تغییرات مقاومت R_2 برابر است به:

$$\Delta R_2 = R_2' - R_2 = 6 - 3 \Rightarrow \Delta R_2 = 3\Omega$$

یعنی مقاومت R_2 باید به اندازه 3Ω افزایش یابد.

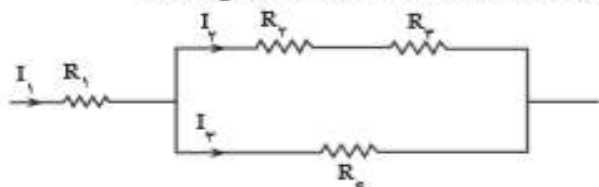
(فهرست کنکاش و مراد، ایران مسظم) (آزمایش ۳، فصل ۵۵، ص ۵۵)

۱۲۸- گزینه «۴»

(منبع: مصوری)

اگر دو سر این مجموعه به اختلاف پتانسیل شلشی 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.

در این حالت اگر مطابق شکل زیر، کمترین جریان را که مربوط به شلحه شلش مقاومت‌های R_2 و R_3 است، I در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:



$$V_{R_2} = V_{R_3} \Rightarrow (R_2 + R_3)I_2 = R_3 I_3 \xrightarrow{I_2 = I, I_3 = I} \frac{I_2 = I}{R_2 + R_3 - R_3 = R_2} \Rightarrow$$

$$(R_2 + R_3) \times I = R_3 I_3 \Rightarrow 2RI = R_3 I_3 \Rightarrow I_3 = 2I$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = I + 2I \Rightarrow I_1 = 3I$$

انتهای برای مقاومت R_1 داریم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \xrightarrow{P_1 = P, R_1 = R, I_1 = 3I} P = R \times 9I^2 \Rightarrow RI^2 = \frac{P}{9}$$

در این قسمت مقاومت معادل مدار را می‌یابیم:

$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \xrightarrow{R_2 = R, R_3 = R} R_{eq} = R + \frac{R \times R}{R + R}$$

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

در آخر، برای توان الکتریکی مصرفی کل مدار می‌توان نوشت:

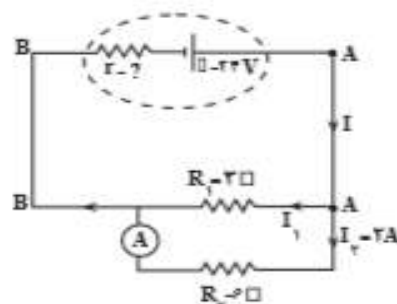
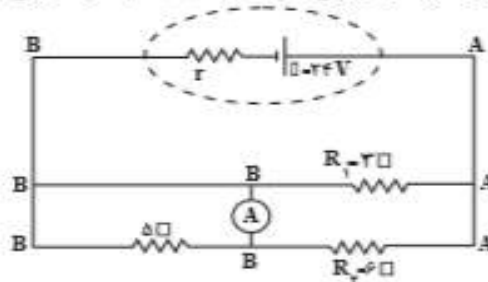
$$P_{کل} = R_{eq} I_{کل}^2 \xrightarrow{I_{کل} = 3I, R_{eq} = \frac{3}{2}R} P_{کل} = \frac{3}{2}R \times 9I^2 = 15RI^2$$

$$\frac{P_{کل} = 20W}{RI^2 = \frac{P}{9}} \Rightarrow 20 = 15 \times \frac{P}{9} \Rightarrow P = 12W$$

(فهرست کنکاش و مراد، ایران مسظم) (آزمایش ۳، فصل ۵۵، ص ۵۵)

حالت با محاسبه مقاومت معادل آن‌ها، بصورت زیر مقاومت داخلی باتری را حساب می‌کنیم:

(تذکره کنید، چون آمپرینج آرمتی است، مقاومت آن تابعی می‌باشد. لذا دو سر آن هم‌پتانسیل‌اند در ضمن آمپرینج، جریان مقاومت $R_2 = 6\Omega$ را نشان می‌دهد.)



$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 3I_1 = 6 \times 2 \Rightarrow I_1 = 4A$$

$$I = I_1 + I_2 = 4 + 2 \Rightarrow I = 6A$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} \Rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow 6 = \frac{24}{2 + r} \Rightarrow r = 2\Omega$$

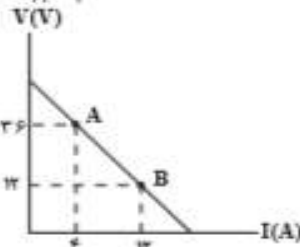
(فهرست کنکاش و مراد، ایران مسظم) (آزمایش ۳، فصل ۵۵، ص ۵۵)

۱۲۷- گزینه «۱»

(منبع: شریفی)

می‌دانیم، اندازه شیب نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب جریان الکتریکی عبوری از آن برابر مقاومت داخلی باتری است. بنابراین، مقاومت داخلی باتری را می‌یابیم:

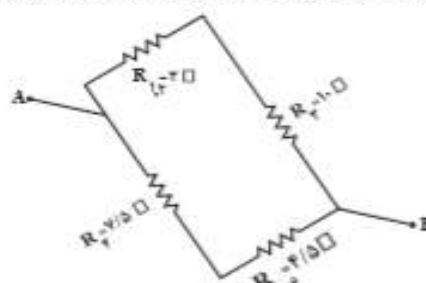
$$r = \left| \frac{\Delta V}{\Delta I} \right| = \frac{12 - 36}{12 - 4} \Rightarrow r = 2\Omega$$



۱۳۱- گزینه «۴»

(بدون فرس)

ابتدا مقاومت معادل مقاومت‌های R_1 و R_2 و مقاومت‌های R_3 و R_4 را که دو به دو با یکدیگر موازی‌اند، می‌گیریم و مدار را به صورت زیر ساده ترسیم می‌کنیم:



اکنون مقاومت معادل مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 و R_4 را می‌گیریم.

$$R_{1,2,3} = R_{1,2} + R_3 = 2 + 1 + 5 = 12 \Omega$$

$$R_{4,5,6} = R_4 + R_{5,6} = 7 + 5 + 3 = 12 \Omega$$

در آخر، چون مقاومت‌های $R_{1,2,3}$ و $R_{4,5,6}$ با هم موازی‌اند، مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

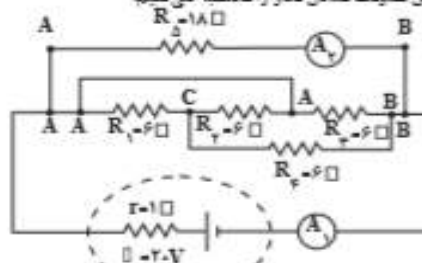
$$R_{eq} = \frac{R}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{12}{\frac{1}{12} + \frac{1}{12}} = 6 \Omega$$

(فرمان کنکور و مدارهای جریان مستقیم) (فرمان ۳۰ معده ۵۵ تا ۵۸)

۱۳۰- گزینه «۱»

(فرمان کنکور)

ابتدا به کمک تکنیک تقاطع هم پتانسیل گره مدار، شکل ساده‌تری از مدار رسم نموده و سپس مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم.



۱۳۲- گزینه «۴»

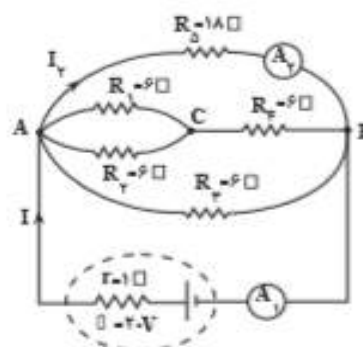
(فرمان کنکور)

قبل از بستن کلید K ، هر سه لامپ در مدار به صورت متوالی به یکدیگر متصل شده‌اند. از طرف دیگر، چون لامپ‌ها مشابه و مقاومت یکسانی دارند، اختلاف پتانسیل دو سر آنها یکسان است. بنابراین، با توجه به این‌که باتری آزمایشی است ($r = 0$)، اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر $V = \mathcal{E}$ می‌باشد. در این حالت می‌توان نوشت:

$$V_A + V_B + V_C = V = \frac{V_B - V_C - V_A}{V = \mathcal{E}} \Rightarrow V_A + V_A + V_A = \mathcal{E}$$

$$\Rightarrow 3V_A = \mathcal{E} \Rightarrow V_A = \frac{1}{3}\mathcal{E}$$

$$P_A = \frac{V_A^2}{R_A} = \frac{(\frac{1}{3}\mathcal{E})^2}{R_A} \Rightarrow P_A = \frac{\mathcal{E}^2}{9R_A}$$



$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = I_1 + 2I_1 \Rightarrow I = 3I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{I}{3}, I_2 = \frac{2}{3}I$$

اکنون توان الکتریکی مصرفی هر یک از مقاومتها را بر حسب جریان I می‌یابیم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow P_1 = 2 \times I^2 = 2I^2$$

$$P_2 = R_2 I_2^2 = 18 \times \left(\frac{2}{3}I\right)^2 \Rightarrow P_2 = 8I^2$$

$$P_3 = R_3 I_1^2 = 6 \times \left(\frac{I}{3}\right)^2 \Rightarrow P_3 = \frac{2}{3}I^2$$

$$P_4 = R_4 I_2^2 = 8 \times \left(\frac{2}{3}I\right)^2 \Rightarrow P_4 = \frac{32}{9}I^2$$

$$P_5 = R_5 I_1^2 = 4 \times \left(\frac{I}{3}\right)^2 \Rightarrow P_5 = \frac{4}{9}I^2$$

می‌بینیم، مقاومت R_4 بیشترین توان را مصرف می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_4 = \frac{32}{9}I^2 \xrightarrow{P_4=128W} 128 = \frac{32}{9}I^2 \Rightarrow I^2 = 36 \Rightarrow I = 6A$$

$$V_1 = R_1 I = 2 \times 6 \Rightarrow V_1 = 12V \quad \text{در آخر داریم:}$$

(نشان گذریک و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، مفاهیم ۵۳ تا ۵۵)

۱۳۵- گزینه «۲»

(نظری تمرکز)

با داشتن اختلاف پتانسیل دو سر بکری، ابتدا به صورت زیر، جریان مدار را می‌یابیم:

$$V = \mathcal{E} - rI \xrightarrow{V=15V, \mathcal{E}=18V, r=1\Omega} 15 = 18 - 1 \times I \Rightarrow I = 3A$$

اکنون با استفاده از رابطه توان الکتریکی، مقاومت متغیر R را به ازای توان مصرفی $P = 54W$ می‌یابیم:

$$P = RI^2 \xrightarrow{P=54W, I=3A} 54 = R \times 3^2 \Rightarrow R = 6\Omega$$

در آخر، با استفاده از رابطه زیر، مقاومت R' را پیدا می‌کنیم و به دنبال آن نسبت

$$\frac{r}{R'}$$

$$V = R_{eq} I \xrightarrow{I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}} V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + 1} \Rightarrow 15 = \frac{R_{eq} \times 18}{R_{eq} + 1}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = 2/5\Omega$$

$$R_{eq} = R + R' \Rightarrow 2/5 = 1/5 + R'$$

$$\Rightarrow R' = 1\Omega$$

$$\frac{r}{R'} = \frac{1/5}{1} \Rightarrow \frac{r}{R'} = \frac{1}{5}$$

(نشان گذریک و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، مفاهیم ۵۳ تا ۵۵)

۱۳۶- گزینه «۲»

(نظری تمرکز)

ابتدا در حالتی که کلید K باز باشد، مقاومت معادل مدار را می‌یابیم:

با بستن کلید K ، دو سر لامپ C با یک سیم به یکدیگر متصل شده (اتصال کوتاه رخ می‌دهد) و از مدار حذف می‌گردد. در این حالت نقطه لامپهای A و B در مدارند و می‌توان نوشت:

$$V_A + V_B = V \xrightarrow{V_B=V_A} V_A + V_A = \mathcal{E} \Rightarrow 2V_A = \mathcal{E}$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{1}{2}\mathcal{E}$$

$$P_A = \frac{V_A^2}{R_A} \xrightarrow{V_A = \frac{1}{2}\mathcal{E}} P_A = \frac{\mathcal{E}^2}{4R_A}$$

در آخر درصد تغییر توان مصرفی لامپ A برابر است با:

$$\Delta = \frac{P_A' - P_A}{P_A} \times 100 = \frac{\frac{\mathcal{E}^2}{4R_A} - \frac{\mathcal{E}^2}{R_A}}{\frac{\mathcal{E}^2}{R_A}} \times 100 = \frac{\frac{1}{4} - 1}{1} \times 100 = -75\%$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر توان مصرفی لامپ } A = -75\%$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر توان لامپ } A = -75\%$$

بنابراین توان مصرفی لامپ A ، ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

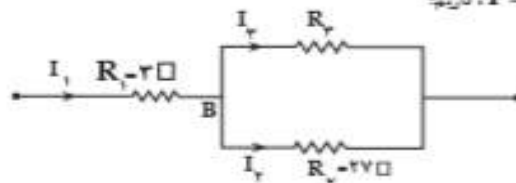
(نشان گذریک و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، مفاهیم ۵۳ تا ۵۵)

۱۳۷- گزینه «۳»

(نظری تمرکز)

چون توان مصرفی مقاومتهای R_1 و R_2 یکسان است، با استفاده از رابطه

$$P = RI^2$$



$$P_1 = P_2 \xrightarrow{P=RI^2} R_1 I_1^2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow 2I_1^2 = 2V I_2^2 \Rightarrow I_1^2 = V I_2^2 \Rightarrow I_1 = \sqrt{V} I_2$$

از طرف دیگر داریم:

$$I_1 = I_2 + I_3 \xrightarrow{I_1 = \sqrt{V} I_2} \sqrt{V} I_2 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_2 = \sqrt{V} I_3$$

در آخر، با توجه به موازی بودن مقاومتهای R_2 و R_3 می‌توان نوشت:

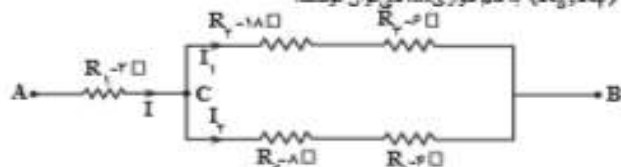
$$V_2 = V_3 \Rightarrow R_2 I_2 = R_3 I_3 \Rightarrow 2V I_2 = R_3 \times \sqrt{V} I_3 \Rightarrow 2\sqrt{V} = \sqrt{V} R_3 \Rightarrow R_3 = 2\Omega$$

(نشان گذریک و مدارهای جریان مستقیم) (تمرکز ۳، مفاهیم ۵۳ تا ۵۵)

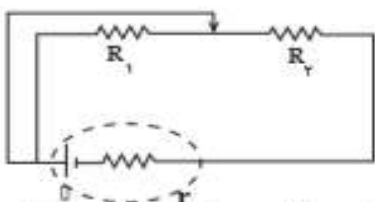
۱۳۸- گزینه «۱»

(نظری تمرکز)

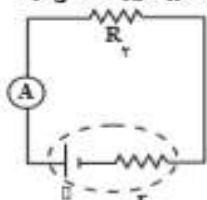
برای محاسبه اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 باید جریان الکتریکی I معلوم باشد. به همین منظور، ابتدا مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می‌کند، می‌یابیم و توان الکتریکی آن را معادل ۱۸W در نظر می‌گیریم و جریان الکتریکی I را تعیین می‌کنیم. بنابراین، با توجه به شکل زیر، جیوه مقاومتهای (R_2, R_3) با هم موازی است، می‌توان نوشت:



$$V_{CB} = (R_2 + R_3) I_1 = (R_2 + R_3) I_2 \Rightarrow (18 + 6) I_1 = (6 + 2) I_2 \Rightarrow 24 I_1 = 8 I_2 \Rightarrow I_1 = \frac{1}{3} I_2$$



از طرف دیگر، با توجه به آرمیتی بودن آمپرسانج (آمپرسانج آرمیتی دارای مقاومت خیلی ناچیز است)، باعث می‌شود دو سر مقاومت R_1 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف گردد. در نتیجه مدار به صورت زیر ساده می‌شود.



در این مدار با زیاد شدن مقاومت R_2 ، جریان مدار براساس رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_2 + r}$

کاهش می‌یابد. بنابراین، عدی که آمپرسانج نشان می‌دهد، کاهش خواهد یافت. در شکل (ب) با توجه به آرمیتی بودن ولتسنج (ولتسنج آرمیتی دارای مقاومت خیلی بزرگ است)، هیچ جریشی از شاخه ولتسنج عبور نمی‌کند. در نتیجه، با حرکت کردن لغزنده به سمت چپ، هیچ تغییری در مقدار مقاومت مدار ایجاد نمی‌شود. اما طول مقاومتی که ولتسنج اختلاف پتانسیل دو سر آن را نشان می‌دهد با حرکت لغزنده به سمت چپ کوچکتر می‌شود. در نتیجه مقاومت آن نیز کوچکتر خواهد شد. بنابراین، طبق رابطه $V = RI$ و به علت بودن I ، ولتسنج هم عدد کمتری نشان می‌دهد.

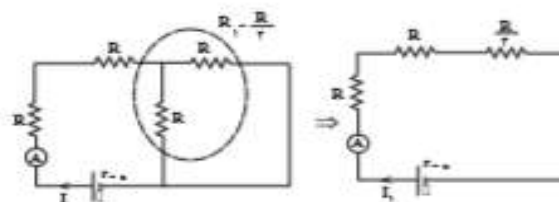
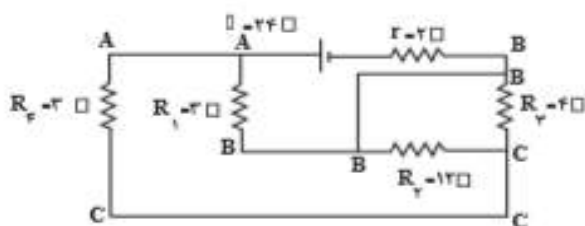
(نورمان گدوکی و مرادعلی خندان مستقیم) (فیزیک ۳، مجموعه‌های ۵۲ و ۵۱)

(مهرزاد آغاجان‌نوری)

۱۳۸- گزینه «۲»

بنا به رابطه $V = R_{eq}I = \frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، برای محاسبه نسبت $\frac{V}{\varepsilon}$ باید مقاومت

معادل مدار را بیابیم. به همین منظور قطعه‌های هم‌پتانسیل را مشخص نمود و مدار را به صورت سادتر رسم می‌کنیم:

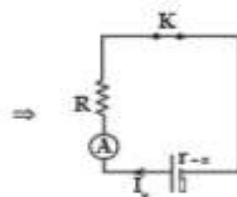
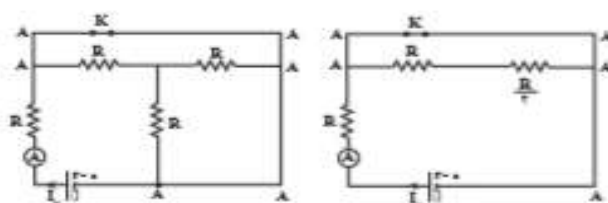


$$R_{eq} = R + R + \frac{R}{r} \Rightarrow R_{eq} = \frac{\delta}{r}$$

اکنون، جریان اصلی مدار را که از آمپرسانج عبور می‌کند، به دست می‌آوریم:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{r \rightarrow \infty} I_1 = \frac{\varepsilon}{\frac{\delta}{r}} \Rightarrow I_1 = \frac{r}{\delta} \times \frac{\varepsilon}{R}$$

با توجه به شکل زیر، در حالتی که کلید K بسته باشد، سه مقاومتی که بین نقاط هم‌پتانسیل A قرار گرفته‌اند، به علت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌شوند و تنها یک مقاومت R در مدار می‌ماند. بنابراین، مقاومت معادل مدار برابر $R'_{eq} = R$ خواهد شد. در این حالت داریم:



$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} \xrightarrow{r \rightarrow \infty} I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R}$$

در آخر داریم:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{\varepsilon}{R}}{\frac{r}{\delta} \times \frac{\varepsilon}{R}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\delta}{r}$$

(نورمان گدوکی و مرادعلی خندان مستقیم) (فیزیک ۳، مجموعه‌های ۵۵ و ۵۱)

(مهرزاد آغاجان‌نوری)

۱۳۷- گزینه «۲»

در شکل (الف) می‌توان رلوسا را از محل لغزنده به دو مقاومت R_1 و R_2 تقسیم کرد که با حرکت لغزنده به سمت چپ، طول مقاومت R_1 کاهش و طول مقاومت R_2 افزایش می‌یابد. بنابراین، مقاومت R_1 کاهش و مقاومت R_2 افزایش می‌یابد.

با کاهش مقاومت معادل مدار (R_{eq}) و ثابت شدن \mathcal{E} و r ، بنا به رابطه

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

اصلی مدار، بنا به رابطه $V_p = R_p I$ و ثابت بودن R_p ، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_p نیز افزایش می‌یابد و بنا به رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ ، اختلاف پتانسیل دو سر باتری (V) کاهش خواهد یافت. از طرف دیگر، چون $V = V_p + V_{AB}$ است، با کاهش V و افزایش V_p نیز کاهش می‌یابد. در آخر، بنا به رابطه $P_1 = \frac{V_{AB}^2}{R_1}$ ، چون R_1 ثابت و V_{AB} کاهش یافته است، توان مصرفی مقاومت R_1 کاهش خواهد یافت.

(پیران گفریک و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۵۶)

(پیران گفریک و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۵۶)

۱۴۰- گزینه ۲»

با افزایش مقاومت R_p ، مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد و جریان کل مدار یعنی عددی که آمپر سنج تعایش می‌نهد کاهش می‌یابد، پس طبق رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ ، اختلاف پتانسیل دو سر مواد افزایش می‌یابد، ولی با کاهش جریان، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 طبق رابطه $V_1 = R_1 I$ کاهش می‌یابد، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر بقیه مدار، یعنی عددی که ولت‌سنج تعایش می‌نهد، افزایش خواهد یافت.

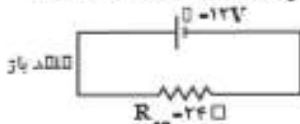
(پیران گفریک و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۵۶)

(معمود معوی)

۱۴۱- گزینه ۲»

راه اول:

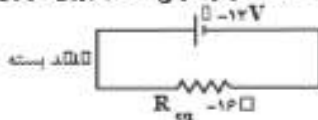
در حالت کلید باز، مقاومت 6Ω از مدار خارج است و مقاومت معادل برابر با $R_{eq} = 12 + 12 = 24\Omega$ می‌باشد. در این حالت داریم:



$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{12}{24 + 0} = \frac{1}{2} \text{ A}$$

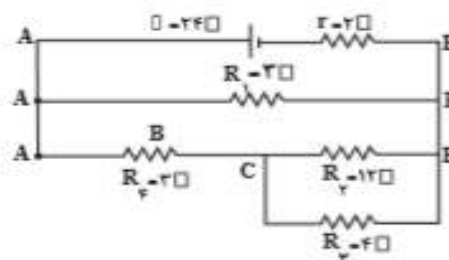
$$P_1 = R_{eq} I_1^2 = 24 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 3 \text{ W}$$

در حالت کلید بسته، مقاومت‌های 6Ω و 12Ω با یکدیگر موازی شد و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت 12Ω دیگر متوالی است. بنابراین، در این حالت داریم:



$$R'_{eq} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} + 12 = 4 + 12 = 16\Omega$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R'_{eq} + r} = \frac{12}{16 + 0} = \frac{3}{4} \text{ A}$$



$$R_{p,r} = \frac{R_p R_r}{R_p + R_r} = \frac{12 \times 4}{12 + 4} = 3\Omega$$

$$R_{r,p,r} = R_{p,r} + R_r = 3 + 2 = 5\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R_{r,p,r} R_1}{R_{r,p,r} + R_1} = \frac{5 \times 3}{5 + 3} = 1.5\Omega$$

اکنون می‌توان نسبت $\frac{V}{\mathcal{E}}$ را به دست آورد:

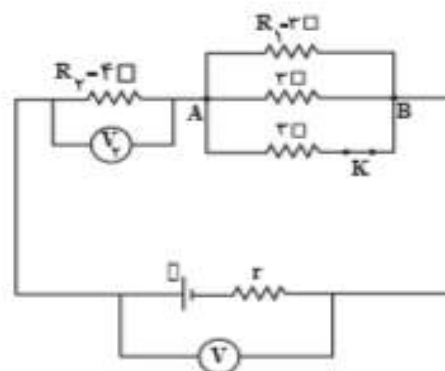
$$V = \frac{R_{eq} \mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow \frac{V}{\mathcal{E}} = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + r} = \frac{1.5}{1.5 + 2} = \frac{3}{7}$$

(پیران گفریک و مرادی، جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۵۶)

۱۳۹- گزینه ۱»

(نویس خنجر)

با بستن کلید K ، یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه می‌شود و به علت می‌گردد، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.



$$\Rightarrow R_{eq} = 2 + \frac{3}{4} = 2.75\Omega$$

$$\Rightarrow R_{eq} = 2 + \frac{3}{4} = 2.75\Omega$$

۱۴۷- گزینه ۲»

(نمودار: معنی)

اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت R_1 و دوسر معادل R و R_2 و R_3 با هم برابر است

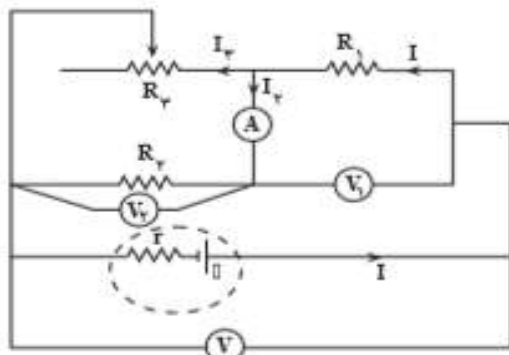
$$V = RI' \Rightarrow 12 = RI' \Rightarrow I' = \frac{12}{R}$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 = R_3 I_3 \Rightarrow 2(1 - I') = (2 + R)I'$$

$$2(1 - \frac{12}{R}) = (2 + R)(\frac{12}{R}) \Rightarrow 20R - 24 = 24 + 12R$$

$$\Rightarrow 8R = 48 \Rightarrow R = 6\Omega$$

(لرمان گذرکی و مدارهای جریان مستقیم) (نورنگ ۳۰ صفحه ۵ تا ۵۳)



از طرف دیگر، با افزایش جریان اصلی مدار بنا به رابطه $V = E - rI$ ، اختلاف پتانسیل دوسر باتری کاهش می‌یابد، در نتیجه، طبق رابطه $V = V_1 + V_2$ ، با کاهش V و افزایش V_1 ، مقدار V_2 کاهش می‌یابد و باعث می‌شود که جریان I_2 که از مقاومت R_2 می‌گذرد نیز کاهش یابد. با توجه به این که $I = I_1 + I_2$ است و با افزایش I و کاهش I_2 ، جریان I_1 که از مقاومت R_1 می‌گذرد، افزایش خواهد یافت.

(لرمان گذرکی و مدارهای جریان مستقیم) (نورنگ ۳۰ صفحه ۵ تا ۵۳ و ۵۵ تا ۵۸)

۱۴۸- گزینه ۲»

(نمودار: معنی)

با توجه به قانون اهم و همچنین رابطه $R = \rho \frac{\ell}{A}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_2}{I_1} \times \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{V_2}{220} = \frac{11}{10} \times \frac{R_2}{R_1} \xrightarrow{R = \rho \frac{\ell}{A}} \frac{V_2}{220} = \frac{11}{10} \times (\frac{d_1}{d_2})^2$$

$$\xrightarrow{d_2 = \frac{110}{100} d_1} \frac{V_2}{220} = \frac{11}{10} \times (\frac{100}{110})^2 \Rightarrow V_2 = 220 \times \frac{11}{10} \times \frac{100}{121} = 200V$$

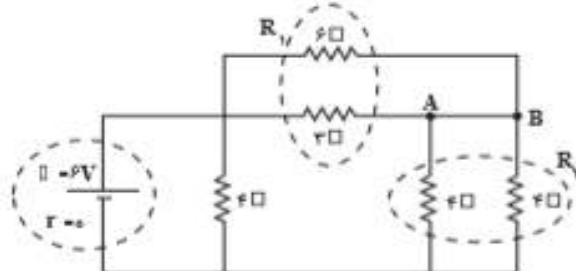
$$\Delta V = V_2 - V_1 = 200 - 220 = -20V$$

(لرمان گذرکی و مدارهای جریان مستقیم) (نورنگ ۳۰ صفحه ۵۳ تا ۵۵)

۱۵۱- گزینه ۳»

(نمودار: معنی)

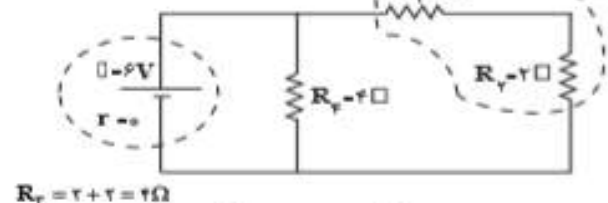
پسند مقاومت معادل مدار را می‌یابیم:



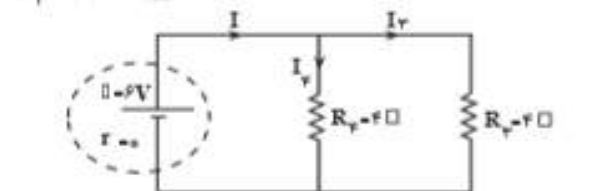
$$R_1 = \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 1.5\Omega$$

$$R_2 = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\Omega$$

$$R_3 = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\Omega$$



$$R_4 = 2 + 2 = 4\Omega$$



۱۴۹- گزینه ۲»

(لرمان: نمودار)

الف) تا درست است. بنا به رابطه $q = It$ ، تغییر - ساعت یکای بار الکتریکی است.

ب) تا درست است. در یک رسانای الکتریکی، سرعت متوسط و اختلاف جهات میدان الکتریکی حرکت می‌کنند.

پ) درست است. همان تعریف پیرامونی است.

ت) درست است. بنا به رابطه $V = RI$ ، یکای اهم تغییر، یکای اختلاف پتانسیل

الکتریکی (V) است که برابر ولت می‌باشد. از طرف دیگر، بنا به رابطه $V = \frac{\Delta U}{q}$ ،

یکای اختلاف پتانسیل ژول بر کولن می‌باشد. بنظرین، اهم تغییر معادل ژول بر کولن است.

بنظرین، تعداد ۲ عبارت درست است.

(لرمان گذرکی و مدارهای جریان مستقیم) (نورنگ ۳۰ صفحه ۵۵ تا ۵۶)

۱۵۰- گزینه ۴»

(نمودار: معنی)

با حرکت لغزنده رلوسا به سمت راست، مقداری از مقاومت که در مدار قرار می‌گیرد

کاهش می‌یابد، در نتیجه، مقاومت R_p نیز کاهش خواهد یافت و باعث می‌شود که

مقاومت معادل مدار کاهش یابد. بنا به کاهش مقاومت معادل مدار، بنا به رابطه

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r}$$

اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت R_1 ، یعنی عدد وانشنج V_1 ، که جریان اصلی

مدار از آن عبور می‌کند، بنا به رابطه $V_1 = R_1 I$ و با افزایش I ، افزایش خواهد

یافت. در این حالت، عدد وانشنج V_1 نیز افزایش می‌یابد.

$$I_1 + I_2 = I \Rightarrow I_1 + 2I_1 = I \Rightarrow 3I_1 = I \Rightarrow I_1 = \frac{I}{3}$$

$$I_2 = 2I_1 = 2 \times \frac{I}{3} \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3}I$$

اکنون توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها را حساب می‌کنیم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 \Rightarrow P_1 = 2I^2, P_2 = R_2 I_2^2 = 1\Omega \times \left(\frac{2}{3}I\right)^2 \Rightarrow P_2 = \frac{4}{9}I^2$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 6 \times \left(\frac{I}{3}\right)^2 \Rightarrow P_3 = \frac{2}{3}I^2$$

$$P_4 = R_4 I_4^2 = 8 \times \left(\frac{I}{3}\right)^2 \Rightarrow P_4 = \frac{8}{9}I^2$$

$$P_5 = R_5 I_5^2 = 2 \times \left(\frac{I}{3}\right)^2 \Rightarrow P_5 = \frac{2}{9}I^2$$

می‌بینیم بیشترین توان مصرفی مربوط به مقاومت R_4 است، بنابراین داریم:

$$P_4 = \frac{8}{9}I^2 \xrightarrow{P_4=128W} 128 = \frac{8}{9}I^2 \Rightarrow I^2 = 144 \Rightarrow I = 12A$$

در آخر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 را می‌یابیم. ناقت کنید، از مقاومت R_1 جریان $I = 4A$ می‌گذرد.

$$V = R_1 I = 2 \times 6 \Rightarrow V = 12V$$

(توان الکتریکی و مدارهای مستقیم) (تمرین ۲، صفحه‌های ۵۳ و ۵۴)

اکنون جریان اصلی مدار را می‌یابیم: $R_{eq} = \frac{2 \times 2}{2+2} = 1\Omega$

$$I = \frac{E_s}{R_{eq} + r} = \frac{6}{1+2} = 2A, R_T = R_T$$

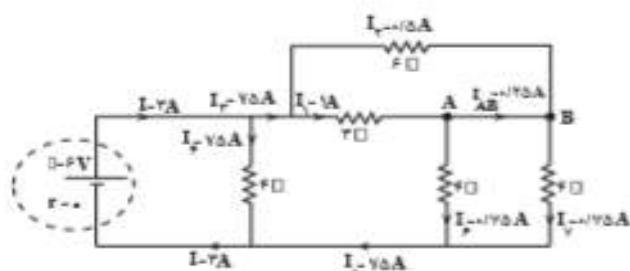
$$\Rightarrow I_T = I_T = \frac{I}{2} = \frac{2}{2} = 1/5A$$

در آخر با توجه به مدار اولیه داریم:

$$2I_T = 2I_1 \Rightarrow I_1 = 2I_T$$

$$I_1 + I_2 = 1/5 \Rightarrow 2I_T + I_T = 1/5 \Rightarrow I_T = 1/15A, I_1 = 2/15A$$

با تقسیم جریان‌ها به نسبت عکس مقاومت‌ها و جریان‌های خروجی از هر گره، می‌بینیم، جریان $I_{AB} = 1/15A$ از شاخه AB عبور می‌کند.

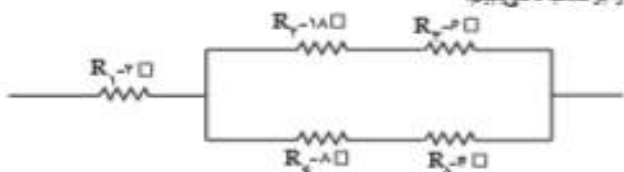


(توان الکتریکی و مدارهای مستقیم) (تمرین ۳، صفحه‌های ۵۳ و ۵۴)

۱۵۲ - گزینه «۱»

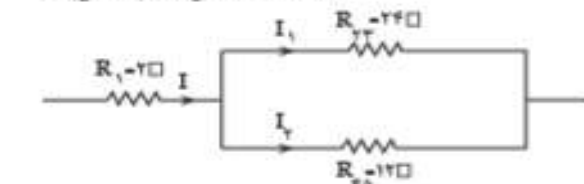
(مغزی غریبی)

ابتدا مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می‌کند، می‌یابیم. به همین منظور، جریان الکتریکی عبوری از هر یک از مقاومت‌ها را بر حسب جریان مقاومت R_1 که آن را می‌تلفیم، پیدا می‌کنیم. در ابتدا مقاومت معادل مقاومت‌های شاخه 2Ω و پایین را به دست می‌آوریم و سپس با توجه به برابر بودن اختلاف پتانسیل آنها، جریان هر یک را بر حسب I می‌یابیم:



$$R_{T1} = R_1 + R_2 = 1\Omega + 2\Omega = 3\Omega$$

$$\Rightarrow R_{T2} = R_3 + R_4 = 1\Omega + 2\Omega = 3\Omega$$



$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_{T1} I_1 = R_{T2} I_2 \Rightarrow 3I_1 = 3I_2$$

$$\Rightarrow I_1 = I_2$$



- ۱- پیچهای از ۱۰۰ دور سیم مسی به قطر ۲mm تشکیل شده و به صورت یک لایه دور استوانه‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده چند اهم است؟ ($\rho = 1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ مس)
- ۱/۱۷ (۱) ۳/۴ (۲) ۱/۷ (۳) -۳/۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	این تست دارای...	در برنامه	مثال	بخش اگر...	درجه	میزان
درجه ۱۰	۸	۸	۸	سوال	پارادوکس	مقاومت الکتریکی و پیچ	دارد...				سهایی	سهایی

مقاومت الکتریکی یک سیم در دمای ثابت

مقاومت الکتریکی یک سیم به طول L و سطح مقطع A و مقاومت ویژه ρ از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ محاسبه می‌شود.

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi d^2} = \rho \frac{4L}{\pi d^2}$$

اگر قطر مقطع سیم d باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

در مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی دو سیم داریم:

اگر یک سیم فلزی را بدون تغییر در جرم و حجم آنقدر بکشیم که طول آن n برابر شود، مقاومت الکتریکی آن n^2 برابر می‌شود.

$$L' = nL \rightarrow R' = n^2 R$$

اگر یک سیم فلزی را بدون تغییر در جرم و حجم آنقدر بکشیم تا قطر مقطع آن $\frac{m}{n}$ حالت اولیه شود، مقاومت الکتریکی آن $\left(\frac{n}{m}\right)^2$ برابر می‌شود.

$$d = \frac{m}{n} d \rightarrow R' = \left(\frac{n}{m}\right)^2 R$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

اگر قطر مقطع سیم را یا d نشان دهیم، مساحت سطح مقطع سیم برابر خواهد بود با:

$$A = \pi D$$

اگر قطر استوانه را یا D نشان دهیم، محیط یک دور سیم به دور استوانه برابر است با:

با توجه به این که سیم به تعداد ۱۰۰ دور، به دور استوانه پیچیده شده است، بنابراین طول کل سیم ۱۰۰ برابر محیط قاعده بود.

$$L = 100 \cdot l_1 = 100 \cdot \pi D$$

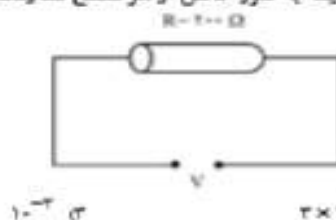
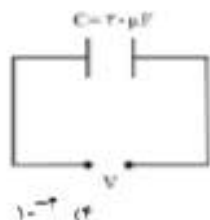
در نتیجه مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده برابر است با:

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{100 \cdot \pi D}{\pi \frac{d^2}{4}}$$

$$R = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{400 \cdot D}{d^2} = 1/7 \times 10^{-8} \times \left(\frac{400 \cdot 10}{(-10)^2}\right) \Rightarrow R = -3/4 \Omega$$

www.biomaze.ir

- ۲- مطابق شکل زیر، یک خازن و یک مقاومت استوانه‌ای توپر را به طور جداگانه به ولتاژ یکسانی وصل کرده‌ایم. اندازه بار ذخیره شده در هر صفحه خازن چند برابر اندازه یاری است که در هر دقیقه به طور خالص از هر مقطع مقاومت می‌گذرد؟



$$3 \times 10^{-4} (۲)$$

$$3 \times 10^{-4} (۱)$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شناسه	پایه	مبحث	این تست دارای...	درست	مثال	بخش اگر...	درجه	میزان
درجه ۱۰	۲	۱	۸	سوال	پازدهم	الکترونیک ساکن	دارای...	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

بار ذخیره شده در کازخ برابر است با:

$$q = CV$$

مقدار بار خالصی که از هر مقطع مقاومت در مدت t عبور می کند برابر است با:

$$\begin{cases} I = \frac{V}{R} \\ I = \frac{q}{t} \end{cases} \Rightarrow \frac{q}{t} = \frac{V}{R} \Rightarrow q = \frac{Vt}{R}$$

بنابراین نسبت بار کازخ به باری که در هر دقیقه از مقاومت می گذرد به صورت زیر بدست می آید:

$$\frac{q_{\text{کازخ}}}{q_{\text{عبور}}} = \frac{CV}{\frac{Vt}{R}} = \frac{RC}{t} = \frac{2 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{1} = 10^{-12}$$

دقت کنید که برای حل کردن این سؤال نیازی به دانستن V نیست.

اگر...

اگر می پرسیدیم که چند ثانیه طول می کشد تا مقدار بار خالصی که از مقاومت عبور می کند، برابر بار ذخیره شده در خازن شود، پاسخ چه بود؟

پاسخ: با برابر قرار دادن بارهای الکتریکی داریم:

$$q_{\text{کازخ}} = q_{\text{عبور}} \Rightarrow CV = \frac{Vt}{R} \Rightarrow C = \frac{t}{R} \Rightarrow 2 \times 10^{-6} = \frac{t}{10^{-6}} \Rightarrow t = 2 \times 10^{-6} \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-12} \text{ s}$$

گروه آموزشی ماز

۳ - با ۲۰۰ گرم آهن یا چگالی $8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ یک سیم همگن و نوثر استوانه ای به طول ۱۰۰ متر می سازیم و دوسر آن را با اختلاف پتانسیل ۲۰ ولت وصل می -

کنیم. در هر دقیقه چند الکترون از هر مقطع سیم به طور خالص عبور می کند؟ (مقاومت ویژه آهن برابر $10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ است و $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

$$1/875 \times 10^{-19} \text{ (۱)} \quad 3/75 \times 10^{-19} \text{ (۲)} \quad 1/875 \times 10^{-20} \text{ (۳)} \quad 3/75 \times 10^{-20} \text{ (۴)}$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شناسه	پایه	مبحث	این تست دارای...	درست	مثال	بخش اگر...	درجه	میزان
درجه ۱۰	۱	۱۰	۱	سوال	پازدهم	الکترونیک ساکن	دارای...	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

(۱) مطابق قانون اهم، رابطه ولتاژ و جریان یک مقاومت به صورت زیر است:

$$V = RI$$

اختلاف پتانسیل یا یگای ولت: V

جریان الکتریکی یا یگای آمپر: I

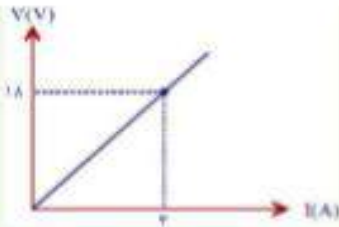
مقاومت الکتریکی یا یگای اهم: R

(۲) مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان الکتریکی آن مطابق شکل روبه رو به صورت یک خط صعودی است.



مثال:

نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان آن مطابق شکل است. اگر این مقاومت را به ولتاژ 20 V وصل کنیم، جریان آن چند آمپر می شود؟



ابتدا اندازه مقاومت را محاسبه می‌کنیم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{2V}{1A} = 2\Omega$$

در ادامه با وصل کردن مقاومت به ولتاژ 2-V، جریان الکتریکی برقرار است با:

$$V = RI \Rightarrow 2 = 2I \Rightarrow I = \frac{2}{2} = 1A$$

مقدار مقاومت الکتریکی یک سیم به ویژگی‌های ساختمانی و دمای آن وابسته است و ربطی به ولتاژ و جریان آن ندارد. مقدار مقاومت یک سیم را می‌توانیم از رابطه زیر به دست آوریم:

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

R : مقدار مقاومت الکتریکی با یکای اهم

ρ : مقاومت ویژه با یکای (اهم*متر)

L : طول سیم با یکای متر

A : سطح مقطع سیم با یکای مترمربع

مثال:

مقاومت یک سیم مسی با شعاع مقطع 1mm و طول 5m را محاسبه کنید. ($\rho_{\text{مس}} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{5}{\pi \times (10^{-3})^2} = 2.7\Omega$$

4) با توجه به $R = \rho \frac{L}{A}$ ، برای مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1}$$
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

مثال:

مقاومت یک سیم مسی 1- Ω است. اگر این سیم را از انباری عبور بدهیم تا بدون تغییر در جرم و حجم، طول آن را 2 برابر کند، مقاومت سیم چند اهم می‌شود؟

با 2 برابر کردن طول سیم، سیم نازک شده و سطح مقطع آن $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود، بنابراین داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\text{این } \rho} \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} = 2 \times 2 = 4 \Rightarrow \frac{R_1}{4} = 1 \Rightarrow R_2 = 4\Omega$$

5) گاهی در سوالات مربوط به محاسبه مقاومت، از جرم و چگالی سیم هم استفاده می‌شود. برای حل این سوالات می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم. دقت کنید که چگالی را با ρ نشان داده‌ایم تا با مقاومت ویژه اشتباه نشود.



$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho' L}$$

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

البته می‌توانیم رابطه فوق را حفظ نکنیم و فقط از مراحل به دست آوردن این رابطه در حل سؤال استفاده کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

با ۲۰۰ گرم آهن سیمی استوانه‌ای و توپ به طول ۵ متر ساختیم. مقاومت این سیم چند اهم است؟ (مقاومت ویژه و چگالی آهن به ترتیب 10^{-7} و 8000 واحد SI است.)

این سؤال را با دو روش حل می‌کنیم.

الف) اگر رابطه مقاومت و جرم را حفظ باشیم:

$$R = \rho \rho' \frac{L^2}{m} = 10^{-7} \times 8000 \times \frac{5^2}{-} = - / \Omega$$

ب) اگر رابطه را حفظ نداشتیم:

در این صورت ابتدا سطح مقطع سیم را محاسبه می‌کنیم و سپس با کمک آن مقاومت سیم را به دست می‌آوریم.

$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \Rightarrow 8000 = \frac{-}{A \times 5} \Rightarrow A = 2/5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = 10^{-7} \times \frac{5}{2/5 \times 10^{-7}} = - / \Omega$$

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.

گام اول: محاسبه مقاومت سیم مطابق رابطه ارائه شده در درستهام

$$R = \rho \rho' \frac{L^2}{m} = 10^{-7} \times 8000 \times \frac{5^2}{-} = - / \Omega$$

گام دوم: محاسبه جریان الکتریکی مطابق قانون اهم

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2}{-} = - / \Delta A$$

گام سوم: محاسبه بار شارش شده در یک دقیقه

$$q = I \Delta t = - / 5 \times 60 = 3 - C$$

گام چهارم: محاسبه تعداد الکترون‌ها

$$q = ne \Rightarrow 3 = - \times n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 1/8 \times 10^{20}$$

گروه آموزشی ماز

۴ - سیم‌های فلزی M ، N و P به قطر مقطع‌های d_M ، $d_N = 2d_M$ و $d_P = 2d_N$ بوده و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آن‌ها $(\rho, 1/5L)$ و $(\rho, 2/5L)$ می‌باشد. کدام رابطه بین مقاومت سیم‌ها (R) درست است؟

$$R_M = - / 8 R_P \text{ و } R_M = 4 / 8 R_N \quad ۱$$

$$R_P = - / 8 R_N \text{ و } R_M = 2 / 8 R_P \quad ۲$$

$$R_M = 2 / 8 R_P \text{ و } R_M = 4 / 8 R_N \quad ۳$$

$$R_P = - / 8 R_N \text{ و } R_M = 4 / 8 R_N \quad ۴$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	زبان	موضوع	این تست	درستهام	مثال	بخش اگر...	درجه	میزان
درجه ۱۰	۵	۹	۵	سوال	پارامتر	مقاومت سیم‌های فلزی	دارای...	۲	۲	۲	معمولی	سهل

مقاومت الکتریکی یک سیم به طول L و سطح مقطع A و مقاومت ویژه ρ از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi d^2} = \rho \frac{4L}{\pi d^2}$$

محاسبه می‌شود. اگر قطر مقطع سیم d باشد، خواهیم داشت:

در مقایسه مقاومت دو سیم M و N داریم:

$$\frac{R_M}{R_N} = \frac{L_M}{L_N} \times \frac{\rho_M}{\rho_N} \times \left(\frac{d_N}{d_M}\right)^2 = \frac{1}{L} \times \frac{1/5 \rho}{\rho} \times \left(\frac{2d}{d}\right)^2 \Rightarrow R_M = 4/8 R_N$$

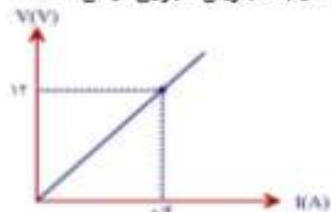
در مقایسه مقاومت دو سیم P و N داریم:

$$\frac{R_{L_1}}{R_{L_2}} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{\rho_{L_1}}{\rho_{L_2}} \times \left(\frac{d_{L_2}}{d_{L_1}}\right)^2 = \frac{1}{L_1} \times \frac{\rho}{\rho} \times \left(\frac{d_{L_2}}{d_{L_1}}\right)^2 \Rightarrow R_p = \frac{1}{8} R_N$$

گروه آموزشی ماز

۵- نمودار ولتاژ - جریان یک سیم مطابق شکل مقابل است. $\frac{2}{3}$ از این سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و $\frac{1}{3}$ باقی‌مانده را با ابزاری آن‌قدر می‌کشیم تا به طور یکنواخت تازک شده و به طول سیم اولیه برسد. دو سر سیم جدید را به اختلاف پتانسیل چند ولت وصل کنیم تا جریان عبوری از آن $0.5A$ شود؟

- (۱) ۴۵
(۲) ۹
(۳) ۳
(۴) ۶

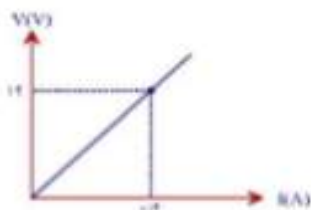


پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	محاسبات	توضیح	پایه	موضوع	این تست	درست است	مقال	پیش‌اگر	درجه	مهرمان
درجه ۱۰	۵	۵	۹	سوال	پارامتر	انکسید سبک	دارد	۵	۵	مطلوب	مطلوب

برای مرور نکات مربوط به مقاومت الکتریکی می‌توانید به درسیات موجود در تست ۳۳ همین آزمون مراجعه کنید.

برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.
گام اول: محاسبه مقاومت سیم اولیه با توجه به نمودار



$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{0.5} = 24 \Omega$$

گام دوم: هنگامی که $\frac{1}{3}$ سیم را جدا می‌کنیم، مقاومت قطعه سیم جدید هم $\frac{1}{3}$ مقاومت سیم اصلی خواهد بود و در نتیجه مقاومت سیم جدید قبل از کشیده شدن برابر 8Ω می‌شود.

هنگامی که این سیم جدید را می‌کشیم تا طول آن ۳ برابر شود و به طول سیم اولیه برسد، سیم تازک شده سطح مقطع آن $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. بنابراین داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{R_1}{8} = \frac{R_2}{1} \times \frac{1}{9} \Rightarrow R_2 = 9 \Omega$$

بنابراین مقاومت سیم جدید پس از کشیده شدن به 9Ω می‌رسد.
گام سوم: محاسبه ولتاژ مورد نیاز برای آن که جریان $0.5A$ شود.

$$V = RI \Rightarrow V = 9 \times 0.5 = 4.5V$$

این سؤال بر اساس یکی از تست‌های کنکور سراسری رشته ریاضی سال ۹۹ طرح شده است که آن را هم بررسی می‌کنیم.

تست کنکور ریاضی سال ۹۹:

مقاومت الکتریکی سیمی 6Ω است. $\frac{2}{3}$ سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و $\frac{1}{3}$ باقی‌مانده را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا آن را یکنواخت تازک کرده و به طول سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می‌شود؟

- (۱) ۹ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

پاسخ: با جدا کردن $\frac{1}{3}$ سیم، مقاومت آن هم $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود و از 6Ω به 2Ω می‌رسد. در ادامه سیم جدید را می‌کشیم تا طول آن ۳ برابر شود و در نتیجه سطح مقطع آن هم $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. در این صورت می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{R_1}{2} = \frac{R_2}{1} \times \frac{1}{9} \Rightarrow R_2 = 18 \Omega$$

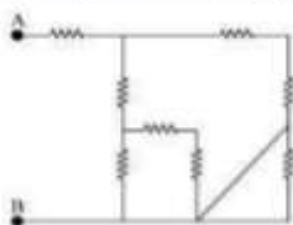
۶- در شکل مقابل، مقاومت معادل بین نقاط A و B چند است؟ (همه مقاومت‌ها برابر 11Ω هستند).

۲۱) ۱

۱۱) ۲

۳) $\frac{319}{11}$

۴) $\frac{319}{11}$



پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	مهندسی	آموزشی	شعبه	رشته	مبحث	این تست دارای...	درصد صحه	مثال	نظری اگر...	درجه	میزان	نوع
موضوع از به	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

(۱) هنگامی که دو مقاومت پشت سر هم بسته شده باشد، به اتصال آن‌ها سری یا متوالی می‌گوییم. در مقاومت‌های متوالی روابط زیر برقرار است.

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

$$I_{eq} = I_1 = I_2$$

$$V_{eq} = V_1 + V_2$$



(۲) در مقاومت‌های متوالی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌ها بزرگتر است.

(۳) در مقاومت‌های متوالی ولتاژ و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه مستقیم دارد.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

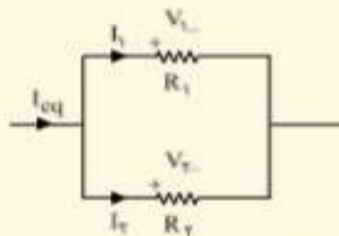


(۴) هنگامی که دو سر دو مقاومت یا سیم رسانا به هم متصل باشد، این دو مقاومت به صورت موازی به هم متصل شده‌اند. در مقاومت‌های موازی روابط زیر برقرار است.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{eq} = I_1 + I_2$$

$$V_{eq} = V_1 = V_2$$

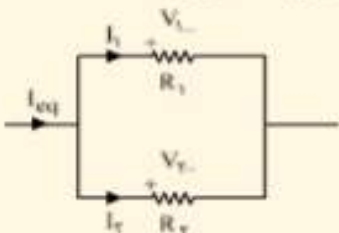


(۵) در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌های موازی کوچکتر است.

(۶) در مقاومت‌های موازی، جریان و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه عکس دارد.

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

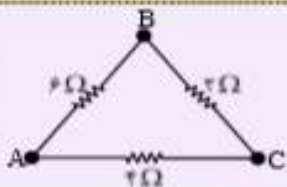
$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$$



(۷) مقاومت معادل بین دو نقطه A و B به این معنی است که یک سیم به نقطه A وارد شده است و یک سیم از نقطه B خارج شده است. به مثال‌های زیر توجه کنید.

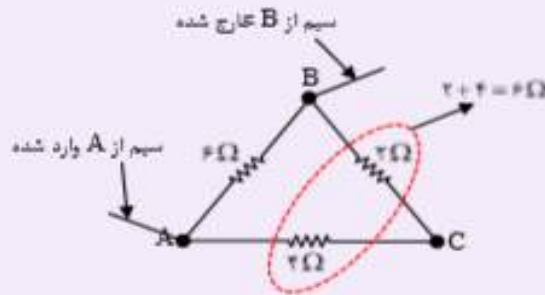
مثال:

در شکل زیر مقاومت معادل بین نقاط A و B و مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه کنید.



در صورتی که برای ثبت‌نام در آزمون نیاز دارید عدد ۷۰ را به سامانه ۷۰۸۵۸۵ ارسال کنید.

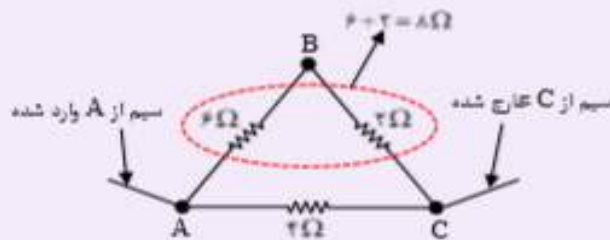
ابتدا مقاومت معادل بین A و B را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های 2Ω و 4Ω با هم متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت 6Ω موازی است، بنابراین داریم:

$$R_{AB} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3\Omega$$

حال مقاومت معادل بین A و C را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های 6Ω و 2Ω متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت 4Ω موازی است.

$$R_{AC} = \frac{6 \times 4}{6 + 4} = \frac{24}{10} = \frac{12}{5}\Omega$$

مثال ۲

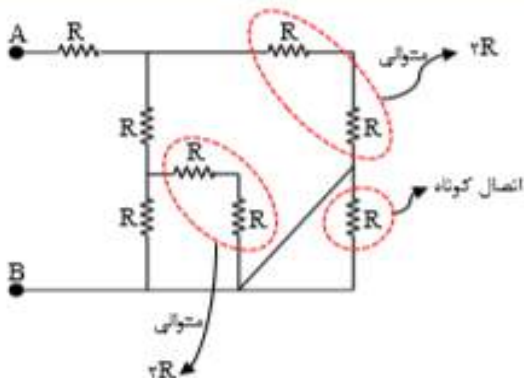
در مثال قبل، اگر یک باتری آرمانی 24 ولتی را یک بار بین A و B و بار دیگر بین A و C ببندیم، جریان خروجی از آن چند آمپر می‌شود؟ اگر باتری بین A و B بسته شود، مقاومت 2Ω است و داریم:

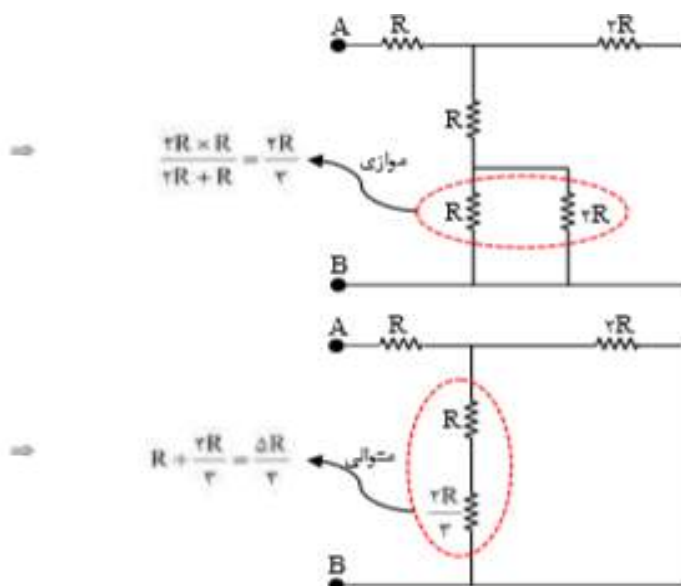
$$I_1 = \frac{E}{R_{AB}} = \frac{24}{3} = 8 \text{ A}$$

اگر باتری بین A و C بسته شود، مقاومت $\frac{12}{5}\Omega$ است و داریم:

$$I_2 = \frac{E}{R_{AC}} = \frac{24}{\frac{12}{5}} = 10 \text{ A}$$

برای محاسبه مقاومت معادل بین نقاط A و B به صورت زیر عمل می‌کنیم.



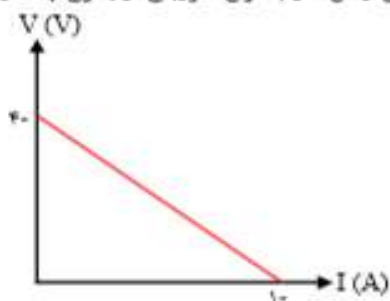


$$\Rightarrow R_{eq} = R + \frac{\frac{\Delta R}{r} \times rR}{\frac{\Delta R}{r} + rR} = R + \frac{1}{11} R = \frac{12}{11} R$$

$$\xrightarrow{R=11\Omega} R_{eq} = \frac{12}{11} \times 11 = 12\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۷- نمودار ولتاژ - جریان یک باتری مطابق شکل است. اگر یک مقاومت ۶ اهمی را به دو سر این باتری وصل کنیم، توان خروجی از باتری چند وات می‌شود؟



- ۱) ۷۲
 ۲) ۹۶
 ۳) ۱۲۴
 ۴) ۱۴۸

پاسخ: گزینه ۳

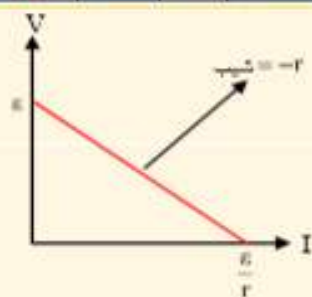
موضوع	معماری	تأثیرات	شماره	پایه	موضوع	این تست	در برنامه	مال	بعضی اگر...	درجه	موضوع
فیزیک	۴	۷	۵	پایه	جریان الکتریکی	دارد	دارد	دارد	دارد	متوسط	متوسط

(۱) معادله ولتاژ - جریان یک باتری شارژدهنده (یعنی جریان از پایانه مثبت آن خارج شود) به صورت زیر است:

$$V_{\text{دری}} = \mathcal{E} - rI$$

در رابطه فوق، \mathcal{E} برابر نیروی محرکه باتری و r برابر مقاومت درونی آن است.

(۲) مطابق رابطه، $V_{\text{دری}} = \mathcal{E} - rI$ ، نمودار ولتاژ - جریان یک باتری شارژدهنده مطابق شکل زیر است.



(۳) در مورد نمودار ولتاژ - جریان باتری به نکات زیر توجه کنید:

الف) بیشینه ولتاژ باتری مولد برابر نیروی محرکه آن است.
 ب) اندازة شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

ج) عرض از مبدأ نمودار برابر \mathcal{E} و طول از مبدأ آن برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است.

د) بیشینه جریان خروجی از باتری برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است که به آن جریان اتصال کوتاه باتری می‌گوئیم.

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم:
 گام اول: مطابق نمودار داده شده داریم:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = \mathcal{E}_0 - V \\ \frac{\mathcal{E}}{r} = \mathcal{I}_0 - \mathcal{I} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E} = \mathcal{E}_0 - V \\ r = \mathcal{E}_0 \mathcal{I} \end{cases}$$

گام دوم: با اتصال مقاومت 6Ω به باتری، جریان مدار برابر است با:

$$\mathcal{I} = \frac{\mathcal{E}}{r + R} = \frac{\mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_0 + 6} = 2A$$

گام سوم: در نهایت توان خروجی از باتری برابر با توان مصرف شده در مقاومت $R = 6\Omega$ است. بنابراین داریم:

$$P = R\mathcal{I}^2 = 6 \times 2^2 = 24W$$

اگر ...

اگر این باتری به یک مقاومت 16Ω اهمی وصل کنیم توان تلف شده در باتری، چند برابر توان تولیدی در آن است؟

پاسخ: توان تلف شده در باتری برابر $r\mathcal{I}^2$ است و توان تولید شده در آن برابر $\mathcal{E}\mathcal{I}$ می‌باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

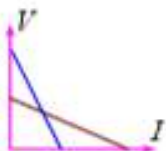
$$\mathcal{I} = \frac{\mathcal{E}}{r + R} = \frac{\mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_0 + 16} = 2A$$

$$\frac{P_{\text{تلف شده}}}{P_{\text{تولیدی}}} = \frac{r\mathcal{I}^2}{\mathcal{E}\mathcal{I}} = \frac{\mathcal{E}_0 \times 2^2}{\mathcal{E}_0 \times 2} = \frac{1}{5}$$

بنابراین ۲۰ درصد از توانی که باتری تولید می‌کند، در داخل خود باتری تلف می‌شود و ۸۰ درصد آن به مدار داده می‌شود.

www.biomaze.ir

۸- نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولدهای A و B بر حسب شدت جریانی که از آن‌ها گرفته می‌شود، مطابق شکل مقابل است. کدام گزینه در مورد نیروی محرکه‌ی دو مولد و مقاومت درونی آن‌ها درست است؟



$$\mathcal{E}_A < \mathcal{E}_B \text{ و } r_A < r_B \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_A > \mathcal{E}_B \text{ و } r_A < r_B \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_A < \mathcal{E}_B \text{ و } r_A > r_B \quad (3)$$

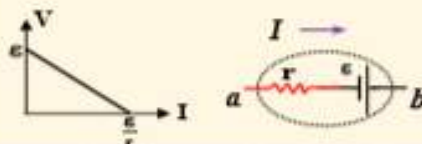
$$\mathcal{E}_A > \mathcal{E}_B \text{ و } r_A > r_B \quad (4)$$

$$\mathcal{E}_A < \mathcal{E}_B \text{ و } r_A > r_B \quad (5)$$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمولی	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	این تست	درصدنامه	نشان	نشان اگر...	نوع	میان
گروه از ۱۰	۱۰	-	۸	سوال	پانزدهم	الکترونیک ماکرو و جاری	دارای...	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	معمولی

رابطه‌ی بین اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب شدت جریانی که از مولد گرفته می‌شود به صورت $V = -r\mathcal{I} + \mathcal{E}$ است. با توجه به این که دهمیم V بر حسب \mathcal{I} از درجه‌ی اول است، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب شدت جریانی که از آن گرفته می‌شود به صورت یک خط راست با شیب منفی است، که شیب خط، قرینه‌ی مقاومت درونی مولد و عرض از مبدأ، خط، نیروی محرکه‌ی مولد است.



$$V = -r\mathcal{I} + \mathcal{E}$$

$$V = V_b - V_a$$

بیشترین اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر با نیروی محرکه‌ی مولد است.

بیشترین جریانی که از یک مولد در مدار یک مولدی می‌توان گرفت برابر با $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است.

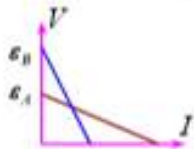
مثال: نیروی محرکه‌ی یک مولد ۴۰ ولت و مقاومت درونی مولد ۲ اهم است. بیشترین اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت بوده و بیشترین جریانی که از این مولد می‌توان گرفت چند آمپر است؟

پاسخ: بیشترین اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر با نیروی محرکه‌ی مولد است.

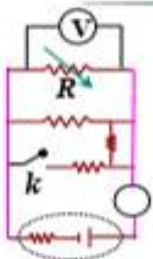
$$V_{\max} = \mathcal{E} = 40 \text{ V}$$
 بیشترین جریانی که از یک مولد در مدار تک مولدی می‌توان گرفت برابر با $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است.

$$I_{\max} = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{40}{2} = 20 \text{ A}$$

رابطه‌ی بین اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب شدت جریانی که از مولد گرفته می‌شود به صورت $V = -rI + \mathcal{E}$ است. با توجه به این که V بر حسب I از درجه‌ی اول است، نمودار $V - I$ یک خط راست خواهد بود که عرض از مبدا خط، نیروی محرکه و قدر مطلق شیب خط، برابر با مقاومت درونی مولد است. با توجه به مطالب بیان شده می‌توان نتیجه گرفت که: $\mathcal{E}_A < \mathcal{E}_B$ و $r_A < r_B$



گروه آموزشی ماز



۹ با توجه به شکل مقابل کدام عبارت درست است؟ (آمپرستج و ولت‌سج آزمائی‌الد)

- (۱) با بستن کلید عدد آمپرستج و ولت‌سج هر دو کاهش می‌یابد.
- (۲) با بستن کلید عدد آمپرستج کاهش یافته و عدد ولت‌سج افزایش می‌یابد.
- (۳) با کاهش مقاومت R عدد آمپرستج افزایش یافته و عدد ولت‌سج کاهش می‌یابد.
- (۴) با افزایش مقاومت R عدد آمپرستج افزایش و عدد ولت‌سج کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

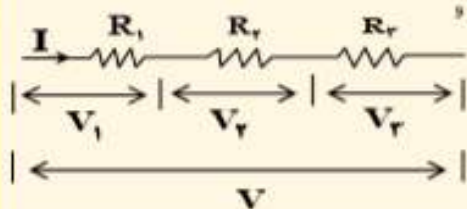
موضوع	موضوع	نوع	پایه	موضوع	نوع تست	درست/غلط	مثال	نشان اگر...	درجه	مدار
درجه ۱ تا ۳	معمومی	معمومی	پایه نهم	الکترونیک کاربردی	تشریحی	درست	مثال	نشان اگر...	معمومی	معمومی

به هم بستن مقاومت‌ها

معمولاً در مدارها برای بدست آوردن مقاومت مورد نظر آنها را به صورت های مختلفی می‌بندند که دو نوع از آنها عبارتند از:

۱- به هم بستن متوالی (سری)

۲- به هم بستن موازی (انشعابی)



تعیین مقاومت معادل در به هم بستن متوالی (سری)

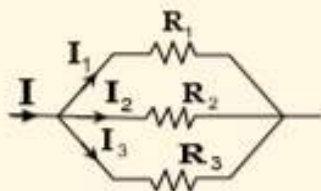
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

تعیین مقاومت معادل در به هم بستن موازی

در حالت موازی بودن مقاومت ها اختلاف پتانسیل دو سر همه ی مقاومت ها برابر بوده و شدت جریان کل برابر با مجموع شدت جریان های عبوری از هر یک از مقاومت ها می باشد.



$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

با توجه به قانون کره داریم:

توجه: اگر بخواهیم مقاومت معادل دو مقاومت موازی R_1 و R_2 را تعیین کنیم می‌توانیم از رابطه‌ی مقابل که حالت خاصی از معادله‌ی عمومی است استفاده کنیم.

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

نکته: مقاومت معادل در حالت متوالی از تمامی مقاومت‌ها بزرگتر و مقاومت معادل در حالت موازی از هر یک از مقاومت‌ها کوچکتر است.

مثال: دو مقاومت $R_1 = 4\Omega$ و R_2 به گونه‌ای به هم بسته شده‌اند که مقاومت معادل آنها ۸ اهم شده است. مقاومت R_2 چند اهم است؟

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow 8 = \frac{4 \cdot R_2}{4 + R_2} \Rightarrow R_2 = 12\Omega$$

پاسخ: چون مقاومت معادل از مقاومت کمتر است الزاماً موازی بسته شده‌اند.

نکته: اگر در یک مدار، به مقاومت‌های مدار به صورت موازی افزوده شود مقاومت معادل مدار کاهش یافته و اگر به صورت متوالی افزوده شود، مقاومت معادل افزایش می‌یابد.

نکته: اگر در یک مدار، یکی از مقاومت‌های مدار افزایش یابد، مقاومت معادل افزایش می‌یابد.

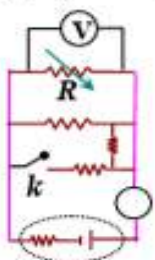
نکته: در مدار تک مولد، شدت جریانی که از مولد می‌گذرد از رابطه‌ی $I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r}$ و اختلاف پتانسیل دو سر مولد از رابطه‌ی $V = -Ir + \mathcal{E}$ محاسبه می‌شود.

آپریستج شدت جریانی که از مولد می‌گذرد (شدت جریان کل) و ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهند. با بستن کلید، به مقاومت‌های

مدار، به طور موازی افزوده شده و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد، یا توجه به رابطه‌ی $I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r}$ ، با کاهش R_T ، مقدار I یعنی شدت

جریانی که از مولد می‌گذرد افزایش می‌یابد.

اختلاف پتانسیل دو سر مولد $V = -Ir + \mathcal{E}$ محاسبه می‌شود. با افزایش I مقدار V کاهش می‌یابد.



یا توجه به توضیحات فقط گزینه ۳ می‌تواند درست باشد.

www.biomaze.ir

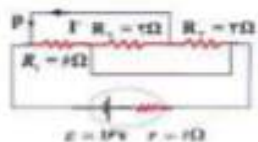
۱- در شکل مقابل، در مدت یک دقیقه، چند الکترون از مقطع P می‌گذرد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

$$1/8 \times 10^{-21} \quad 2$$

$$2/5 \times 10^{-20} \quad 1$$

$$1/8 \times 10^{-20} \quad 4$$

$$2/5 \times 10^{-21} \quad 3$$



پاسخ: گزینه ۳

موضوع	محاسبه‌ای	آموزشی	شماره	نوع	پایه	موضوع	این قسمت دارای...	درسنامه	مثال	یادداشت اگر...	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۸	۵	مقاله	پانزدهم	الکترونیک جاری	دارای...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	سهگانه	سهگانه

بر اساس درسنامه تست قبل و نکات زیر داریم...

اگر به یک جسم خنثی، الکترون داده شود، جسم دارای بار منفی و اگر از آن الکترون گرفته شود، جسم دارای بار مثبت خواهد بود.

$$q = \pm ne$$

بار الکتریکی، کمیتی گوانتیده (گسسته) است.

q : بار الکتریکی (C)

n : تعداد الکترون

e : بار الکتریکی هر الکترون ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

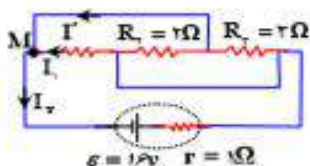
می‌دانیم که این سه مقاومت موازی هستند. مقاومت معادل آنها برابر است با:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{1+3+2}{6} = 1$$

$$R_T = 1\Omega$$

و شدت جریانی که از مولد گرفته می‌شود برابر است با:

$$I_T = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} = \frac{16}{1+1} = 8 \text{ A}$$



$$V = I_T R_T = 8 \times 1 = 8 \text{ V}$$

و اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:
حال شدت جریان را در مقاومت R_1 محاسبه می‌کنیم.

$$V_1 = I_1 R_1 \rightarrow V_T = I_1 \times \mathcal{E} \rightarrow 8 = I_1 \times \mathcal{E} \rightarrow I_1 = \frac{\mathcal{E}}{r} \text{ A}$$

$$I_T = I_1 + I' \rightarrow 8 = \frac{\mathcal{E}}{r} + I' \rightarrow I' = \frac{\mathcal{E}}{r} \text{ A}$$

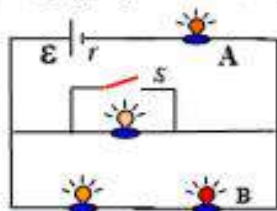
با توجه به رابطه بار الکتریکی عبوری و شدت جریان در یک سیم داریم:

$$q = I't \rightarrow ne = I't$$

$$n(1/6 \times 10^{-19}) = \frac{\mathcal{E}}{r} \times 6 \rightarrow n = 2/5 \times 10^{21}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- در شکل روبرو، مقاومت هر یک از لامپ‌ها یا مقاومت درونی مولد برابر بوده و توان لامپ A برابر با ۴۵ وات است. اگر کلید S بسته شود توان این لامپ چند وات می‌شود؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت است.)



۱۲- (۲)
۸- (۴)

۶- (۱)
۹- (۳)

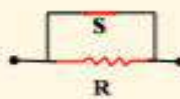
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفروضه	محدوداتی	انرژی	شماره سوال	پاره	بحث	این تست دارای...	درستنامه	مدار	بخش اگر...	درجه	میان متوسط
درجه ۱۰	۹	۸	۸	۸	پانزدهم	الکتریسیته جاری	دارای...	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲

اتصال کوتاه: اگر دو سر یک مقاومت الکتریکی، توسط یک سیم بدون مقاومت ارتباط پیدا کند این وضعیت را اتصال کوتاه می‌نامند. در این صورت اگر قبلاً آن مقاومت، قسمتی از یک مدار الکتریکی باشد، دیگر از مدار خارج شده است، زیرا هیچ جریانی از آن نخواهد گذشت و تمامی جریان از مسیر بدون مقاومت می‌گذرد. اختلاف پتانسیل دو سر آن مقاومت نیز صفر خواهد شد.



$$R_{AB} = R$$



$$R_{AB} = 0$$

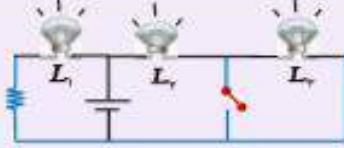
نکته: در مقاومت‌های متوالی، اگر یکی از مقاومت‌ها اتصال کوتاه شود، فقط همان مقاومت از مدار حذف می‌شود. مقاومت معادل کاهش می‌یابد اما صفر نمی‌شود.



$$R_{AB} = R_2$$

نکته: در مقاومت‌های موازی (یا انشعابی)، اگر یکی از مقاومت‌ها اتصال کوتاه شود، تمامی آن مقاومت‌های موازی اتصال کوتاه شده و مقاومت معادل صفر می‌شود.

مثال: در مدار رویه رومقاومت لامپ‌ها ثابت و مولد آرمانی است. یا بستن کلید:



- (۱) هر سه لامپ خاموش می‌شوند.
- (۲) L_1 و L_2 خاموش شده و نور L_3 افزایش می‌یابد.
- (۳) L_1 و L_2 خاموش شده و نور L_3 تغییر نمی‌کند.
- (۴) L_2 خاموش شده و نور L_1 بیشتر شده و نور L_3 تغییر نمی‌کند.

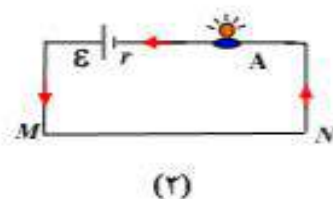
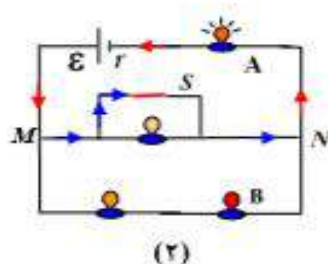
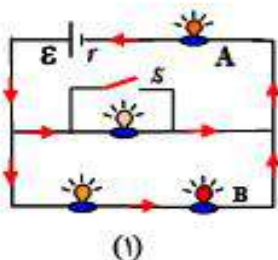
پاسخ: گزینه (۴) درست است. یا بستن کلید، لامپ L_2 اتصال کوتاه شده و اینج لامپ خاموش می‌شود. دو لامپ L_1 و L_3 متوالی بودند و مجموعه‌ی این دو لامپ به دو سر مولد متصل بوده است. یا بستن کلید اختلاف پتانسیل دو سر لامپ L_2 صفر شده و در نتیجه تمام اختلاف پتانسیل دو سر مولد آرمانی به لامپ L_3 خواهد رسید و در نتیجه نور لامپ زیاد می‌شود.

در شاخه‌ی سمت چپ، که لامپ L_1 و مقاومت نشان داده شده متوالی هستند و دو سر مجموعه‌ی این دو وسیله، که همان نیروی محرکه مولد است تغییر نکرده، بنابراین نور لامپ L_1 تغییر نمی‌کند.

شدت جریانی که از لامپ A می‌گذرد همان شدت جریانی است که از مولد می‌گذرد.

قبل از بستن کلید، دو لامپ B و C متوالی بوده و مجموعه این دو با لامپ D موازی است و مجموعه سه لامپ B، C و D با لامپ A متوالی اند. اگر مقاومت هر لامپ r باشد، مقاومت معادل دو لامپ B و C، برابر با $\frac{r}{2}$ و مقاومت معادل مجموعه سه لامپ B، C و D برابر با $\frac{r}{3}$ و در نهایت مقاومت معادل مدار $\frac{5}{3}r$ و شدت جریانی از مولد می‌گذرد $I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{5}{3}r + r} = \frac{3}{8} \frac{\mathcal{E}}{r}$ بوده و در نتیجه با توجه به توان لامپ A داریم:

$$P_A = R_A I_A^2 = r \times \left(\frac{3}{8} \frac{\mathcal{E}}{r}\right)^2 \Rightarrow P_A = \frac{9}{64} \frac{\mathcal{E}^2}{r} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}^2}{r} = \frac{64}{9} P_A$$

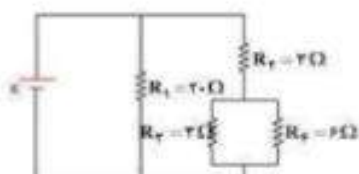


پس از بستن کلید، مقاومت معادل مجموعه سه لامپ B، C و D صفر شده و فقط لامپ A باقی می‌ماند. در نتیجه شدت جریان در حالت تهای برابر خواهد شد یا:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_A + r} = \frac{\mathcal{E}}{r + r} = \frac{\mathcal{E}}{2r}$$

$$P'_A = R_A I_A'^2 = r \times \left(\frac{\mathcal{E}}{2r}\right)^2 \Rightarrow P'_A = \frac{1}{4} \frac{\mathcal{E}^2}{r} = \frac{1}{4} \times \frac{64}{9} P_A \Rightarrow P'_A = \frac{16}{9} P_A$$

۱۲- در مدار زیر، توان مصرفی در مقاومت R_1 برابر P است. توان مصرفی در مقاومت R_2 چند برابر P است؟



$$\frac{15}{4} \text{ (C)}$$

$$\frac{17}{4} \text{ (E)}$$

$$\frac{15}{8} \text{ (A)}$$

$$\frac{17}{8} \text{ (B)}$$

موضوع	مفهوم	محاسبات	تجزیه و تحلیل	شماره سوال	پایه	مبحث	این تست دارای ...	درست است	مثال	بخش اگر ...	درجه سختی	میزان متوسط
درجه از ۵	۳	۹	۸	سوال	پایه دهم	جریان الکتریکی	دارای ...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	۳	متوسط

(۱) توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در جریان آن وسیله است.

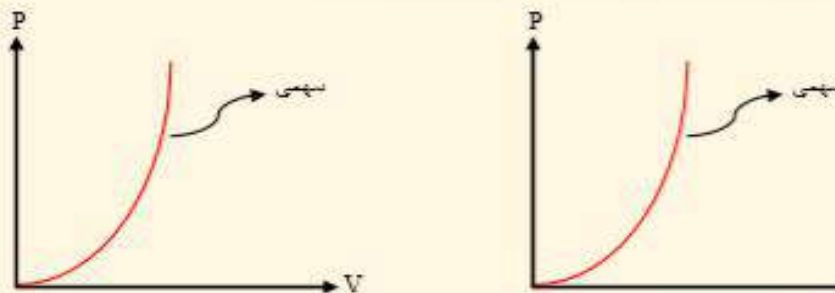
$$P = VI$$

(۲) برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

توان مصرفی مقاومت

$$\begin{aligned} P &= VI \\ P &= RI^2 \\ P &= \frac{V^2}{R} \end{aligned}$$

(۳) نمودار توان مصرفی در یک مقاومت بر حسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



(۴) با ضرب کردن توان الکتریکی در زمان می‌توان انرژی مصرفی در مقاومت‌ها را محاسبه کرد:

$U = Pt$

$$\begin{aligned} U &= VI t \\ U &= RI^2 t \\ U &= \frac{V^2}{R} t \end{aligned}$$

(۵) در استفاده از رابطه $U = Pt$ ، اگر توان بر حسب وات و زمان بر حسب ثانیه جایگزین شود، انرژی بر حسب ژول به دست می‌آید و اگر توان بر حسب کیلووات و زمان بر حسب ساعت جایگزین شود، انرژی بر حسب کیلووات ساعت به دست می‌آید.

(۶) هر کیلووات ساعت معادل 3.6×10^6 ژول است.

$$1 \text{ kw} \cdot \text{h} \equiv 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

مثال:

یک وسیله برقی با مقاومت الکتریکی 50Ω به اختلاف پتانسیل 100 V متصل شده است. در هر شبانه‌روز چند کیلووات ساعت انرژی در این وسیله مصرف می‌شود؟
گام اول: محاسبه توان بر حسب کیلووات:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{50} = 200 \text{ W} = 0.2 \text{ kw}$$

گام دوم: محاسبه انرژی در هر شبانه‌روز:

$$U = Pt = 0.2 \times 24 = 4.8 \text{ kw} \cdot \text{h}$$

(۷) برای مقایسه توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. در مقایسه جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم:

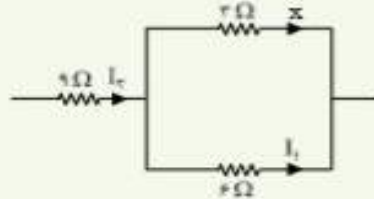
الف) جریان مقاومت‌های متوالی با هم برابر است.

ب) جریان مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد.

ج) برای مقایسه جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر x در نظر می‌گیریم و جریان سایر قسمت‌ها را بر حسب x به دست می‌آوریم.

برای آن‌که نکته بالا واضح‌تر شود، بهتر است قبل از این‌که به حل این تست بپردازیم، چند تمرین زیر را حل کنیم.

تمرین (۱): در مدار زیر اگر جریان مقاومت $2\ \Omega$ برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را بر حسب x به دست آورید.



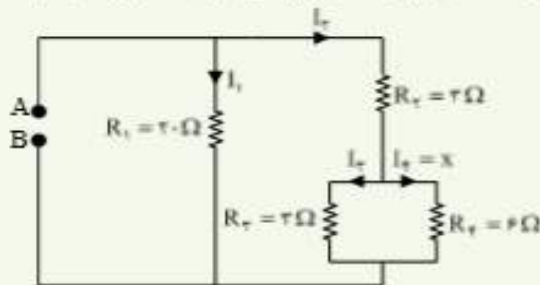
همان‌طور که یاد گرفتیم در مقاومت‌های موازی، جریان با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جریان مقاومت } 6\ \Omega}{\text{جریان مقاومت } 2\ \Omega} = \frac{2}{6} \Rightarrow \frac{I_6}{x} = \frac{2}{6} \Rightarrow I_6 = \frac{x}{3}$$

همچنین جریان مقاومت $9\ \Omega$ برابر مجموع جریان‌های مقاومت‌های $2\ \Omega$ و $6\ \Omega$ است، بنابراین داریم:

$$I_9 = x + \frac{x}{3} = \frac{4x}{3}$$

تمرین (۲): در مدار مقابل، اگر جریان مقاومت $6\ \Omega$ برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را بر حسب x به دست آورید.



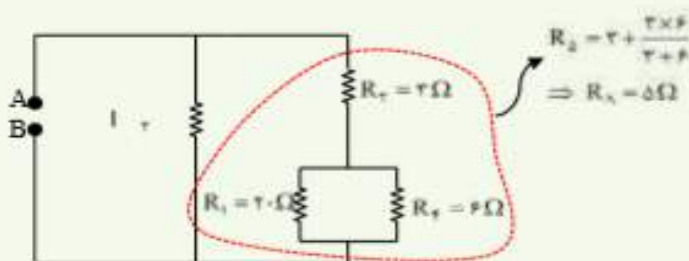
مقاومت‌های R_3 و R_4 با هم موازی هستند، بنابراین داریم:

$$\frac{I_3}{I_4} = \frac{R_4}{R_3} \Rightarrow \frac{I_3}{x} = \frac{6}{6} \Rightarrow I_3 = x$$

جریان I_2 برابر مجموع I_3 و I_4 است، بنابراین می‌توان نوشت:

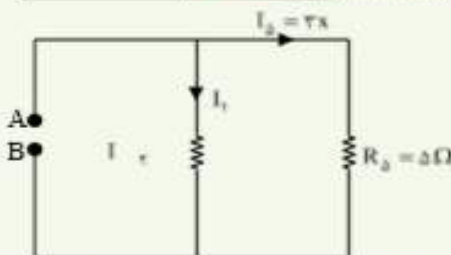
$$I_2 = I_3 + I_4 = x + x = 2x$$

برای به دست آوردن جریان I_1 راه سخت‌تری در پیش داریم. برای این کار ابتدا سمت راست مدار را ساده می‌کنیم. مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی هستند و حاصل آن‌ها با R_2 متوالی است، بنابراین داریم:



$$R_2 = 2 + \frac{2 \times 6}{2 + 6} \Rightarrow R_2 = 5\ \Omega$$

ساده کردن مدار \Rightarrow



در نهایت چون مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی هستند، می‌توانیم جریان I_1 را هم بر حسب x به‌دست آوریم.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{2x} = \frac{5}{2} \Rightarrow I_1 = \frac{5}{2}x$$

(۸) در قسمت قبل یاد گرفتیم که چگونه جریان مقاومت‌های مدار را مقایسه کنیم. پس از مقایسه جریان‌ها، می‌توانیم به راحتی و با استفاده از رابطه $P = RI^2$ توان مقاومت‌ها را هم با یکدیگر مقایسه کنیم.

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2} \times \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2$$

مدار داده شده در این سؤال همان مداری است که در تمرین ۲ در درسته مورد بررسی قرار گرفته است. همان‌طور که در حل مثال دیدیم، اگر جریان مقاومت R_1 برابر x باشد، جریان مقاومت R_2 برابر $\frac{5}{2}x$ خواهد شد. بنابراین برای مقایسه توان مصرفی این دو مقاومت می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1 I_1^2}{R_2 I_2^2} = \frac{2 \times \left(\frac{5}{2}x\right)^2}{6 \times x^2} = \frac{15}{8}$$

بنابراین توان مصرفی در مقاومت R_1 برابر $\frac{15}{8}$ برابر توان مقاومت R_2 است.

اگر ...

اگر می‌پرسیدیم کدامیک از مقاومت‌های مدار بیش‌ترین توان را مصرف می‌کند، پاسخ چه بود؟
پاسخ: در تمرین ۲ در درسته بالا، جریان همه مقاومت‌ها را به‌دست آوردیم. در ادامه توان مقاومت‌ها را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} R_1 = 2 \Omega \\ I_1 = \frac{5}{2}x \end{cases} \Rightarrow P_1 = R_1 I_1^2 = 2 \times \left(\frac{5}{2}x\right)^2 = \frac{25x^2}{2}$$

$$\begin{cases} R_2 = 2 \Omega \\ I_2 = 2x \end{cases} \Rightarrow P_2 = R_2 I_2^2 = 2 \times (2x)^2 = 8x^2$$

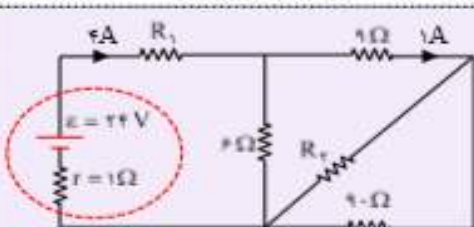
$$\begin{cases} R_3 = 2 \Omega \\ I_3 = 2x \end{cases} \Rightarrow P_3 = R_3 I_3^2 = 2 \times (2x)^2 = 8x^2$$

$$\begin{cases} R_4 = 6 \Omega \\ I_4 = x \end{cases} \Rightarrow P_4 = R_4 I_4^2 = 6 \times x^2 = 6x^2$$

با مقایسه مقادیر بالا داریم:

$$P_1 > P_2 > P_3 > P_4$$

این سؤال براساس یکی از تست‌های کنکور خارج از کشور رشته تجربی سال ۱۴۰۰ طرح شده است که در ادامه به بررسی آن می‌پردازیم.



تست کنکور خارج از کشور رشته تجربی سال ۱۴۰۰:

در شکل روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R_2 چند وات است؟

- (۱) ۹/۸
- (۲) ۸/۶
- (۳) ۷/۲
- (۴) ۳/۶

پاسخ: از $4A$ جریان مدار، $1A$ از آن وارد مقاومت 9Ω شده و $3A$ باقی مانده وارد مقاومت 6Ω شده است.

باتوجه به این‌که جریان در مقاومت‌های موازی یا مقدار مقاومت رابطه عکس دارد، مقاومت معادل مقاومت‌های 9Ω و R_2 باید 9Ω باشد ۳ برابر مقاومت 6Ω ، یعنی برابر 18Ω باشد.

$$9 + \frac{R_2 \times 9}{R_2 + 9} = 18 \Rightarrow \frac{R_2 \times 9}{R_2 + 9} = 9 \Rightarrow R_2 = 9\Omega$$

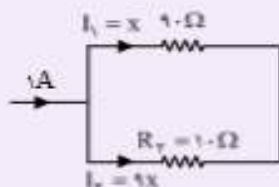
حامل موازی 9Ω و R_2

در ادامه کافی است جریان $1A$ را بین مقاومت 90Ω و مقاومت $R_p = 10\Omega$ تقسیم کنیم و توان را به دست آوریم.

$$I = x + 9x \Rightarrow 1 - x = 1 \Rightarrow x = -1/9 A$$

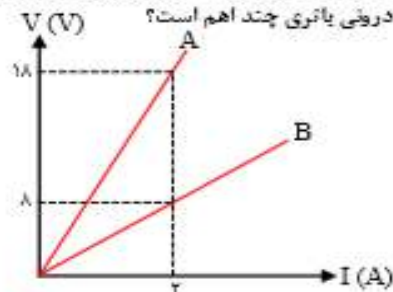
$$\Rightarrow I_r = 9x = -1/9 A$$

$$P_r = R_p I_r^2 = 10 \times (-1/9)^2 = 1/10 W$$



گروه آموزشی ماز

۱۳- نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب جریان دو مقاومت الکتریکی **A** و **B** مطابق شکل زیر است. یک بار مقاومت **A** را به یک باتری متصل می‌کنیم و بار دیگر مقاومت **B** را به همان باتری متصل می‌کنیم. اگر توان خروجی از باتری در هر دو حالت برابر باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

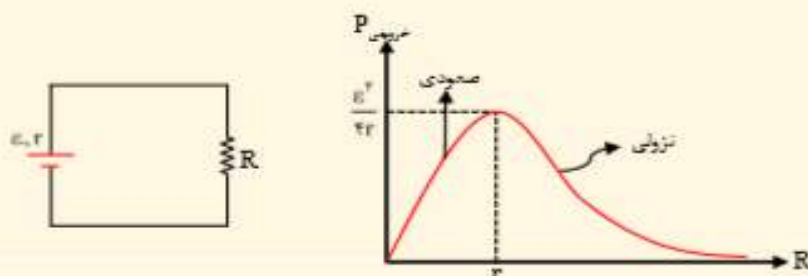


- (۱) ۶
(۲) ۴
(۳) ۹
(۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه	پایه	مبحث	این تست	درسی	مثال	یادداشت	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۳	۱	۲	۳	سوال	پانزدهم	جریان الکتریکی	دارای ...	✓	✓	✓	✓	متوسط

(۱) در مدار تک حلقه مقابل، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، بر حسب مقاومت R به صورت مقابل است.



(۲) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار بزرگتر از مقاومت درونی باتری است ($R > r$)، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که در حالت $R > r$ ، با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

(۳) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار کوچکتر از مقاومت درونی باتری است ($R < r$)، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که در حالت $R < r$ ، با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

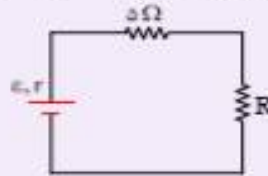
(۴) همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{E^2}{4r}$ می‌باشد.

(۵) اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری واسطه هندسی مقاومت‌های R_1 و R_2 است، یعنی:

$$R_1 R_2 - r^2 \Rightarrow r = \sqrt{R_1 R_2}$$

مثال:

در مدار مقابل اگر مقاومت R برابر 4Ω یا 11Ω باشد، توان خروجی از باتری یکسان است. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



اگر $R = 4\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار برابر $R_1 = 9\Omega$ می‌شود و اگر $R = 11\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار برابر $R_2 = 16\Omega$ می‌شود. مطابق نکته بالا داریم:
 $r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{9 \times 16} = 3 \times 4 = 12\Omega$

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم:

گام اول: محاسبه مقاومت‌های A و B باتوجه به نمودار:

$$R_A = \frac{V_A}{I_A} = \frac{18}{2} = 9\Omega$$

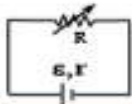
$$R_B = \frac{V_B}{I_B} = \frac{6}{1.5} = 4\Omega$$

گام دوم: باتوجه به درستی‌های فوق، می‌دانیم اگر به ازای دو مقاومت مختلف، توان خروجی باتری یکسان باشد، حاصل ضرب آن دو مقاومت برابر مربع مقاومت درونی باتری است. بنابراین داریم:

$$R_A R_B = r^2 \Rightarrow r = \sqrt{9 \times 4} = 6\Omega$$

www.biomaze.ir

۱۴- اگر در مدار شکل روبه‌رو، R را به تدریج از 8Ω تا 2Ω کاهش دهیم، توان مصرف شده در R پیوسته افزایش می‌یابد. کدام رابطه برای r درست است؟



$$2\Omega \leq r < 8\Omega \quad (2)$$

$$r \leq 2\Omega \quad (4)$$

$$2\Omega < r \leq 8\Omega \quad (1)$$

$$8\Omega \leq r \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معمول	متخصصی	آموزشی	تجربیه	پایه	مبحث	این تست دارای...	درست‌نامه	مثال	بخش دیگر...	فرجه	میزان
درجه از ۱ تا ۴	۱۰	۶	۸	۱۰	۱۰	الکترونیک جاری	دارای...	✓	✓	✓	سختی	سخت

توان مولد

هنگامی که یک مولد در یک مدار قرار دارد، بخشی از انرژی تولید شده را در اثر وجود مقاومت درونی به صورت انرژی‌های دیگر (مانند گرما) تبدیل نموده و بقیه را به صورت انرژی الکتریکی وارد مدار می‌کند.

$U_1 = \varepsilon - sI$	انرژی تولیدی مولد
$U_r = rI^2 t$	انرژی تلف شده در مولد
$U = U_1 - U_r = \varepsilon I t - rI^2 t = (\varepsilon - Ir)It = VIt$	انرژی مفید

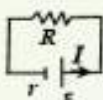
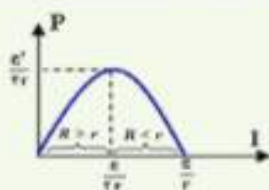
تذکر: انرژی مفید مولد همان انرژی مصرف شده در مصرف کننده‌های مدار (غیر از مقاومت درونی مولد) است.

توان در مولد

یا توجه به تعریف توان (انرژی در یکای زمان) داریم: $P = \frac{U}{t}$

$P_{\text{مفید}} = \frac{U_{\text{مفید}}}{t} = \frac{\varepsilon I t}{t}$	$P_r = sI$	توان تولیدی (کل)
---	------------	------------------

$P_T = \frac{U_T}{t} = \frac{rI^2 t}{t}$	$P_T = P_r - rI^2$	توان تلف شده در مولد
$P = P_T - P_r \Rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$ یا $P = VI$		توان مفید (یا خروجی) مولد



نکته: نمودار توان یک مولد بر حسب شدت جریانی که از آن گرفته می شود یک سهمی به صورت مقابل خواهد بود.

$$P = \varepsilon I - rI^2$$

یک تابع درجه ی دوم (سهمی شکل) است.

با توجه به تقارن در سهمی می توان دید که شدت جریانی که به ازای آن توان مفید

$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow P = \varepsilon \left(\frac{\varepsilon}{2r} \right) - r \left(\frac{\varepsilon}{2r} \right)^2 \quad P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

مثال: مقاومت درونی یک مولد ۲ اهم و بیشینه توانی که از این مولد می توان گرفت ۱۲/۵ وات است. نیروی محرکه ی الکتریکی مولد چند ولت است؟

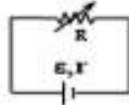
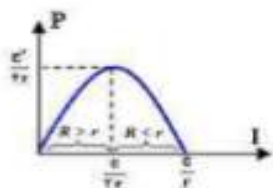
$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \Rightarrow 12.5 = \frac{\varepsilon^2}{4 \times 2} \Rightarrow \varepsilon^2 = 100 \Rightarrow \varepsilon = 10 \text{ V}$$

می دانیم وقتی دو پایانه ی مولدی را به دو سر مقاومت متغیری بیدیم نمودار توان مفید مولد بر حسب جریانی که از مولد گرفته می شود به صورت سهمی

مقابل است. از طرفی می دانیم هنگامی که مقاومت مدار را کم کنیم، شدت جریانی که از مولد گرفته می شود ($I = \frac{\varepsilon}{R+r}$)، افزایش می یابد. هنگامی که با

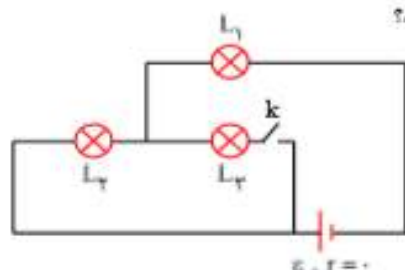
افزایش جریان توان نیز افزایش می یابد می توان نتیجه گرفت که مقاومت مدار از مقاومت درونی مولد بیشتر است.

یعنی $r \leq 8 \Omega$ و $r \leq 2 \Omega$ است. در نتیجه $r \leq 2 \Omega$ گنجه ی درست خواهد بود.



گروه آموزشی ماز

۱۵- در مدار مقابل، با بستن کلید k، نور لامپ های L_1 و L_2 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟



- (۱) افزایش - افزایش
- (۲) کاهش - افزایش
- (۳) کاهش - کاهش
- (۴) کاهش - افزایش

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهوم	معماری	آموزشی	شده	پایه	مبحث	این تست	درنامه	مثال	بخش دیگر	درجه	میان
درجه ۱ تا ۳	۷	۶	۹	مقال	پایه	جریان الکتریکی	دارای ...	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	میان

در این درنامه به بررسی سؤالاتی می پردازیم که در آن ها مقدار یک مقاومت تغییر می کند یا کلیدی باز یا بسته می شود و اثر این تغییرات بر مقادیر ولت سنج ها و آمپرسنج ها و یا نور لامپ ها از ما پرسیده می شود. برای حل این نوع از سؤالات می توانیم گام های زیر را طی می کنیم.

(۱) تعیین می کنیم مقاومت معادل مدار چگونه تغییر کرده است.

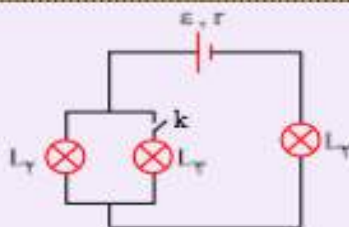
(۲) باتوجه به نتیجه گام قبل، تعیین می کنیم جریان خروجی از باتری چگونه تغییر می کند.

(۳) با مشخص شدن تغییرات جریان باتری، تغییر نور برخی از لامپ ها و یا تغییرات اعداد برخی از ولت سنج ها و آمپرسنج های مدار مشخص می شود. برای تعیین تغییرات نور لامپ های دیگر و مقادیر سایر ولت سنج ها و آمپرسنج ها ولتاژ باتری را بررسی می کنیم.

برای آن که روش بالا به طور کامل واضح شود، دو مثال زیر را حل می‌کنیم. مثال اول مربوط به نور لامپ‌ها است و مثال دوم مربوط به تغییرات اعداد ولتسنج و آمپرسنج است.

مثال (۱):

در مدار مقابل با بستن کلید L_1 و L_2 چگونه تغییر می‌کند؟



برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام (۱): با بستن کلید L_2 دو لامپ باهم موازی می‌شوند و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

گام (۲): با کاهش مقاومت مدار، جریان خروجی از باتری زیاد می‌شود. چون جریان باتری به طور کامل از لامپ L_1 می‌گذرد، با افزایش جریان، نور L_1 هم زیاد می‌شود.

گام (۳): جریان کل مدار زیاد شده است، ولی این جریان با بسته شدن کلید باید بین دو لامپ L_1 و L_2 تقسیم شود، بنابراین یا کمک جریان نمی‌توانیم تغییرات نور لامپ L_2 را بررسی کنیم. برای این کار از تغییرات ولتاژ باتری در مدار کمک می‌گیریم.

$$V_{\text{دریانه}} = \mathcal{E} - I r \Rightarrow V_{\text{دریانه}} \downarrow$$

$$V_{\text{دریانه}} = V_{L_1} + V_{L_2} \Rightarrow V_{L_2} \downarrow$$

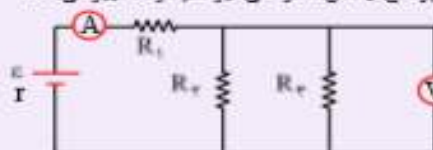
بنابراین نور لامپ L_2 با کاهش ولتاژ L_2 کم شده است. راه حل این مثال را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

$$k \text{ بستن} \Rightarrow R_t \downarrow \Rightarrow I_t \uparrow \Rightarrow L_1 \text{ پرنورتر}$$

$$I_t \uparrow \Rightarrow V_{\text{دریانه}} \downarrow \Rightarrow V_{L_2} \downarrow \Rightarrow L_2 \text{ کم نورتر}$$

مثال (۲):

در مدار مقابل با افزایش مقاومت R_2 ، مقداری که ولتسنج و آمپرسنج ایده‌آل اندازه می‌گیرند چگونه تغییر می‌کند؟



پانوجه به مثال قبل به طور خلاصه می‌توان نوشت:

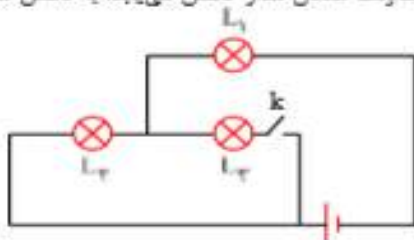
$$\uparrow R_2 \Rightarrow \uparrow R_t \Rightarrow \downarrow I_t \Rightarrow \text{جریان آمپرسنج کم می‌شود.}$$

$$V_{\text{دریانه}} = \mathcal{E} - I r \Rightarrow \uparrow V_{\text{دریانه}}$$

$$V_{\text{دریانه}} = V_{R_2} + V_{R_3} \Rightarrow \uparrow V_{R_3} \Rightarrow \text{ولتاژ ولتسنج زیاد می‌شود.}$$

دقت کنید که ولتاژ دو سر مقاومت R_2 همان ولتاژی است که ولتسنج اندازه می‌گیرد.

با بستن کلید L_1 و L_2 موازی می‌شوند و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد، یا کاهش مقاومت معادل، جریان خروجی از باتری زیاد می‌شود و در نتیجه نور لامپ L_1 افزایش می‌یابد.



$$k \Rightarrow \downarrow R_t \Rightarrow \uparrow I_t$$

L_1 پرتورتر می شود.

با افزایش جریان مدار، ولتاژ لامپ L_1 زیاد می شود و باتوجه به این که ولتاژ باتری بین لامپ های L_1 و L_2 تقسیم می شود، با افزایش ولتاژ L_1 ، ولتاژ L_2 کم شده و در نتیجه لامپ L_2 کم تورتر می شود.

$$L_2 \text{ کم تورتر می شود. } \Rightarrow \downarrow V_{L_2} \Rightarrow \uparrow V_{L_1} + V_{L_2} = V_{\text{باتری}} \text{ ثابت}$$

این سؤال براساس تمرین های ۲۳ و ۲۴ در انتهای فصل دوم کتاب درسی فیزیک یازدهم رشته تجربی طرح شده است.

www.biomaze.ir

۱۶ - یک مکعب آهنی توپر به ضلع 10 cm را ذوب می کنیم و با آن یک سیم به طول 100 متر می سازیم. یک مکعب مسی توپر به ضلع 10 cm را هم ذوب می کنیم و با آن یک سیم دیگر به طول 200 متر می سازیم. اگر دو سر هریک از سیم ها را به اختلاف پتانسیل 0.1 V وصل کنیم، در هر دقیقه، تعداد الکترون هایی که به طور خالص از هر مقطع سیم آهنی می گذرند، چه تعداد کمتر از الکترون هایی است که به طور خالص از هر مقطع سیم مسی می گذرند؟

$$(\rho_{\text{مس}} = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}, \rho_{\text{سیم}} = 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$7/5 \times 10^{19} \text{ (F)}$$

$$1/5 \times 10^{19} \text{ (G)}$$

$$7/5 \times 10^{20} \text{ (C)}$$

$$1/5 \times 10^{20} \text{ (D)}$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	زبان	موضوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
فیزیک	۴	۳	۷	سؤال	یازدهم	جریان الکتریکی	و ترکیب	۱	۱	۱

درسنامه:

۱- مطابق قانون اهم رابطه ولتاژ و جریان یک مقاومت به صورت زیر است:

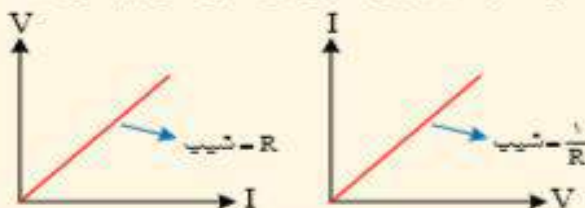
$$V = RI$$

اختلاف پتانسیل یا یکای ولت: V

جریان الکتریکی یا یکای آمپر: I

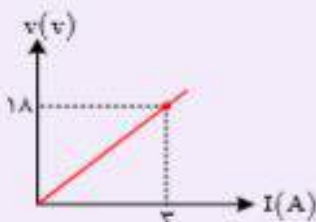
مقاومت الکتریکی یا یکای اهم: R

۲- مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان الکتریکی آن مطابق شکل زیر به صورت یک خط صعودی است.



مثال (۱۸)

نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان آن مطابق شکل است. اگر این مقاومت را به ولتاژ 20 V وصل کنیم، جریان آن چند آمپر می شود؟



ابتدا اندازه مقاومت را محاسبه می کنیم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{18}{3} = 6 \Omega$$

در ادامه با وصل کردن مقاومت به ولتاژ 20 V ، جریان الکتریکی برابر است با:

$$V = RI \Rightarrow 20 = 6I \Rightarrow I = \frac{20}{6} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

باتوجه به این که حجم هر سیم برابر $V = AL$ است، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} V = AL \Rightarrow A = \frac{V}{L} \Rightarrow R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L^2}{V} \\ R = \rho \frac{L}{A} \end{cases}$$

دقت کنید که در محاسبات باید V حجم سیم است. در ادامه مقاومت هریک از سیم‌ها را به‌دست می‌آوریم.

$$\text{سیم آهنی: } V_{\text{آهن}} = 1000 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3, L_{\text{آهن}} = 100 \text{ m}, \rho_{\text{آهن}} = 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\Rightarrow R_{\text{آهن}} = \rho_{\text{آهن}} \frac{L_{\text{آهن}}^2}{V_{\text{آهن}}} = 10^{-7} \times \frac{100^2}{10^{-3}} = 1 \Omega$$

$$\text{سیم مسی: } V_{\text{مس}} = 1000 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3, L_{\text{مس}} = 200 \text{ m}, \rho_{\text{مس}} = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\Rightarrow R_{\text{مس}} = \rho_{\text{مس}} \frac{L_{\text{مس}}^2}{V_{\text{مس}}} = 2 \times 10^{-8} \times \frac{200^2}{10^{-3}} = 0.8 \Omega$$

در ادامه جریان الکتریکی دو سیم را با اتصال به ولتاژ 0.8 ولت به‌دست می‌آوریم.

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \begin{cases} I_{\text{آهن}} = \frac{0.8}{1} = 0.8 \text{ A} \\ I_{\text{مس}} = \frac{0.8}{0.8} = 1 \text{ A} \end{cases}$$

در نهایت تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه به‌طور خالص از مقطع سیم‌ها می‌گذرد را به‌دست می‌آوریم.

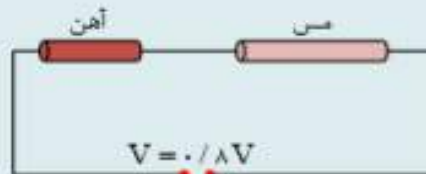
$$\begin{cases} q = It \\ q = ne \end{cases} \Rightarrow It = ne \Rightarrow n = \frac{It}{e}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n_{\text{آهن}} = \frac{0.8 \times 60}{1.6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{20} \\ n_{\text{مس}} = \frac{1 \times 60}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.75 \times 10^{20} \end{cases}$$

بنابراین تعداد الکترون‌هایی که از سیم آهنی می‌گذرد، 3×10^{20} تا کم‌تر است.

اگر...

اگر این دو سیم را مطابق شکل پشت سر هم قرار داده و به همان منبع ولتاژ 0.8 ولتی وصل کنیم، در هر دقیقه چند الکترون به‌طور خالص از هر مقطع سیم‌ها می‌گذرد؟



پاسخ:

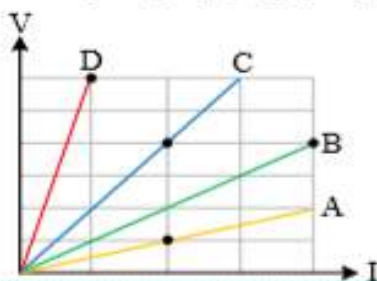
$$R = R_{\text{مس}} + R_{\text{آهن}} = 0.8 + 1 = 1.8 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0.8}{1.8} = \frac{4}{9} \text{ A}$$

$$\Rightarrow \frac{It}{e} = \frac{\frac{4}{9} \times 60}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{50}{3} \times 10^{20}$$

گروه آموزشی ماز

۱۷ - نمودار ولتاژ - جریان چهار مقاومت داده شده است. اگر دو سر مقاومت B را به یک منبع یا اختلاف پتانسیل ۲۴V وصل کنیم جریان الکتریکی ۴A از آن عبور می‌کند. اگر دو سر سیم‌های A، C و D را به همان اختلاف پتانسیل وصل کنیم. جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها به ترتیب از راست به چپ چند آمپر می‌شود؟



- (۱) ۲.۴
(۲) ۲.۴۸
(۳) ۲.۴
(۴) ۲.۴۸

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	موضوع	پایه	موضوع	پایه	پیش‌نیاز	موضوع	درجه	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

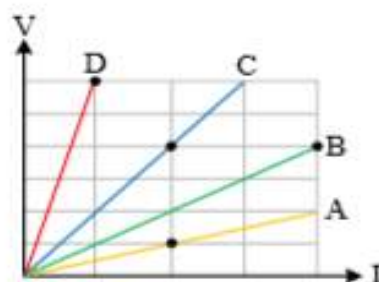
در دروسنامه تست قبل هر چیزی رو که بهش نیاز داریم، بهتون گفتیم...

اینها به کمک نمودار داده شده، نسبت مقاومت‌ها را محاسبه می‌کنیم. همان‌طور که می‌دانید، شیب نمودار ولتاژ به جریان برابر مقاومت الکتریکی است.

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\text{شیب A}}{\text{شیب B}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 2$$

$$\frac{R_C}{R_B} = \frac{\text{شیب C}}{\text{شیب B}} = \frac{\frac{2}{4}}{\frac{1}{4}} = 2 \Rightarrow \frac{R_B}{R_C} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{R_D}{R_B} = \frac{\text{شیب D}}{\text{شیب B}} = \frac{\frac{6}{4}}{\frac{1}{4}} = 6 \Rightarrow \frac{R_B}{R_D} = \frac{1}{6}$$



از طرفی می‌دانیم که جریان الکتریکی به ازای اختلاف پتانسیل یکسان با مقدار مقاومت رابطه عکس دارد، بنابراین جریان هر یک از مقاومت‌ها برابر است با:

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{R_B}{R_A} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 2 \Rightarrow I_A = 2A$$

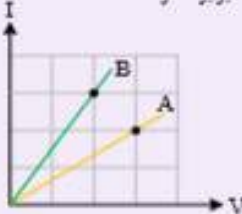
$$\frac{I_C}{I_B} = \frac{R_B}{R_C} \Rightarrow \frac{I_C}{I_B} = \frac{1}{2} \Rightarrow I_C = \frac{1}{2}A$$

$$\frac{I_D}{I_B} = \frac{R_B}{R_D} \Rightarrow \frac{I_D}{I_B} = \frac{1}{6} \Rightarrow I_D = \frac{1}{6}A$$

این سوال بر اساس یکی از سوالات کنکور ریاضی سال ۹۸ طرح شده است که در ادامه آن را هم حل می‌کنیم.

تست کنکور سراسری رشته ریاضی سال ۹۸:

شکل زیر، رابطه بین جریان عبوری از مقاومت‌های A و B و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها را نشان می‌دهد. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



- (۱) $\frac{9}{4}$
(۲) $\frac{2}{3}$
(۳) $\frac{3}{2}$
(۴) $\frac{4}{9}$

پاسخ: گزینه ۱

می‌دانیم شیب نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برابر $\frac{1}{R}$ است. بنابراین داریم:

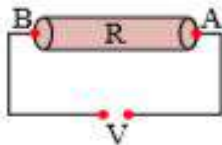
$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\text{شیب نمودار A}}{\text{شیب نمودار B}} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{4}{9}} = \frac{4}{9}$$

تذکره:

به تفاوت نمودار $V-I$ و نمودار $I-V$ توجه کنید.

www.biomaze.ir

۱۸- در شکل زیر اگر یک الکترون پس از طی مسافت $6 \times 10^{-3} \text{ m}$ خود را از ابتدای رسانای AB (نقطه A) به انتهای رسانا (نقطه B) برساند طول این رسانا چند سانتی متر است؟ (سرعت سوق الکترون ها 10^{-4} m/s و فندی حرکت کاتوره های الکترون ها 10^6 m/s می باشد).



- ۱- ۶
۲- ۱
۳- ۰/۶
۴- ۰/۱

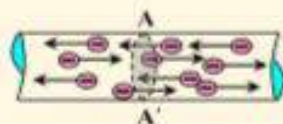
پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	آموختن	شماره	نوع	محت	پیش نوار	پیش نوار	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۵	۷	۷	الکترونیک مدار	و ترکیب	فصل اول: دواتریم	فصل اول: دواتریم	متوسط	متوسط

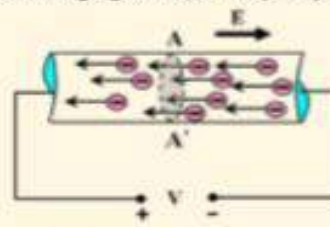
جریان الکتریکی

اگر از دید میکروسکوپی به درون یک سیم فلزی توجه کنیم، الکترون های آزاد، آزادانه درون فلز جابهجا می شوند و مسیر حرکت آن ها نظم خاصی ندارد. یک مقطع از این سیم مانند AA' را در نظر می گیریم، اگر در مدت زمان معینی تعدادی از این الکترون ها از سمت راست به چپ بروند، در همین مدت، به همین تعداد، الکترون از سمت چپ به راست می روند به طوری که می توان گفت که انگار بار خالصی از این مقطع عبور نکرده است. (شکل الف)

هنگامی که به دو سر یک رسانا اختلاف پتانسیلی اعمال می شود، یک میدان الکتریکی در آن ظاهر می شود که به بارهای الکتریکی آزاد (همان الکترون های آزاد) نیرو وارد نموده آن ها را وادار به حرکت در خلاف جهت میدان می نماید. بدین صورت می گوئیم جریان الکتریکی در رسانا برقرار شده است. (شکل ب)



(الف)



(ب)

توجه: الکترون های آزاد در طول یک سیم مسی با سرعت هایی از مرتبه 10^{-5} m/s به طور کاتوره ای در همی جهت ها حرکت می کنند.

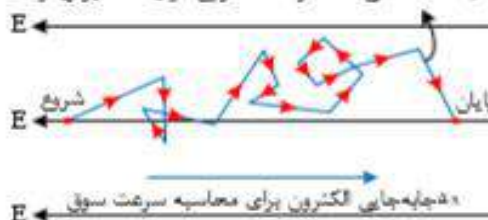


در واقع وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال می کنیم، الکترون ها حرکت کاتوره ای خود را قدری تغییر می دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته ای سوق پیدا می کنند که این موجب جریان الکتریکی در رسانا می شود (شکل روبهرو) سرعت سوق در یک رسانای مسی از مرتبه 10^{-5} m/s یا 10^{-4} m/s است.

تذکره: بارهای مثبت تحت اثر یک میدان الکتریکی از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر و الکترون ها از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر می روند.

ابتدا به شکل زیر دقت کنید:

(L) مسافت طی شده توسط الکترون در یک مسیر پیچناک

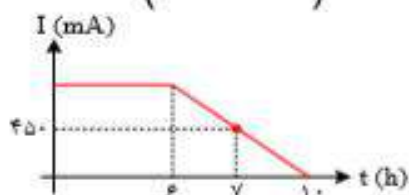


$$\text{تندی حرکت کاتوره‌ای} = s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = 1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{L}{\Delta x} \Rightarrow \frac{1.0}{.1 \times 10^{-7}} = \frac{p \times 1.0}{\Delta x} \Rightarrow 1.1 \cdot \Delta x = p \times 1.0$$

$$\Rightarrow \Delta x = \rho \times 10^{-1} = . / \rho \text{ m} = \rho \cdot \text{cm}$$

۱۹- یک باتری شارژ شده را در یک مدار قرار می‌دهیم. نمودار جریان خروجی از باتری بر حسب زمان تا تخلیه کامل باتری مطابق شکل زیر است. جریان متوسط خروجی از باتری آمپر است و در دو ساعت اول تعداد الکترون از باتری خارج شده است. ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)



- $$\begin{aligned} T/V \times 10^{-27} & \cdot \rho_A \cdot (1) \\ T/V \times 10^{-27} & \cdot \rho_A \cdot (2) \\ V/Q \times 10^{-18} & \cdot \rho_A \cdot (3) \\ V/Q \times 10^{-18} & \cdot \rho_A \cdot (4) \end{aligned}$$

	میراث متوسط	درجه مستفی	مقاهرم قابل ترکیب	پیشن امار فارم تمند	یوشن خوار و ترکیب	میعدت	زایه	شبانیه سؤال	آموزشی	معیاریاتی	مطهرتی	مقیاسیه
			۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

بر حسب قرار داد جهت جریان الکتریکی در خلاف جهت حرکت بارهای منفی فرض می‌شود.

بار الکتریکی عبوری از هر مقطع رسانا در یکای زمان می باشد و آن را با I نشان می دهند.

$$\bar{i} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

۵۵ : بار عبوری بر حسب گولن

 Δt : زمان عبور بر حسب ثانیه

یگای شدت جریان الکتریکی کولن بر ثانیه می باشد که آن را آمپر می نامند و با A نشان می دهند.

توجه: یکی از یکاهای اصلی برای بار الکتریکی، آمپر-ساعت است. اگر در رابطه $\Delta q = I \Delta t$ ، شدت جریان بر حسب آمپر و زمان بر حسب ساعت باشد، یکی از یکاهای الکتریکی، آمپر-ساعت خواهد شد.

توجه: یکی دیگر از یکه‌های عملی برای بار الکتریکی، میلی آمپر-ساعت (mAh) است.

توجه: باتری خودروها با گوشی‌های همراه عموماً با آمپر ساعت آن‌ها مشخص می‌شود و هرچه آمپر ساعت یک باتری بیشتر باشد، حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

باتری استاندارد خودرویی، ۵۰ آمپر-ساعت است. اگر این باتری به طور متوسط جریان ۵۰ آمپر را فراهم سازد، چقدر طول می‌کشد تا تخلی شود؟

یادگار

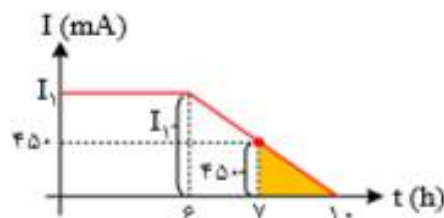
$$\Delta q = \dot{I} \Delta t \Rightarrow \Delta = \Delta \Delta t \Rightarrow \Delta t = 1-h$$

نکته: اگر شدت جریان (از لحاظ مقدار و جهت) ثابت باشد، شدت جریان لحظه‌ای با شدت جریان متوسط برابر است.

معمولاً q را با Δt و t نشان می‌دهند. (n تعداد الکترون‌های عبوری و e اندازه بار یک الکترون است).

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$I = \frac{120}{t}$$



ابتدا با استفاده از تشابه مثلث‌ها جریان I_1 را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_1}{450} = \frac{10-6}{10-7} \Rightarrow I_1 = 600 \text{ mA}$$

می‌دانیم مساحت زیر نمودار $I-t$ برابر با بار شارژ شده در مدار می‌باشد پس:

$$\Delta q = \text{مساحت ذوزنقه} = \frac{10+6}{2} \times 600 = 4800 \text{ mAh}$$

به پیکاهای توشته شده روی محورهای دقت کنید چون جریان mA و زمان h است پس یکای Δq برابر mAh می‌شود.

$$\text{جریان متوسط } I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{4800 \text{ mAh}}{10 \text{ h}} = 480 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_{av} = 0.48 \text{ A}$$

برای قسمت دوم سؤال مساحت زیر نمودار را در دو ثانیه اول به دست می‌آوریم:

$$\Delta q = 2 \times 600 = 1200 \text{ mAh} = 1/2 \text{ Ah}$$

$$\text{Ah} \xrightarrow{\times 3600} \text{C}$$

$$\Delta q = 1/2 \times 3600 \text{ C}$$

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{1/2 \times 3600}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.25 \times 10^{22}$$

www.biomaze.ir

۲۰- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) پتانسیومتر، نقش رلویست را در مدارهای الکترونیکی دارد.
- (۲) قانون اهم را نمی‌توان برای دیود نور همگیل (LED) مطرح کرد.
- (۳) مقاومت ویژه نیم رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد.
- (۴) در ابررساناها، با کاهش دما، مقاومت ویژه کاهش و به آسانی صفر می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	معمدات	آزمون	شماره	زبان	محتوا	زبان	روش	مفهوم	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۵	A	۵	A	سؤال	پارامتر	(داده‌های عددی)	و ترکیبی	خوب، کتاب، فرمول	مفهوم قابل ترکیب	درجه	میزان

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱)، پتانسیومتر (مقاومت متغیر حلقوی) و رلویست (مقاومت متغیر خطی) به مانند همدیگر عمل می‌کنند. در هر دو آن‌ها از اتصال کوتاه جهت تغییر مقاومت استفاده می‌شود.

گزینه (۲)، دیود نور همگیل (LED) از اجزای غیر اهمی مدارها هستند و قانون اهم را نمی‌توان برای آن‌ها نوشت.

گزینه (۳)، مقاومت ویژه نیم رساناها (مانند ژرمانیوم و سیلیسیم) برعکس رساناها با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

گزینه (۴)، برخی از رساناها مانند قلع و جیوه در اثر کاهش دما و در نزدیکی صفر مطلق (صفر کلوین) تاگیان اتم‌های به صورت کاملاً منظم متوقف شده و مقاومت‌شان صفر می‌شود به این حالت از رساناها، ابررسانایی می‌گویند. گذار از حالت رسانایی به ابررسانایی به صورت ناگهانی و بی اتفاق می‌افتد.

www.biomaze.ir

۲۱- چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟

الف) نیروی محرکه الکتریکی کمیتی یونانی است.

ب) جهت میدان الکتریکی در داخل باتری از پایانه مثبت به پایانه منفی است.

پ) جهت میدان الکتریکی در خارج باتری از پایانه مثبت به پایانه منفی است.

ت) منبع نیروی محرکه الکتریکی بارهای مثبت کم انرژی را در پایانه منفی از مدار تحویل می‌گیرد و با انجام کار، آن‌ها را از پایانه مثبت یا انرژی زیاد تحویل مدار می‌دهد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

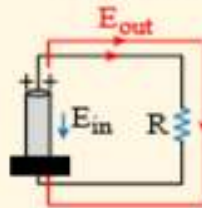
پاسخ: گزینه ۳

مفهوم	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	تذات	زبان	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۵	۵	۵	۵	۵	جریان الکتریکی	ترکیب	۵	۵	۵

با توجه به شکل زیر و مفهوم اختلاف پتانسیل الکتریکی، درون باتری میدان الکتریکی وجود دارد که جهت آن از پایانه مثبت به پایانه منفی است (E_{in}).

بارهای الکتریکی مثبت موجود در مدار خارجی متصل به باتری به دلیل نیروی دافعه از قطب مثبت باتری دور و به قطب منفی باتری نزدیک می‌شوند و بنابراین

جهت میدان الکتریکی در خارج باتری از پایانه مثبت به پایانه منفی است (E_{out}).



نیروی محرکه الکتریکی

برای این که بارهای الکتریکی را از یک مقاومت الکتریکی عبور دهیم لازم است بین دو سر مقاومت یک اختلاف پتانسیل برقرار کنیم. وظیفه تأمین این اختلاف

پتانسیل لازم برای برقراری جریان الکتریکی برعهده مولد (باتری) است.

کاری که منبع روی واحد بار الکتریکی مثبت (یک کولن) انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد، نیروی محرکه الکتریکی

(emf) نامیده می‌شود و با نماد \mathcal{E} نمایش داده می‌شود:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} \rightarrow (J) \quad \leftarrow \mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} \rightarrow (C)$$

کری که منبع بر روی بار q انجام می‌دهد

دقت کنید که نیروی محرکه الکتریکی بر خلاف عبارت نیرو که در عنوان آن استفاده شده است از جنس نیرو نیست بلکه از جنس پتانسیل الکتریکی است و بنابراین کمیتی نردهای است.

مثال ۱۳

نیروی محرکه یک باتری $12V$ است. این باتری برای عبور دادن بار 2 کولن از کثود باید چند ژول کار بر روی این بار انجام دهد؟

۲۴ (۴)

۱۲ (۳)

۶ (۲)

۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} \Rightarrow 12 = \frac{\Delta W}{2} \Rightarrow \Delta W = 24J$$

با توجه به درست‌نامه فوق، فقط عبارت الف نادرست است، بنابراین گزینه ۳ درست است.

گروه آموزشی ماز

۲۲- دو دانش آموز می‌خواهند جریان الکتریکی گذرنده از یک مدار را با استفاده از آمپرسنج ایده آل اندازه‌گیری کنند. مطابق شکل زیر، یک دانش آموز آمپرسنج را به طور درست و دانش آموز دیگر به طور نادرست وصل می‌کند. اگر اختلاف اعداد خوانده شده از آمپرسنج‌ها ۹A باشد، افت ولتاژ درون باتری در مداری که آمپرسنج به طور درست وصل شده چند ولت است؟



- (۱) ۳
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۸

پاسخ: گزینه ۱

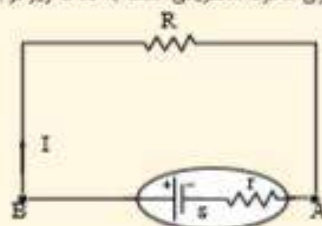
موضوع	معماری	آموزشی	شعبه	پایه	مبحث	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	حالت
درجه ۱۰	۶	۵	سوال	پازدهم	افت پدیده			مطلوبه	مطلوبه

برای اندازه‌گیری جریان عبوری از یک مدار از آمپرسنج استفاده می‌کنند. چون آمپرسنج جریان گذرنده از خود را که همان جریان مدار است، اندازه‌گیری می‌کند بنابراین آمپرسنج باید به طور متوالی با دیگر اجزای مدار قرار گیرد.

نکته: مقاومت درونی آمپرسنج ایده‌آل صفر است و بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر است و همانند یک اتصال کوتاه عمل می‌کند.

مدار تک حلقه:

در یک مدار تک حلقه‌ای (مطابق شکل) که دارای یک منبع نیروی محرکه الکتریکی است به نکات زیر توجه کنید:



(۱) برای محاسبه سریع‌تر جریان می‌توانیم از رابطه زیر کمک بگیریم:

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

I: جریان الکتریکی کل مدار (A)

نکته: اختلاف پتانسیل دو سر منبع در مدار تک حلقه تک منبع برابر است با:

$$V_A - rI + \varepsilon = V_B \Rightarrow V_B - V_A = \varepsilon - rI \Rightarrow V = \varepsilon - rI$$

(سراسری تجربی خارج - ۹۴)

در مدار روبه‌رو، ولتسنج عدد مکتور را نشان می‌دهد، مقاومت R چند اهم است؟

- (۱) مکتور
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۳

پاسخ: گزینه ۳

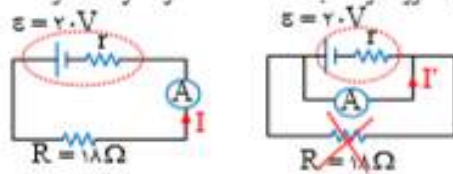
در ابتدا جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم. توجه کنید چون دو مولد در مدار موازی هم بسته شده‌اند، پس می‌توان نوشت:

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

از طرفی ولتسنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد، پس معادله‌ای که ولتسنج نشان می‌دهد از رابطه $V = \varepsilon - rI$ به دست می‌آید و با توجه به این‌که ولتسنج عدد مکتور را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - rI = 0 \Rightarrow \varepsilon - r\left(\frac{2\varepsilon}{1+r+R}\right) = 0 \Rightarrow \varepsilon\left(1 - \frac{r}{1+r+R}\right) = 0 \Rightarrow 1 - \frac{r}{1+r+R} = 0 \Rightarrow \frac{r}{1+r+R} = 1 \Rightarrow r = 1+r+R \Rightarrow R = 1\Omega$$

آمپرستج در مدار سمت چپ به طرز صحیح و در مدار سمت راست به طور نادرست پسته شده است. در مدار سمت راست مقاومت ۱۸ اهمی به وسیله آمپرستج اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود:



مدار سمت چپ: $I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{20}{18+2}$ مدار سمت راست: $I' = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{20}{2}$

$$I' - I = 9A \Rightarrow \frac{20}{2} - \frac{20}{18+2} = 9 \Rightarrow \frac{20(18-2)}{2(18+2)} = 9$$

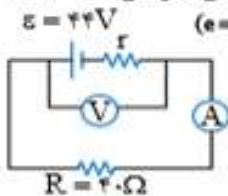
$$\Rightarrow \frac{20 \times 16}{2 \times 20} = 9 \Rightarrow r^2 + 18r = 40 \Rightarrow r^2 + 18r - 40 = 0$$

$$\Rightarrow r = 2\Omega \quad \Rightarrow I = \frac{20}{18+2} = \frac{20}{20} = 1A$$

افت ولتاژ در باتری سمت چپ: $\varepsilon - Ir = 20 - 2 \times 1 = 18V$

www.biomaze.ir

۲۳- در مدار شکل زیر، ولتسنج ایده‌آل و آمپرستج تقریباً ایده‌آل است. اگر تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه از آمپرستج عبور می‌کند 3×10^{20} و عددی که ولتسنج نشان می‌دهد ۴۰۷ باشد، به ترتیب مقاومت درونی باتری و آمپرستج چند اهم است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19}C$)



- ۱- ۵
۲- ۱۰
۳- ۵۰
۴- ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	آپدیت	شماره	نوع	موضوع	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان
درجه ۱۰	۵	۶	۶	پارامتر	ولتاژ مقاومت درونی و آمپرستج	و ترکیب		متوسط	متوسط

برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار از ولتسنج استفاده می‌کنیم. بدین ترتیب که دو پایانه ولتسنج را به دو نقطه مورد نظر از مدار متصل می‌کنیم.

نکته: مقاومت درونی ولتسنج ایده‌آل بی‌نهایت است، بنابراین ولتسنج اجازه عبور جریان از خود را نمی‌دهد و چنانچه به صورت متوالی در یک مدار استفاده شود به صورت مدار باز عمل می‌کند.

یادآوری:

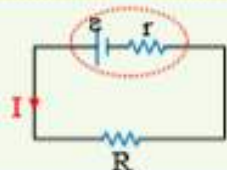
جریان الکتریکی: هرگاه بار خالص Δq در مدت Δt از یک مقطع از رسانا شارش کند، جریان الکتریکی گذرنده از رسانا برابر است با:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t}$$

نکات:

- به‌طور قراردادی جهت جریان در خلاف جهت الکترون‌ها در نظر گرفته می‌شود.
- الکترون‌ها از پتانسیل کمتر (پایانه منفی باتری) به پتانسیل بیش‌تر (پایانه مثبت باتری) حرکت می‌کنند.
- جریان الکتریکی از پایانه + باتری به سمت پایانه منفی باتری در مدار در نظر گرفته می‌شود.

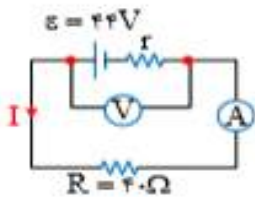
نکته: جریان الکتریکی گذرنده از مدار و اختلاف پتانسیل بین دو سر باتری در شکل زیر برابر است با:



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

$$V = \varepsilon - Ir$$

گام اول: جریان الکتریکی گذرنده از مدار را به دست می آوریم:



$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} = \frac{(3 \times 10^{21}) \times (1.6 \times 10^{-19})}{60} = \frac{3 \times 10^2 \times 10^{-8}}{60} = 0.5 \text{ A}$$

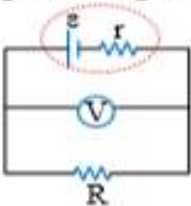
گام دوم: ولتسنج ایده آل $40V$ را نشان می دهد در نتیجه ولتاژ دو سر باتری و همچنین ولتاژ دو سر مجموعه متوالی مقاومت R و مقاومت آمپرسنج $40V$ است. پس:

$$V = I(R + R_A) \Rightarrow 40 = 0.5(40 + R_A) \Rightarrow 80 = 40 + R_A \Rightarrow R_A = 40\Omega$$

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 40 = 44 - 0.5r \Rightarrow 0.5r = 4 \Rightarrow r = 8\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۲۴- در مدار شکل زیر، ولتسنج آرمانی است. اگر مقاومت R 6Ω باشد ولتسنج $15V$ و اگر مقاومت R 16Ω باشد ولتسنج $20V$ را نشان می دهد. نیروی محرکه باتری چند ولت است؟

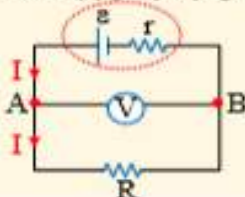


- (۱) ۲۲
(۲) ۲۵
(۳) ۳۰
(۴) ۳۵

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	محدوده	آموزشی	شماره	زبان	موضوع	پهلو	پهلو	پهلو	پهلو
فیزیک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹

هرگاه یک ولتسنج ایده آل به دو نقطه از یک مدار متصل شود، اختلاف پتانسیل بین آن دو نقطه را اندازه گیری می کند. به عنوان مثال در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر باتری و همچنین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برابر عدد نشان داده شده توسط ولتسنج هستند.



$$V_{AB} = V \Rightarrow \begin{cases} V_{\text{باتری}} = V \\ V_R = V \end{cases}$$

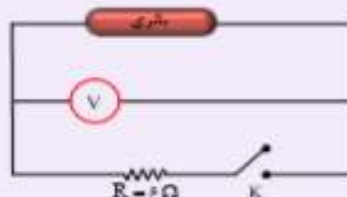
(نکته: مقاومت ولتسنج ایده آل، بی نهایت است، بنابراین جریانی از آن عبور نمی کند. (شکل بالا))

طبق رابطه $I = \frac{V}{R}$ اگر بخواهیم از مقاومت R جریان I بگذرد باید در دو سر مقاومت، اختلاف پتانسیل V را ایجاد کنیم. به وسیله ای که این کار را انجام می دهد، منبع نیروی محرکه الکتریکی می گوئیم. باتری ها هم نوعی منبع نیروی محرکه الکتریکی اند.

مقاومت درونی باتری کار کرده بیش تر از باتری نو است. بنابراین طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ با افزایش r ، در مدار کم می شود و طبق رابطه $V = RI$ با کم شدن I ، ولتاژ دو سر باتری هم کاهش یافته است. یعنی با فرسوده شدن باتری هم V کم می شود و هم I .

مثال ۱۴

در مدار شکل زیر وقتی کلید K باز است، ولتسنج ایده آل عدد $15V$ و وقتی کلید بسته می شود ولتسنج ایده آل عدد $12V$ را نشان می دهد. مقاومت داخلی باتری چند اهم است؟



پاسخ:

اگر کلید K باز باشد، مقاومت از مدار حذف شده و ولتسنج نیروی محرکه را نشان می‌دهد. بنابراین $\mathcal{E} = 1.5V$ است. وقتی کلید بسته است داریم:

$$V = \mathcal{E} - rI = RI \Rightarrow 1.2 = 6I \Rightarrow I = 0.2A$$

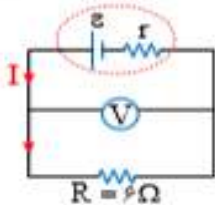
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow 0.2 = \frac{1.5}{6+r} \Rightarrow r = 1.5\Omega$$

مدار را در دو حالت بررسی می‌کنیم:

حالت اول: مقدار مقاومت $R = 6\Omega$. عدد نشان داده شده توسط ولتسنج $V = 1.5V$ چنان گذرنده از مدار I است:

$$V = IR \Rightarrow 1.5 = I \times 6 \Rightarrow I = \frac{0.5}{2}A$$

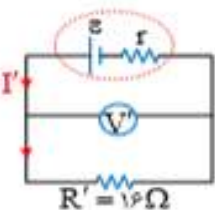
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$



حالت دوم: مقدار مقاومت $R' = 16\Omega$. عدد نشان داده شده توسط ولتسنج $V' = 2.0V$ و چنان گذرنده از مدار I' است:

$$V' = RI' \Rightarrow 2.0 = 16I' \Rightarrow I' = \frac{0.5}{4}A \Rightarrow I' = \frac{\mathcal{E}}{R'+r}$$

اکنون با توجه به محاسبات بالا داریم:



$$\frac{I'}{I} = \frac{\frac{\mathcal{E}}{R'+r}}{\frac{\mathcal{E}}{R+r}} = \frac{R+r}{R'+r} \Rightarrow \frac{\frac{0.5}{4}}{\frac{0.5}{2}} = \frac{6+r}{16+r} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{6+r}{16+r}$$

$$\Rightarrow 16+r = 12+2r \Rightarrow r = 2\Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \frac{0.5}{2} = \frac{\mathcal{E}}{6+2} \Rightarrow \frac{0.5}{2} = \frac{\mathcal{E}}{8} \Rightarrow \mathcal{E} = 2.0V$$

www.biomaze.ir

۲۵- در مدار شکل زیر، ولتسنج و آمپرسنج ایده‌آل به ترتیب چند ولت و چند آمپر را نشان می‌دهند؟

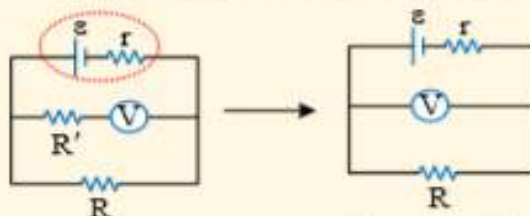
- (۱) ۲.۴ ولت
- (۲) ۲-۲.۰ ولت
- (۳) ۲.۲-۲.۰
- (۴) ۲.۲۴



پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	پایه	موضوع	پایه	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

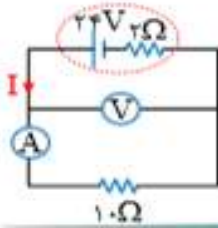
مقاومت ولتسنج ایده‌آل بی‌نهایت است. بنابراین جریانی را از خود عبور نمی‌دهد. در نتیجه اگر مقاومت به طور متوالی به یک ولتسنج ایده‌آل وصل شود می‌توان مقاومت را نادیده گرفت و آن را با یک رشته سیم یا همان اتصال کوتاه جایگزین کرد. (شکل زیر):



اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری از رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ به دست می‌آید.

دقت کنید که هنگامی که مقاومت خارجی در مدار وجود نداشته باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مولد صفر می‌شود.

مقاومت 12Ω به طور سری به ولت‌سنج ایده‌آل متصل شده است، بنابراین می‌توان آن را با یک رشته سیم ساده جایگزین کرد. با کمی دقت می‌توان ملاحظه کرد که مدار رسم شده در شکل زیر، همان مقدار داده شده در صورت تست است. پس:

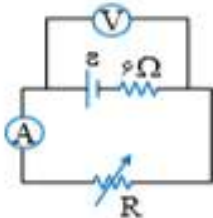


$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{24}{10+2} = \frac{24}{12} = 2A$$

$$V = \varepsilon - rI = 24 - 2 \times 2 = 20V$$

گروه آموزشی ماز

۲۶- در مدار شکل زیر، مقدار اولیه مقاومت رلوستا 60Ω است. اگر مقاومت رلوستا را به گونه‌ای تغییر دهیم که مقدار نشان داده شده توسط ولت‌سنج ۱۰ درصد کاهش یابد، عددی که آمپر‌سنج نشان می‌دهد، چند برابر می‌شود؟

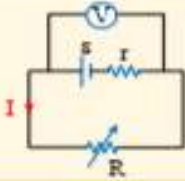


- ۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

مشاهده	منطقی	محاسباتی	آموزشی	شخصی	رایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۵	۵	۵	۵	۵	۵	رلوستا یا مقاومت متغیر	۵ ترکیب	۵	۵	۵	۵

رلوستا یا مقاومت متغیر همان‌طور که از نامش پیداست، مقاومتی است که مقدار آن را می‌توان با استفاده از پیچ تنظیم، تغییر داد. با تغییر مقاومت رلوستا در مدار، مقاومتی که بر سر راه عبور جریان قرار می‌گیرد، تغییر می‌کند. در نتیجه جریان گذرنده از مدار تغییر کرده و به دنبال آن اختلاف پتانسیل بین نقاط مختلف مدار نیز تغییر می‌کند. به عنوان مثال برای مدار شکل زیر، داریم:

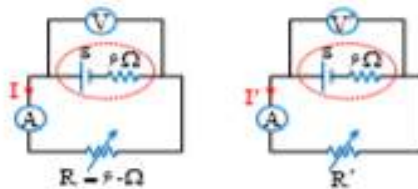


$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}, \quad V = \varepsilon - rI$$

$$R \uparrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow V \uparrow$$

$$R \downarrow \Rightarrow I \uparrow \Rightarrow V \downarrow$$

با توجه به شکل‌های زیر که وضعیت مدار را قبل و بعد از تغییر مقاومت رلوستا نشان می‌دهد، داریم:



قبل از تغییر رلوستا: $V = IR = \frac{\varepsilon}{R+r} R$ (I)

بعد از تغییر رلوستا: $V' = I'R' = \frac{\varepsilon}{R'+r} R'$ (II) و $V' = V - \frac{1}{100} V = \frac{9}{10} V$ (III)

$$\frac{(I)}{(II)} \Rightarrow \frac{V}{V'} = \frac{R'+r}{R+r} \times \frac{R}{R'} \xrightarrow{(III)} \frac{V}{\frac{9}{10}V} = \frac{R'+6}{6+6} \times \frac{6}{R'}$$

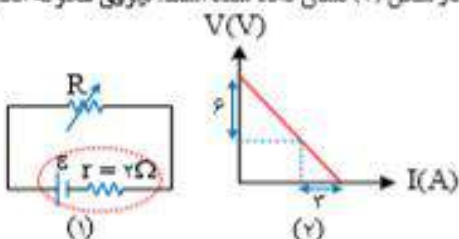
$$\Rightarrow \frac{10}{9} = \frac{6+R'}{6+6} \Rightarrow \frac{10}{9} = \frac{R'+6}{12} \Rightarrow 12 \times \frac{10}{9} = R'+6 \Rightarrow \frac{40}{3} = R'+6 \Rightarrow R' = \frac{40}{3} - 6 = \frac{22}{3} \Omega$$

در پایان محاسبه خواننده تست:

$$\frac{I'}{I} = \frac{\frac{\mathcal{E}}{R'+r}}{\frac{\mathcal{E}}{R+r}} = \frac{R+r}{R'+r} = \frac{6+6}{27+6} = \frac{66}{33} = 2$$

۲۷- نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد بر حسب جریان عبوری از مدار شکل (۱) در شکل (۲) نشان داده شده است. نیروی محرکه الکتریکی مولد چند ولت است؟

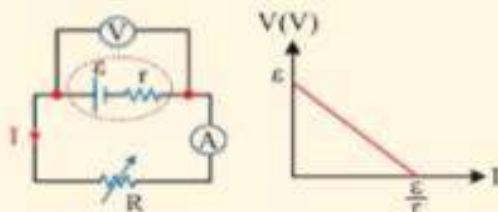
- (۱) ۸
(۲) ۱۰
(۳) ۱۲
(۴) ۱۶



پاسخ: گزینه ۳

مشاهده	موضوع	محدوده	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	عنوان
درجه ۱ تا ۳	۷	۶	۷	سوال	یازدهم	نمودار اختلاف پتانسیل-جریان					معمول

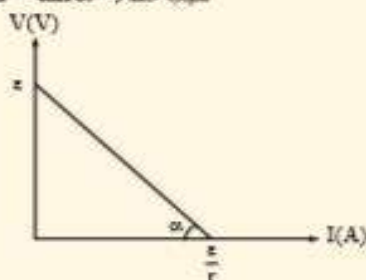
در مدار الکتریکی زیر، نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری بر حسب جریان عبوری از آن با توجه به رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ مطابق شکل زیر است.



به نمودار دقت کنید (به این نمودار، نمودار $V-I$ مولد یا باتری می‌گویند).

رابطه اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری بر حسب جریان عبوری از آن به صورت $V = \mathcal{E} - rI$ است که خطی با شیب $-r$ و عرض از مبدأ \mathcal{E} است.

$$-\tan \alpha = -r \Rightarrow r = \tan \alpha \rightarrow \text{شیب خط}$$



در مورد نمودار ولتاژ - جریان باتری به نکات زیر توجه کنید:

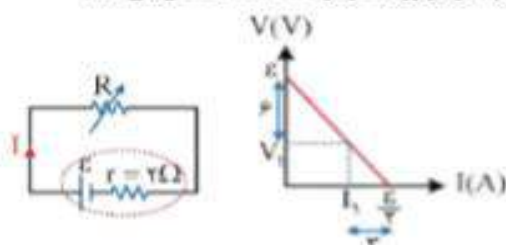
(الف) بیشینه ولتاژ باتری مولد برابر نیروی محرکه آن است.

(ب) اندازه شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

(ج) عرض از مبدأ نمودار برابر \mathcal{E} و طول از مبدأ آن برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است.

(د) بیشینه جریان خروجی از باتری برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است که به آن جریان اتصال کوتاه باتری می‌گویند.

با فرض اینکه به هنگام عبور جریان I_1 از مدار، ولتاژ دو سر مولد V_1 می‌شود، مقادیر I_1 و V_1 را بر روی نمودار داده شده مشخص می‌کنیم:



با توجه به نمودار بالا داریم:

$$\varepsilon - V_1 = \rho \quad (I) \quad \frac{\varepsilon}{r} - I_1 = r \quad (II)$$

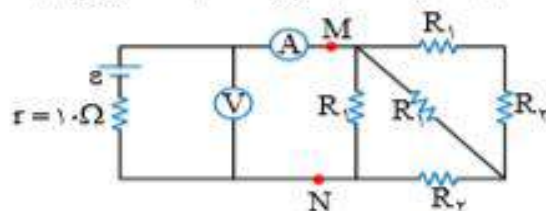
از طرفی با توجه به مدار الکتریکی داده شده داریم:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V_1 = \varepsilon - rI_1 \Rightarrow \varepsilon - V_1 = rI_1 \xrightarrow{(I)} \rho = rI_1 \Rightarrow I_1 = \frac{\rho}{r} A$$

$$(II): \frac{\varepsilon}{r} - I_1 = r \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} - \frac{\rho}{r} = r \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = \rho + r \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- در مدار شکل زیر، مقاومت آمپرستج 10Ω و ولتسنج ایده‌آل است. اگر آمپرستج $0.2A$ و ولتسنج $10V$ را نشان دهد مقاومت معادل بین دو نقطه M و N چند اهم است؟



(۱) ۳-

(۲) ۴-

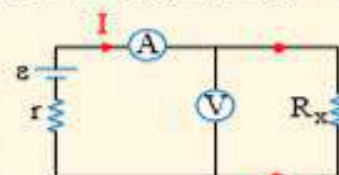
(۳) ۵-

(۴) نمی‌توان تعیین کرد.

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پدیده فیزیکی و اثرکب	پدیده فیزیکی و اثرکب	مفهوم قابل ترکیب یا	درجه	مورد
درجه از ۱ تا ۵	۱	۲	۳	۴	۵	مقاومت معادل	مقاومت معادل	مقاومت معادل	مقاومت معادل	سهگانه	مقاومت

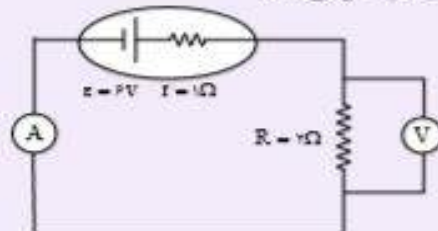
اگر مقدار مقاومتی را ندانیم، با انجام آزمایش ساده زیر می‌توان مقدار مقاومت را تعیین کرد. برای انجام این کار، کافی است مداری مطابق شکل زیر ببندیم، سپس اعداد خوانده شده از آمپرستج و ولتسنج را در رابطه زیر قرار دهیم تا مقاومت مجهول (R_x) به دست آید:



$$\text{عدد ولتسنج} = V \quad \text{عدد آمپرستج} = I \quad V = IR_x \Rightarrow R_x = \frac{V}{I}$$

مثال (۱۵)

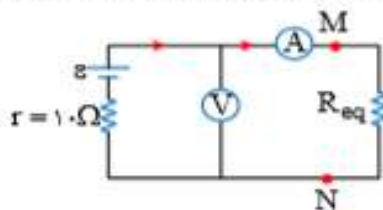
در شکل زیر، آمپرستج ایده‌آل و ولتسنج ایده‌آل چه عددی را نشان می‌دهند؟



$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{6}{1 + 2} = 2A \rightarrow \text{عدد آمپرستج نشان می‌دهد}$$

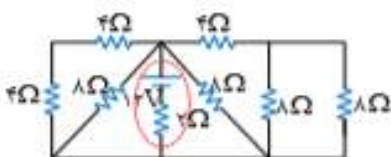
$$V = IR = 2 \times 2 = 4V \rightarrow \text{عدد ولتسنج نشان می‌دهد}$$

در مدار داده شده مقادیر مقاومت‌های R_1 و R_2 مشخص نیست در نتیجه می‌توان مقاومت معادل بین دو نقطه M و N را برحسب آن‌ها به دست آورد. اگر مقاومت معادل بین دو نقطه M و N را با R_{eq} نشان دهیم مدار داده شده به شکل زیر ساده می‌شود و با استفاده از مطالب بیان شده در درسته می‌توان R_{eq} را بدست آورد:



$$V = I(R_A + R_{eq}) \Rightarrow 100 = 0.2(10 + R_{eq}) \Rightarrow 100 + R_{eq} = 500 \Rightarrow R_{eq} = 40 \Omega$$

www.biomaze.ir



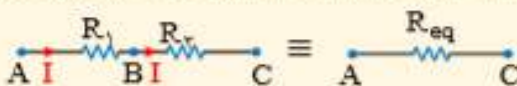
۲۹- در مدار شکل زیر، مجموع توان مصرفی مقاومت‌های خارج از باتری چند وات است؟

- (۱) ۱۸
(۲) ۲۴
(۳) ۳۰
(۴) ۲۶

پاسخ: گزینه ۱

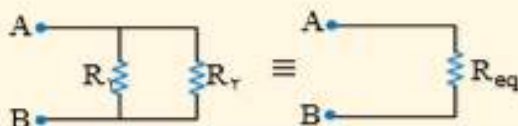
مختصات	معمولی	محاسباتی	آمپرین	شدنی	پایه	میدت	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه از ۰ تا ۹۰	۱	۷	۷	۷	۷	۷	و ترکیب	توان مصرفی	■	■	میان

مقاومت‌های متوالی: مقاومت‌هایی هستند که پشت سر هم بسته شده و جریان عبوری از آن‌ها یکسان است. مقاومت معادل این مقاومت‌ها از حاصل جمع آن‌ها به دست می‌آید: به عنوان مثال برای دو مقاومت سری داریم:



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

مقاومت‌های موازی: به مقاومت‌هایی که دو سرشان به یکدیگر متصل شده و بین دو سر آن‌ها اختلاف پتانسیل یکسانی وجود دارد، مقاومت‌های موازی می‌گویند. به عنوان مثال، برای دو مقاومت موازی داریم:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

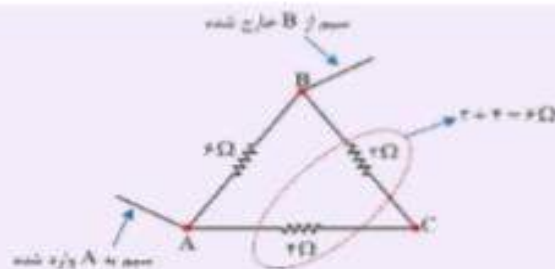
نکته: اگر اندازه دو مقاومتی که به طور موازی به یکدیگر متصل می‌شود مساوی و برابر R باشد، مقاومت معادل آن‌ها برابر $\frac{R}{2}$ است.

مثال ۱۶

در شکل مقابل مقاومت معادل بین نقاط A و B و مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه کنید.



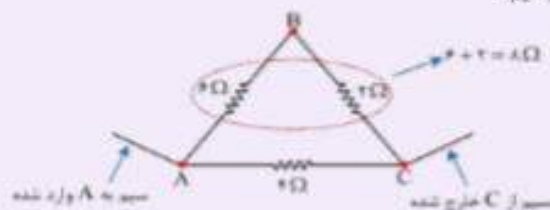
ابتدا مقاومت معادل بین A و B را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های 6Ω و 6Ω باهم متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت موازی است، بنابراین داریم:

$$R_{AB} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} + 6 = \frac{36}{12} + 6 = 3\Omega + 6\Omega = 9\Omega$$

حال مقاومت معادل بین A و C را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های 6Ω و 6Ω متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت موازی است.

$$R_{AC} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} + 6 = \frac{36}{12} + 6 = \frac{6}{2} + 6 = 3\Omega + 6\Omega = 9\Omega$$

مثال (۱۷)

در مثال قبل، اگر یک باتری آرمانی $24V$ را یک بار بین A و B و بار دیگر بین A و C ببندیم، جریان خروجی از آن چند آمپر می‌شود؟ اگر باتری بین A و B بسته شود، مقاومت 9Ω است و داریم:

$$I_1 = \frac{E}{R_{AB}} = \frac{24}{9} = 2.67A$$

اگر باتری بین A و C بسته شود، مقاومت 9Ω است و داریم:

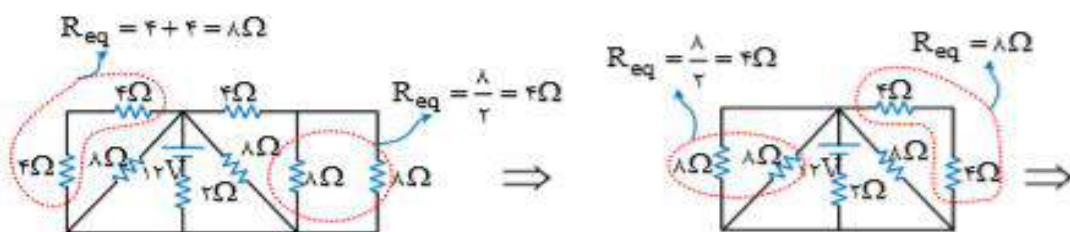
$$I_2 = \frac{E}{R_{AC}} = \frac{24}{9} = 2.67A$$

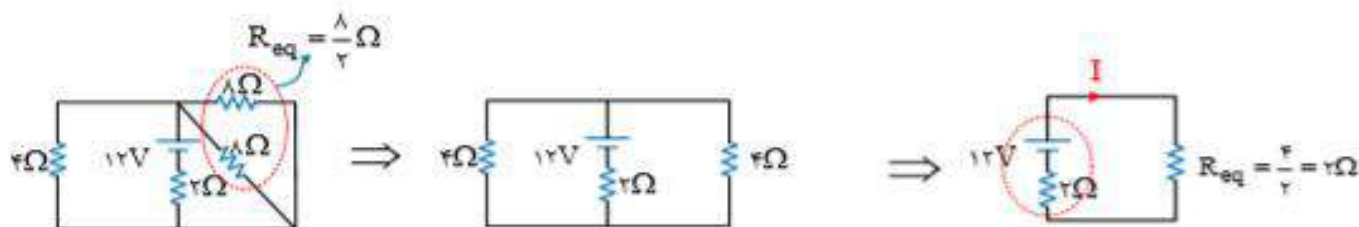
توان الکتریکی مصرفی مقاومت‌ها: هرگاه از مقاومتی جریان I بگذرد و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت V باشد، توان مصرفی در آن برابر است با:

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

نکته: هرگاه چند مقاومت به یکدیگر متصل باشند، توان مصرفی کل آن‌ها برابر است با توان مصرفی مقاومت معادل آن‌ها.

در ابتدا مقاومت‌ها را مرحله به مرحله معادل‌گیری می‌کنیم و تا حد ممکن مدار را ساده می‌کنیم:





پس جریان گذرنده از مقاومت معادل را از مدار آخر به دست آورده و سپس توان مصرفی آن را محاسبه می‌کنیم:

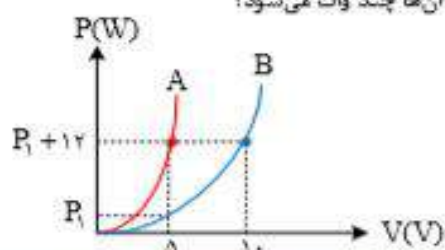
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2 + 2} = \frac{12}{4} = 3A$$

$$P_t = I^2 R = (3)^2 \times 2 = 9 \times 2 = 18W$$

گروه آموزشی ماز

۳- نمودار توان مصرفی مقاومت‌های الکتریکی **A** و **B** برحسب اختلاف پتانسیلی که به دو سر آن‌ها اعمال شده مطابق شکل زیر است. اگر این دو مقاومت به صورت موازی به یکدیگر متصل شوند و اختلاف پتانسیل ۵V به آن‌ها اعمال شود، توان مصرفی آن‌ها چند وات می‌شود؟

- ۱- (۱)
- ۲- (۲)
- ۳- (۳)
- ۴- (۴)



پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمولی	محاسباتی	آموزشی	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم تست	ملاحظات قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان سختی
درجه از ۱۰	۶	۸	۶	۱	پازدهم	نمودار توان مصرفی، اختلاف پتانسیل			۱	معمولی	سخت

(۱) توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در جریان آن وسیله است.

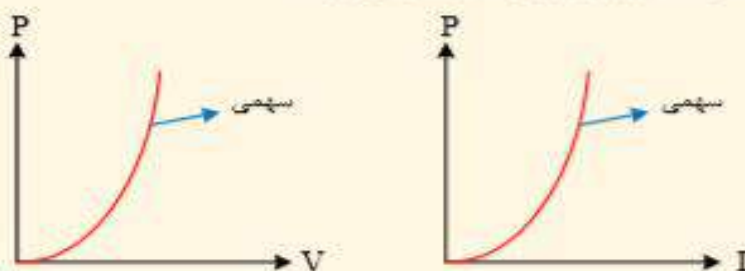
$$P = VI$$

(۲) برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

توان مصرفی مقاومت

- $P = VI$
- $P = RI^2$
- $P = \frac{V^2}{R}$

(۳) نمودار توان مصرفی در یک مقاومت برحسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



(۴) با ضرب کردن توان الکتریکی در زمان می‌توان انرژی مصرفی در مقاومت‌ها را محاسبه کرد.

$$U = Pt \begin{cases} U = VIt \\ U = RI^2t \\ U = \frac{V^2}{R}t \end{cases}$$

۵) در استفاده از رابطه $U = Pt$ ، اگر توان برحسب وات و زمان برحسب ثانیه جایگزین شود، انرژی برحسب ژول به دست می‌آید و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت جایگزین شود، انرژی برحسب کیلووات ساعت به دست می‌آید.

۶) کیلووات ساعت معادل 3.6×10^6 ژول است.

$$1 \text{ kw} \cdot \text{h} \equiv 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

مثال ۱۸

یک وسیله برقی با مقاومت الکتریکی 50Ω به اختلاف پتانسیل 100 V ولت متصل شده است. در هر شبانه‌روز چند کیلووات ساعت انرژی در این وسیله مصرف می‌شود؟ تمام اولی: محاسبه توان برحسب کیلووات

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{50} = 200 \text{ W} = 0.2 \text{ kw}$$

تمام دوم: محاسبه انرژی در هر شبانه‌روز:

$$U = Pt = 0.2 \times 24 = 4.8 \text{ kw} \cdot \text{h}$$

۷) برای مقایسه توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را باهم مقایسه می‌کنیم. در مقایسه جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم.

الف) جریان مقاومت‌های متوالی باهم برابر است.

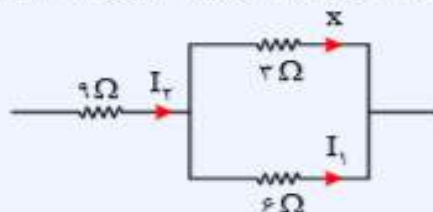
ب) جریان مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد.

ج) برای مقایسه جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر x در نظر می‌گیریم و جریان سایر قسمت‌ها را برحسب x به دست می‌آوریم.

برای آن‌که نکته بالا واضح‌تر شود بهتر است قبل از این‌که به حل این تست بپردازیم، چند تمرین زیر را حل کنیم.

تمرین (۱)

در مدار زیر اگر جریان مقاومت 3Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به دست آورید.



همان‌طور که یاد گرفتیم در مقاومت‌های موازی، جریان با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

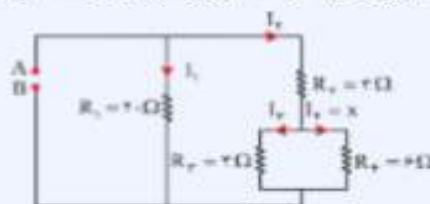
$$\frac{\text{جریان مقاومت } 6 \Omega}{\text{جریان مقاومت } 3 \Omega} = \frac{3}{6} \Rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{3}{6} \Rightarrow I_1 = \frac{x}{2}$$

همچنین جریان مقاومت 9Ω برابر مجموع جریان‌های مقاومت‌های 3Ω و 6Ω است، بنابراین داریم:

$$I_T = x + \frac{x}{2} = \frac{3x}{2}$$

تمرین (۲)

در مدار زیر، اگر جریان مقاومت 6Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به دست آورید.



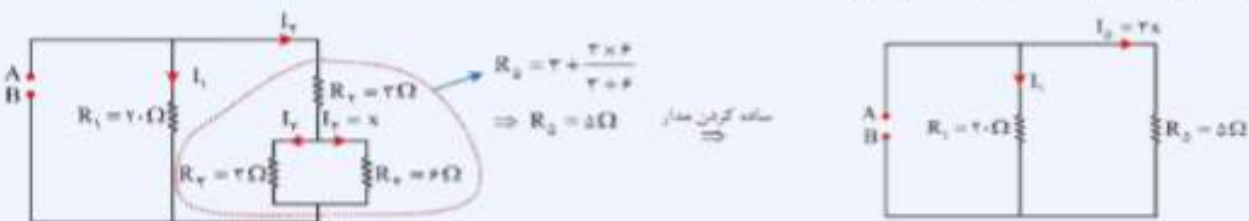
مقاومت‌های R_1 و R_2 باهم موازی هستند، بنابراین داریم:

$$\frac{I_r}{I_r} = \frac{R_r}{R_r} \Rightarrow \frac{I_r}{x} = \frac{r}{r} \Rightarrow I_r = rx$$

جریان I_r برابر مجموع I_r و I_r است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$I_r = I_r + I_r = rx + x = rx$$

برای به دست آوردن جریان I_r راه سخت‌تری در پیش داریم. برای این کار ابتدا سمت راست مدار را ساده می‌کنیم. مقاومت‌های R_r و R_r موازی هستند و حاصل آن‌ها با R_r متوالی است. بنابراین داریم:



در نهایت چون مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی هستند، می‌توانیم جریان I_1 را هم برحسب x به دست آوریم.

$$\frac{I_1}{I_1} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{rx} = \frac{5}{7} \Rightarrow I_1 = \frac{r}{7} x$$

(A) در قسمت قبل یاد گرفتیم که چگونه جریان مقاومت‌های مدار را مقایسه کنیم. پس از مقایسه جریان‌ها، می‌توانیم به راحتی و با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، توان مقاومت‌ها را هم با یکدیگر مقایسه کنیم.

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{R_r}{R_1} \times \left(\frac{I_r}{I_1} \right)^2$$

گام اول: با توجه به نمودار، هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های A و B یکسان و برابر ΔV است، توان مصرفی آن‌ها به ترتیب P_1 و $P_1 + 12$ است. بنابراین:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{(V=\text{ثابت})} \frac{P_A}{P_B} = \frac{R_B}{R_A} \Rightarrow \frac{P_1 + 12}{P_1} = \frac{R_B}{R_A} \quad (I)$$

همچنین از روی نمودار مشخص است هنگامی که توان مصرفی مقاومت‌ها با یکدیگر مساوی و برابر $P_1 + 12$ است، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها به ترتیب Δ و 10 ولت است.

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{\text{توان ثابت}} \frac{V_A^2}{R_A} = \frac{V_B^2}{R_B} \Rightarrow \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^2 = \frac{R_A}{R_B} \Rightarrow \left(\frac{5}{10} \right)^2 = \frac{R_A}{R_B} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{R_A}{R_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 4 \quad (II)$$

اکنون با قرار دادن رابطه (II) در رابطه (I) مقدار P_1 را محاسبه می‌کنیم:

$$(I): \frac{P_1 + 12}{P_1} = \frac{R_B}{R_A} \xrightarrow{(II)} \frac{P_1 + 12}{P_1} = 4 \Rightarrow P_1 + 12 = 4P_1 \Rightarrow 3P_1 = 12 \Rightarrow P_1 = 4W$$

$$\xrightarrow{\text{با توجه به نمودار}} \frac{\Delta^2}{R_B} = 4 \Rightarrow \frac{25}{R_B} = 4 \Rightarrow R_B = \frac{25}{4} \Omega \xrightarrow{(II)} R_A = \frac{R_B}{4} = \frac{25}{16} \Omega$$

گام دوم: با اتصال مقاومت‌های R_A و R_B به صورت موازی، داریم:

$$R_{eq} = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \xrightarrow{(II)} R_{eq} = \frac{R_A (4R_A)}{R_A + 4R_A} = \frac{4R_A^2}{5R_A} = \frac{4}{5} R_A = \frac{4}{5} \times \frac{25}{16} = \frac{5}{4} \Omega$$

در نتیجه توان مصرفی در این مقاومت‌ها هنگامی که ولتاژ ΔV به آن‌ها اعمال می‌شود، برابر است با:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P_t = \frac{\Delta^2}{\frac{5}{4}} = \frac{4}{5} \times 25 = 20W$$

۳۱- جدول زیر، اندازه جریان الکتریکی عبوری از یک رسانای اهمی را به ازای چند اختلاف پتانسیل مختلف نشان می‌دهد. مقاومت الکتریکی رسانا چند اهم است؟ (مقادیر m و n مثبت هستند و دما ثابت فرض شود).

اختلاف پتانسیل (V)	m	$m - \gamma / \delta$	$m + 1 -$
جریان الکتریکی (A)	n	$\frac{1}{n}$	n^2

- ۱) ۲
۲) ۳
۳) ۵
۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمول	معمول	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پوشش تئوری و ترکیب	پوشش تئوری لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۱۰	۷	۷	۵	۵	پایه دهم	قانون اهم			۲۵	۲۵	معمول

برای محاسبه مقاومت الکتریکی رسانا کافی است مقادیر m و n را از جدول داده شده به دست آوریم و سپس از رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقدار آن را محاسبه کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{\text{جدول}} R = \frac{m}{n} = \frac{m - \gamma / \delta}{\frac{1}{n}} = \frac{m + 1 -}{n^2} \Rightarrow \underbrace{\frac{m}{n}}_{\text{کسر اول}} - \underbrace{n(m - \gamma / \delta)}_{\text{کسر دوم}} - \underbrace{\frac{m + 1 -}{n^2}}_{\text{کسر سوم}}$$

از مقایسه کسر اول و سوم داریم:

$$\frac{m}{n} = \frac{m + 1 -}{n^2} \Rightarrow n = \frac{m + 1 -}{m} \quad (I)$$

و از مقایسه کسر اول و دوم خواهیم داشت:

$$\frac{m}{n} - n(m - \gamma / \delta) \Rightarrow n^2 - \frac{m}{m - \gamma / \delta} \xrightarrow{(I)} \left(\frac{m + 1 -}{m}\right)^2 - \frac{m}{m - \gamma / \delta}$$

$$\frac{m^2 + 2 - m + 1 -}{m^2} - \frac{m}{m - \gamma / \delta} \Rightarrow \cancel{m^2} + 2 - m^2 + 1 - - m - \gamma / \delta m^2 - 1 \delta - m - \gamma \delta - - \cancel{m^2}$$

$$12 / \delta m^2 - \delta - m - \gamma \delta - - \Rightarrow m^2 - 4m - 6 - - \Rightarrow m = 2 \pm 8 \quad \begin{cases} m = 10 \checkmark \\ m = -6 \times \end{cases}$$

$$(I): n = \frac{m + 1 -}{m} = \frac{1 - + 1 -}{10} = 2$$

پس این مقاومت رسانای اهمی برابر است با:

$$R = \frac{m}{n} = \frac{10}{2} = 5 \Omega$$

گروه آموزشی ماز

۳۲- در مدار شکل زیر، مقاومت R را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا عددی که ولت‌سنج ایده آل نشان می‌دهد، ۸ درصد افزایش و عددی که آمپرسنج ایده آل نشان می‌دهد ۴۰ درصد کاهش یابد؟

- ۱) ۲۵٪ کاهش
۲) ۲۵٪ افزایش
۳) ۸۰٪ کاهش
۴) ۸۰٪ افزایش

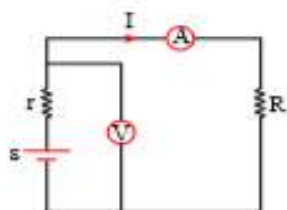


پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معمول	معمول	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پوشش تئوری و ترکیب	پوشش تئوری لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۱۰	۵	۵	۸	۸	پایه دهم	جریان، ولت‌سنج و آمپرسنج			۲۵	۲۵	معمول

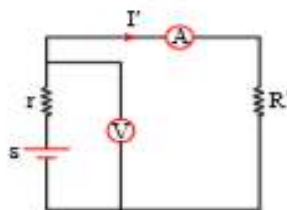
دو حالت بیان شده در تست را مورد بررسی قرار می‌دهیم:

حالت اول: در این حالت یا فرض اینکه جریان عبوری از مدار I و ولتاژ دو سر مولد برابر V است، داریم:



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

حالت دوم: مقاومت R تغییر کرده و برابر R' شده است. در این حالت جریان عبوری از مدار را I' و ولتاژ دو سر مولد را با V' نشان می‌دهیم:



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

یا تغییر مقاومت از R به R' عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد ۸ درصد افزایش می‌یابد و عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، ۴۰ درصد کاهش می‌یابد:

$$V' = V + \frac{\Delta}{100} V = 1.04 V$$

$$I' = I - \frac{\Delta}{100} I = 0.6 I$$

اکنون یا استفاده از روابط به‌دست آمده در بالا، داریم:

$$\frac{V'}{V} = \frac{R'}{R} \cdot \frac{I'}{I} \Rightarrow 1.04 = \frac{R'}{R} \times 0.6$$

$$\Rightarrow \frac{R'}{R} = 1.733 \Rightarrow R' = 1.733 R$$

$$R \text{ درصد تغییرات} = \frac{R' - R}{R} \times 100 = 73.3\% \Rightarrow 73\% \text{ درصد افزایش}$$

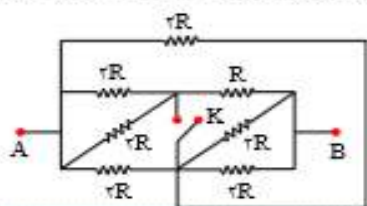
www.biomaze.ir

۳۳- در مدار شکل زیر، اگر مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را در حالتی که کلید باز است با R_{AB} و در حالتی که کلید بسته است با R'_{AB} نشان

دهیم، $\frac{R_{AB}}{R'_{AB}}$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{4}$
(۳) $\frac{1}{2}$

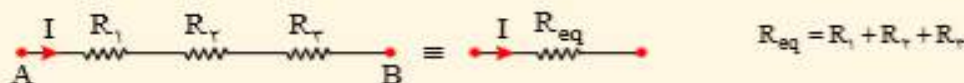
- (۲) $\frac{1}{2}$
(۴) $\frac{1}{2}$



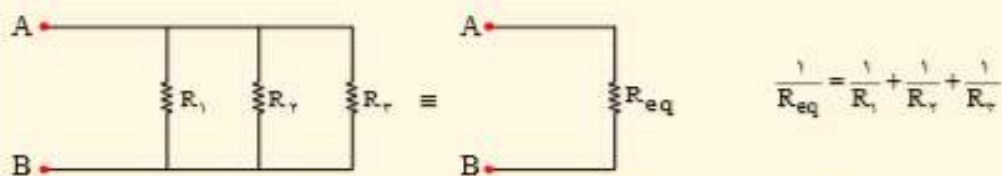
پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	مباحثات	پایه	تعداد	پایه	نوع	آموزشی	نوع	درجه از ۱۰
مقاومت‌های سری	مقاومت‌های موازی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی	مقاومت‌های ترکیبی

مقاومت‌های سری: مقاومت‌هایی هستند که پشت سر هم به یکدیگر بسته شده‌اند و جریان عبوری از آن‌ها یکسان است:



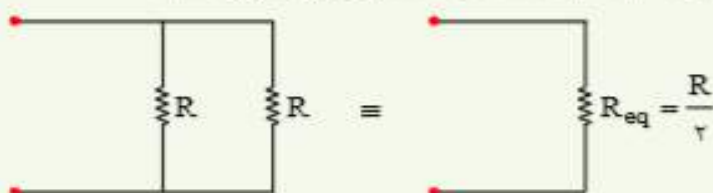
مقاومت‌های موازی: مقاومت‌هایی هستند که دو سر آن‌ها به پتانسیل معین بسته شده‌اند و به عبارتی اختلاف پتانسیل ثابتی بر روی مقاومت‌ها وجود دارد:



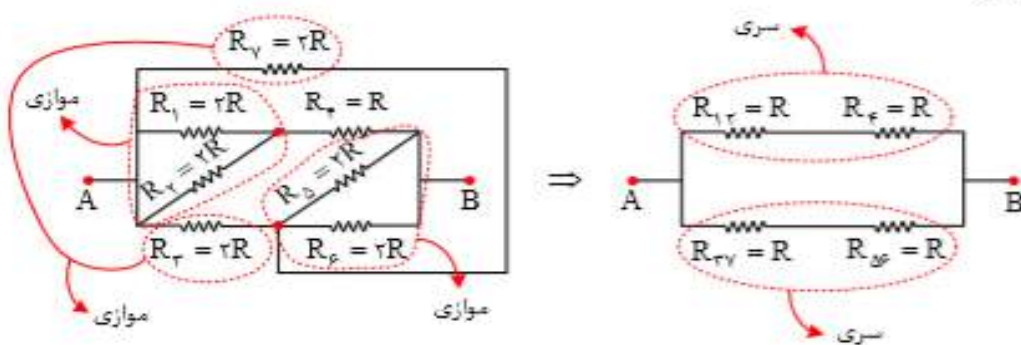
نکته ۱: اگر دو مقاومت R_1 و R_2 به صورت موازی به یکدیگر متصل شده باشند، مقاومت معادل آنها برابر است با:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

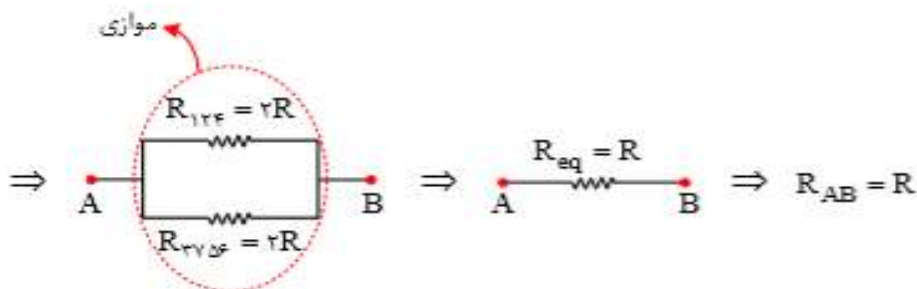
نکته ۲: به عنوان یک حالت خاص اگر $R_1 = R_2 = R$ باشد، مقاومت معادل موازی آنها برابر است با:



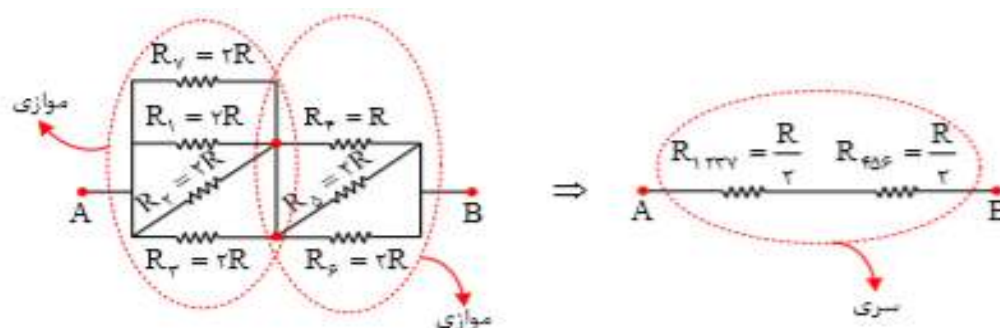
منار را مطابق مراحل نشان داده شده زیر، در دو حالت ساده‌سازی می‌کنیم و مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را بدست می‌آوریم. دقت کنید که در ساده‌سازی از نکته ۲ در ادامه بسیار استفاده شده است.



حالت اول: کلید باز است.



حالت دوم: کلید K بسته است.



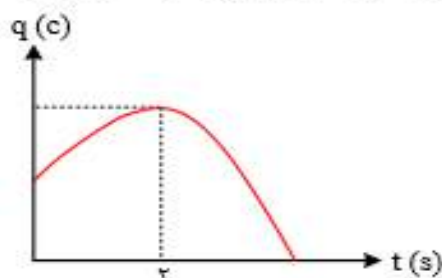
$$R_{1,2,3,4} = \frac{2R}{4} = \frac{R}{2}$$

$$R_{eq} = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} = R \Rightarrow R'_{AB} = R$$

و در پایان، خواسته تست:

$$\frac{R_{AB}}{R'_{AB}} = \frac{R}{R} = 1$$

۳۴- نمودار بار عبوری از یک مقطع رسانا پرحسب زمان، یک سهمی به شکل زیر است. در چه تعداد از بازه‌های زمانی زیر، جریان متوسط عبوری از رسانا صفر است؟



الف) $[1s, 5s]$

ب) $[0/5s, 3/5s]$

پ) $[1/5s, 2/5s]$

- ۱) یک
۲) دو
۳) سه
۴) چهار

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمولی	محاسباتی	آموزشی	تئوریه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه
معمولی	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵

در سهمی اگر دو نقطه روی هم باشند، باید میانگین طول این دو نقطه، یا طول رأس سهمی برابر باشد که در این صورت، شیب پاره‌خطی که این دو نقطه را به هم وصل می‌کند، صفر خواهد شد.

در نمودار $q-t$ ، شیب پاره‌خطی که دو نقطه از نمودار را به هم وصل می‌کند، برابر با جریان الکتریکی متوسط رسانا است که در بازه زمانی مربوط به این دو نقطه، از رسانا عبور کرده است.

حالا کافیست نقاط ابتدا و انتهای هر بازه را میانگین بگیریم. اگر با طول رأس سهمی $(t=2s)$ برابر بود، آن گاه در آن بازه، جریان الکتریکی متوسط، صفر می‌شود.

الف) $[1s, 5s]: \frac{1+5}{2} = 3s$ قاطع

ب) $[0/5s, 3/5s]: \frac{-0/5 + 3/5}{2} = 2s$ درست

پ) $[1/5s, 2/5s]: \frac{1/5 + 2/5}{2} = 3s$ درست

ت) $[0/6s, 3/4s]: \frac{-0/6 + 3/4}{2} = 2s$ درست

۳۵- شکل زیر حرکت زیگزاگ الکترون‌ها را در یک سیم فلزی نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارات‌های زیر در مورد آن نادرست است؟



الف) الکترون‌ها یا تند یا بسیار زیادی موسوم به تندى حد در همه جهت‌ها حرکت می‌کنند.

ب) جهت جریان الکتریکی در جهت سرعت سوق الکترون‌هاست.

ج) اندازه سرعت سوق در فلزات در حدود $10^6 \frac{m}{s}$ است.

۱. ۲

۱. صقر

۲. ۴

۲. ۳

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معماری	آموزشی	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجیه	میزان
موضوع	۶	۱	۱	جریان الکتریکی	و ترکیب			سهان	سهان

جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک است، ولی همه بارهای متحرک، جریان ایجاد نمی‌کنند. برای داشتن جریان الکتریکی باید یک شارش خالص

بار از یک سطح مقطع معین داشته باشیم. به این منظور سیمی فلزی را در نظر بگیرید. الکترون‌های آزاد در طول این سیم یا تندیهایی از مرتبه $10^6 \frac{m}{s}$

در حرکت‌اند، ولی این حرکت به‌طور کاتوره‌ای در همه جهت‌هاست. بنابراین، هیچ شارش خالص یاری از مقطعی معین نداریم (شکل الف). ولی اگر این سیم

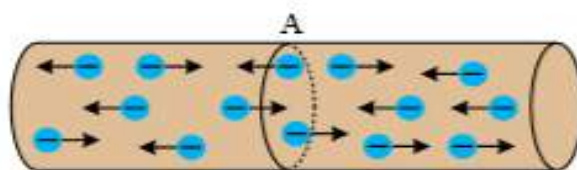
را در مناری الکتریکی قرار دهیم، اختلاف پتانسیلی در دو سر مسیر و میدانی الکتریکی درون آن ایجاد می‌شود و باعث حرکت الکترون‌های آزاد در سیم و

ایجاد جریان می‌شود (شکل ب). در واقع وقتی میدان الکتریکی درون فلز ایجاد می‌شود، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را کمی تغییر می‌دهند و با سرعتی

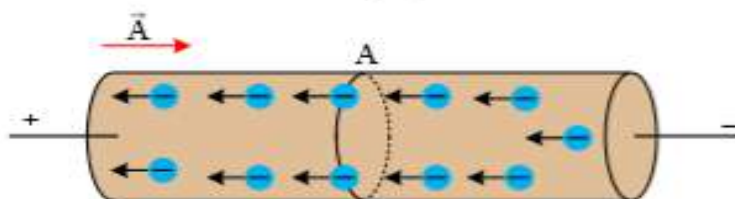
متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به‌طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند که این موجب برقراری جریان الکتریکی در رساتا می‌شود.

اندازه سرعت سوق در یک رساتای فلزی بسیار کم و مثلاً در سیم‌های مسی از مرتبه بزرگی $10^{-5} \frac{m}{s}$ یا $10^{-4} \frac{m}{s}$ است. توجه کنید که جهت قراردادی

جریان الکتریکی I برخلاف جهت سرعت سوق الکترون‌هاست.



(الف)



(ب)

مطابق توضیحات فوق، هر سه عبارت نادرست هستند.

این سؤال براساس شکل ۲-۷ در فصل دوم کتاب درس فیزیک یازدهم رشته تجربی طرح شده است.

گروه آموزشی ماز

مقدار مقاومت الکتریکی با یکای اهم: R

مقاومت ویژه با یکای (اهم \times متر): ρ

طول سیم با یکای متر: L

سطح مقطع سیم با یکای مترمربع: A

مثال:

مقاومت یک سیم مسی با شعاع مقطع 1 mm و طول 5 m را محاسبه کنید.

$$(\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m})$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2} = 1.6 \times 10^{-8} \times \frac{5}{\pi \times (10^{-3})^2} = 2.5 \Omega$$

۴) با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، برای مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

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

قطر مقطع

$$A \propto d^2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

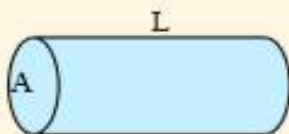
مثال:

مقاومت یک سیم مسی 10Ω است. اگر این سیم را از ابزاری عبور بدهیم تا بدون تغییر در جرم و حجم، طول آن را ۲ برابر کند، مقاومت سیم چند اهم می‌شود؟

با ۲ برابر کردن طول سیم، سیم نازک شده و سطح مقطع آن $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود. بنابراین داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{A \propto \frac{1}{4}} \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} = 1 \times 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_2 = 2 \Omega$$

۵) گاهی در سؤالات مربوط به محاسبه مقاومت از جرم و چگالی سیم هم استفاده می‌شود. برای حل این سؤالات می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم. دقت کنید که چگالی را با ρ' نشان داده‌ایم تا با مقاومت ویژه اشتباه نشود.



$$\text{چگالی: } \rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho' L}$$

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

البته می‌توانیم رابطه فوق را حفظ نکنیم و فقط از مراحل به دست آوردن این رابطه در حل سؤال استفاده کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

با ۲۰۰ گرم آلومین سیمی استوانه‌ای و توپر به طول ۱۰ متر ساخته‌ایم. مقاومت این سیم چند اهم است؟

(مقاومت ویژه و چگالی آلومین به ترتیب 10^{-7} و 2.7×10^3 واحد SI است.)

اگر رابطه مقاومت و جرم را حفظ باشیم:

$$R = \rho \rho' \frac{L^2}{m} = 10^{-7} \times 2.7 \times 10^3 \times \frac{10^2}{0.2} = 1.35 \Omega$$

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.

گام اول: محاسبه مقاومت سیم با استفاده از نمودار ولتاژ - جریان:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1/5}{-1/75} = 2\Omega$$

گام دوم: یاتوجه به این که طول و جرم سیم را داریم، می‌توانیم از رابطه $R = \rho \rho' \frac{L}{m}$ استفاده کنیم. برای توضیحات پیش‌تر در مورد این رابطه به درستمه فوق مراجعه کنید.

$$R = \rho \rho' \frac{L}{m} \Rightarrow 2 = \rho \rho' \times \frac{25}{-1/75} \Rightarrow \rho \rho' = 8 \times 10^{-4} \text{ (در SI)}$$

پتایراین جتس سیم باید به گونه‌ای باشد که حاصل‌ضرب چگالی در مقاومت ویژه آن برحسب واحدهای SI برابر 8×10^{-4} باشد. سیم‌های A و D طبق جدول داده شده دارای این خاصیت هستند.

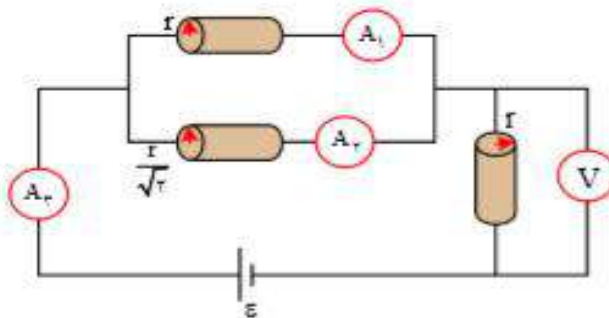
اگر این سیم را آنقدر بکشیم تا به‌طور یکنواخت، طول آن n برابر شود، مقاومت آن چند برابر می‌شود؟

پاسخ: با n برابر شدن طول سیم، سطح مقطع آن $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود، پتایراین داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \text{مقاومت } R, n^2 \text{ برابر می‌شود.}$$

گروه آموزشی ماز

۳۷ - مطابق شکل، سه قطعه فلزی استوانه‌ای توپر، هم‌جنس و هم‌طول در یک مدار به یک باتری ایده‌آل متصل شده‌اند. کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟



(الف) جریانی که آمپرسنج (۱) اندازه می‌گیرد، ۲ برابر جریانی است که آمپرسنج (۲) اندازه می‌گیرد.

(ب) ولتاژی که ولت‌سنج اندازه می‌گیرد، ۴۰ درصد از نیروی محرکه باتری کم‌تر است.

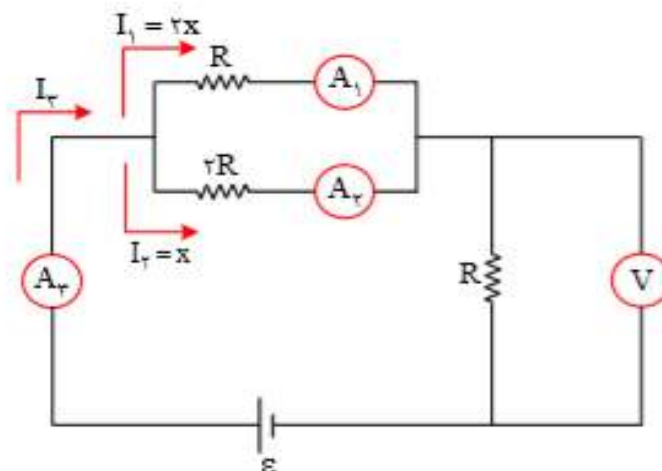
(ج) جریانی که آمپرسنج (۳) اندازه می‌گیرد، ۵۰ درصد بیش‌تر از جریان آمپرسنج (۲) است.

(۱) (الف) و (ج) (۲) (الف) و (ب) (۳) (ب) و (ج) (۴) (الف)، (ب) و (ج)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پایان نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	خرجه سطح	میزان دشواری
درجه ۱۰	۴	۶	۶	۶	دوازدهم	جریان الکتریکی	رابطه شار و ترکیب	=	=	سه	متوسط

یاتوجه به این که طول و جتس مقاومت‌ها یکسان است، اندازه مقاومت‌ها یا مساحت مقطع آن‌ها رابطه عکس دارد، پتایراین می‌توان مدار را به‌صورت زیر رسم کرد. دقت کنید در مقاومت‌های موازی، جریان با مقاومت رابطه عکس دارد. پس اگر جریان I_1 برابر $x\%$ باشد، جریانی I_2 برابر $x\%$ می‌باشد و عبارت (الف) صحیح است.



$$\begin{cases} I_1 = rx \\ I_r = x \end{cases} \Rightarrow I_r = I_1 + I_r = rx \Rightarrow I_r = r I_r \text{ (عبارت ج) تادریست}$$

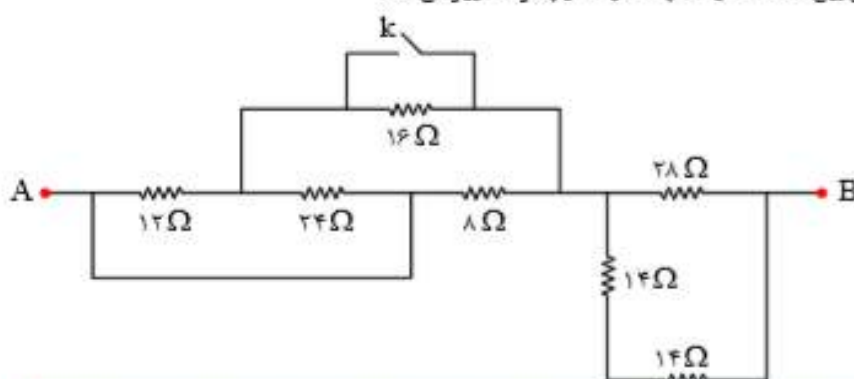
$$R_{eq} = R + \frac{R \times rR}{R + rR} = \frac{\Delta}{r} R \Rightarrow I_r = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{\frac{\Delta}{r} R} = \frac{r}{\Delta} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\text{عبارت (ب) صحیح} \quad V = R I_r = R \times \frac{r}{\Delta} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{r}{\Delta} \varepsilon = \frac{r}{1+r} \varepsilon$$

مطابق توضیحات فوق، عبارت‌های (الف) و (ب) صحیح هستند.

گروه آموزشی ماز

۲۸- در شکل زیر، یا وصل کردن کلید k ، مقاومت معادل بین نقاط A و B چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟



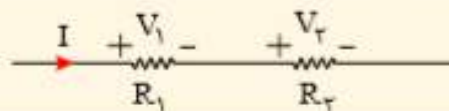
- (۱) ۱۰ درصد کاهش
- (۲) ۱۰ درصد افزایش
- (۳) ۱۶ درصد کاهش
- (۴) ۱۶ درصد افزایش

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم فیزیکی ترکیبی	درجه سختی	حیازن
درجه ۱۰	۲	۹	۲	سوال	پایه دهم	جریان الکتریکی	و ترکیب	≡	≡	متوسط	متوسط

درست‌نامه:

(۱) هنگامی که دو مقاومت پشت سر هم بسته شده باشند، به اتصال آن‌ها سری یا متوالی می‌گوییم. در مقاومت‌های متوالی روابط زیر برقرار است:



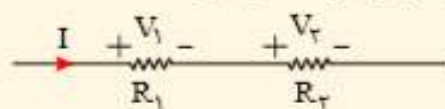
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$I_{eq} = I_1 = I_2$$

$$V_{eq} = V_1 + V_2$$

(۲) در مقاومت‌های متوالی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌ها بزرگ‌تر است.

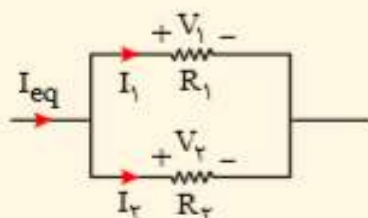
(۳) در مقاومت‌های متوالی ولتاژ و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه مستقیم دارد.



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

(۴) هنگامی که دو سر دو مقاومت یا سیم رسانا به هم متصل باشد، این دو مقاومت به صورت موازی به هم متصل شده‌اند. در مقاومت‌های موازی روابط زیر برقرار است.



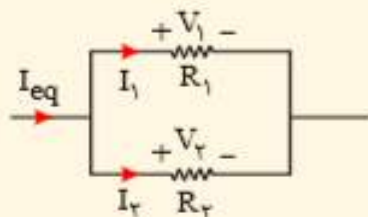
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{eq} = I_1 + I_2$$

$$V_{eq} = V_1 = V_2$$

(۵) در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌های موازی کوچک‌تر است.

(۶) در مقاومت‌های موازی، جریان و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه عکس دارد.



$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

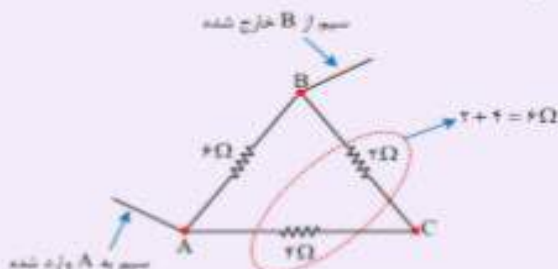
(۷) مقاومت معادل بین دو نقطه A و B به این معنی است که یک سیم به نقطه A وارد شده است و یک سیم از نقطه B خارج شده است. به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

در شکل مقابل مقاومت معادل بین نقاط A و B و مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه کنید.



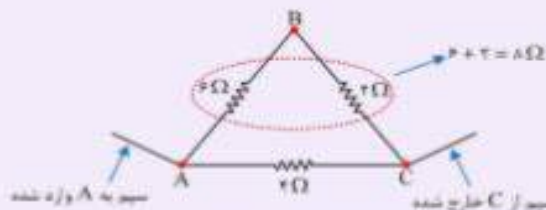
ابتدا مقاومت معادل بین A و B را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های 2Ω و 4Ω با هم متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت 6Ω موازی است. بنابراین داریم:

$$R_{AB} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3\Omega$$

حال مقاومت معادل بین A و C را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های 6Ω و 4Ω متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت 2Ω موازی است.

$$R_{AC} = \frac{10 \times 2}{10 + 2} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3}\Omega$$

مثال:

در مثال قبل، اگر یک باتری آرمانی 24 ولتی را یک بار بین A و B و بار دیگر بین A و C ببندیم، جریان خروجی از آن چند آمپر می‌شود؟

اگر باتری بین A و B بسته شود، مقاومت 3Ω است و داریم:

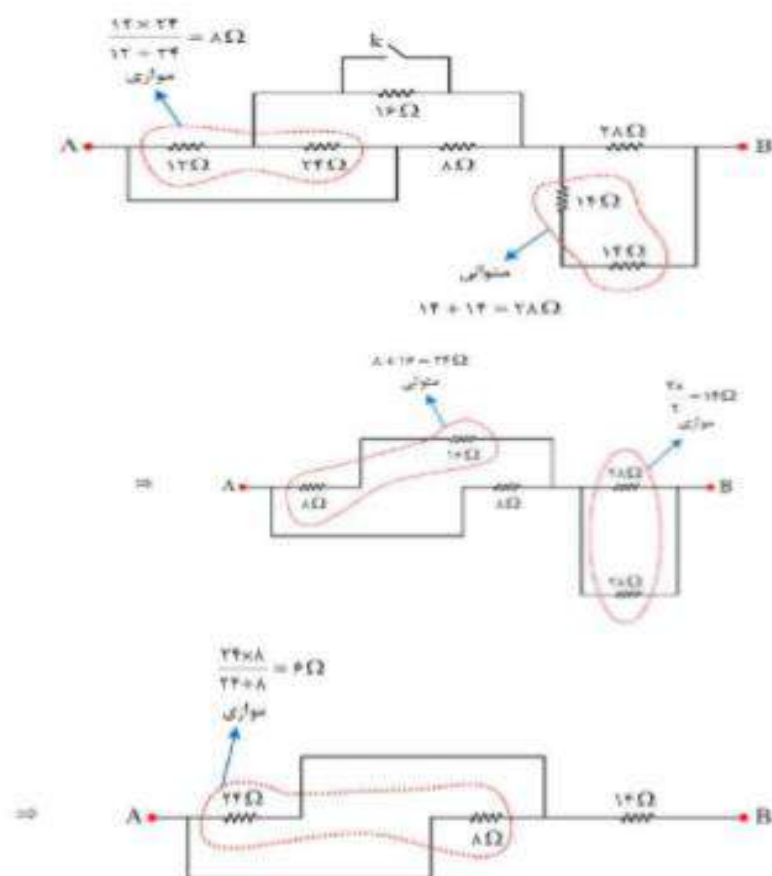
$$I_1 = \frac{E}{R_{AB}} = \frac{24}{3} = 8A$$

اگر باتری بین A و C بسته شود، مقاومت $\frac{5}{3}\Omega$ است و داریم:

$$I_2 = \frac{E}{R_{AC}} = \frac{24}{\frac{5}{3}} = 9A$$

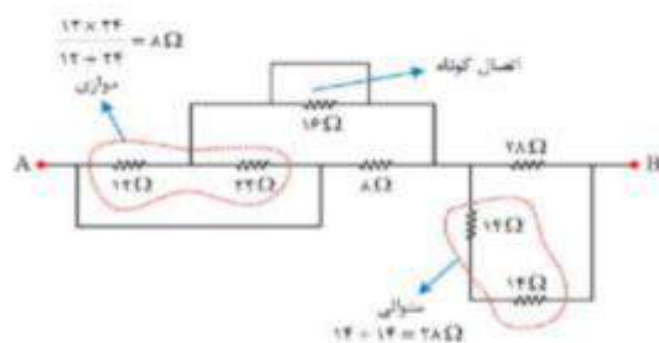
مقاومت معادل را یک بار در حالت قطع بودن کلید و بار دیگری در حالت وصل بودن کلید محاسبه می‌کنیم. دقت کنید که دو سر مقاومت‌های 12Ω و 24Ω به هم وصل است و این دو مقاومت موازی می‌باشند.

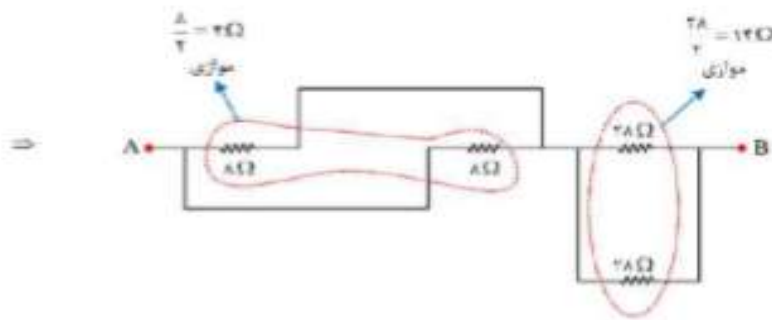
کلید باز



$$R_{eq} = 6 + 14 = 20\Omega$$

کلید بسته: در این حالت مقاومت 16Ω اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌شود. دقت کنید که مرحله اول ساده‌سازی مقاومت‌ها دقیقاً مشابه با حالت قبل است.





$$R'_{eq} = 4 + 14 = 18\Omega$$

$$\Rightarrow \frac{R'_{eq}}{R_{eq}} = \frac{18}{20} = \frac{9}{10}$$

بنابراین یا پستن کلید، مقاومت معادل ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

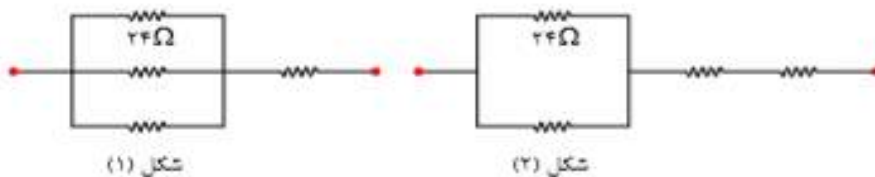
اگر دو سر A و B را به یک باتری متصل کنیم و توان خروجی از باتری در حالت باز و بسته کلید برابر باشد، چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟

پاسخ: اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی از باتری یکسان باشد، آن‌گاه مقاومت درونی باتری برابر $r = \sqrt{R_1 R_2}$ می‌باشد، بنابراین داریم:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{20 \times 18} = \sqrt{360} = 6\sqrt{10}\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۳۹- چهار مقاومت مشابه را یک یار به صورت شکل (۱) و یار دیگر به صورت شکل (۲) به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل می‌کنیم. اگر در مدار شکل (۱)، در هر ساعت ۱۰/۸ کیلوژول انرژی تلف شود، در مدار شکل (۲) در هر دقیقه چند ژول انرژی تلف می‌شود؟



۹۶ (۴)

۱۹۲ (۳)

۴۰۵ (۲)

۴۵۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مختصات	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	ملاحظات قابل ترکیب	درجه	مدار
۳	۶	۸	سوال	یازدهم	جریان الکتریکی	و ترکیب			معمولی	ساده

درسنامه:

(۱) توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در جریان آن وسیله است.

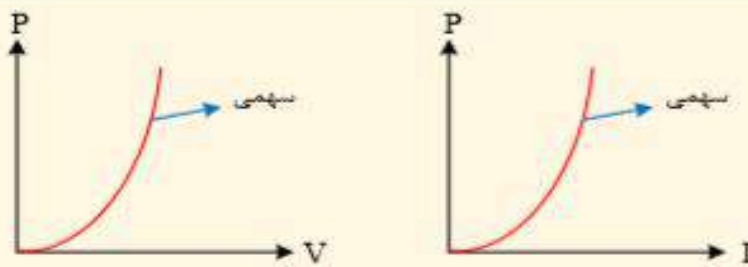
$$P = VI$$

(۲) برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

$$\begin{aligned} P &= VI \\ P &= RI^2 \\ P &= \frac{V^2}{R} \end{aligned}$$

توان مصرفی مقاومت

(۳) نمودار توان مصرفی در یک مقاومت بر حسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



(۴) با ضرب کردن توان الکتریکی در زمان می‌توان انرژی مصرفی در مقاومت‌ها را محاسبه کرد.

$$U = Pt \begin{cases} U = VIt \\ U = RI^2t \\ U = \frac{V^2}{R}t \end{cases}$$

(۵) در استفاده از رابطه $U = Pt$ ، اگر توان برحسب وات و زمان برحسب ثانیه جایگزین شود، انرژی برحسب ژول به‌دست می‌آید و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت جایگزین شود، انرژی برحسب کیلووات ساعت به‌دست می‌آید.

(۶) کیلووات ساعت معادل 3.6×10^6 ژول است.

$$1 \text{ kw} \cdot \text{h} \equiv 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

مثال:

یک وسیله برقی با مقاومت الکتریکی 50Ω به اختلاف پتانسیل 100 ولت متصل شده است. در هر شبانه‌روز چند کیلووات ساعت انرژی در این وسیله مصرف می‌شود؟
گام اول: محاسبه توان برحسب کیلووات:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{50} = 200 \text{ W} = 0.2 \text{ kw}$$

گام دوم: محاسبه انرژی در هر شبانه‌روز:

$$U = Pt = 0.2 \times 24 = 4.8 \text{ kw} \cdot \text{h}$$

(۷) برای مقایسه توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را باهم مقایسه می‌کنیم. در مقایسه جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم.

الف) جریان مقاومت‌های متوالی یا هم برابر است.

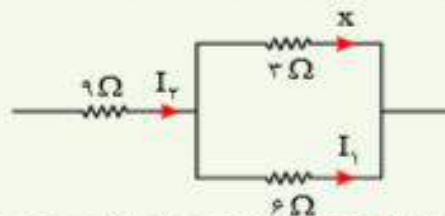
ب) جریان مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد.

ج) برای مقایسه جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر x در نظر می‌گیریم و جریان سایر قسمت‌ها را برحسب x به‌دست می‌آوریم.

برای آن‌که نکته بالا واضح‌تر شود، بهتر است قبل از این‌که به حل این تست بپردازیم، چند تعریف زیر را حل کنیم.

تمرین (۱):

در مدار زیر اگر جریان مقاومت 3Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به‌دست آورید.



همان‌طور که یاد گرفتیم در مقاومت‌های موازی، جریان با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جریان مقاومت } 6 \Omega}{\text{جریان مقاومت } 3 \Omega} = \frac{3}{6} \Rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{3}{6} \Rightarrow I_1 = \frac{x}{2}$$

همچنین جریان مقاومت 9Ω برابر مجموع جریان‌های مقاومت‌های 3Ω و 6Ω است، بنابراین داریم:

$$I_v = x + \frac{x}{2} = \frac{3x}{2}$$

تمرین (۲):

در مدار زیر، اگر جریان مقاومت 6Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به‌دست آورید.



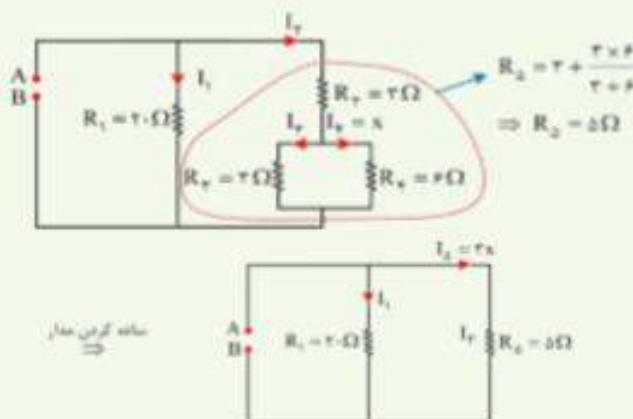
مقاومت‌های R_2 و R_3 باهم موازی هستند، بنابراین داریم:

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_3} = \frac{20}{20} \Rightarrow I_2 = I_3$$

جریان I_2 برابر مجموع I_2 و I_3 است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$I_2 = I_2 + I_3 = 20x + 20x = 40x$$

برای به‌دست آوردن جریان I_1 راه سخت‌تری در پیش داریم. برای این کار ابتدا سمت راست مدار را ساده می‌کنیم. مقاومت‌های R_2 و R_3 موازی هستند و حاصل آن‌ها با R_4 متوالی است، بنابراین داریم:



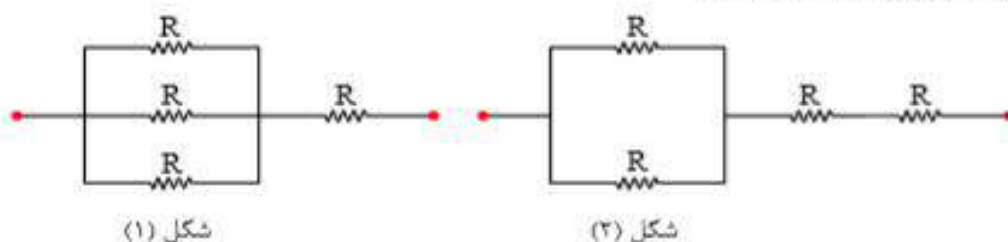
در نهایت چون مقاومت‌های R_2 و R_3 موازی هستند، می‌توانیم جریان I_1 را هم برحسب x به‌دست آوریم.

$$\frac{I_1}{I_4} = \frac{R_4}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{40x} = \frac{40}{20} \Rightarrow I_1 = 80x$$

در قسمت قبل یاد گرفتیم که چگونه جریان مقاومت‌های مدار را مقایسه کنیم. پس از مقایسه جریان‌ها، می‌توانیم به راحتی و با استفاده از رابطه $P = RI^2$ توان مقاومت‌ها را هم با یکدیگر مقایسه کنیم.

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2$$

ابتدا مقاومت معادل را در هر دو شکل محاسبه می‌کنیم.



$$R_{eq1} = \frac{R}{3} + R + \frac{R}{3}$$

$$R_{eq2} = \frac{R}{3} + R + R = \frac{5}{3}R$$

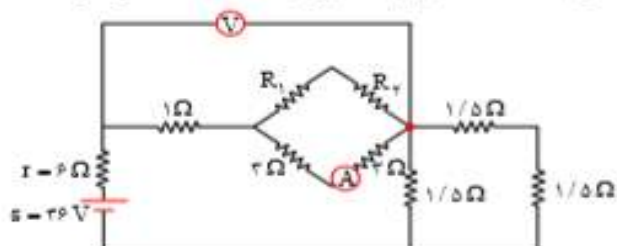
برای مقایسه انرژی مصرفی در دو شکل می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \left\{ \begin{array}{l} U = Pt \\ P = \frac{V^2}{R} \end{array} \right. &\Rightarrow U = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{U_r}{U_1} = \left(\frac{V_r}{V_1} \right)^2 \times \left(\frac{R_1}{R_r} \right) \times \left(\frac{t_r}{t_1} \right) \\ &\Rightarrow \frac{U_r}{1-8-} = 1 \times \frac{\frac{4}{9} R}{\frac{4}{9} R} \times \frac{P-}{36-} = \frac{1}{15 \times 6-} \\ &\Rightarrow U_r = \frac{1 \times 1-8-}{15 \times 6-} = 46 J \end{aligned}$$

این تست براساس تمرین ۱۹ در انتهای فصل دوم کتاب درسی فیزیک یازدهم رشته تجربی طرح شده است.

گروه آموزشی ماز

۴- در مدار زیر، توان خروجی از باتری بیشینه است. آمپرسنج و ولتسنج ایده آل به ترتیب از راست به چپ چند آمپر و چند ولت را اندازه می‌گیرند؟



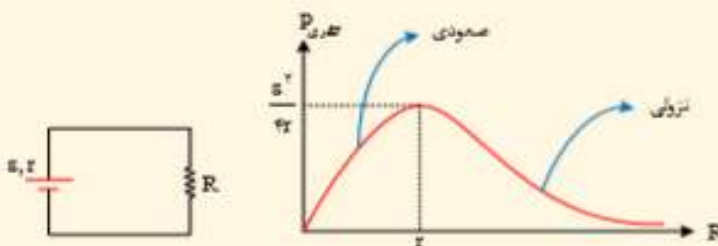
- ۱۵.۲ (۱)
- ۱۲.۲ (۲)
- ۱۵.۳ (۳)
- ۱۲.۳ (۴)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	محاسباتی	آموزشی	شدت	زبان	محت	پیش نیاز	پیش نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱	۱	۱	سوال	یازدهم	جریان الکتریکی	و ترکیب	۱	۱	استفاده	محت

درست‌نامه:

۱) در مدار تک حلقه زیر، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، بر حسب مقاومت R به صورت زیر است.



۲) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار بزرگتر از مقاومت درونی باتری است ($R > r$)، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

۳) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار کوچکتر از مقاومت درونی باتری است ($R < r$)، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

۴) همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{S^2}{4r}$ می‌باشد.

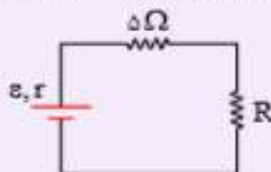
۵) اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری واسطه هندسی مقاومت‌های R_1 و R_2 است، یعنی:

$$R_1 R_2 = r^2 \Rightarrow \text{اگر توان خروجی از باتری با اتصال به } R_1 \text{ و } R_2 \text{ یکسان باشد.}$$

$$\boxed{R_1 R_2 = r^2 \Rightarrow \text{اگر توان خروجی از باتری با اتصال به } R_1 \text{ و } R_2 \text{ یکسان باشد.}}$$

مثال ۲

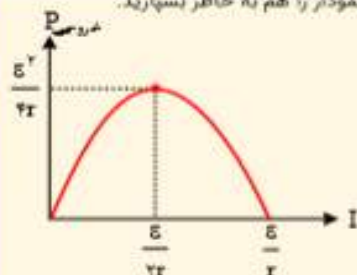
در مدار زیر اگر مقاومت R برابر 4Ω یا 11Ω باشد، توان خروجی از باتری یکسان است. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



اگر $R = 4\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار برابر $R_1 = 9\Omega$ می‌شود و اگر $R = 11\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار برابر $R_2 = 16\Omega$ می‌شود. مطابق نکته بالا داریم:

$$R_1 R_2 = r^2 \Rightarrow 9 \times 16 = r^2 \Rightarrow r = 12\Omega$$

(۶) نمودار توان خروجی از یک باتری بر حسب جریان عبوری از آن، به صورت یک سهمی است و توضیح می‌شود این نمودار را هم به خاطر بسپارید.



$$P = \varepsilon I - rI^2$$

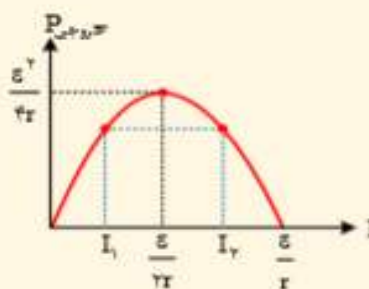
$$\Rightarrow \text{رأس سهمی} : \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{2r} \\ P = \frac{\varepsilon^2}{4r} \end{cases}$$

(۷) همان‌طور که در نمودار بالا می‌بینید، توان خروجی از یک باتری زمانی بیشینه می‌شود که جریان آن برابر $\frac{\varepsilon}{2r}$ باشد. مقدار این توان بیشینه، همان‌طور که در

نکات قبلی دیدیم برابر $\frac{\varepsilon^2}{4r}$ است.

(۸) باتوجه به تقارن سهمی حول رأس آن، اگر به ازای دو جریان مختلف، توان خروجی از باتری یکسان باشد، می‌توان نتیجه گرفت که مجموع این دو جریان برابر

$\frac{\varepsilon}{r}$ است. به شکل زیر دقت کنید.



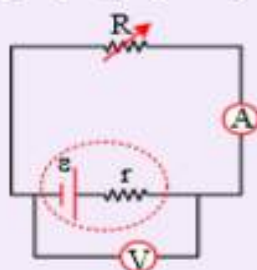
$$\frac{\varepsilon}{2r} = I_1 + I_2 \text{ میانگین} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{r}}$$

در نهایت به مثال زیر که از کنگور ۱۴۰۰ انتخاب شده است دقت کنید.

مثال:

در مدار زیر، توان خروجی باتری به ازای جریان‌های $3A$ و $5A$ یکسان است، در حالتی که ولتسنج عدد صفر را نشان می‌دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟



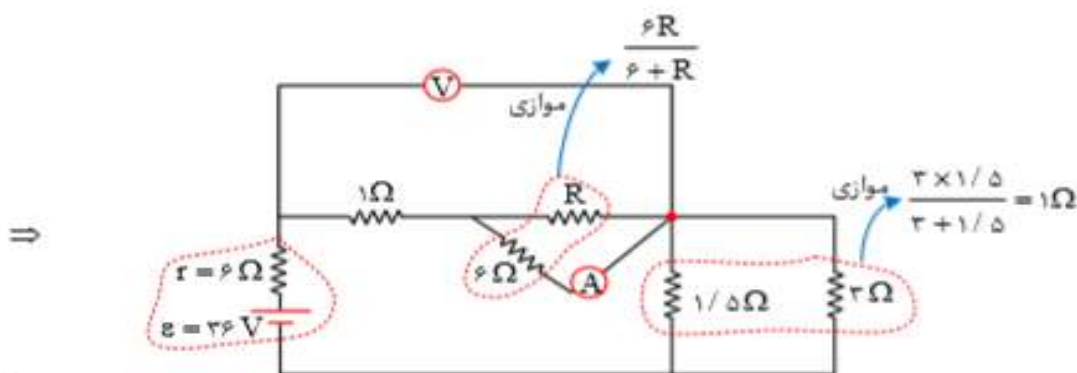
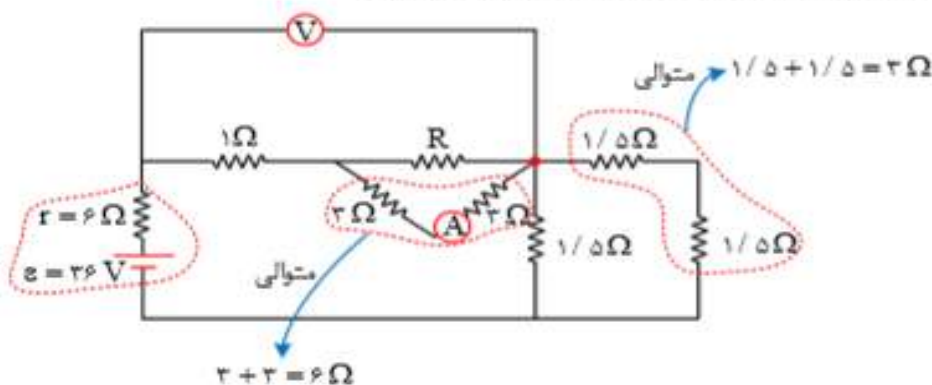
برای پاسخ دادن به این سؤال، کافی است دو مدار زیر را طی کنیم.

مرحله اول: مطابق نکات فوق، می‌دانیم اگر به ازای دو جریان I_1 و I_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مجموع I_1 و I_2 برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\varepsilon}{r} = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 3 + 5 = 8$$

مرحله دوم: هنگامی که ولتسنج عدد صفر را نشان می‌دهد، باتری اتصال کوتاه شده و جریان آن برابر $I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r}$ است که می‌دانیم برابر $8A$ می‌باشد.

ابتدا دقت کنید که مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی هستند، بنابراین می‌توانیم آن‌ها را به صورت یک مقاومت R در نظر بگیریم. چون توان خروجی از باتری بیشینه است، مقاومت معادل مدار برابر مقاومت درونی باتری است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$R_{eq} = 1 + \frac{6R}{6+R} + 1$$

$$\xrightarrow{R_{eq} = r = 6\Omega} 6 = 1 + \frac{6R}{6+R} + 1 \Rightarrow \frac{6R}{6+R} = 4 \Rightarrow R = 12\Omega$$

حال که مقاومت R را می‌دانیم، می‌توانیم جریان مدار، جریان آمپرسنج و ولتاژ ولتسنج را به دست آوریم.

$$I_t = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{24}{12} = 2A \rightarrow I_A = \frac{12}{12+6} \times 2 = 1A \quad \text{و} \quad V = \mathcal{E}I_t = 15V$$

این تست براساس یکی از تست‌های گنگور سراسری ریاضی ۹۷ طرح شده است که در ادامه آن را بررسی می‌کنیم.

(تست گنگور سراسری ریاضی ۹۷)

در مدار زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا نول خروجی از مولد بیشینه شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟



۱) صفر و ۱۲

۲) ۳ و ۴/۸

۳) ۴ و ۴

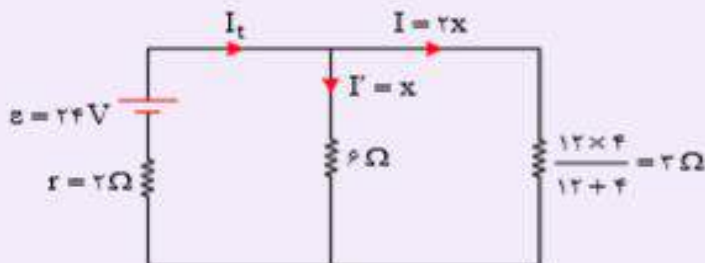
۴) ۴ و ۲/۴

پاسخ: گزینه ۳

برای آن‌که نول خروجی باتری بیشینه شود کافی است $R_{eq} = r$ باشد، پس داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \xrightarrow{R_{eq}=r=2\Omega} \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \Rightarrow R = 4\Omega$$

در این حالت، جریان I برابر است با:



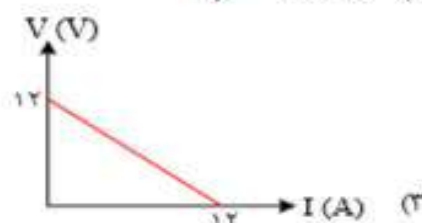
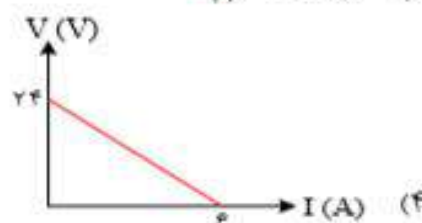
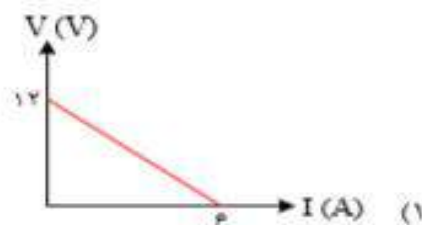
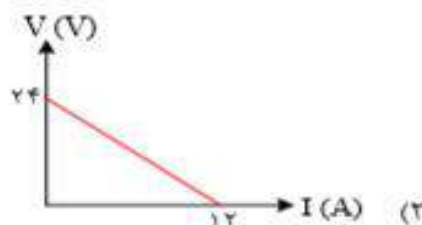
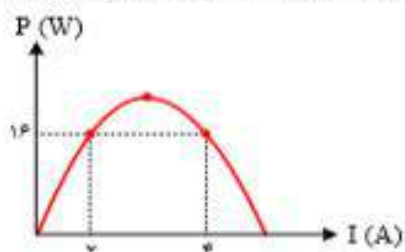
$$I_t = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{24}{2+2} = 6A$$

$$I_t = I + I' \Rightarrow 2x = 6 \Rightarrow x = 3A$$

$$\Rightarrow I = 2x = 6A$$

گروه آموزشی ماز

۴۱- نمودار توان خروجی بر حسب جریان عبوری از یک باتری مطابق شکل است. در کدام گزینه نمودار ولتاژ-جریان این باتری به درستی رسم شده است؟



پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمولی	معمداتر	آورداری	شدت	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه از ۰ تا ۱۰	۱	۶	۸	سوال	پارامتر	جریان الکتریکی	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان

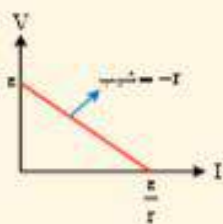
درستنامه:

۱) معادله ولتاژ-جریان یک باتری مولد به صورت زیر است:

$$V_{\text{دری}} = \mathcal{E} - rI$$

در رابطه فوق، \mathcal{E} برابر نیروی محرکه باتری و r برابر مقاومت درونی آن است.

۲) مطابق رابطه $V_{\text{دری}} = \mathcal{E} - rI$ ، نمودار ولتاژ-جریان یک باتری مولد مطابق شکل زیر است.



۳) در مورد نمودار ولتاژ-جریان باتری به نکات زیر توجه کنید:

الف) بیشینه ولتاژ باتری مولد برابر نیروی محرکه آن است.

ب) اندازه شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

ج) عرض از مبدأ نمودار برابر \mathcal{E} و طول از مبدأ آن برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است.

د) بیشینه جریان خروجی از باتری برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است که به آن جریان اتصال کوتاه باتری می‌گوییم.

باتوجه به نمودار توان داده شده، توان خروجی از باتری به ازای دو جریان $I_1 = 2A$ و $I_2 = 4A$ یکسان است، بنابراین داریم:

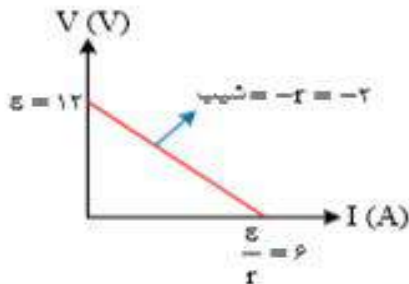
$$\begin{cases} I_{1r} = \frac{\varepsilon}{r} \\ I_{2r} = \frac{I_1 + I_2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{2+4}{2} = 3 \Rightarrow \varepsilon = 6r$$

از طرفی توان خروجی به ازای $I_1 = 2A$ برابر $16W$ است، پس می‌توان نوشت:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - r I^2 \xrightarrow{I=2A} 16 = 2\varepsilon - 4r$$

$$\xrightarrow{\varepsilon=6r} 16 = 2(6r) - 4r \Rightarrow 16 = 8r \Rightarrow r = 2\Omega \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

بنابراین نمودار ولتاژ - جریان باتری به شکل زیر است.



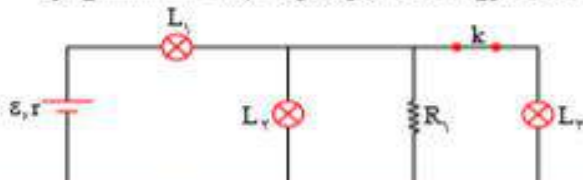
اگر این باتری را به یک مقاومت 6Ω وصل کنیم، توان خروجی از باتری چه کسری از توان تولید شده در آن می‌باشد؟

پاسخ: باتری توان εI را تولید می‌کند، مقدار $r I^2$ در خود باتری تلف می‌شود و در نهایت توان $\varepsilon I - r I^2$ از باتری خارج می‌شود، بنابراین داریم:

$$\frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = \frac{\varepsilon I - r I^2}{\varepsilon I} = 1 - \frac{r I}{\varepsilon} = 1 - \frac{r}{\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon}{R+r} \right) = 1 - \frac{r}{R+r} = \frac{R}{R+r} \Rightarrow \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = \frac{6}{8} = 0.75$$

گروه آموزشی ماز

۴۲- در مدار زیر، اگر کلید k را باز کنیم، نور لامپ L_1 می‌شود و اگر دمای مقاومت فلزی R_1 را بالا ببریم، نور لامپ L_1 می‌شود.



- (۱) کم - کم
(۲) کم - زیاد
(۳) زیاد - کم
(۴) زیاد - زیاد

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مباحثات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میدان
درجه ۱ تا ۱۰	۷	۴	۸	نور	جریان الکتریکی	و ترکیب			سهانی	متوسط

درستنامه:

در این درستنامه به بررسی سؤالاتی می‌پردازیم که در آن‌ها مقدار یک مقاومت تغییر می‌کند یا کلیدی باز یا بسته می‌شود و اثر این تغییرات بر مقادیر ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌ها و یا نور لامپ‌ها از ما پرسیده می‌شود. برای حل این نوع از سؤالات می‌توانیم گام‌های زیر را طی کنیم.

(۱) تعیین می‌کنیم مقاومت معادل مدار چگونه تغییر کرده است.

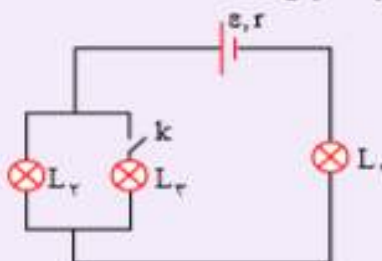
(۲) باتوجه به نتیجه گام قبل، تعیین می‌کنیم جریان خروجی از باتری چگونه تغییر می‌کند.

(۳) با مشخص شدن تغییرات جریان باتری، تغییر نور برخی از لامپ‌ها و یا تغییرات اعداد برخی از ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌های مدار مشخص می‌شود. برای تعیین تغییرات نور لامپ‌های دیگر و مقادیر سایر ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌ها ولتاژ باتری را بررسی می‌کنیم.

برای آن‌که روش بالا به‌طور کامل واضح شود، دو مثال زیر را حل می‌کنیم. مثال اول مربوط به نور لامپ‌ها است و مثال دوم مربوط به تغییرات اعداد ولت‌سنج و آمپرسنج است.

مثال

در مدار زیر با بستن کلید k ، نور لامپ‌های L_1 و L_2 چگونه تغییر می‌کند؟



برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام ۱، با بستن کلید k ، دو لامپ باهم موازی می‌شوند و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

گام ۲، با کاهش مقاومت مدار، جریان خروجی از باتری زیاد می‌شود. چون جریان باتری به‌طور کامل از لامپ L_1 می‌گذرد، با افزایش جریان، نور L_1 هم زیاد می‌شود.

گام ۳، چون کل مدار زیاد شده است، ولی این جریان با بسته شدن کلید باید بین دو لامپ L_1 و L_2 تقسیم شود، بنابراین با کمک جریان نمی‌توانیم تغییرات نور لامپ L_2 را بررسی کنیم. برای این کار از تغییرات ولتاژ باتری در مدار کمک می‌گیریم.

$$V_{\text{درا}} = \varepsilon - rI \Rightarrow V_{\text{درا}} \downarrow$$

$$V_{\text{درا}} = V_{L_1} + V_{L_2} \Rightarrow V_{L_2} \downarrow$$

بنابراین نور لامپ L_2 با کاهش ولتاژ آن کم شده است. راه‌حل این مثال را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

$$k \text{ بستن} \Rightarrow R_t \downarrow \Rightarrow I_t \uparrow \Rightarrow L_1 \text{ نورتر}$$

$$I_t \uparrow \Rightarrow V_{\text{درا}} \downarrow \Rightarrow V_{L_2} \downarrow \Rightarrow L_2 \text{ نورتر کم}$$

مثال ۲

در مدار زیر با افزایش مقاومت R_2 ، مقادیری که ولتسنج و آمپرسنج ایده‌آل اندازه می‌گیرند چگونه تغییر می‌کند؟



پانوجه به مثال قبل به‌طور خلاصه می‌توان نوشت:

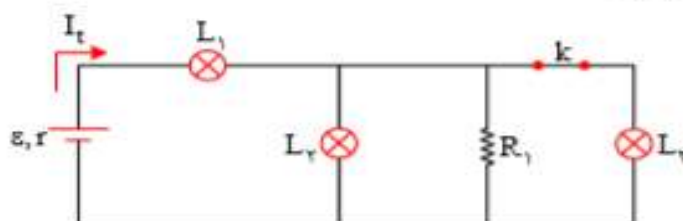
$$\uparrow R_2 \Rightarrow \uparrow R_t \Rightarrow \downarrow I_t \Rightarrow \text{جریان آمپرسنج کم می‌شود}$$

$$V_{\text{درا}} = \varepsilon - rI \Rightarrow \uparrow V_{\text{درا}}$$

$$\uparrow V_{\text{درا}} = V_{R_1} + V_{R_2} \Rightarrow \uparrow V_{R_2} \Rightarrow \text{ولتاژ ولتسنج زیاد می‌شود}$$

دقت کنید که ولتاژ دو سر مقاومت R_2 همان ولتاژی است که ولتسنج اندازه می‌گیرد.

هر یک از دو حالت را جداگانه بررسی می‌کنیم.



(۱) باز کردن کلید k :

$$k \text{ باز شدن} \Rightarrow \uparrow R_t \Rightarrow \downarrow I_t$$

با کاهش جریان خروجی از باتری، طبق رابطه $\varepsilon - rI = \varepsilon - rI_{L_1}$ ولتاژ باتری زیاد می‌شود. باتوجه به این که ولتاژ باتری برابر مجموع ولتاژ لامپ‌های L_1 و L_2 است، داریم:

$$\uparrow V_{\text{باتری}} = V_{L_1} + V_{L_2} \Rightarrow \text{با افزایش می‌یابد}$$

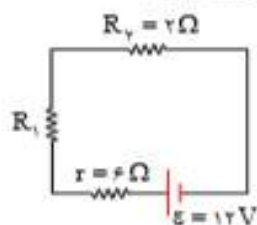
با افزایش یافتن ولتاژ لامپ L_2 ، تور آن زیاد می‌شود.

۲) افزایش دمای مقاومت فلزی R_1 ، با افزایش دمای این مقاومت، مقدار مقاومت الکتریکی آن زیاد می‌شود و در نتیجه مقاومت معادل مدار هم افزایش می‌یابد. بنابراین جریان خروجی از باتری که همان جریان لامپ L_1 است کم می‌شود و تور لامپ L_1 کاهش خواهد یافت.

این سؤال براساس تمرین ۲۴ در انتهای فصل دوم کتاب درس فیزیک یازدهم رشته تجربی طرح شده است.

گروه آموزشی ماز

۴۳- در مدار زیر به مقاومت فلزی R_1 حرارت می‌دهیم تا دمای آن به تدریج افزایش یابد. چه تعداد از عبارتهای زیر الزاماً درست است؟



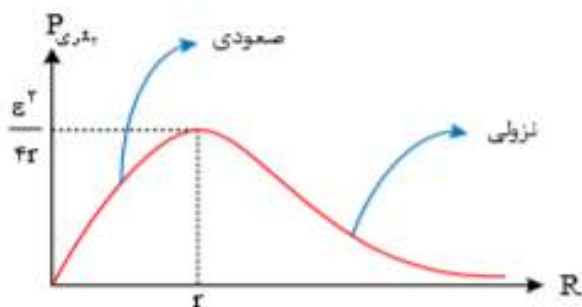
- الف) با افزایش دمای R_1 ، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد.
 ب) با افزایش دمای R_1 ، جریان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.
 ج) با افزایش دمای R_1 ، توان مصرفی در مقاومت R_2 کم می‌شود.
 د) با افزایش دمای R_1 ، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

- ۱ (۱)
 ۲ (۲)
 ۳ (۳)
 ۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

مشاهده	معمومی	مسابقاتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	عنوان
درجه اول	%	%	خوب	۱۰۰	یازدهم	جریان الکتریکی	و ترکیب			متوسط	متوسط

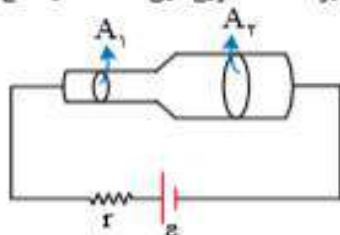
با افزایش دمای مقاومت فلزی R_1 ، مقدار این مقاومت زیاد می‌شود. بنابراین مقاومت معادل مدار هم افزایش می‌یابد و در نتیجه جریان مدار کم خواهد شد. با کاهش جریان مدار، جریان مقاومت R_2 هم کم می‌شود و در نتیجه توان مصرفی در این مقاومت کاهش خواهد یافت. باتوجه به این توضیحات، عبارتهای (الف)، (ب) و (ج) حتماً درست هستند. در ادامه به بررسی عبارت (د) می‌پردازیم. شکل زیر نمودار تغییرات توان خروجی از باتری را برحسب مقاومت معادل نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید، اگر مقاومت معادل مدار از مقاومت درونی باتری کم‌تر باشد، نمودار صعودی است و با افزایش مقاومت معادل، توان خروجی از باتری زیاد می‌شود. همچنین اگر مقاومت معادل بیش‌تر از مقاومت درونی باتری باشد، نمودار نزولی است و در نتیجه با افزایش مقاومت معادل، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.



باتوجه به این که مقدار مقاومت R_1 را نمی‌دانیم، مقاومت معادل مدار ممکن است کم‌تر یا بیش‌تر از مقاومت درونی باتری باشد. بنابراین عبارت (د) ممکن است درست باشد یا ممکن است نادرست باشد.

این تست براساس یکی از تست‌های کتک‌ور سراسری سال ۹۶ طرح شده است که در ادامه تست کتک‌ور و راه‌حل آن را باهم می‌بینیم.

۴۴- مطابق شکل زیر، قطعه‌ای رسانا به یک مولد متصل است. اگر سطح مقطع قسمت‌های نازک و ضخیم این قطعه، دایره‌ای شکل و به ترتیب دارای شعاع‌های ۲ و ۴ سانتی‌متر باشند در یک مدت زمان مشخص، تعداد الکترون‌هایی که از سطح A_2 می‌گذرد چند برابر تعداد الکترون‌هایی است که از سطح A_1 می‌گذرد؟



۱. ۲
۲. ۴

۱. ۱/۲
۲. ۲
۳. ۴

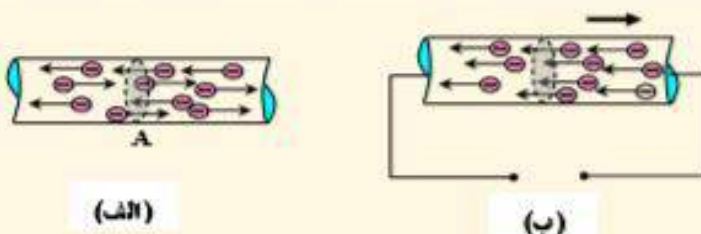
پاسخ: گزینه ۲

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
درجه ۱۰	معمومی	محاسباتی	آزمایشی	شماره	نیمه	محیط	جریان الکتریکی	پدیده‌های الکتریکی	پدیده‌های گرمایی	مفاهیم پایه الکتریکی
درجه ۱۰	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

جریان الکتریکی

اگر از دید میکروسکوپی به درون یک سیم فلزی منزوی توجه کنیم، الکترون‌های آزاد، آزادانه درون فلز جابه‌جا می‌شوند و مسیر حرکت آن‌ها نظم خاصی ندارد. یک مقطع از این سیم، مانند AA' را در نظر می‌گیریم. اگر در مدت زمان معینی تعدادی از این الکترون‌ها از سمت راست به چپ بروند، در همین مدت، به همین تعداد، الکترون از سمت چپ به راست می‌روند به طوری که می‌توان گفت که انگار بار خالصی از این مقطع عبور نکرده است. (شکل الف)

هنگامی که به دو سر یک رسانا اختلاف پتانسیلی اعمال می‌شود، یک میدان الکتریکی در آن ظاهر می‌شود که به بارهای الکتریکی آزاد (همان الکترون‌های آزاد) نیرو وارد نموده و آن‌ها را وادار به حرکت در خلاف جهت میدان می‌نماید. بدین صورت می‌توانیم جریان الکتریکی در رسانا برقرار شده است. (شکل ب)



(الف)

(ب)

توجه: الکترون‌های آزاد در طول یک سیم مسی با سرعت‌هایی از مرتبه 10^{-6} m/s به طور کاتوره‌ای در همه‌ی جهت‌ها حرکت می‌کنند.

در واقع وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال می‌کنیم، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را خود را قدری تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند که این موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود (شکل رو به رو) سرعت سوق در یک رسانای مسی از مرتبه 10^{-5} m/s یا 10^{-6} m/s است.



تذکره: بارهای مثبت تحت اثر یک میدان الکتریکی از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر و الکترون‌ها از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر می‌روند.

جهت جریان الکتریکی

بر حسب قرارداد جهت جریان الکتریکی در خلاف جهت حرکت بارهای منفی فرض می‌شود.

شدت جریان الکتریکی متوسط

بار الکتریکی عبوری از هر مقطع رسانا در یکای زمان می‌باشد و آن را با \bar{I} نشان می‌دهند.

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

نکته: بار عبوری بر حسب کولن

Δt : زمان عبور بر حسب ثانیه

یکای شدت جریان الکتریکی کولن بر ثانیه می‌باشد که آن را آمپر می‌نامند و با A نشان می‌دهند.

نکته: اگر شدت جریان (از لحاظ مقدار و جهت) ثابت باشد، شدت جریان لحظه ای با شدت جریان متوسط برابر است. معمولاً Δq را با q و Δt را با t نشان می دهند. n تعداد الکترون های عبوری و e اندازه بار یک الکترون است.

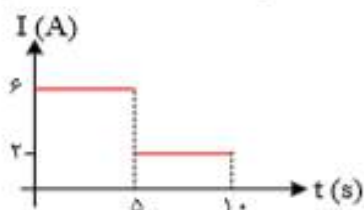
$$I = \frac{q}{t} \quad I = \frac{ne}{t}$$

جریان الکتریکی متوسط عبوری از مقطع A_1 برابر جریان الکتریکی متوسط عبوری از مقطع A_2 است، در نتیجه با استفاده از رابطه جریان الکتریکی متوسط نتیجه می گیریم که تعداد الکترون هایی که در مدت زمان Δt از سطح مقطع A_1 می گذرد برابر تعداد الکترون هایی است که از سطح مقطع A_2 عبور می کنند:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow \frac{n_1 e}{\Delta t} = \frac{n_2 e}{\Delta t} \Rightarrow n_1 = n_2$$

گروه آموزشی ماز

۴۵- نمودار جریان الکتریکی عبوری از یک رسانا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. جریان متوسط گذرنده از رسانا بین دو لحظه $t = 3s$ و $t = 8s$ چند آمپر است؟

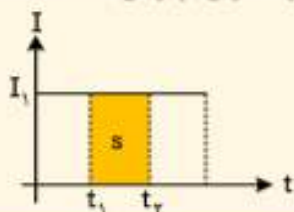


- ۱) ۲/۵
۲) ۳
۳) ۳/۶
۴) ۴
۵) ۲

پاسخ: گزینه ۳

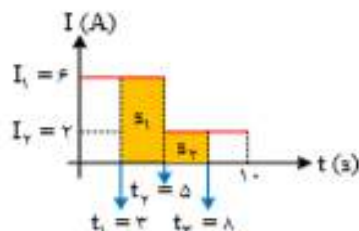
موضوع	معمولی	محاسباتی	آموزشی	تذکره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۶	۶	۶	پایه دهم	جریان الکتریکی	و ترکیب		۱۱	سهانی	سهانی

سطح زیر نمودار جریان الکتریکی عبوری از یک رسانا برحسب زمان در یک بازه زمانی، برابر است با بار الکتریکی عبوری از رسانا در آن بازه زمانی.



$$I_1 = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I_1 \Delta t = I_1 (t_2 - t_1) \\ \Rightarrow \Delta q = S$$

با استفاده از نمودار جریان - زمان داده شده، بار الکتریکی عبوری از رسانا را در بازه زمانی $t = 3s$ تا $t = 8s$ به دست می آوریم و سپس جریان متوسط گذرنده از رسانا در این بازه را محاسبه می کنیم:

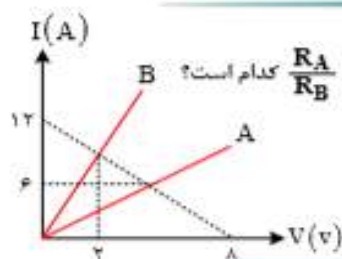


$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = S_1 + S_2 \\ = I_1 (t_2 - t_1) + I_2 (t_2 - t_1) \\ = 6(5 - 3) + 2(8 - 5) = 6 \times 2 + 2 \times 3 \\ = 12 + 6 = 18 C$$

پس این:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{t_2 - t_1} = \frac{18}{8 - 3} = \frac{18}{5} = 3.6 A$$

www.biomaze.ir



۴۶- شکل زیر، نمودار جریان عبوری از مقاومت های A و B را برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آنها نشان می دهد. $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟

- ۱) ۲
۲) ۱/۲
۳) ۱/۳
۴) ۲

- ۱) ۲
۲) ۱/۲
۳) ۱/۳
۴) ۲

موضوع	مفهوم	مستدسالی	آموزشی	شعبه	یکه	صحت	پیشن آیار و ترکیب	پیشن آیار لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

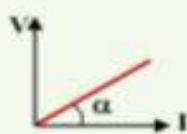
قانون اهم:

در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل (V) دو سر یک رسانا به شدت جریانی که از آن می‌گذرد (I) مقدار ثابتی است که آن را مقاومت الکتریکی سیم نامیده و با R نشان می‌دهند.

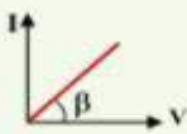
$$R = \frac{V}{I}$$

توجه: نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب شدت جریان برای یک مقاومت اهمی یک خط راست است که شیب خط، مقاومت الکتریکی می‌باشد و در نمودار شدت جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک مقاومت اهمی یک خط راست می‌باشد که شیب خط وارون مقاومت الکتریکی می‌باشد.

V : اختلاف پتانسیل دو سر سیم بر حسب ولت
 I : شدت جریان در سیم بر حسب آمپر



$$\tan \alpha = R$$



$$\tan \beta = \frac{1}{R}$$

یکای مقاومت الکتریکی ولت بر آمپر می‌باشد که آن را اهم می‌نامند و آن را با Ω (یخوانید امگا) نشان می‌دهند.
تعریف اهم: مقاومت الکتریکی رسانایی است که اگر اختلاف پتانسیل یک ولت به آن اعمال کنیم شدت جریان یک آمپر از آن بگذرد.
وسيله ی اهمی: وسیله ای است که مقاومت الکتریکی آن مقدار ثابتی است. به عبارتی از قانون اهم پیروی می‌کند.
در یک وسیله ی اهمی شدت جریان عبوری از آن با اختلاف پتانسیل اعمال شده به آن رابطه ی مستقیم دارد.

تذکر: قانون اهم برای اغلب فلزات و هم چنین بسیاری از رساناهای غیر فلزی در دمای ثابت برقرار است.
تذکر: برخی وسیله های رسانشی وجود دارند که از قانون اهم پیروی نمی کنند. یکی از این وسیله ها دیود نورگسیل (LED) است. نمودار شدت جریان بر حسب اختلاف پتانسیل یک LED تقریباً شبیه شکل مقابل است.



نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نوری

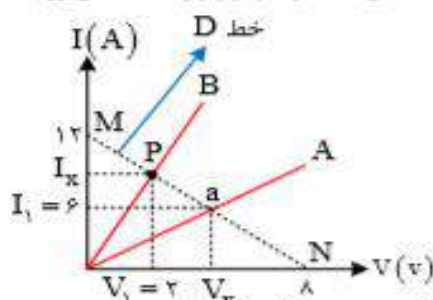
یا استفاده از نمودار داده شده و استفاده از معادله خط گذرنده از نقاط M و N (خط D) مقادیر V_X و I_X مشخص شده در نمودار زیر را به دست می‌آوریم:

$$M(5, 12), N(8, 0)$$

$$\Rightarrow m = \frac{0 - 12}{8 - 5} = -\frac{12}{3} = -\frac{4}{1}$$

$$I = -\frac{4}{1}V + 12$$

نقاط P و Q روی خط D قرار دارند. بنابراین:



$$P \text{ نقطه } (2, I_X) \Rightarrow I_X = -\frac{4}{1}V_1 + 12 = -\frac{4}{1} \times 2 + 12 = -8 + 12 = 4A$$

$$Q \text{ نقطه } (V_X, 0) \Rightarrow 0 = -\frac{4}{1}V_X + 12 \Rightarrow 4 = -V_X \Rightarrow V_X = -4V$$

$$\Rightarrow -4 = -V_X \Rightarrow V_X = 4V$$

اکنون با مشخص شدن نقاط $Q(4,6)$ و $P(2,9)$ و مبدأ شیب نمودارهای A و B را به دست می آوریم:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{P}{Q} = \frac{2}{4} \Rightarrow R_A = \frac{4}{2} \Omega$$

$$\frac{1}{R_B} = \frac{9}{6} \Rightarrow R_B = \frac{2}{3} \Omega$$

و در پایان محاسبه خواسته تست:

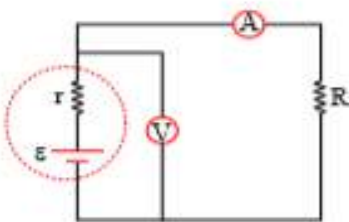
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{4}{2}}{\frac{2}{3}} = \frac{9}{2} = 4.5$$

گروه آموزشی ماز

۴۷- در مدار شکل زیر اگر مقاومت R را ۲ برابر کنیم عددی که آمپرستج نشان می دهد ۴۰ درصد کاهش می یابد. اگر مقاومت R را نصف کنیم، عددی که آمپرستج نشان می دهد چند درصد افزایش می یابد؟ (آمپرستج و ولتسنج ایده آل هستند.)

- ۲۰ (۲)
۶۰ (۴)

- ۲۰ (۱)
۵۰ (۳)

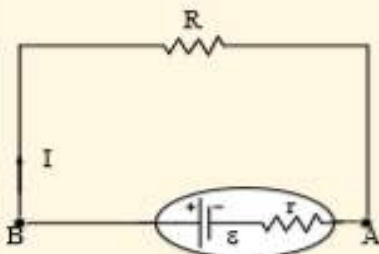


پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	عنوان تبار	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	مدار
تربیت از ۱۰	۵	۵	۵	نهم	مدارهای تک حلقه جریان الکتریکی	و ترکیب		۵	متوسط	متوسط

مدار تک حلقه:

در یک مدار تک حلقه‌ای (مطابق شکل) که دارای یک منبع نیروی محرکه الکتریکی است به نکات زیر توجه کنید:



(۱) برای محاسبه سریع‌تر جریان می‌توانیم از رابطه زیر کمک بگیریم:

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

I : جریان الکتریکی کل مدار (A)

نکته: اختلاف پتانسیل دو سر منبع در مدار تک حلقه تک منبع برابر است با:

$$V_A - rI + \varepsilon = V_B \Rightarrow V_B - V_A = \varepsilon - rI \Rightarrow V = \varepsilon - rI$$

مثال

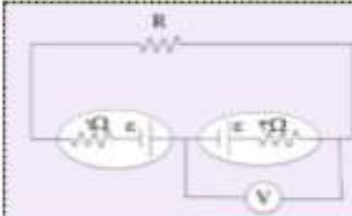
در مدار روبه‌رو، ولتسنج عدد عکس را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟ (براساسی تجربی ۹۴-)

(۱) عکس

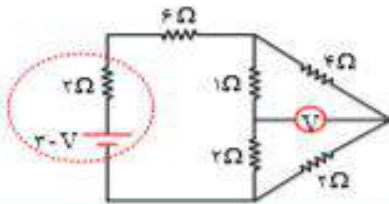
۱ (۲)

۲ (۳)

۳ (۴)



۴۸- در مدار شکل زیر، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، چند ولت است؟



- ۱ (۱)
۲ (۲)
۳ (۳)
۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	منهوس	مماسیاتی	آموزشی	شماره	یکه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	مورد
درجه از ۱۰	۶	۰	۱	۱	پارامتر	مقاومت‌های موازی و متوالی	و ترکیب			متوسط	متوسط

(۱) هنگامی که دو مقاومت پشت سر هم بسته شده باشند، به اتصال آن‌ها سری یا متوالی می‌گوییم. در مقاومت‌های متوالی روابط زیر برقرار است.



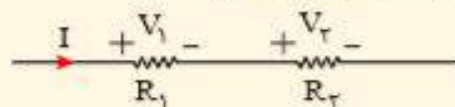
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$I_{eq} = I_1 = I_2$$

$$V_{eq} = V_1 + V_2$$

(۲) در مقاومت‌های متوالی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌ها بزرگتر است.

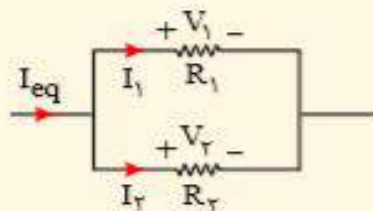
(۳) در مقاومت‌های متوالی ولتاژ و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه مستقیم دارد.



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

(۴) هنگامی که دو سر دو مقاومت یا سیم رسانا به هم متصل باشد، این دو مقاومت به صورت موازی به هم متصل شده‌اند. در مقاومت‌های موازی روابط زیر برقرار است.



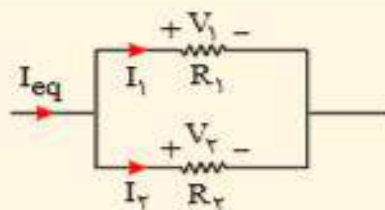
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{eq} = I_1 + I_2$$

$$V_{eq} = V_1 = V_2$$

(۵) در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌های موازی کوچکتر است.

(۶) در مقاومت‌های موازی، جریان و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه عکس دارد.



$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

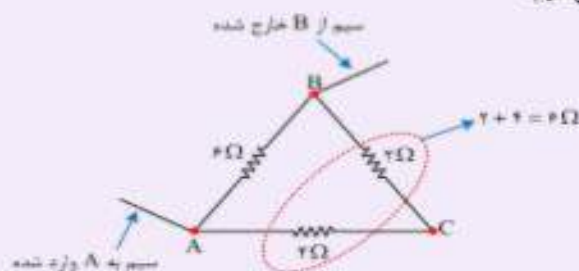
۷) مقاومت معادل بین دو نقطه A و B به این معنی است که یک سیم به نقطه A وارد شده است و یک سیم از نقطه B خارج شده است. به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

در شکل مقابل مقاومت معادل بین نقاط A و B و مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه کنید.



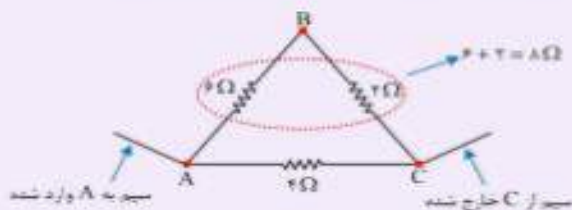
ابتدا مقاومت معادل بین A و B را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های ۲Ω و ۴Ω با هم متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت ۶Ω موازی است. بنابراین داریم:

$$R_{AB} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3\Omega$$

حال مقاومت معادل بین A و C را محاسبه می‌کنیم.



در این حالت مقاومت‌های ۶Ω و ۲Ω متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت ۴Ω موازی است.

$$R_{AC} = \frac{8 \times 4}{8 + 4} = \frac{32}{12} = \frac{8}{3}\Omega$$

مثال:

در مثال قبل، اگر یک باتری آرمانی ۲۴ ولتی را یک بار بین A و B و بار دیگر بین A و C بیندیم، جریان خروجی از آن چند آمپر می‌شود؟

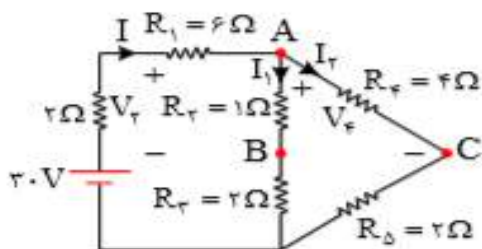
اگر باتری بین A و B بسته شود، مقاومت ۳Ω است و داریم:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{AB}} = \frac{24}{3} = 8 \text{ A}$$

$$I_r = \frac{\varepsilon}{R_{AC}} = \frac{24}{\frac{10}{3}} = 7.2 \text{ A}$$

اگر باتری بین A و C بسته شود، مقاومت $\frac{10}{3} \Omega$ است و داریم:

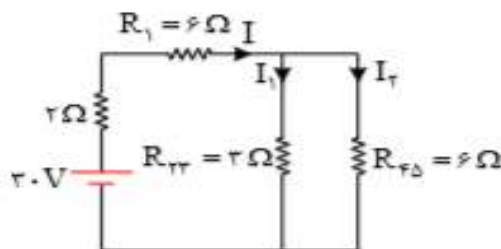
مقاومت ولتسنج ایده آل، بی‌تأثیر است؛ بنابراین می‌توان آن را نادیده گرفت و مدار را مطابق مراحل نشان داده شده زیر، ساده کرد:



$$R_{rr} = R_r + R_r = 1 + 2 = 3 \Omega$$

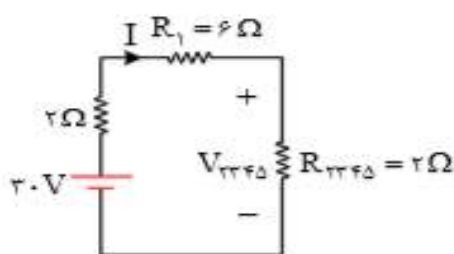
$$R_{rd} = R_r + R_d = 4 + 2 = 6 \Omega$$

شکل (۱)



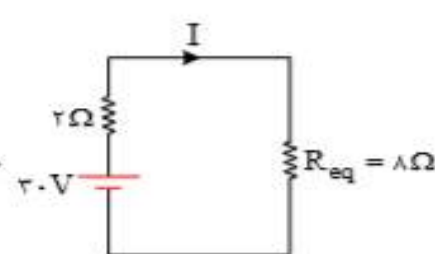
$$R_{rr+rd} = \frac{R_{rr} \times R_{rd}}{R_{rr} + R_{rd}} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \Omega$$

شکل (۲)



$$R_{eq} = R_1 + R_{rr+rd} = 6 + 2 = 8 \Omega$$

شکل (۳)



$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{8 + 2} = \frac{24}{10} = 2.4 \text{ A}$$

شکل (۴)

شکل (۳): $V_{rr+rd} = IR_{rr+rd} = 2.4 \times 2 = 4.8 \text{ V}$

شکل (۲): $I_1 = \frac{V_{rr+rd}}{R_{rr}} = \frac{4.8}{3} = 1.6 \text{ A}$, $I_r = \frac{V_{rr+rd}}{R_{rd}} = \frac{4.8}{6} = 0.8 \text{ A}$

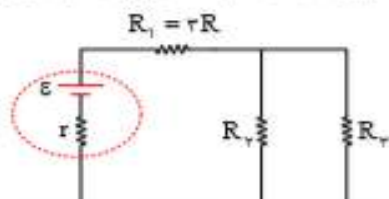
شکل (۱): $V_r = R_r I_1 = 1 \times 1.6 = 1.6 \text{ V} \Rightarrow V_{AB} = 2 \text{ V} \Rightarrow V_A - V_B = 2$

$V_r = R_r I_r = 4 \times 0.8 = 3.2 \text{ V} \Rightarrow V_{AC} = 4 \text{ V} \Rightarrow V_A - V_C = 4 \text{ V}$

$(V_A - V_C) - (V_A - V_B) = 4 - 2 \Rightarrow \cancel{V_A} - V_C - \cancel{V_A} + V_B = 2 \Rightarrow V_B - V_C = 2 \text{ V}$

در نتیجه چون ولتسنج بین دو نقطه B و C بسته شده است بنابراین $V_{BC} = 2 \text{ V}$ را نشان می‌دهد.

۴۹- در مدار شکل زیر، توان مصرفی در مقاومت R_p برابر توان مصرفی در مقاومت R_r است. اگر توان مصرفی در مقاومت R_1 برابر مجموع توان‌های مصرفی در مقاومت‌های R_p و R_r باشد، به ترتیب R_p و R_1 کدام‌اند؟



- (۱) $2R, R$
 (۲) $6R, 2R$
 (۳) $R, 2R$
 (۴) $2R, 6R$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مکانیسم	توان مقاومت الکتریکی	روش قرار گرفتن	مفاهیم قابل ترکیب	درجه سختی	میزان
موضوع	مکانیسم	توان مقاومت الکتریکی	روش قرار گرفتن	مفاهیم قابل ترکیب	درجه سختی	میزان

درست‌نامه:

(۱) توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در جریان آن وسیله است.

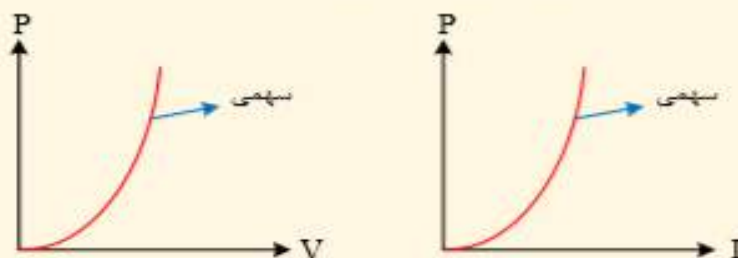
$$P = VI$$

(۲) برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

توان مصرفی مقاومت

$$\begin{aligned} P &= VI \\ P &= RI^2 \\ P &= \frac{V^2}{R} \end{aligned}$$

(۳) نمودار توان مصرفی در یک مقاومت بر حسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.

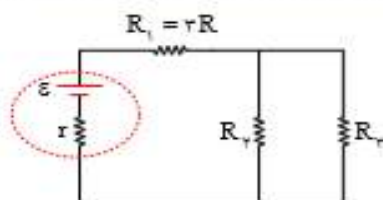


مثال:

یک وسیله برقی با مقاومت الکتریکی 50Ω به اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت متصل شده است. توان مصرفی این وسیله برقی چند کیلووات است؟

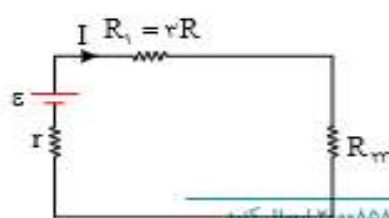
$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{50} = 200 \text{ W} = 0.2 \text{ kW}$$

توان مصرفی در مقاومت R_p برابر توان مصرفی در مقاومت R_r است. پس:



$$\begin{aligned} P_p &= P_r \Rightarrow \frac{P_p}{P_r} = 1 \Rightarrow \frac{\left(\frac{P - V^2}{R}\right)}{\left(\frac{P - V^2}{R}\right)} \Rightarrow \frac{P_p}{P_r} = \frac{R_r}{R_p} \\ \Rightarrow 1 &= \frac{R_r}{R_p} \Rightarrow R_r = R_p \quad (I) \end{aligned}$$

از طرفی توان مصرفی در مقاومت R_1 برابر مجموع توان‌های مصرفی در مقاومت‌های R_p و R_r است. پس:



$$\begin{aligned} P_1 &= P_p + P_r \Rightarrow \frac{P - V^2}{R} = \frac{P - V^2}{R} \Rightarrow \frac{P - V^2}{R} = \frac{P - V^2}{R} \\ R_1 &= 2R_{pp} \Rightarrow 2R = 2R_{pp} \Rightarrow R_{pp} = \frac{2R}{2} \end{aligned}$$

در صورتی که برای ثبت نام در آزمون هار به راهنمایی نیاز دارید، عدد ۲۰ را به سامانه ۰۸۵۸۵۰۰۰۰۰۰۰ ارسال کنید.

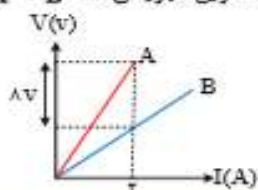
$$\frac{R_V R_V}{R_V + R_V} = \frac{\tau R}{\tau} \xrightarrow{(I)} \frac{R_V (\tau R_V)}{R_V + \tau R_V} = \frac{\tau R}{\tau} \Rightarrow \frac{\tau R_V}{\tau R_V} = \frac{\tau R}{\tau}$$

$$\Rightarrow \frac{\tau}{\tau} R_V = \frac{\tau R}{\tau} \Rightarrow R_V = \tau R$$

$$(I): R_V = \tau R_V = \tau \times (\tau R) = \tau R$$

گروه آموزشی ماز

۵۰- نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری دو سیم A و B مطابق شکل رویه رو است. مقاومت سیم A، ۳ برابر مقاومت سیم B است. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر هر دو سیم ۶V باشد، در مدت ۱min از مقطع سیم A و B به ترتیب مقدار n_A و n_B الکترون عبور می کند. $n_A - n_B$ کدام است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)



$$-7/5 \times 10^{20} \quad (1)$$

$$7/5 \times 10^{20} \quad (2)$$

$$-1/5 \times 10^{21} \quad (3)$$

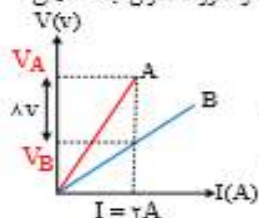
$$1/5 \times 10^{21} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
فصلنامه	علوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میران
فصلنامه	علوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میران
فصلنامه	علوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میران

ما برای این که بتوانیم تعداد الکترون های عبوری از هر سیم را داشته باشیم نیاز به محاسبه جریان عبوری به ازای اختلاف پتانسیل ۶V داریم و برای این که بتوانیم این جریان ها را حساب کنیم مجبوریم مقاومت های R_A و R_B را پیدا کنیم. پس با توجه به اطلاعات داده شده در نمودار و صورت سوال ابتدا تلاش می کنیم R_A و R_B را محاسبه کنیم.

گام اول: با توجه به شکل رویه رو داریم:



$$V_A - V_B = 6 \xrightarrow{V=RI} \frac{V}{I} = R \rightarrow R_A I - R_B I = 6 \xrightarrow{I=2A} R_A \times 2 - R_B \times 2 = 6 \rightarrow 2R_A - 2R_B = 6 \rightarrow R_A - R_B = 3$$

$$\rightarrow R_B = 3\Omega, R_A = 6\Omega$$

گام دوم: حالا باید ببینیم به ازای $V = 6V$ جریان عبوری از هر سیم چند آمپر است:

$$I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{6}{6} = 1A$$

$$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{6}{3} = 2A$$

گام سوم: از دو رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $\Delta q = ne$ به تعداد الکترون های عبوری از هر سیم در مدت زمان خواسته شده می رسیم:

$$\begin{cases} \Delta q = ne \\ \Delta q = I \Delta t \end{cases} \rightarrow ne = I \Delta t \rightarrow n = \frac{I \Delta t}{e}$$

$$n_A - n_B = \frac{I_A \Delta t}{e} - \frac{I_B \Delta t}{e} = (I_A - I_B) \frac{\Delta t}{e} = (1 - 2) \frac{60}{1.6 \times 10^{-19}} \rightarrow n_A - n_B = -7.5 \times 10^{20}$$

۵۱- شکل مقابل مسیر حرکت الکترون‌ها را در یک رسانای فلزی نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟
الف) الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند.



ب) یزرگی سرعت سوق الکترون‌ها بسیار زیاد و از مرتبه $10^8 \frac{m}{s}$ است.

ج) جهت جریان الکتریکی ایجاد شده در رسانا در خلاف جهت سرعت سوق الکترون‌هاست.

د) جریان الکتریکی و میدان الکتریکی در رسانا هم‌جهت هستند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمول	محتیای	آموزشی	شأنیه	زبان	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مشاهده قابل ترکیب با	تاریخچه	میزان
درجه ۱۰	۵	۶	۶	۶	۶	حرکت الکترون	و ترکیب	۵	۵	۵	۵

حرکت الکترون



شکل زیر حرکت الکترون‌ها را درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی نشان می‌دهد.

در مورد این شکل به نکات زیر توجه کنید:

۱) در غیاب میدان الکتریکی، الکترون‌ها به‌صورت کاتوره‌ای و تصادفی در همه جهات حرکت می‌کنند و بار الکتریکی به‌طور خالص منتقل نمی‌شود، بنابراین جریان الکتریکی درون رسانا ایجاد نمی‌شود.

۲) در حضور میدان الکتریکی، الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند. علت این حرکت آن است که میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان به الکترون‌ها وارد می‌کند.

۳) به‌دلیل حرکت الکترون‌ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان، بار الکتریکی منفی به‌طور خالص در خلاف جهت میدان الکتریکی به حرکت درمی‌آید، بنابراین جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی در رسانا ایجاد می‌شود. دقت کنید که طبق قرارداد، جهت جریان الکتریکی هم‌جهت با حرکت بارهای مثبت یا به عبارت دیگر در خلاف جهت حرکت بارهای منفی است.

۴) میدان الکتریکی و جریان الکتریکی هم‌جهت هستند، در حالی‌که جهت سرعت سوق در خلاف جهت آن‌هاست.

۵) سرعت سوق الکترون‌ها بسیار کم و از مرتبه $10^{-4} \frac{m}{s}$ است، در صورتی‌که سرعت حرکت کاتوره‌ای آن‌ها بسیار زیاد است.

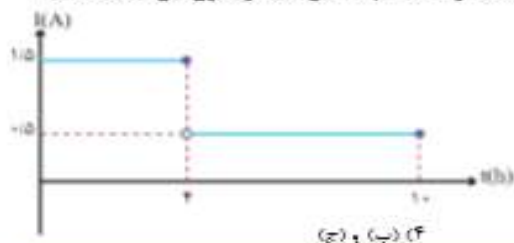
واحد آموزشی

یا توجه به نکات ارائه شده، عبارت‌های (ج) و (د) صحیح هستند.

این سؤال برگرفته از یکی از شکل‌های فصل دوم کتاب درسی فیزیک سال یازدهم است.

گروه آموزشی ماز

۵۲- نمودار تغییرات جریان الکتریکی گذرنده از یک وسیله برقی بر حسب زمان مطابق شکل است. اگر اختلاف پتانسیل دوسر باتری این وسیله ۶ ولت باشد، کدامیک از عبارتهای زیر نادرست است؟



(۴) (ب) و (ج)

(۳) (الف) و (د)

(۲) (ب) و (د)

(۱) (الف) و (ج)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم فیل ترکیب با	درجه دشواری	میزان
درجه ۱۰	۶	۶	۷	سوال	پانزدهم	جریان الکتریکی	و ترکیب	۱	۱	۱	معمول

جریان الکتریکی

(۱) آهنگ شارش بار الکتریکی در یک سیم معادل با جریان الکتریکی گذرنده از آن سیم است.

$$I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

بار الکتریکی شارش شده با یکای کولن: Δq

مدت زمان عبور بار با یکای ثانیه: Δt

جریان الکتریکی متوسط با یکای آمپر: I_{av}

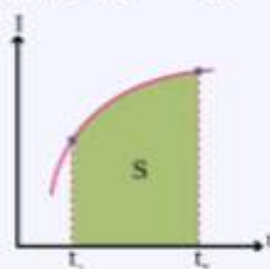
(۲) یکای جریان الکتریکی برابر آمپر (A) است که معادل با $\frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}}$ می باشد. دقت کنید که آمپر یکی از هفت یکای اصلی SI می باشد.

(۳) می توان یکای (آمپر - ساعت) را هم برای بار الکتریکی استفاده کرد. هر (آمپر - ساعت) معادل با ۳۶۰۰ کولن است.

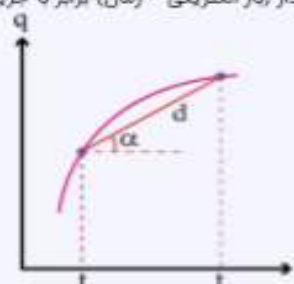
(۴) در سؤالاتی که تعداد الکترون های عبوری از مقطع رسانا را در مدت زمان Δt می خواهیم، می توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\begin{cases} I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \\ \Delta q = ne \end{cases} \rightarrow I_{av} = \frac{ne}{\Delta t} \rightarrow n = \frac{I_{av} \Delta t}{e}$$

(۵) شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار (بار الکتریکی - زمان) برابر با جریان الکتریکی است و مساحت زیر نمودار (جریان - زمان) برابر با بار الکتریکی شارش شده است.



$$\Delta q = S$$



$$\text{شیب خط } d = I_{av}$$

پایه پنجم

هر یک از عبارتها را جداگانه بررسی می کنیم:

بررسی (الف) در چهار ساعت ابتدایی جریان برابر ۱/۵ A است، پس بار شارش شده برابر است با:

$$\Delta q_1 = I_1 \Delta t_1 = 1/5 \times 4 = 0.8 \text{ A.h}$$

در شش ساعت بعدی جریان برابر ۵ A است، پس بار شارش شده برابر است با:

$$\Delta q_2 = I_2 \Delta t_2 = 5 \times 6 = 30 \text{ A.h}$$

پس کل بار شارش شده در ۱۰ ساعت نخست برابر $\Delta q_1 + \Delta q_2 = 0.8 + 30 = 30.8 \text{ A.h}$ می باشد. دقت کنید بار شارش شده برابر ۹ آمپر - ساعت است و نه برابر ۹ کولن، پس عبارت (الف) نادرست است.

بررسی (ب): در سه ساعت سوم $(9 \text{ h} < t < 12 \text{ h})$ ، جریان ۵ A است و بار شارش شده برابر است با:

$$\Delta q = I \Delta t = 5 \times 3 = 15 \text{ A.h}$$

پس عبارت (ب) صحیح است.

بررسی (ج): همان‌طور که در بررسی عبارت (الف) دیدیم، در ۱۰ ساعت نخست، $9A.h$ بار از مدار عبور می‌کند. ابتدا این مقدار را بر حسب کولن به دست می‌آوریم.

$$q = 9A.h = (9A.h) \times \left(\frac{3600C}{1A.h} \right) = 32400C$$

طبق رابطه $\Delta U = q\Delta V$ ، انرژی که باتری به مدار می‌دهد برابر است با:

$$\Delta U = q\Delta V = 32400 \times 6 = 194400J = 194.4kJ$$

پتایرین عبارت (ج) صحیح است.

بررسی (د): یا روشی مشابه یا قسمت (ج) می‌توانید نشان دهید که در ۲ ساعت نخست، باتری انرژی معادل $64/8kJ$ به مدار می‌دهد و در ۴ ساعت انتهایی، باتری انرژی معادل $43/2kJ$ به مدار می‌دهد. پتایرین عبارت (د) نادرست است.

گروه...

اگر جریان متوسط عبوری از این وسیله را در مدت ۱۰ ساعت می‌خواستیم، پاسخ چه بود؟

همان‌طور که در حل سؤال دیدیم، در مدت ۱۰ ساعت، بار الکتریکی $9A.h$ از مدار می‌گذرد، پس جریان متوسط در این مدت برابر است با:

$$I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{9A.h}{1.h} = 9A$$

دقت کنید که نیازی به تبدیل یکای بار الکتریکی به کولن نداشتیم.

گروه آموزشی ماز

۵۳- یک مقاومت را به اختلاف پتانسیل متغیری متصل کرده‌ایم و جریان الکتریکی گذرنده از آن را به ازای مقادیر مختلف اختلاف پتانسیل در جدول زیر یادداشت کرده‌ایم. کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد این مقاومت صحیح است؟

I(A)	V(V)
۰/۰۰۱	۰/۵
۰/۰۵	۰/۶
۱	۰/۷

الف- این مقاومت از نوع غیراھمی است.

ب- این مقاومت می‌تواند رشته تنگستن درون لامپ باشد.

ج- نمودار جریان - ولتاژ این مقاومت به شکل یک خط راست است.

۱ (الف) و ۲ (ب)

۳ (ب) و ۴ (ج)

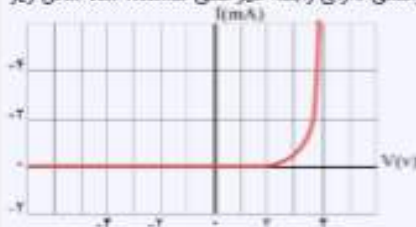
پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمومی	محاسباتی	آزمایشی	شناسه	نام	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	روش تبار لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان
درجه ۱ تا ۳	۱	۲	۳	سوال	پارامتر	قانون اهم	قانون اهم	۱	۲	متوسط	متوسط

قانون اهم

مقاومت‌های الکتریکی به دو دسته اهمی و غیراھمی تقسیم می‌شوند. مقاومت‌های اهمی از قانون اهم پیروی می‌کنند و در درسامه‌های آینده به‌طور مفصل در مورد آن‌ها صحبت خواهیم کرد.

برخلاف مقاومت‌های اهمی که ولتاژ و جریان با هم رابطه مستقیم و خطی دارند، ولتاژ و جریان مقاومت‌های غیراھمی دارای رابطه غیرخطی هستند. مثلاً شکل زیر نمودار جریان - ولتاژ یک دیود نور گسیل (LED) را نشان می‌دهد که یک مقاومت غیراھمی می‌باشد.



دقت کنید که نسبت ولتاژ به جریان $\left(\frac{V}{I} \right)$ در مقاومت‌های اهمی همواره ثابت است. در حالی که این نسبت در مقاومت‌های غیراھمی متغیر می‌باشد.

توان الکتریکی

طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، کافی است نسبت ولتاژ به جریان را در جریان‌های مختلف محاسبه کنیم. اگر این نسبت ثابت بود، مقاومت اهمی است و اگر ثابت نبود، مقاومت غیراھمی می‌باشد.

$$I = -/-1A, V = -/\Delta V \rightarrow \frac{V}{I} = 5-/\Omega$$

$$I = -/-5A, V = -/6V \rightarrow \frac{V}{I} = 12\Omega$$

$$I = 1A, V = -/7V \rightarrow \frac{V}{I} = -/7\Omega$$

همان طور که می‌بینید، نسبت $\frac{V}{I}$ متغیر است، بنابراین جدول داده شده مربوط به یک مقاومت غیراھمی مثل دیود نورگسیل است و نمی‌تواند مربوط به تنگستن که یک مقاومت اھمی است باشد. همچنین نمودار جریان-ولتاژ مقاومت غیراھمی به شکل خط راست نیست. یا توجه به این توضیحات، فقط عبارت (الف) صحیح است.

• گروه آموزشی مار •

۵۴- دو سر یک سیم استوانه‌ای توپر و فلزی را به اختلاف پتانسیل ۸V وصل می‌کنیم و در هر ثانیه $6/25 \times 10^{18}$ الکترون به‌طور خالص از هر مقطع آن می‌گذرد. اگر قطر مقطع سیم ۰/۴mm و طول آن ۴۸ متر باشد، جنس این سیم کدام یک از موارد زیر می‌تواند باشد؟ ($\pi = 3$ و $e = 1/6 \times 10^{-19}C$)

جنس	نقره	طلا	آهن	سرب
مقاومت ویژه ($\Omega.m$)	$1/6 \times 10^{-8}$	2×10^{-8}	10^{-7}	2×10^{-7}

(۱) نقره (۲) طلا (۳) آهن (۴) سرب

پاسخ: گزینه ۲

	میزان موضوع	درجه موضوع	مفاهیم قابل ترکیب با	پیش‌نیاز لازم نیست	پیش‌نیاز و ترکیب	مبحث	پایه	شماره سوال	آزمون‌های	معماریاتی	مفهوم	موضوع
			۱	۲		۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹

مقاومت الکتریکی

(۱) مقدار مقاومت الکتریکی یک سیم به ویژگی‌های ساختمانی و دمای آن وابسته است و ربطی به ولتاژ و جریان آن ندارد. مقدار مقاومت یک سیم برحسب ویژگی‌های ساختمانی آن را می‌توانیم از رابطه زیر بدست آوریم:

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

مقدار مقاومت الکتریکی با یکای اهم: R

مقاومت ویژه با یکای (اهم × متر): ρ

طول سیم با یکای متر: L

سطح مقطع سیم با یکای مترمربع: A

(۲) با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، برای مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

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

$$\frac{A \propto d^2}{\rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2}$$

(۳) گاهی در سوالات مربوط به محاسبه مقاومت، از جرم و چگالی سیم هم استفاده می‌شود. برای حل این سوالات می‌توانیم به‌صورت زیر عمل کنیم. دقت کنید که چگالی را با ρ نشان داده‌ایم تا با مقاومت ویژه اشتباه نشود.

$$\text{چگالی: } \rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \rightarrow A = \frac{m}{\rho' L}$$

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

اینه می‌توانیم رابطه فوق را حفظ نکنیم و فقط از مراحل به دست آوردن این رابطه در حل سؤال استفاده کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

با ۲۰۰ گرم آهن سیمی استوانه‌ای و توپر به طول ۱۰ متر ساخته‌ایم. مقاومت این سیم چند اهم است؟

(مقاومت ویژه و چگالی آهن به‌ترتیب 10^{-7} و 8000 واحد SI است.)

این سؤال را با دو روش حل می‌کنیم.
الف) اگر رابطه مقاومت و جرم را حفظ باشیم:

$$R = \rho \rho' \frac{L}{m} = 10^{-7} \times 1 \dots \times \frac{10^{-2}}{10^{-2}} = 10^{-4} \Omega$$

ب) اگر رابطه را حفظ نباشیم:

در این صورت ابتدا سطح مقطع سیم را محاسبه می‌کنیم و سپس با کمک آن مقاومت سیم را به دست می‌آوریم.

$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \rightarrow 1 \dots = \frac{10^{-2}}{A \times 10^{-2}} \rightarrow A = 2/5 \times 10^{-9} \text{ m}^2$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = 10^{-7} \times \frac{10^{-2}}{2/5 \times 10^{-9}} = 10^{-4} \Omega$$

پایان تشریحی:

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.

گام اول: محاسبه جریان الکتریکی:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n e}{\Delta t} \rightarrow I = \frac{6/25 \times 10^{-18} \times 1/6 \times 10^{-19}}{1} = 1 \text{ A}$$

گام دوم: محاسبه مقاومت سیم:

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

گام سوم: محاسبه مقاومت ویژه:

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow 1 = \rho \times \frac{1}{\pi \times (2/5 \times 10^{-9})^2}$$

$$\rightarrow 1 = \rho \times \frac{1}{\pi \times 4 \times 10^{-18}} \rightarrow \rho = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

با توجه به جدول داده شده، مقاومت از جنس طلا است.

گروه آموزشی ماز

۵۵- نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم یکتواخت آهنی و یک سیم یکتواخت مسی بر حسب جریان گذرنده از آن‌ها مطابق شکل است. طول،

چگالی و مقاومت ویژه سیم آهنی به ترتیب برابر ۲۰، ۸۰۰۰ و 10^{-7} واحد SI است و طول، چگالی و مقاومت ویژه سیم مسی به ترتیب برابر ۱۰، ۹۰۰۰ و

2×10^{-8} واحد SI است. جرم سیم آهنی چند برابر جرم سیم مسی است؟



- (۱) $\frac{2}{25}$
- (۲) $\frac{25}{2}$
- (۳) $\frac{9}{25}$
- (۴) $\frac{25}{9}$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	موضوعی	محاسباتی	آموزشی	شماره	نوع	مبحث	روش آمار	مفاهیم فیزیک ترکیبی با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۴	۵	۵	۷	سوال	پارامتر	مقاومت الکتریکی	ترکیبی	۵	مدرسه	مدرسه

قانون اهم

(۱) مطابق قانون اهم، رابطه ولتاژ و جریان یک مقاومت به صورت زیر است:

$$V = RI$$

اختلاف پتانسیل یا یکای ولت: V

جریان الکتریکی یا یکای آمپر: I

مقاومت الکتریکی یا یکای اهم: R

۲) مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان الکتریکی آن و نمودار جریان الکتریکی بر حسب ولتاژ، مطابق شکل زیر به صورت یک خط صعودی است.



پایه هفتم

این سؤال دشوار را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.

گام اول: مقایسه مقاومت‌ها یا کمک شیب نمودار $V-I$



$$\frac{R_{\text{مس}}}{R_{\text{آهن}}} = \frac{\text{شیب نمودار مقاومت مسی}}{\text{شیب نمودار مقاومت آهنی}} = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{24}} = \frac{24}{6}$$

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

گام دوم: مطابق رابطه $R = \rho \frac{L}{m}$ که در درستم سؤال قبل اثبات کردیم، برای مقایسه دو مقاومت می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{m} \rightarrow \frac{R_{\text{مس}}}{R_{\text{آهن}}} = \frac{\rho_{\text{مس}}}{\rho_{\text{آهن}}} \times \frac{L_{\text{مس}}}{L_{\text{آهن}}} \times \left(\frac{d_{\text{آهن}}}{d_{\text{مس}}}\right)^2 \times \frac{m_{\text{آهن}}}{m_{\text{مس}}}$$

$$\rightarrow \frac{5}{24} = \frac{2 \times 10^{-8}}{10^{-7}} \times \frac{9}{8} \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times \frac{m_{\text{آهن}}}{m_{\text{مس}}}$$

$$\rightarrow \frac{5}{24} = \frac{1}{5} \times \frac{9}{8} \times \frac{1}{9} \times \frac{m_{\text{آهن}}}{m_{\text{مس}}}$$

$$\rightarrow \frac{m_{\text{آهن}}}{m_{\text{مس}}} = 4 \times \frac{5}{24} = \frac{25}{3}$$

انرژی

اگر نسبت قطر مقطع سیم‌ها را می‌پرسیدیم، پاسخ چه بود؟

پاسخ: مطابق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_{\text{مس}}}{R_{\text{آهن}}} = \frac{\rho_{\text{مس}}}{\rho_{\text{آهن}}} \times \frac{L_{\text{مس}}}{L_{\text{آهن}}} \times \left(\frac{d_{\text{آهن}}}{d_{\text{مس}}}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{5}{24} = \frac{2 \times 10^{-8}}{10^{-7}} \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{d_{\text{آهن}}}{d_{\text{مس}}}\right)^2$$

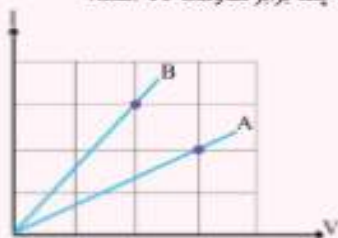
$$\rightarrow \frac{5}{24} = \frac{1}{5} \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{d_{\text{آهن}}}{d_{\text{مس}}}\right)^2$$

$$\rightarrow \left(\frac{d_{\text{آهن}}}{d_{\text{مس}}}\right)^2 = \frac{25}{8} \rightarrow \frac{d_{\text{آهن}}}{d_{\text{مس}}} = \frac{5}{2\sqrt{2}} = \frac{5\sqrt{2}}{4}$$

این سؤال براساس یکی از سؤالات کنکور ریاضی سال ۹۸ طرح شده است که در ادامه آن را هم حل می‌کنیم.

تست کنکور سراسری رشته ریاضی سال ۹۸:

شکل زیر، رابطه بین جریان عبوری از مقاومت‌های A و B و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها را نشان می‌دهد. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



- (۱) $\frac{4}{3}$
(۲) $\frac{3}{2}$
(۳) $\frac{2}{3}$
(۴) $\frac{3}{4}$

پاسخ:

می‌دانیم شیب نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برابر $\frac{1}{R}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\text{شیب نمودار A}}{\text{شیب نمودار B}} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{4}} = \frac{4}{3}$$

گزینه ۱ صحیح است.

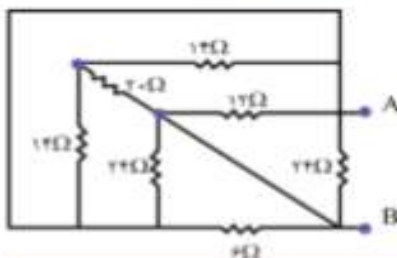


به تفاوت نمودار $V-I$ و نمودار $I-V$ توجه کنید.

گروه آموزشی ماز

۵۶- مقاومت معادل بین نقاط A و B چند اهم است؟

- (۱) $2/7$
(۲) 3
(۳) 4
(۴) $3/6$

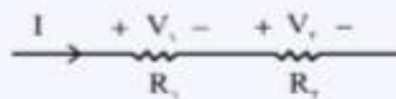


پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مکانیسم	تجزیه و تحلیل	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم جهت	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان
مقاومت معادل	۶	۷	پایه	مقاومت معادل	و ترکیب	مقاومت معادل	مقاومت معادل	۲	میان

مقاومت معادل

(۱) هنگامی که دو مقاومت بدون هیچ اتصالی با یک سیم به هم بسته شده باشند، به اتصال آن‌ها سری یا متوالی می‌گوییم. در مقاومت‌های متوالی روابط زیر برقرار است.



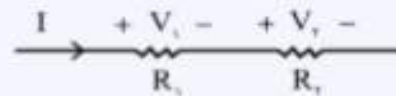
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$I_{eq} = I_1 = I_2$$

$$V_{eq} = V_1 + V_2$$

(۲) در مقاومت‌های متوالی، مقاومت معادل از کوچک مقاومت‌ها بزرگتر است.

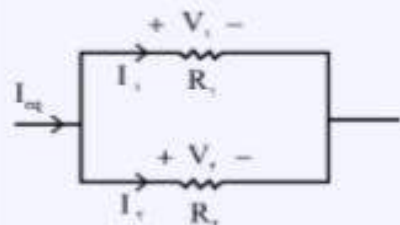
(۳) در مقاومت‌های متوالی ولتاژ و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه مستقیم دارد.



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

۴) هنگامی که دو سر دو مقاومت با سیم رسانا به هم متصل باشد، این دو مقاومت به صورت موازی به هم متصل شده‌اند. در مقاومت‌های موازی روابط زیر برقرار است.



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{eq} = I_1 + I_2$$

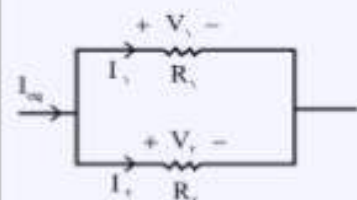
$$V_{eq} = V_1 = V_2$$

۵) در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از کوچک‌ترین مقاومت‌های موازی کوچک‌تر است.

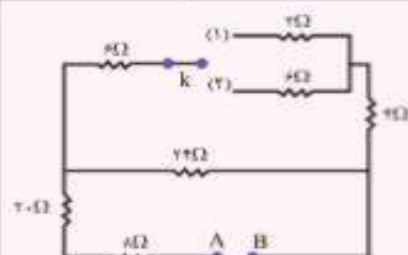
۶) در مقاومت‌های موازی، جریان و توان مقاومت‌ها با اندازه آن‌ها رابطه عکس دارد.

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$$



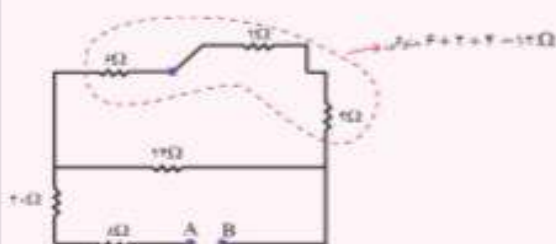
مثال: در مدار مقابل اگر کلید k در وضعیت ۱ قرار گیرد، مقاومت معادل بین نقاط A و B برابر R_1 است و اگر کلید در وضعیت ۲ قرار بگیرد، مقاومت معادل بین A و B برابر R_2 است. حاصل $R_2 - R_1$ برابر چند اهم است؟



برای پاسخ دادن به این سؤال، هر دو حالت کلید را جداگانه بررسی می‌کنیم.

حالت اول: کلید در وضعیت ۱

در این حالت مدار به شکل زیر درمی‌آید و مقاومت F اهمی از مدار حذف می‌گردد.



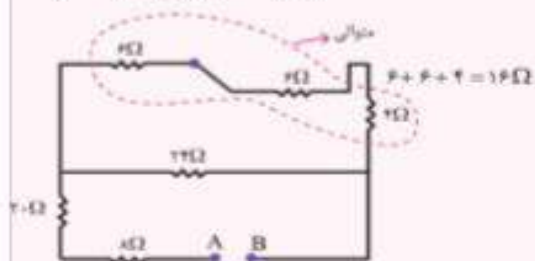
در مدار بالا مقاومت‌های 8Ω ، 12Ω و 24Ω با هم سری بوده و حاصل آن‌ها که برابر 44Ω است با مقاومت 24Ω موازی است. بنابراین مقاومت معادل برابر است با:

$$R_1 = 4 + 20 + \frac{12 \times 24}{12 + 24} \rightarrow R_1 = 36\Omega$$

حاصل مقاومت‌های موازی 12 ، 24 اهمی

حالت دوم: کلید در وضعیت ۲

در این حالت مقاومت 2Ω حذف می‌شود و مدار به شکل زیر درمی‌آید.



در مدار بالا دو مقاومت $6\ \Omega$ اهمی و مقاومت $4\ \Omega$ با هم سری بوده و معادل آن‌ها که برابر $10\ \Omega$ است با مقاومت $24\ \Omega$ موازی است. بنابراین مقاومت معادل برابر است با:

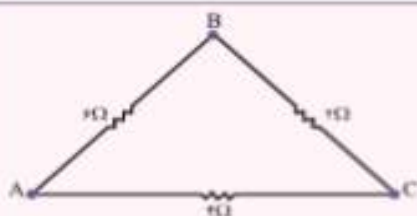
$$R_p = 10 + 24 = \frac{10 \times 24}{10 + 24} \rightarrow R_p = 37/6\ \Omega$$

حاصل مقاومت‌های موازی $10\ \Omega$ و $24\ \Omega$ اهمی.

و در نهایت پاسخ سؤال برابر است با:

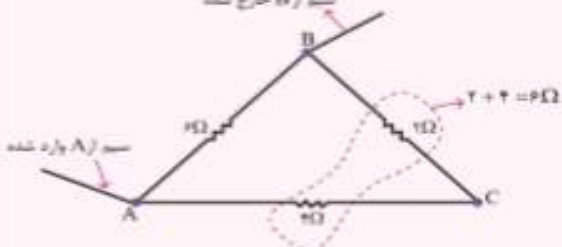
$$R_p - R_1 = 37/6 - 36 = 1/6\ \Omega$$

۷) مقاومت معادل بین دو نقطه A و B به این معنی است که یک سیم به نقطه A وارد شده است و یک سیم از نقطه B خارج شده است. به مثال زیر توجه کنید.



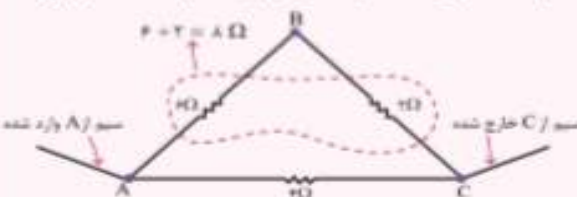
در شکل مقابل مقاومت معادل بین نقاط A و B و مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه کنید.

ابتدا مقاومت معادل بین A و B را محاسبه می‌کنیم. در این حالت مقاومت‌های $4\ \Omega$ و $10\ \Omega$ با هم متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت $6\ \Omega$ موازی است. بنابراین داریم:



$$R_{AB} = \frac{6 \times 14}{6 + 14} = \frac{36}{12} = 3\ \Omega$$

حالت دوم مقاومت معادل بین A و C را محاسبه می‌کنیم. در این حالت مقاومت‌های $6\ \Omega$ و $4\ \Omega$ متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت $10\ \Omega$ موازی است.



$$R_{AC} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5\ \Omega$$

در مثال قبل، اگر یک باتری آرمانی $24\ \text{ولتی}$ را یک بار بین A و B و بار دیگر بین A و C ببندیم، جریان خروجی از آن چند آمپر می‌شود؟ اگر باتری بین A و B بسته شود، مقاومت $3\ \Omega$ است و داریم:

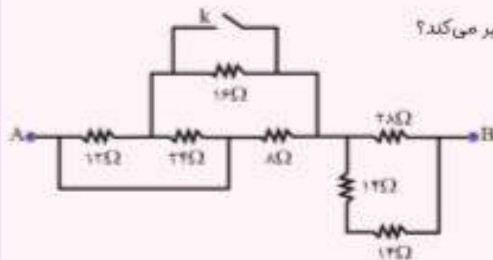
$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{AB}} = \frac{24}{3} = 8\ \text{A}$$

اگر باتری بین A و C بسته شود، مقاومت $5\ \Omega$ است و داریم:

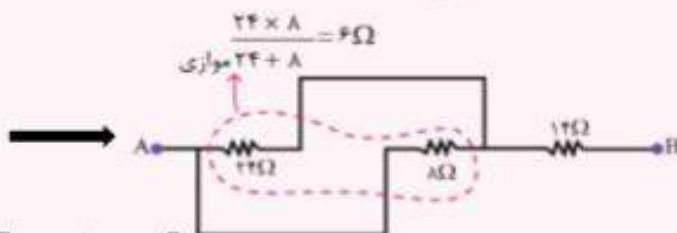
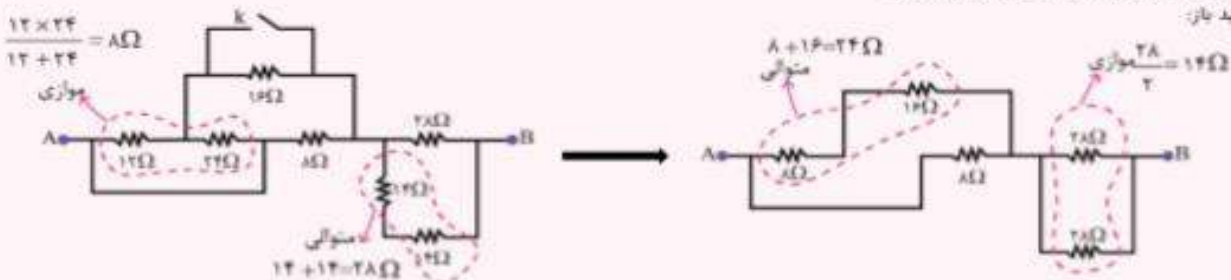
$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_{AC}} = \frac{24}{5} = 4.8\ \text{A}$$



در شکل مقابل، با وصل کردن کلید k ، مقاومت معادل بین نقاط A و B چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

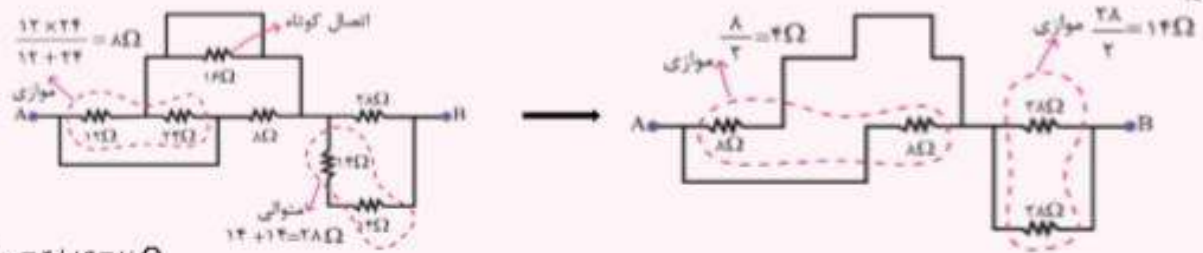


مقاومت معادل را یک بار در حالت قطع بودن کلید و بار دیگر در حالت وصل بودن کلید محاسبه می‌کنیم. دقت کنید که دو سر مقاومت‌های 12Ω و 24Ω به هم وصل است و این دو مقاومت موازی می‌باشند. کلید باز:



$$R_{eq} = 8 + 14 = 22\Omega$$

کلید بسته: در این حالت مقاومت 16Ω اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌شود. دقت کنید که مرحله اول ساده‌سازی مقاومت‌ها دقیقاً مشابه با حالت قبل است.

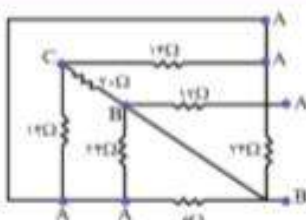


$$R'_{eq} = 8 + 10 = 18\Omega$$

$$\rightarrow \frac{R'_{eq}}{R_{eq}} = \frac{18}{22} = \frac{9}{11}$$

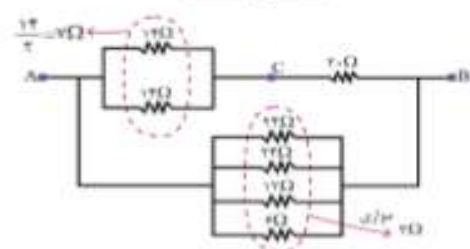
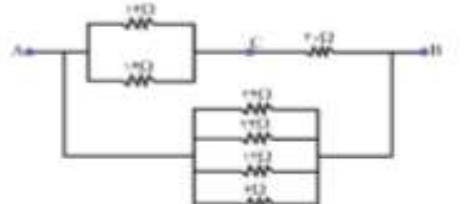
بنابراین با بستن کلید، مقاومت معادل ۱۸ درصد کاهش می‌یابد.

همان‌طور که در مثال قبل دیدیم، گاهی تشخیص موازی یا متوالی بودن مقاومت‌ها سخت می‌شود. در این‌گونه سوالات، رسم مجدد مدار با کمک نام‌گذاری نقاط مختلف آن می‌تواند به ساده‌تر شدن حل سؤال کمک کند. این روش را در مثال بعدی یاد می‌گیریم.

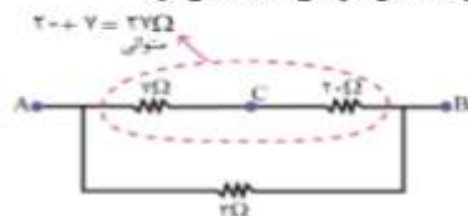


ابتدا نقاط مختلف مدار را نام‌گذاری می‌کنیم. دقت کنید تقاطعی که با سیم به‌طور مستقیم به هم وصل شده‌اند باید نام یکسانی داشته باشند.

همان طور که می بینید مدار از ۳ نقطه تشکیل شده است. در ادامه این سه نقطه را روی یک خط افقی قرار می دهیم و مقاومت ها را بین آن ها وصل می کنیم.



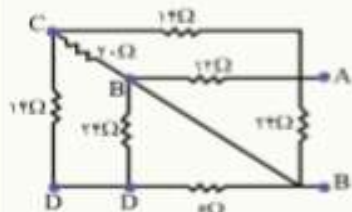
در ادامه مقاومت معادل به راحتی محاسبه می شود.



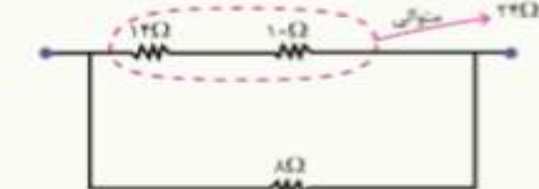
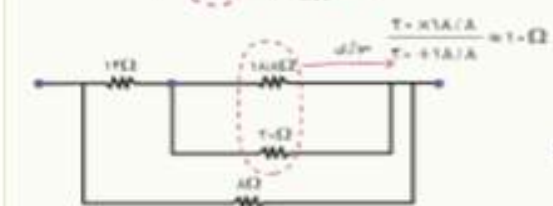
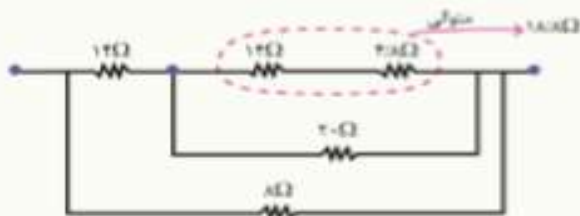
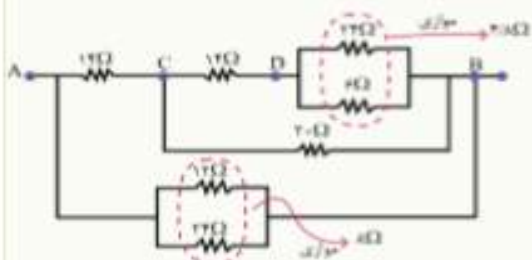
$$\rightarrow R_{eq} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = \frac{200}{30} = 6.67 \Omega$$

نکته...

اگر سیم بیرونی را قطع می کردیم تا مدار به شکل زیر در بیاید، مقاومت معادل بین نقاط A و B چند اهم می شد؟



در این حالت مدار ۴ نقطه دارد و با رسم مجدد آن داریم:

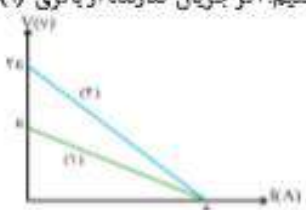


$$\rightarrow R_{eq} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = \frac{200}{30} = 6.67 \Omega$$

دقت کنید که مقاومت معادل موازی 20Ω و $10/3\Omega$ را به صورت تقریبی حساب کردیم تا محاسبات ساده تر شود.

گروه آموزشی ماز

- ۵۷ - نمودار ولتاژ - جریان دو باتری مطابق شکل است. هر یک از دو باتری را جداگانه به یک مقاومت 10Ω وصل می‌کنیم. اگر جریان گذرنده از باتری (۱) ۲۰ درصد کم‌تر از جریان باتری (۲) باشد، نیروی محرکه باتری (۱) چند ولت است؟



- (۱) ۴.۵
(۲) ۶.۰
(۳) ۹.۰
(۴) ۱۸.۰

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	مختصات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میدان
دریجه ۱۰	۵	۶	۶	سوال	پارادوکس	ولتاژ باتری	و ترکیب		۲	سهایی	متوسط

ولتاژ باتری

(۱) معادله ولتاژ - جریان یک باتری مولد به صورت زیر است:

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$$

در رابطه فوق: ε برابر نیروی محرکه باتری و r برابر مقاومت درونی آن است.

(۲) مطابق رابطه $V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$ ، نمودار ولتاژ - جریان یک باتری مولد مطابق شکل زیر است.



(۳) در مورد نمودار ولتاژ - جریان باتری به نکات زیر توجه کنید:

الف) بیشینه ولتاژ باتری مولد برابر نیروی محرکه آن است.

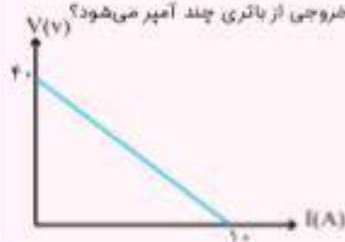
ب) اندازه شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

ج) عرض از مبدأ نمودار برابر ε و طول از مبدأ آن برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است.

د) بیشینه جریان خروجی از باتری برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است که به آن جریان اتصال کوتاه باتری می‌گوییم.

مثال

نمودار ولتاژ - جریان یک باتری مطابق شکل است. اگر یک مقاومت 6Ω اهمی را به دو سر این باتری وصل کنیم، جریان خروجی از باتری چند آمپر می‌شود؟



این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.
گام اول: مطابق نمودار داده شده داریم:

$$\begin{cases} \varepsilon = 4.0 \text{ V} \\ \frac{\varepsilon}{r} = 1.0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \varepsilon = 4.0 \text{ V} \\ r = 4\Omega \end{cases}$$

گام دوم: با اتصال مقاومت 6Ω به باتری، جریان مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{4.0}{4 + 6} = 0.4 \text{ A}$$

باتری‌های درونی

فرض می‌کنیم مقاومت درونی باتری (۱) برابر r باشد. با توجه به این که شیب نمودار ولتاژ - جریان باتری (۲) ۲۰ برابر باتری (۱) است، مقاومت درونی باتری (۲) برابر $2r$ است.

(۱) جریان باتری : $I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{r_1 + R} = \frac{\mathcal{E}}{r + 1}$

(۷) جریان باتری : $I_p = \frac{\mathcal{E}_p}{R_p + R} = \frac{2\mathcal{E}}{7R + 10R}$

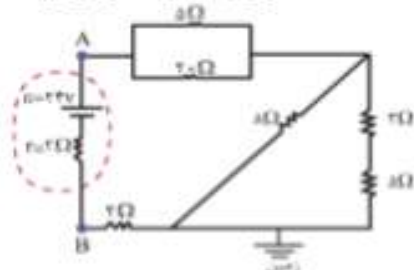
$$I_1 = I_T - \frac{\gamma_{12}}{1 - \gamma_{12}} I_T = \frac{\lambda_{12}}{1 - \gamma_{12}} I_T = \frac{\pi}{\phi} I_T$$

$$\rightarrow \frac{\varepsilon}{r+1-} = \frac{r}{\delta} \times \frac{r\varepsilon}{r+1-} \rightarrow \frac{1}{r+1-} = \frac{\lambda}{1-r+\delta-}$$

$$\rightarrow 1 - \Gamma + \Delta = \Lambda \Gamma + \Lambda - \rightarrow \Gamma = 1/\Delta \Omega$$

$$\frac{S}{I} \xrightarrow{I=10\Omega} S=9V$$

۵۸- در مدار زیر، پتانسیل الکتریکی نقطه A برابر ولت است و با جابه‌جایی یک الکترون از نقطه A تا B، انرژی پتانسیل الکتریکی آن (e = $1/6 \times 10^{-19}$ C).



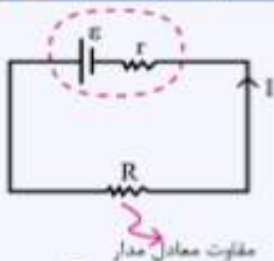
۱۶ (۱) $3/2 \times 10^{-18}$ ژول افزایش می‌یابد.

۱۶ (۲) $1/6 \times 10^{-18}$ ژول کاهش می‌یابد.

۱۸ (۳) $3/2 \times 10^{-18}$ ژول افزایش می‌یابد.

۱۸ (۴) $1/6 \times 10^{-18}$ ژول کاهش می‌یابد.

موضوع	پایه	موضوع	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	فهرات
مفاهیم پایه	۱	مفاهیم پایه	۱	۲	۳	۴



همان‌طور که یاد گرفتیم، می‌توان مقاومت‌های مدار را ساده کرد و همه آن‌ها را به یک مقاومت معادل تبدیل کرد. بنابراین در مدارهایی که دارای یک باتری هستند، همواره می‌توانیم مدار را به شکل مقابل ساده کنیم. این مدار یک مدار ساده تک‌حلقه است.

(۱) جریان خروجی از باتری برابر است با:

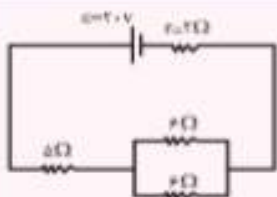
(۲) افت پتانسیل بالری برابر است با:

(۳) ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

(۴) ولتاژ دو سر باتری با ولتاژ دو سر مقاومت معادل R برابر است و ولتاژ هر دو برابر $\frac{\varepsilon R}{r+R}$ می‌باشد.



در مورد مدار مقابل به سوالات داده شده پاسخ دهید.



الف) مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

دو مقاومت $6\ \Omega$ با هم موازی هستند و معادل آن‌ها برابر $3\ \Omega$ است. حاصل این دو مقاومت با مقاومت $5\ \Omega$ متوالی است. پس مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq} = 5 + 3 = 8\ \Omega$$

ب) جریان خروجی از باتری چند آمپر است؟

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{2.0}{2 + 8} = 0.2\text{ A}$$

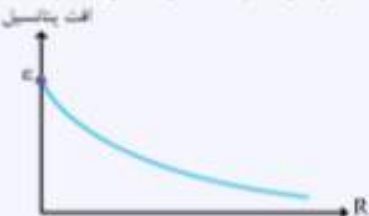
ج) ولتاژ دو سر باتری چند ولت است؟

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI = 2.0 - 2 \times 0.2 = 1.6\text{ V}$$

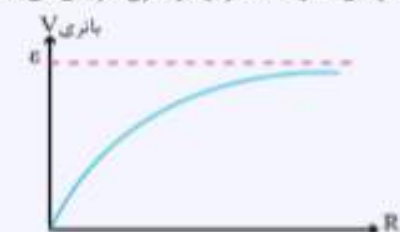
۵) نمودار تغییرات جریان مدار تک‌حلقه بر حسب مقاومت مدار به شکل زیر است. همان‌طور که می‌بینید، با افزایش مقاومت مدار، جریان الکتریکی کاهش می‌یابد.



۶) نمودار تغییرات افت پتانسیل باتری مدار تک‌حلقه بر حسب مقاومت مدار به شکل زیر است. همان‌طور که می‌بینید، با افزایش مقاومت مدار، افت پتانسیل کاهش می‌یابد.



۷) نمودار تغییرات ولتاژ باتری مدار تک‌حلقه بر حسب مقاومت مدار به شکل زیر است. همان‌طور که می‌بینید، با افزایش مقاومت مدار، ولتاژ باتری افزایش می‌یابد.

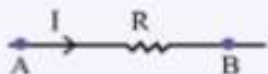


با استفاده از نکات فوق می‌توانیم جریان مدار را به راحتی محاسبه کنیم اما گاهی از ما اختلاف پتانسیل دو نقطه دلخواه از مدار را می‌خواهند که باید بتوانیم آن را هم به دست آوریم.

در مدارهای الکتریکی با حرکت از یک نقطه مدار و محاسبه اختلاف پتانسیل اجزای مختلف، می‌توانیم به نقاط دیگر مدار برسیم و اختلاف پتانسیل نقاط مختلف مدار را به دست آوریم. برای این کار از تکنیک پتانسیل‌نویسی استفاده می‌کنیم که به شرح زیر است:

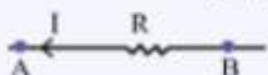
۱) هنگامی که به یک مقاومت الکتریکی (مقاومت درونی باتری یا سایر مقاومت‌های مدار) رسیدیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

الف) اگر در حال حرکت در جهت جریان بودیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI کاهش می‌یابد و تغییرات ولتاژ برابر $(-RI)$ است.



$$V_A - RI = V_B$$

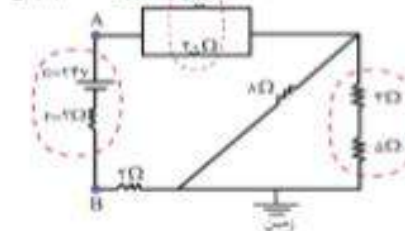
ب) اگر در حال حرکت در خلاف جهت جریان بودیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI افزایش می‌یابد و تغییرات ولتاژ برابر $(+RI)$ است.



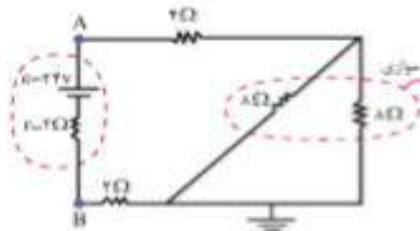
$$V_A + RI = V_B$$

A circuit diagram showing a battery with two cells connected in series. The battery is represented by two long vertical lines of unequal length. To the left of the battery is a horizontal wire with a point labeled 'A'. To the right of the battery is another horizontal wire with a point labeled 'B'.

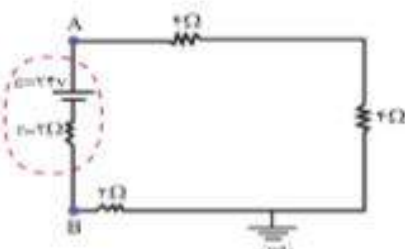
۳) پتانسیل الکتریکی زمین که معمولاً با نماد ϕ در مدار مشخص می‌شود طبق قرارداد برابر صفر است.

$$\frac{\Delta + \gamma_n}{\Delta + \gamma_n}$$


مقام اول: محاسبه مقاومت معادل



گام دوم: محاسبه جریان مدار:



$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{\gamma \mathcal{E}}{\gamma + 1} = \gamma A$$

$$\xrightarrow{I=1\text{ A}} \rightarrow + \text{F} \times \text{T} + \text{F} \times \text{T} = V_A \rightarrow V_A = 16\text{ V}$$

اختلاف پتانسیل نقاط A و B همان ولتاژ باتری است و برابر است با:

$$\rightarrow V_A - V_B = r\vec{r} - r \times \vec{r} = r - V$$

$$\Delta U = q\Delta V \rightarrow \Delta U = -e \times (V_B - V_A)$$

$$\rightarrow \Delta U = -1/8 \times 10^{-14} \times (-2.0) = 2/8 \times 10^{-14} \text{ J}$$

گروه آموزشی ماز

- A = - (T)
 Y = - - (T)
 F = - (T)
 F = - (F)



موضوع	موضوع	موضوع	پایه	حیثیت	پیش نیاز و ترکیب	روشن نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱۰	۸	۸	۸	سوال	پاردهم	توان مصرفی	توان مصرفی	۲	۲

توان مصرفی



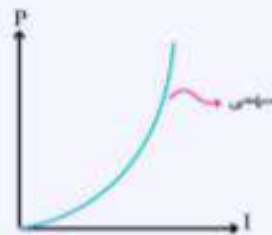
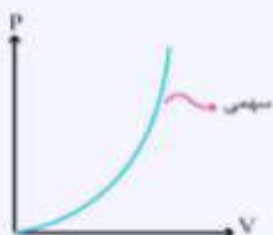
(۱) توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در جریان آن وسیله است.

$$P = VI$$

(۲) برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

$$\text{توان مصرفی مقاومت} \begin{cases} P = VI \\ P = RI^2 \\ P = \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

(۳) نمودار توان مصرفی در یک مقاومت بر حسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



(۴) یا ضرب کردن توان الکتریکی در زمان می‌توان انرژی مصرفی در مقاومت‌ها را محاسبه کرد.

$$U = Pt \begin{cases} U = VI t \\ U = RI^2 t \\ U = \frac{V^2}{R} t \end{cases}$$

(۵) در استفاده از رابطه $U = Pt$ ، اگر توان بر حسب وات و زمان بر حسب ثانیه جایگزین شود، انرژی بر حسب ژول بدست می‌آید و اگر توان بر حسب کیلووات و زمان بر حسب ساعت جایگزین شود، انرژی بر حسب کیلووات ساعت بدست می‌آید.

(۶) هر کیلووات ساعت معادل 3.6×10^6 ژول است.

$$1 \text{ kW.h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

مثال:

یک وسیله برقی با مقاومت الکتریکی 50Ω به اختلاف پتانسیل 100 ولت متصل شده است. در هر شبانه‌روز چند کیلووات ساعت انرژی در این وسیله مصرف می‌شود؟

گام اول: محاسبه توان بر حسب کیلووات

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{100^2}{50} = 200 \text{ W} = 0.2 \text{ kW}$$

گام دوم: محاسبه انرژی در هر شبانه‌روز

$$U = Pt = 0.2 \times 24 = 4.8 \text{ kW.h}$$

مطابق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، هنگامی توان مصرفی در رسانا کمینه است که مقاومت بیشترین مقدار را داشته باشد. برای آن که مقاومت بیشینه باشد، باید فقط مقاومت 200Ω در مدار قرار بگیرد و هر دو کلید قطع باشند. در این صورت داریم:

$$P_{\min} = \frac{V^2}{R_{\max}} \rightarrow P_{\min} = \frac{200^2}{200} = 200 \text{ W}$$

به همین ترتیب برای آن که توان بیشینه باشد، باید مقاومت کمترین مقدار را داشته باشد. پس باید هر دو کلید وصل شوند تا مقاومت‌ها با هم موازی شده و در نتیجه مقاومت معادل به کمترین مقدار برسد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{R_{\min}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{200} \rightarrow \frac{1}{R_{\min}} = \frac{1}{50} \rightarrow R_{\min} = 50\Omega$$

$$P_{\max} = \frac{V^2}{R_{\min}} \rightarrow P_{\max} = \frac{200^2}{50} = 800 \text{ W}$$

$$\rightarrow P_{\max} - P_{\min} = 800 - 200 = 600 \text{ W}$$

اگر...

اگر فقط کلید K_1 را می‌بندیم، در هر شبانه‌روز چند کلووات ساعت انرژی در مدار مصرف می‌شود؟
در این حالت مقاومت معادل مدار برابر بود با:

$$R_{eq} = \frac{100 \times 200}{100 + 200} = \frac{200}{3}\Omega$$

پس توان و انرژی مصرفی به‌صورت زیر قابل محاسبه است.

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{200^2}{\frac{200}{3}} = 600 \text{ W} = 0.6 \text{ kW}$$

$$U = Pt = 0.6 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 14.4 \text{ kWh}$$

گروه آموزشی ماز

۶- چهار لامپ مشابه را یک بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌طور موازی به یک منبع ولتاژ 200 ولتی متصل می‌کنیم. اگر اختلاف توان مصرف شده در مجموعه لامپ‌ها در دو حالت برابر 600 وات باشد، مقاومت هر یک از لامپ‌ها چند اهم است؟

۴- ۵۰

۳- ۵۰

۲- ۲۵۰

۱- ۲۵

پاسخ: گزینه ۲

مشاهده	منوی	محاسبات	آموزش	تدوین	باز	محتوا	پیش‌نویس	پیش‌نویس	پیش‌نویس	پیش‌نویس
درجۀ ۱	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶

توان الکتریکی

اگر چند لامپ مشابه به یک منبع ولتاژ وصل شوند، توان مصرفی در هر لامپ و مجموعه را بررسی می‌کنیم:
(۱) حالت موازی: مطابق شکل مقابل، در این حالت ولتاژ همه لامپ‌ها برابر V است و می‌توان نوشت:

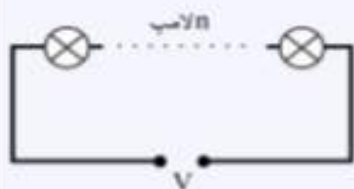
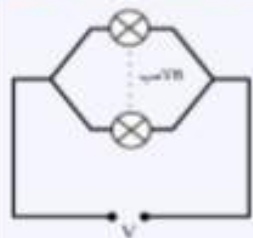
$$P = \frac{V^2}{R} \quad \text{توان هر لامپ}$$

$$P_{\text{کل}} = n \times P = \frac{n V^2}{R} \quad \text{توان مجموعه}$$

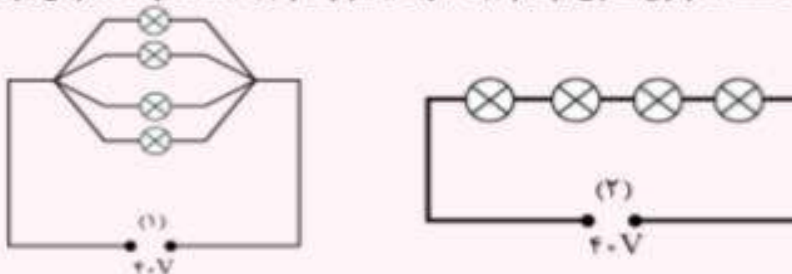
(۲) حالت متوالی: در این حالت ولتاژ V بین لامپ‌ها تقسیم می‌شود و به هر یک ولتاژ $\frac{V}{n}$ می‌رسد. بنابراین داریم:

$$P = \frac{\left(\frac{V}{n}\right)^2}{R} = \frac{V^2}{n^2 R} \quad \text{توان هر لامپ}$$

$$P_{\text{کل}} = n \times P = \frac{V^2}{n R} \quad \text{توان مجموعه}$$



در مدارهای زیر همه لامپ‌ها مشابه هستند. اگر توان مصرفی در مدار (۱)، ۶۰ وات بیشتر از مدار (۲) باشد، مقاومت الکتریکی هر لامپ چند اهم است؟



مطابق نکات فوق، اگر n لامپ داشته باشیم، توان مصرفی در مجموعه موازی n^2 برابر مجموعه متوالی خواهد بود. در این مساله، $n = 4$ است، پس توان مصرفی در مجموعه موازی، ۱۶ برابر مجموعه متوالی است و داریم:

$$\begin{cases} P_1 = 16 P_2 \\ P_1 - P_2 = 60 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} P_1 = 64 W \\ P_2 = 4 W \end{cases}$$

توان کل در حالت موازی $64 W$ است، پس هر لامپ $16 W = \frac{64}{4}$ توان مصرف می‌کند و داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow 16 = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = 10 \Omega$$

مطابق نکات درسته، توان کل در حالت موازی برابر $\frac{nV^2}{R}$ و در حالت متوالی برابر $\frac{V^2}{nR}$ است که $n = 4$ تعداد مقاومت‌ها می‌باشد. اختلاف این دو توان ۶۰ وات است، پس داریم:

$$\frac{nV^2}{R} - \frac{V^2}{nR} = 60$$

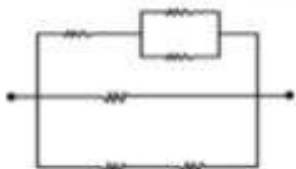
$$\frac{4V^2}{R} - \frac{V^2}{4R} = 60 \rightarrow \frac{15V^2}{4R} = 60$$

$$\rightarrow \frac{15}{4R} = \frac{60}{V^2}$$

$$\rightarrow \frac{15}{4R} = \frac{60}{100} \rightarrow R = 25 \Omega$$

گروه آموزشی ماز

۶۱- در مدار شکل زیر، همه مقاومت‌ها مشابه هستند و پیشینه توانی که هر یک از آن‌ها بدون آن که آسیب ببینند می‌تواند مصرف کند برابر ۱۷ وات است. حداکثر توانی که می‌توان در مجموعه مقاومت‌ها مصرف کرد بدون آن که هیچ مقاومتی آسیب ببیند برابر چند وات است؟



- (۱) ۴۸
(۲) ۲۴
(۳) ۵۲
(۴) ۲۶

پاسخ: گزینه ۴

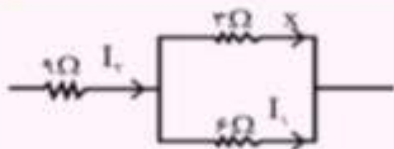
مستند	معمول	مستند	گزارش	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پوشش نیاز لازم	مفاهیم فاین ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۶	۶	۶	۶	پارادوکس	توان مصرفی	و ترکیب	۶	۶	۶	۶

توان مصرفی

- (ا) برای مقایسه توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. در مقایسه جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم.
 (الف) جریان مقاومت‌های متوالی با هم برابر است.
 (ب) جریان مقاومت‌های موازی با انداز مقاومت رابطه عکس دارد.
 (ج) برای مقایسه جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر X در نظر می‌گیریم و جریان سایر قسمت‌ها را بر حسب X بدست می‌آوریم.
 برای آن‌که نکته بالا واضح‌تر شود، بهتر است قبل از این‌که به حل این تست بپردازیم، چند تمرین زیر را حل کنیم.

تمرین

در مدار زیر اگر جریان مقاومت 2Ω برابر X باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را بر حسب X بدست آورید.



همان‌طور که یاد گرفتیم در مقاومت‌های موازی، جریان با انداز مقاومت رابطه عکس دارد، بنابراین می‌توان نوشت:

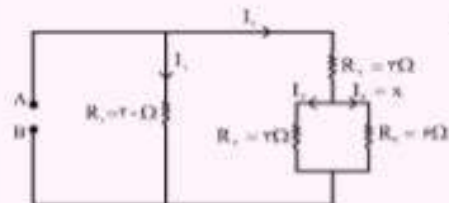
$$\frac{\text{جریان مقاومت } 4\Omega}{\text{جریان مقاومت } 2\Omega} = \frac{2}{6} \rightarrow \frac{I_T}{X} = \frac{2}{6} \rightarrow I_T = \frac{X}{3}$$

همچنین جریان مقاومت 4Ω برابر مجموع جریان‌های مقاومت‌های 2Ω و 6Ω است، بنابراین داریم:

$$I_T = X + \frac{X}{3} = \frac{4X}{3}$$

تمرین

در مدار مقابل، اگر جریان مقاومت 6Ω برابر X باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را بر حسب X بدست آورید.



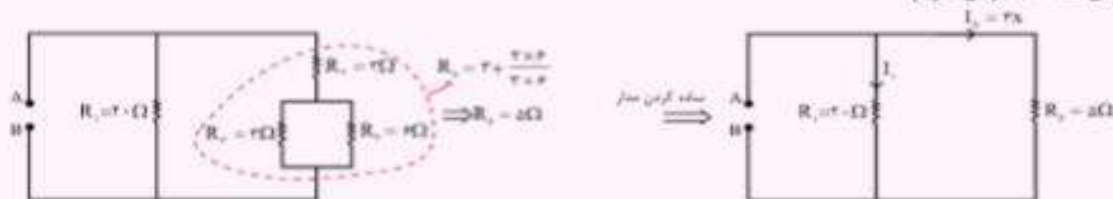
مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی هستند، بنابراین داریم:

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_2}{R_1} \rightarrow \frac{I_2}{X} = \frac{6}{2} \rightarrow I_2 = 3X$$

جریان I_1 برابر مجموع I_2 و I_3 است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$I_1 = I_2 + I_3 = 3X + X = 4X$$

برای بدست آوردن جریان I_T راه سخت‌تری در پیش داریم. برای این کار ابتدا سمت راست مدار را ساده می‌کنیم. مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی هستند و حاصل آن‌ها با R_3 متوالی است، بنابراین داریم:



در نهایت چون مقاومت‌های R_1 و R_3 موازی هستند، می‌توانیم جریان I_T را هم بر حسب X بدست آوریم.

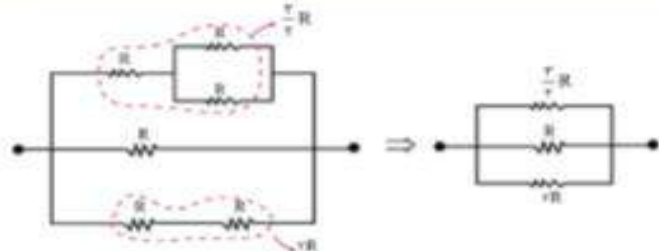
$$\frac{I_1}{I_T} = \frac{R_3}{R_1} \rightarrow \frac{4X}{I_T} = \frac{2}{4} \rightarrow I_T = \frac{8X}{1}$$

- (۲) در قسمت قبل یاد گرفتیم که چگونه جریان مقاومت‌های مدار را مقایسه کنیم. پس از مقایسه جریان‌ها، می‌توانیم به راحتی و با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، توان مقاومت‌ها را هم با یکدیگر مقایسه کنیم.

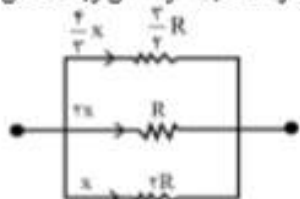
$$P = RI^2 \rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2} \times \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2$$

توان مصرفی

ابتدا در هر شاخه مقاومت معادل آن را قرار می‌دهیم:



در ادامه فرض کنیم جریان در شاخه مقاومت $2R$ برابر x باشد. بنابراین با توجه به این که در مقاومت های موازی، جریان هر شاخه با مقاومت آن رابطه عکس دارد، جریان در شاخه مقاومت R برابر $2x$ و در شاخه مقاومت $\frac{R}{2}$ برابر $4x$ می شود.



با توجه به این که همه مقاومت ها مشابه بوده اند، مقاومت R در شاخه میانی بیشترین توان را مصرف می کند، زیرا جریان آن بیشتر از سایر مقاومت ها است. این توان می تواند حداکثر 12 وات باشد پس داریم:

$$R \times (2x)^2 = 12 \rightarrow 4Rx^2 = 12 \rightarrow Rx^2 = 3$$

در نهایت توان کل مجموعه برابر است با:

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{شاخه پایین}} + P_{\text{شاخه وسط}} + P_{\text{شاخه بالا}}$$

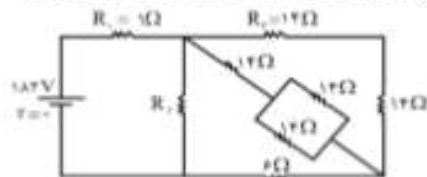
$$\rightarrow P_{\text{کل}} = 2Rx^2 + R \times (2x)^2 + \frac{R}{2} \times (4x)^2$$

$$\rightarrow P_{\text{کل}} = 2Rx^2 + 4Rx^2 + \frac{1}{2}Rx^2 = \frac{11}{2}Rx^2$$

$$\xrightarrow{Rx^2=3} P_{\text{کل}} = \frac{11}{2} \times 3 = 16.5 \text{ W}$$

گروه آموزشی ماز

۶۲- در مدار مقابل توان مصرفی در مقاومت R_1 ، 75% درصد کمتر از توان مصرفی مقاومت R_2 است. جریان گذرنده از مقاومت R_1 چند آمپر می تواند باشد؟



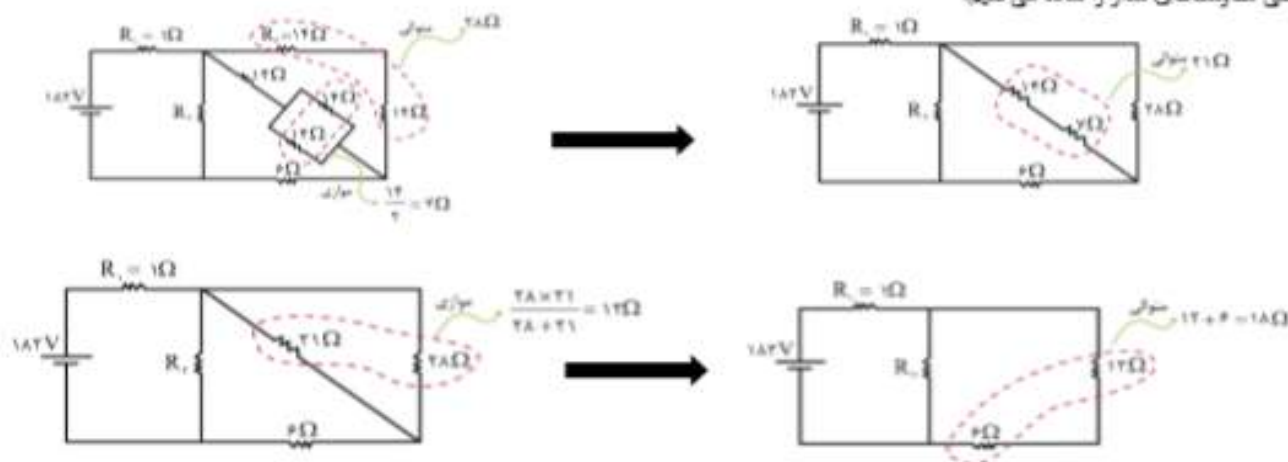
- ۱) فقط ۳۶
۲) فقط ۱۳
۳) ۱۳ یا ۷
۴) ۱۴ یا ۳۶

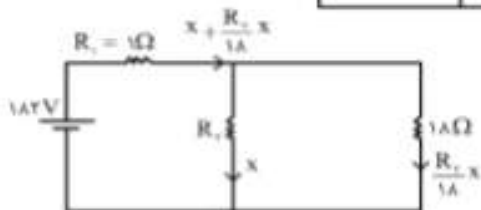
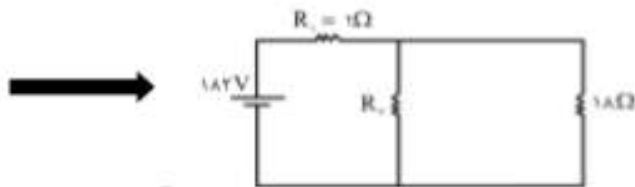
پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	معماری	آموزش	شاید	راه	نوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قبل از ترکیب یا	درجه	میدان
درجه ۱ تا ۵	۸	۸	۹	سوال	پارامتر	جریان در مدار	از ترکیب	۲	۲	متوسط	پایه

پایه آموزشی

ابتدا کمی مقاومت های مدار را ساده می کنیم.





در ادامه فرض می‌کنیم جریان مقاومت R_v برابر x باشد.

در این صورت جریان مقاومت $1A\Omega$ برابر $\frac{R_v}{1A}$ می‌باشد. (چرا؟)

و در نتیجه جریان $x + \frac{R_v}{1A}$ از مقاومت R_1 عبور خواهد کرد.

با توجه به متن سؤال، توان R_1 برابر $\frac{1}{9}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_1 = \frac{1}{9} P_v \rightarrow R_1 I_v^2 = \frac{1}{9} R_v I_v^2$$

$$\rightarrow 1 \times (x + \frac{R_v}{1A})^2 = \frac{1}{9} R_v x^2$$

$$\rightarrow x^2 (\frac{1A + R_v}{1A})^2 = \frac{1}{9} R_v x^2$$

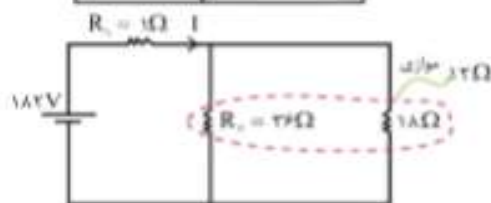
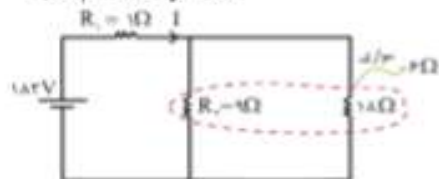
$$\rightarrow \frac{(1A + R_v)^2}{9} = \frac{1}{9} R_v$$

$$\rightarrow 324 + 72R_v + R_v^2 = 1R_v$$

$$\rightarrow R_v^2 - 71R_v + 324 = 0$$

$$\rightarrow (R_v - 9)(R_v - 36) = 0$$

$$\rightarrow R_v = 9\Omega \text{ یا } 36\Omega$$



با داشتن مقدار مقاومت R_v ، محاسبه جریان مدار کار ساده‌ای است. اگر $R_v = 9\Omega$ باشد، داریم:

$$R_{eq} = 1 + 6 = 7\Omega$$

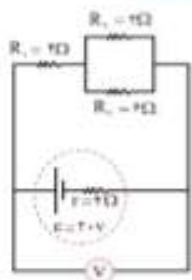
$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{1A}{7} = 14A$$

و اگر $R_v = 36\Omega$ باشد، داریم:

$$R_{eq} = 1 + 36 = 37\Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{1A}{37} = 1A$$

گروه آموزشی ماز



۳ (۴)

۶۳ - در مورد مدار مقابل، چه تعداد از عبارات‌های زیر نادرست است؟

(الف) ولت‌سنج آرمانی مقدار $12V$ را اندازه می‌گیرد.

(ب) توان خروجی از باتری برابر 24 وات است.

(ج) مقدار توان تلف‌شده در مقاومت درونی باتری برابر 16 وات است.

(د) توان مصرف‌شده در مقاومت R_v برابر مقاومت R_1 است.

(ه) مجموع توان تلف‌شده در مقاومت‌های R_1 و R_v برابر با 24 وات است.

(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲



موضوع	مفهوم	محاسباتی	انوارشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۱۰	۶	۱۰	۶	سوال	پایه نهم	مدار الکتریکی	پیش نیاز و ترکیب		۱	سه	متوسط

مدار الکتریکی

۱) توان خروجی از یک مولد متحرکه از رابطه زیر بدست می آید:

$$\begin{cases} P = VI \\ V = \varepsilon - rI \end{cases} \rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$$

به عبارتی می توان گفت که باتری توان εI را تولید می کند و مقدار rI^2 در مقاومت درونی آن تلف می شود.

۲) نمودار توان خروجی از یک باتری بر حسب جریان عبوری از آن، به صورت یک سهمی است و توصیه می شود این نمودار را هم به خاطر بسپارید.



۳) همان طور که در نمودار بالا می بینید، توان خروجی از یک باتری زمانی بیشینه می شود که جریان آن برابر $\frac{\varepsilon}{2r}$ باشد. مقدار این توان بیشینه برابر $\frac{\varepsilon^2}{4r}$ است.

۴) با توجه به تقارن سهمی حول رأس آن، اگر به ازای دو جریان مختلف، توان خروجی از باتری یکسان باشد می توان نتیجه گرفت که مجموع این دو جریان برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است. به شکل مقابل دقت کنید.



پاسخ: گزینه ۱

مقاومت معادل مدار برابر $R_{eq} = 6 \Omega$ است (چرا؟)، پس جریان الکتریکی مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{20}{4 + 6} = 2A$$

در ادامه هر یک از عبارتها را بررسی می کنیم.

بررسی (الف): ولتسج ولتاژ دو سر باتری را اندازه می گیرد و داریم:

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI = 20 - 4 \times 2 = 12V$$

پس عبارت (الف) صحیح است.

بررسی (ب): توان خروجی از باتری برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2 = 20 \times 2 - 4 \times 2^2 = 40 - 16 = 24W$$

پس عبارت (ب) هم صحیح است.

بررسی (ج): توان تلف شده در مقاومت درونی باتری برابر است با:

$$P_{\text{تلف}} = rI^2 = 4 \times 2^2 = 16W$$

پس عبارت (ج) هم صحیح است.

بررسی (د): در مقاومت های موازی، توان با مقدار مقاومت رابطه عکس دارد، پس با توجه به این که مقدار مقاومت R_1 نصف R_2 است، توان مصرفی آن دو برابر توان R_2 می باشد و این عبارت هم صحیح است.

بررسی (a) مجموع توان مصرفی در مقاومت‌های مدار با توان خروجی از باتری برابر است و با توجه به این که توان خروجی از باتری 24 W است، مجموع توان مصرفی در مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 هم برابر 24 W است و این عبارت هم صحیح می‌باشد.

اگر...

اگر توان مصرفی در مقاومت R_2 را می‌خواستیم، پاسخ چه بود؟
جریان 2 A که از باتری خارج می‌شود، بین مقاومت‌های R_2 و R_3 تقسیم می‌شود.

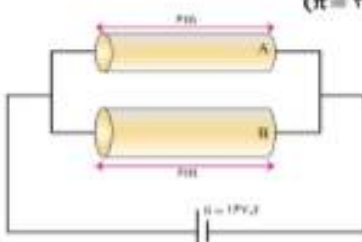
$$x + 2x = 2\text{ A} \rightarrow x = \frac{2}{3}\text{ A}$$

پس جریان گذرنده از R_2 برابر $\frac{2}{3}\text{ A}$ است و توان مصرفی آن برابر است با:

$$P = RI^2 = 2 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{16}{9}\text{ W}$$

گروه آموزشی ماز

۶۴- در مدار مقابل دو سیم مسی توپر A و B با طول‌های مساوی به ترتیب دارای شعاع‌های مقطع 0.1 mm و 0.2 mm هستند. اگر افت پتانسیل باتری 50% درصد نیروی محرکه آن باشد، توان خروجی از باتری چند وات است؟ ($\pi = 3$ ، $\rho_{\text{مس}} = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)



- (۱) ۴۰
(۲) ۸۰
(۳) ۱۲۰
(۴) ۱۶۰

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	محاسباتی	تجزیه و تحلیل	شدت	پایه	مبحث	پیدا کردن و ترکیب	پیدا کردن لازم نیست	مفاهیم قبل از ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۸	۸	۸	۸	۸	توان خروجی	توان خروجی			متوسط	متوسط

پایه آموزشی

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.
گام اول: محاسبه مقدار مقاومت‌ها

$$R_A = \rho \frac{L}{A_A} = 2 \times 10^{-8} \times \frac{2}{2 \times (0.1)^2} = 2 \Omega$$

$$R_B = \rho \frac{L}{A_B} = 2 \times 10^{-8} \times \frac{3}{2 \times (0.2)^2} = 1 \Omega$$

گام دوم: محاسبه مقاومت معادل مدار

$$R_{eq} = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} = \frac{2 \times 1}{2 + 1} = \frac{2}{3} \Omega$$

گام سوم: رابطه بین افت پتانسیل و نیروی محرکه افت پتانسیل باتری نصف نیروی محرکه آن است:

$$Ir = \frac{E}{r} \Rightarrow I = \frac{E}{r} \Rightarrow R_{eq} = r$$

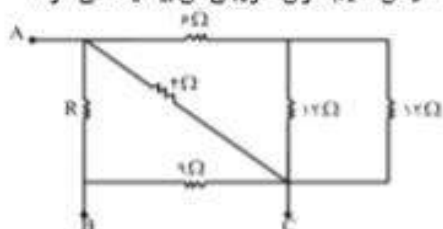
از آنجا که $R_{eq} = r$ است توان خروجی مدار بیشینه است و برابر $P_{max} = \frac{E^2}{4r}$ خواهد شد:

$$P_{max} = \frac{(16)^2}{4 \times \frac{2}{3}} = \frac{16 \times 16 \times 3}{4 \times 2} = 96\text{ W}$$

گروه آموزشی ماز

۶۵ - یک باتری دارای نیروی محرکه $۹۳V$ و مقاومت درونی ۶Ω است. اگر این باتری را بین نقاط A و B وصل کنیم، توان خروجی آن بیشینه می‌شود. اگر این باتری را بین نقاط C و B وصل کنیم، توان خروجی آن چند وات می‌شود؟

- (۱) ۳۸۴
(۲) ۴۶۵
(۳) ۹۳۰
(۴) ۳۶۰



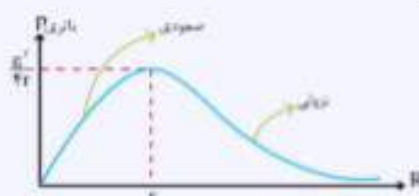
پاسخ: گزینه ۴

مشاهده	موضوع	حسابی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	روش تبار و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مهارت قابل ترکیب با	درجه	عنوان
درجه ۱۰	۶	۸	۷	سوال	پایه هفتم	توان خروجی			۱۱	ساختن	مقاومت

توان خروجی



(۱) در مدار تک حلقه مقابل، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، بر حسب مقاومت R به صورت زیر است.



(۲) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار بزرگتر از مقاومت درونی باتری است ($R > r$)، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

(۳) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار کوچکتر از مقاومت درونی باتری است ($R < r$)، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

(۴) همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{\epsilon^2}{4r}$ می‌باشد.

(۵) اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، واسطه هندسی مقاومت‌های R_1 و R_2 است، یعنی: $R_1 R_2 = r^2$. اگر توان خروجی از باتری با اتصال به R_1 و R_2 یکسان باشد.

مثال:



در مدار زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد بیشینه شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟

- (۱) صفر و ۱۲
(۲) $۴/۸$ و ۳
(۳) ۴ و ۴
(۴) $۲/۴$ و ۴

پاسخ: برای آن که توان خروجی باتری بیشینه شود کافی است $R_{eq} = r$ باشد، پس داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \quad R_{eq} = r = 2\Omega \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \rightarrow R = 4\Omega$$

در این حالت جریان I برابر است با:

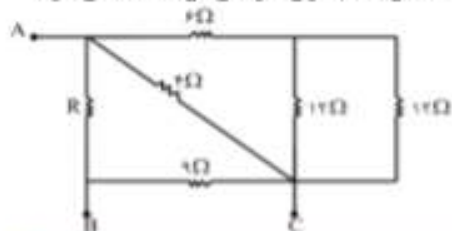


$$I_1 = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{2 + 2} = 6A$$

$$I_1 = I + I' \rightarrow 6 = x + x \rightarrow x = 3A \rightarrow I = 3A = 6A$$

گزینه ۳ صحیح است.

۶۵ - یک باتری دارای نیروی محرکه $۹۳V$ و مقاومت درونی ۶Ω است. اگر این باتری را بین نقاط A و B وصل کنیم، توان خروجی آن بیشینه می‌شود. اگر این باتری را بین نقاط B و C وصل کنیم، توان خروجی آن چند وات می‌شود؟



- (۱) ۳۸۴
(۲) ۴۶۵
(۳) ۹۳۰
(۴) ۳۶۰

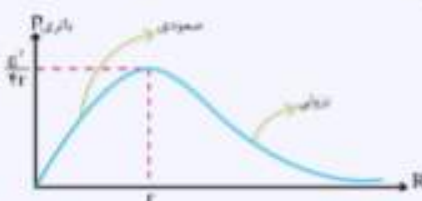
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	محدوده	معماری	تعداد	نوع	پایه	پایه	پایه	پایه	پایه
معماری	۱۰	۶	۸	۴	۲	۱	۱	۱	۱

توان خروجی



(۱) در مدار تک‌حلقه مقابل، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، بر حسب مقاومت R به صورت زیر است.



(۲) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار بزرگتر از مقاومت درونی باتری است ($R > r$)، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

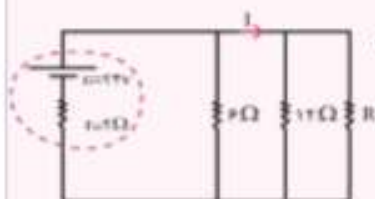
(۳) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار کوچکتر از مقاومت درونی باتری است ($R < r$)، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

(۴) همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R=r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{E^2}{4r}$ می‌باشد.

(۵) اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری، واسطه هندسی مقاومت‌های R_1 و R_2 است، یعنی:

$R_1 R_2 = r^2 \rightarrow$ اگر توان خروجی از باتری با اتصال به R_1 و R_2 یکسان باشد

مثال:



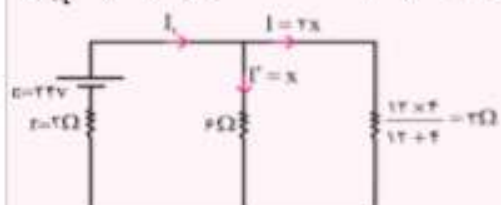
در مدار زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد بیشینه شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟

- (۱) صفر و ۱۲
(۲) ۴/۸ و ۳
(۳) ۲ و ۴
(۴) ۲/۴ و ۲

پاسخ: برای آن که توان خروجی باتری بیشینه شود کافی است $R_{eq} = r$ باشد، پس داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \quad R_{eq} = r = 2\Omega \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \rightarrow R = 4\Omega$$

در این حالت، جریان I برابر است با:

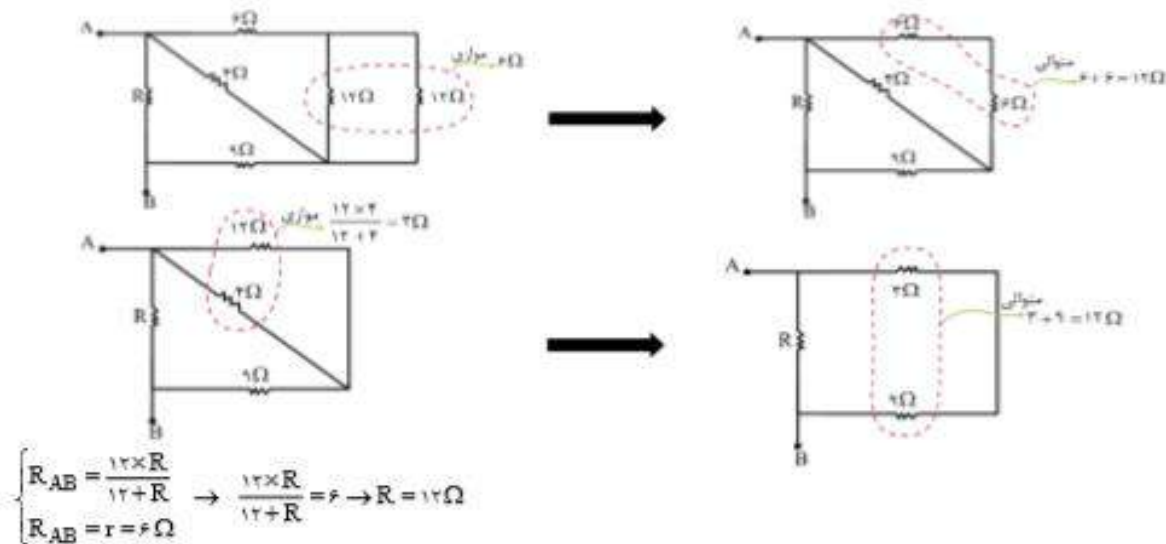


$$I_t = \frac{E}{r + R_{eq}} = \frac{24}{2 + 2} = 6A$$

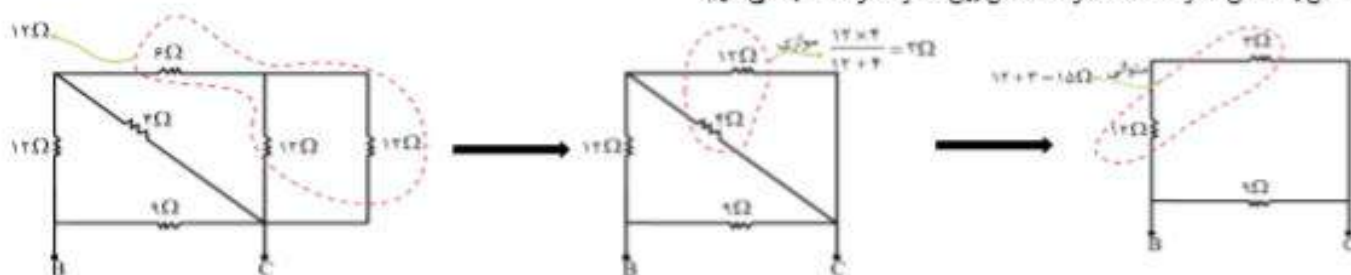
$$I_t = I + I' \rightarrow 6 = x + x \rightarrow x = 3A \rightarrow I = 3x = 9A$$

گزینه ۳ صحیح است.

با بستن باتری بین نقاط A و B، توان خروجی باتری بیشینه می‌شود. پس مقاومت معادل بین نقاط A و B با مقاومت درونی باتری ($r = 6\Omega$) برابر است و داریم:



حال با داشتن مقاومت R، مقاومت معادل بین C و B را محاسبه می‌کنیم.



$$R_{BC} = \frac{9 \times 15}{9 + 15} = \frac{45}{8}\Omega$$

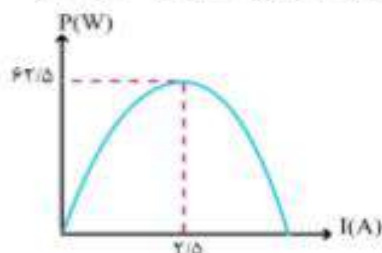
$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{BC}} = \frac{9}{6 + \frac{45}{8}} = \frac{9}{\frac{93}{8}} = \frac{9 \times 8}{93} = \frac{24}{31}A$$

$$P_{\text{خروجی}} = \mathcal{E}I - rI^2 = 9 \times \frac{24}{31} - 6 \times \left(\frac{24}{31}\right)^2 = 26.0W$$

پس اگر باتری را بین نقاط B و C ببندیم داریم:

گروه آموزشی ماز

۶۶- نمودار تغییرات توان خروجی از یک باتری بر حسب جریان گذرنده از آن مطابق شکل است. اگر یک وسیله برقی که روی آن مقادیر ($250W, 100V$) نوشته شده است را به این باتری متصل کنیم، جریان الکتریکی خروجی از باتری چند آمپر می‌شود؟



- (۱) ۲۵۰/۰
- (۲) ۵۰/۰
- (۳) ۱۰
- (۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۶	۷	سوال	پانزدهم	توان خروجی	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	۱۵	میان
										موضوع

پاسخ: گزینه ۳

گام اول: مطابق نمودار داده شده، در رأس سهمی، جریان برابر $2/5A$ است و توان بیشینه باتری برابر $62/5W$ است، بنابراین می توان نوشت:

$$\begin{cases} I_{\text{رأس}} = \frac{S}{rR} \rightarrow \frac{S}{rR} = 2/5 \\ P_{\text{max}} = \frac{S^2}{4r} \rightarrow \frac{S^2}{4r} = 62/5 \end{cases} \xrightarrow{\text{حل معادله ۲ مجهول}} \begin{cases} r = 1-\Omega \\ S = 5-V \end{cases}$$

گام دوم: مقاومت الکتریکی وسیله برقی برابر است با:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow 25 = \frac{1^2}{R} \rightarrow R = 4-\Omega$$

گام سوم: محاسبه جریان خروجی از باتری

$$I = \frac{S}{r+R} = \frac{5}{1+4} = 1A$$

اگر...

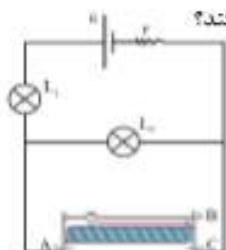
اگر انرژی مصرف شده در وسیله را در مدت یک شبانه روز و برحسب کیلووات ساعت می خواستیم، پاسخ چه بود؟

$$P = RI^2 = 4 \times 1^2 = 4-W = -/- 4kW$$

$$U = Pt = -/- 4kW \times 24h = -/- 96kW.h$$

گروه آموزشی ماز

۶۷- در شکل مقابل با حرکت لغزنده رتوستا به سمت راست، نور لامپ های L_1 و L_2 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟



(۱) کاهش - افزایش

(۲) کاهش - ثابت

(۳) ثابت - ثابت

(۴) افزایش - افزایش

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۵	۴	۶	سوال	پانزدهم	مقاومت رتوستا	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	۱۵	میان
										موضوع

مقاومت رتوستا

در این درسنامه به بررسی سؤالاتی می پردازیم که در آن ها مقدار یک مقاومت تغییر می کند یا کلیدی باز یا بسته می شود و اثر این تغییرات بر مقادیر ولتسنج ها و آمپرسنج ها و یا نور لامپ ها از ما پرسیده می شود. برای حل این نوع از سؤالات می توانیم گام های زیر را طی می کنیم.

(۱) تعیین می کنیم مقاومت معادل مدار چگونه تغییر کرده است.

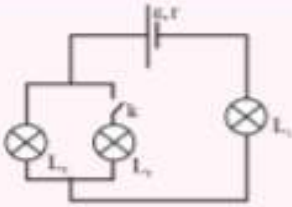
(۲) با توجه به نتیجه گام قبل، تعیین می کنیم جریان خروجی از باتری چگونه تغییر می کند.

(۳) با مشخص شدن تغییرات جریان باتری، تغییر نور برخی از لامپ ها و یا تغییرات اعداد برخی از ولتسنج ها و آمپرسنج های مدار مشخص می شود. برای تعیین تغییرات نور لامپ های دیگر و مقادیر سایر ولتسنج ها و آمپرسنج ها ولتاژ باتری را بررسی می کنیم.

برای آن که روش بالا به طور کامل واضح شود، دو مثال زیر را حل می کنیم. مثال اول مربوط به نور لامپ ها است و مثال دوم مربوط به تغییرات اعداد ولتسنج و آمپرسنج است.



در مدار مقابل با بستن کلید k ، نور لامپ‌های L_1 و L_2 چگونه تغییر می‌کند؟



برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام (۱) با بستن کلید k ، دو لامپ با هم موازی می‌شوند و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

گام (۲) با کاهش مقاومت مدار، جریان خروجی از باتری زیاد می‌شود. چون جریان باتری به‌طور کامل از لامپ L_1 می‌گذرد، با افزایش جریان، نور L_1 هم زیاد می‌شود.

گام (۳) جریان کل مدار زیاد شده است، ولی این جریان با بسته شدن کلید باید بین دو لامپ L_2 و L_3 تقسیم شود، بنابراین با کمک جریان نمی‌توانیم تغییرات نور لامپ L_2 را بررسی کنیم. برای این کار از تغییرات ولتاژ باتری در مدار کمک می‌گیریم.

$$V_{\text{باتری}} = \mathcal{E} - rI \rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow$$

$$\downarrow V_{\text{باتری}} = V_{L_1} + V_{L_2} \rightarrow V_{L_2} \downarrow$$

بنابراین نور لامپ L_2 با کاهش ولتاژ آن کم شده است. راه‌حل این مثال را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

$$k \text{ بستن کلید} \Rightarrow R_{\text{کل}} \downarrow \Rightarrow I_{\text{کل}} \uparrow \Rightarrow L_1 \text{ پر نورتر}$$

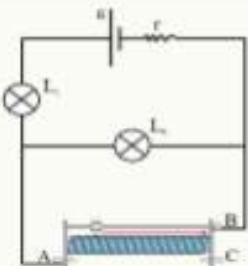
$$I_{\text{کل}} \uparrow \Rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow \Rightarrow V_{L_2} \downarrow \Rightarrow L_2 \text{ کم‌نورتر}$$

پاسخ تشریحی:

امیدوارم که فریب این سؤال را نخورده باشید و دقت کرده باشید که رئوس از انتهای C در مدار وصل شده است و در نتیجه کل سیم‌پیچ آن همواره در مدار قرار دارد، بنابراین جایه‌جایی لغزنده رئوس تأثیری در مدار ندارد و روشی لامپ‌ها ثابت می‌ماند.

اگر...

اگر رئوس را از سر B در مدار وصل می‌کردیم، پاسخ سؤال چه بود؟



در این صورت با حرکت لغزنده به راست، مقاومت رئوس زیاد می‌شود و جریان مدار کاهش می‌یابد، پس روشنایی لامپ L_1 کم می‌شود. در مورد لامپ L_2 دقت کنید که مجموع ولتاژ لامپ‌های L_1 و L_2 برابر با ولتاژ باتری است، پس داریم:

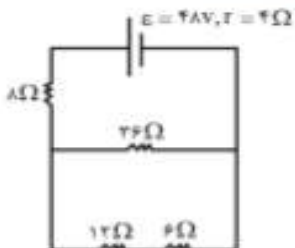
$$R_{\text{کل}} \uparrow \Rightarrow I_{\text{کل}} \downarrow \Rightarrow V_{\text{باتری}} = \mathcal{E} - rI \downarrow \Rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow$$

$$V_{\text{باتری}} \downarrow = V_{L_1} + V_{L_2} \Rightarrow V_{L_2} \uparrow \Rightarrow L_2 \text{ روشنایی زیاد می‌شود.}$$

گروه آموزشی ماز

۶۸ - در مدار مقابل، انرژی مصرفی در مقاومتی که بیشترین ولتاژ را دارد، در هر شبانه‌روز چند کیلووات ساعت است؟

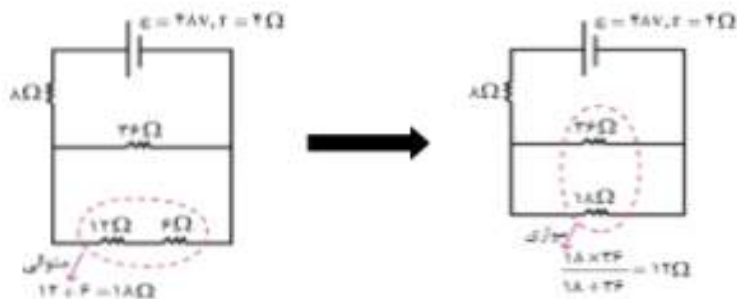
- (۱) - / ۴۲۴
- (۲) - / ۳۶۰
- (۳) - / ۴۶۰
- (۴) - / ۳۸۴



پاسخ: گزینه ۴

مشخصه	موضوع	محداسانی	آموزش	کتابخانه	زبان	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان	موضوع
درجه اول	۶	۷	۸	سوال	پارادگم	انرژی مصرفی	و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	۵	۵	مختار	موضوع	موضوع

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.
گام اول: محاسبه مقاومت معادل مدار



$$\rightarrow R_{eq} = 8 + 12 = 20\Omega$$

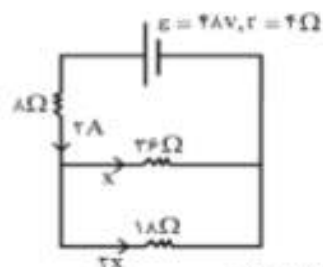
گام دوم: محاسبه جریان مدار

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{4}{4 + 20} = 0.1A$$

گام سوم: تقسیم جریان بین مقاومت‌ها

اگر جریان مقاومت 26Ω را برابر x فرض کنیم، جریان مقاومت 12Ω برابر 2x است (چرا؟) و داریم:

$$x + 2x = 0.1 \rightarrow 3x = 0.1 \rightarrow x = \frac{0.1}{3}A$$



یا داشتن جریان مقاومت‌ها، ولتاژ آن‌ها طبق قانون اهم قابل محاسبه است و به راحتی می‌توانیم که مقاومت 26Ω بیشترین ولتاژ را دارد.

گام چهارم: محاسبه انرژی مصرفی در مقاومت 26Ω

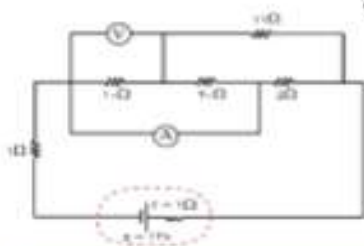
$$P = RI^2 = 26 \times \left(\frac{0.1}{3}\right)^2 = 0.3W = 0.3kW$$

$$U = Pt = 0.3kW \times 24h = 7.2kW.h$$

گروه آموزشی ماز

۶۹- در مدار مقابل، ولت‌سنج و آمپرستج آرمانی به ترتیب از راست به چپ چند ولت و چند آمپر را اندازه می‌گیرند؟

- ۱/ ۱/۶۴، ۳/۶۴
- ۲/ ۱/۶، ۳/۶۴
- ۳/ ۱/۶۴، ۳/۶
- ۴/ ۱/۶، ۳/۶



پاسخ: گزینه ۳

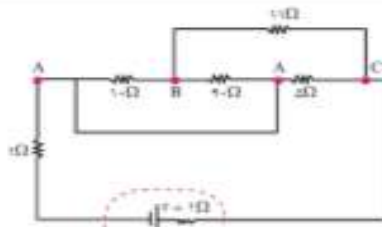
مشخصه	موضوع	معمولات	آموزش	شماره	نوع	محتوا	پوشش تئور و ترکیبی	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه دشواری	میزان سختی
مرحله از ۱۰	۸	۷	۷	سوال	پارامتر	ولت‌سنج ایده‌آل و آمپرستج ایده‌آل					

ولتسنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل

در مواقعی که عدد آمپرسنج یا ولتسنج آرمانی پرسیده می‌شود، برای راحتی می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:
 (۱) آمپرسنج را از مدار حذف کرده و به جای آن سیم قرار می‌دهیم.
 (۲) ولتسنج را از مدار حذف کرده و سیم‌های شاخه آن را پاک می‌کنیم.
 به عنوان مثال مدار مقابل را به صورت نشان داده شده ساده می‌کنیم:



پس از حذف آمپرسنج و ولتسنج می‌توانیم مدار ساده شده را به راحتی حل کنیم. در این صورت جریان I همان عدد آمپرسنج است و اختلاف پتانسیل نقاط A و B (دو سر ولتسنج) برابر عدد ولتسنج می‌باشد. برای محاسبه اختلاف پتانسیل نقاط می‌توان از تکنیک پتانسیل‌نویسی استفاده کرد.



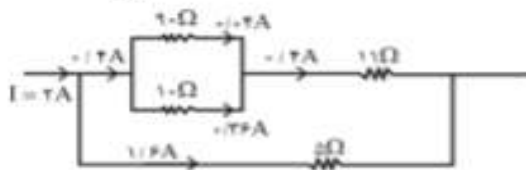
ابتدا آمپرسنج و ولتسنج را مطابق نکات ارائه شده حذف می‌کنیم تا مدار کمی ساده‌تر باشد.

در ادامه با تکنیک تام‌گذاری نقاط می‌توانیم مدار را به شکل ساده‌تر زیر رسم کنیم.



$$R_{eq} = 1 + \frac{2 \times 1}{2 + 1} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3} \Omega$$

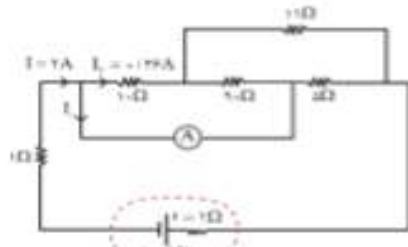
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{12}{1 + \frac{5}{3}} = 2 A$$



پتانسیل جریان خروجی از باتری برابر است با:

یا تقسیم کردن این جریان در شاخه‌های موازی داریم:

$$V = RI = 1 \times \frac{4}{3} = \frac{4}{3} V$$



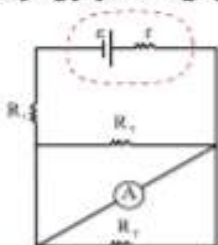
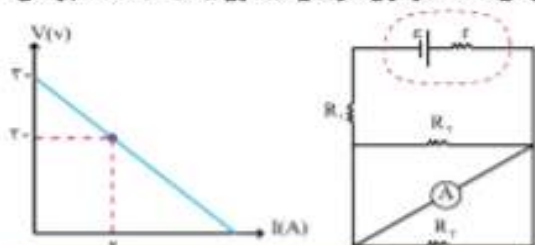
$$I = I_1 + I_2 \rightarrow 2 = I_1 + \frac{4}{3} \rightarrow I_1 = \frac{2}{3} A$$

در ادامه عدد آمپرسنج و ولتسنج را محاسبه می‌کنیم.

ولتسنج ولتاژ دو سر مقاومت 1Ω را اندازه می‌گیرد که برابر است با:

همچنین عدد آمپرسنج برابر است با:

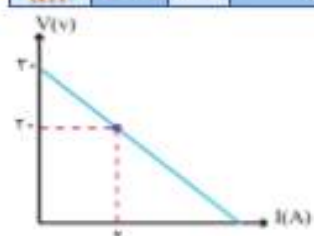
۷۰- شکل های زیر یک مدار الکتریکی و نمودار ولتاژ-جریان باتری به کار رفته در مدار را نشان می دهند. اگر توان خروجی از باتری بیشینه باشد، آمپرستج ایده آل چند آمپر را اندازه می گیرد؟



- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۶

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آلگوریتم	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا مستقل	درجه دشواری	میدان
درجه ۱۰	۶	۵	۷	سوال	پایه دهم	الکترونیک ایده آل	ترکیب			متوسط	میدان متوسط

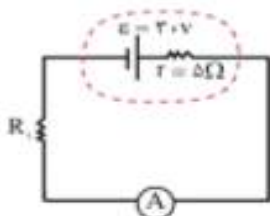


ابتدا با توجه به نمودار تیروی محرکه و مقاومت درونی باتری را محاسبه می کنیم.

$$\varepsilon = 3 \text{ V} \rightarrow \varepsilon = 3 \text{ V}$$

$$r = \left| \text{slope} \right| = \frac{1}{4} = 0.25 \Omega$$

در ادامه دقت کنید که در مدار داده شده، دو سر هر یک از مقاومت های R_2 و R_3 با سیم به هم وصل شده است (مقاومت آمپرستج ایده آل صفر است) و این دو مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شوند. بنابراین مدار به شکل ساده زیر درمی آید.



با توجه به این که توان خروجی از باتری بیشینه است، $R_1 = r$ است، پس مقاومت R_1 برابر 0.25Ω می باشد و جریان مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_1} = \frac{3}{0.25 + 0.25} = 3 \text{ A}$$

بنابراین آمپرستج جریان ۳ A را اندازه می گیرد.

موضوع	منوعی	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان
درجه ۱۰	۶	۶	۶	سوال	پایه نهم	توان				متوسط	میزان

توان الکتریکی

شکل مقابل بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد که اختلاف پتانسیلی در دو سر آن برقرار است. توان این جزء از مدار از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$P = I\Delta V = I(V_b - V_a)$$

در این رابطه، ΔV بر حسب ولت (V)، I بر حسب آمپر (A) و P بر حسب وات (W) است.

نکته ۱: اگر $V_b - V_a > 0$ باشد $P > 0$ است - این جزء به مدار انرژی می‌دهد.

اگر $V_b - V_a < 0$ باشد $P < 0$ است - این جزء از مدار انرژی می‌گیرد.

نکته ۲: توسط رابطه $P = I\Delta V$ ، توان هر وسیله الکتریکی را می‌توان حساب کرد، چه آن وسیله باتری باشد چه مقاومت الکتریکی.

نکته ۳: توان مصرفی مقاومت‌ها:

$$|P| = I|\Delta V| = \frac{(\Delta V)^2}{R} = RI^2$$

نکته ۴: برای محاسبه انرژی الکتریکی مصرفی مقاومت‌ها، کافی است توان محاسبه شده از روابط گفته شده را در رابطه زیر قرار دهیم:

$$U = P \cdot t$$

طبق رابطه بالا، یکای انرژی (ژول) برابر با (وات.ثانیه) است. در مصارف تجاری از یکای کیلووات ساعت (kWh) نیز استفاده می‌شود. ارتباط بین (J) و (kWh) به صورت مقابل است:

$$kWh \xrightarrow{\frac{3600 \times 1000}{1000}} J$$

نکته ۵: اختلاف پتانسیل دو سر باتری ($V = \varepsilon - rI$) است. پس توان خروجی باتری محرکه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$P = I\Delta V = I(\varepsilon - rI) \rightarrow P_{\text{باتری محرکه}} = \varepsilon I - rI^2$$

مثال

در مدار مقابل، توان خروجی باتری و توان مصرفی باتری چند وات است؟

پاسخ: ابتدا جریان مدار را حساب می‌کنیم:

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

توان مصرفی مقاومت R:

$$P = RI^2 = 4 \times (2)^2 = 16W$$

توان خروجی باتری:

$$P = \varepsilon I - rI^2 = 12 \times 2 - 2(2)^2 = 16W$$

نکته مهم: با توجه به پاسخ بالا، توان مصرفی مقاومت برابر با توان خروجی باتری است. این همان پایستگی انرژی است.

پاسخ تشریحی

این سؤال که ایده آن از کتاب درسی شما اقتباس شده، پر از نکته و مفهومی. پس آه با دقت پاسخ رو بخوتی کلی مطلب یاد می‌گیری:

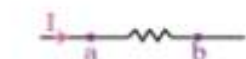
اولاً: منظور از «توان مصرف انرژی» بزرگی توان است. پس $|P| = 24W$ است.

دوماً: همان طور که در درسنامه گفتیم، مقاومت‌ها همواره مصرف‌کننده انرژی الکتریکی هستند، پس توان آن‌ها منفی است، یعنی $P = -24W$ است.

سوماً: جهت جریان عبوری از مقاومت مشخص شده است، پس دو جهت برای جریان می‌شود در نظر گرفت:

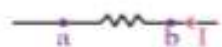
حالت اول: اگر جریان از a به b باشد:

در این حالت، تغییر پتانسیل برابر $V_b - V_a$ خواهد بود، پس:



$$P = I\Delta V = I(V_b - V_a)$$

$$-24 = 2 \times (V_b - (-1)) \rightarrow V_b = -18V$$



حالت دوم: اگر جریان از b به a باشد:

در این حالت، تغییر پتانسیل برابر $V_a - V_b$ خواهد بود. پس:

$$P = I\Delta V = I(V_a - V_b)$$

$$-24 = 2((-1) - (V_b)) \rightarrow V_b = -2V$$

چهارماً: تازه رسیدیم قول مرحله آخر، پتانسیل نقطه b، یا $-18V$ است یا $-2V$ ، اما سؤال اینه که بین این دو، کدام پتانسیل بزرگتر است؟ پتانسیل کمیت تردهای است و برای مقایسه کمیت‌های تردهای، علامت آن‌ها باید در نظر گرفته شود. دقیقاً مانند مقایسه دو عدد -2 و -18 در ریاضی. پس، بیشترین پتانسیل ممکن برای نقطه b، $(-2V)$ است.

گروه آموزشی ماز

۷۲- در شکل مقابل، لامپ رشته‌ای $110W$ و یک یخاری برقی $2200W$ به پریزهای یک مدارسیم‌کشی خانگی $220V$ وصل شده‌اند. فیوز این مدار، حداقل چند آمپری باشد تا نپرد؟



- ۱) ۱۰/۵
۲) ۸/۵
۳) ۱۲/۵
۴) ۹/۵

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مباحث	آموزش	نوع سوال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان
درجه ۱	۶	۶	۶	پارادوکس	توان	و ترکیب	❑	❑	سهانی	ساده

فیوز قطعه‌ای است که بیشترین جریان عبوری از مدار به آن بستگی دارد. به عنوان مثال، اگر فیوز ۱۰ آمپری باشد، به این معنی است که اگر جریان کل مدار بیشتر از ۱۰ آمپر شود، فیوز اصطلاحاً می‌پرد و باعث قطع جریان مدار می‌شود.

نکته طلایی

نکته: حداقل جریان قابل تحمل فیوز برابر با جریان کل مدار است.
نکته: اگر تمام مصرف‌کننده‌های مدار، موازی باشند، جریان کل برابر با جمع جریان عبوری از تک‌تک آن‌هاست، از طرفی سیم‌کشی منازل، خودروها و امثال آن‌ها، بصورت موازی انجام می‌شود (چرا؟) پس در مورد وسایل خانگی، اولاً همه وسایل با ولتاژ برق شهر (معمولاً $220V$) کار می‌کنند، یعنی موازی‌اند، دوماً، جریان عبوری از فیوز کنتور، برابر با جمع جریان تک‌تک وسایل است.
نکته: با داشتن توان مصرفی یک رسانا، جریان عبوری از آن توسط رابطه $P = VI$ یا $P = RI^2$ قابل تعیین است.

پاسخ: گزینه ۱

گام ۱: ابتدا جریان عبوری از هر وسیله را حساب می‌کنیم:

$$P = VI \rightarrow I_{\text{لامپ}} = \frac{P_{\text{لامپ}}}{V} = \frac{110}{220} = 0.5A, \quad I_{\text{یخاری}} = \frac{P_{\text{یخاری}}}{V} = \frac{2200}{220} = 10A$$

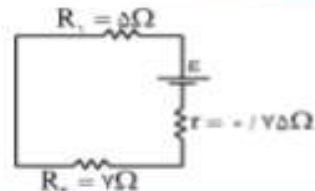
گام ۲: جریان کلی که از این مدار می‌گذرد، جمع جریان هر یک از وسیله‌هاست، پس:

$$I_{\text{کل}} = I_{\text{لامپ}} + I_{\text{یخاری}} = 0.5 + 10 = 10.5A$$

پس فیوز حداقل باید ۱۰/۵ آمپری باشد تا جریان عبوری از مدار را بتواند تحمل کند.

گروه آموزشی ماز

۷۳- در مدار شکل مقابل، توان مصرفی مقاومت R_1 ، ۴۹ وات است. توان خروجی باتری چند وات است؟



- ۱) ۶۲
۲) ۸۴
۳) ۴۶
۴) ۱۰۶

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مباحث	آموزش	نوع سوال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان
درجه ۱	۶	۶	۶	پارادوکس	توان	و ترکیب	❑	❑	سهانی	ساده



نکته مهم: در مدار تک‌باتری، توان خروجی باتری برابر با جمع توان مصرفی تک‌تک مقاومت‌ها است.
تذکر مهم: نکته بالا ربطی به نوع همبندی مقاومت‌ها ندارد، یعنی در هر حالتی، این نکته برقرار است.
نکته: در مقاومت‌های متوالی، چون جریان‌ها برابراند، بین توان هر مقاومت و جریان عبوری از آن رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{P_V}{P_1} = \frac{R_V}{R_1}$$



گام ۱: چون R_1 و R_V متوالی‌اند، جریان عبوری از آن‌ها برابراند، پس می‌توان رابطه مقایسه‌ای توان آن‌ها را بصورت زیر نوشت:

$$\frac{P_V}{P_1} = \frac{R_V}{R_1} \times \left(\frac{I_V}{I_1}\right)^2 \xrightarrow{I_V=I_1} \frac{P_V}{P_1} = \frac{R_V}{R_1} \rightarrow P_1 = 25W$$

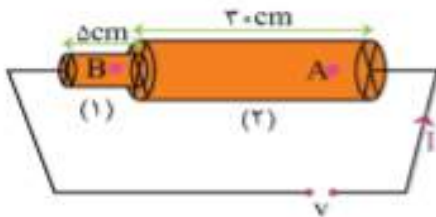
گام ۲: توان خروجی باتری برابر با جمع توان مقاومت‌های مدار است، پس:

$$P_{\text{باتری}} = P_1 + P_V = 25 + 49 = 84W$$

تذکر مهم: چون توان خروجی باتری، جمع توان مقاومت‌هاست، پس توان خروجی باتری باید از ۴۹ وات بیشتر باشد، یعنی گزینه ۳ بدون محاسبه قابل حذف کردن بود.

گروه آموزشی ماز

۲۴- یک سیم مسی شامل دو بخش استوانه‌ای توپر یا قطره‌ای متفاوت را به یک باتری وصل می‌کنیم. جرم سیم دو، ۳ برابر جرم سیم یک است. چند مورد از موارد زیر نادرست است؟
(الف) مقاومت سیم دو، ۱۲ برابر مقاومت سیم یک است.
(ب) جریان عبوری از سیم یک یا جریان عبوری از سیم دو برابر است.
(ج) پتانسیل نقطه A بیش‌تر از پتانسیل نقطه B است.



- (۱) صفر
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۳

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	حرفه	میزان
فرجه از ۱۰	۶	۳	۷	سوال	پایه نهم	مقاومت	و ترکیب	□	□	مطابق	متوسط



(۱) رابطه ولتاژ و جریان یک مقاومت به صورت زیر است:

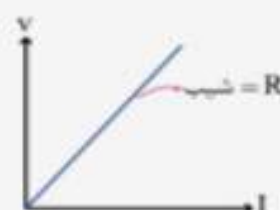
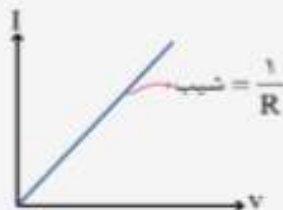
$$V = RI$$

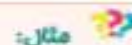
اختلاف پتانسیل یا یکای ولت: V

جریان الکتریکی یا یکای آمپر: I

مقاومت الکتریکی یا یکای اهم: R

(۲) مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان الکتریکی برای یک رسانای اهمی مطابق شکل زیر به صورت یک خط مایل است.





مثال:

با ۲۰۰ گرم آهن سیمی استوانه‌ای و توپ به طول ۱۰ متر ساخته‌ایم. مقاومت این سیم چند اهم است؟ (مقاومت ویژه و چگالی آهن به ترتیب 10^{-7} و ۸۰۰۰ واحد است.)

این سؤال را با دو روش حل می‌کنیم.

الف) اگر رابطه مقاومت و جرم را حفظ باشیم:

$$R = \rho \rho' \frac{L}{m} = 10^{-7} \times 8000 \times \frac{10}{-/2} = -/4\Omega$$

ب) اگر رابطه را حفظ نباشیم:

در این صورت ابتدا سطح مقطع سیم را محاسبه می‌کنیم و سپس با کمک آن مقاومت سیم را به دست می‌آوریم.

$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \Rightarrow 8000 = \frac{-/2}{A \times 10} \Rightarrow A = 2/5 \times 10^{-6} m^2$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = 10^{-7} \times \frac{10}{2/5 \times 10^{-6}} = -/4\Omega$$



الف)

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \times \left(\frac{m_1}{m_2}\right) \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{2}{5}\right)^2 \times \left(\frac{m_1}{3m_1}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 12 \Rightarrow \boxed{R_2 = 12R_1}$$

ب) طبق اصل پایستگی بار جریان عبوری از دو سیم برابر است یا:

$$I_1 = I_2$$

ج) چون جهت جریان از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر است، پس:

$$V_A > V_B$$

پس هیچ کدام از موارد، تادرست نیستند.

گروه آموزشی ماز

۷۵- امروزه پزشکان برای درمان التهاب از روش یون‌رانی استفاده می‌کنند. طی این روش $87\mu g$ دارو را با جریان متداول $17mA$ ، طی ۱۵ دقیقه وارد محل آسیب دیده می‌کنند. در این مدت حدود چند نانوکولن بار توسط ذره باردار به محل آسیب‌دیده پیمار وارد شده است؟

$$1/0.8 \times 10^{-9} \quad (4)$$

$$1/0.8 \times 10^{-8} \quad (3)$$

$$1/0.8 \times 10^{-7} \quad (2)$$

$$1/0.8 \times 10^{-6} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شده	بازه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	عنوان
درجه ۱ تا ۱۰	۶	۶	۶	مقال	بردهم	جریان الکتریکی	پیش‌نیاز و ترکیب				



جریان الکتریکی

جریان الکتریکی عبوری از رابطه رویمرو به دست می‌آید: $I = \frac{q}{t}$

گاهی اوقات سؤالات آزمون‌ها (از جمله کنکور) اطلاعات اضافی به ما می‌دهند تا ما را سردرگم کنند ولی باید این اطلاعات اضافه را شناخت و کنار گذاشت و به حل عادی سؤال بپردازیم.



مثال:

از هر مقطع یک سیم رساند، در هر 0.5 و $8C$ بار الکتریکی عبور می‌کند. جریان الکتریکی عبوری از این سیم چند آمپر است؟

$$2/5 \times 10^{-3} \quad (4)$$

$$2/5 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$4 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$4 \times 10^{-2} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۲

$$I = \frac{q}{t} = \frac{-/0.8}{2/5} = 4 \times 10^{-3} A$$

دقت کنید که در رابطه $q = I \cdot t$ واحد q کولن (C) و واحد t ثانیه (s) است.

$$12 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = \frac{q}{15 \times 10^{-6}} \Rightarrow q = 1.8 \times 10^{-3} \text{ C} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ nC}$$

انگیزه

در همین سؤال با همین اطلاعات، چند گیگا کولن بار می‌گذرد؟

$$1.8 \times 10^{-3} \text{ C} = 1.8 \times 10^{-3} \times 10^{-9} \text{ GC} = 1.8 \times 10^{-12} \text{ GC}$$

گروه آموزشی ماز

۷۶- ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی $5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ است. اگر اختلاف میان کمترین و بیشترین مقدار مقاومت الکتریکی این مکعب مستطیل 320Ω باشد، بیشترین مقاومت الکتریکی این مکعب مستطیل چند اهم است؟

- ۱- ۱۸ ۲- ۲۴ ۳- ۴۰ ۴- ۵۰

پاسخ: گزینه ۴

مشخصات	موضوع	معماری	آموزشی	تألیف	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه اول	۷	۷	۷	سؤال	پایه هفتم	مقاومت	و ترکیب			متوسط	متوسط

سراسری تهرانی ۹۱

طول سیم مسی A، ۲ برابر طول سیم مسی B است و قطر مقطع سیم A، نصف قطر مقطع سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A چند برابر سیم B است؟

- ۱- $\frac{1}{2}$ ۲- ۲ ۳- ۴ ۴- ۸

پاسخ: گزینه ۴

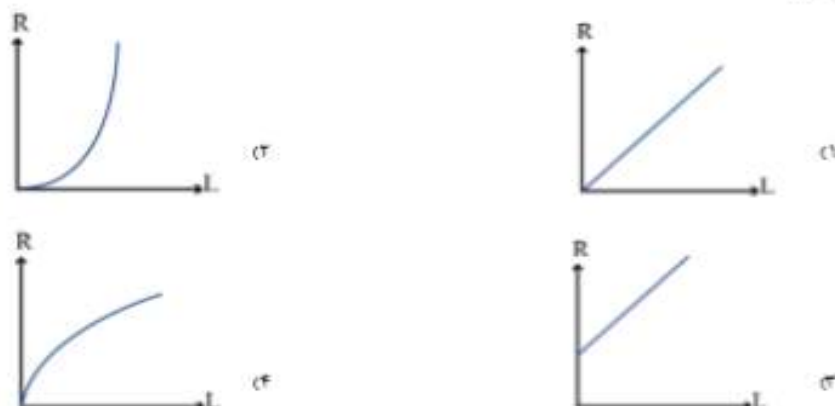
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \cdot \frac{L_A}{L_B} \cdot \frac{A_B}{A_A} = 1 \times 2 \times (2)^2 = 8$$

$$R_{\max} - R_{\min} = \rho \frac{L_{\max}}{A_{\min}} - \rho \frac{L_{\min}}{A_{\max}} = \left(\rho \frac{5 \times 10^{-2}}{12 \times 10^{-2}} \right) - \left(\rho \frac{3 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-2}} \right) = 22 \Omega \Rightarrow \rho = 12$$

$$\text{بیشترین مقاومت} = \rho \frac{5 \times 10^{-2}}{12 \times 10^{-2}} \Rightarrow R_{\max} = 50 \Omega$$

گروه آموزشی ماز

۷۷- یک سیم مسی را می‌کشیم تا طول آن افزایش یابد. نمودار تغییر مقاومت سیم بر حسب تغییر طول آن کدام گزینه است؟ (دما و جرم سیم ثابت فرض شود.)



پاسخ: گزینه ۴

مشخصات	موضوع	معماری	آموزشی	تألیف	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه اول	۷	۷	۷	سؤال	پایه هفتم	مقاومت	و ترکیب			متوسط	متوسط

مقاومت

وقتی سیم کشیده می‌شود با افزایش طول سطح آن کاهش می‌یابد. اگر جرم و حجم سیم ثابت بماند می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{A = \frac{V}{L}} R = \rho \frac{L}{\frac{V}{L}} \Rightarrow R = \rho \frac{L^2}{V}$$

پایه آموزشی: ریاضیات

پس طبق رابطه $R = \rho \frac{L^2}{V}$ چون ρ و V ثابت است نمودار R بر حسب L یک سهمی می‌باشد.

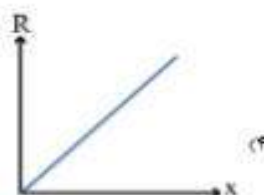
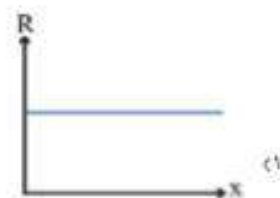
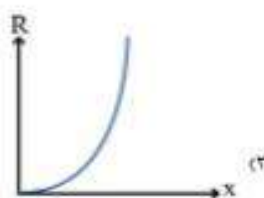
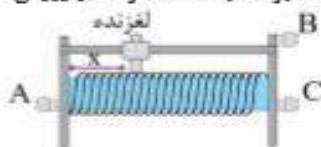
$$R = \rho \frac{L^2}{V} \xrightarrow{R=y, L=x} y = \left(\frac{\rho}{V}\right) x^2$$

نکته

دقت کنید که چون همزمان L و A در حال تغییر بود نمی‌توانستیم بر حسب رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ بگوییم R با L رابطه خطی دارد.

گروه آموزشی ماز

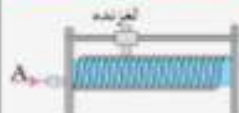
۷۸- در رئوسای مقابل، اگر A ورودی جریان الکتریکی و C خروجی جریان الکتریکی باشد، کدام نمودار مقاومت رئوسای بر حسب فاصله لغزنده از ورودی جریان را به درستی نشان می‌دهد؟



پاسخ: گزینه ۱

مشخصه	منوعه	محاسباتی	آموزشی	شداید	زاده	مبحث	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۷۸	A	B	A	سوال	پارتنرم	مقاومت رئوسای	و ترکیب	مقاومت قابل ترکیب با	مختار	معتدل

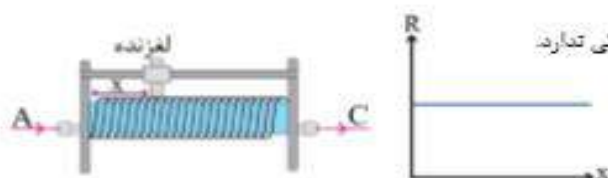
مقاومت متغیر رئوسای دو خروجی دارد:



الف) اگر خروجی جریان از B باشد، جریان به کمک لغزنده از رئوسای خارج می‌شود و با حرکت لغزنده مقاومت رئوسای تغییر می‌کند:



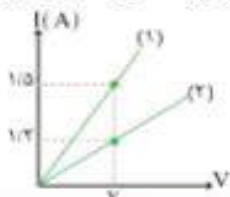
ب) اگر خروجی جریان از C باشد، جریان باید کل سیم‌های پیچیده شده در رئوسای را طی کند و مقاومت رئوسای به حرکت لغزنده بستگی ندارد و مقدار آن بیشینه و ثابت است:



در این تست خروجی رلوسا C بوده و مقاومت رلوسا ثابت بوده و به حرکت لغزنده بستگی ندارد.

گروه آموزشی ماز

۷۹- نمودار جریان الکتریکی بر حسب اختلاف پتانسیل برای دو رسانای همجنس (۱) و (۲) در شکل مقابل رسم شده است. اگر طول رسانای (۱) چهل و پنج برابری طول رسانای (۲) باشد، قطر رسانای (۱) چند برابری قطر رسانای (۲) است؟



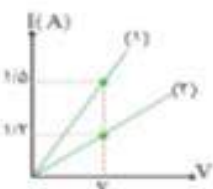
- ۷/۵ (۱)
- ۳/۵ (۲)
- ۲/۵ (۳)
- ۴/۵ (۴)

پاسخ: گزینه ۱

مشاهده	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۶	۶	سؤال	نهم	مقاومت	و ترکیب	☑	☑	۱۰	متوسط

طبق رابطه $V = IR$ نمودار ولتاژ بر حسب شدت جریان برای رسانای اهمی یک خط راست است که از مبدأ مختصات عبور می‌کند که شیب این نمودار R است.

است ولی نمودار رویه‌رو، نمودار جریان بر حسب ولتاژ است، در نتیجه شیب نمودار $\frac{1}{R}$ محاسبه می‌شود.



در یک ولتاژ یکسان، شدت جریان یا مقدار مقاومت رابطه عکس دارد.

بنابراین خواهیم داشت:

$$V = IR \rightarrow \frac{V_1 - V_2 = V}{R_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{1/2}{1/5} = \frac{5}{2}$$

با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ و همچنین با توجه به اینکه سطح مقطع یا مربع قطر رابطه مستقیم دارد ($A \propto d^2$) می‌توان نوشت:

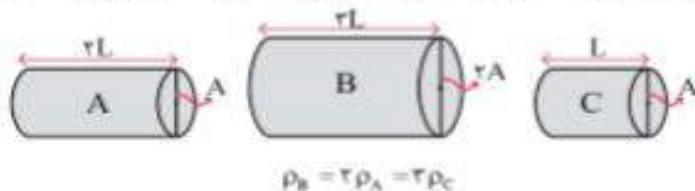
$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{\left(\frac{A_2}{A_1}\right) = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2} \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{5}{2} = 1 \times 45 \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \rightarrow \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{2}{225} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{15}{1} = 15$$

توجه داشته باشید رساناهای همجنس هستند در نتیجه $\rho_1 = \rho_2$ است.

گروه آموزشی ماز

۸۰- سه سیم A، B و C با مشخصات زیر را به اختلاف پتانسیل یکسانی وصل می‌کنیم. کدام مقایسه درباره مدت زمان (t) عبور الکترون از این سه سیم درست است؟



- (۱) $t_A = 2t_C = 4/5t_B$
- (۲) $t_C = 4/5t_B = 1/5t_A$
- (۳) $t_C = 2t_A = 4/5t_B$
- (۴) $t_B = 4/5t_C = 1/5t_A$

پاسخ: گزینه ۴

مفصله	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان
درجه از ۱ تا ۵	۷	۷	۷	۷	پارادوکس	مقاومت	و ترکیب	❑	❑	❑	معمول

پایه هفتم

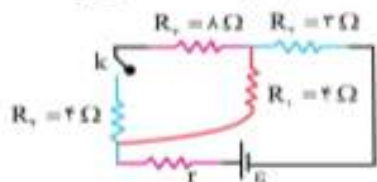
ولتاژ و بار عبوری (n) از هر ۳ سیم برابر است پس می‌توان نوشت:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V}{\frac{q}{t}} = \frac{V}{q} t \xrightarrow{R = \rho \frac{L}{A}} \rho \frac{L}{A} = \frac{V}{q} t \Rightarrow t = \rho \frac{L}{A} \cdot \frac{q}{V}$$

$$\begin{aligned} \frac{t_A}{t_B} &= \frac{\rho_A}{\rho_B} \cdot \frac{L_A}{L_B} \cdot \frac{A_B}{A_A} = \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{2} = \frac{2}{3} \\ \Rightarrow \frac{t_A}{t_C} &= \frac{\rho_A}{\rho_C} \cdot \frac{L_A}{L_C} \cdot \frac{A_C}{A_A} = \frac{2}{2} \times \frac{2}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{2} \Rightarrow t_B = \frac{2}{3} \times t_C = \frac{1}{3} \times t_A \\ \frac{t_B}{t_C} &= \frac{\rho_B}{\rho_C} \cdot \frac{L_B}{L_C} \cdot \frac{A_C}{A_B} = \frac{2}{2} \times \frac{2}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{2} \end{aligned}$$

گروه آموزشی ماز

۸۹- در شکل مقابل، نیروی محرکه یانری ۲۸V و مقاومت درونی آن ۱۵Ω است. با بستن کلید k، توان مصرفی در مقاومت R_۱ چند وات تغییر می‌کند؟



- (۱) ۱۳
(۲) ۱۴
(۳) ۱۷
(۴) ۱۸

پاسخ: گزینه ۱

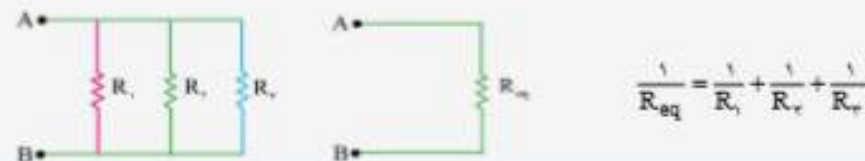
مفصله	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان
درجه از ۱ تا ۵	۸	۹	۸	۸	پارادوکس	توان	و ترکیب	❑	❑	❑	معمول

مقاومت

مقاومت‌های سری: مقاومت‌هایی هستند که پشت سر هم به یکدیگر بسته شده‌اند و جریان عبوری از آن‌ها یکسان است:



مقاومت‌های موازی: مقاومت‌هایی هستند که دو سر آن‌ها به پتانسیل معین بسته شده‌اند و به عبارتی اختلاف پتانسیل ثابتی بر روی مقاومت‌ها وجود دارد:



مقاومت

اگر دو مقاومت R_۱ و R_۲ به صورت موازی به یکدیگر متصل شده باشند، مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = R_2 = R \rightarrow R_{eq} = \frac{R}{2}$$

در حالت اول (باز بودن کلید)، دو مقاومت $R_1 = 4\Omega$ و $R_2 = 2\Omega$ متوالی بوده و مقاومت معادل برابر با $R_T = R_1 + R_2 = 6\Omega$ و در نتیجه شدت جریان کل مدار برابر است با:

$$I_1 = I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{28}{6 + 1} = 3.5 \text{ A}$$

هنگامی که کلید بسته می‌شود، مقاومت‌های $R_1 = 4\Omega$ و $R_2 = 8\Omega$ متوالی بوده و معادل این دو مقاومت، با مقاومت $R_1 = 4\Omega$ موازی و معادل این سه، با مقاومت $R_2 = 2\Omega$ متوالی خواهد شد. در نتیجه مقاومت معادل مجموعه برابر خواهد شد با:

$$R'_T = \frac{12 \times 4}{12 + 4} + 2 = 6\Omega$$

و در نتیجه شدت جریان کل برابر است با:

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R'_T + r} = \frac{28}{6 + 1} = 4 \text{ A}$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_1 = 4\Omega$ برابر خواهد شد با:

$$V_1 = IR_{1,2,3} = 4 \times 3 = 12 \text{ V}$$

و در نتیجه شدت جریان در مقاومت R_1 برابر خواهد شد با:

$$V_{R_1} = IR_1 R_1 \rightarrow 12 = I_{R_1} \times 4 \rightarrow I_{R_1} = 3 \text{ A}$$

و بنابراین، شدت جریان در مقاومت R_1 از $I_1 = 3.5 \text{ A}$ به $I'_1 = 3 \text{ A}$ رسیده است.

یا توجه به رابطه‌ی توان مصرفی یک مقاومت ($P = RI^2$)، تغییرات توان مصرفی مربوط به مقاومت R_1 برابر خواهد بود با:

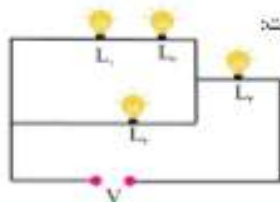
$$\Delta P = R_1 (I'^2_1 - I^2_1) = 4(3^2 - 3.5^2) = -13 \text{ W}$$

نتیجه:

علامت منفی فقط نشان‌دهنده‌ی کاهش توان است.

گروه آموزشی ماز

۸۲- در شکل مقابل، لامپ‌ها مشابه هستند و دو سر لامپ‌ها به ولتاژ ثابت وصل شده‌اند. اگر لامپ L_1 بسوزد، در این صورت:



- (۱) نور لامپ‌های L_1 و L_2 هر دو زیاد می‌شود.
- (۲) نور لامپ L_1 زیاد شده و نور لامپ L_2 کاهش می‌یابد.
- (۳) نور لامپ L_1 زیاد شده و نور لامپ L_2 کاهش می‌یابد.
- (۴) نور لامپ L_1 زیاد شده و نور لامپ L_2 کاهش می‌یابد.

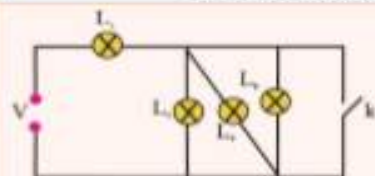
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	محتوا	روش تدریس	روش ارزشیابی	مفاهیم قابل ترکیب با	فرم	میان
درجه ۱۰	۶	۵	۷	پایه هفتم	اختلاف پتانسیل و روشنایی لامپ	و ترکیب	مفاهیم قابل ترکیب با	۱	نظری	متوسط

نکته:

هرگاه چند وسیله الکتریکی متوالی باشند و یکی از آن‌ها بسوزد و جریان در آن قطع شود، جریان در تمامی آن وسایل متوالی قطع می‌شود.

مثال:

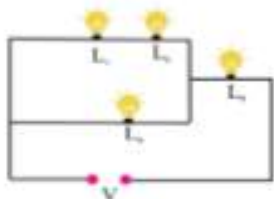


در شکل مقابل با بستن کلید K ، کدام لامپ‌ها خاموش خواهند شد؟

پاسخ:

با بستن کلید K ، دو سر لامپ‌های L_2 ، L_3 و L_4 با سیم رسانا به هم وصل می‌شود و این سه لامپ اتصال کوتاه شده و خاموش می‌شوند.

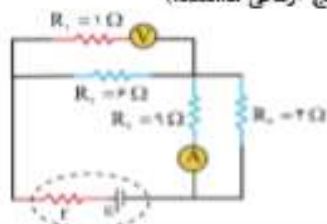
(۲) اگر در چند مقاومت موازی، یکی از مقاومت‌ها اتصال کوتاه شود، سایر مقاومت‌های موازی با آن هم اتصال کوتاه می‌شوند، زیرا ولتاژ مقاومت‌های موازی صفر است.



در این جا دو لامپ L_1 و L_2 متوالی اند. وقتی لامپ L_3 بسوزد جریان در لامپ L_2 نیز قطع می شود و این لامپ نیز خاموش می شود.
 با بسته شدن مسیر لامپ L_3 مقاومت معادل مدار افزایش یافته و در نتیجه شدت جریان کل مدار کاهش می یابد.
 جریانی که از لامپ L_2 می گذرد همان جریان کل است؛ بنابراین تور لامپ L_2 کاهش می یابد.
 با سوختن لامپ L_3 فقط دو لامپ L_1 و L_2 به طور متوالی قرار خواهند داشت. با کاهش جریان در لامپ L_1 اختلاف پتانسیل دو سر این لامپ کاهش یافته است. با توجه به متوالی بودن دو لامپ L_2 و L_1 می توان گفت $V_T = V_{L_1} + V_{L_2}$ یا کاهش V_{L_1} و ثابت بودن V_T می توان نتیجه گرفت که V_{L_2} افزایش می یابد و در نتیجه تور لامپ L_2 زیاد می شود.

گروه آموزشی ماز

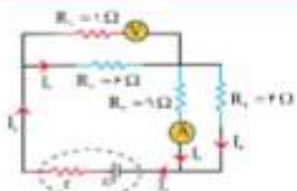
۸۳- در شکل مقابل، آمپرسنج ۲ آمپر را نشان می دهد. ولت سنج چند ولت را نشان می دهد؟ (ولت سنج و آمپرسنج آرمانی هستند).



- (۱) ۳۰
(۲) ۳۳
(۳) ۳۹
(۴) ۴۳

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	نوع سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان
درجه اول	۶	۶	۶	سوال	پایه نهم	آمپرسنج و ولت سنج	و ترکیب	☑	☑	متوسط	متوسط



جریانی که آمپرسنج نشان می دهد، جریانی است که از مقاومت R_3 می گذرد. از طرفی، دو مقاومت R_2 و R_3 موازی هستند، بنابراین خواهیم داشت:

$$V_{R_2} = V_{R_3} \rightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3 \rightarrow 6 \times 9 = I_3 \times 6 \rightarrow I_3 = 9/5 \text{ A}$$

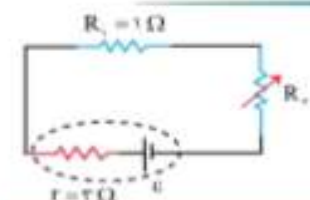
جریانی که از مولد می گذرد برابر است با:

$$I_T = I_2 + I_3 \rightarrow I_T = 9 + 9/5 = 6/5 \text{ A}$$

از طرفی، چون ولت سنج آرمانی است، هیچ جریانی از آن نمی گذرد، بنابراین جریانی که از مقاومت R_2 می گذرد همان جریانی است که از مولد می گذرد. در نتیجه عددی که ولت سنج نشان می دهد برابر خواهد بود با:

$$V = V_{R_2} \rightarrow V = V_{R_3} = I_3 R_3 = 9/5 \times 6 \rightarrow V = 39 \text{ V}$$

گروه آموزشی ماز



۸۴- در شکل مقابل، مقاومت متغیر R_2 را از صفر تا ۸ اهم تغییر می دهیم؛ توان مفید مولد

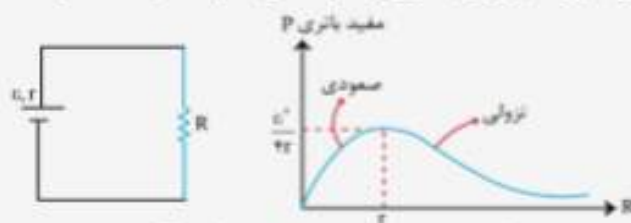
- (۱) همواره افزایش می یابد.
(۲) همواره کاهش می یابد.
(۳) ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می یابد.
(۴) ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می یابد.

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	نوع سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان
درجه اول	۶	۶	۶	سوال	پایه نهم	اول	و ترکیب	☑	☑	متوسط	متوسط



(۱) در مدار تک حلقه مقابل، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، بر حسب مقاومت R به صورت زیر رسم شده است.



(۲) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار بزرگتر از مقاومت درونی باتری است ($R > r$)، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

(۳) مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار کوچکتر از مقاومت درونی باتری است ($R < r$)، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

(۴) همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{\epsilon^2}{4r}$ می‌باشد.

(۵) اگر به ازای دو مقاومت و ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری واسطه هندسی مقاومت‌های و است، یعنی:

$R_1 R_2 = r^2$ → اگر توان خروجی از باتری با اتصال به یا یکسان باشد

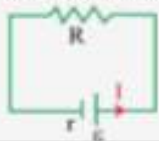


توان مفید مولد $P = \epsilon I - r I^2$ می‌باشد.

نمودار توان مفید یک مولد بر حسب شدت جریانی که از آن گرفته می‌شود یک سهمی به صورت مقابل خواهد بود.

$P = \epsilon I - r I^2$: یک تابع درجه‌ی دوم (سهمی شکل) است.

با توجه به تقارن سهمی می‌توان دید که شدت جریانی که به ازاء آن توان مفید بیشینه می‌شود، برابر با $I_{p-p} = \frac{\epsilon}{2r}$ و در این صورت، بیشینه توان مفید مولد برابر خواهد بود با:



$$I = \frac{\epsilon}{2r} \rightarrow P_{\max} = \epsilon \left(\frac{\epsilon}{2r} \right) - r \left(\frac{\epsilon}{2r} \right)^2 \rightarrow P_{\max} = \frac{\epsilon^2}{4r}$$



مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_T = R_1 + R_2$ ، هنگامی که مقاومت $R_2 = -$ است، مقاومت معادل مدار برابر با $R_T = 1\Omega < r$ بوده که از مقاومت درونی مولد کمتر است. حال اگر مقاومت $R_2 = 4\Omega$ شود، مقاومت معادل $R_T = R_1 + R_2 = 9\Omega > r$ می‌شود که از مقاومت درونی مولد بیشتر است. با توجه به نمودار توان مفید مشاهده می‌شود که توان مفید مولد ابتدا افزایش یافته و به بیشینه مقدار رسیده و سپس کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۸۵- دو مقاومت و $R_2 = 4R_1$ در قسمتی از یک مدار طوری قرار دارند که توان‌های الکتریکی مصرفی آن‌ها به ترتیب P_1 و $P_2 = 8P_1$ است. در این صورت دو مقاومت چگونه به هم پسته شده‌اند؟

(۲) الزاماً متوالی‌اند.

(۱) الزاماً موازی‌اند.

(۴) نه متوالی و نه موازی‌اند.

(۳) ممکن است موازی یا متوالی باشند.

پاسخ: گزینه ۴

مشاهده	موضوعی	محاسباتی	آموزشی	تذکره	نوع	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	روش‌های ارزشیابی	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
توجه ویژه	۶	۶	۶	۶	۶	پایه هفتم	توان	و ترکیب	۶	۶	متوسط	متوسط



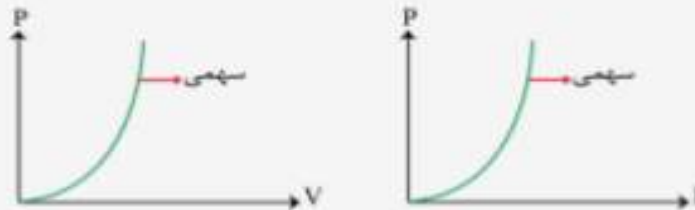
(۱) توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در جریان آن وسیله است.

$$P = VI$$

(۲) برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

$$\begin{cases} P = VI \\ P = RI^2 \\ P = \frac{V^2}{R} \end{cases} \rightarrow \text{توان مصرفی مقاومت}$$

(۳) نمودار توان مصرفی در یک مقاومت بر حسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



توان مصرفی

اگر دو مقاومت متوالی باشند شدت جریان الکتریکی در آن‌ها با هم برابر است. با توجه به رابطه‌ی توان مصرفی در مقاومت $P = RI^2$ باید داشته باشیم:

$$P = RI^2 \rightarrow \frac{P_r}{R_r} = \frac{R_v}{R_1}$$

با توجه به داده‌های صورت تست داریم:

$$\frac{P_r}{R_r} = \frac{R_v}{R_1} \rightarrow \frac{R_1}{R_r} = \frac{P_r}{P_v} \rightarrow \frac{R_1}{R_r} = \frac{1}{4} \rightarrow R_1 = \frac{1}{4} R_r$$

با توجه به تساوی تادرست بالا می‌توان نتیجه گرفت که این دو مقاومت متوالی نیستند.

اگر دو مقاومت موازی باشند اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است. با توجه به رابطه‌ی توان مصرفی در مقاومت $P = \frac{V^2}{R}$ باید داشته باشیم:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{P_r}{R_r} = \frac{R_1}{R_v}$$

با توجه به داده‌های صورت تست داریم:

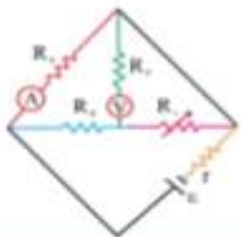
$$\frac{P_r}{R_r} = \frac{R_1}{R_v} \rightarrow \frac{R_1}{R_r} = \frac{P_r}{P_v} \rightarrow \frac{R_1}{R_r} = \frac{1}{4} \rightarrow R_1 = \frac{1}{4} R_r$$

با توجه به تساوی تادرست بالا می‌توان نتیجه گرفت که این دو مقاومت موازی هم نیستند.

بنابراین این دو مقاومت نه متوالی و نه موازی‌اند.

گروه آموزشی ماز

۸۶- را افزایش دهیم، عددی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند، به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟ (ولت‌سنج و



در مدار زیر اگر مقاومت متغیر آمپرسنج، ایده‌آل هستند.)

(۱) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد

(۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد

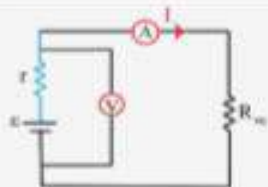
(۳) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد

(۴) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد

پاسخ: گزینه ۴

محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع
محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع	محل نام	موضوع

مدار تک حلقه



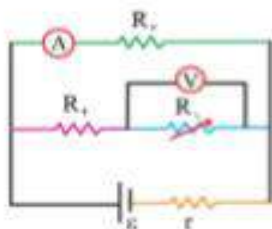
جریان عبوری از مدار تک حلقه نشان داده شده در شکل پایین از رابطه زیر بدست می آید:

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

$$V = \varepsilon - rI$$

مقاومت آمپر سنج ایده آل برابر صفر و مقاومت ولت سنج ایده آل بی نهایت است.

پایه های آموزشی



با توجه به اینکه در شاخه مربوط به مقاومت پتایرین مقاومت از مدار حذف می شود. ولت سنج به طور موازی به دو سر مقاومت نصب شده است. مقاومت R_p نیز به طور متوالی به مقاومت وصل شده است و مقاومت R_p به طور موازی به کل مجموعه بسته شده است؛ پتایرین می توان مدار را به شکل مقابل رسم کرد. یا افزایش مقاومت متغیر ، مقاومت کل افزایش پیدا می کند ($\uparrow R_T$) پتایرین جریان کل کاهش پیدا می کند؛

$$\downarrow I = \frac{\varepsilon}{r + \uparrow R_T}$$

$$\uparrow V = \varepsilon - \downarrow Ir$$

مقاومت R_p به طور موازی به دو سر مولد بسته شده است؛ پتایرین اختلاف پتانسیل آن با اختلاف پتانسیل مولد برابر است. مقاومت R_p ثابت است؛ پتایرین با افزایش اختلاف پتانسیل مولد، جریان عبوری از مقاومت R_p نیز افزایش یافته است؛

$$\uparrow V = \uparrow I_p R_p$$

جریان کل با حاصل جمع جریان های شاخه بالایی و شاخه پایینی برابر است؛ پتایرین می توان نوشت:

$$\downarrow I_T = \uparrow I_p + \downarrow I_{r_p}$$

با کاهش جریان مقاومت R_p اختلاف پتانسیل آن کاهش می یابد

$$\downarrow V_p = \downarrow I_p R_p$$

اختلاف پتانسیل مولد با حاصل جمع ولتاژهای مقاومت و R_p برابر است؛

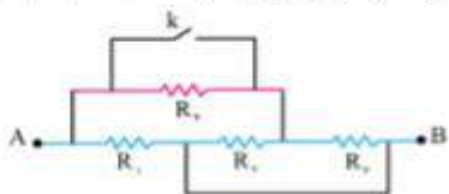
$$V_T = V_p + V_r$$

پتایرین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ، افزایش می یابد؛

$$\uparrow V_T = \uparrow V_p + \downarrow V_r$$

گروه آموزشی ماز

۸۷- در مدار زیر اگر کلید را ببندیم، مقاومت کل بین دو نقطه A و B نسبت به حالتی که کلید باز است چند برابر می شود؟ ($R_1 = R_2 = R_3 = rR_p$)



- ۱) ۳
- ۲) $\frac{1}{3}$
- ۳) $\frac{3}{2}$
- ۴) $\frac{2}{3}$

پاسخ: گزینه ۴



موضوع	مهندسی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب یا	نوع سوال	میان
۷	۷	۷	۷	پایه	مقاومت			تک	معمول

ترکیب مقاومت ها:

انواع ترکیب (به هم بستن) مقاومت ها: ۱. متوالی (سری) ۲. موازی به هم بستن متوالی مقاومت ها:

در این نوع اتصال، مقاومت ها پشت سر هم قرار دارند بدون اینکه انشعابی میان آن ها باشد.

همچنین در این نوع اتصال دو مقاومت فقط از یک سمت به هم متصل‌اند.
در این حالت مقاومت معادل برابر حاصل جمع مقاومت‌ها است:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

جریان عبوری از همه مقاومت‌ها یکسان است. اگر مقاومت درونی مولد صفر باشد، داریم:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{\varepsilon}{R_T}$$

اختلاف پتانسیل مجموعه آن‌ها برابر حاصل جمع اختلاف پتانسیل همه مقاومت‌ها است. در این حالت نیز اگر $r = 0$ باشد، می‌توان نوشت:

$$\varepsilon = V_1 + V_2 + V_3$$

هر چه مقدار مقاومتی بزرگتر باشد، اختلاف پتانسیل آن نیز بزرگتر خواهد بود ($V = IR$)
به هم بستن موازی مقاومت‌ها:

در این نوع اتصال، دو سر هر مقاومت به دو سر مقاومت دیگری متصل است.
مقاومت معادل از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

جریان کل بین مقاومت‌ها تقسیم می‌شود به‌طوری که جریان عبوری از هر مقاومت با بزرگی مقاومت رابطه عکس دارد:

$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_T}, \quad I_T = I_1 + I_2 + I_3, \quad \frac{I_1}{I_T} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

اختلاف پتانسیل همه مقاومت‌ها با هم یکسان است:

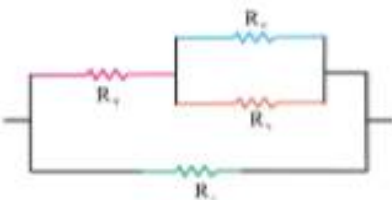
$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

چند نکته:

در اتصال متوالی، مقاومت کل از همه مقاومت‌ها بزرگتر است ولی در اتصال موازی مقاومت کل از همه مقاومت‌ها کوچکتر است.
در اتصال متوالی جریان همه مقاومت‌ها یکسان است ولی در اتصال موازی هر چه مقاومت کوچکتر باشد جریان آن بیشتر است.
در اتصال متوالی هر چه مقاومتی بزرگتر باشد ولتاژ آن نیز بیشتر است ولی در اتصال موازی ولتاژ همه مقاومت‌ها یکسان است.
مقاومت کل n مقاومت به بزرگی R در اتصال متوالی برابر nR است.

مقاومت کل n مقاومت به بزرگی R در اتصال موازی برابر $\frac{R}{n}$ است.

پایه‌های کلید



هنگامی که کلید باز است:

دو مقاومت R_2 و R_3 به‌طور موازی به هم وصل شده‌اند (چون دو سر آن‌ها به یکدیگر وصل شده است).

مقاومت R_2 یا این دو مقاومت به‌طور متوالی بسته شده است.

مقاومت نیز به‌طور موازی به کل مجموعه بسته شده است.

بنابراین می‌توان مدار را به شکل مقابل رسم کرد.

بنابراین مقاومت کل برابر است با: (با توجه به اطلاعات سؤال تمامی مقاومت‌ها (به جز R_1) را برابر $2R_2$ در نظر می‌گیریم).

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \xrightarrow{R_2 = 2R_2, R_3 = 2R_2} \frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{2R_2} \rightarrow R_{2,3} = R_2$$

$$R_{2,3,1} = R_{2,3} + R_1 = R_2 + R_1 = 2R_2$$

$$R_T = \frac{1}{R_{2,3,1}} + \frac{1}{r} = \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{2R_2} \rightarrow R_T = R_2$$

هنگامی که کلید بسته است:

اگر کلید بسته باشد، از مقاومت R_2 جریانی عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود.

سه مقاومت باقی‌مانده به‌طور موازی به هم وصل شده‌اند (چون دو سر هر کدام از آن‌ها به دو نقطه A و B وصل شده است).

بنابراین مقاومت کل برابر است با: (باز هم برای محاسبه، هر سه مقاومت را برابر با $2R_2$ در نظر می‌گیریم).

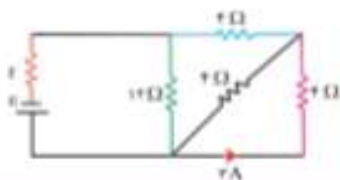
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{2R_2} \rightarrow R_T = \frac{2}{3}R_2$$

هنگامی که کلید بسته است مقاومت کل برابر $\frac{2}{3}R_2$ و هنگامی که کلید باز است مقاومت کل برابر R_2 شد.

بنابراین هنگامی که کلید بسته است مقاومت کل $\frac{2}{3}R_2$ برابر حالتی است که کلید باز است.

۸۸- در مدار رویی، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟

- (۱)
(۲) ۲۴
(۳) ۷۲
(۴) ۲۸



پاسخ: گزینه ۱

مشاهده	مفهوم	معمادانی	آموزشی	شماره	پایه	موضوع	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجده	میزان
درجه ۱۵	۶	۶	۵	۱	پاردهم	اختلاف پتانسیل	و ترکیب	نیست	۳	معماد	معماد

پاسخ: گزینه ۱



دو مقاومت ۴ اهمی مشخص شده یا هم به صورت موازی بسته شده‌اند بنابراین جریان عبوری از آن‌ها با هم برابر است (جریان هر شاخه ۲A است)

مقاومت ۴ اهمی دیگر به‌طور متوالی با این دو مقاومت بسته شده است بنابراین جریان‌های دو شاخه (که هر کدام ۲A بود) جمع شده و از این مقاومت عبور می‌کنند و جریان این مقاومت ۴A خواهد شد.

از آنجایی که این سه مقاومت ۴ اهمی به‌طور موازی به مولد بسته شده است؛ بنابراین اختلاف پتانسیل مجموعه سه مقاومت ۴ اهمی برابر اختلاف پتانسیل مولد است.

مقاومت کل این سه مقاومت ۴ اهمی برابر است با:

$$R_T = 4 + \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 6 \Omega$$

بنابراین اختلاف پتانسیل برابر خواهد بود:

$$V = RI = 6 \times 4 = 24 V$$

گروه آموزشی ماز

۸۹- از بین وسایل برقی خانه که با برق شهری کار می‌کنند، هر چقدر مقاومت یک وسیله بیشتر باشد، توان مصرفی آن و شدت جریان عبوری از آن است.

- (۱) کمتر - کمتر (۲) کمتر - بیشتر (۳) بیشتر - کمتر (۴) بیشتر - بیشتر

پاسخ: گزینه ۱

مشاهده	مفهوم	معمادانی	آموزشی	شماره	پایه	موضوع	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجده	میزان
درجه ۱۵	۶	۶	۵	۱	پاردهم	توان	و ترکیب	نیست	۳	معماد	معماد



بر روی وسیله‌های الکتریکی مانند لامپ، اتو و ... یک اختلاف پتانسیل و یک توان چاپ می‌شود. به‌توان مثال بر روی لامپ‌های ۲۲۰V و ۱۰۰W ثبت شده است؛ این عددها بیانگر آن است که اگر لامپ را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰V وصل کنیم، توان مصرفی آن برابر ۱۰۰W می‌شود. با استفاده از این اعداد می‌توان مقاومت الکتریکی وسیله موردنظر را بدست آورد:

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

پاسخ: گزینه ۱

همه وسایل برقی خانه به برق شهری (۲۲۰V) متصل هستند؛ بنابراین ولتاژ همه آن‌ها یکسان است.

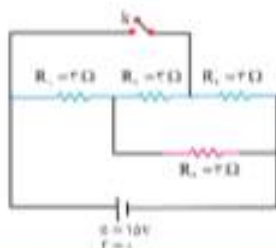
از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ می‌توان بی برد در صورت یکسان بودن V، هر چقدر R بیشتر باشد توان مصرفی کاهش می‌یابد.

همچنین از رابطه $I = \frac{V}{R}$ می‌توان بی برد در صورت یکسان بودن V، هر چقدر R بیشتر باشد شدت جریان کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز


۹۰- در مدار مقابل اگر کلید بسته شود، جریان عبوری از مقاومت R_p چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۵
- (۲) $\frac{1}{5}$
- (۳) $\frac{2}{3}$
- (۴) $\frac{3}{2}$

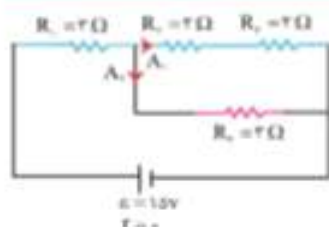


پاسخ: گزینه ۱



	موضوع	مفهوم	معمولاً در	شماره	پایه	موضوع	پیش‌نیاز	روش‌های لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	مکان
	مفهوم	مفهوم	مفهوم	مفهوم	مفهوم	مفهوم	و ترکیب	و ترکیب	و ترکیب	و ترکیب	مکان
				۷	۶	جریان و مدار	و ترکیب	۲	۲	۲	کتابخانه

پاسخ: گزینه ۱



ابتدا که کلید باز است، مدار به صورت مقابل است:

مقاومت معادل برابر است با:

$$R_T = 2 + \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 3 \Omega$$

پس جریان کل عبوری از مدار برابر است با:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{10}{3} = 3.33 A$$

مقاومت شاخه بالایی ۲ برابر شاخه پایینی است؛ بنابراین جریان شاخه بالایی نصف جریان شاخه پایینی است.

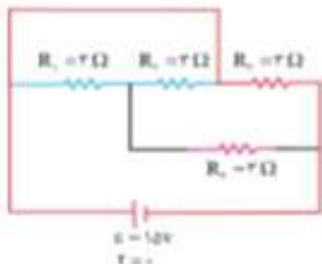
پس جریان از مقاومت R_p برابر ۱ آمپر عبور می‌کند.

اگر کلید را ببندیم، مقاومت R_p با مولد موازی خواهد بود.

پس جریان عبوری از آن برابر خواهد بود با:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{2} = 5 A$$

پس از بستن کلید، جریان عبوری از مقاومت R_p ۵ برابر می‌شود.





شرکت تعاونی خدمات آموزشی کارکنان
سازمان سنجش آموزش کشور

۱. گزینه ۲ درست است.

زیرا می‌توان نوشت:

$$IR = \gamma Ir \Rightarrow R = \gamma r$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow \gamma = \frac{12}{\gamma r + r} \Rightarrow r = 2\Omega$$

۲. گزینه ۲ درست است.

زیرا می‌توان نوشت:

$$P_{\max} = VI_{\max} = (200 \times 20)W = 4000W$$

$$1000 + n(200) = 4000 \Rightarrow n = 15$$

۳. گزینه ۳ درست است.

در این حالت باید مقاومت معادل مقاومت‌های بیرون مولد مدار برابر مقاومت الکتریکی درونی مولد مدار باشد که برابر 2Ω است. پس مقاومت معادل دو مقاومت موازی R_1 و R_2 باید 2Ω باشد، پس $R_1 = 2\Omega$ است.

۴. گزینه ۳ درست است.

چون در مقاومت‌های موازی نسبت اندازه دو مقاومت، برابر وارون نسبت شدت جریان آن‌هاست و شدت جریان در مقاومت‌های متوالی یکسان است، نتیجه می‌شود که شدت جریان عبوری از مقاومت 6Ω برابر یک آمپر است و شدت جریان در مقاومت 4Ω اهمی بالای مدار برابر $1/5$ آمپر و در مقاومت 24Ω اهمی برابر $5/5$ آمپر و در نهایت شدت جریان عبوری از مولد $2A$ است.

$$R'_1 = (8 + 4)\Omega = 12\Omega \Rightarrow R'_2 = \left(\frac{12 \times 6}{18}\right)\Omega = 4\Omega \Rightarrow R'_3 = (4 + 4)\Omega = 8\Omega \Rightarrow R_{eq} = \left(\frac{8 \times 24}{32}\right)\Omega = 6\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow \varepsilon = 2(6 + 2)V = 16V$$

یا بدون محاسبه مقاومت معادل براساس قاعده حلقه، خواهیم داشت:

$$+\varepsilon - 2 \times 2 - 5/5 \times 24 = 0 \Rightarrow \varepsilon = 16V$$

۵. گزینه ۲ درست است.

اگر جریان عبوری از مقاومت 20Ω اهمی را I فرض کنیم، جریان عبوری از مقاومت 5Ω اهمی برابر $4I$ و جریان عبوری از مقاومت 3Ω و 6Ω اهمی به ترتیب $\frac{10}{3}I$ و $\frac{5}{3}I$ خواهد بود و لذا خواهیم داشت:

$$P = RI^2 \Rightarrow \begin{cases} P_1 = 20I^2 \\ P_2 = 5(4I)^2 = 80I^2 \\ P_3 = 3\left(\frac{10}{3}I\right)^2 = \frac{100}{3}I^2 \\ P_4 = 6\left(\frac{5}{3}I\right)^2 = \frac{50}{3}I^2 \end{cases} \Rightarrow P_2 > P_3 > P_1 > P_4$$

پس نتیجه می‌شود که توان مصرفی R_2 از همه بیش‌تر است.

۶. گزینه ۳ درست است.
زیرا می‌توان نوشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

$$q = \left(\frac{10^8}{5 \times 10^8} \right) C = 20 C$$

$$\bar{I} = \frac{q}{t} = \left(\frac{20}{2 \times 10^{-1}} \right) A = 100 A$$

۷. گزینه ۴ درست است.

قبل از بستن کلید مقاومت معادل برابر 6Ω و بعد از بستن کلید مقاومت معادل برابر 2Ω است چون ولتاژ دو سر مولد ($V = \mathcal{E}$)، ثابت است و توان مصرفی طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، با مقاومت رابطه عکس دارد، نتیجه می‌شود که توان مصرفی مدار ۲ برابر می‌شود، پس صد در صد افزایش می‌یابد.

۸- گزینه ۳ درست است.

وقتی مقاومت R برابر صفر است، از مقاومت ۴ اهمی جریان عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود و مقاومت معادل مدار برابر 2Ω می‌شود. پس داریم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \left(\frac{12}{2+2} \right) A = 3 A$$

$$V = \mathcal{E} - Ir = (12 - 2 \times 3) V = 6 V$$

وقتی مقاومت R بی‌نهایت می‌شود، از آن جریان عبور نمی‌کند و مقاومت معادل مدار برابر 6Ω می‌شود. پس خواهیم داشت:

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R'+r} = \left(\frac{12}{6+2} \right) A = 1.5 A$$

$$V' = \mathcal{E} - I'r = (12 - 2 \times 1.5) V = 9 V$$

$$\Delta V = V' - V = (9 - 6) V = 3 V$$

۹. گزینه ۱ درست است.

زیرا خواهیم داشت:

$$I_T = \frac{\mathcal{E}}{R_T+r} \Rightarrow r = \frac{18}{R_T+2} \Rightarrow R_T = 4 \Omega$$

پس باید مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت R_2 موازی بسته شود. در نتیجه جریانی که از مقاومت R_1 عبور می‌کند باید $2 A$ باشد. لذا داریم:

$$P = R_1 I_1^2 = 4(2)^2 W = 16 W$$

۱۰- گزینه ۴ درست است.

جریان عبوری از مقاومت ۱۶ اهمی I_1 روبه پایین است.

$$\begin{cases} 6I_1 = 3 \\ I_1 = 0.5A \end{cases}$$

جریان عبوری از ۱/۵ اهمی I_7 و روبه پایین است.

$$\begin{cases} 1/5 I_7 = 3 \\ I_7 = 15A \end{cases}$$

طبق قانون گره‌ها جریان عبوری از باتری ۴A است.

۱۱. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{cases} \frac{\varepsilon}{2r} = 4 \\ \frac{\varepsilon}{4r} = 5 \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = 2.5V$$

۱۲. گزینه ۳ درست است.

در حالتی که کلید باز است، حاصل مقاومت‌های متوالی ۶، ۲ و ۴ اهمی با مقاومت ۱۲ اهمی موازی است.

$$2 + 4 + 6 = 12\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{12 \times 12}{24} = 6\Omega$$

وقتی کلید بسته می‌شود، حاصل مقاومت ۲ و ۴ اهمی از مدار حذف می‌شود. و مقاومت‌های ۶ و ۱۲ اهمی موازی می‌شوند.

$$R'_{eq} = \frac{12 \times 6}{18} = 4\Omega$$

$$\frac{R'}{R} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

۱۳. گزینه ۲ درست است.

مقاومت‌های R ، ۹ و ۱۲ اهمی موازی‌اند، پس ولتاژ دو سر هر یک از آن‌ها برابر ۶ ولت است. لذا خواهیم داشت:

$$V = IR \Rightarrow \begin{cases} 6 = 6I_1 \Rightarrow I_1 = 1A \\ 6 = 12I_7 \Rightarrow I_7 = 0.5A \end{cases} \Rightarrow I_T = (1 + 0.5)A = 1.5A$$

$$\begin{cases} 12I_T = 9I_7 = RI_D = 6V \\ I_T + I_7 + I_D = 1.5A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_T = 0.5A, I_7 = \frac{2}{3}A, I_D = \frac{1}{3}A \\ R = 18\Omega \end{cases}$$

$$R'_1 = \left(\frac{6 \times 12}{18}\right)\Omega = 4\Omega, R'_2 = \left(\frac{18 \times 9}{27}\right)\Omega = 6\Omega, R'_3 = \left(\frac{6 \times 12}{18}\right)\Omega = 4\Omega$$

$$R_T = (4 + 4 + 2)\Omega = 10\Omega$$

روش دیگر: اگر شدت جریان در مقاومت ۶ اهمی را یا I_1 و شدت جریان در مقاومت ۱۲ اهمی سمت چپ مدار را یا I_7 نشان

دهیم و ولتاژ دو سر مقاومت ۲ اهمی مدار را V_T بنامیم، خواهیم داشت:

$$V = IR \Rightarrow 6I_1 = 12I_7 = 6V \Rightarrow I_1 = 1A, I_7 = 0.5A \Rightarrow I_T = I_1 + I_7 = 1.5A$$

$$V_T = 2I_T = (2 \times 1.5)V = 3V \Rightarrow V_T = (6 + 6 + 2)V = 14V$$

$$V_T = R_T I_T \Rightarrow 14 = R_T \times 1.5 \Rightarrow R_T = 10\Omega$$

۱۴. گزینه ۱ درست است.

یا توجه به هم جنس بودن دو سیم و رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ و داده های سوال، خواهیم داشت:

$$m_A = 2m_B \Rightarrow \rho_A V_A = 2\rho_B V_B \Rightarrow V_A = 2V_B \Rightarrow A_A L_A = 2A_B L_B$$

$$\begin{cases} A_A L_A = 2A_B L_B \\ D_B = \frac{1}{2} D_A \Rightarrow A_B = \frac{1}{2} A_A \Rightarrow A_A L_A = 2\left(\frac{1}{2} A_A\right) L_B \Rightarrow L_A = \frac{1}{2} L_B \end{cases}$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2 = \frac{L_B}{\frac{1}{2} L_B} \times \left(\frac{D_A}{\frac{1}{2} D_A}\right)^2 = 2 \Rightarrow R_B = 2R_A$$

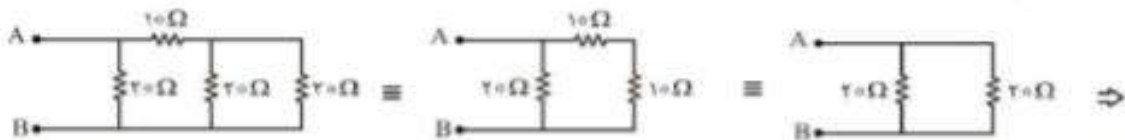
۱۵. گزینه ۱ درست است.

چون دو مقاومت 2Ω و 9Ω موازی اند، نتیجه می شود که جریان عبوری از مقاومت 3 اهمی برابر $2A$ است و جریان عبوری از مقاومت 60 اهمی برابر $2A$ است. بنابراین خواهیم داشت:

$$V_A - 9 \times 1 - 60 \times 2 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 249V$$

۱۶. گزینه ۱ درست است.

یا توجه به شکل مدار داده شده، دو مقاومت متصل به نقاط C و D در مدار قرار ندارند بنابراین حذف می شوند. در این صورت داریم:



$$R_{eq} = \frac{20}{2} = 10\Omega$$

۱۷- گزینه ۴ درست است.

قبل از بستن کلید داریم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + 0} = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \frac{\mathcal{E}}{\gamma R}, R_{eq} = \gamma R$$

با وصل کلید مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

$$R'_{eq} = \frac{\gamma R \times \gamma R}{\gamma R + \gamma R} = R$$

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R'_{eq} + 0} = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

پنایرین جریان عبوری از مدار افزایش می‌یابد.

اما باید توجه داشت به علت صفر بودن مقاومت درونی مولد یا تغییر جریان، اختلاف پتانسیل دو سر آن تغییر نمی‌کند.
پنایرین داریم:

$$V = \mathcal{E} - rI = \mathcal{E} - 0 = \mathcal{E}$$

۱۸- گزینه ۳ درست است.

یا توجه به آن که سیم ذوب شده است جرم و جنس ثابت است. پنایرین داریم: $(\rho = \frac{m}{V})$ چگالی جسم و

$$m_1 = m_r \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_r V_r \Rightarrow V_1 = V_r$$

$$\Rightarrow A_1 L_1 = A_r L_r = \frac{A}{\gamma} \times L = \frac{\gamma}{\gamma} A \times L_r \Rightarrow L_r = \frac{\gamma}{\gamma} L_1$$

$$\frac{R_r}{R_1} = \frac{\rho_r}{\rho_1} \times \frac{L_r}{L_1} \times \frac{A_1}{A_r} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{\frac{\gamma}{\gamma} L_1}{L_1} \times \frac{\frac{A}{\gamma}}{\frac{\gamma}{\gamma} A}$$

$$\Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{\gamma}{\gamma} \times \frac{\gamma}{\gamma} = \frac{9}{16}$$

۱۹- گزینه ۳ درست است.

وقتی کلید باز است:

$$I_1 = I_r = \frac{\mathcal{E}}{\gamma R} = \frac{1}{\gamma} \times \frac{\mathcal{E}}{R}$$

وقتی کلید بسته می‌شود، مقاومت معادل لامپ‌های (۱) و (۲) برابر $\frac{R}{\gamma}$ خواهد شد و داریم:

$$I'_r = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{R}{\gamma}} = \frac{\gamma}{\gamma} \times \frac{\mathcal{E}}{R} > I_1$$

$$I'_1 = I'_r = \frac{1}{\gamma} I'_r = \frac{1}{\gamma} \times \frac{\mathcal{E}}{R} < I_1$$

پنایرین نور لامپ (۳) افزایش یافته و نور لامپ (۱) کاهش می‌یابد.

۲۰. گزینه ۱ درست است.

به کمک $q = I \times t = \frac{V}{R} \times t = ne$ و $R = \rho \frac{l}{A}$ داریم:

$$\frac{V}{\rho \frac{l}{A}} = ne \rightarrow \frac{VA}{\rho l} = ne \rightarrow \frac{V_1}{V_2} \times \frac{A_1}{A_2} \times \frac{l_2}{l_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = 2$$

۲۱. گزینه ۲ درست است.

ابتدا رابطه‌ای برای تعیین مقاومت الکتریکی برحسب اطلاعات داده شده در سؤال به دست می‌آوریم. در رابطه‌های زیر ρ' نشان‌دهنده چگالی است:

$$R = \rho \frac{l \times A}{A \times A} \rightarrow R = \rho \times \frac{V}{A^2} = \frac{\rho}{\rho'} \times \frac{m}{A^2} \quad (I)$$

$$P = RI^2 \rightarrow P = \frac{\rho}{\rho'} \times \frac{m}{A^2} \times I^2 \rightarrow P = \frac{4 \times 10^{-7}}{1/6 \times 10^{-23}} \times \frac{0/27}{36 \times 10^{-12}} \times 16 = 30 \text{ W}$$

۲۲. گزینه ۳ درست است.

ابتدا مقدار مقاومت الکتریکی وسیله را محاسبه می‌کنیم:

$$P_s = \frac{V_s^2}{R} \rightarrow R = \frac{V_s^2}{P_s} \rightarrow R = \frac{230^2}{920} = \frac{230}{4} = 57.5 \Omega$$

$$P = RI^2 \rightarrow P = \frac{230}{4} \times 1/6^2 = 147/2 \text{ W}$$

$$\frac{P}{P_s} = \frac{??}{100} \rightarrow \frac{147/2}{920} = \frac{??}{100} \rightarrow ?? = 16$$

پس توان مصرفی ۸۴ درصد کمتر از توان ثبت شده روی آن است.

۲۳. گزینه ۴ درست است.

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_T + r_1 + r_2}$$

$$I = \frac{20 - 8}{\Delta + 2 + 1} \rightarrow I = \frac{3}{\Delta}$$

$$P = RI^2 \rightarrow P = 2 \times \left(\frac{3}{\Delta}\right)^2 \rightarrow P = \frac{9}{\Delta} = 4/5 \text{ W}$$

۲۴. گزینه ۱ درست است.

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R_T = 2R_1 = 84 \Omega$$

$$R_T = R'_T(1 + \alpha \Delta \theta) \rightarrow 84 = R'_T(1 + 4 \times 10^{-2} (120 - 20)) \Rightarrow 84 = 1/4 R'_T \rightarrow R'_T = 60 \Omega$$

۲۵- گزینه ۴ درست است.

$$\begin{cases} I = o / \Delta A \\ V = \varepsilon - Ir = 2V \end{cases} \Rightarrow 2 = \varepsilon - (r \times o / \Delta) \rightarrow r = 2\Omega$$

$$P = rI^2 \rightarrow P = 2(o / \Delta)^2 \Rightarrow P = o / \Delta W$$

۲۶- گزینه ۱ درست است.

اغلب فلزات، اهمی هستند و در نتیجه نمودار $I - V$ آنها خط راست شیب‌داری است. در نقره ابر رسانایی رخ نمی‌دهد. جهت قراردادی جریان الکتریکی در یک رسانا، در جهت کاهش پتانسیل الکتریکی (جهت \vec{E}) است.

۲۷- گزینه ۳ درست است.

یا توجه به رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، شیب و عرض از مبدأ نمودار $V - I$ به ترتیب بیانگر مقاومت داخلی و نیروی محرکه باتری است:

$$r = -\frac{\Delta V}{\Delta I} \rightarrow r = \frac{4}{3}\Omega$$

$$r = \frac{\Delta V'}{\Delta I'} \rightarrow \frac{4}{3} = \frac{\varepsilon}{12} \rightarrow \varepsilon = 16V$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \rightarrow \Delta W = 450 \times 16 = 7200nJ = 7/2\mu J$$

۲۸- گزینه ۴ درست است.

هنگامی که $R_{eq} = r$ است، توان خروجی مولد حداکثر می‌شود. در

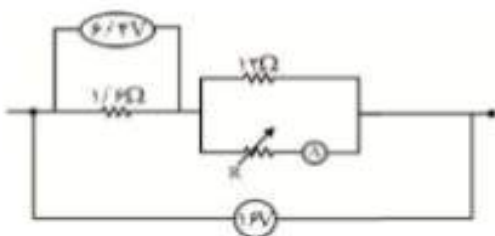
این حالت جریان عبوری از مدار، $I = \frac{\varepsilon}{2r} = 4A$ و اختلاف پتانسیل

دو سر مدار $V = \frac{\varepsilon}{2} = 16V$ است. پس اختلاف پتانسیل دو سر

مقاومت $1/6\Omega$ برابر $4 \times 1/6 = 6/4V$ است. اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی 12Ω و R ، $16 - 6/4 = 9/6V$ ،

است. جریان الکتریکی عبوری از مقاومت 12Ω برابر $I_1 = \frac{9/6}{12} = 0/8A$ است. در نتیجه از مقاومت R ، جریان

الکتریکی $4 - 0/8 = 3/2A$ می‌گذرد.



۲۹- گزینه ۱ درست است.

از آنجا که جرم سیم در اثر کشیدن آن تغییری نمی‌کند، حجم آن نیز ثابت می‌ماند. با دو برابر شدن طول سیم، مساحت مقطع آن نصف و در نتیجه مقاومت الکتریکی آن ۴ برابر می‌شود:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \times \frac{R_1}{R_r} \rightarrow \frac{P_r}{P_1} = 9 \times \frac{1}{4} = \frac{9}{4}$$

۳۰- گزینه ۲ درست است.

به جز دو مقاومت 4Ω و 8Ω ، بقیه مقاومت‌ها حذف می‌شوند. پس مقاومت معادل مدار برابر 12Ω است. وقتی کلید k باز است، ولت‌سنج آرمانی، \mathcal{E} را نشان می‌دهد: $\mathcal{E} = 16V$. اگر V' مقدار افت پتانسیل در باتری باشد:

$$\mathcal{E} = V + V' \rightarrow 16 = 12/8 + V' \rightarrow V' = 3/2V$$

$$\frac{V'}{V} = \frac{Ir}{IR} \rightarrow \frac{3/2}{12/8} = \frac{r}{12} \rightarrow r = 3\Omega$$

۳۱- گزینه ۴ درست است.

هر گاه $r^2 = R_{eq(1)} \times R_{eq(2)}$ باشد، توان خروجی باتری یکسان خواهد بود:

$$R_{eq(1)} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4\Omega$$

$$r^2 = R_{eq(1)} \times R_{eq(2)} \rightarrow 4 = 4R_{eq(2)} \rightarrow R_{eq(2)} = 1\Omega = \frac{6R}{6 + R} \rightarrow R = 1/2\Omega$$

$$\Delta R = 1/2 - 12 = -10/8\Omega$$

۳۲- گزینه ۳ درست است.

هنگامی که طول سیمی را از طریق کشیدن آن ۳ برابر می‌کنیم، به دلیل ثابت ماندن حجم، مساحت مقطع آن $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. اکنون به کمک $P = \frac{V^2}{R}$ داریم:

$$\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \times \frac{R_1}{R_r} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \times \frac{L_1}{L_r} \times \frac{A_r}{A_1} = 2^2 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{4}{9}$$

۳۳- گزینه ۴ درست است.

در مقاومت‌های اهمی یا n برابر شدن مقدار V ، مقدار I نیز n برابر می‌شود تا مقدار R تغییر نکند. اما در نمودار $V - I$ نشان داده شده این ویژگی برقرار نیست. به کمک ویژگی‌های خط راست، مقدار V هنگامی که جریان عبوری از مقاومت $4A$ را تعیین می‌کنیم:

$$V = \frac{120 + 60}{2} = 90V \rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{90}{4} = 22.5\Omega$$

۲۴. گزینه ۱ درست است.

در حالت اول $R_{eq(1)} = \frac{1}{2}R$ است. به کمک $I_T = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}$ ، جریان عبوری از باتری در حالت اول عبارتست از:

$$I_T = \frac{\varepsilon}{R + \frac{1}{2}R} = \frac{2\varepsilon}{3R} \rightarrow I_1 = \frac{1}{3} \frac{\varepsilon}{R} \quad (1) \quad , \quad V_1 = I_T R_{eq} = \frac{2\varepsilon}{3R} \times \frac{1}{2}R = \frac{1}{3}\varepsilon \quad (2)$$

در حالت دوم $R_{eq(2)} = R$ است. در این حالت جریان عبوری از پاره‌های در حالت دوم عبارتست از:

$$I'_T = \frac{\varepsilon}{R + R} = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{R} = I_2 \quad (3) \quad V_2 = I'_T R = \frac{1}{2}\varepsilon \quad (4)$$

$$\square \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{1}{2}\varepsilon}{\frac{1}{3}\varepsilon} = \frac{3}{2} \quad , \quad \square \rightarrow \Delta I = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{R} - \frac{1}{3} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1}{6} \frac{\varepsilon}{R}$$

۲۵. گزینه ۲ درست است.

یا توجه به رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، رابطه $\Delta V = -r\Delta I$ برقرار است:

$$r = -\frac{\Delta V}{\Delta I} = 2\Omega$$

همچنین عدد $12A$ روی محور افقی مقدار $\frac{\varepsilon}{r}$ است.

$$\frac{\varepsilon}{r} = 12 \rightarrow \varepsilon = 24V$$

نیروی محرکه باتری از رابطه $\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$ به دست می‌آید:

$$\Delta W = 24 \times 2 / 5 \times 10^{-3} = 60mJ$$

۲۶- گزینه ۳ درست است.

توان خروجی باتری در حالتی بیشینه می‌شود که مقاومت الکتریکی معادل (R_{eq}) برابر با مقاومت داخلی آن باشد:

$$R_{eq} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + 1 = 3\Omega$$

یا توجه به موازی بودن دو مقاومت 6Ω و 3Ω ، داریم:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \rightarrow 1 \times 6 = 3 \times I_2 \rightarrow I_2 = 2A \rightarrow I = I_1 + I_2 = 1 + 2 = 3A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow 3 = \frac{\varepsilon}{3 + 3} \rightarrow \varepsilon = 18V$$

حداکثر توان خروجی باتری از رابطه $P_{0max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ به دست می‌آید:

$$P_{0max} = \frac{18 \times 18}{4 \times 3} = 27W$$

۳۷- گزینه ۲ درست است.

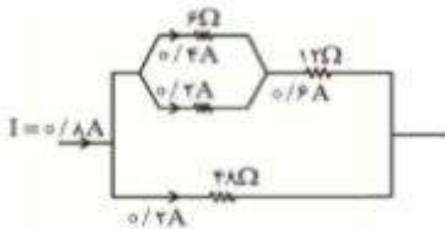
مقاومت الکتریکی سیم از $R = \rho \frac{L}{A}$ به دست می‌آید. اگر حجم سیم را $V = AL$ در نظر بگیریم و از $m = \rho' V$ استفاده کنیم:

$$R = \frac{\rho}{\rho'} \frac{m}{A^2} \quad (1)$$

$$P = RI^2 \rightarrow P = \frac{\rho}{\rho'} \frac{m}{A^2} I^2 \rightarrow P = \frac{6/4 \times 10^{-7}}{3/2 \times 10^{-7}} \times \frac{0/27}{9 \times 10^{-12}} \times 4 = 24W$$

۳۸- گزینه ۳ درست است.

مدار خارج از باتری به صورت مقابل است:



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

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow \varepsilon = 0.8(3 + 12) \rightarrow \varepsilon = 12V$$

۳۹- گزینه ۴ درست است.

می‌توان نشان داد، هر گاه توان خروجی باتری یا تغییر مقاومت معادل خارج آن تغییر نکند، آن گاه $r^2 = R_{eq(l)} \times R_{eq(r)}$ است:

$$R_{eq(l)} = \frac{12 \times 36}{12 + 36} = 9 \Omega \quad r^2 = R_{eq(l)} \times R_{eq(r)} \rightarrow 36 = 9 \times R_{eq(r)} \rightarrow R_{eq(r)} = 4 \Omega$$

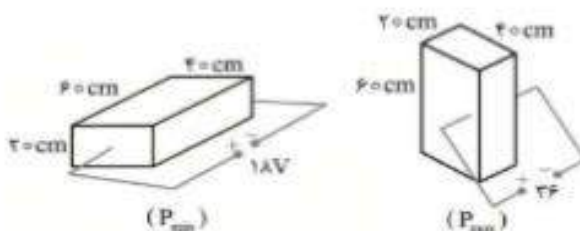
$$4 = \frac{12R}{12 + R} \rightarrow 12R = 48 + 4R \rightarrow 8R = 48 \rightarrow R = 6 \Omega$$

$$\Delta R = 36 - 6 = 30 \Omega$$

۴۰- گزینه ۴ درست است.

به کمک رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، بیشترین توان مصرفی در حالتی است که $P_{max} = \frac{V_{max}^2}{R_{min}}$ و کمترین توان مصرفی در حالتی

است که $P_{min} = \frac{V_{min}^2}{R_{max}}$ باشد. یا توجه به شکل زیر داریم:



$$\frac{P_{max}}{P_{min}} = \left(\frac{V_{max}}{V_{min}} \right)^2 \times \frac{R_{max}}{R_{min}} \rightarrow \frac{P_{max}}{P_{min}} = \left(\frac{36}{18} \right)^2 \times \frac{60 \times 20}{20 \times 40} \quad \frac{P_{max}}{P_{min}} = 36$$

۴۱- گزینه ۲ درست است.

یا توجه به آرمانی بودن ولتسنج و آمپرسنج، جریانی از شاخه پایینی عبور نمی‌کند و تمام جریان از شاخه بالایی عبور می‌کند.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{12}{2} = 6A$$

به دلیل بی‌نهایت بودن مقاومت ولتسنج آرمانی، مقاومت R تأثیری در مدار ندارد. چون ولتسنج به دو سر باتری و در حقیقت به دو سر شاخه بالایی یا مقاومت الکتریکی صفر متصل است: $V = 0$

۴۲- گزینه ۲ درست است.

در به هم بستن متوالی مقاومت‌ها، $V \propto R$ است. پس حداکثر ولتاژ مربوط به مقاومت 30Ω است که بیشترین مقاومت الکتریکی را دارد:

$$I = \frac{240}{30} = 8A \rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} \rightarrow \mathcal{E} = 8(3 + 60) = 504V$$

۴۳- گزینه ۱ درست است.

مقاومت الکتریکی از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{V_A}{I_A} \Rightarrow R_A = \frac{r}{2} R_B \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{r}{2} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times 2 \times \frac{1}{9} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{27}{4}$$

۴۴- گزینه ۲ درست است.

از شیب نمودار $V - I$ می‌توان به مقدار مقاومت داخلی باتری (r) دست پیدا کرد:

$$r_A = 2r_B$$

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{\frac{\mathcal{E}_B}{r_B + R}}{\frac{\mathcal{E}_A}{r_A + R}} \rightarrow \frac{1}{8} = \frac{\frac{10}{\frac{1}{2}r_A + 3}}{\frac{20}{r_A + 3}} \rightarrow r_A = 2\Omega$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}_A}{r_A} = \frac{20}{2} = 10A$$

۴۵- گزینه ۳ درست است.

می‌توان نشان داد هنگامی که $r^2 = R_1 \times R_2$ است، توان خروجی باتری مقدار یکسانی است:

$$r = \sqrt{12 \times 3} = 6\Omega$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{r + R_1} \rightarrow I_1 = \frac{27}{6 + 3} = 3A$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2} \rightarrow I_2 = \frac{27}{6 + 12} = 1/2 A$$

۴۶- گزینه ۳ درست است.

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{L}{A} \\ \begin{cases} L = 1/5 \text{ m} \\ \rho = 2 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m} \rightarrow \\ R = 0.75 \Omega \end{cases} & A = \frac{\rho L}{R} = \frac{2 \times 10^{-5} \times 1/5}{0.75} \\ & A = \frac{2 \times 10^{-5}}{0.75} = 4 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} A = 4 \times 10^{-5} \times 10^6 = 40 \text{ mm}^2 \\ 1 \text{ m}^2 = 10^6 \text{ mm}^2 \end{cases}$$

۴۷- گزینه ۱ درست است.

صفحه ۵۱ کتاب درسی، منبع‌های نیروی محرکه آرمانی مطالعه شود.

«معمولاً اختلاف پتانسیل پایانه‌های منبع نیروی محرکه (آرمانی یا واقعی) را به منظور ساده‌سازی به جای ΔV یا V نشان می‌دهند.»

۴۸- گزینه ۲ درست است.

$$\begin{aligned} I &= \frac{\mathcal{E}}{R+r} \\ \begin{cases} \mathcal{E} = 18 \text{ V} \\ r = 2 \Omega \\ I = 2/4 \text{ A} \\ R = ? \end{cases} & 2/4 = \frac{18}{R+2} \\ & 2/4 R + 2/2 = 18 \\ & 2/4 R = 10/1 \rightarrow R = \frac{10/1}{2/4} \\ & R = 4/5 \Omega \end{aligned}$$

۴۹- گزینه ۴ درست است.

$$\begin{cases} R_1 = 2 \Omega \\ R_2 = 9 \Omega \\ R_{\text{eq}} = 2 \Omega \\ r = 1 \Omega \\ \mathcal{E} = 15 \text{ V} \end{cases}$$

چون مقاومت‌ها موازی هستند.

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{\text{eq}}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ \frac{1}{2} &= \frac{1}{2} + \frac{1}{9} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2R_3 + R_2 + 9}{9R_3} \\ 6R_3 + 2R_2 + 18 &= 9R_3 \Rightarrow 18 = R_3 \quad R_3 = 18 \Omega \\ I &= \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{eq}} + r} = \frac{15}{2+1} = 5 \text{ A} \end{aligned}$$

۵۰. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{cases} P = 315W \\ R = 1/4\Omega \end{cases}$$

$$P_{\text{مصرفی}} = RI^2 \rightarrow I^2 = \frac{P}{R} = \frac{315}{1/4} = 225$$

$$I = \sqrt{225} = 15A$$

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{V^2}{R} \rightarrow V^2 = 315 \times 1/4 = 441$$

$$V = \sqrt{441} = 21V$$

۵۱. گزینه ۳ درست است.

$$\begin{cases} r = \frac{r_{\text{mm}}}{2} = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \\ L = 40\text{cm} = 0.4\text{m} \end{cases}$$

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (2 \times 10^{-3})^2 = 3.14 \times 4 \times 10^{-6} = 12.56 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$R = 0.6\Omega$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = ?$$

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

$$\rho = \frac{0.6 \times 12.56 \times 10^{-6}}{0.4} = \frac{7.536 \times 10^{-6}}{0.4}$$

$$\rho = 1.884 \times 10^{-5} = 1.884 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$$

۵۲. گزینه ۱ درست است.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + (R_1 + R_2)}$$

$$2/4 = \frac{12}{0.75 + (2/5 + R_2)} = \frac{12}{3/25 + R_2} \Rightarrow 12 = 7/8 + 2/4 R_2$$

$$R_2 = \frac{12 - 7/8}{2/4} = 1.75\Omega$$

۵۳. گزینه ۲ درست است.

$$V = 240 \text{ ولت} \rightarrow P = VI = 240 \times 5 = 1200W = 1.2kW$$

$$I = 5A$$

$$U = pt = 1.2kW \times 15h = 18kWh$$

۵۴. گزینه ۳ درست است.

$$\frac{1}{R_{T,T}} = \frac{1}{R_T} + \frac{1}{R_T} \quad \text{اول مقاومت معادل حلقه}$$

$$\frac{1}{R_{T,T}} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{2+1}{18} \rightarrow R_{T,T} = \frac{18}{3} = 6\Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{T,T} = 3 + 6 = 9\Omega \quad \text{حال مجموع مقاومت مدار}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{16}{9+1} = 1.6A$$

۵۵. گزینه ۱ درست است.

اول یار عبوری در ۲ ساعت:

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

$$\Delta q = 25 \times 10^{-3} A \times (2 \times 3.6 \times 10^3) S = 25 \times 10^{-3} \times 7.2 \times 10^3 = 180C$$

حال انرژی داده شده به مدار:

$$\Delta U = q \Delta V = 180 \times 6 = 1080 J$$

۵۶. گزینه ۳ درست است.

$$L = r \Delta m$$

$$A = \pi r^2 = 3 \times (1 \times 10^{-3})^2 = 3 \times 10^{-6} m^2$$

$$R = 60\Omega$$

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

$$\rho = \frac{60 \times 3 \times 10^{-6}}{2/5}$$

$$\rho = \frac{18 \times 10^{-5}}{2/5} = 4.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$$

۵۷. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{cases} P = RI^2 \\ P = 250 W \\ R = 40 \Omega \end{cases} \rightarrow 250 = 40 \times I^2$$

$$I^2 = \frac{250}{40} = 6.25$$

$$I = \sqrt{6.25} = 2.5A$$

۵۸. گزینه ۴ درست است.

$$\begin{cases} \varepsilon = 24V \\ r = 1\Omega \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \rightarrow 6 = \frac{24}{R_{eq} + 1} \rightarrow 24 = 6R_{eq} + 6 \\ I = 6A \end{cases}$$

$$R_{eq} = \frac{18}{6} = 3\Omega$$

چون مقاومتهای موازی اند، پس:

$$\begin{aligned} R_{eq} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ \frac{1}{3} &= \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_3} = \frac{2R_3 + R_3 + 12}{12R_3} \\ 12R_3 &= 6R_3 + 3R_3 + 36 \\ 3R_3 &= 36 \rightarrow R_3 = 12\Omega \end{aligned}$$

۵۹. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{cases} R = \rho \frac{L}{A} \\ \rho = 6.4 \times 10^{-5} \Omega \cdot m \\ A = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \\ L = 25 \text{ m} \end{cases} \rightarrow \begin{aligned} R &= 6.4 \times 10^{-5} \times \frac{25}{4 \times 10^{-6}} \\ R &= 6.4 \times 10^{-5} \times 6.25 \times 10^6 \\ R &= 40 \times 10^1 = 400\Omega \end{aligned}$$

۶۰. گزینه ۴ درست است.

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \quad \text{اول جریان مدار}$$

$$I = \frac{24}{1/2 + 4/8} = \frac{24}{6} = 4A$$

$$V = \varepsilon - Ir \rightarrow V = 24 - (4 \times 1/2) \quad \text{حال اختلاف پتانسیل}$$

$$V = 19/2 \quad \text{ولت}$$

۶۱. گزینه ۳ درست است.

$$P = 90 \text{ W} \quad \text{مصرفی}$$

$$I = 6A$$

$$\rightarrow P = RI^2$$

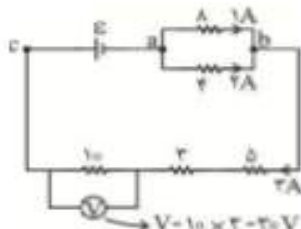
$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{90}{(6)^2} = \frac{90}{36} = 2.5\Omega$$

۶۲- گزینه ۲ درست است.

$$V = RI \Rightarrow I = \frac{V_1}{R} = \frac{20}{20} = 1A$$

$$V = V_1 + V_r + V_r = (R_1 + R_r + R_r) \times 1$$

$$V = (20 + 40 + 50) \times 1 = 110V$$



$$V = RI \Rightarrow V_{ab} = 4 \times 2 = 8V$$

$$V_{ab} = 8 \times I$$

$$\frac{8}{8} = 1 \Rightarrow I = 1A$$

۶۳- گزینه ۴ درست است.

۶۴- گزینه ۳ درست است.

وقتی کلید باز است، مقاومت‌های R_1 و R_2 یا یکدیگر موازی و معادل آن‌ها یا R_p متوالی است:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + R_r = \frac{R \times R}{2R} + R = \frac{3}{2}R$$

جریان عبوری از شاخه اصلی و مقاومت R_p برابر است با:

$$I_r = I_q = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{\frac{3}{2}R} = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{R}$$

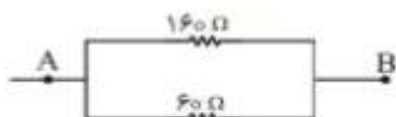
یا بستن کلید k ، مقاومت‌های R_1 و R_2 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود.

$$R'_{eq} = R_r = R \rightarrow I'_r = I'_{eq} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{R}$$

حال داریم:

$$\frac{U'}{U} = \frac{R_r I'^r_t}{R_r I^r_t} = \left(\frac{\frac{\varepsilon}{R}}{\frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{R}} \right)^2 = \left(\frac{3}{2} \right)^2 = \frac{9}{4}$$

۶۵- گزینه ۴ درست است.



$$100 + 60 = 160 \Omega$$

$$40 + 20 = 60 \Omega$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{60} + \frac{1}{160} \Rightarrow R_t = \frac{60 \times 160}{60 + 160} = \frac{9600}{220}$$

$$R_t = 43.63 = 44$$

یا توجه به خطای مقاومت‌ها نزدیک‌ترین انتخاب می‌شود.

$$m_a = \gamma \Delta m_b \quad \square \rightarrow \square \quad \square \rightarrow \square \rightarrow A_a L_a = \gamma \Delta A_b L_b$$

$$A_a L_a = \gamma \Delta A_b (\gamma L_a) \rightarrow A_a = \gamma \Delta A_b$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_b}{R_a} = \frac{L_b}{L_a} \times \frac{A_a}{A_b} = \gamma \times \gamma \Delta = \gamma \gamma \Delta = \frac{\gamma \Delta}{\gamma}$$

در مجره n دو مقاومت 12Ω و 4Ω یا یکدیگر موازی‌اند. معادل آن‌ها یا مقاومت 6Ω متوالی است و معادل این مجموعه یا 18Ω موازی شده است. در ضمن دو مقاومت 20Ω و 5Ω یا یکدیگر موازی‌اند و نتیجه آن‌ها یا مجموعه قبلی متوالی است.

$$R_{F,12} = \frac{F \times 12}{F + 12} = 7\Omega$$

$$R_{\tau, 1\tau, \epsilon} = \tau + \epsilon = q\Omega \rightarrow R_{\tau, 1\tau, \epsilon, u} = \frac{q \times 1\lambda}{q + 1\lambda} = \epsilon\Omega$$

$$R_{\Delta, \gamma_0} = \frac{\Delta \times \gamma_0}{\Delta + \gamma_0} = \varphi \Omega$$

$$R_{eq} = 6 + 4 = 10 \Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{10 + 2} = 1 A$$

۶۸- گزینه ۳ درست است.

یا توجه به اینکه نیروی محرکه ثابت است و $V_1 + V_p = \varepsilon$ که در آن V_1 ولتاژ دو سر R و V_p ولتاژ لامپ‌های موازی است یا افزایش V_1 ناگزیر V_p کاهش یافته و جریان عبوری از آمپر سنج نیز کمتر خواهد شد.

$$V_i = R_i I_i \rightarrow V_i = \Delta \times iV = \rho \circ V$$

$$V_r = R_r I_r \rightarrow 90 = 15 \times I_r \rightarrow I_r = 6A$$

$$I = I_1 + I_2 \rightarrow I = 12 + 4 = 16 \text{ A}$$

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow V = 100 - 16 \times 2 = 68 \text{ V}$$

$$V = V_{\text{Lr}} + V_{\text{Lr}} \rightarrow \varphi_{\text{L}} = \varphi_0 + V_{\text{Lr}} \rightarrow V_{\text{Lr}} = \Delta V$$

مقاومت یا طول نسبت مستقیم دارد و یا سطح نسبت عکس دارد.

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

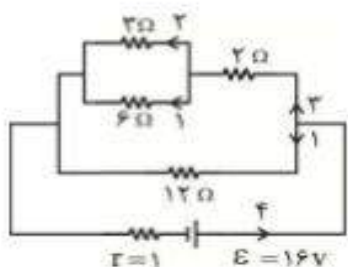
$$A_r \rightarrow f A_1 \Rightarrow R_r = \frac{1}{f} R_1 \Rightarrow R_r = \frac{1}{v} R_1$$

$$L_r \rightarrow \forall L_s \Rightarrow R_r = \forall R_s$$

۷۱- گزینه ۱ درست است.

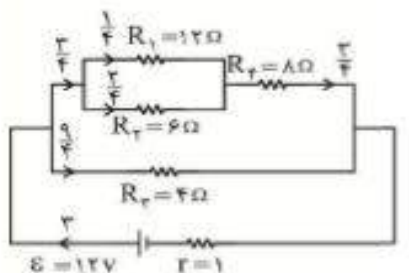
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} = \frac{16}{3 + 1} = 4A$$

$$P = RI^2 = 6 \times 4^2 = 96W$$



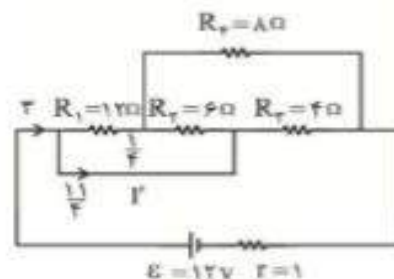
۷۲. گزینه ۲ درست است.

حالت اول کلید باز

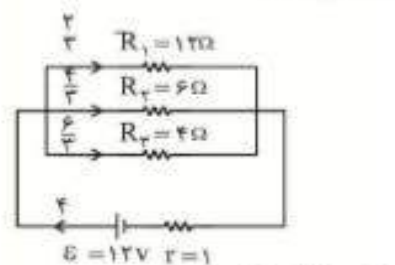


$$I = \frac{12}{3+1} = 3A$$

⇌

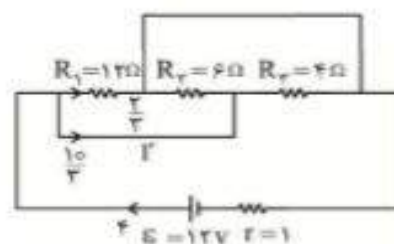


حالت اول کلید بسته



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

⇌



$$\Delta I = \frac{10}{3} - \frac{11}{4} = \frac{40 - 33}{12} = \frac{7}{12}$$



تست و پاسخ ۱

روی یک باتری قلمی مقدار 80 mAh نوشته شده است. اگر این باتری جریان الکتریکی متوسط $500 \mu\text{A}$ را در یک مدار الکتریکی فراهم سازد، چند دقیقه طول می کشد تا به طور کامل تخلیه شود؟

میلی آمپر ساعت، واحد بار الکتریکی است؛ یعنی اگر این مقدار بار الکتریکی از باتری عبور کند، باتری به طور کامل تخلیه می شود.

۱۶۰ (۲)

۱۶ (۱)

۹۶۰۰ (۴)

۹۶۰ (۳)

پاسخ: گزینه ۴

خوب حل کنی بهتر: با استفاده از رابطه شدت جریان الکتریکی متوسط (یعنی $I = \frac{Dq}{Dt}$)، مدت زمان خواسته شده را به دست آورید. فقط مواظبتون به تبدیل واحدها باشه!

مشاوره: این تست کاملاً از تمرین کتاب درسی الگوبرداری شده است. از همین تست اول بدانید که اولین چیزی که طراحان سؤال‌های کنکور به آن مراجعه می کنند، تمرین ها، مثال ها و فعالیت های کتاب درسی است.

درسنامه: اگر بار خالص Δq در مدت زمان Δt از مقطعی معین از رسانا عبور کند، در این صورت نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می گویند.

$$I = \frac{Dq}{Dt} \quad \textcircled{C} \quad \textcircled{D} \quad \textcircled{E} \quad \textcircled{F} \quad \textcircled{G} \quad \textcircled{H} \quad \textcircled{I} \quad \textcircled{J} \quad \textcircled{K} \quad \textcircled{L} \quad \textcircled{M} \quad \textcircled{N} \quad \textcircled{O} \quad \textcircled{P} \quad \textcircled{Q} \quad \textcircled{R} \quad \textcircled{S} \quad \textcircled{T} \quad \textcircled{U} \quad \textcircled{V} \quad \textcircled{W} \quad \textcircled{X} \quad \textcircled{Y} \quad \textcircled{Z}$$

نکته: هر کولن بار الکتریکی، معادل 1 As است؛ پس می توانیم بنویسیم:

$$1 \text{ Ah} = 1 \text{ A} \cdot (3600 \text{ s}) = 3600 \text{ As} \quad \textcircled{A} \quad \textcircled{B} \quad \textcircled{C} \quad \textcircled{D} \quad \textcircled{E} \quad \textcircled{F} \quad \textcircled{G} \quad \textcircled{H} \quad \textcircled{I} \quad \textcircled{J} \quad \textcircled{K} \quad \textcircled{L} \quad \textcircled{M} \quad \textcircled{N} \quad \textcircled{O} \quad \textcircled{P} \quad \textcircled{Q} \quad \textcircled{R} \quad \textcircled{S} \quad \textcircled{T} \quad \textcircled{U} \quad \textcircled{V} \quad \textcircled{W} \quad \textcircled{X} \quad \textcircled{Y} \quad \textcircled{Z}$$

یعنی هر آمپر ساعت، معادل 3600 C است.

استدلال: گام اول، باید مقدار بار الکتریکی را بر حسب کولن یا آمپر ثانیه (As) به دست بیاوریم؛ بنابراین داریم:

$$Dq = 80 \text{ mAh} \cdot \frac{10^{-3} \text{ A}}{1 \text{ mA}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 8 \cdot 36 \text{ As}$$

گام دوم، حالا با استفاده از رابطه $I = \frac{Dq}{Dt}$ می توانیم مدت زمان شارش بار الکتریکی را به دست آوریم؛ بنابراین می توان نوشت:

$$I = \frac{Dq}{Dt} \quad \textcircled{A} \quad \textcircled{B} \quad \textcircled{C} \quad \textcircled{D} \quad \textcircled{E} \quad \textcircled{F} \quad \textcircled{G} \quad \textcircled{H} \quad \textcircled{I} \quad \textcircled{J} \quad \textcircled{K} \quad \textcircled{L} \quad \textcircled{M} \quad \textcircled{N} \quad \textcircled{O} \quad \textcircled{P} \quad \textcircled{Q} \quad \textcircled{R} \quad \textcircled{S} \quad \textcircled{T} \quad \textcircled{U} \quad \textcircled{V} \quad \textcircled{W} \quad \textcircled{X} \quad \textcircled{Y} \quad \textcircled{Z}$$

$$Dt = \frac{8 \cdot 36}{5 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 76 \cdot 10^5 \text{ s}$$

بنابراین مدت زمان شارش بار الکتریکی بر حسب دقیقه برابر است با:

$$Dt = 5 \cdot 76 \cdot 10^5 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 9600 \text{ min}$$

تست و پاسخ ۲

یک سیم مسی بسیار بلند به جرم 125 kg را به اختلاف پتانسیل 8 kV متصل می کنیم و جریان 20 A از سیم می گذرد. اگر چگالی و مقاومت ویژه مس به ترتیب 9 g/cm^3 و $10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ باشد، قطر سیم چند میلی متر است؟ ($\pi^2 = 10$)

۲ (۴)

۱/۵ (۳)

۱ (۲)

۰/۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره: گاهی نماد دو کمیت مختلف یکسان است؛ مثل ρ که هم نماد مقاومت ویژه و هم نماد چگالی است. طراحان سؤال، عمدی یا غیر عمدی این کمیت ها را در یک تست می آورند تا تمرکز شما را به چالش بکشند. این تست یکی از معروف ترین نمونه های نمادهای یکسان است.

خوبتر حل کنید: ابتدا با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقدار مقاومت الکتریکی را به دست آورید سپس با توجه به چگالی سیم با استفاده از رابطه $R = r \frac{L}{A}$ و همچنین با توجه به سطح مقطع دایره‌ای سیم قطر آن را محاسبه کنید.

درسنامه (۱) تعریف مقاومت الکتریکی: به نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به جریان الکتریکی عبوری از آن، مقاومت الکتریکی رسانا می‌گوییم.

$$R = \frac{V}{I} \quad (V) \quad \text{و} \quad (A) \quad R = \frac{V}{I}$$

(۲) مقاومت الکتریکی یک سیم رسانا در دمای ثابت، به طول سیم (L)، سطح مقطع (A) و مقاومت ویژه (ρ) آن بستگی دارد و رابطه آن به صورت مقابل است:

$$R = r \frac{L}{A} \quad (m) \quad \text{و} \quad (m^2) \quad R = \frac{\rho L}{A}$$

(۳) با توجه به رابطه $r = \frac{\rho}{A}$ چگالی سیم (ρ) یا حاصل ضرب طول (L) و سطح مقطع (A) رابطه وارون دارد، زیرا:

$$r = \frac{\rho}{A} \quad \text{و} \quad r = \frac{\rho}{A}$$

حل مسئله گام اول: ابتدا با استفاده از تعریف مقاومت الکتریکی، مقاومت الکتریکی سیم را به دست می‌آوریم (V در رابطه $R = \frac{V}{I}$ اختلاف پتانسیل است):

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1.0}{2.0} = 0.5 \, \Omega$$

گام دوم: با توجه به چگالی و جرم سیم می‌توان نوشت (می‌دانید که در رابطه $V \cdot m = rV$ نماد حجم و ρ بیانگر چگالی است):

$$m = rV \quad \text{و} \quad V = \frac{m}{r} = \frac{1.25 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-4}} = 1.39 \times 10^{-1} \, m^3$$

از طرفی می‌دانیم که حجم سیم برابر با حاصل ضرب طول سیم در مساحت مقطع آن است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$V = AL \quad \text{و} \quad AL = \frac{1.25 \times 10^{-3}}{9} = 1.39 \times 10^{-4} \, m^3 \quad (1)$$

گام سوم: با استفاده از رابطه $R = r \frac{L}{A}$ داریم (در این رابطه ρ نماد مقاومت ویژه است):

$$R = r \frac{L}{A} \quad \text{و} \quad 0.5 = \frac{1}{9} \times 10^{-8} \times \frac{L}{A} \quad \text{و} \quad \frac{L}{A} = \frac{0.5 \times 9}{1 \times 10^{-8}} = 4.5 \times 10^7 \, m^{-1} \quad (2)$$

گام چهارم: با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲)، اگر رابطه (۱) را بر رابطه (۲) تقسیم کنیم، آن‌گاه می‌توان مقدار مساحت مقطع سیم (A) را به دست آورد.

$$\frac{AL}{L} = \frac{1.25 \times 10^{-3}}{9} \quad \text{و} \quad A = \frac{1.25 \times 10^{-3}}{9} = 1.39 \times 10^{-4} \, m^2$$

با توجه به سطح مقطع دایره‌ای سیم داریم (r شعاع و d قطر سیم است):

$$A = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4} \quad \text{و} \quad A = \pi \frac{d^2}{4} \Rightarrow \frac{d^2}{4} = \frac{A}{\pi} \Rightarrow d^2 = \frac{4A}{\pi} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 1.2 \times 10^{-2} \, m$$

$$\Rightarrow d = 1.2 \times 10^{-2} \, m = 12 \, mm$$

تست و پاسخ

دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند. رسانای A سیم توپری به قطر ۲ mm و رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی ۲ mm و شعاع داخلی ۱ mm است. اگر مقاومت رسانای A ۲ برابر مقاومت رسانای B باشد، طول رسانای A چند برابر طول رسانای B است؟ (دمای دو رسانا یکسان است).

پس مقاومت ویژه آن‌ها یکسان است.

سطح مقطع لوله برابر اختلاف مساحت این دو دایره است.

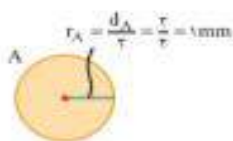
(۱) $\frac{2}{3}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) ۱

پاسخ: گزینه ۱

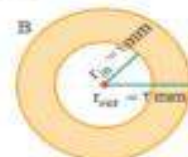
مشاوره بعضی از سؤال‌ها دو حالت متفاوت از یک رابطه را بررسی می‌کنند. برای حل این سؤال‌ها باید به کمک رابطه نسبت کمیت‌ها را بنویسید. راستی این را هم بگوییم که این تست برگرفته از تمرین‌های آخر فصل ۲ کتاب درسی یازدهم است؛ پس اگر تمرین‌های کتاب درسی را حل کرده باشید، این تست را به راحتی حل می‌کنید.

خوب حل‌کنی بهتر: با استفاده از رابطه $R = r \frac{L}{A}$ و با توجه به این که مقاومت رسانای A، ۲ برابر مقاومت رسانای B است، نسبت طول رسانای A به طول رسانای B را به دست آورید.

پیش‌نویس: گام اول، با توجه به شکل‌های زیر، سطح مقطع هر یک از رساناهای A و B را به دست می‌آوریم:



$$A_A = \pi r_A^2 = \pi (1)^2 = \pi \text{ mm}^2$$



$$A_B = \pi r_{out}^2 - \pi r_{in}^2 = \pi (2)^2 - \pi (1)^2 = 3\pi \text{ mm}^2$$

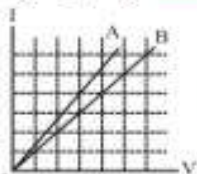
گام دوم، حالا با استفاده از رابطه $R = r \frac{L}{A}$ می‌توانیم بنویسیم:

$$R = r \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{r_A}{r_B} \cdot \frac{L_A}{L_B} \cdot \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{2}{1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{L_A}{L_B} \cdot \frac{3\pi}{\pi} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{2}{3}$$

تست ۹ پاسخ: ۴

در شکل داده‌شده نمودار جریان بر حسب ولتاژ برای دو رسانای A و B نشان داده شده است. مقاومت رسانای A درصد از مقاومت

رسانای B است.



منظورش این است که اطلاعات مسئله را در نمودار داده است.

(۲) ۲۵، کمتر

(۴) ۳۳، کمتر

(۱) ۲۵، بیشتر

(۳) ۳۳، بیشتر

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره مباحث پایه ریاضی یا فیزیک (مانند درصد، تبدیل واحد و ...) معمولاً به تنهایی پرسیده نمی‌شود، اما برای حل بیشتر تست‌ها به آن‌ها نیاز داریم.

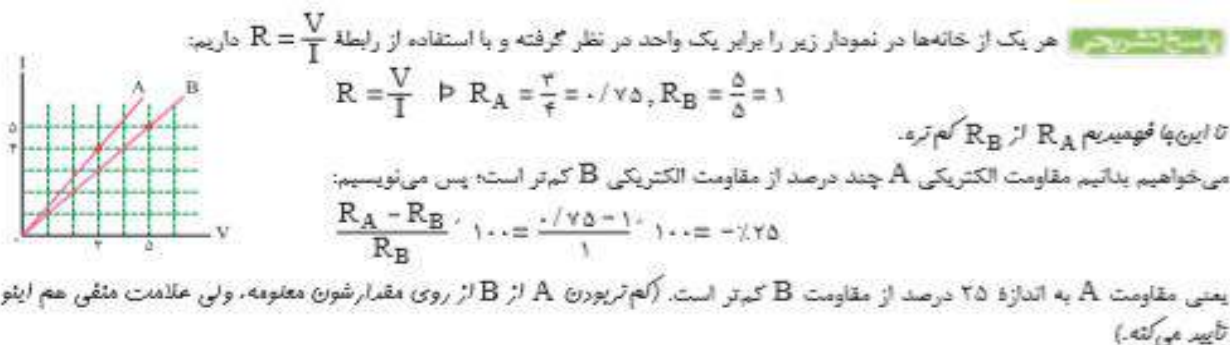
خوب حل‌کنی بهتر: با توجه به نمودار، مقاومت الکتریکی A و B را با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ به دست بیاورید، سپس با یکدیگر مقایسه کنید.

دوسه نکته: درصد اختلاف دو مقدار از یک کمیت (مثلاً R) را به صورت زیر حساب می‌کنیم:

$$\frac{R_A - R_B}{R_B} \cdot 100 = \%X \Rightarrow \text{یعنی کمیت A، X درصد از کمیت B بیشتر یا کمتر است.}$$

$$\frac{R_B - R_A}{R_A} \cdot 100 = \%Y \Rightarrow \text{یعنی کمیت B، Y درصد از کمیت A بیشتر یا کمتر است.}$$

حواستون باشه اگر حاصل درصد مثبت باشد، نشانه بیشتر بودن یک کمیت نسبت به دیگری و اگر حاصل منفی باشد، نشانه کمتر بودن آن کمیت نسبت به دیگری است.



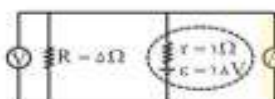
حواستون باشه اگر می‌خواستیم بدانیم که مقاومت B چند درصد از مقاومت A بیشتر است، باید می‌نوشتیم:

$$\frac{R_B - R_A}{R_A} \cdot 100 = \frac{2 - 2.67}{2.67} \cdot 100 = -25\%$$

یعنی مقاومت B ۲۲ درصد از مقاومت A بیشتر است.

تست و پاسخ ۵

در مدار داده‌شده، مقداری که ولتسنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ در SI کدام‌اند؟



آمپرسنج موازی با مقاومت R بسته شده است.

۱) ۳.۱۵

۲) ۱۸.۱۵

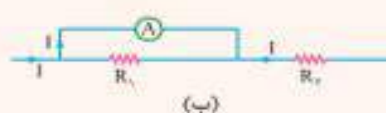
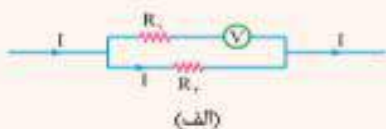
۳) صفر. ۳

۴) صفر. ۱۸

پاسخ: گزینه ۴

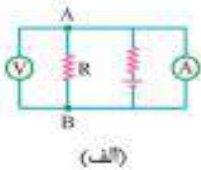
مشاوره ولتسنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی اگر در جای خودشان قرار بگیرند، خطری ندارند، ولی بعضی وقت‌ها طراحان کنکور با ترکیب این دو دستگاه با مدارهای الکتریکی مین‌گذاری می‌کنند و شما باید بفهمید و آن‌ها را خنثی کنید؛ پس لطفاً بیشتر مواظب ولتسنج‌ها و آمپرسنج‌ها باشید.

خوب حل‌کنی بهتره ولتسنج آرمانی اختلاف پتانسیل دو سر سیمی را که به آن متصل است و آمپرسنج آرمانی جریان الکتریکی را که از آن عبور می‌کند، نشان می‌دهد. شما باید دقت کنید که در حالت عادی آمپرسنج آرمانی را با مقاومت به صورت متوالی می‌بندند، ولی این‌جا آن را با مقاومت R به صورت موازی بسته‌اند. به نظر شما در این حالت مقاومت R و اختلاف پتانسیل دو سرش چه می‌شود؟



درسنامه ۱) مقاومت ولتسنج آرمانی بی‌نهایت است؛ بنابراین جریان الکتریکی از آن عبور نمی‌کند. پس از شاخه‌ای که ولتسنج آرمانی در آن قرار دارد، جریان الکتریکی عبور نمی‌کند. مثلاً در شکل (الف) تمام جریان I از مقاومت R_2 می‌گذرد و جریانی از مقاومت R_1 عبور نمی‌کند.

۲) مقاومت آمپرسنج آرمانی صفر است؛ بنابراین آمپرسنج آرمانی در یک مدار الکتریکی مانند یک سیم رسانای بدون مقاومت عمل می‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر آن و هر چیزی که با آن موازی است، صفر می‌شود. مثلاً در شکل (ب) اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 صفر می‌شود و از R_1 هیچ جریانی عبور نمی‌کند.



(الف)

اختلاف پتانسیل دو نقطه A و B صفر است، پس R حذف می‌شود.



(پ)

مقاومتش صفر است و هم‌اکنون جریانی بی‌نهایت است؛ پس جریانی را از خود عبور می‌دهد.

(ب)

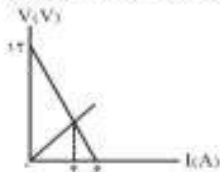
پاسخ تشریحی: گام اول: با توجه به این که مقاومت آمپرسنج آرمانی صفر است، پس آمپرسنج آرمانی مانند یک سیم بدون مقاومت در مدار الکتریکی عمل می‌کند؛ یعنی اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج آرمانی و هر چیزی که به دو سر آن بسته شده صفر است؛ پس در شکل (الف) اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R نیز صفر شده و مقاومت R اتصال کوتاه می‌شود. همچنین با توجه به مدار ولتسنج آرمانی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R یعنی صفر را نشان می‌دهد (تا این جا 1 و 2 حذف می‌شوند).

گام دوم: با توجه به این که مقاومت ولتسنج آرمانی بی‌نهایت است، پس جریان الکتریکی از شاخه‌ای که ولتسنج آرمانی قرار دارد عبور نمی‌کند؛ بنابراین همان‌طور که در شکل (ب) مشخص کردیم، از مقاومت R و ولتسنج آرمانی هیچ جریانی نمی‌گذرد و مدار الکتریکی به صورت شکل (پ) می‌شود و مقدار جریانی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{1.8}{1} = 1.8 \text{ A}$$

تست و پاسخ ۶

شکل داده شده نمودارهای تغییرات ولتاژ برحسب جریان عبوری از یک باتری و یک مقاومت است. اگر دو سر این مقاومت را به پایانه‌های همین باتری وصل کنیم، توان خروجی باتری چند وات می‌شود؟



- ۱) ۱.۱۲
۲) ۳.۲۲
۳) ۴۰
۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره: هر سال در گنکور سراسری یک یا چند تست خلایقه و با ایده‌ای نو داریم. معمولاً این تست‌ها نیاز به فکر کردن دارند و از این نظر وقت‌گیرند. این تست هم جزء تست‌های خلایقه محسوب می‌شود. شما باید یاد بگیرید وقتی با این جور تست‌ها روبرو شدید، کمی روی حل آن تمرکز کنید و اگر راهی به ذهنتان نرسید، یک علامت کنارش بگذارید و از آن عبور کنید و اگر در آخر وقت اضافه آوردید دوباره به سر اغش بیایید.

خوب حل‌کننده بهتره: ابتدا تشخیص بدهید که کدام نمودار مربوط به مقاومت و کدام نمودار مربوط به باتری است. سپس با توجه به این که اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل خارجی برابر است، توان خروجی باتری را محاسبه کنید.



درسنامه ۱۰۰: نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت برحسب جریان عبوری از آن:

با توجه به رابطه $V = RI$ ، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت اهمی برحسب جریان عبوری از آن مطابق شکل روبه‌رو یک خط راست است که از مبدأ می‌گذرد.

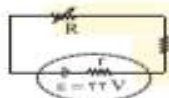
۲۰: نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری برحسب جریان عبوری از آن در مداری شامل پلکه باتری:

مدار شکل مقابل را در نظر بگیرید. اگر باتری آرمانی باشد ($r = 0$) اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با ε می‌شود، اما اگر باتری دارای مقاومت درونی باشد ($r \neq 0$) افت پتانسیلی در مدار به وجود می‌آید و اختلاف پتانسیل دو سر باتری به صورت مقابل محاسبه می‌شود:

با توجه به رابطه بالا، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری برحسب جریان عبوری از آن مطابق شکل روبه‌رو است. همین‌طور که می‌بینید محل برخورد این نمودار با محور V (عرض از مبدأ) برابر ε و محل برخورد این نمودار با محور I (طول از مبدأ) برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است.

تست و پاسخ ۱

در مدار داده شده، توان خروجی باتری به ازای دو مقدار مقاومت رثوستای $R_1 = 1W$ و $R_2 = 7W$ یکسان است. اگر مقاومت رثوستا را روی 6Ω تنظیم کنیم، توان خروجی باتری چند وات می‌شود؟



جوابتان باشد مقاومت بیرونی، مجموع مقاومت رثوستا و مقاومت یک

- (۱) ۴۴
- (۲) ۲۸
- (۳) ۲۲
- (۴) ۱۴

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره بعضی از نکته‌های کنکوری مستقیماً در کتاب درسی نیامده‌اند، اما ایده آن‌ها چندین بار در کنکور مطرح شده است؛ پس برای موفقیت در کنکور، خواندن کتاب درسی لازم است، ولی کافی نیست؛ مثل نکته‌ای که برای حل این تست باید بدانید.

خوب حل کنی بهتره ابتدا مقاومت درونی باتری را با استفاده از رابطه $r = \sqrt{R_{eq1} R_{eq2}}$ به دست آورید؛ سپس توان خروجی باتری را در وضعیت خواسته شده، محاسبه کنید.



درس نامه ۱) مقاومت معادل مقاومت‌هایی که به صورت متوالی (سری) به یکدیگر وصل شده‌اند، برابر با مجموع مقاومت‌هاست.

$$R_{eq} = R_1 + R_p + R_2$$

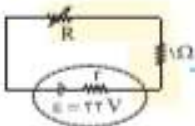
۲) جریان خروجی از باتری از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r}$$

آزمون‌های سراسر
گاج

تست و پاسخ ۱

در مدار داده شده، توان خروجی باتری به ازای دو مقدار مقاومت رنوستای $R_1 = 1\text{ W}$ و $R_2 = 7\text{ W}$ یکسان است. اگر مقاومت رنوستا را روی $6\ \Omega$ تنظیم کنیم، توان خروجی باتری چند وات می‌شود؟



خواهتان باشد مقاومت
بیرونی، مجموع مقاومت
رنوستا و مقاومت
یک

(۱) ۴۴

(۲) ۲۸

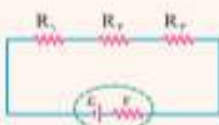
(۳) ۲۲

(۴) ۱۴

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره بعضی از نکته‌های کنکوری مستقیماً در کتاب درسی نیامده‌اند، اما ایده آن‌ها چندین بار در کنکور مطرح شده است؛ پس برای موفقیت در کنکور، خواندن کتاب درسی لازم است، ولی کافی نیست؛ مثل نکته‌ای که برای حل این تست باید بدانید.

خوب حل کنی بهتر ابتدا مقاومت درونی باتری را با استفاده از رابطه $r = \sqrt{R_{eq1} R_{eq2}}$ به دست آورید؛ سپس توان خروجی باتری را در وضعیت خواسته شده، محاسبه کنید.



درس نامه (۱) مقاومت معادل مقاومت‌هایی که به صورت متوالی (سری) به یکدیگر وصل شده‌اند، برابر با مجموع مقاومت‌هاست.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r}$$

(۲) جریان خروجی از باتری از رابطه مقابل به دست می‌آید:



در مدار مقابل R یک مقاومت رفوستا است. اگر توان خروجی باتری به ازای مقاومت R_1 یا توان خروجی باتری به ازای مقاومت R_2 یکسان باشد آن گاه مقاومت درونی باتری از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

به عبارت دیگر R_1 و R_2 مقاومت معادل در حالت‌های (۱) و (۲) هستند که توان خروجی باتری در این دو

حالت با یکدیگر برابر است:

$$r = \sqrt{R_{eq1} R_{eq2}}$$

استدلال: گام اول، قبل از هر چیز باید حواستان باشد که در این جا مقاومت معادل برابر مقاومت رفوستا نیست، بلکه باید آن را حساب کنیم؛ پس ابتدا مقاومت معادل مدار را در دو حالتی که توان خروجی باتری یکسان است، به دست می‌آوریم:

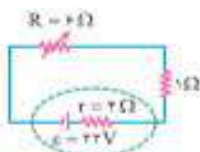
$$R_{eq} = R_{\text{رفوستا}} + 1 \quad \text{و} \quad R_{eq_1} = 1 + 1 = 2 \Omega, \quad R_{eq_2} = 7 + 1 = 8 \Omega$$

گام دوم، حال با توجه به این که توان خروجی باتری در دو حالت R_{eq_1} و R_{eq_2} با یکدیگر برابر است، مقاومت درونی باتری را با استفاده از

رابطه $r = \sqrt{R_{eq1} R_{eq2}}$ به دست می‌آوریم.

گام سوم، جریان خروجی از باتری را در حالتی که مقاومت رفوستا برابر با 6Ω است، محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq_2} = 6 + 1 = 7 \Omega$$



$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq_2} + r} \quad \text{و} \quad I = \frac{22}{7 + 2} \quad \text{و} \quad I = 2 \text{ A}$$

گام چهارم، در نهایت توان خروجی باتری را با استفاده از رابطه $P_{\text{آی‌اچ‌اچ}} = \varepsilon I - rI^2$ به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{آی‌اچ‌اچ}} = \varepsilon I - rI^2 \quad \text{و} \quad P = 22(2) - 2(2)^2 \quad \text{و} \quad P = 28 \text{ W}$$

تست و پاسخ ۲

کدام یک از عبارت‌های زیر دربارهٔ رسانایی الکتریکی مواد درست است؟

الف) در دمای معمولی (مثلاً 20°C) مقاومت ویژهٔ نیم‌رساناها از مقاومت ویژهٔ نارساها کمتر است.

ب) در برخی مواد مانند سیلیسیم و ژرمانیم با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی افت می‌کند و به صفر می‌رسد.

پ) افزایش طول رسانا یا کاهش مساحت مقطع آن باعث می‌شود مقاومت ویژهٔ رسانا افزایش یابد.

ت) مقاومت ویژهٔ یک نیم‌رسانا با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

الف و ت

ب و پ

ب و ت

الف و پ

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره: معمولاً هر سال حداقل یک تست از متن کتاب درسی به صورت غیرمحاسباتی در کنکور سراسری دیده می‌شود. در کنکورهای اخیر تست‌هایی دیده می‌شود که از چند عبارت تشکیل شده است. این تست هم از سبکی پیروی کرده است که طراحان کنکور اخیراً به آن علاقه نشان داده‌اند. خواندن متن کتاب درسی به ویژه بخش‌های پرنکتهٔ آن را به شما توصیه می‌کنیم.

خوب حل کنی بهتره: برای حل این تست باید تسلط کافی به متن کتاب درسی داشته باشید؛ پس یک نگاهی به صفحهٔ ۴۵ کتاب درسی بزنیم. زیربخش «عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی» ببینید.

استدلال: بررسی عبارت‌ها:

الف) رساناهای الکتریکی خوب مقاومت ویژهٔ بسیار کم و عایق‌های خوب، مقاومت ویژهٔ بسیار زیادی دارند. دسته‌ای از مواد وجود دارند که مقاومت ویژهٔ آن‌ها بین مقاومت ویژهٔ رساناها و نارساها است؛ به عبارت دیگر، مقاومت ویژهٔ این مواد از مقاومت ویژهٔ رساناها بیشتر و از مقاومت ویژهٔ نارساها کمتر است. به این دسته از مواد، نیم‌رسانا می‌گویند. (✓)

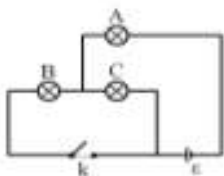
ب) در برخی مواد مانند جیوه و قلع یا کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی افت می‌کند و به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر، همچنان مقاومت ویژه آن صفر می‌ماند به این پدیده ابررسانایی می‌گویند. (X) در این عبارت به اشتباه گفته شده که سیلیسیم و ژرمانیم ابررسانا هستند در حالی که این دو ماده نیم‌رسانا هستند!

پ) مقاومت ویژه یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد و افزایش طول یا کاهش مساحت آن تأثیری بر مقاومت ویژه نمی‌گذارد. (X) (افزایش طول یا کاهش مساحت، مقاومت را افزایش می‌دهد، اما تأثیری روی مقاومت ویژه ندارد)

ت) مقاومت ویژه رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود، در حالی که مقاومت ویژه نیم‌رساناها یا افزایش دما، کاهش می‌یابد. (✓)

تست و پاسخ ۳

در مدار داده‌شده مقاومت الکتریکی لامپ‌های رشته‌ای A، B و C به ترتیب 2Ω ، 4Ω و 6Ω و نیروی محرکه باتری آرمانی $18V$ است. با بستن کلید k، توان مصرفی لامپ C چند وات و چگونه تغییر می‌کند؟



با بستن کلید k، لامپ B (مقاومت هم‌وارد) هم‌وارد می‌شود.

(۱) $34/56$ ، کاهش می‌یابد.

(۲) $34/56$ ، افزایش می‌یابد.

(۳) $13/44$ ، کاهش می‌یابد.

(۴) $13/44$ ، افزایش می‌یابد.

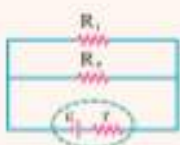
پاسخ: گزینه ۳

مشاوره: در کنگور تجربی (۱۴۰۱)، چهارتا تست مدار الکتریکی آمد که سه‌تای آن کلیددار بود! وجود کلید در مدار باعث می‌شود که مدار دو حالت شود. مثل این است که با قرار دادن کلید در مدار و باز و بسته کردن آن، جریان خروجی از باتری و در نتیجه جریان عبوری از مقاومت‌ها و توان مصرفی مقاومت‌ها نیز تغییر می‌کند.

خوب حل‌کنی بهتره: جریان الکتریکی عبوری از لامپ C را قبل و پس از بستن کلید k به دست آورید و توان مصرفی آن را محاسبه کنید.

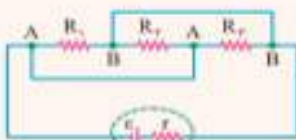
درسنامه ۱۱۰ (۱) درس‌نامه (۱) در تست ۵۷ را بخوانید.

(۲) اختلاف پتانسیل مقاومت‌ها در اتصال موازی، با یکدیگر برابر است؛ بنابراین جریان الکتریکی عبوری از مقاومت‌ها به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

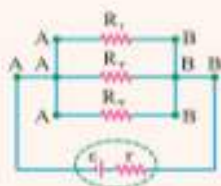


$$V_1 = V_2 = V_3 \quad R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

(۳) تکنیک نام‌گذاری نقاط هیرتانسیل:



گاهی اوقات تشخیص سری یا موازی بودن مقاومت‌ها مشکل است. برای حل این مشکل، کافی است نقاط هیرتانسیل مدار را مشخص کنیم. برای مثال، مدار روبه‌رو را در نظر بگیرید. یک سر سیم بدون مقاومت به پتانسیل V_A وصل است؛ بنابراین چون این سیم مقاومتی ندارد، پس پتانسیل سر دیگر آن نیز V_A است. همچنین یک سر سیم بدون مقاومت به پتانسیل V_B وصل است؛ بنابراین چون این سیم مقاومتی ندارد، پس پتانسیل سر دیگر آن نیز V_B است. حال دو نقطه A و B را در دو سر مدار قرار می‌دهیم و هر یک از مقاومت‌ها را با توجه به نقاط دو سر آن‌ها به یکدیگر وصل می‌کنیم.



همان‌طور که مشاهده می‌کنید، شکل مدار به حالت ساده‌تری تبدیل شد و تشخیص سری یا موازی بودن مقاومت‌ها نیز به سادگی امکان‌پذیر است.

محاسبه توان مصرفی مقاومت:

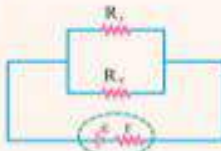
برای محاسبه توان مصرفی مقاومت‌ها می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (\text{از این رابطه بیشتر زمانی استفاده می‌شود که } V \text{ ثابت باشد})$$

$$P = RI^2 \quad (\text{از این رابطه بیشتر زمانی استفاده می‌شود که } I \text{ ثابت باشد})$$

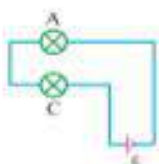
$$P = VI \quad (\text{اگر مقدار مقاومت را نداشته باشیم، می‌توانیم توانش را از این رابطه حساب کنیم})$$

معادل‌گیری دو مقاومت موازی:



اگر دو مقاومت به صورت موازی به یکدیگر وصل شده باشند، مقاومت معادل آن‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



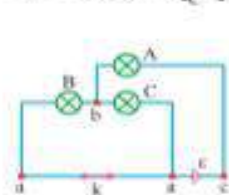
(الف)

گام اول: هنگامی که کلید k باز است، لامپ B در مدار قرار ندارد بنابراین شکل مدار به صورت شکل (الف) درمی‌آید.

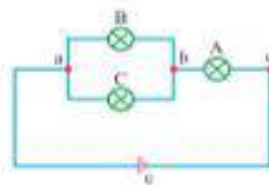
با توجه به این که جریان عبوری از لامپ C با جریان عبوری از لامپ A برابر است پس می‌توان نتیجه گرفت که لامپ A و لامپ C به صورت متوالی به یکدیگر بسته شده‌اند بنابراین مقاومت معادل آن‌ها و جریان عبوری از آن‌ها برابر است با:

$$R_{eq} = R_A + R_C \quad \frac{R_{eq} = 10 \Omega}{R_C = 10 \Omega} \quad R_{eq} = 10 \Omega, I = \frac{e}{R_{eq} + r} \quad \frac{I = \frac{1A}{10}}{R_{eq} = 10 \Omega} \quad I = \frac{1A}{10}$$

$$P_C = R_C I_C^2 \quad \frac{P_C = 19/44 W}{I_C = 1/10 A} \quad P_C = 6 \cdot (1/10)^2 = 19/44 W$$



(ب)



(پ)

گام دوم: با بستن کلید k ، لامپ B در مدار قرار می‌گیرد. برای تشخیص متوالی یا موازی بودن لامپ‌ها، کافی است نقاط هم‌پتانسیل را نام‌گذاری کنیم. همین‌طور که در شکل (ب) می‌بینید، دو سر لامپ‌های B و C هم‌نام‌اند پس این دو لامپ موازی‌اند و شکل مدار به صورت شکل (پ) درمی‌آید. برای محاسبه جریان الکتریکی مدار، ابتدا باید مقاومت معادل لامپ‌ها را به دست بیاوریم؛ بنابراین می‌توان نوشت:

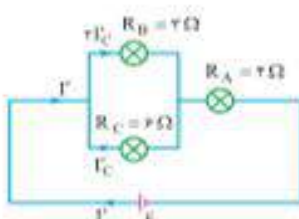
$$R_{eqB,C} = \frac{R_B R_C}{R_B + R_C} \Rightarrow R_{eqB,C} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} \Rightarrow R_{eqB,C} = 2 \Omega$$

از طرفی با توجه به این که مقاومت معادل دو لامپ B و C با لامپ A متوالی است، پس مقاومت معادل مدار در این حالت به صورت زیر است:

$$R_{eq} = R_{eqB,C} + R_A \quad \frac{R_{eq} = 8 \Omega}{R_A = 6 \Omega} \quad R_{eq} = 2 + 6 \Rightarrow R_{eq} = 8 \Omega$$

$$I = \frac{e}{R_{eq} + r} \quad \frac{I = \frac{1A}{8}}{R_{eq} = 8 \Omega} \quad I = \frac{1A}{8} \Rightarrow I = 1/8 A$$

بنابراین جریان خروجی از باتری برابر است با:



گام سوم: حال باید جریان الکتریکی عبوری از لامپ C را به دست بیاوریم. با توجه به این که جریان الکتریکی در مقاومت‌های موازی به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، داریم:

$$I = I_C + I_B \quad I = I_C + 1/8 \Rightarrow I_C = 1/8 A$$

گام چهارم: در نهایت، با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، توان مصرفی لامپ C را در حالت دوم محاسبه می‌کنیم:

$$P_C = R_C I_C^2 \quad \frac{P_C = 6/44 W}{I_C = 1/8 A} \quad P_C = 6 \cdot (1/8)^2 \Rightarrow P_C = 6/44 W$$

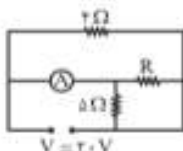
گام آخر: برای محاسبه تغییرات توان مصرفی لامپ C می‌توان نوشت:

$$P_C - P_C = 6 - 19/44 \Rightarrow P_C - P_C = -13/44 W$$

بنابراین با بستن کلید k ، توان مصرفی لامپ C به اندازه $13/44 W$ کاهش می‌یابد.

تست و پاسخ ۴

در مدار داده شده اگر توان مصرفی مقاومت R برابر 40 W باشد، آمپرستج آرمانی چند آمپر را نشان می‌دهد؟



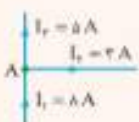
آمپرستجی که
مقاومت آن صفر است،
مانند سیم بدون
مقاومت عمل می‌کند.

- (۱) ۴
- (۲) ۵
- (۳) ۶
- (۴) ۷

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: می‌توان مصرفی مقاومت یا توان خروجی باتری یا توان مصرفی باتری همیشه روی میز طراحی کنکور قرار دارد؛ بنابراین تا حد توانتان، توان را جدی بگیرید.

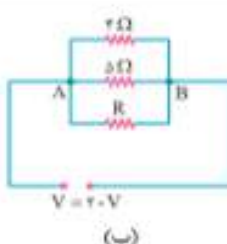
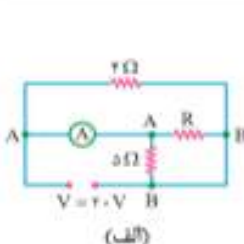
خوب حل‌کنی بهتره: ابتدا متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها را مشخص کنید (برای این که ساده‌تر متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها را تشخیص دهید، پیشنهاد می‌کنم به کمک تکنیک نام‌گذاری، نقاط هم‌پتانسیل را مشخص کنید).



درسنامه: قاعده انشعاب جریان‌ها، مجموع جریان‌هایی که به یک گره وارد می‌شوند برابر مجموع جریان‌هایی است که از آن گره خارج می‌شوند؛ مثلاً در شکل روبه‌رو جریان $I_3 = 8 \text{ A}$ وارد گره A شده است و جریان $I_1 + I_2 = 8 \text{ A}$ از آن خارج شده است.

نکته

مقاومت آمپرستج آرمانی صفر است؛ پس مانند سیم بدون مقاومت در مدار عمل می‌کند.



گام اول، ابتدا نقاط هم‌پتانسیل مدار را مشخص می‌کنیم. همین‌طور که در شکل (الف) می‌بینید، دو سر همه مقاومت‌ها هم‌نامند و دو سر هر سه تایشان به اختلاف پتانسیل 20 V وصل است، حال شکل ساده‌تری از مدار را رسم می‌کنیم. (شکل ب)

گام دوم، با توجه به این که هر سه مقاومت با یکدیگر موازی هستند پس اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با یکدیگر یکسان و اندازه آن برابر با 20 V است؛ بنابراین جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌ها را می‌توان محاسبه کرد.

V و R مقاومت‌های ۴ و ۵ اهمی معلوم‌اند، پس جریان آن‌ها را از رابطه $I = \frac{V}{R}$ حساب می‌کنیم؛ ولی چون توان مصرفی و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R را داریم، برای محاسبه جریان عبوری از آن از رابطه $P = VI$ کمک می‌گیریم:

$$I_5 W = \frac{P_5}{V_5} \Rightarrow I_5 W = \frac{20}{5} \Rightarrow I_5 W = 4 \text{ A}$$

$$P = VI \Rightarrow \frac{40}{20} = I_R \Rightarrow I_R = 2 \text{ A}$$

$$I = I_5 W + I_5 W + I_R \Rightarrow I = 5 + 4 + 2 \Rightarrow I = 11 \text{ A}$$

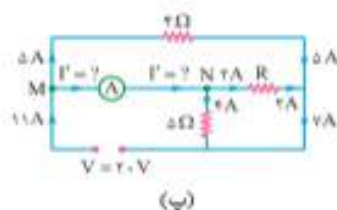
بنابراین جریان خروجی از باتری برابر است با:

گام سوم، با توجه به شکل (ب)، جریان 11 A به گره M وارد می‌شود و جریان‌های $I_5 W = 5 \text{ A}$ و I' از آن خارج می‌شود. آمپرستج آرمانی جریان الکتریکی I' را نشان می‌دهد.

$$I = I' + I_5 W \Rightarrow 11 = I' + 5 \Rightarrow I' = 6 \text{ A}$$

اگر خواستید برای اطمینان می‌توانید جریان‌ها در گره N را هم بررسی کنید:

$$I' = I_R + I_5 W = 2 + 4 = 6 \text{ A}$$



تست و پاسخ ۵

در شکل داده شده برای آن که منبع نیروی محرکه الکتریکی بار الکتریکی 1 mAh را از خود عبور دهد و آن را از پایانه منفی به پایانه مثبت خود منتقل کند، باید چند ژول کار انجام دهد؟



هیلی آمپر ساعت، یکای بار الکتریکی است.

$$5/4 \text{ (2)}$$

$$-9/4 \text{ (4)}$$

$$6/3 \text{ (1)}$$

$$4/5 \text{ (3)}$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره بعضی از تست‌های کنکور سراسری از قسمت‌های پنهان کتاب درسی است. این تست هم از قسمتی از کتاب درسی طراحی شده است که احتمالاً آن را مطالعه کرده‌اید، اما شاید توجه ویژه‌ای به آن نداشته‌اید!

خوب حل کنی بهتره تنها کافی است که از رابطه $e = \frac{DW}{Dq}$ استفاده کنید.

نکته هنگام عبور بار q از منبع، منبع نیروی محرکه کاری به اندازه ΔW روی آن انجام می‌دهد تا آن را در مدار به حرکت درآورد. کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر (منفی) به پایانه با پتانسیل بیشتر (مثبت) برده اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود و رابطه آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\epsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \rightarrow \text{(2) Volt}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \rightarrow \text{(C) \%}$$

$$\text{(V) \%}$$

$$1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$$

یادآوری هر آمپر ثانیه بار الکتریکی معادل 1 C است.

پس شرح ابتدا بار الکتریکی داده شده را بر حسب کولن به دست می‌آوریم:

$$1 \text{ mAh} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{A} \cdot 3600 \text{ s} = 3.6 \text{ C}$$

برای محاسبه کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی باید بر روی 1 mAh بار الکتریکی انجام دهد تا آن را از خود عبور داده و از پایانه با پتانسیل

کمتر (منفی) به پایانه با پتانسیل بیشتر (مثبت) برده، می‌توانیم بنویسیم:

$$e = \frac{DW}{Dq} \Rightarrow DW = eDq \Rightarrow DW = 1.5 \cdot 3.6 = 5.4 \text{ J}$$

تست و پاسخ ۶

در مدار داده شده، توان خروجی باتری به ازای جریان‌های 2 A و 8 A یکسان است، در حالتی که ولت‌سنج آرمانی عدد صفر را نمایش می‌دهد، توان مصرفی باتری چند وات است؟



یعنی اختلاف پتانسیل دوسر باتری و دوسر رنوستا صفر است.

به توانی که مقاومت درونی r مصرف می‌کند، توان مصرفی باتری می‌گوییم.

$$1 \text{ (1) صفر}$$

$$60 \text{ (2)}$$

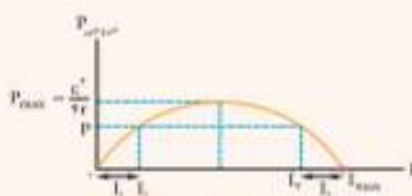
$$30 \text{ (3)}$$

$$15 \text{ (4)}$$

پاسخ: گزینه ۲

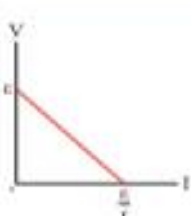
مشاوره یکی از تست‌های زیبا و خلاقانه‌ای که در کنکور سراسری تجربی 1300 آمده بود، در رابطه با توان خروجی باتری بود. این تست خیلی شبیه همان تست است. اگر این تست را قبلاً دیده باشید و نکته‌اش را بدانید، تست سختی نیست، ولی اگر دفعه اول است که با این نکته روبرو می‌شوید، باید با آن مثل تست‌های خلاقانه و جدید برخورد کنید.

خوب حل کنی بهتره با توجه به این که ولتسنج مقدار صفر را نشان می‌دهد، پس باید مقاومت رلوستا را صفر بگیرد و جریان الکتریکی بیشینه را محاسبه کنید؛ سپس با استفاده از جریان الکتریکی بیشینه، توان مصرفی باتری را به دست آورید.



درس نامه می‌دانیم که توان خروجی باتری از رابطه $P_{\text{خارج}} = eI - rI^2$ به دست می‌آید. با توجه به این رابطه، نمودار توان خروجی باتری برحسب جریان الکتریکی ($P-I$) همانند شکل روبه‌رو از نوع درجه‌دو است. همان‌طور که دیده می‌شود، توان خروجی باتری به ازای دو جریان الکتریکی متفاوت I_1 و I_2 یکسان است. از طرفی با توجه به این که سهمی نسبت به خطی که از رأس آن می‌گذرد، متقارن است، داریم:

$$I_{\text{max}} = I_1 + I_2$$



توجه ولتسنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد. از طرفی می‌دانیم که اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری از رابطه $V = E - rI$ به دست می‌آید و نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برحسب جریان الکتریکی ($V-I$) به صورت شکل مقابل است:

با توجه به نمودار روبه‌رو، می‌توان نتیجه گرفت هنگامی که اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با صفر است، مقاومت رلوستا صفر و جریان الکتریکی عبوری از مدار بیشینه است. از طرفی با توجه به این که توان خروجی باتری به ازای جریان‌های $2A$ و $8A$ یکسان است، پس بیشینه جریان الکتریکی آن به صورت مقابل محاسبه می‌شود:

$$I_{\text{max}} = 2 + 8 \Rightarrow I_{\text{max}} = 10A$$

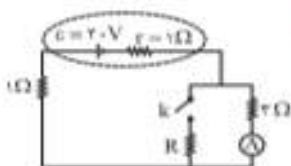
نکته مهم این‌جاست که در این حالت چون مقاومت بیرونی صفر است، تمام توان تولیدی باتری (یعنی $8I$) توسط مقاومت درونی مصرف می‌شود. بنابراین برای محاسبه توان مصرفی باتری هنگامی که ولتسنج مقدار صفر را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$P_{\text{آلوده}} = eI - rI^2 = 0 \Rightarrow \frac{1}{4} \left(\frac{E}{r} \right)^2 \Rightarrow P_{\text{آلوده}} = 6 \times 10 \Rightarrow P_{\text{آلوده}} = 60W$$

در حقیقت مقدار توانی که باتری تولید می‌کند، همان مقدار را نیز مصرف می‌کند. ($P_{\text{آلوده}} = P_{\text{آلوده}}$)

تست و پاسخ

در مدار داده‌شده با وصل کلید k ، جریان عبوری از آمپرسنج آرمانی نصف می‌شود. R چند اهم است؟



با وصل کلید k ، مقاومت R هم‌وارد مدار می‌شود.

۱۲ (۱)

۲/۴ (۲)

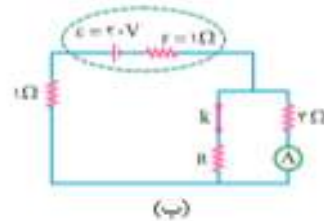
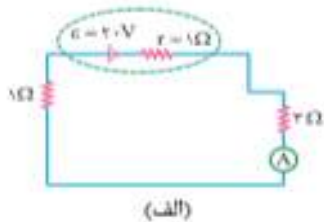
۶ (۳)

۱/۲ (۴)

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره بعضی از تست‌ها ظاهری مهربان و لبخند به لب دارند؛ ولی امان از اندیشه پلیدشان! اگر وارد حل یک تست شدید و دیدید که انگار در حال فرورفتن در باتلاقید، قبل از این که بیشتر فرو بروید از آن خارج شوید.

خوب حل کنی بهتره ابتدا جریان الکتریکی عبوری از آمپرسنج آرمانی را قبل از وصل کلید k محاسبه کنید. سپس با وصل آن، اول جریان جدید عبوری از مقاومت 3 اهمی و بعد هم مقدار مقاومت R را محاسبه کنید.



گام اول: مقاومت R تا قبل از وصل شدن کلید k در مدار قرار ندارد بنابراین شکل مدار قبل از وصل کلید k به صورت شکل (الف) است.

با توجه به شکل (الف) قبل از وصل شدن کلید k جریان الکتریکی عبوری از آمپرسنج آرمانی همان جریان الکتریکی خروجی از باتری است بنابراین برای محاسبه جریان الکتریکی که از آمپرسنج آرمانی عبور می‌کند می‌توان نوشت:

$$I = \frac{e}{R_{eq} + r} \quad I = \frac{20}{1 + 1} \quad I = 10 \text{ A}$$

گام دوم: حالا اگر کلید k را وصل کنیم، مقاومت R در مدار قرار می‌گیرد و با مقاومت 2Ω موازی می‌شود بنابراین شکل مدار در حالتی که کلید k وصل است، به صورت شکل (ب) است. با توجه به این که جریان الکتریکی عبوری از آمپرسنج آرمانی پس از وصل کلید k نصف می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که جریان الکتریکی عبوری از مقاومت 2Ω برابر با 2 A است.

$$I_W = \frac{I}{2} \quad I_W = \frac{10}{2} \quad I_W = 5 \text{ A}$$

گام سوم: از طرفی می‌دانیم که جریان‌های الکتریکی در مقاومت‌هایی که به صورت موازی به یکدیگر متصل هستند به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شوند بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{r}{R} = \frac{I_R}{I_W} \quad I_R = \frac{r}{R} I_W$$

همچنین جریان الکتریکی خروجی از باتری برابر با مجموع جریان‌های الکتریکی مقاومت‌های 2Ω و R است بنابراین جریان الکتریکی خروجی

$$I = I_W + I_R \quad I = 5 + \frac{r}{R} I_W \quad I = 5 + \frac{1}{R} I_W$$

$$R_{eq} = \frac{rR}{R+r} + 1 \quad R_{eq} = \frac{rR}{R+r} + 1$$

از طرفی مقاومت معادل مقاومت‌ها برابر است با:

گام چهارم: یک بار دیگر با استفاده از رابطه $I = \frac{e}{R_{eq} + r}$ می‌توانیم مقدار مقاومت R را به دست آوریم:

$$I = \frac{e}{R_{eq} + r} \quad \frac{10}{\frac{rR}{R+r} + 1 + 1} = \frac{20}{R+r} \quad \frac{10}{\frac{rR}{R+r} + 2} = \frac{20}{R+r}$$

$$10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2) \quad 10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2) \quad 10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2)$$

$$10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2) \quad 10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2) \quad 10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2)$$

$$10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2) \quad 10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2) \quad 10(R+r) = 20(\frac{rR}{R+r} + 2)$$

در ادامه داریم:

گام سوم: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 2Ω اهمی را حساب می‌کنیم:

$$V_W = R_W \cdot I_W = 2 \cdot 5 = 10 \text{ V}$$

بنابراین می‌توانیم شکل (ب) را برای بقیه مدار رسم کنیم و جریان کل را در این حالت بنویسیم:

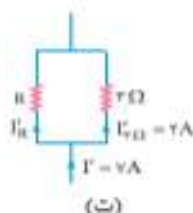
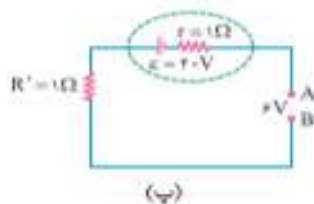
$$V_W = e - (r + R_{eq})I \quad 10 = 20 - (1 + 1)I \quad I = \frac{20 - 10}{2} = 5 \text{ A}$$

گام چهارم: حالا دوباره برمی‌گردیم به جای مجهول مدار، یعنی شکل (ت) و به راحتی جریان عبوری از مقاومت R را پیدا می‌کنیم:

$$I = I_R + I_W \quad 5 = I_R + 2 \quad I_R = 3 \text{ A}$$

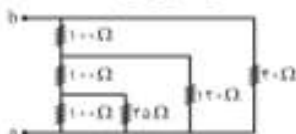
گام پنجم: فقط می‌ماند R را به کمک رابطه $R = \frac{V}{I}$ حساب کنیم:

$$R = \frac{V_W}{I_R} = \frac{10}{3} = 3.33 \Omega$$



تست و پاسخ ۸

در مدار داده شده، اگر اختلاف پتانسیل 320 V بین دو نقطه a و b برقرار شود، جریان چند آمپر از مقاومت $25\text{ }\Omega$ اهمی عبور می‌کند؟



$$- / 4 \text{ (۱)}$$

$$2 \text{ (۲)}$$

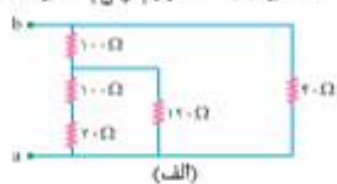
$$- / 8 \text{ (۳)}$$

پاسخ: گزینه ۲

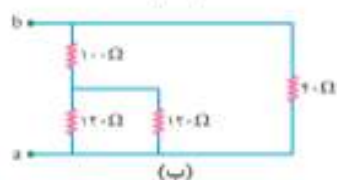
حالت حل هفتی بهتره ابتدا مقاومت معادل مقاومت‌ها را به دست آورید، سپس با تقسیم جریان الکتریکی بین مقاومت‌ها، جریان الکتریکی عبوری از مقاومت $25\text{ }\Omega$ را محاسبه کنید.

با توجه به مدار، دو مقاومت $25\text{ }\Omega$ و $100\text{ }\Omega$ با یکدیگر موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{eq1} = \frac{25 \times 100}{25 + 100} \Rightarrow R_{eq1} = 20\text{ W}$$



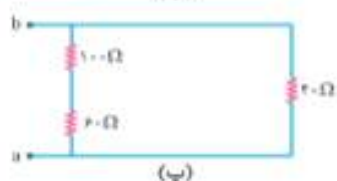
بنابراین شکل مدار به صورت شکل (الف) درمی‌آید.



دو مقاومت $20\text{ }\Omega$ و $100\text{ }\Omega$ متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر با 120 W ($R_{eq2} = 100 + 20$) می‌شود و شکل مدار به صورت شکل (ب) خواهد شد.

دو مقاومت $120\text{ }\Omega$ و $120\text{ }\Omega$ با یکدیگر موازی هستند، بنابراین مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{eq3} = \frac{120 \times 120}{120 + 120} \Rightarrow R_{eq3} = 60\text{ W}$$

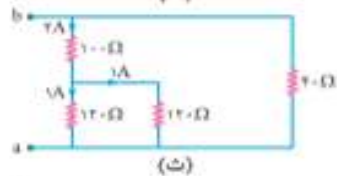


پس شکل مدار را به صورت شکل (پ) رسم می‌کنیم.

دو مقاومت $100\text{ }\Omega$ و $60\text{ }\Omega$ متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر با 160 W ($R_{eq4} = 100 + 60$) می‌شود و شکل مدار را به صورت شکل (ت) می‌کشیم:

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $160\text{ }\Omega$ برابر با 320 V است؛ بنابراین جریان الکتریکی عبوری از مقاومت $160\text{ }\Omega$ را با استفاده از رابطه $I = \frac{V}{R}$ می‌توان به دست آورد:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{320}{160} \Rightarrow I_{160\text{ W}} = 2\text{ A}$$



از طرفی مقاومت $160\text{ }\Omega$ از دو مقاومت $100\text{ }\Omega$ و $60\text{ }\Omega$ تشکیل شده بود و چون دو مقاومت $100\text{ }\Omega$ و $60\text{ }\Omega$ با یکدیگر متوالی هستند پس جریان عبوری از این دو مقاومت با یکدیگر یکسان و برابر با 2 A است. همچنین مقاومت $60\text{ }\Omega$ از دو مقاومت موازی $120\text{ }\Omega$ تشکیل شده بود و چون دو مقاومت $120\text{ }\Omega$ با یکدیگر موازی و هم‌اندازه یکدیگر هستند، پس جریان الکتریکی بین آن‌ها به طور مساوی تقسیم و جریان الکتریکی عبوری از هر یک از آن‌ها برابر با 1 A می‌شود. (شکل ث)

مقاومت $120\text{ }\Omega$ (سمت چپ) از دو مقاومت $100\text{ }\Omega$ و $20\text{ }\Omega$ تشکیل شده بود و چون دو مقاومت $100\text{ }\Omega$ و $20\text{ }\Omega$ به صورت متوالی به یکدیگر وصل شده‌اند پس جریان عبوری از آن‌ها یکسان بوده و برابر با 1 A است. همچنین مطابق شکل (ج) مقاومت $20\text{ }\Omega$ از دو مقاومت موازی $25\text{ }\Omega$ و $100\text{ }\Omega$ تشکیل شده است و چون جریان الکتریکی در مقاومت‌هایی که به صورت موازی به یکدیگر وصل شده‌اند به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، می‌توان نوشت:

$$I_1 + I_2 = 1 \Rightarrow I_1 = 0.8\text{ A}$$

بنابراین جریان الکتریکی عبوری از مقاومت $25\text{ }\Omega$ برابر با 0.8 A است.

تست 9 پاسخ

دو سر یک بخاری برقی به اختلاف پتانسیل الکتریکی 220 V وصل است و جریان الکتریکی 5 A از آن عبور می‌کند. اگر این بخاری در هر شبانه‌روز به مدت 3 h روشن باشد، هزینه یک ماه مصرف برق این بخاری چند تومان است؟ (یک ماه را سی روز در نظر بگیرید و قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات‌ساعت 40 تومان است.)

۱۳۲۰۰ (۴)

۱۳۲۰ (۳)

۳۹۶۰۰ (۲)

۳۹۶۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره محاسبه قیمت برق مصرفی یکی از مثال‌های کتاب درسی است که در کنکور سراسری هم آمده است. شما با یک مسئله که محاسباتش نسبتاً زیاد است سروکار دارید. مهارت در محاسبه برای کنکور مثل تکنیکی بودن در فوتبال است.

خوب حل‌کنی بهتره ابتدا انرژی مصرفی بخاری برقی در یک ماه را به دست آورید، سپس هزینه مصرف برق در طی یک ماه را محاسبه کنید.

نکته مقدار انرژی‌ای را که یک وسیله در هر ثانیه مصرف می‌کند، توان آن وسیله می‌نامند. انرژی الکتریکی مصرفی از روابط زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} P &= \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \cdot t & P &= VI \Rightarrow E = VIt \\ P &= RI^2 \Rightarrow E = RI^2 t & P &= \frac{V^2}{R} \Rightarrow E = \frac{V^2}{R} t \end{aligned}$$

استدلال برای محاسبه انرژی الکتریکی مصرفی بخاری برقی در طول یک شبانه‌روز می‌توان نوشت:

$$E = VIt \quad \left(\begin{smallmatrix} V=220\text{ V} \\ I=5\text{ A} \\ t=3\text{ h} \end{smallmatrix} \right) \Rightarrow E = 220 \cdot 5 \cdot 3 \Rightarrow E = 3300\text{ Wh} \Rightarrow E = 3.3\text{ kWh}$$

بنابراین مقدار انرژی مصرفی بخاری برقی در طول یک ماه برحسب کیلووات‌ساعت برابر است با:

$$E = 3.3 \cdot 30 = 99\text{ kWh}$$

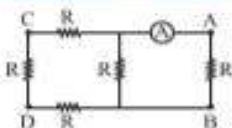
با توجه به این که قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات‌ساعت برابر با 40 تومان است، می‌توان هزینه یک ماه مصرف برق را محاسبه کرد.

$$\text{تومان} \quad 40 \cdot 99 = 3960$$

تست 10 پاسخ

در مدار داده‌شده، اگر یک باتری آرمانی یک بار بین دو نقطه A و B و بار دوم بین دو نقطه C و D بسته شود، جریانی که آمپرسنج آرمانی در حالت دوم نشان می‌دهد، چند برابر مقدار نشان داده شده در حالت اول است؟

یعنی مقاومت درونی ندارد ($r=0$).



$$\frac{3}{20} \quad (2)$$

$$\frac{3}{10} \quad (4)$$

$$\frac{20}{3} \quad (1)$$

$$\frac{10}{3} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره مشابه این سؤال در کنکور سراسری تجربی ۹۹ خارج از کشور آمده است؛ پس به راحتی از این سؤال عبور نکنید، چون امکان طرح این‌گونه از سؤالات دور از ذهن نیست!

خوب حل‌کنی بهتره باتری آرمانی را یک بار بین دو نقطه A و B و بار دیگر بین دو نقطه C و D وصل کنید و برای هر دو حالت با

محاسبه جریان الکتریکی خروجی از باتری، جریان الکتریکی عبوری از آمپرسنج آرمانی را به دست آورید.

Figure 10 consists of two circuit diagrams, (a) and (b), illustrating the simplification of a circuit with a dependent current source.

(a) The original circuit has a dependent current source rR in parallel with a resistor R . This combination is in series with another resistor R . The output terminals are labeled A and B. A voltage source E is connected across A and B. The current through the dependent source is labeled i .

(b) The simplified circuit shows the dependent current source rR in parallel with a resistor R . This combination is in series with another resistor R . The output terminals are labeled A and B. A voltage source E is connected across A and B. The current through the dependent source is labeled i .

(c)

$$R_{eq} = \frac{(R)(R)}{R+R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{2} \Rightarrow$$

(E)

(g)

$$\frac{I_r}{I_i} = \frac{\frac{1}{r} \frac{e}{R}}{\frac{\delta R}{r e}} \Rightarrow \frac{I_r}{I_i} = \frac{r}{r \delta}$$

در ادامه همین‌طور که در شکل (ح) می‌بینید، مقاومت $\frac{R}{4}$ از دو مقاومت موازی R و R تشکیل شده است؛ بنابراین چون این دو مقاومت با یکدیگر موازی و اندازه آن‌ها با یکدیگر برابر است، پس مطابق شکل (ح)

جریان الکتریکی به نسبت مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود.

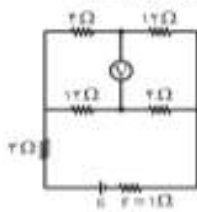
جریانی که آمپرستج آزمائی در این حالت نشان می‌دهد برابر با $\frac{1}{\Delta R}$ است:

$$I_r = \frac{\frac{r}{\Delta R}}{r} = \frac{1}{\Delta R}$$

گام سوم، فقط می ماند نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ را حساب کنیم:

تست و پاسخ ۱۱

در مدار داده شده ولتسنج آرمانی $8V$ را نشان می‌دهد. اگر به جای آن یک آمپرسنج آرمانی قرار دهیم، چند آمپر را نشان خواهد داد؟



مقاومت آمپرسنج
آرمانی صفر است و مثل
سیم بدون مقاومت
رفتار می‌کند.

مقاومت ولتسنج
آرمانی بی‌نهایت
است و مثل کلید باز
عمل می‌کند.

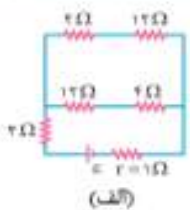
- (۱) $6/1$
(۲) $2/1$
(۳) $8/1$
(۴) $4/2$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره این تست هم شبیه سؤال‌های کلیددار، از آن مسئله‌های دو حالتی است. انگار دوتا مسئله را در یک مسئله قرار داده‌اند. این جور تست‌ها خوراک طراحان کنکور است، پس تا می‌توانید در فصل جریان از این جور تست‌ها حل کنید.

خوبتر حل کنی بهتره با داشتن اختلاف پتانسیلی که ولتسنج نشان می‌دهد، ابتدا مقدار نیروی محرکه باتری را محاسبه کنید، سپس آمپرسنج را به جای ولتسنج بگذارید و با استفاده از جریان الکتریکی خروجی از باتری، مقدار جریانی را که از آمپرسنج عبور می‌کند، به دست آورید.

توضیح گام اول، مقاومت ولتسنج آرمانی بی‌نهایت است؛ بنابراین جریان الکتریکی از شاخه‌ای که ولتسنج آرمانی قرار دارد، عبور نمی‌کند؛ پس شکل مدار به صورت شکل (الف) است.

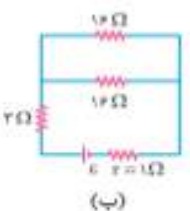


(الف)

دو مقاومت 4Ω و 12Ω در هر دو شاخه با یکدیگر متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر با $16W$ ($R_{eq} = 4 + 12$) می‌شود. (شکل ب)

همچنین مقاومت‌های 16Ω و 16Ω با یکدیگر موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$R_{eq_v} = \frac{16 \times 16}{16 + 16} \Rightarrow R_{eq_v} = 8W$$

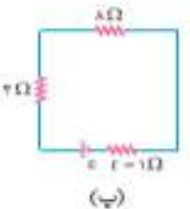


(ب)

بنابراین شکل مدار به صورت شکل (پ) خواهد شد.

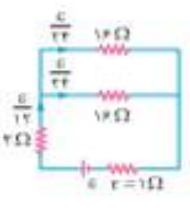
دو مقاومت 8Ω و 2Ω با یکدیگر متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر با $11W$ ($R_{eq_r} = 2 + 8$) می‌شود. حالا می‌توانیم جریان الکتریکی خروجی از باتری را بر حسب I حساب کنیم:

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{E}{11 + 1}$$



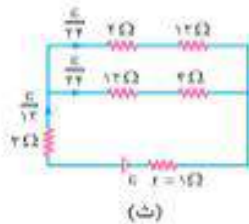
(پ)

گام دوم، مطابق شکل (ت)، مقاومت 8Ω از دو مقاومت موازی 16Ω و 16Ω تشکیل شده بود. چون این دو مقاومت با یکدیگر موازی و اندازه آن‌ها با یکدیگر برابر است، پس جریان الکتریکی بین آن‌ها به طور مساوی تقسیم می‌شود.



(ت)

از طرفی دو مقاومت $16\ \Omega$ و $16\ \Omega$ هر دو از دو مقاومت متوالی $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ تشکیل شده‌اند بنابراین مدار و جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها به صورت شکل (ت) است.



ولتسنج آرمانی تفاوت اختلاف پتانسیل مقاومت‌های $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ را نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$V = RI \quad \frac{R_{\text{eq}} = 16}{I = \frac{E}{16}} \quad V_{4W} = 4 \cdot \frac{E}{16} \Rightarrow V_{4W} = \frac{E}{4}$$

$$V = RI \quad \frac{R_{\text{eq}} = 16}{I = \frac{E}{16}} \quad V_{12W} = 12 \cdot \frac{E}{16} \Rightarrow V_{12W} = \frac{3E}{4}$$

مقداری که ولتسنج آرمانی نشان می‌دهد برابر با 8 V است؛ بنابراین داریم:

$$V_{12W} - V_{4W} = 8\text{ V} \quad \frac{3E}{4} - \frac{E}{4} = 8 \Rightarrow \frac{2E}{4} = 8 \Rightarrow \frac{E}{2} = 8 \Rightarrow E = 16\text{ V}$$

گام سوم: حالا ولتسنج را برمی‌داریم و مانند شکل (ج) به جای آن آمپرسنج را قرار می‌دهیم.

مقاومت آمپرسنج آرمانی صفر است؛ بنابراین آمپرسنج آرمانی مانند یک سیم بدون مقاومت در مدار حمل می‌کند و دو مقاومت $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ را با یکدیگر موازی می‌کند.

مقاومت معادل دو مقاومت موازی $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ برابر است با:

$$R_{\text{eq}} = \frac{4 \cdot 12}{4 + 12} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 3\ \Omega$$

بنابراین شکل مدار به صورت شکل (ج) درمی‌آید.

سه مقاومت $2\ \Omega$ ، $2\ \Omega$ و $2\ \Omega$ با یکدیگر متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر با $9\ \Omega$ ($R_{\text{eq}} = 2 + 2 + 2 = 9$) است؛ بنابراین جریان الکتریکی خروجی از باتری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{E}{R_{\text{eq}} + r} \quad \frac{R_{\text{eq}} = 9}{E = 16\text{ V}} \rightarrow I = \frac{16}{9 + 1} \Rightarrow I = \frac{16}{10} \Rightarrow I = 1.6\text{ A}$$

در شکل (ج) می‌بینید که مقاومت $2\ \Omega$ از دو مقاومت $4\ \Omega$ و $12\ \Omega$ تشکیل شده است و چون این دو مقاومت با یکدیگر موازی هستند پس جریان الکتریکی به نسبت وارون مقاومت‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌شود:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{12}{4} = \frac{I_4W}{I_{12W}} \Rightarrow I_{12W} = \frac{1}{3} I_{4W}$$

$$I = I_{12W} + I_{4W} \quad \frac{1}{3} I_{4W} + I_{4W} = 1.6 \Rightarrow \frac{4}{3} I_{4W} = 1.6 \Rightarrow I_{4W} = 0.6\text{ A}$$

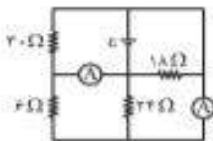
برای گره M می‌توانیم بنویسیم:

$$I_{12W} = I_{4W} + I_A \Rightarrow I_A = I_{12W} - I_{4W} \quad \frac{1}{3} I_{4W} = I_{4W} - I_A \Rightarrow I_A = \frac{2}{3} I_{4W} \Rightarrow I_A = \frac{2}{3} \cdot 0.6 \Rightarrow I_A = 0.4\text{ A}$$

بنابراین آمپرسنج آرمانی 0.4 A را نشان می‌دهد.

تست و پاسخ ۱۲

در مدار داده شده اگر اختلاف عددی که دو آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهند 50 mA باشد، نیروی محرکه باتری چند ولت است؟



$$12\text{ (ب)}$$

$$4/5\text{ (د)}$$

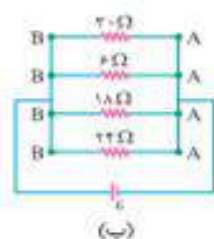
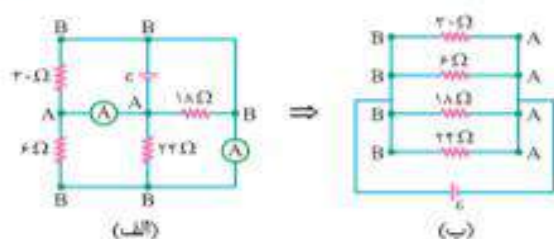
$$18\text{ (ا)}$$

$$6\text{ (ج)}$$

پاسخ: گزینه ۲

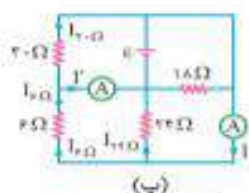
مشاوره شما باید جریان الکتریکی گذرنده از هر شاخه را به خوبی تعیین کنید و به این موضوع تسلط داشته باشید. این سؤال تمرین خوبی برای تعیین جریان الکتریکی گذرنده از هر شاخه است.

خوب حل کنی بهتره ابتدا متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها را با استفاده از نام‌گذاری نقاط هم‌پتانسیل تعیین کنید و یک شکل ساده‌تر از مدار رسم کنید و سپس جریان الکتریکی گذرنده از آمپرهای آرمانی را محاسبه کنید.



پاسخ تشریحی گام اول: ابتدا در شکل (الف) نقاط هم‌پتانسیل را

نام‌گذاری می‌کنیم تا وضعیت متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها مشخص شود (توجه کنید که مقاومت آمپرهای آرمانی صفر است و مانند یک سیم بدون مقاومت در مدار عمل می‌کند). همین‌طور که در شکل (ب) نشان دادیم، هر چهار مقاومت 30Ω ، 6Ω ، 18Ω و 24Ω با یکدیگر موازی هستند بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان و برابر با اختلاف پتانسیل دو سر باتری (یعنی ۶) است.



گام دوم: حالا به شکل (ب) نگاه کنید. یکی از آمپرهای آرمانی، جریان الکتریکی گذرنده از دو مقاومت 6Ω و 30Ω و یکی دیگر از آمپرهای آرمانی، جریان الکتریکی گذرنده از دو مقاومت 24Ω و 18Ω را نشان می‌دهد. با توجه به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها، برای محاسبه جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت‌های 30Ω و 6Ω ، 24Ω و 18Ω می‌توان نوشت:

$$I = \frac{V}{R} \quad \begin{cases} I_{30} = \frac{e}{30} \\ I_6 = \frac{e}{6} \\ I_{18} = \frac{e}{18} \\ I_{24} = \frac{e}{24} \end{cases}$$

$$I = I_{30} + I_6 + I_{18} + I_{24} \quad \begin{cases} I_{30} = \frac{e}{30} \\ I_6 = \frac{e}{6} \\ I_{18} = \frac{e}{18} \\ I_{24} = \frac{e}{24} \end{cases} \Rightarrow I = \frac{e}{30} + \frac{e}{6} + \frac{e}{18} + \frac{e}{24} \Rightarrow I = \frac{5e}{24}$$

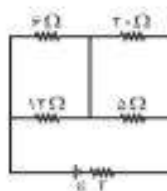
بنابراین I' و I برابر است با:

$$I' = I_{30} + I_6 + I_{18} + I_{24} \quad \begin{cases} I_{30} = \frac{e}{30} \\ I_6 = \frac{e}{6} \\ I_{18} = \frac{e}{18} \\ I_{24} = \frac{e}{24} \end{cases} \Rightarrow I' = \frac{e}{30} + \frac{e}{6} + \frac{e}{18} + \frac{e}{24} \Rightarrow I' = \frac{5e}{24}$$

گام سوم: طبق گفته سؤال اختلاف دو عددی که آمپرهای آرمانی نشان می‌دهند، برابر با 50 mA است، بنابراین داریم:

$$I - I' = 50 \times 10^{-3} \quad \begin{cases} I = \frac{5e}{24} \\ I' = \frac{e}{24} \end{cases} \Rightarrow \frac{5e}{24} - \frac{e}{24} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{4e}{24} = \frac{1}{20} \Rightarrow e = 6 \text{ V}$$

تست ۹ پاسخ ۱۳



در مدار داده‌شده، اگر توان مصرفی مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می‌کند، 720 W باشد، توان مصرفی مقاومتی که کم‌ترین توان را مصرف می‌کند، چند وات است؟

۶۰۰ (۴)

۳۰۰ (۳)

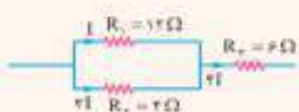
۱۸۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره مهارت در محاسبه بیشترین و کم‌ترین توان مصرفی مقاومت‌ها در یک مدار چندمقاومتی، شما را در مبحث جریان الکتریکی حرفه‌ای‌تر می‌کند. حتماً تکنیکی را که در درس‌نامه گفتیم، بخوانید.

خوب حل کنی بهتره با استفاده از تقسیم جریان، مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می‌کند تعیین کنید، سپس توان مصرفی مقاومتی که کم‌ترین توان را مصرف می‌کند را با کمک جریان الکتریکی گذرنده از آن، محاسبه کنید.



درس نامه تشخیص مقاومتی بکه بیشترین یا کمترین توان را مصرف می‌کند:

برای این‌که بفهمیم در یک مدار (مانند شکل روبه‌رو) کدام مقاومت بیشترین یا کمترین توان را مصرف می‌کند، دستورالعمل زیر را اجرا می‌کنیم:

۱ در مقاومت‌های موازی به شاخه‌ای که بزرگ‌ترین مقاومت را دارد، جریان I را بدهید. مثلاً در شکل بالا به مقاومت 12 اهمی جریان I را می‌دهیم.

۲ با روش تقسیم مقاومت‌ها، جریان شاخه‌های دیگر و جریان کل را برحسب I بنویسید. در شکل بالا، چون مقاومت 4 اهمی $\frac{1}{3}$ مقاومت 12 اهمی است؛ پس جریان گذرنده از آن، $\frac{1}{3}$ برابر یعنی $\frac{1}{3}I$ است و جریان کل برابر $I + \frac{1}{3}I = \frac{4}{3}I$ می‌شود.

۳ به کمک رابطه $P = RI^2$ ، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها را مشخص می‌کنیم:

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 12 \left(\frac{1}{4}I\right)^2 = \frac{3}{4}I^2 \quad P_1 = \frac{3}{4}I^2$$

برای مدار شکل بالا داریم:

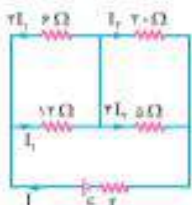
$$P_2 = R_2 I_2^2 = 6 \left(\frac{1}{2}I\right)^2 = \frac{3}{4}I^2 \quad P_2 = \frac{3}{4}I^2$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 4 \left(\frac{1}{3}I\right)^2 = \frac{4}{9}I^2 \quad P_3 = \frac{4}{9}I^2$$

پس در این مدار، بیشترین توان را مقاومت R_2 و کمترین توان را مقاومت R_3 مصرف می‌کند.

مثال ۱۳ با توجه به این‌که دو مقاومت 6Ω و 12Ω و همچنین دو مقاومت 5Ω و 20Ω با یکدیگر

موازی هستند، پس جریان الکتریکی گذرنده از آن‌ها به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.



$$I_1 + 2I_2 = I_3 + 4I_4 \quad I_1 = \frac{2}{5}I_3$$

با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها را به دست می‌آوریم تا دو مقاومتی که بیشترین

$$P_{6W} = 6(I_1)^2 \quad P_{6W} = 24I_3^2$$

و کمترین توان را مصرف می‌کنند مشخص شوند.

$$P_{12W} = 12I_2^2$$

$$P_{20W} = 20 \cdot I_4^2 = 20 \cdot \left(\frac{1}{4}I_3\right)^2 \quad P_{20W} = \frac{5}{4}I_3^2 \quad P_{20W} = \frac{5}{4}I_3^2$$

$$P_{5W} = 5(4I_4)^2 = 5 \cdot \left(\frac{1}{2}I_3\right)^2 \quad P_{5W} = \frac{5}{4}I_3^2 \quad P_{5W} = \frac{5}{4}I_3^2$$

بنابراین دو مقاومت 5Ω و 20Ω به ترتیب بیشترین و کمترین توان را مصرف می‌کنند. براساس آن‌چه سؤال گفته، توان مصرفی مقاومت 5Ω

$$P_{5W} = 720 \text{ W} \quad 720 = 5 \cdot I_3^2 \quad I_3^2 = 144 \quad I_3 = 12 \text{ A}$$

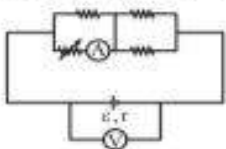
برابر با 720 W است؛ یعنی داریم:

و در نهایت توان مصرفی مقاومت 20Ω را که کمترین توان را مصرف می‌کند به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$P_{20W} = 20 \cdot I_4^2 = 20 \cdot \left(\frac{1}{4}I_3\right)^2 \quad P_{20W} = 20 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^2 \quad P_{20W} = 180 \text{ W}$$

تست و پاسخ ۱۴

در مدار داده‌شده، اگر مقاومت R و توان را افزایش دهیم، اعدادی که آمپرسنج و ولتسنج آرمانی نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ



(۲) افزایش، کاهش

(۴) کاهش، کاهش

(۱) افزایش، افزایش

(۳) کاهش، افزایش

پاسخ: گزینه ۲

مثال: در برخی از سوالات، کلید یا مقاومت رُفُوستا را در مدار قرار می‌دهند و با تغییر آن، جریان یا اختلاف پتانسیل قسمت‌های مختلف مدار را به صورت کیفی مورد پرسش قرار می‌دهند. برای پاسخ‌دادن به این نوع سؤال‌ها باید در استفاده کیفی از روابط جریان الکتریکی استاد باشید. در درس‌نامه یک دستورالعمل برای پاسخ‌دادن به این سؤال‌ها آورده‌ایم.

خوب حل‌کنی بهتر: ابتدا تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر باتری و جریان خروجی از باتری را به صورت کیفی به دست آورید. سپس به بررسی بقیه مقاومت‌ها بپردازید و در آخر به سراغ آمپرسنج آرمانی بروید.

درس‌نامه: تشخیص کیفی تغییرات جریان یا اختلاف پتانسیل در بخشی از مدار در اثر تغییر مقاومت مدار:

قبل از هر چیز به این دو نکته توجه کنید:

❶ افزایش مقاومت رُفُوستا در هر کجای مدار باعث افزایش مقاومت معادل مدار و کاهش آن، باعث کاهش مقاومت معادل می‌شود.

❷ در مقاومت‌های موازی، بستن کلید باعث کاهش مقاومت معادل مدار و بازکردن آن، باعث

افزایش مقاومت معادل مدار می‌شود.

حالا برای تشخیص تغییرات مورد نظر، دستورالعمل زیر را همراه با مدار روبه‌رو اجرا می‌کنیم. در مدار روبه‌رو فرض می‌کنیم مقاومت رُفُوستا زیاد شده است.

❶ افزایش یا کاهش مقاومت معادل مدار را مشخص می‌کنیم؛ مثلاً در مدار روبه‌رو با افزایش مقاومت R_1 ، مقاومت کل مدار زیاد می‌شود.

❷ به کمک رابطه $I_{eq} = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، تغییر جریان کل مدار را تشخیص می‌دهیم. مثلاً در شکل بالا داریم:

$$I_{eq} = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \quad \text{با افزایش } R_1 \text{، } I_{eq} \text{ کاهش می‌یابد}$$

پس با افزایش مقاومت R_1 ، آمپرسنج A جریان کم‌تری را نشان می‌دهد.

❸ به کمک رابطه $V_{eq} = \mathcal{E} - rI_{eq}$ ، تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر باتری را تعیین می‌کنیم. در شکل بالا با کاهش I_{eq} می‌توانیم بگوییم:

$$V_{eq} = \mathcal{E} - rI_{eq} \quad \text{با کاهش } I_{eq} \text{، } V_{eq} \text{ افزایش می‌یابد}$$

یعنی ولتسنج V_1 عدد بزرگ‌تری را نمایش می‌دهد.

❹ از این‌جا به بعد، قدم‌به‌قدم به کمک رابطه $V = RI$ ، قاعده جمع اختلاف پتانسیل‌ها و قاعده جریان در گره‌ها، به محل تغییر مقاومت

$$V_r = R_r I_{eq} \quad \text{با کاهش } I_{eq} \text{، } V_r \text{ کاهش می‌یابد}$$

نزدیک می‌شویم. برای مدار شکل بالا داریم:

پس ولتسنج V_2 عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.

$$V_{eq} = V_r + V_1 \quad \text{با کاهش } V_r \text{، } V_1 \text{ افزایش می‌یابد}$$

تکلیف ولتسنج V_2 هم معلوم شده یعنی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های V_1 و V_2 افزایش یافته است.

$$V_r = R_r I_r \quad \text{با کاهش } I_r \text{، } V_r \text{ کاهش می‌یابد}$$

در این مدار، آمپرسنج A_2 جریان بیشتری را نشان می‌دهد.

$$I_{eq} = I_1 + I_r \quad \text{با کاهش } I_r \text{، } I_1 \text{ افزایش می‌یابد}$$

نکته: اگر مقاومت رُفُوستا زیاد شود، جریان گذرنده از رُفُوستا کم می‌شود و اگر مقاومت رُفُوستا کم شود، جریان گذرنده از آن زیاد می‌شود.

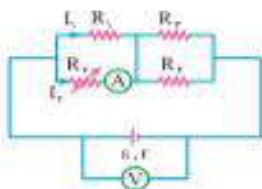
پس‌نگاه: با افزایش مقاومت رُفُوستا، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد؛ بنابراین جریان الکتریکی خروجی از باتری با افزایش مقاومت

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \quad \text{کاهش می‌یابد.}$$

از طرفی ولت‌سنج آرمانی، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد؛ بنابراین با کاهش جریان الکتریکی خروجی از باتری، اختلاف پتانسیل دو سر باتری افزایش می‌یابد.

$$V = \mathcal{E} - rI \quad \text{یا} \quad V = \mathcal{E} - rI$$

دو مقاومت R_1 و R_2 و نیز دو مقاومت R_1 و R_2 با یکدیگر موازی هستند؛ بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر R_1 و R_2 و نیز اختلاف پتانسیل دو سر R_1 و R_2 با یکدیگر برابر است.



اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 را V_1 و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_2 و R_3 را V_2 بنامیم، می‌توانیم بگوییم جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت معادل دو مقاومت R_2 و R_3 برابر با جریان الکتریکی خروجی از باتری است. از طرفی با توجه به این که جریان الکتریکی خروجی از باتری کاهش یافته است، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به ثابت ماندن مقاومت معادل دو مقاومت R_2 و R_3 ، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل R_2 و R_3 نیز کاهش یافته است.

$$V_2 = R_{2,3} I \quad \text{یا} \quad V_2 = R_{2,3} I$$

از طرفی با توجه به این که اختلاف پتانسیل دو سر باتری افزایش یافته است، پس می‌توان نتیجه گرفت که V_1 نیز افزایش یافته است.

$$V_{\text{دو سر}} = V_1 + V_2 \quad \text{یا} \quad V_{\text{دو سر}} = V_1 + V_2$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 برابر با V_1 است. پس جریان الکتریکی گذرنده از آن با افزایش V_1 و ثابت ماندن مقاومت R_1 ، افزایش یافته است.

$$V_1 = R_1 I_1 \quad \text{یا} \quad V_1 = R_1 I_1$$

و در نهایت از آنجا که جریان الکتریکی خروجی از باتری کاهش یافته است، می‌توانیم بگوییم با افزایش جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت R_1 ،

$$I = I_1 + I_2 \quad \text{یا} \quad I = I_1 + I_2$$

باید جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت R_2 کاهش یابد.

تذکره: چون آمپرسنج در کنار رگوستا بسته شده است، پس با افزایش مقاومت رگوستا، آمپرسنج جریان کمتری را نمایش می‌دهد.

نست و پاسخ ۱۵

روی یک باتری آرمانی اعداد $2/5 \text{ V}$ و 2000 mA.h نوشته شده است. این باتری را به لامپی به مقاومت الکتریکی 5Ω وصل می‌کنیم. مدت زمانی که این باتری لامپ را روشن نگه می‌دارد، چند دقیقه است؟

$$120 \text{ (د)}$$

$$60 \text{ (ب)}$$

$$240 \text{ (ز)}$$

$$20 \text{ (ا)}$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: از یک‌های فرعی کمیت‌ها غفلت نورزید. مثلاً یکای $1/s$ معادل W است. یکای V/m معادل N/C است و این که هر آمپر-ساعت معادل C است.

خوب حل کنی بهتر: جریان عبوری از باتری را طبق رابطه $I = \frac{V}{R}$ به دست آورید و سپس از رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ مدت زمان تخلیه بار به دست می‌آید.

نرسنامه: ۱) تعریف مقاومت الکتریکی: به نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به جریان الکتریکی عبوری از آن، مقاومت الکتریکی رسانا می‌گوییم.

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow \text{اختلاف پتانسیل الکتریکی (V)}$$

$$\downarrow$$

$$I \rightarrow \text{جریان الکتریکی (A)}$$

مقاومت الکتریکی (Ω)

۲) به نسبت بار الکتریکی خالص شارش شده (Δq) به مدت زمان شارش بار (Δt)، جریان الکتریکی متوسط گفته می‌شود:

$$I_{\text{av}} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} \rightarrow \text{جریان الکتریکی متوسط (A)}$$

طبق رابطه بالا، $\Delta q = I \times \Delta t$ است؛ بنابراین یکای بار الکتریکی که در SI کولن است، برحسب یک‌های اصلی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\Delta q = I \times \Delta t \Rightarrow 1C = 1As$$

هر آمپر-ثانیه معادل یک کولن است.

یکی از یک‌های رایج بار الکتریکی «آمپر-ساعت» است که معادل 2600 کولن است. $1Ah = 1A \times 2600s = 2600As = 2600C$

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \Delta = \frac{2}{1} \Rightarrow I = 0.5 \text{ A}$$

پاسخ تشریحی: گام اول، جریان عبوری از باتری را به دست می آوریم:

گام دوم، 2000 mA.h ، مقدار بار است که به طور ایمن از باتری تخلیه می شود و 0.5 A ، جریان خروجی باتری است. مدت زمان تخلیه

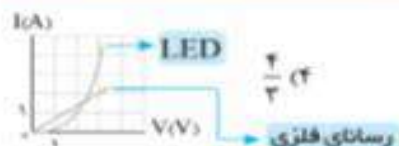
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta q = 2000 \text{ mA.h} = 2 \text{ A.h}} 0.5 \text{ A} = \frac{2 \text{ A.h}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 4 \text{ h} = 240 \text{ min}$$

بار از باتری برابر است با:

تست و پاسخ ۱۶

مقاومت اهمی است و نمودار (I - V) به صورت خطی است و مقاومت آن ثابت است.

نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل یک رسانای فلزی و یک LED مطابق شکل زیر است. هنگام اعمال اختلاف پتانسیل 2 V به دو سر هر یک از آن ها، مقاومت الکتریکی LED چند برابر مقاومت الکتریکی رسانای فلزی است؟



$\frac{2}{3}$ (۲)

$\frac{2}{5}$ (۳)

$\frac{3}{4}$ (۲)

$\frac{5}{4}$ (۱)

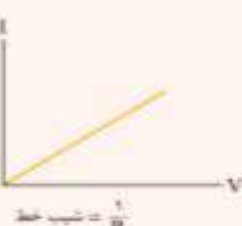
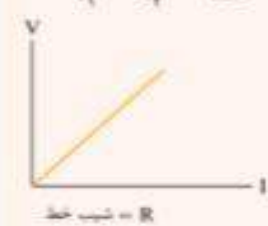
پاسخ: گزینه ۴

مشاوره: شکل ها و نمودارهای کتاب درسی را جدی بگیرید و تحلیل کنید. شاید تصور ما این باشد که از مقاومت های LED سوال هایی به صورت حتمی طرح شود اما این جا می بینیم از همین صحبت به ظاهر ساده سوال عددی و چالشی طرح شده است.

خوب حل کنی بهتره: چون مقاومت رسانای فلزی، ثابت است، می توانیم به جای اختلاف پتانسیل 2 V ، اختلاف پتانسیل 3 V را در نظر بگیریم (چون مقدار I بودن روی نمودار می توان به صورت دقیق تشخیص داد) و به کمک رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقاومت رسانای فلزی را به دست آوریم. سپس مقاومت LED را به ازای اختلاف پتانسیل 2 V با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ محاسبه کنید و در نهایت نسبت مقاومت های خواسته شده را به دست آورید.

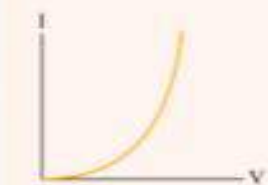
درسنامه ۱۱: رسانا (مقاومت) اهمی - رساناهایی که از قانون اهم پیروی می کنند. در این نوع رساناها، در یک دمای معین با تغییر اختلاف پتانسیل دو سر آن ها، جریان عبوری به گونه ای تغییر می کند که نسبت $(\frac{V}{I})$ ثابت باقی بماند که به این مقدار ثابت مقاومت الکتریکی گفته می شود.

$$R = \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \text{مقدار ثابت}$$



نمودارهای (V - I) و (I - V) رساناهای اهمی به صورت خطی است که نمودارهای مقابل، بیانگر این موضوع است.

۲) رسانای غیر اهمی: در رساناهایی که با تغییر ولتاژ دو سر رسانا، جریان عبوری از آن ها طوری تغییر کند که نسبت $(\frac{V}{I})$ هم تغییر کند، رسانا از نوع غیر اهمی است؛ مثلاً اگر یک رسانای غیر اهمی را به اختلاف پتانسیل V_1 وصل کنیم، جریان عبوری از آن I_1 و اگر به اختلاف پتانسیل V_2 وصل کنیم، جریان عبوری از آن I_2 است و در این حالت $\frac{V_1}{I_1} \neq \frac{V_2}{I_2}$ است (مقاومت رسانای غیر اهمی به اختلاف پتانسیل دو سر رسانا و جریان عبوری از آن وابسته است).



نمودار اختلاف پتانسیل دو سر رساناهای غیر اهمی بر حسب جریان عبوری از آن به صورت خطی نیست. شکل مقابل نمونه ای از نمودار I - V این نوع رساناها است.

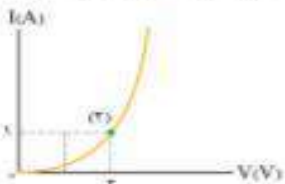
پشت‌تشریح گام اول: مقاومت رسانای فلزی از نوع اهمی است و مقدارش ثابت است. مطابق شکل، مقاومت رسانا را به کمک جریان ۲ A و اختلاف پتانسیل ۲ V به دست می‌آوریم:



$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{2}{2} \Omega$$

(مقاومت رسانای فلزی)

گام دوم: LED، رسانای غیر اهمی است و مقاومت آن به ازای اختلاف پتانسیل‌های مختلف، عددی متفاوت خواهد بود، به همین دلیل مقاومت LED (R_p) را با توجه به شکل روبه‌رو به ازای اختلاف پتانسیل ۲ V به دست می‌آوریم:



$$R_p = \frac{V_p}{I_p} = \frac{2}{1} = 2 \Omega$$

(مقاومت LED به ازای اختلاف پتانسیل ۲ V)

گام سوم: نسبت R_p به R_1 برابر است با:

$$\frac{R_p}{R_1} = \frac{2}{1} = 2$$

چون هر سه مقاومت، دما و جنس یکسان دارند، پس مقاومت الکتریکی فقط به مشخصات هندسی آن‌ها وابسته است.

V ثابت است پس $R \propto \frac{1}{I}$



$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{4}$$

$$\frac{2}{3} \quad \frac{1}{2}$$

پاسخ: گزینه ۱

خود حل کنی بهتره یا استفاده از رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$. نسبت مقاومت‌های الکتریکی سیم B و سیم C را نسبت به مقاومت الکتریکی سیم A بیابید و سپس جریان عبوری از سیم‌های B و C را با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، بر حسب جریان عبوری از مقاومت الکتریکی A به دست آورید و در نهایت به خواسته سؤال برسید.

درس‌نامه ۱۱ مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی به اختلاف پتانسیل دو سر رسانا بستگی ندارد.

مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی به دمای رسانا و جنس و ابعاد آن بستگی دارد.

در یک دمای معین، مقاومت الکتریکی رسانای اهمی به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ با سطح مقطع رسانا (A) نسبت وارون دارد.

۲ با طول رسانا (L) نسبت مستقیم دارد.

۳ با مقاومت ویژه رسانا (که در یک دمای معین به جنس رسانا بستگی دارد) نسبت مستقیم دارد.

مقاومت الکتریکی سیم رسانا در دمای ثابت از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

طول سیم (m) \rightarrow ρ (مقاومت ویژه سیم $\Omega \cdot m$) \rightarrow سطح مقطع (m^۲) \rightarrow مقاومت (Ω)

۲ درس‌نامه (۱) تست ۱۰۱ را بخوانید.

پشت‌تشریح گام اول، با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، نسبت مقاومت رسانای B به مقاومت رسانای A و نسبت مقاومت رسانای C به مقاومت رسانای A را به دست می‌آوریم:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{1/5 L}{L} \times \frac{A}{\frac{A}{2}} = 2, \quad \frac{R_C}{R_A} = \frac{L_C}{L_A} \times \frac{A_A}{A_C} \Rightarrow \frac{R_C}{R_A} = \frac{L}{L} \times \frac{A}{\frac{A}{4}} = 4$$

گام دوم، طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، جریان عبوری از رساناهای B و C را بر حسب جریان عبوری از رسانای A (I) به دست می‌آوریم:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B}{V_A} \times \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow{I_A=I} 2 = \frac{I}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{I}{2}, \quad \frac{R_C}{R_A} = \frac{V_C}{V_A} \times \frac{I_A}{I_C} \xrightarrow{I_A=I} 4 = \frac{I}{I_C} \Rightarrow I_C = \frac{I}{4}$$

گام سوم، اختلاف جریان عبوری از رساناهای B و C به راحتی به دست می‌آید:

$$I_C - I_B = I - \frac{I}{2} = \frac{I}{2}$$

تست و پاسخ ۱۸

طول سیم A، ۳ برابر طول سیم B و جرم سیم A، ۶ برابر جرم سیم B است. اگر چگالی و مقاومت ویژه فلز سازنده سیم A به ترتیب $\frac{2}{3}$ و $\frac{2}{3}$ برابر چگالی و مقاومت ویژه فلز سازنده سیم B باشد، مقاومت الکتریکی سیم B چند برابر مقاومت الکتریکی سیم A است؟

$\frac{L_A}{L_B} = 3$
 $\frac{m_A}{m_B} = 6$
 $\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{2}{3}$

$\frac{\rho'_A}{\rho'_B} = \frac{2}{3}$

$\frac{2}{3} \quad (2)$
 $\frac{9}{4} \quad (4)$

$\frac{2}{3} \quad (1)$
 $\frac{4}{9} \quad (3)$

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره معمولاً در سؤال‌هایی که نسبتی و مقایسه‌ای هستند، طراحان سؤال، عددهایی را در گزینه‌ها مطرح می‌کنند که معکوس هم هستند و منتظر هستند نسبت‌ها را جابه‌جا بنویسید. ۱ با ۱، ۲ با ۲ و ۳ با ۳ را مقایسه کنید. برای قرار از این اشتباهات از مرتب‌نویسی و خط‌کشیدن دور خواسته‌نهایی طراح بهره بجویید.

خودت‌حل‌کنی بهتره از رابطه $R = \rho \rho' \frac{L^2}{m}$ برای مقایسه مقاومت‌ها استفاده کنید، در این رابطه ρ مقاومت ویژه سیم، ρ' چگالی سیم، L طول سیم و m جرم سیم است.

درس‌نامه رابطه‌ای کاربردی برای محاسبه مقاومت رسانای اهمی

مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی از رابطه مقابل به دست می‌آید:

در این رابطه L طول سیم، A سطح مقطع سیم و ρ مقاومت ویژه سیم است.

اگر چگالی سیم را با ρ' نمایش دهیم، در این صورت داریم:

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

$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho' L}$$

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

دو رابطه بالا را با هم ترکیب می‌کنیم:

چگالی سیم (kg/m^3)

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

طول سیم (m) جرم سیم (kg)

مقاومت الکتریکی سیم (Ω) مقاومت ویژه سیم ($\Omega \cdot \text{m}$)

بنابراین داریم:

پاسخ تشریحی: اگر ρ مقاومت ویژه سیم، ρ' چگالی سیم، L طول سیم رسانا و m جرم سیم باشد، مقاومت الکتریکی سیم از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R = \rho \rho' \frac{L}{m}$$

با استفاده از رابطه فوق نسبت مقاومت الکتریکی سیم B به مقاومت الکتریکی سیم A به دست می‌آید:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{\rho'_B}{\rho'_A} \times \left(\frac{L_B}{L_A}\right)^2 \times \frac{m_A}{m_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{2}{2} \times \frac{2}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{6}{1}\right) = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

تست و پاسخ ۱۹

$$\Delta V_{AB} = V_B - V_A > 0 \Rightarrow$$

این قسمت به مدار انرژی می‌دهد.

شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد که در آن پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب 10 V و -20 V است. اگر وسیله الکتریکی (۱) در هر دقیقه 3 kJ انرژی الکتریکی به مدار بدهد، وسیله الکتریکی (۲) در این مدت چند کیلوژول انرژی الکتریکی و چگونه مبادله می‌کند؟

$$P_1 > 0$$



(۱) ۳. از مدار می‌گیرد.

(۲) ۶. به مدار می‌دهد.

(۳) ۶. از مدار می‌گیرد.

پاسخ: گزینه ۴

خوب حل کنی بهتر! طبق رابطه $\Delta U = (I \Delta t) \Delta V$ ، انرژی گرفته‌شده یا داده‌شده توسط مدار را در مدت‌زمان یک دقیقه به دست آورید و در نهایت با داشتن مقدار انرژی‌ای که وسیله الکتریکی (۱) به مدار می‌دهد، مقدار انرژی دریافت‌شده یا داده‌شده توسط قطعه (۲) را به دست آورید.



درسنامه: شکل مقابل یک وسیله الکتریکی (باتری، مقاومت و ...) را نشان می‌دهد که جریان الکتریکی از سر A وارد از سر B خارج می‌شود. توان الکتریکی این وسیله از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = I \Delta V = I(V_B - V_A)$$

توان این وسیله الکتریکی دو حالت می‌تواند داشته باشد:

$P > 0$ <= وسیله الکتریکی به مدار انرژی می‌دهد. <= به این توان، توان خروجی گفته می‌شود.

$P < 0$ <= وسیله الکتریکی از مدار انرژی می‌گیرد. <= به این توان، توان مصرفی گفته می‌شود و اگر وسیله باتری باشد، به آن توان ورودی باتری گفته می‌شود.

پاسخ تشریحی: گام اول: انرژی گرفته‌شده یا داده‌شده به مدار را از نقطه A تا B به دست می‌آوریم:

$$\Delta U_{AB} = q \times \Delta V_{AB} = I \times \Delta t \times \Delta V_{AB} = 2 \times 60 \times (10 - (-20)) = 3600\text{ J} = 3.6\text{ kJ}$$

مثبت شدن ΔU نشان می‌دهد که این قسمت به مدار انرژی می‌دهد.

گام دوم: مدار در مدت یک دقیقه مجموعاً 3.6 kJ انرژی دریافت می‌کند که 3 kJ آن توسط وسیله الکتریکی (۱) تأمین می‌شود، بنابراین وسیله الکتریکی (۲) در این مدت، 0.6 kJ انرژی به مدار می‌دهد.

تست و پاسخ ۲۰

روی دو لامپ A و B به ترتیب اعداد $(200\text{ V}, 100\text{ W})$ و $(150\text{ V}, 60\text{ W})$ نوشته شده است. این دو لامپ را به ترتیب به اختلاف پتانسیل‌های

V_1 و V_2 وصل می‌کنیم. اگر جریان عبوری از لامپ A، ۲ برابر جریان عبوری از لامپ B باشد، نسبت $\frac{V_1}{V_2}$ کدام است؟

$$\frac{I_A}{I_B} = 2$$

$$\frac{32}{15} \quad (۲)$$

$$\frac{15}{8} \quad (۳)$$

$$\frac{15}{16} \quad (۴)$$

$$\frac{16}{15} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه ۴

خوبتر حل کنی بهتره با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، مقاومت لامپ‌های A و B را به دست آورید و سپس به کمک رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، نسبت اختلاف پتانسیل الکتریکی لامپ‌های A و B را محاسبه کنید.

درسنامه توان مصرفی یک مقاومت الکتریکی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{V^2}{R}$$

(۲) درسنامه (۱) تست ۱-۱ را بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول. مقاومت الکتریکی لامپ‌های A و B را به دست می‌آوریم. اعداد نوشته‌شده روی لامپ به این معناست که اگر لامپ A را به اختلاف پتانسیل ۲۰۰ V وصل کنیم، توان مصرفی آن ۱۰۰ W و اگر لامپ B را به اختلاف پتانسیل ۱۵۰ V وصل کنیم، توان مصرفی آن ۶۰ W خواهد بود. برای دو لامپ داریم:

$$P_A = \frac{V_A^2}{R_A} \Rightarrow 100 = \frac{(200)^2}{R_A} \Rightarrow R_A = 400 \Omega$$

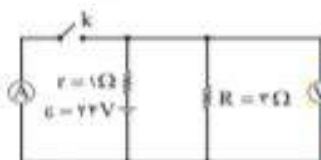
$$P_B = \frac{V_B^2}{R_B} \Rightarrow 60 = \frac{(150)^2}{R_B} \Rightarrow R_B = 375 \Omega$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{R_A I_A}{R_B I_B} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{400}{375} \times 2 = \frac{32}{15}$$

گام دوم. نسبت خواسته‌شده برابر است با:

تست و پاسخ ۲۱

در مدار شکل زیر با بستن کلید k مقداری که ولت‌سنج نشان می‌دهد، چند ولت و چگونه تغییر می‌کند؟ (ولت‌سنج و آمپر‌سنج، آرمانی هستند.)



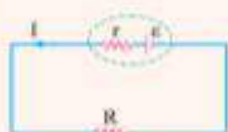
اختلاف پتانسیل دو سر
مقاومت R را نشان می‌دهد.
اختلاف پتانسیل دو سر
باتری را نشان می‌دهد.

- (۱) ۱۸، کاهش می‌یابد.
- (۲) ۱۸، افزایش می‌یابد.
- (۳) ۶، کاهش می‌یابد.
- (۴) ۶، افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره برای به دست آوردن عددی که ولت‌سنج، بهترین پیشنهاد این است که کوتاه‌ترین و کم‌در دست‌ترین راه ممکن برای رسیدن از یک سر ولت‌سنج به سر دیگر آن را انتخاب کنید.

خوبتر حل کنی بهتره در حالت اول که کلید باز است، ابتدا جریان عبوری از مدار را محاسبه کرده، سپس عدد ولت‌سنج را با به دست آوردن اختلاف پتانسیل دو سر باتری یا دو سر مقاومت خارجی به دست آورید. در حالت دوم که کلید بسته می‌شود با توجه به اتصال کوتاه شدن مقاومت R، محاسبه عدد ولت‌سنج راحت‌تر است. در نهایت عدد ولت‌سنج در دو حالت را مقایسه کنید.

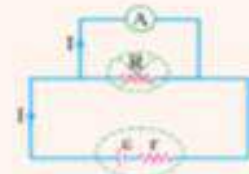
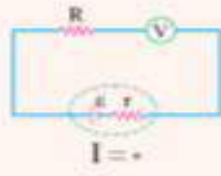


درسنامه مدار تک‌باتری زیر را در نظر بگیرید. جریان الکتریکی مدار از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

۲) برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار، از ولت‌سنج استفاده می‌کنیم. ولت‌سنج باید به طور موازی با هر قطعه مدار (مقاومت، باتری و...) بسته شود تا اختلاف پتانسیل دو سر قطعه را به درستی اندازه‌گیری کند. مقاومت ولت‌سنج آرمانی بسیار بسیار زیاد است به طوری که اگر در هر شاخه‌ای بسته شود، اجازه عبور جریان از آن شاخه را نمی‌دهد.

۳) برای اندازه‌گیری جریان عبوری از یک بخش از مدار از آمپر‌سنج استفاده می‌کنیم. آمپر‌سنج باید به صورت متوالی با هر قطعه مدار (مقاومت، باتری و...) بسته شود تا جریان عبوری از قطعه را به درستی اندازه‌گیری کند. مقاومت آمپر‌سنج آرمانی بسیار بسیار کم است. به همین دلیل اگر آمپر‌سنج آرمانی را به صورت موازی با شاخه‌ای ببندیم، آن شاخه اصطلاحاً اتصال کوتاه‌شده و هیچ جریانی از آن عبور نمی‌کند و می‌توان آن شاخه را از مدار حذف کرد. در این حالت همه جریان از شاخه آمپر‌سنج عبور می‌کند.



I عددی که آمپر‌سنج نشان می‌دهد.

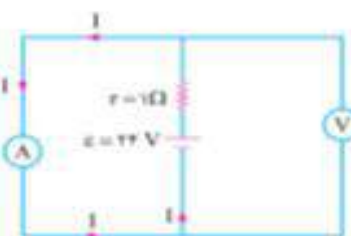
به‌ندیم، آن شاخه اصطلاحاً اتصال کوتاه‌شده و هیچ جریانی از آن عبور نمی‌کند و می‌توان آن شاخه را از مدار حذف کرد. در این حالت همه جریان از شاخه آمپر‌سنج عبور می‌کند.

پس از شرح: گام اول: مدار را قبل از بسته‌شدن کلید k بررسی می‌کنیم:



$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{24}{2 + 1} = 8 \text{ A}$$

$$V_{\text{ولت‌سنج}} = RI = 2 \times 8 = 16 \text{ V}$$

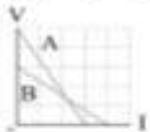


گام دوم: مدار را بعد از بسته‌شدن کلید k بررسی می‌کنیم. در این حالت مقاومت R اتصال کوتاه شده و جریانی از آن عبور نمی‌کند (از مدار حذف می‌شود) و کل جریان از حلقه شامل آمپر‌سنج عبور می‌کند.

در نتیجه، عدد ولت‌سنج پس از بستن کلید، 16 V کاهش می‌یابد.

تست و پاسخ ۲۲

نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری‌های A و B بر حسب جریان عبوری از آن‌ها به شکل زیر است. توان خروجی بیشینه باتری A چند برابر توان خروجی بیشینه باتری B است؟



$$\frac{5}{4} (4)$$

$$\frac{4}{5} (3)$$

$$\frac{20}{9} (2)$$

$$\frac{9}{20} (1)$$

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره: هر موقع سروکله نمودار پیدا می‌شود، سریع از خود بپرسید: شیب این نمودار بیانگر چیست؟

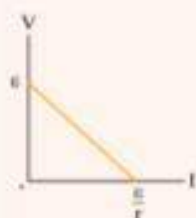
خودت حل کنی بهتره: در نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب جریان عبوری از آن، عرض از مبدأ نمودار بیانگر نیروی محرکه و اندازه شیب نمودار بیانگر مقاومت درونی باتری است. با داشتن نسبت نیروی محرکه‌ها و نسبت مقاومت درونی‌های دو باتری می‌توان نسبت توان خروجی بیشینه دو باتری را به کمک رابطه $P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ به دست آورد.

درس نهمه ۱۱ نمودار اختلاف پتانسیل دوسر باتری برحسب جریان عبوری از آن در مدارش شامل یک باتری



مدار شکل مقابل را در نظر بگیرید. اگر باتری آرمانی باشد ($r=0$) اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با \mathcal{E} می‌شود. اما اگر باتری دارای مقاومت درونی باشد ($r \neq 0$) افت پتانسیلی در مدار به وجود می‌آید و اختلاف پتانسیل دو سر باتری به صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$V = \mathcal{E} - rI$$



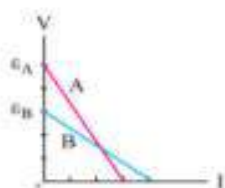
با توجه به رابطه بالا، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری برحسب جریان عبوری از آن مطابق شکل روبه‌رو است. همین‌طور که می‌بینید محل برخورد این نمودار با محور V (عرض از مبدأ) برابر \mathcal{E} و محل برخورد این نمودار با محور I (طول از مبدأ) برابر $\frac{\mathcal{E}}{r}$ است.

همچنین اندازه شیب این نمودار برابر مقاومت درونی باتری است:

$$\text{شیب} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = -r$$

نیروی محرکه باتری (V) $\rightarrow \mathcal{E}^T$ $\leftarrow P_{\max}$ بیشینه توان خروجی باتری (W)
مقاومت درونی باتری (Ω) $\rightarrow r$

پاسخ تشریحی گام اول: نسبت نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری A به B را به دست می‌آوریم:



$$\frac{\mathcal{E}_A}{\mathcal{E}_B} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{\text{اندازه شیب خط A}}{\text{اندازه شیب خط B}} = \frac{\frac{5}{3}}{\frac{9}{3}} = \frac{5}{9}$$

گام دوم: توان خروجی بیشینه از رابطه $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^T}{4r}$ به دست می‌آید. نسبت توان خروجی بیشینه باتری A به B برابر است با:

$$\frac{P_{\max, A}}{P_{\max, B}} = \left(\frac{\mathcal{E}_A}{\mathcal{E}_B}\right)^2 \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right) = \left(\frac{5}{3}\right)^2 \times \left(\frac{9}{5}\right) = \frac{25}{3} = \frac{5}{0.6}$$

تست و پاسخ ۲۳

$$P = \mathcal{E}I - rI^2$$

اگر جریان عبوری از یک باتری از ۲ A به ۳ A برسد، توان خروجی آن از ۱۶ W به ۱۸ W می‌رسد. اگر دو سر این باتری را به دو سر یک مقاومت ۴ اهمی وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر باتری چند ولت می‌شود؟

$$1 - (4)$$

$$A - (3)$$

$$4 - (2)$$

$$2 - (1)$$

پاسخ: گزینه ۳

خوب حل کنی بهتره با استفاده از رابطه توان خروجی باتری ($P = \mathcal{E}I - rI^2$)، نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری را با تشکیل دستگاه به دست

آورید. سپس اختلاف پتانسیل دو سر باتری را در حالتی که به مقاومت ۴ Ω متصل است از رابطه $V = \mathcal{E} - Ir = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$ محاسبه کنید.



درس نهمه ۱۱ شکل مقابل مداری تک‌حلقه را نشان می‌دهد که در آن مقاومت خارجی R به یک باتری با مشخصات \mathcal{E} و r بسته شده است. چون اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برابر است، داریم:

$$V_{\text{باتری}} = V_R = RI \xrightarrow{I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}} V_{\text{باتری}} = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$$

$$P = \mathcal{E}I - rI^2$$

توان خروجی باتری از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

پاسخ تشریحی: گام اول، با استفاده از رابطه توان خروجی ($P = \varepsilon I - rI^2$)، نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری را به دست می‌آوریم:

$$(I_1 = 2 \text{ A}, P_1 = 16 \text{ W}) \Rightarrow 16 = \varepsilon(2) - r(2)^2 \Rightarrow \varepsilon - 2r = 8$$

$$(I_2 = 3 \text{ A}, P_2 = 18 \text{ W}) \Rightarrow 18 = \varepsilon(3) - r(3)^2 \Rightarrow \varepsilon - 3r = 6$$

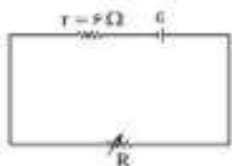
$$\begin{cases} \varepsilon - 2r = 8 \\ \varepsilon - 3r = 6 \end{cases} \Rightarrow r = 2 \Omega, \varepsilon = 12 \text{ V}$$

گام دوم، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را زمانی که به مقاومت خارجی $R = 4 \Omega$ وصل می‌شود، به دست می‌آوریم:

$$V = \frac{\varepsilon R}{R + r} \Rightarrow V = \frac{12 \times 4}{4 + 2} = \frac{48}{6} = 8 \text{ V}$$

تست و پاسخ ۲۴

در مدار شکل زیر اگر مقاومت رنوستا را به تدریج از 4Ω به 8Ω برسانیم، توان خروجی منبع چگونه تغییر می‌کند؟

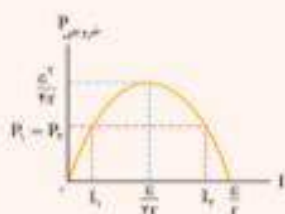


- (۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد و به مقدار اولیه می‌رسد.
- (۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد، ولی به مقدار اولیه نمی‌رسد.
- (۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد و به مقدار اولیه می‌رسد.
- (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد، اما در نهایت از مقدار اولیه بیشتر می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره: توان خروجی مولد و نمودار آن برحسب جریان، یکی از مباحث مورد علاقه طراحان کنکور هست که برای تسلط بر این قسمت توصیه می‌کنم معادله توان خروجی را به دست آورده و نمودار آن را رسم کنید.

خودت حل کنی بهتر: مطابق با رابطه $\mathcal{E}^2 = R_1 R_2$ ، که به ازای دو مقاومت خارجی مختلف توان خروجی باتری یکسان است، ابتدا مورد بررسی قرار دهید که آیا به ازای مقاومت‌ها 4Ω و 8Ω ، توان خروجی یکسان است یا نه؟ در نهایت به کمک رابطه $P = \varepsilon I - rI^2$ و رسم نمودار سهمی مربوط به آن، روند افزایش و کاهش توان را مورد بررسی قرار دهید.



فروسی نکته به یاد داشته باش: (۱) طبق رابطه $P_{\text{خروجی}} = -rI^2 + \varepsilon I$ ، نمودار خروجی P برحسب I مطابق شکل روبه‌رو به شکل یک سهمی است که مختصات رأس آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\begin{cases} y = ax^2 + bx : x_{\text{رأس}} = \frac{-b}{2a} \\ P_{\text{خروجی}} = -rI^2 + \varepsilon I : I_{\text{رأس}} = \frac{-\varepsilon}{2(-r)} = \frac{\varepsilon}{2r}, P_{\text{رأس}} = P_{\text{max}} = -r\left(\frac{\varepsilon}{2r}\right)^2 + \varepsilon\left(\frac{\varepsilon}{2r}\right) = \frac{\varepsilon^2}{4r} \end{cases}$$

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

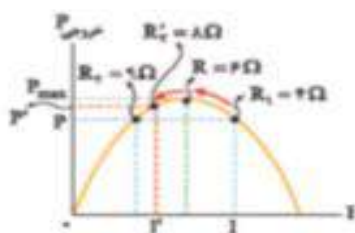
در حالت کلی $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ است؛ بنابراین به ازای $R = r$ ، توان خروجی منبع بیشینه می‌شود.

$$R_1 R_2 = r^2$$

(۲) اگر توان خروجی منبع به ازای مقاومت‌های خارجی R_1 و R_2 یکسان باشد، رابطه روبه‌رو برقرار است:

پاسخ تشریحی: $r = 6 \Omega$ است؛ بنابراین در حالتی که مقاومت رنوستا برابر $R = r = 6 \Omega$ شود، توان خروجی منبع بیشینه است. همچنین توان خروجی منبع در حالت‌هایی که مقاومت رنوستا برابر $R_1 = 4 \Omega$ و $R_2 = 9 \Omega$ شود، یکسان است. چون:

$$R_1 R_2 = 4 \times 9 = 36 \Omega, r^2 = 6^2 = 36 \Omega \Rightarrow R_1 R_2 = r^2$$



با توجه به نتایج صفحه قبل، نمودار خروجی P بر حسب I به صورت روبه‌رو است:
 با توجه به نمودار روبه‌رو چون مقاومت رتوستا از $R_0 = 4\ \Omega$ به $R'_0 = 8\ \Omega$ رسیده است توان خروجی متبع ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد و در نهایت به مقداری بیشتر از مقدار اولیه می‌رسد:
 $P' > P$

محاسبات مربوط به P و P' هم به صورت زیر است:

$$I = \frac{E}{R_0 + r} = \frac{E}{4 + 6} = \frac{E}{10}, \quad P = EI - rI^2 = E \times \frac{E}{10} - 6 \times \left(\frac{E}{10}\right)^2 = \frac{E^2}{10} - \frac{6E^2}{100} = \frac{4E^2}{100}$$

$$I' = \frac{E}{R'_0 + r} = \frac{E}{8 + 6} = \frac{E}{14}, \quad P' = EI' - rI'^2 = E \times \frac{E}{14} - 6 \times \left(\frac{E}{14}\right)^2 = \frac{E^2}{14} - \frac{6E^2}{196} = \frac{8E^2}{196}$$

حواستون باشد: بر اساس به رابطه $I = \frac{E}{R + r}$ ، با افزایش مقاومت R ، I کاهش می‌یابد. با توجه به این موضوع در نمودار بالا، نقطه‌ای از نمودار که متناظر با R های بزرگ‌تر است، I های کوچک‌تری دارد.

تست و پاسخ ۲۵

در مدار داده‌شده، مقاومت معادل بین دو سر سیم‌های A و B چند اهم است؟

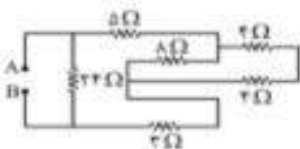
۸ (۳)

۶ (۱)

۱۶ (۴)

۱۲ (۲)

پاسخ: گزینه ۲



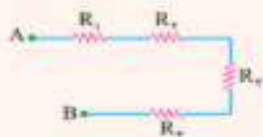
مشاوره مشابه این سوال در کنکورهای اخیر دیده شده است و دانش آموز در مرحله اول باید مدار را ساده کند تا از سردرگمی خارج شود.

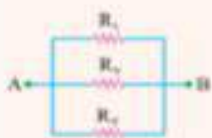
خودت حل کنی بهتره در ابتدا مدار را ساده کنید (به کمک نقاط هم‌پتانسیل و مقاومت‌های سری و موازی)، سپس مقاومت معادل مدار را به دست آورید.

درسنامه مقاومت معادل

برای به دست آوردن مقاومت معادل در حالتی که چند مقاومت با هم سری باشند، داریم:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \xrightarrow{\text{اگر } n \text{ مقاومت یکسان } R \text{ با هم سری باشند}} R_{eq} = nR$$

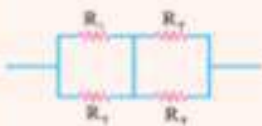




برای به دست آوردن مقاومت معادل در حالتی که چند مقاومت با هم موازی باشند، داریم:

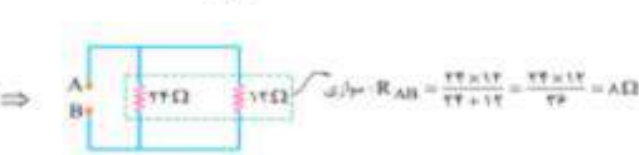
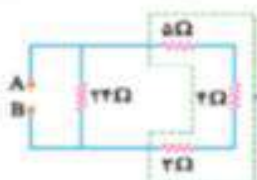
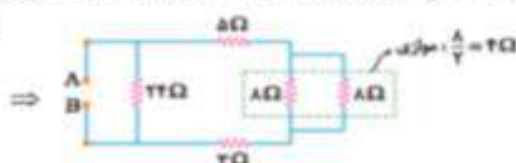
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \xrightarrow{\text{اگر } n \text{ مقاومت یکسان } R \text{ با هم موازی باشند}} R_{eq} = \frac{R}{n}$$



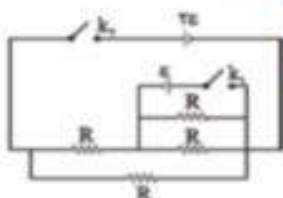
تذکره در سؤالاتی که باید مقاومت معادل بین دو نقطه را به دست آوریم، دقت کنید که ممکن است دو مقاومت به تنهایی یا یکدیگر نه موازی باشند، نه سری. به عنوان مثال در شکل مقابل R_1 و R_2 به تنهایی یا یکدیگر رابطه‌ای ندارند بلکه R_1 با R_3 و R_2 با هم سری هستند.

پاسخ تشریحی ابتدا مدار را ساده می‌کنیم و سپس مقاومت معادل را به دست می‌آوریم. داریم:



تست و پاسخ ۲۶

در مدار زیر، اگر کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته باشد، مقاومت معادل مدار برابر با R_{eq} و اگر کلید k_1 بسته و کلید k_2 باز باشد، مقاومت معادل



باتری $2E$ از مدار حذف می‌شود.

باتری E از مدار حذف می‌شود.

مدار برابر با R'_{eq} است. نسبت $\frac{R_{eq}}{R'_{eq}}$ کدام است؟

$$\frac{5}{4} \quad (۲)$$

$$\frac{3}{2} \quad (۴)$$

$$\frac{4}{5} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{3} \quad (۳)$$

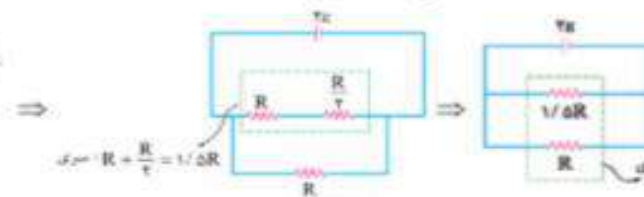
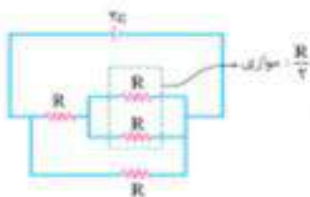
پاسخ: گزینه ۴

مشاوره این سؤال با کنکور ریاضی خارج کشور ۹۲ تشابه مفهومی دارد. برای پاسخگویی به این تست دانش آموز باید در محاسبه مقاومت معادل مهارت داشته باشد.

خودت حل کن بهتره ابتدا در حالت اول (k_1 باز و k_2 بسته) مدار را ساده کرده و مقاومت معادل (R_{eq}) را به دست آورید. سپس در حالت دوم (k_1 بسته و k_2 باز) مدار را ساده کرده و مقاومت معادل (R'_{eq}) را به دست آورده و در نهایت نسبت $\frac{R_{eq}}{R'_{eq}}$ را به دست آورید.

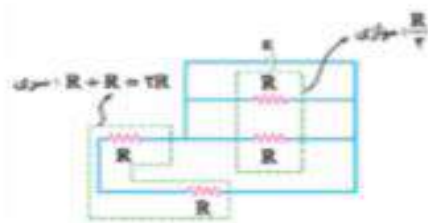
درسنامه در سؤالات تست ۶۱ را بخوانید.

پاسخ تشریحی ابتدا مقاومت معادل مدار در حالت اول (R_{eq}) را به دست می‌آوریم:



$$R_{eq} = \frac{1/\Delta R \times R}{1/\Delta R + R} = \frac{1/\Delta R \times R}{1/\Delta R + R} = \frac{R}{\Delta}$$

سپس مقاومت مدار در حالت دوم (R'_{eq}) را به دست می‌آوریم:



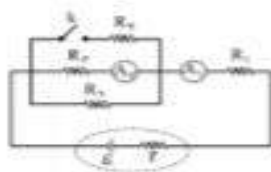
$$R'_{eq} = \frac{\frac{R}{r} \times rR}{\frac{R}{r} + rR} = \frac{R^2}{r + \Delta R} = \frac{r}{\Delta} R$$

در نهایت داریم:

$$\frac{R_{eq}}{R'_{eq}} = \frac{\frac{r}{\Delta} R}{\frac{r}{\Delta} R} = \frac{r}{r}$$

تست و پاسخ ۲۷

در مدار داده‌شده، اگر کلید k را وصل کنیم، اعدادی که آمپرسنج‌های آرمانی A_1 و A_2 نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟



جریان گذرنده از R_1
جریان گذرنده از R_2

(۱) کاهش، افزایش
(۲) افزایش، کاهش

(۳) افزایش، افزایش
(۴) افزایش، کاهش

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره: این تست با تکنورهای تجربی داخل ۹۸، ۹۷ و ۸۶ تشابه مفهومی دارد. تحلیل این سوال به یادگیری مفاهیم در مدار کمک می‌کند.

خودت حل کنی بهتره! ابتدا تغییر در مقاومت معادل و سپس به کمک آن، تغییر در جریان کل و جریان‌های گذرنده از R_1 و R_2 را نسبت به حالت اول مقایسه کنید.

درسنامه: بررسی کلی تغییر در مدار تک‌حلقه تک باتری

- افزایش ولتاژ خود مقاومت
- کاهش جریان خود مقاومت
- افزایش یک مقاومت
- افزایش مقاومت کل
- کاهش افت پتانسیل باتری
- افزایش ولتاژ باتری واقعی
- افزایش جریان و ولتاژ مقاومت موازی با آن
- کاهش ولتاژ و جریان مقاومت سری با آن

نکته: مقاومت آمپرسنج آرمانی برابر با صفر بوده و آمپرسنج آرمانی مانند سیم بدون مقاومت در مدار عمل می‌کند.

نکته: در مدار تشکیل‌شده از باتری و چند مقاومت، با بسته شدن کلید، مقاومت کل مجموعه کاهش می‌یابد.

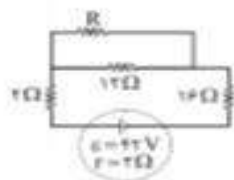
پس نتیجه بگیر: با بسته شدن کلید، یک مقاومت موازی به مجموعه مقاومت‌های خارجی اضافه می‌شود، در نتیجه مقاومت $R_{p,p}$ از

مقاومت $R_{p,p}$ کوچک‌تر می‌شود. پس انتظار می‌رود با کاهش مقاومت معادل مجموعه طبق رابطه $I = \frac{E}{R_{eq} + r}$ ، جریان کل مدار افزایش و

در نتیجه عدد آمپرسنج A_1 افزایش یابد. از طرفی با اضافه شدن مقاومت موازی R_p به مجموعه، ولتاژ $V_{p,p}$ از ولتاژ $V_{p,p}$ کوچک‌تر می‌شود. پس انتظار داریم ولتاژ دو سر مقاومت R_p که با ولتاژ $V_{p,p}$ برابر است، نیز کاهش یابد. در نتیجه با کاهش ولتاژ R_p و ثابت بودن مقاومت انتظار داریم جریان گذرنده از مقاومت R_p یعنی عدد آمپرسنج A_2 کاهش یابد.

تست و پاسخ ۲۸

در شکل داده‌شده، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت 16 اهمی، 2 برابر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت 12 اهمی است. جریان عبوری از مقاومت R چند آمپر است؟



صفر (۴)

$1/5$ (۳)

1 (۲)

$4/5$ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره این سؤال با کنکور تجربی داخل ۱۴۰۱ تشابه مفهومی دارد.

۲) برای کسانی که به اشتباه جریان کل را به عنوان جواب در نظر گرفته‌اند، دام تستی است و ۲) برای کسانی که تقسیم جریان را به درستی انجام نداده‌اند، دام تستی است.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از اختلاف پتانسیل دو مقاومت، نسبت جریان گذرنده از دو مقاومت و پس از آن به کمک تقسیم جریان، مقاومت R را به دست آورید. سپس مقاومت معادل و جریان کل مدار را به دست آورده، در نهایت با داشتن جریان کل و جریان گذرنده از مقاومت ۱۲ اهمی، جریان گذرنده از مقاومت R را به دست آورید.

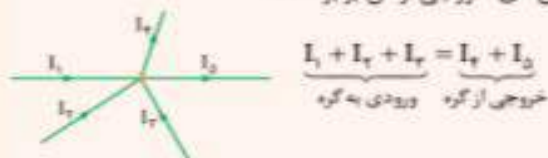
درس نهم قانون اهم

۱) اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی برابر است با حاصل ضرب مقاومت رسانا در جریان الکتریکی گذرنده از آن.

مقاومت الکتریکی رسانا (Ω)
 $V = RI \text{ (A)}$ → جریان الکتریکی گذرنده از رسانا
 اختلاف پتانسیل دو سر رسانا (V)

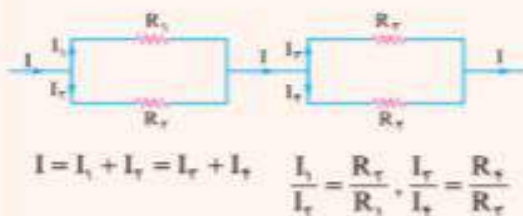
۲) درسنامه تست ۶۱ را بخوانید.

۳) قاعده انشعاب: جمع جریان‌های ورودی به یک گره (انشعاب) با جمع جریان‌های خروجی از آن برابر است.



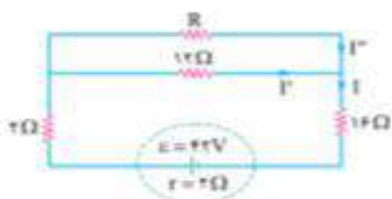
محاسبه جریان کل مدار:

نسبتی محرکه معادل
 $I_t = \frac{\mathcal{E}_t}{R_{eq} + r_{eq}}$
 مقاومت درونی معادل مقاومت خارجی معادل
 (مجموع تمام مقاومت‌های درونی)



۴) تقسیم جریان بین مقاومت‌ها: جریان الکتریکی بین مقاومت‌های سری تقسیم نمی‌شود و تمام جریان به هر یک مقاومت‌های سری می‌رسد، ولی جریان بین مقاومت‌های موازی تقسیم می‌شود و این تقسیم جریان، با مقاومت‌ها رابطه معکوس دارد یعنی:

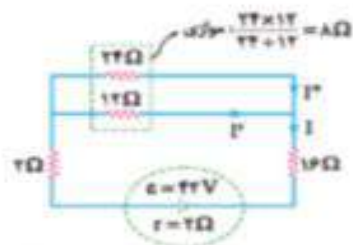
پسح تشریحی گام اول، ابتدا به کمک نسبت اختلاف پتانسیل دو مقاومت، نسبت جریان گذرنده از دو مقاومت و پس از آن به کمک تقسیم جریان، مقاومت R را به دست می‌آوریم. با توجه به شکل زیر داریم:



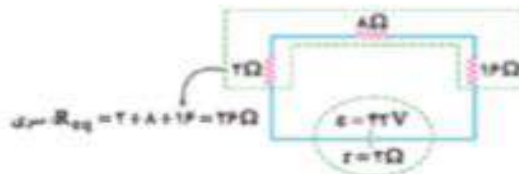
$$V = RI \Rightarrow \frac{V_{12}}{V_{12}} = \frac{R_{12}}{R_{12}} \times \frac{I}{I^*} \Rightarrow 2 = \frac{12}{12} \times \frac{I}{I^*} \Rightarrow I = I^*$$

$$I + I^* = I \Rightarrow I^* = I$$

$$\xrightarrow{\text{موازی } R_{12} \text{ و } R} \frac{I^*}{I^*} = \frac{R}{12} \Rightarrow 2 = \frac{R}{12} \Rightarrow R = 24 \Omega$$



گام دوم، با داشتن مقاومت R ، ابتدا مقاومت معادل و سپس جریان کل مدار را به دست می‌آوریم:



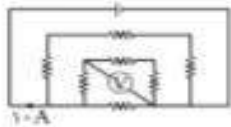
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{24}{26 + 2} = 1/5 \text{ A}$$

گام سوم، با داشتن جریان کل و رابطه بین جریان‌های هر شاخه، جریان گذرنده از مقاومت ۲۴ اهمی (I') را به دست می‌آوریم:

$$I = I' + I'' \xrightarrow{I'' = 2I'} I = 3I' \Rightarrow 1/5 = 3I' \Rightarrow I' = 1/15 \text{ A}$$

تست و پاسخ ۲۹

در مدار شکل داده شده، همه مقاومت‌ها ۳ اهمی‌اند. ولتسنج آزمائی چند ولت را نشان می‌دهد؟



مجموع ولتاژ دو
مقاومت ۳ اهمی شاخه
وسط چند ولت است؟

۱۲ (۲)

صفر (۴)

۲۴ (۱)

۶ (۳)

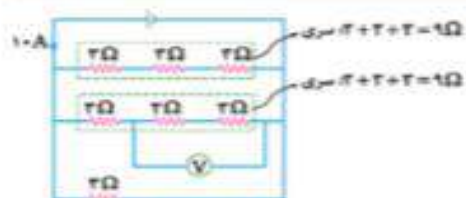
پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: مشابه این سؤال که ولتسنج مجموع اختلاف پتانسیل دو مقاومت سری را نشان دهد، در کنکورهای اخیر دیده نشده ولی دانش آموزی که بر روی تقسیم جریان بین مقاومت‌ها تسلط داشته باشد، به راحتی می‌تواند به این سؤال پاسخ دهد.

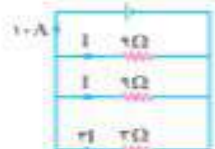
خودت حل کن: بهتره ابتدا مدار را ساده کنید، سپس به کمک تقسیم جریان، جریان گذرنده از شاخه‌ای که قرار است ولتاژ مجموع دو مقاومت از آن را به دست آورید را حساب کنید، در نهایت با داشتن جریان و مقاومت، اختلاف پتانسیل مجموع دو مقاومت ۳ اهمی را به دست آورید.

درسنامه ۶۰ درس‌نامه تست‌های ۶۱ و ۶۴ را بخوانید.

نکته: از ولتسنج آزمائی جریانی عبور نمی‌کند، چرا که مقاومت آن بسیار بزرگ است.



پسج تشریحی: گام اول، ابتدا شکل مدار را ساده می‌کنیم و جریان الکتریکی را بین شاخه‌ها تقسیم می‌کنیم:

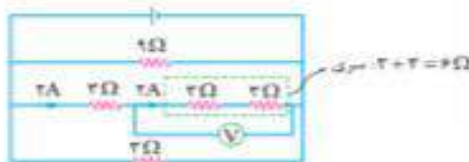


می‌دانیم تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی با مقاومت رابطه معکوس دارد. بنابراین جریان گذرنده از شاخه‌ای که بیشترین مقاومت را دارد، I در نظر می‌گیریم و جریان سایر شاخه‌ها را با نسبت معکوس مقاومت تقسیم می‌کنیم:

$$10 = 5I \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

گام دوم، حال با داشتن جریان الکتریکی گذرنده از شاخه وسط می‌دانیم جریانی که از هر کدام از مقاومت‌های سری در این شاخه می‌گذرد، یکسان و برابر با $I = 2 \text{ A}$ است. پس با داشتن جریان و مقاومت، عدد ولتسنج را به دست می‌آوریم:

$$V = RI \Rightarrow V = 6 \times 2 = 12 \text{ V}$$

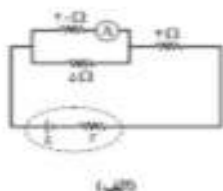
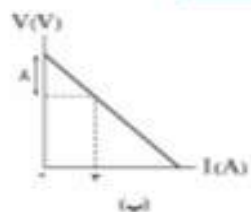


تست و پاسخ ۳۰

نمودار تغییر ولتاژ دو سر باتری بر حسب جریان عبوری از آن در مدار شکل (الف)، مطابق شکل (ب) است. اگر آمپر سنج جریان 25 A را نشان دهد.

نیروی محرکه این باتری چند ولت است؟

جریان گذرنده از مقاومت 20Ω برابر با 25 A است.



(۱) ۵

(۲) ۱۰

(۳) ۱۵

(۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره این سؤال مهارت دانش آموز در زمینه نمودار ولتاژ دو سر باتری و تقسیم جریان در مدار را به چالش می کشد و ممکن است یک سری دانش آموزان با دیدن شکل این سؤال از حل آن منصرف شوند.

خودت حل کنی بهتره ابتدا به کمک شیب نمودار $V-I$ مقاومت درونی باتری را به دست آورید. سپس به کمک جریان گذرنده از مقاومت 20Ω ، جریان گذرنده از باتری و در نهایت با داشتن جریان کل، مقاومت درونی و مقاومت خارجی مدار، نیروی محرکه را به دست آورید.

نیروی محرکه باتری (V)
مقاومت درونی باتری (Ω)
جریان گذرنده از باتری (A)
 $V = \varepsilon - rI$

درس نامه درس نامه تست ۶۴ را بخوانید.

اختلاف پتانسیل دو سر باتری واقعی در مدار تک حلقه ساده:

اختلاف پتانسیل دو سر باتری (V)

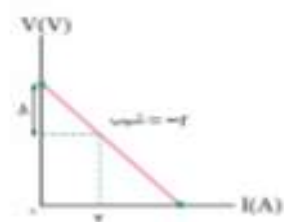


$$V = -rI + \varepsilon$$

شیب خط نمودار $V-I$

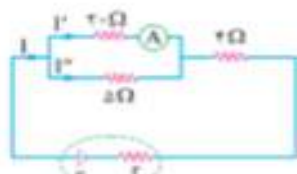
نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری واقعی بر حسب جریان گذرنده از آن:

پاسخ تشریحی گام اول، ابتدا به کمک شیب نمودار $V-I$ باتری، مقاومت درونی باتری را به دست می آوریم:



$$\text{شیب خط} = -r \Rightarrow \frac{-5}{25} = -r \Rightarrow r = 2 \Omega$$

گام دوم، به کمک جریان گذرنده از مقاومت 20Ω ، جریان گذرنده از باتری را به دست می آوریم:



$$\frac{I'}{I''} = \frac{5}{20} \Rightarrow I'' = 4I'$$

$$I = I' + I'' \rightarrow I = 5I' \xrightarrow{I' = 1/25 \text{ A}} I = 1/25 \text{ A}$$

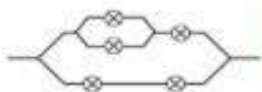
$$R_{eq} = \frac{20 \times 5}{20 + 5} + 2 = 8 \Omega$$

گام سوم، با داشتن جریان کل، مقاومت درونی و مقاومت معادل مدار، نیروی محرکه را به دست می آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 1/25 = \frac{\varepsilon}{8 + 2} \Rightarrow \varepsilon = 15 \text{ V}$$

تست و پاسخ ۳۱

چند لامپ کاملاً مشابه که حداکثر توان قابل تحمل آن‌ها 16 W است، مطابق شکل در مداری قرار گرفته‌اند. حداکثر توان این مجموعه، بدون این که لامپی آسیب ببیند، چند وات است؟



مقاومت لامپ‌ها
یکسان است.

۵۰ (۳)

۸۰ (۱)

۳۲ (۴)

۴۲ (۲)

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره این تست با کنگور ریاضی داخل ۹۳ تشابه مفهومی دارد. یکی از چالش‌هایی که دانش‌آموز در حل این سؤال با آن مواجه است پیدا کردن لامپی است که بیشترین توان مصرفی را دارد.

خودت حل کنی بهتره ابتدا جریان نسبی مقاومت‌ها را به دست آورید. سپس با داشتن جریان نسبی مقاومت‌ها، توان نسبی آن‌ها را به دست آورده و بیشترین توان نسبی را برابر با 16 W قرار دهید و توان سایر مقاومت‌ها را به دست آورید. با داشتن توان مصرفی مقاومت‌ها، توان مصرفی کل مدار را به دست آورید.

درسنامه ۱۱ برای محاسبه توان مصرفی یک مقاومت ۳ روش داریم:

$$1) P = VI$$

P توان مصرفی (W)

$$2) P = RI^2$$

V : ولتاژ دو سر مقاومت (V)

$$3) P = \frac{V^2}{R}$$

I : جریان گذرنده از مقاومت (A)

R : مقاومت (Ω)

محاسبه توان مصرفی کل به کمک توان مصرفی مقاومت‌های مجموعه:

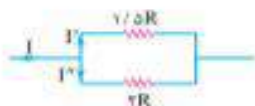
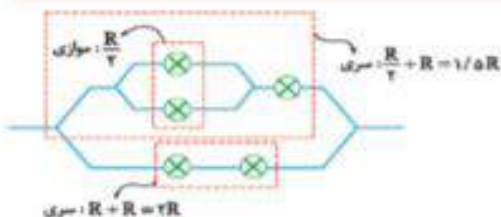
$$P_{\text{مصرفی کل}} = P_{\text{مصرفی ۱}} + P_{\text{مصرفی ۲}} + \dots$$

در یک مجموعه سری مقاومت‌ها، مقاومتی که بیشترین ولتاژ یعنی بیشترین مقاومت را داشته باشد، بیشترین توان مصرفی را داشته و در یک مجموعه موازی مقاومت‌ها، مقاومتی که بیشترین جریان گذرنده یعنی کمترین مقاومت را داشته باشد، بیشترین توان مصرفی را دارد.

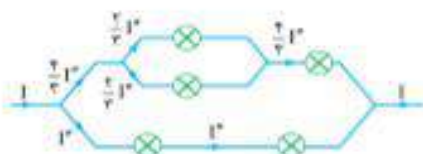
۲) درس‌نامه تست‌های ۶۱ و ۶۴ را بخوانید.

استدلال گام اول: ابتدا جریان هر مقاومت را نسبت به مقاومت‌های دیگر

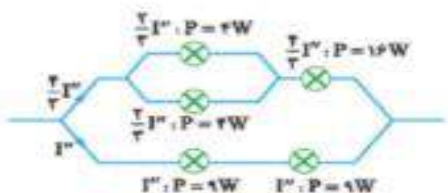
به دست می‌آوریم:



با توجه به این که ۲ شاخه بالا و پایین با هم موازی هستند، تقسیم جریان با نسبت عکس مقاومت‌های هر شاخه صورت می‌گیرد.



$$\frac{I'}{I''} = \frac{2R}{1/2R} = \frac{4}{1} \Rightarrow I' = \frac{4}{5} I'' \xrightarrow{I = I' + I''} I = \frac{9}{5} I''$$



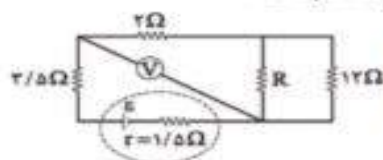
گام دوم: با توجه به یکسان بودن مقاومت‌ها، طبق رابطه $P = RI^2$ ، مقاومتی که بیشترین جریان از آن می‌گذرد، بیشترین توان را دارد و توان سایر مقاومت‌ها باید با مجذور جریان گذرنده از آن‌ها متناسب باشد. داریم:

گام سوم: با داشتن توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها، توان مصرفی مجموعه را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مصرفی کل}} = P_1 \text{ مصرفی} + P_2 \text{ مصرفی} + \dots \Rightarrow P_{\text{مصرفی کل}} = 4 + 4 + 16 + 9 + 9 = 42 \text{ W}$$

تست و پاسخ ۳۲

در شکل داده شده، مقداری که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد، نصف نیروی محرکه باتری است. R چند اهم است؟



مجموع ولتاژ دوسر
مقاومت ۱۲ اهمی و ۱۲ اهمی

- ۳ (۱)
- ۴ (۲)
- ۶ (۳)
- ۱۲ (۴)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره این سوال با کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۰ تشابه مفهومی دارد.

خودت حل کنی بهتره! ابتدا نیروی محرکه باتری را بر حسب جریان کل و مقاومت‌های خارجی و درونی به دست آورید، سپس عدد ولت‌سنج را بر حسب جریان و مقاومت‌های مرتبط با آن به دست آورید و به کمک رابطه بین E و عدد ولت‌سنج، مقاومت معادل R و 12Ω را به دست آورید. در نهایت مقاومت R را به دست آورید.

درسنامه درسی‌نامه تست‌های ۶۱ و ۶۴ را بخوانید.

پایه تشریح با توجه به رابطه جریان گذرنده از باتری داریم:

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} \Rightarrow E = I(R_{eq} + r)$$

اگر مقاومت معادل دو مقاومت R و 12Ω را R' بنامیم، درمی‌یابیم عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، مجموع ولتاژ دو مقاومت سری R' و 2Ω است. داریم:

$$V = \frac{1}{r} E \Rightarrow \frac{E}{R_{eq} + r} = I(R_{eq} + r) = I(2 + 12 + R' + 1/5) = I(14 + R' + 1/5) \Rightarrow I(14 + R' + 1/5) = \frac{1}{r} E$$

$$\Rightarrow 4 + 2R' = 14 + R' \Rightarrow R' = 10 \Omega$$

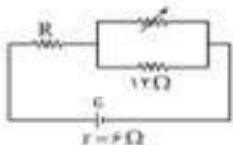
$$R' = \frac{R \times 12}{R + 12} \Rightarrow 2 = \frac{12R}{12 + R} \Rightarrow 4R = 12 + R \Rightarrow R = 4 \Omega$$

حال با داشتن R' ، R را به دست می‌آوریم:

(مقاومت R با مقاومت 12Ω موازی است.)

تست و پاسخ ۳۳

در مدار شکل زیر، وقتی مقاومت رنوستا برابر 4Ω است، توان خروجی منبع P_1 است. اگر مقاومت رنوستا را 20Ω افزایش دهیم، توان



به ازای دو مقاومت خارجی
یکسان، توان خروجی باتری
برابر P_1 است.

- ۲ (۲)
- ۴ (۴)

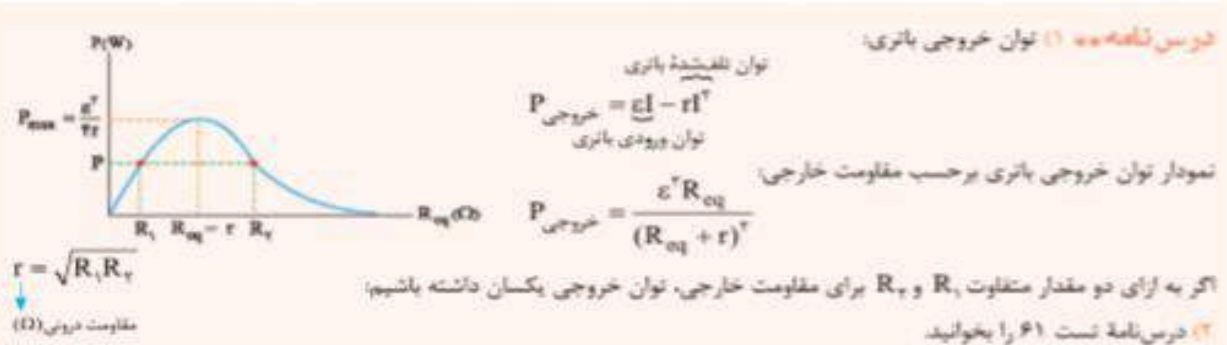
خروجی منبع دوباره برابر P_1 می‌شود. R چند اهم است؟

- ۱ (۱)
- ۳ (۳)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره این سوال با کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۱ تشابه مفهومی دارد. یکی از اشتباهاتی که ممکن است دانش آموز در حل این سوال داشته باشد، این است که مقاومت رنوستا را در حالت دوم 20Ω در نظر بگیرد.

خوبت حل کنی بهتره ابتدا مقاومت خارجی کل را بر حسب مقاومت R در دو حالت به دست آورید، سپس به کمک مقاومت درونی و رابطهای که بین مقاومت درونی و مقاومت های خارجی متفاوت که توان خروجی یکسان دارند، R را به دست آورید.



پاسخ تشریحی گام اول: با توجه به این که مقاومت ۱۲ اهمی با رئوس موازی است و مجموعه آن ها با مقاومت R سری است، برای محاسبه مقاومت خارجی مجموعه در دو حالت داریم:

$$R_{\text{eq}} = \frac{R_s \times 12}{R_s + 12} + R \Rightarrow \begin{cases} \text{حالت اول: } R_1 = \frac{4 \times 12}{4 + 12} + R = 3 + R \\ \text{حالت دوم: } R_2 = \frac{24 \times 12}{24 + 12} + R = 8 + R \end{cases}$$

گام دوم: می دانیم وقتی به ازای دو مقاومت خارجی R_1 و R_2 ، توان خروجی یکسان داشته ایم، مقاومت درونی واسطه هندسی R_1 و R_2 است:

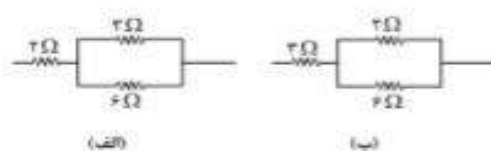
$$r = \sqrt{R_1 R_2} \xrightarrow{R_1 = R + 3(\Omega), R_2 = R + 8(\Omega)} r = \sqrt{(R + 3)(R + 8)}$$

$$\Rightarrow 24 = R^2 + 11R + 24 \Rightarrow R^2 + 11R - 12 = 0 \Rightarrow (R + 12)(R - 1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} R = -12 \times \\ R = 1\Omega \checkmark \end{cases}$$

بنابراین مقاومت R برابر با 1Ω است.

تست و پاسخ ۲۴

بیشینه توان قابل تحمل سه مقاومت ۳، ۶ اهمی یکسان است. این سه مقاومت را یک بار مطابق شکل (الف) و یک بار مطابق شکل (ب) به هم می بندیم. اگر بیشینه توانی که می توان از مدار شکل (الف) گرفت تا هیچ مقاومتی آسیب نبیند، 18 W باشد، بیشینه توانی که می توان از مدار شکل (ب) گرفت، طوری که هیچ مقاومتی آسیب نبیند، چند وات است؟



مجموع توان مصرفی مقاومت ها در شکل الف برابر با 18 W است.

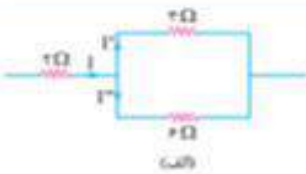
- (۱) ۱۳ / ۵
(۲) ۱۶
(۳) ۱۸
(۴) ۲۰ / ۲۵

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره این سوال با کنکور ریاضی داخل کشور ۹۳ تشابه مفهومی دارد. با این تفاوت که در این سوال در دو حالت باید بیشینه توان مصرفی را در نظر بگیریم.

خوبت حل کنی بهتره ابتدا مقاومتی که بیشترین توان مصرفی در شکل (الف) را دارد، به دست آورده و توان مصرفی سایر مقاومت ها را نسبت به آن تقسیم کنید تا بیشینه توان مصرفی هر مقاومت را به دست آورید. سپس در شکل (ب) مقاومتی که بیشترین توان مصرفی را دارد، به دست آورده و بیشینه توان مصرفی را به آن بدهید و توان مصرفی سایر مقاومت ها را نسبت به آن به دست آورده و در نهایت توان مصرفی مجموعه مقاومت ها در شکل (ب) را به دست آورید.

درس نهمه درسی نامه تست ۶۷ را بخوانید.



گام اول: ابتدا باید بررسی کنیم که بیشینه توان مصرفی در شکل (الف) برای کدام مقاومت است تا به کمک آن بیشینه توان قابل تحمل برای هر یک از مقاومت‌ها به دست آید.

(می‌دانیم در مقاومت‌های موازی جریان با نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.)

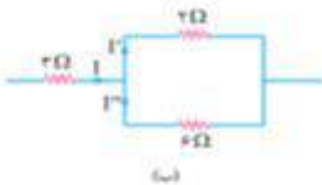
$$\frac{I'}{I} = \frac{2}{2+2} = \frac{1}{2} \Rightarrow I' = \frac{1}{2}I \xrightarrow{I=I'+I'} I = 2I'$$

$$P = RI^2 \Rightarrow \begin{cases} P_{2\Omega} = 2 \times (2I')^2 = 8I'^2 \\ P_{2\Omega} = 2 \times (I')^2 = 2I'^2 \Rightarrow P_{\text{مصرفی کل}} = P_{2\Omega} + P_{2\Omega} + P_{2\Omega} = 8I'^2 + 2I'^2 + 2I'^2 = 12I'^2 \\ P_{2\Omega} = 2 \times I'^2 = 2I'^2 \end{cases}$$

$$\xrightarrow{P_{\text{مصرفی کل}} = 12I'^2} 12I'^2 = 12W \Rightarrow I'^2 = 1 \Rightarrow I' = 1A \xrightarrow{P_{\text{max}} = 12I'^2} P_{\text{max}} = 12W$$

بنابراین بیشینه توان قابل تحمل هر مقاومت برابر با ۱۲ W است.

گام دوم: حال با داشتن بیشینه توان قابل تحمل هر مقاومت، ابتدا مقاومتی که در شکل (ب) بیشترین توان مصرفی را دارد مشخص می‌کنیم. سپس متناسب با مجذور نسبت جریان‌ها، توان کل بیشینه در شکل (ب) را به دست می‌آوریم.



$$\frac{I'}{I} = \frac{6}{2+6} = \frac{3}{4} \Rightarrow I' = \frac{3}{4}I \xrightarrow{I=I'+I'} I = \frac{4}{3}I'$$

$$P = RI^2 \Rightarrow \begin{cases} P_{2\Omega} = 2 \times (4I')^2 = 32I'^2 \\ P_{2\Omega} = 2 \times (I')^2 = 2I'^2 \\ P_{6\Omega} = 6 \times I'^2 = 6I'^2 \end{cases}$$

بنابراین در شکل (ب) بیشترین توان مربوط به مقاومت ۲ اهمی است. داریم:

$$P_{\text{max}} = 32I'^2 \xrightarrow{P_{\text{max}} = 12W} \begin{cases} P_{2\Omega} = 12W \\ P_{2\Omega} = \frac{12}{16} P_{2\Omega} = \frac{12 \times 9}{16} = \frac{27}{4} W \\ P_{6\Omega} = \frac{6}{16} P_{2\Omega} = \frac{6}{16} \times 12 = \frac{9}{2} W \end{cases}$$

$$\Rightarrow P_{\text{مصرفی کل}} = 12 + \frac{27}{4} + \frac{9}{2} = 12 + \frac{27}{4} + \frac{18}{4} = 12 + \frac{45}{4} = \frac{93}{4} W$$

تست و پاسخ ۳۵

روی یک باتری مقدار ۱۲۰۰ mAh نوشته شده است. اگر این باتری جریان الکتریکی ثابت ۸۰ mA را فراهم سازد، چند دقیقه طول می‌کشد تا خالی شود؟

$$9 \times 10^2 (2)$$

$$9 \times 10^3 (3)$$

$$1/5 \times 10^2 (2)$$

$$1/5 \times 10^3 (1)$$

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره: از تبدیل واحد نباید به طور مستقیم سوال نیاید، اما برای حل سوالات به آن نیاز دارید. پس حتماً در تبدیل واحد مهارت داشته باشید.

خودت حل کنی بهتره کافی است از رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ استفاده کنید؛ فقط هواستون به تبدیل واحدها باشه!

درس نامه ۱۱ اگر بار خالص Δq در مدت زمان Δt از مقطعی از رسانا عبور کند، در این صورت نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می گویند.

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow (C) \text{ بار الکتریکی}$$

↓
(s) مدت زمان

(A) جریان الکتریکی متوسط

نکته هر کولن بار الکتریکی معادل ۱ A.s است؛ پس می توانیم بنویسیم:

$$1 \text{ Ah} = 1 \text{ A} \times (3600 \text{ s}) = 3600 \text{ As} \xrightarrow{1 \text{ As} = 1 \text{ C}} 1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

پاسخ تشریحی ابتدا مقدار بار الکتریکی را بر حسب A.s به دست می آوریم.

$$\Delta q = 1200 \text{ mAh} \times \frac{10^{-3} \text{ A}}{1 \text{ mA}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 120 \times 36 \text{ As} = 120 \times 36 \text{ C}$$

حالا با استفاده از رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ می توانیم بنویسیم:

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{\Delta q = 120 \times 36 \text{ C}}{I = 80 \times 10^{-3} \text{ A}} \rightarrow \Delta t = \frac{120 \times 36}{80 \times 10^{-3}} = 54 \times 10^3 \text{ s}$$

در آخر مدت زمانی را که طول می کشد تا باتری تخلیه شود، بر حسب دقیقه محاسبه می کنیم:

$$\Delta t = 54 \times 10^3 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 9 \times 10^2 \text{ min}$$

تست ۹ و پاسخ ۲۶

از هر مقطع یک رسانای اهمی، در حالت اول، در مدت t ، به طور خالص تعداد N الکترون آزاد عبور می کند. اگر در حالت دوم، از این رسانا در مدت $2t$ ، به طور خالص تعداد $2N$ الکترون آزاد عبور کند، انرژی الکتریکی مصرفی در رسانا در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟

۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

درس نامه ۱۱ انرژی الکتریکی مصرفی (گرمای تولیدشده) مقاومت R هنگامی که جریان I از آن عبور می کند، در مدت زمان t از رابطه زیر به دست می آید:

$$U = R I^2 t \rightarrow (s) \text{ مدت زمان}$$

↑
(A) جریان الکتریکی

↓
(Ω) مقاومت الکتریکی (J) انرژی الکتریکی

اختلاف پتانسیل (V)

$$U = \frac{V^2}{R} t, \quad U = VIt$$

هم چنین با استفاده از رابطه $V = RI$ می توانیم روابط دیگری برای انرژی الکتریکی مصرفی به دست بیاوریم:

(۲) اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی، همواره بار الکتریکی مشاهده شده در یک جسم مضرب صحیحی از بار الکتریکی پایه (e) است؛ یعنی:

$$q = \pm ne, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

(۳) درس نامه تست ۹۶ را بخوانید.

پاسخ تشریحی: کافی است از رابطه $U = RI^2t$ به صورت نسبتی استفاده کنیم.

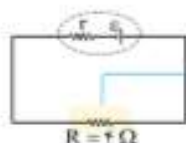
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \times \frac{t_2}{t_1} \xrightarrow{R_1=R_2, I_1=I_2} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 \times \frac{t_1}{t_2} \xrightarrow{q=ne} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \times \frac{t_1}{t_2}$$

$$\xrightarrow{n_1=N, n_2=2N, t_1=t, t_2=2t} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{2N}{N}\right)^2 \times \left(\frac{t}{2t}\right) \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 2$$

تکنیک: با توجه به رابطه $I = \frac{ne}{t}$ چون در مدت $2t$ تعداد $2N$ الکترون آزاد از رسانا عبور می‌کند، بنابراین جریان الکتریکی ثابت مانده و در مدت 2 برابر $(2t)$ انرژی مصرفی نیز 2 برابر $(U_2 = 2U_1)$ می‌شود.

تست و پاسخ ۳۷

در مدار شکل زیر، اگر توان خروجی منبع نیروی محرکه 9 W باشد، جریان الکتریکی عبوری از آن چند آمپر است؟



توان خروجی از منبع
نیروی محرکه را مقاومت
مصرف می‌کند.

- ۱/ ۵ (۲)
۶ (۴)

- ۳ (۱)
۰/۷۵ (۳)

پاسخ: گزینه ۲

درس نامه: برای محاسبه توان مصرفی مقاومت‌ها می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (\text{از این رابطه بیشتر زمانی استفاده می‌شود که } V \text{ ثابت باشد})$$

$$P = RI^2 \quad (\text{از این رابطه بیشتر زمانی استفاده می‌شود که } I \text{ ثابت باشد})$$

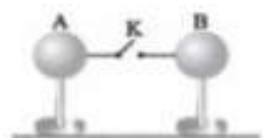
$$P = VI \quad (\text{اگر مقدار مقاومت را نداشته باشیم، می‌توانیم توانش را از این رابطه حساب کنیم})$$

پاسخ تشریحی: توان مصرفی مقاومت خارجی $(R = 4\Omega)$ برابر با توان خروجی منبع نیروی محرکه و جریان الکتریکی عبوری از مقاومت خارجی $(R = 4\Omega)$ برابر با جریان الکتریکی خروجی از منبع نیروی محرکه است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$P = RI^2 \xrightarrow{P=9\text{ W}, R=4\Omega} 9 = 4I^2 \Rightarrow I = 1.5\text{ A}$$

تست و پاسخ ۳۸

در شکل زیر، دو کره رسانای مشابه روی پایه‌های عایقی قرار دارند. بار الکتریکی کره A برابر $20\text{ }\mu\text{C}$ و کره B بدون بار الکتریکی است. با وصل شدن کلید K ، در مدت 4 ms دو کره به تعادل الکتریکی می‌رسند. در این مدت، جریان الکتریکی متوسط عبوری از سیم واصل دو کره چند میلی‌آمپر و در چه جهتی است؟



- ۱) از کره A به کره B
۲) از کره B به کره A
۳) $2/5$ از کره B به کره A
۴) $2/5$ از کره A به کره B

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره: یک سؤال پرتکرار، اما نکته‌دار!

خوبت حل کنی بهتره! ابتدا بار هر یک از کره‌ها پس از تماس را پیدا کنید. سپس جریان الکتریکی متوسط عبوری از سیم را با استفاده از رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ محاسبه کنید. مواظبت داشته‌اید که جهت قراردادی جریان الکتریکی خلاف جهت حرکت الکترون‌هاست.

درسنامه ۳۸: اگر دو کره رسانای مشابه A و B را به یکدیگر تماس دهیم و سپس از هم جدا کنیم، بار الکتریکی هر کدام از کره‌ها پس از تماس، برابر با میانگین بار آن‌ها قبل از تماس است (اصل پایستگی بار الکتریکی). یعنی:

$$Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B \xrightarrow{Q_A = Q_B} Q_A + Q_B = 2Q'_A = 2Q'_B \Rightarrow Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2}$$

۲: درسنامه تست ۹۶ را بخوانید.

استخراج: وقتی دو کره رسانای مشابه را با یکدیگر تماس می‌دهیم، سپس از هم جدا می‌کنیم، بار الکتریکی هر یک از کره‌ها پس از تماس برابر با میانگین بار آن‌ها قبل از تماس است (اصل پایستگی بار الکتریکی). بنابراین بار الکتریکی هر یک از کره‌ها پس از وصل کلید برابر است با:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} \xrightarrow{q_A = -20 \mu C, q_B = +10 \mu C} q'_A = q'_B = \frac{-20 + 10}{2} = -10 \mu C$$

بار کره A از $-20 \mu C$ به $-10 \mu C$ تغییر می‌کند. بنابراین کره A الکترون از دست می‌دهد و کره B الکترون می‌گیرد. از طرفی چون جهت قراردادی جریان الکتریکی خلاف جهت حرکت الکترون‌ها است، پس جریان الکتریکی درون سیم از کره B به سمت کره A است. (چون الکترون‌ها از کره A به سمت کره B حرکت می‌کنند). حالا برای محاسبه جریان الکتریکی متوسط گذرنده از سیم واصل دو کره می‌توانیم بنویسیم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta q = -10 - (-20) = 10 \mu C, \Delta t = 5 \times 10^{-3} s} I = \frac{10 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-3}} = 2/5 \times 10^{-3} A \Rightarrow I = 2/5 \text{ mA}$$

تست و پاسخ ۳۹

یک مفتول از جنس طلا به شعاع مقطع ۲ دارای یک روکش یکنواخت آلومینیومی به ضخامت d است. اگر مقاومت الکتریکی مفتول و روکش آن برابر باشد، کدام است؟ (مقاومت ویژه طلا $2/4 \times 10^{-8} \Omega.m$ و مقاومت ویژه آلومینیوم $3 \times 10^{-8} \Omega.m$ است.)

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره: در بعضی از سوال‌ها اگر یک شکل مناسب رسم کنید، کلید حل سوال را پیدا می‌کنید. مثل همین سوال!

خوبت حل‌کننده: کافی است یک شکل مناسب رسم کنید و از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ استفاده کنید. تمام!

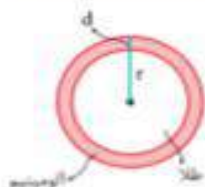
درسنامه ۳۹: مقاومت الکتریکی یک سیم رسانا در دمای ثابت به طول سیم (L)، سطح مقطع (A) و مقاومت ویژه (ρ) آن بستگی دارد و رابطه آن به صورت زیر است:

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

مقاومت ویژه (Ω.m) طول سیم (m) سطح مقطع سیم (m²) مقاومت الکتریکی (Ω)

استخراج: سطح مقطع مفتول به شکل دایره است. بنابراین با توجه به شکل مقابل و با استفاده از رابطه:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad R_{Au} = R_{Al} \xrightarrow{R = \frac{\rho L}{A}} \frac{\rho_{Au} L_{Au}}{A_{Au}} = \frac{\rho_{Al} L_{Al}}{A_{Al}}$$



$$\frac{L_{Au} = L_{Al}, \rho_{Al} = 3 \times 10^{-8} \Omega.m}{\rho_{Au} = 2/4 \times 10^{-8} \Omega.m} \xrightarrow{\frac{\rho_{Au} L_{Au}}{A_{Au}} = \frac{\rho_{Al} L_{Al}}{A_{Al}}} \frac{2/4 \times 10^{-8}}{\pi r^2} = \frac{3 \times 10^{-8}}{\pi (r+d)^2 - \pi r^2} \Rightarrow \frac{1}{r^2} = \frac{1}{(r+d)^2 - r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{1}{1/(r+d)^2 - 1/r^2}$$

$$\Rightarrow 1/(Ar^2) = 1/\lambda(r+d)^2 \Rightarrow \frac{\lambda}{r^2} = (r+d)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{\lambda}{r} = r+d \Rightarrow \frac{d}{r} = \frac{1}{2}$$

تست و پاسخ ۴۰

دو سیم مسی هم جرم A و B به طور جداگانه به اختلاف پتانسیل یکسان و ثابتی وصل هستند. اگر شعاع مقطع سیم A برابر شعاع مقطع سیم B باشد، در مدت معین، گرمای تولیدشده توسط سیم A ، چند برابر گرمای تولیدشده توسط سیم B است؟

همچنین هستند، پس: $\rho_A = \rho_B$

انرژی الکتریکی مصرفی

$$n^2 \quad (۴)$$

$$\frac{1}{n^2} \quad (۳)$$

$$n^2 \quad (۲)$$

$$\frac{1}{n^2} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: نکته این سؤال، هم جرم بودن دو سیم همجنس است که طراحان کنکور هم از این نکته سؤال داده اند.

درسنامه ۱۰۰: با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ چگالی سیم (ρ) با حاصل ضرب طول (L) و سطح مقطع (A) رابطه وارون دارد، زیرا:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=AL \text{ (حجم)}} \rho = \frac{m}{AL}$$

(۲) درسنامه تست ۱۰۰ را بخوانید.

(۳) درسنامه (۱) تست ۹۷ را بخوانید.

گام اول: جرم دو سیم مسی A و B با یکدیگر برابر است؛ بنابراین با استفاده از رابطه $m = \rho AL$ می توانیم بنویسیم:

$$m_A = m_B \Rightarrow \rho_A A_A L_A = \rho_B A_B L_B \xrightarrow{\rho_A = \rho_B} A_A L_A = A_B L_B \Rightarrow \frac{L_B}{L_A} = \frac{A_A}{A_B}$$

گام دوم: از طرفی با توجه به این که اختلاف پتانسیل دو سر هر دو سیم یکسان و ثابت است، پس گرمای تولیدشده (انرژی الکتریکی مصرفی)

را با استفاده از رابطه $U = \frac{V^2}{R}$ می توانیم نسبت به هم به دست آوریم:

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{V_A^2}{V_B^2} \times \frac{R_B}{R_A} \times \frac{t_A}{t_B} \xrightarrow{V_A = V_B} \frac{U_A}{U_B} = \frac{R_B}{R_A}$$

گام سوم: حالا از رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ می توانیم بنویسیم:

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{\frac{\rho_A = \rho_B}{\frac{L_B = A_A}{L_A = A_B}}} \frac{U_A}{U_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \xrightarrow{A = \pi r^2} \frac{U_A}{U_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2$$

$$\xrightarrow{r_A = r_B} \frac{U_A}{U_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_A}{U_B} = n^2$$

تست و پاسخ ۴۱

در مدار شکل زیر، آمپر سنج آرماتی $2/5 \text{ A}$ را نشان می دهد. کار انجام شده توسط منبع نیروی محرکه روی هر کدام از الکترون های عبوری از آن چند ژول است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)



$$8 \times 10^{-16} \quad (۱)$$

$$8 \times 10^{-17} \quad (۲)$$

$$2 \times 10^{-17} \quad (۳)$$

$$2 \times 10^{-16} \quad (۴)$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: شاید کمتر به رابطه $\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q}$ توجه کرده باشید، ولی کتاب درسی به آن خیلی توجه کرده است.

خودت حل کنی بهتره با توجه به موازی وصل شدن آمپر سنج، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را به دست بیاورید، سپس با کمک رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ مقدار \mathcal{E} را محاسبه کنید. در آخر کار انجام شده توسط نیروی محرکه روی هر الکترون را با استفاده از رابطه $\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q}$ به دست بیاورید.

درس نامه



(الف)



(ب)

۱) مقاومت آمپر سنج آرمانی صفر است؛ بنابراین آمپر سنج آرمانی در یک مدار الکتریکی مانند یک سیم رسانای بدون مقاومت عمل می‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر آن و هر چیزی که با آن موازی است، صفر می‌شود. مثلاً در شکل «الف» اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 صفر می‌شود و از R_1 هیچ جریانی عبور نمی‌کند.

۲) مدار شکل «ب» را در نظر بگیرید. اگر باتری آرمانی باشد ($r = 0$) اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با \mathcal{E} می‌شود، اما اگر باتری دارای مقاومت درونی باشد ($r \neq 0$) افت پتانسیلی در مدار به وجود می‌آید و اختلاف پتانسیل دو سر باتری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V = \mathcal{E} - rI$$

۳) هنگام عبور بار Δq از منبع نیروی محرکه، منبع کاری به اندازه ΔW روی آن انجام می‌دهد تا آن را در مدار به حرکت درآورد. کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر (منفی) به پایانه با پتانسیل بیشتر (مثبت) ببرد، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود و رابطه آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} \rightarrow \begin{matrix} \text{تول (J)} \\ \text{کولن (C)} \end{matrix} \quad 1V = \frac{1J}{1C}$$

ولت (V)

پاسخ تشریحی مقاومت آمپر سنج آرمانی صفر است و مانند یک سیم در مدار عمل می‌کند؛ بنابراین چون به صورت موازی با مقاومت R بسته شده است، پس پتانسیل دو سر مقاومت R یکسان و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر است. از طرفی چون مقاومت R به طور موازی با نیروی محرکه بسته شده است، پس اختلاف پتانسیل دو سر نیروی محرکه با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R یکسان و برابر با صفر است (توجه کنید که چون اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R صفر است، پس مقاومت R اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود)؛ بنابراین برای اختلاف پتانسیل دو سر نیروی محرکه می‌توانیم بنویسیم: $V = \mathcal{E} - rI \xrightarrow[r = \frac{r}{2} \times \frac{2}{5}]{V = \frac{V}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{2}{5}} 0 = \mathcal{E} - \frac{0}{2} \times \frac{2}{5} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{0}{5} V$ در آخر می‌توانیم کاری را که نیروی محرکه بر روی الکترون گذرنده از آن انجام می‌دهد، با استفاده از رابطه $\Delta W = \mathcal{E} \Delta q$ به دست آوریم:

$$\Delta W = \frac{0}{5} \times \frac{1}{6} \times 10^{-19} \Rightarrow \Delta W = 8 \times 10^{-20} J$$

تست و پاسخ ۴۲

در مدار شکل زیر، اگر مقاومت الکتریکی پتانسیومتر از R به $2R$ برسد، عددی که ولت سنج آرمانی نشان می‌دهد، ۲ برابر می‌شود. مقاومت درونی منبع نیروی محرکه چند برابر R است؟



ولت سنج آرمانی اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد.

- ۳ (۱)
- $\frac{1}{3}$ (۲)
- $\frac{2}{3}$ (۳)
- $\frac{2}{5}$ (۴)

پاسخ: گزینه ۱

خودت حل کنی بهتره جریانی الکتریکی مدار را در هر دو حالت با استفاده از رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ به دست بیاورید، سپس و با توجه به این که ولتسنج آرمانی اختلاف پتانسیل دو سر باتری و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر پتانسیومتر را نشان می‌دهد، مقدار مقاومت درونی را محاسبه کنید.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

درسنامه جریانی خروجی از باتری از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

پیش‌تشریح ولتسنج آرمانی، اختلاف پتانسیل دو سر نیروی محرکه را نشان می‌دهد. از طرفی چون پتانسیومتر به صورت موازی با نیروی محرکه بسته شده است، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن با اختلاف پتانسیل دو سر نیروی محرکه برابر است، بنابراین با توجه به جریان گذرنده از مقاومت پتانسیومتر می‌توانیم بنویسیم:

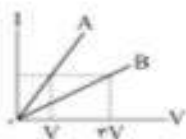
$$V = RI \xrightarrow{I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}} V = \frac{R\mathcal{E}}{R+r}$$

وقتی مقاومت از R به $2R$ تغییر می‌کند، عددی که ولتسنج آرمانی نشان می‌دهد، دو برابر می‌شود، پس داریم:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{R_2}{R_2+r} \mathcal{E}}{\frac{R_1}{R_1+r} \mathcal{E}} \xrightarrow{R_2=2R, R_1=R} \Rightarrow 2 = \frac{\frac{2R}{2R+r} \mathcal{E}}{\frac{R}{R+r} \mathcal{E}} \Rightarrow 2 = \frac{2(R+r)}{R+r} \Rightarrow 2R+2r = 2R+r \Rightarrow r = 2R$$

تست و پاسخ ۴۳

نمودار جریان الکتریکی عبوری از دو مقاومت A و B بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها به شکل زیر است. اگر دو مقاومت به اختلاف پتانسیل یکسانی وصل باشند، در یک بازه زمانی معین، انرژی مصرفی مقاومت A ، چند برابر انرژی مصرفی مقاومت B است؟



$$\frac{1}{4} \text{ (۴)}$$

$$9 \text{ (۳)}$$

$$\frac{1}{2} \text{ (۲)}$$

$$3 \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه ۱

درسنامه (۱) تعریف مقاومت الکتریکی: به نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به جریانی الکتریکی عبوری از آن، مقاومت الکتریکی رسانا می‌گوییم.

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow \begin{matrix} \text{اختلاف پتانسیل الکتریکی (V)} \\ \text{جریان الکتریکی (A)} \end{matrix}$$

↓

مقاومت الکتریکی (Ω)

(۲) درسنامه (۱) تست ۹۷ را بخوانید.

پیش‌تشریح با توجه به نمودار و با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ داریم:

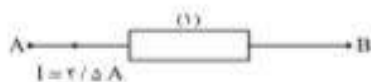
$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B \times I_A}{V_A \times I_B} \xrightarrow{I_A=I_B, V_A=V, V_B=2V} \frac{R_B}{R_A} = \frac{2V}{V} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 2$$

حالا نسبت انرژی الکتریکی مصرفی مقاومت A به مقاومت B را در یک بازه زمانی معین، هنگامی که به اختلاف پتانسیل یکسان وصل هستند، به دست می‌آوریم:

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{\frac{V_A^2}{R_A} t_A}{\frac{V_B^2}{R_B} t_B} \xrightarrow{V_A=V_B, t_A=t_B} \frac{U_A}{U_B} = \frac{R_B}{R_A} \xrightarrow{\frac{R_B}{R_A}=2} \frac{U_A}{U_B} = 2$$

تست و پاسخ ۴۴

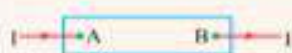
شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. پتانسیل الکتریکی نقطه A، 10 V است. اگر رسانای (۱) در هر دقیقه 3 kJ انرژی الکتریکی دریافت کند، پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟



- (۲) 30
(۳) -10
(۴) -30

پاسخ: گزینه ۳

خوبت حل کنی بهتره با استفاده از رابطه $\Delta U = (I\Delta V)t$ ، پتانسیل نقطه B را به دست آورید.



درسنامه شکل روبه‌رو یک وسیله الکتریکی (باتری، مقاومت و ...) را نشان می‌دهد که جریان الکتریکی از سر A وارد و از سر B خارج می‌شود. توان الکتریکی خارجی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = I\Delta V = I(V_B - V_A)$$

توان این وسیله الکتریکی دو حالت می‌تواند داشته باشد.

$P > 0$ \Rightarrow وسیله الکتریکی به مدار انرژی می‌دهد \Rightarrow به این توان، توان خروجی گفته می‌شود.

$P < 0$ \Rightarrow وسیله الکتریکی از مدار انرژی می‌گیرد \Rightarrow به این توان، توان مصرفی گفته می‌شود و اگر وسیله باتری باشد، به آن توان ورودی باتری گفته می‌شود.

پاسخ تشریحی رسانای (۱) مصرف‌کننده انرژی است، بنابراین پتانسیل الکتریکی آن در جهت جریان کاهش می‌یابد. با استفاده از رابطه $\Delta U = (I\Delta V)t$ ، پتانسیل را در نقطه B که در شکل مشخص شده است، به دست می‌آوریم:

$$\Delta U_1 = (I\Delta V_1)t$$

$$\Rightarrow -3 \times 10^3 = 2/5 \times (V_B - V_A) \times 60$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = \frac{-3 \times 10^3}{150} = -20 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_B - 10 = -20 \Rightarrow V_B = -10 \text{ V}$$



تست و پاسخ ۴۵

بر روی یک وسیله برقی مقدارهای 220 V و 800 W نوشته شده است. اگر این وسیله در هر شبانه‌روز ۴ ساعت به اختلاف پتانسیل 165 V وصل باشد، بهای برق مصرفی آن در یک ماه (۳۰ روز) برحسب تومان کدام است؟ (مقاومت الکتریکی وسیله، ثابت و بهای هر کیلووات‌ساعت انرژی مصرفی ۵۰ تومان است.)

- (۴) 2700

- (۳) 270

- (۲) 4800

- (۱) 480

پاسخ: گزینه ۴

خوبت حل کنی بهتره با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و مقایسه توان اسمی وسیله برقی با توان مصرفی‌اش در حالتی که اختلاف پتانسیل

آن برابر 165 V است، توان مصرفی را به دست آورید؛ سپس انرژی مصرفی وسیله برقی را به کمک رابطه $U = Pt$ به دست آورید تا در نهایت، بهای برق مصرفی را محاسبه کنید.

درسنامه در سنامه تست ۹۸ را بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول، توان مصرفی وسیله برقی را به ازای اختلاف پتانسیل 165 V به دست می‌آوریم. توان مصرفی این وسیله برقی به ازای اختلاف پتانسیل 220 V ، برابر 800 W است. با مقایسه این دو حالت داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \times \left(\frac{R_1}{R_r}\right) \Rightarrow \frac{P_r}{800} = \left(\frac{165}{220}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_r}{800} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \Rightarrow P_r = 800 \times \frac{9}{16} = 450 \text{ W}$$

گام دوم: انرژی مصرف‌شده توسط این وسیله برقی را در مدت‌زمان ۳۰ روز برحسب کیلووات‌ساعت به دست می‌آوریم:

$$U = Pt = 450 \times (3 \times 24) = 12 \times 450 \times 100 \text{ W.h} = 54 \text{ kW.h}$$

تومان $54 \times 50 = 2700$ = بهای برق مصرفی

گام سوم: بهای برق مصرفی به راحتی قابل محاسبه است:

۴۶ پاسخ و تست

در یک مدار تک‌حلقه تک‌باتری، از باتری با نیروی محرکه \mathcal{E} ، یک بار جریان I_1 و بار دیگر جریان I_2 عبور می‌کند. اگر توان خروجی باتری در دو حالت برابر باشد، مقاومت درونی باتری کدام است؟

$$\frac{\mathcal{E}}{I_1 + I_2} \quad (f)$$



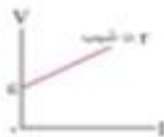


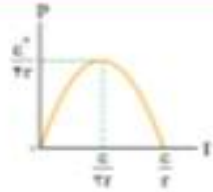
$$\frac{\mathcal{E}}{I_1 + I_2} \quad (g)$$

$$\frac{\mathcal{E}}{|I_1 - I_2|} \quad (h)$$

$$\frac{\mathcal{E}}{|I_1 - I_2|} \quad (i)$$

پاسخ: گزینه ۲

درس نکته: جدول زیر، مقایسه باتری‌هایی که به مدار انرژی می‌دهند و انرژی می‌گیرند را نشان می‌دهد.

باتری از مدار انرژی می‌گیرد	باتری به مدار انرژی می‌دهد	
		نحوه قرارگیری در مدار
$V_B - V_A = -(\mathcal{E} + Ir)$ پتانسیل را کاهش می‌دهد	$V_B - V_A = \mathcal{E} - Ir$ پتانسیل را افزایش می‌دهد	اختلاف پتانسیل
$\Delta V = \mathcal{E} + Ir$	$\Delta V = \mathcal{E} - Ir$	مقدار اختلاف پتانسیل
		نمودار اختلاف پتانسیل برحسب جریان
$P_{\text{دری}} = \mathcal{E}I + rI^2$ از مدار انرژی می‌گیرد	$P_{\text{خارجی}} = \mathcal{E}I - rI^2$ به مدار انرژی می‌دهد	توان
		نمودار توان برحسب جریان

پاسخ تشریحی

نمودار روبه‌رو، توان خروجی باتری را برحسب جریان نمایش می‌دهد که طبق رابطه

$P = \mathcal{E}I - rI^2$ به صورت سهمی است. به ازای جریان‌های I_1 و I_2 ، توان خروجی باتری یکسان است. با

توجه به این‌که نمودار سهمی است، جریان‌های I_1 و I_2 نسبت به رأس سهمی ($I_S = \frac{\mathcal{E}}{2r}$) متقارن‌اند.

بنابراین داریم:

$$I_S = \frac{I_1 + I_2}{2} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{2r} = \frac{I_1 + I_2}{2} \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E}}{I_1 + I_2}$$

تست و پاسخ ۴۷

در یک مدار تک حلقه تک باتری، اگر جریان عبوری از باتری از 1 A به 2 A برسد، توان خروجی آن از 10 W به 16 W می‌رسد. از این باتری جریان چند آمپر عبور کند تا توان خروجی آن بیشینه شود؟

- ۱/۵ (۱) ۲/۵ (۲) ۳ (۳) ۳/۲۵ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره با استفاده از رابطه $P = \mathcal{E}I - rI^2$ ، توان خروجی را به ازای دو جریان $I_1 = 1\text{ A}$ و $I_2 = 2\text{ A}$ به ترتیب برابر 10 W و 16 W قرار دهید و با تشکیل دستگاه، نیروی محرکه (\mathcal{E}) و مقاومت درونی (r) را به دست آورید و در نهایت جریان معادل با توان بیشینه $I_g = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ را به دست آورید.

درسنامه درسنامه تست ۱۰۷ را بخوانید.

استدلال گام اول، توان خروجی باتری از رابطه $P = \mathcal{E}I - rI^2$ به دست می‌آید. به کمک جریان 1 A و 2 A و توان خروجی آن‌ها که 10 W و 16 W است، نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری را به دست می‌آوریم:

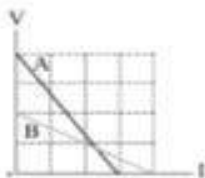
$$\begin{aligned} I = 1\text{ A} &\Rightarrow P = \mathcal{E}I - rI^2 = 10 \\ I = 2\text{ A} &\Rightarrow P = \mathcal{E}I - rI^2 = 16 \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E} - r = 10 \\ \mathcal{E} - 2r = 8 \end{cases} \Rightarrow r = 2\Omega, \mathcal{E} = 12\text{ V}$$

گام دوم، توان خروجی باتری، به ازای جریان $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{2r} = \frac{12}{2(2)} = \frac{12}{4} = 3\text{ A}$$

تست و پاسخ ۴۸

نمودار اختلاف پتانسیل دو سر دو باتری A و B بر حسب جریان عبوری از آن‌ها به شکل روبه‌رو است. بیشینه توان خروجی باتری A چند برابر بیشینه توان خروجی باتری B است؟



- ۲/۳ (۱) ۲/۳ (۲) ۳/۲ (۳) ۳/۲ (۴)

پاسخ: گزینه ۱

خودت حل کنی بهتره عرض از مبدأ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب جریان، بیانگر نیروی محرکه مولد است و قدرمطلق شیب نمودار بیانگر مقاومت درونی است. با استفاده از رابطه $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$ ، نسبت بیشینه توان خروجی‌ها را مقایسه کنید.

درسنامه درسنامه تست ۱۰۷ را بخوانید.

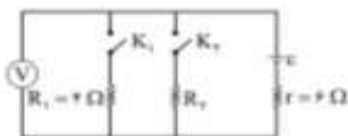
استدلال گام اول، نسبت نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری A و باتری B را به دست می‌آوریم.

$$\frac{\mathcal{E}_A}{\mathcal{E}_B} = \frac{\text{عرض از مبدأ خط A}}{\text{عرض از مبدأ خط B}} = 2 \quad \frac{r_A}{r_B} = \frac{\text{قدرمطلق شیب خط A}}{\text{قدرمطلق شیب خط B}} = \frac{2}{3} = \frac{A}{B}$$

گام دوم، به کمک رابطه $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$ ، نسبت بیشینه توان خروجی باتری A به باتری B را به دست می‌آوریم.

$$\frac{P_{\max, A}}{P_{\max, B}} = \left(\frac{\mathcal{E}_A}{\mathcal{E}_B}\right)^2 \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right) = (2)^2 \times \left(\frac{3}{2}\right) = 4 \times \frac{3}{2} = 6$$

تست و پاسخ ۴۹



در مدار شکل روبه‌رو، در حالت اول فقط کلید K_1 و در حالت دوم فقط کلید K_2 وصل است. اگر در هر دو حالت توان خروجی باتری یکسان باشد، مقداری که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد، در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟

$$\frac{9}{4} \quad (1)$$

$$\frac{4}{9} \quad (2)$$

$$\frac{3}{4} \quad (3)$$

$$\frac{4}{3} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۲

خودت حل کنی بهتره طبق رابطه $R_1 R_2 = r^2$ که به ازای مقاومت‌های خارجی R_1 و R_2 توان خروجی مولد ثابت است، R_2 را به دست آورید. سپس اختلاف پتانسیل دو سر باتری را با استفاده از رابطه $V = \frac{\varepsilon R}{R + r}$ در هر دو حالت به دست آورید و مقایسه کنید.



درس نامه نمودار مقابل، توان مصرفی یک باتری را بر حسب جریان نشان می‌دهد. این نمودار یک سهمی است $(P = \varepsilon I - I^2 r)$ و برای دو جریان متفاوت I_1 و I_2 که نسبت به رأس متقارن هستند، توان مصرفی یکسانی خواهند داشت، بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_S \Rightarrow I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{R_1 + r} + \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow \frac{1}{R_1 + r} + \frac{1}{R_2 + r} = \frac{1}{r} \\ \Rightarrow \frac{R_1 + R_2 + 2r}{R_1 R_2 + (R_1 + R_2)r + r^2} &= \frac{1}{r} \Rightarrow (R_1 + R_2)r + 2r^2 = R_1 R_2 + (R_1 + R_2)r + r^2 \Rightarrow r^2 = R_1 R_2 \end{aligned}$$

بنابراین نتیجه می‌گیریم که به ازای دو مقاومت خارجی R_1 و R_2 ، اگر رابطه $r^2 = R_1 R_2$ برقرار باشد، توان خروجی باتری یکسان است.

پست‌نشر گام اول، مقاومت معادل خارجی را در دو حالت به دست می‌آوریم. طبق آنچه در درس‌نامه اشاره شد، زمانی به ازای دو مقاومت خارجی R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری تغییر نمی‌کند که رابطه $r^2 = R_1 R_2$ برقرار باشد.

مقاومت خارجی در حالتی که فقط کلید K_1 وصل است $R_1 = 4 \Omega$

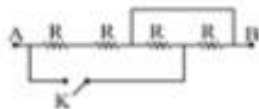
مقاومت خارجی در حالتی که فقط کلید K_2 وصل است $R_2 = ?$

$$r^2 = R_1 R_2 \Rightarrow (6)^2 = 4 \times R_2 \Rightarrow R_2 = 9 \Omega$$

گام دوم، عددی که ولت‌سنج نمایش می‌دهد، اختلاف پتانسیل دو سر باتری است که به کمک رابطه $V = \frac{\varepsilon R}{R + r}$ محاسبه می‌شود. پس:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{\varepsilon R_2}{R_2 + r}}{\frac{\varepsilon R_1}{R_1 + r}} = \frac{\frac{9}{9 + 6}}{\frac{4}{4 + 6}} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2} = \frac{3}{2}$$

تست و پاسخ ۵۰



در شکل روبه‌رو با بستن کلید K ، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند برابر می‌شود؟

$$\frac{3}{5} \quad (1)$$

$$\frac{5}{3} \quad (2)$$

$$\frac{5}{2} \quad (3)$$

$$\frac{2}{5} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۲

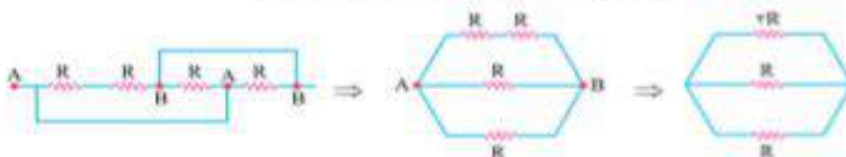
مشاوره روش نقطه‌گذاری و رسم مدار معادل را حتماً یاد بگیرید. در مواردی که برای تشخیص نوع به هم بستن مقاومت‌ها به مشکل برمی‌خورید، این روش به شما کمک خواهد کرد.

خودت حل کنی بهتره در هر دو حالت کلید باز و کلید بسته، مدار معادل ساده‌شده را رسم کنید و مقاومت معادل را به دست آورید.

پاسخ تشریحی گام اول: در حالتی که کلید باز (قطع) است: دو مقاومت سمت راست اتصال کوتاه شده و حذف می‌شوند.

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

گام دوم: در حالتی که کلید بسته (وصل) است: مدار را بین دو نقطه A و B ساده می‌کنیم:



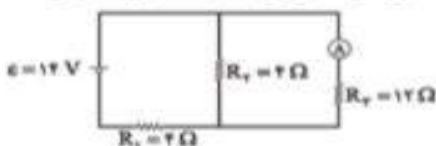
$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{\Delta}{2R} \Rightarrow R'_{eq} = \frac{2R}{\Delta}$$

$$\frac{R'_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\frac{2R}{\Delta}}{2R} = \frac{1}{\Delta} = 0.2$$

گام سوم: نسبت مقاومت معادل مدار در دو حالت را به دست می‌آوریم:

تست و پاسخ ۵۱

در مدار شکل زیر، اگر جای منبع نیروی محرکه آرمانی و آمپرسنج آرمانی را عوض کنیم، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند امپر تغییر می‌کند؟



مقاومت درونی ندارد.

مقاومت الکتریکی ندارد.

- ۱) ۲۵- /
- ۲) ۵- /
- ۳) ۱
- ۴) صفر

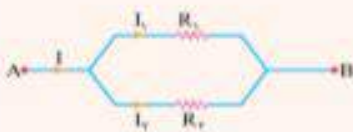
پاسخ: گزینه ۴

مشاوره یکی از نکاتی که در مدارهای جریان مستقیم، بارها در تست‌های گنگور مطرح شده است، تقسیم جریان بین دو شاخه موازی است. سعی کنید به حد کافی روی این موضوع مسلط شوید تا بتوانید این کار را به طور ذهنی و سریع انجام دهید.

خوبت حل‌کننده بهتره در حالت اول مقاومت معادل و جریان الکتریکی اصلی مدار را به دست آورید و با تقسیم جریان بین دو شاخه موازی، جریان آمپرسنج را به دست آورید. در حالت دوم هم همین کار را تکرار کنید و در پایان اختلاف دو عدد آمپرسنج را محاسبه کنید.

درسنامه تقسیم و تقسیم جریان بین شاخه‌های موازی مدار

نکته ۱ آمپرسنج (A) وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری جریان الکتریکی در مدار که مقاومت الکتریکی ناچیزی دارد و برای اندازه‌گیری جریان هر شاخه، به طور متوالی در آن شاخه قرار می‌گیرد.



۲ در تقسیم جریان، بین دو شاخه موازی مدار، هر شاخه‌ای که مقاومت کمتری داشته باشد، جریان بیشتری از آن می‌گذرد.

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_{1,2}}{R_1} = \frac{R_{1,2} \times I}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_{1,2}}{R_2} = \frac{R_{1,2} \times I}{R_2}$$

نکته ۴ تست ۱۰۱ و نکته‌های ۱ و ۲ تست ۱۰۴ را بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول: در حالت اول، مقاومت معادل و جریان اصلی مدار را به دست می‌آوریم:



$$R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2 \times 12}{2 + 12} = \frac{24}{14} = \frac{12}{7} \Omega$$

R_2 و R_3 موازی‌اند.

$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3} = 4 + \frac{12}{7} = \frac{40}{7} \Omega$$

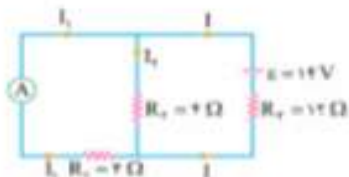
R_1 و $R_{2,3}$ متوالی‌اند.

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} = \frac{12}{\frac{40}{7} + 0} = \frac{12}{\frac{40}{7}} = \frac{12 \times 7}{40} = \frac{21}{10} A$$

گام دوم: جریان $I = 2A$ را بین دو شاخه موازی R_1 و R_2 تقسیم می‌کنیم؛ امپرسنج، جریان عبوری از مقاومت R_2 را نشان می‌دهد.

$$I_2 = \frac{R_1 \times I}{R_1 + R_2} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1A$$

گام سوم: در حالت دوم (یعنی پس از جابه‌جاشدن امپرسنج و نیروی محرکه)، مقاومت معادل و جریان اصلی مدار را به دست می‌آوریم:



$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\Omega$$

R_1 و R_2 موازی‌اند.

$$R_{eq} = R_{1,2} + R_2 = 1 + 1 = 2\Omega$$

R_1 و $R_{1,2}$ متوالی‌اند.

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r} = \frac{14}{2 + 1} = 1A$$

گام چهارم: جریان $I = 1A$ بین دو شاخه موازی R_1 و R_2 به نسبت یکسان تقسیم می‌شود، زیرا R_1 و R_2 مشابه‌اند. امپرسنج، جریان عبوری از مقاومت R_1 را نشان می‌دهد:

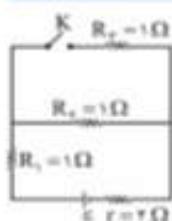
$$I_1 = \frac{1}{2}A$$

$$I_1 - I_2 = \frac{1}{2} - 1 = -\frac{1}{2}$$

گام پنجم: تغییر عدد امپرسنج در دو حالت، صفر است.

تمرین و پاسخ ۵۲

افزایش شدن یک شاخه موازی به مدار



در مدار شکل زیر، با بستن کلید K، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 و توان خروجی مولد به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد

(۲) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد

(۳) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد

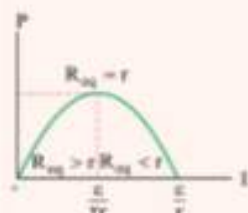
(۴) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: معمولاً تست‌هایی از مدارها که به نمودار توان خروجی مولد بر حسب جریان مربوط می‌شوند، با چالش روبرو می‌کنند.

خودت حل کنی بهتره: در حالت کلید باز مقاومت معادل خارجی مدار را با مقاومت درونی مولد، مقایسه کنید. این کار را در حالت کلید بسته نیز انجام دهید. با توجه به نمودار توان خروجی مولد بر حسب جریان، تغییر توان را مشخص کنید. هم‌چنین با توجه به تغییرات جریان مدار و قانون اهم تغییر ولتاژ دو سر R_2 را تعیین کنید.

درسنامه: توان خروجی مولد



نکته ۱: نمودار توان مفید (خروجی) یک مولد، بر حسب جریان الکتریکی عبوری از مدار به شکل مقابل است:

(۲) در مقاومت‌های متوالی، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها جمع می‌شود و با اختلاف پتانسیل کل، برابر است.

(۳) اختلاف پتانسیل دو سر مولد از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$V = E - Ir$

E = نیروی محرکه مولد (V)

I = جریان عبوری از مولد (A)

r = مقاومت درونی مولد (Ω)

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

(۴) قانون اهم: در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی به جریانی که از آن می‌گذرد، مقدار ثابتی است.

V = اختلاف پتانسیل (V) I = جریان الکتریکی (A) R = مقاومت الکتریکی (Ω)

● نکته ۴: تست ۱۰۱ و نکته‌های ۱ و ۲ تست ۱۰۴ را نیز بخوانید.

پایه ششم گام اول: هنگامی که کلید باز است، مقاومت R_p از مدار خارج می‌شود و مقاومت معادل خارجی مدار برابر است با:

$$R_{eq} = R_1 + R_p = 1 + 1 = 2 \Omega$$

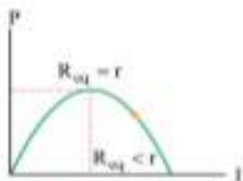
$$R_{eq} = r = 2 \Omega$$

یعنی R_{eq} با مقاومت درونی مولد برابر است.

گام دوم: با بستن کلید، دو مقاومت R_p و R_p با یکدیگر موازی شده و معادل آن‌ها با مقاومت R_1 متوالی می‌شود.

$$R'_{eq} = \frac{R_p R_p}{R_p + R_p} + R_1 = \frac{1 \times 1}{1 + 1} + 1 = 1.5 \Omega$$

در این حالت $R'_{eq} < 2$ می‌شود؛ پس با توجه به نمودار توان خروجی مولد بر حسب جریان، توان خروجی مولد کاهش می‌یابد.



گام سوم: با بستن کلید K ، مقاومت خارجی معادل مدار کاهش می‌یابد؛ در نتیجه جریان عبوری از مولد افزایش می‌یابد.

$$\uparrow I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

$$\downarrow V = \mathcal{E} - rI \uparrow$$

$$\uparrow V_1 = R_1 I \uparrow$$

$$\downarrow V = \uparrow V_1 + V_r \downarrow$$

بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مولد کاهش می‌یابد.

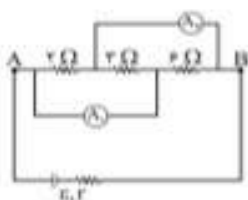
گام چهارم: مقاومت R_1 ثابت است؛ پس اختلاف پتانسیل دو سر آن، با افزایش جریان I ، افزایش می‌یابد.

گام پنجم: رابطه اختلاف پتانسیل بین V_r و V_1 را می‌نویسیم:

با توجه به کاهش V و افزایش V_r و V_1 حتماً باید کاهش یابد.

تست و پاسخ ۵۳

در مدار شکل زیر، جریان عبوری از آمپرسنج آرمانی A_1 چند برابر جریان عبوری از آمپرسنج آرمانی A_2 است؟



مقاومت الکتریکی
آن صفر است.

- (۱) $\frac{5}{3}$
- (۲) $\frac{3}{5}$
- (۳) $\frac{6}{5}$
- (۴) $\frac{5}{6}$

پاسخ: گزینه ۲

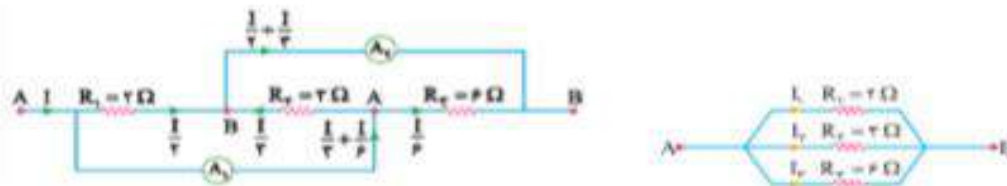
مشاوره: در این نوع تست‌ها، آمپرسنج‌ها در شاخه‌هایی قرار می‌گیرند که هیچ مقاومتی در آن شاخه نیست. در گذکور دی ماه 1400 و 1399 تجربی، تست‌هایی با چنین رویکردی مطرح شده بود.

خودت حل کنی بهتره! شکل ساده‌شده مدار را رسم کنید و مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را به دست آورید. سپس جریان در هر یک از مقاومت‌ها را بر حسب جریان اصلی مدار محاسبه کنید. در پایان به کمک قاعده انشعاب جریان در آمپرسنج را به دست آورده و بر هم تقسیم کنید.

درسنامه

- نکته ۱:** گره و شاخه در مدار، یک نقطه انشعاب (گره) در مدار، نقطه‌ای است که در آن، حداقل ۳ سیم به یکدیگر متصل شده‌اند. هر انشعابی بین دو نقطه انشعاب در مدار، شاخه نامیده می‌شود. از هر شاخه یک جریان می‌گذرد.
- قاعده انشعاب:** مجموع جریان‌هایی که به هر نقطه انشعاب (گره) وارد می‌شود، برابر با مجموع جریان‌هایی است که از آن نقطه انشعاب خارج می‌شود.
- ۲:** از آن‌جا که مقاومت آمپرسنج ناچیز است، وقتی دو نقطه از مدار توسط یک آمپرسنج به هم وصل می‌شوند، آن دو نقطه هم‌پتانسیل و همانم هستند.
- نکته ۴:** تست ۱۰۴ و نکته ۲ تست ۱۰۵ را نیز بخوانید.

پاسخ تشریحی: گام اول: مدار معادل بین دو نقطه A و B را رسم می‌کنیم. مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 به صورت موازی هستند.



گام دوم: اگر جریان اصلی مدار را I فرض کنیم، با توجه به نکته تقسیم جریان بین شاخه‌های موازی داریم:

$$I_1 = \frac{I}{3}, \quad I_2 = \frac{I}{3}, \quad I_3 = \frac{I}{6}$$

گام سوم: با توجه به قاعده انشعاب، جریانی که از آمپرسنج A_1 می‌گذرد:

$$\frac{I}{3} + \frac{I}{3} = \frac{\Delta I}{6}$$

و جریانی که از آمپرسنج A_2 می‌گذرد:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{I}{3}}{\frac{\Delta I}{6}} = \frac{2}{5}$$

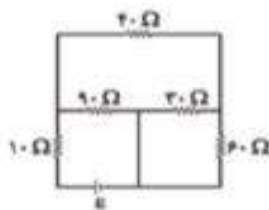
در آخر:

تست و پاسخ ۵۴

در مدار شکل مقابل، بیشینه توان قابل تحمل هر کدام از مقاومت‌ها یکسان و برابر 36 W است.

بیشینه توان مصرفی مدار، بدون آن که مقاومتی آسیب ببیند، چند وات است؟

با اعمال توان بیش از این حد، مصرف‌کننده (مقاومت خارجی) اصطلاحاً می‌سوزد.



۱۱۵ (۲)

۱۴۰ (۱)

۶۰ (۴)

۹۰ (۳)

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: در این تست‌ها محاسبات عددی قابل توجهی پیش روی شماست.

خودت حل کنی بهتره: جریان الکتریکی و توان مصرفی هر مقاومت را برحسب جریان اصلی مدار بنویسید. سپس بزرگ‌ترین آن‌ها را برابر

با 36 W قرار داده و براساس آن مربع جریان (I^2) را به دست آورید. در پایان مقدار عددی توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها را حساب کرده و با هم جمع کنید.

درسنامه

نکات ۱ توان مصرفی در یک مقاومت خارجی R از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = RI^2$$

P = توان مصرفی (W)

R = مقاومت الکتریکی (Ω)

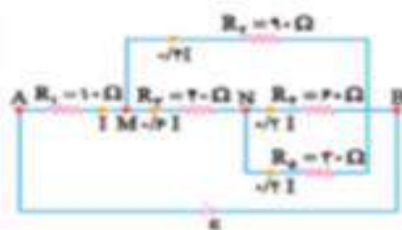
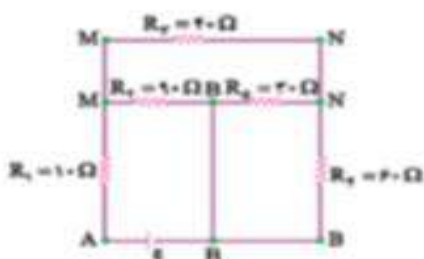
I = جریان الکتریکی (A)

۲ هر مصرف‌کننده (مقاومت خارجی) در مدار، بیشینه توان قابل تحمیلی دارد؛ یعنی بیش از یک توان معین را تحمل نمی‌کند.

۲ وقتی چند مقاومت با هم در یک مدار بسته می‌شوند (چه متوالی و چه موازی)، توان الکتریکی مصرفی کل مدار، با مجموع توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها برابر است.

• نکته ۴ تست ۱۰۴ و نکته ۲ تست ۱۰۵ را نیز بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول: اجزای مدار را نام گذاری کرده و شکل معادل آن را رسم می‌کنیم؛ سپس جریان الکتریکی در قسمت‌های مختلف مدار را بر حسب جریان اصلی می‌نویسیم.



$$R_{T,2} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10 \Omega$$

$$R_{T,2,2} = R_2 + R_{T,2} = 20 + 10 = 30 \Omega$$

گام دوم: جریان اصلی مدار به نسبت عکس مقاومت بین R_1 و $R_{T,2,2}$ تقسیم می‌شود.

$$I_1 = \frac{R_{T,2,2}}{R_1 + R_{T,2,2}} I = \frac{30}{10 + 30} I = \frac{3}{4} I \quad , \quad I_{T,2,2} = \frac{R_1}{R_1 + R_{T,2,2}} I = \frac{10}{10 + 30} I = \frac{1}{4} I$$

$$R_3 = 2R_4 \Rightarrow I_3 = \frac{1}{2} I_2, I_4 = \frac{1}{2} I_2$$

جریان $\frac{1}{4} I$ به نسبت عکس مقاومت‌ها بین R_3 و R_4 تقسیم می‌شود.

گام سوم: در این نوع مسائل، مقاومتی را که بیشترین توان در مدار را مصرف می‌کند، مشخص می‌کنیم و توان مصرفی آن را معادل حداکثر توان مصرفی قابل تحمل داده‌شده در متن سؤال قرار می‌دهیم تا جریان عبوری از آن به دست آید؛ سپس براساس این جریان به‌دست‌آمده، توان مصرفی سایر مقاومت‌ها را به دست آورده و در انتها، توان‌های مصرفی به‌دست‌آمده را با هم جمع می‌کنیم.

$$P_1 = I_1^2 R_1$$

$$P_1 = 10 \times \left(\frac{3}{4} I\right)^2 = 14 \frac{1}{4} I^2$$

$$P_2 = 20 \times \left(\frac{1}{4} I\right)^2 = 14 \frac{1}{4} I^2$$

$$P_3 = 10 \times \left(\frac{1}{8} I\right)^2 = 2 \frac{1}{4} I^2$$

$$P_4 = 20 \times \left(\frac{1}{8} I\right)^2 = 2 \frac{1}{4} I^2$$

$$P_5 = 20 \times \left(\frac{1}{8} I\right)^2 = 2 \frac{1}{4} I^2$$

بنابراین مقاومت‌های R_1 و R_2 بیشترین توان مصرفی را دارند. پس می‌توان نوشت:

$$14 \frac{1}{4} I^2 = 26 \Rightarrow I^2 = 2 \frac{2}{5}$$

$$P_1 = 10 \times 2 \frac{2}{5} = 25 \text{ W}$$

$$P_2 = 14 \frac{1}{4} \times 2 \frac{2}{5} = 26 \text{ W}$$

$$P_3 = 14 \frac{1}{4} \times 2 \frac{2}{5} = 26 \text{ W}$$

$$P_4 = 2 \frac{1}{4} \times 2 \frac{2}{5} = 6 \text{ W}$$

$$P_5 = 2 \frac{1}{4} \times 2 \frac{2}{5} = 6 \text{ W}$$

گام چهارم: توان مصرفی هر مقاومت را براساس جریان به‌دست‌آمده، محاسبه می‌کنیم:

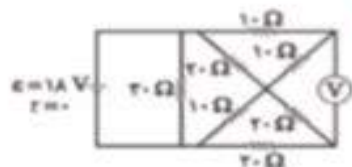
گام پنجم: توان‌های مصرفی را با هم جمع می‌کنیم:

$$P_{\text{کل}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 25 + 26 + 26 + 6 + 6 = 115 \text{ W}$$

تست و پاسخ ۵۵

در مدار شکل مقابل، ولت‌سنج آرمانی چه عددی را بر حسب ولت نشان می‌دهد؟

مقاومت بسیار زیاد



۴ (۲)

۱ (۴)

۵ (۱)

۹ (۳)

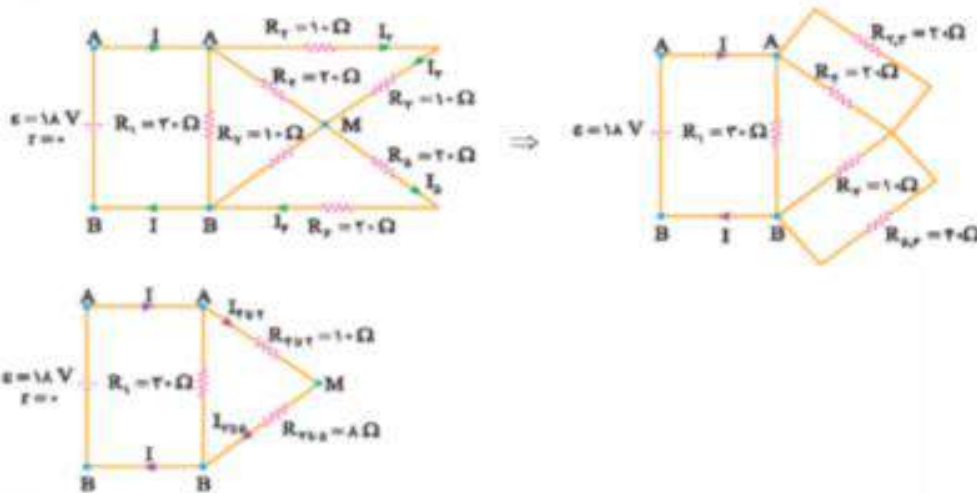
پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره مقاومت معادل مدار و جریان گذرنده از مقاومت‌هایی که به ولتسنج متصل هستند را به دست آورید. سپس با طی بخشی از مدار، به طور ذهنی از یک سر ولتسنج به سر دیگر آن برسید و اختلاف پتانسیل دو سر ولتسنج را محاسبه کنید.

درس نکته ولتسنج آرمانی، مقاومت بسیار زیادی دارد و جریانی از آن عبور نمی‌کند.

نکته ۴ تست ۱۰۱ و نکته‌های ۱ و ۲ تست ۱۰۴ و نکته ۲ تست ۱۰۵ را بخوانید.

پاسخ تشریحی **گام اول**، مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم. ولتسنج در تعیین مقاومت معادل، نقشی ندارد؛ پس موقتاً ولتسنج را از مدار حذف می‌کنیم.



$$R_{T,T} = R_T + R_T = 10 + 10 = 20 \Omega$$

$$R_{D,F} = R_D + R_F = 20 + 20 = 40 \Omega$$

$$R_{V,T,T} = R_{T,T} + R_{V,D,F} = 10 + 8 = 18 \Omega$$

$$R_{T,T,T} = \frac{R_{T,T} \times R_T}{R_{T,T} + R_T} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10 \Omega$$

$$R_{V,D,F} = \frac{R_{D,F} \times R_V}{R_{D,F} + R_V} = \frac{40 \times 10}{40 + 10} = 8 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_{V,T,T}}{R_1 + R_{V,T,T}} = \frac{20 \times 18}{20 + 18} = \frac{360}{38} \Omega$$

گام دوم، جریان الکتریکی را در شاخه‌هایی که لازم داریم، به دست می‌آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{1A}{\frac{360}{38} + 0} = \frac{38}{360} A$$

جریان اصلی مدار:

اختلاف پتانسیل دو سر مولد با نیروی محرکه آن برابر است، زیرا $r = 0$ است؛ پس:

$$I_{V,T,T} = \frac{\varepsilon}{R_{V,T,T}} = \frac{1A}{18} = 1A \Rightarrow I_{T,T,T} = 1A, I_{V,D,F} = 1A$$

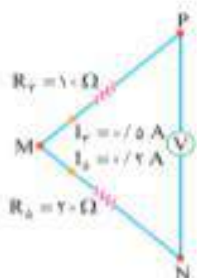
$$V_{T,T,T} = R_{T,T,T} \times I_{T,T,T} = 10 \times 1 = 10V$$

$$V_{V,D,F} = R_{V,D,F} \times I_{V,D,F} = 8 \times 1 = 8V$$

$$I_T = I_r = \frac{V_{T,T,T}}{R_{T,T}} = \frac{10}{20} = 0.5A$$

$$I_D = I_F = \frac{V_{V,D,F}}{R_{D,F}} = \frac{8}{40} = 0.2A$$

گام سوم، اختلاف پتانسیل دو سر ولت‌سنج همان اختلاف پتانسیل بین دو نقطه P و N است.



$$\begin{aligned} V_P - R_1 I_1 - R_2 I_2 &= V_N \\ V_P - 10 \times 0.5 - 20 \times 0.2 &= V_N \\ V_P - 9 &= V_N \\ V_P - V_N &= 9 \text{ V} \end{aligned}$$

تست و پاسخ ۵۶

چهار مقاومت الکتریکی $R_1 = 2 \Omega$ ، $R_2 = 4 \Omega$ ، $R_3 = 6 \Omega$ و $R_4 = 12 \Omega$ را طوری به هم می‌بندیم که با اتصال آن‌ها به یک باتری با مقاومت درونی 4Ω توان خروجی باتری بیشینه شود. در این مدار کدام مقاومت بیشترین توان الکتریکی را مصرف می‌کند؟

$$R_{eq} = 2$$

R_1 (۴)

R_2 (۳)

R_3 (۲)

R_4 (۱)


پاسخ: گزینه ۱

خود حل کنی بهتره مقاومت‌های مصرفی را به گونه‌ای به هم متصل کنید که معادل آن‌ها با مقاومت درونی یعنی 4Ω برابر شود. سپس جریان الکتریکی و توان مصرفی آن‌ها را نوشته و با هم مقایسه کنید.

درسنامه

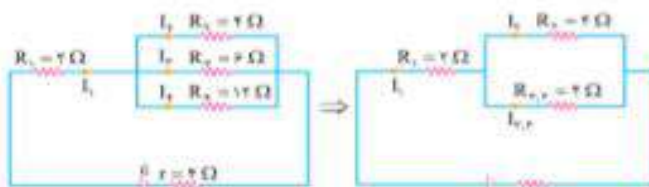
نکته ۱ توان خروجی باتری با توان مصرفی مقاومت‌های خارجی مدار برابر است.

۲ برای آن که توان مفید مولد بیشینه شود، باید $R_{eq} = r$ باشد.

۳ دیود، قطعه‌ای است که هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها در یک سو عبور می‌دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است. اما در سوی مخالف مانند یک مقاومت بسیار بزرگ عمل می‌کند. به همین دلیل، دیود را یکسوکننده جریان می‌گویند و آن را با نماد  در مدارهای الکتریکی نشان می‌دهند. پیکان در این نماد، جهتی را نشان می‌دهد که جریان می‌تواند از دیود عبور کند.

نکته ۲ تست ۱۰۵ را نیز بخوانید.

پاسخ تشریحی گام اول: باید مقاومت‌های مصرفی به گونه‌ای بسته شوند که معادل آن‌ها با مقاومت درونی مولد برابر شده و توان مفید مولد، بیشینه شود.



$$R_{1,2} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \Omega \quad , \quad R_{1,2,3} = \frac{4}{2} = 2 \Omega \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_{1,2,3} = 4 \Omega$$

گام دوم: جریان‌های الکتریکی I_1 و I_2 و I_3 را برحسب I_1 به دست می‌آوریم.

$$I_1 = \frac{1}{3} I_1 \quad , \quad I_{1,2} = \frac{1}{2} I_1 \quad \begin{cases} I_2 = \frac{2}{3} \left(\frac{1}{2} I_1 \right) = \frac{1}{3} I_1 \\ I_3 = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} I_1 \right) = \frac{1}{6} I_1 \end{cases}$$

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 2 I_1^2$$

گام سوم: توان‌های مصرفی هر یک از مقاومت‌ها را به دست آورده و آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$P_2 = R_2 I_2^2 = 4 \times \left(\frac{1}{3} I_1 \right)^2 = I_1^2$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 6 \times \left(\frac{1}{6} I_1 \right)^2 = \frac{1}{6} I_1^2$$

$$P_4 = R_4 I_4^2 = 12 \times \left(\frac{1}{6} I_1 \right)^2 = \frac{1}{3} I_1^2$$

$$P_1 > P_2 > P_4 > P_3$$

بنابراین: