

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها و تمرین ها

فصل دوم (جریان الکتریکی)

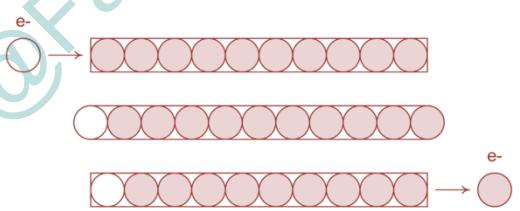
فیزیک یازدهم تجربی

دیماه ۱۳۹۶



سرعت سوق الکترون های آزاد در یک رسانا می تواند به کندی سرعت حرکت یک حلزون باشد. اگر سرعت سوق الکtron ها این قدر کم است، پس چرا وقتی کلید برق را می زنیم چراغ های خانه به سرعت روشن می شوند؟

راهنمایی: شیلنگ شفافی را در نظر بگیرید وقتی شیر را باز می کنید، هنگامی که شیلنگ پر از آب است، آب بلا فاصله از سر دیگر شیلنگ جاری می شود؛ ولی اگر لکه ای رنگی را درون آب چکانده باشیم، می بینیم این لکه رنگی به آهستگی در آب حرکت می کند.



پاسخ:

با توجه به این که سیم رسانا مجموعه‌ای از اتم‌های دارای الکترون‌های آزاد است، (مشابه شیلنگ پر از آب) به محض برقراری اختلاف پتانسیل دردو سر سیم، میدان الکتریکی در کل طول سیم ایجاد شده و الکترون‌های آزاد، از جمله نزدیکترین الکترون‌ها به چراغ، شروع به حرکت می‌کنند و جریان در لامپ و همچنین در کل سیم برقرار شده و لامپ روشن می‌شود.

در رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ اگر $\Delta q = I \Delta t$ بر حسب ساعت باشد یکای $A \cdot \text{آمپر-ساعت}$ می شود. باتری خودروها با آمپر-ساعت (Ah) و باتری گوشی های همراه با میلی آمپر-ساعت (mAh) مشخص می شود. هر چه آمپر ساعت یک باتری بیشتر باشد حداکثر باری که باتری می تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

الف) باتری استاندارد خودرویی، Ah = ۵۰ است. اگر این باتری جریان متوسط 5 A فراهم سازد، چقدر طول می کشد تا خالی شود؟

ب) آمپر-ساعت نوعی از باتری های قلمی (AA)، برابر 1000 mAh است. اگر این باتری جریان متوسط $100 \mu\text{A}$ فراهم سازد، چه مدت طول می کشد تا خالی شود؟

پاسخ:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \rightarrow \Delta t = \frac{50}{5} = 10 \text{ h}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \rightarrow \Delta t = \frac{1000 \text{ mAh}}{100 \mu\text{A}} = \frac{1000 \times 10^{-3} \text{ Ah}}{100 \times 10^{-6} \text{ A}} = 10000 \text{ h}$$

(ب)

سیم کشی خانه هامعمولاً با سیم های مسی ای صورت می گیرد که قطری برابر $2/0\text{ }32\text{ mm}$ دارد. مقاومت 100 m از این سیم ها در دمای اتاق چقدر است؟

$$\rho = 1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

پاسخ:

$$r = \frac{2/0\text{ }32\text{ mm}}{2} = 1/0\text{ }16\text{ mm}$$

$$L = 100\text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = \pi / 14 \times (1/0\text{ }16 \times 10^{-3})^2 = 3/24 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$R = ?$$

$$\rho = 1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow R = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{3/24 \times 10^{-6}} \approx 52 \Omega$$

به کمک یک باتری، سیم های رابط، لامپ کوچک، ولت سنج و کلید، مداری همانند شکل روبه رو درست کنید. قبل از بستن کلید عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید.

سپس کلید را بیندید و دوباره عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید. در کدام حالت ولت سنج عدد بزرگ تری را نشان می دهد؟

در ادامه با علت تفاوت این دو عدد آشنا خواهید شد.

پاسخ:

قبل از بستن کلید، ولت سنج، نیروی محرکه مولد را نشان می دهد. بعد از بستن ولت سنج عددی کمتر از حالت قبل نشان می دهد.

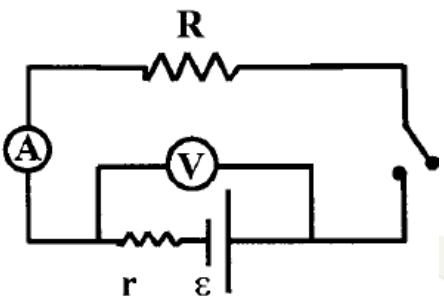
زیرا در حالتی که کلید باز است جریان در مدار وجود ندارد و افت پتانسیل صفر خواهد شد.

$$V = \varepsilon - r I \quad \rightarrow \quad V = \varepsilon$$

اگر کلید را بندیم لامپ روشن می شود جریان صفر نیست

فعالیت ۲-۳: کار در کلاس

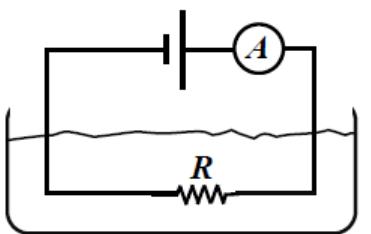
تفاوت یک باتری نو و فرسوده عمدتاً در مقدار مقاومت داخلی آن است که می‌تواند کمتر از یک اهم برای باتری نو تا چند هزار اهم برای باتری فرسوده باشد. برای اندازه‌گیری مقاومت داخلی یک باتری مدار ساده‌ای متشکل از یک باتری، یک کلید قطع و وصل، و یک مقاومت یا لامپ کوچک را سوار کنید. نخست در حالی که کلید قطع است، ولتاژ دو سر باتری را با یک ولت سنج اندازه‌بگیرید و آن گاه پس از بستن کلید، دوباره ولتاژ دو سر باتری را اندازه‌بگیرید. همچنین در این حالت، جریان عبوری از مدار را نیز باید به کمک یک آمپرسنج اندازه‌بگیرید. اکنون با استفاده از رابطه $\epsilon - Ir = V_a - V_b$ مقاومت داخلی باتری را محاسبه کنید (البته در یک اندازه‌گیری دقیق‌تر معمولاً از یک مقاومت متغیر استفاده می‌شود و مقاومت داخلی پس از چندین اندازه‌گیری محاسبه می‌شود) آزمایش را یک بار برای باتری نو و یک بار برای باتری فرسوده انجام دهید.



پاسخ:

مداری مانند شکل رو به رو می‌بندیم، هنگامی که کلید قطع است ولتاژ دوسر باتری را اندازه‌بگیریم، چون مقاومت درونی ولت سنج ایدال بینهایت است و جریان صفر است. ولتاژ اندازه‌گیری شده برابر (ϵ) حال کلید را بسته و مجدداً مقادیر ولتاژ و همچنین جریان را از روی ولت سنج و آمپرسنج می‌خوانیم با توجه به رابطه $\epsilon = V + Ir$ که در آن V ولتاژ اندازه‌گرفته توسط ولت سنج است. مقاومت درونی باتری را محاسبه کنیم، می‌توانیم با مقاومت‌های مختلف این آزمایش را تکرار کنیم و برای به دست آوردن مقدار دقیق‌تر از نتایج حاصل میانگین بگیریم.

قانون ژول بیان می‌دارد گرمای تولید شده توسط جریان I عبوری از یک مقاومت R در مدت t برابر $Q = R I^2 t$ است. این قانون را می‌توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که در فیزیک دهم با آن آشنا شدید تحقیق کرد. اسباب این آزمایش در شکل نشان داده شده است. درباره چگونگی این آزمایش تحقیق کنید.



پاسخ:

مقاومت رسانارا با اهم سنج اندازه گرفته و آن را در ظرفی محتوی آب قرار می‌دهیم. شدت جریان را توسط آمپرسنج اندازه گرفته و انرژی مصرفی را برای مدت زمان معین $Q = m \cdot C \cdot \Delta\theta$ از $U = R \cdot I^2 \cdot t$ یابیم. در همین زمان با اندازه گیری دمای آب و با استفاده از $Q = U \cdot Q$ گرما را به دست می‌آوریم. مشاهده می‌شود که تقریباً U با Q برابر است.

همانند شکل با یک اهم متر، مقاومت رشته سیم داخل لامپ ۰۰۱ واتی را اندازه گیری کنید. سپس با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و با داشتن مشخصات روی لامپ، مقاومت آن را در حالت روشن محاسبه کنید. چرا مقدار اندازه گیری شده با مقدار محاسبه شده متفاوت است؟ نتیجه را پس از گفت و گوی گروهی، گزارش دهید.

پاسخ:

مقاومت رشته‌ی سیم داخل یک لامپ ۰۰۱ واتی را با اهم سنج اندازه می‌گیریم. سپس با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{P}$ مقاومت لامپ را بدست می‌آوریم، این عدد بیشتر از مقاومت لامپ در حالت خاموش است

مقاومت لامپ (خاموش) با اهم سنج

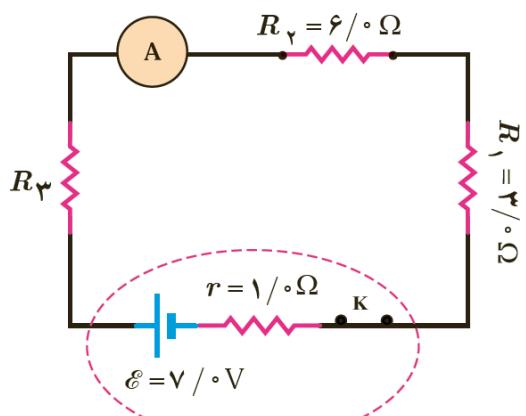
$$R_1 = ۳۸\Omega$$

$$P = \frac{V^2}{R_1} \rightarrow R_2 = \frac{V^2}{P} \rightarrow R_2 = \frac{۲۲۰^2}{۱۰۰} = ۴۸۴\Omega$$

مقادیر لامپ در مدار بسته زیرا با اتصال لامپ به ولتاژی باعث افزایش دما، ارتعاشات اتمها نیز افزایش یافته در نتیجه برخورد الکترون‌ها با شبکه اتمی رسانای فلزی زیادتر شده و مقاومت رسانا نیز در برابر عبور جریان زیاد می‌شود

در شکل روبرو، سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی به یک باتری وصل شده اند و مقاومت آمپرسنج صفر است (آمپرسنج آرمانی) اگر مقاومت معادل مقاومت های R_1 و R_3 برابر با $\Omega / ۱۳$ باشد:

- الف) مقاومت R_3 چقدر است؟
ب) جریانی را که آمپرسنج نشان می دهد به دست آورید.
پ) توان خروجی باتری چقدر است.



پاسخ:

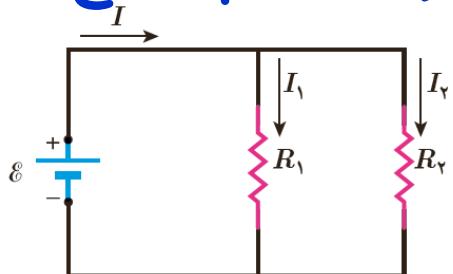
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow 13 = 6 + 3 + R_3 \rightarrow R_3 = 4\Omega \quad \text{(الف)}$$

$$I = \frac{E}{R_T + r} \rightarrow I = \frac{1}{13+1} \rightarrow I = 0.05A \quad \text{(ب)}$$

$$P_{\text{مولد}} = EI - rI^2 = 1 \times 0.05 - 1 \times 0.05^2 = 0.045W$$

$$P_{\text{مقاومت}} = RI^2 \left\{ \begin{array}{l} P_1 = 3 \times 0.05^2 = 0.075W \\ P_2 = 6 \times 0.05^2 = 0.015W \\ P_3 = 4 \times 0.05^2 = 0.01W \end{array} \right\} 0.075 + 0.015 + 0.01 = 0.09W \rightarrow P_{\text{مولد}} = P_1 + P_2 + P_3$$

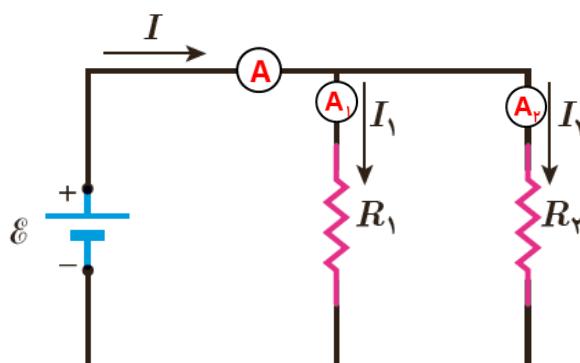
مداری مانند مدار مثال ۲-۸ (در شکل رو به رو، یک باتری آرمانی اختلاف پتانسیل $V = 12V$ را به دو سر مقاومت های $R_1 = 4\Omega$ و $R_2 = 6\Omega$ اعمال می کند) بیندید و در هر شاخه آن، یک آمپرسنج قرار دهید. با خواندن آمپرسنج ها، رابطه بین جریان ها را بررسی کنید.



$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} \quad \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{12}{4} = 3A \quad \text{آمپرسنج اول} \\ I_2 = \frac{12}{6} = 2A \quad \text{آمپرسنج دوم} \end{array} \right. \quad \rightarrow I_1 + I_2 = 5A$$

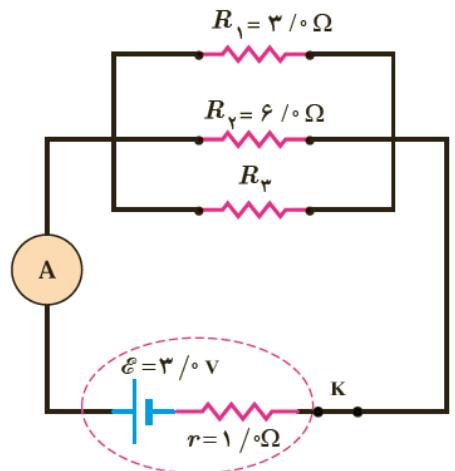
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{2+3}{12} \rightarrow R_T = 2.4\Omega$$

$$I_T = \frac{V}{R_T} \rightarrow I_T = \frac{12}{2.4} \rightarrow I_T = 5A \quad \text{آمپرسنج اصلی}$$



تمرین ۶-۲

در شکل رو به رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنجر آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب $R_{\parallel} = 6\Omega$ باشد،
 (الف) مقاومت R_3 چقدر است؟
 (ب) جریانی که آمپرسنجر نشان می دهد را به دست آورید. (پ) توان خروجی باتری چقدر است؟



پاسخ:

(الف)

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_3} = \frac{5}{8} - \frac{4}{8} \rightarrow R_3 = 8\Omega$$

(ب)

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \frac{3}{1/6 + 1} \rightarrow I = 1/15A$$

(پ)

$$P = \varepsilon I - rI^2 = 3 \times 1/15 - 1 \times (1/15)^2 \approx 12/3W$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱- در کدام یک از شکل های زیر، لامپ روشن می شود؟



پاسخ:

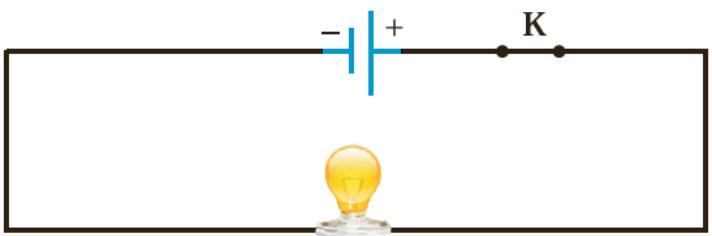
لامپ مدار الف، در مسیر عبور جریان مدار قرار ندارد. پس خاموش می ماند.

لامپ مدار ب، جریانی در مدار ایجاد نمی شود. چون مسیر بسته ای برای عبور جریان نداریم، پس خاموش می ماند.

لامپ مدار پ، روشن می شود، زیرا به دوسر لامپ اختلاف پتانسیل متصل است و جریان الکتریکی نیاز از فیلامن لامپ می گذرد.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۳- در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۴V و مقاومت آن ۵Ω است.
در مدت ۵ دقیقه چه تعداد الکترون از لامپ می گذرد؟



$$V = ۴\text{V}$$

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} = ./\lambda\text{A}$$

$$R = ۵\Omega$$

$$t = ۵ \times ۶۰ = ۳۰\text{ s}$$

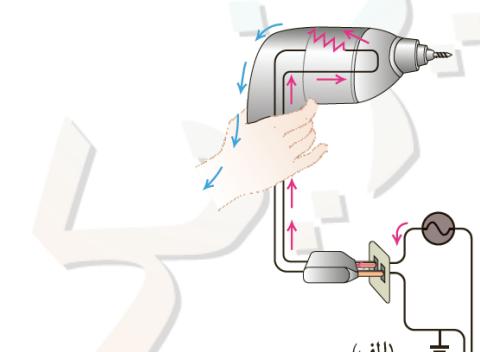
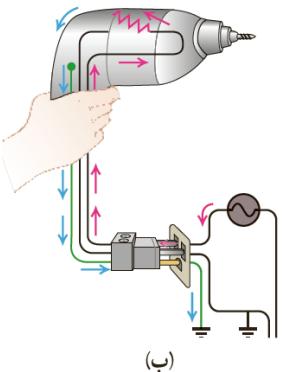
$$n = ?$$

$$e = ۱/۶ \times ۱0^{-۱۹}\text{C}$$

$$I = \frac{q}{t} \quad I = \frac{ne}{t} \rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{. / \lambda \times ۳۰}{1/۶ \times ۱0^{-۱۹}} \rightarrow n = ۱/۵ \times ۱0^{۲۱}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۳- بررسی کنید اگر متّه برقی (دریل) معیوب شکل های زیر را با دوشاخه (شکل الف) یا سه شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیم، چه رخ می دهد؟



پاسخ:

شخص دچار برق گرفتگی نمی شود.

شخص دچار برق گرفتگی می شود.

در متّه معیوب اگر روکش عایق یکی از سیم ها از بین رفته باشد و با بدنه اتصال داشته باشد کسی که به آن دست می زند دچار برق گرفتگی می شود اما اگر متّه سیم اتصال به زمین داشته باشد جریان الکتریکی به جای عبور از بدن شخص از اتصال به زمین (سیم ارت) عبور می کند و دیگر شخص دچار برق گرفتگی نمی شود. (چون مقاومت این سیم در مقایسه با مقاومت بدن شخص خیلی کمتر است)

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۴- آذربخش مثالی جالب از جریان الکتریکی در پدیده های طبیعی است. در یک آذربخش نوعی $L = 1 \times 10^9 \text{ A}\cdot\text{m}$ انرژی تحت اختلاف پتانسیل $V = 5 \times 10^7 \text{ V}$ در بازه زمانی $t = 2 \text{ s}$ آزاد می شود. با استفاده از این اطلاعات (الف) مقدار بار کل منتقل شده بین ابر و زمین، (ب) جریان متوسط در یک یورش آذربخش و (پ) توان الکتریکی آزاد شده در $P = ?$ را به دست آورید.

پاسخ:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U = 1 \times 10^9 \text{ J} \\ \Delta V = 5 \times 10^7 \text{ V} \end{array} \right\} \quad \Delta U = \Delta q \cdot \Delta V \rightarrow \Delta q = \frac{\Delta U}{\Delta V} \rightarrow \Delta q = \frac{1 \times 10^9}{5 \times 10^7} = 2 \cdot C \quad (\text{الف})$$

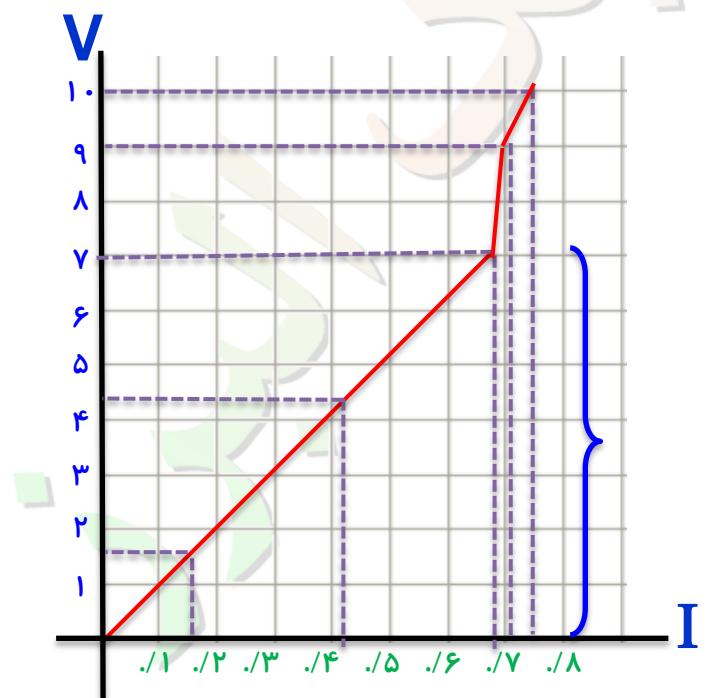
$$\left. \begin{array}{l} \Delta t = 2 \text{ s} \\ \Delta q = ? \end{array} \right\} \quad \bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \bar{I} = \frac{2}{2} = 1 \text{ A} \quad (\text{ب})$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{I} = ? \\ P = ? \end{array} \right\} \quad P = \frac{\Delta U}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{1 \times 10^9}{2} = 5 \times 10^8 \text{ W} \quad (\text{پ})$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۵- در آزمایش تحقیق قانون اهم، نتایج جدول زیر به دست آمده است. نمودار ولتاژ بر حسب جریان را رسم کنید و با فرض ثابت ماندن دما تعیین کنید در چه محدوده ای رفتار این مقاومت از قانون اهم پیروی می کند.

شماره آزمایش	عدد ولتسنج (V)	عدد آمپرسنج (A)
۱	۰	۰/۱۶
۲	۱/۶	۰/۴۳
۳	۴/۴	۰/۶۸
۴	۷/۰	۰/۷۲
۵	۹/۰	۰/۷۵
۶	۱۰/۰	

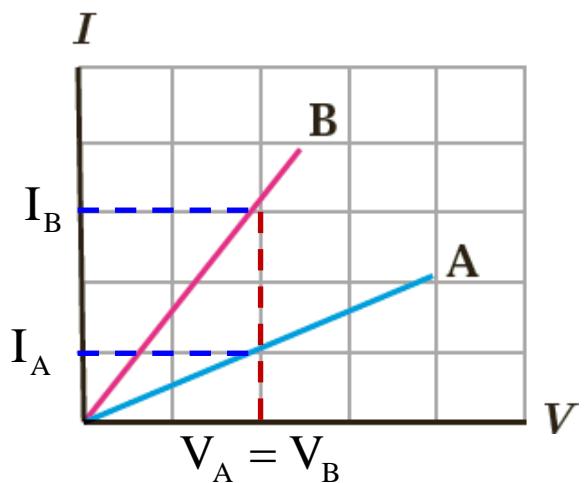


پاسخ:

در محدوده ولتاژ ۰ تا ۷ ولت

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۶- شکل زیر نمودار V - I را برای دو رسانای A و B نشان می دهد. مقاومت کدامیک بیشتر است؟ چرا؟



پاسخ:

$$V_A = V_B$$

$$\left. \begin{array}{l} I_B > I_A \\ R_A > R_B \end{array} \right\} \rightarrow m \propto \frac{1}{R}$$

$$R \propto \frac{1}{I}$$

به ازای ولتاژ ثابت، جریان عبوری از رسانای A کمتر از رسانای B می باشد، و چون مقاومت با جریان رابطه عکس دارد، پس مقاومت A بیشتر از مقاومت B است.

در نمودار V - I هر چه شبیب نمودار کمتر باشد. مقاومت رسانا بیشتر خواهد بود.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۷- دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر ۱ mm است. رسانای B لوله ای توخالی به شعاع خارجی ۲mm و شعاع داخلی ۱ mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

$$L_A = L_B$$

$$\rho_A = \rho_B$$

$$r_A = .5\text{ mm}$$

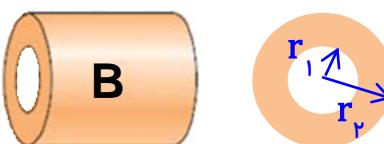
$$r_{B2} = 2\text{ mm}$$

$$r_{B1} = 1\text{ mm}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = ?$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow R \propto \frac{1}{A}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{1}{A_{B2}} - \frac{1}{A_{B1}}}{\frac{1}{A_A}} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\pi r_{B2}^2 - \pi r_{B1}^2}{\pi r_A^2} = \frac{2^2 - 1^2}{.5^2} = \frac{4 - 1}{.25} = 12$$



پاسخ:

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۸- در ماشین های چمن زنی برقی برای مسافت های حداقل تا ۳۵m از سیم های مسی نمره ۰ (قطر ۰/۰۸cm) و برای مسافت های طولانی تراز سیم های ضخیم تر نمره ۱۶ (قطر ۰/۱۳cm) استفاده می کنند تا بدین ترتیب مقاومت سیم را تا آنجا که ممکن است کوچک نگه دارند.

الف) مقاومت یک سیم ۳۰ متری ماشین چمن زنی چقدر است؟ ب) مقاومت یک سیم ۷۰ متری ماشین چمن زنی چقدر است؟ (دمای سیم ها را ۲۰°C در نظر بگیرید).

$$r_1 = \frac{0.8\text{cm}}{2} = 0.4\text{cm}$$

$$L_1 = 30\text{m}$$

$$R_1 = ?$$

$$r_2 = \frac{1.3\text{cm}}{2} = 0.65\text{cm}$$

$$L_2 = 70\text{m}$$

$$R_2 = ?$$



$$\rho = 1/69 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

پاسخ:

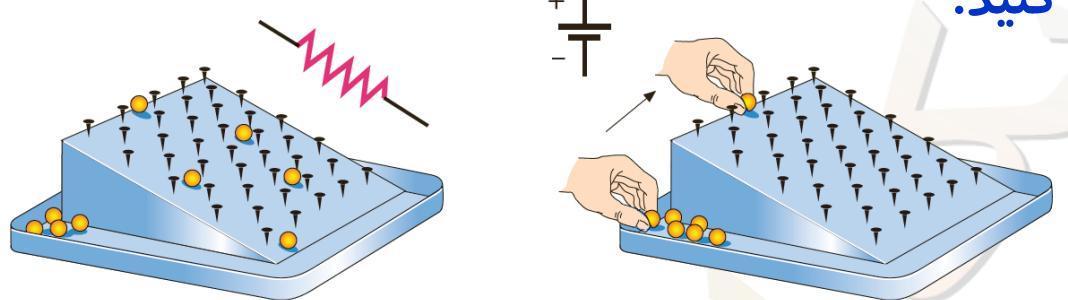
$$R_1 = \frac{1/69 \times 10^{-8} \times \frac{30}{3/14 \times (0.4 \times 10^{-2})^2}}{5 \times 10^{-7}} = \frac{1/69 \times 30 \times 10^{-8}}{5 \times 10^{-7}} \approx 1\Omega$$

$$R_2 = \frac{1/69 \times 10^{-8} \times \frac{70}{3/14 \times (0.65 \times 10^{-2})^2}}{1/3 \times 10^{-6}} = \frac{1/69 \times 70 \times 10^{-8}}{1/3 \times 10^{-6}} \approx 1.89\Omega$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۹- شکل زیر یک مشابهت سازی مکانیکی برای درک مقاومت و نیروی حرکة الکتریکی را نشان می دهد که در آن بر سطح شیب داری میخ هایی تعییه شده و تیله ها از ارتفاع بالای سطح شیب دار رها می شوند و سپس دوباره به بالای سطح شیب دار بازگردانده می شوند.

این مشابهت سازی مکانیکی را توجیه کنید.

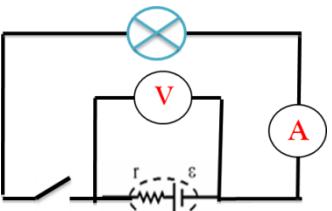


پاسخ:

کاری که ما برای بالای بردن گلوله ها انجام می دهیم، همانند کار نیروی حرکة مولد برای انتقال بار الکتریکی از یک پایانه مولد به پایانه دیگر و سطح شیبدار هم همانند مدار الکتریکی است. در یک مسیر رفت تمام انرژی که ما به گلوله دادیم یا مولد به الکترونها داده است، به علت مقاومت میخ یا مقاومت اتم ها در برابر الکترونها از بین رفته و به پایین سطح شیبدار می رسد، در مرحله بعد باز هم این عمل تکرار می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱- یک باتری را در نظر بگیرید که وقتی به مدار بسته نیست پتانسیل دوسرش برابر ۱۲ است. وقتی یک مقاومت Ω به این باتری بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر باتری به $10/9$ کاهش می یابد. مقاومت داخلی باتری چقدر است؟



پاسخ:

$$I_1 = 0$$

$$V_1 = 12 \text{ V}$$

$$R = 12 \Omega$$

$$V_r = 10/9 \text{ V}$$

$$r = ?$$

$$I_r = ?$$

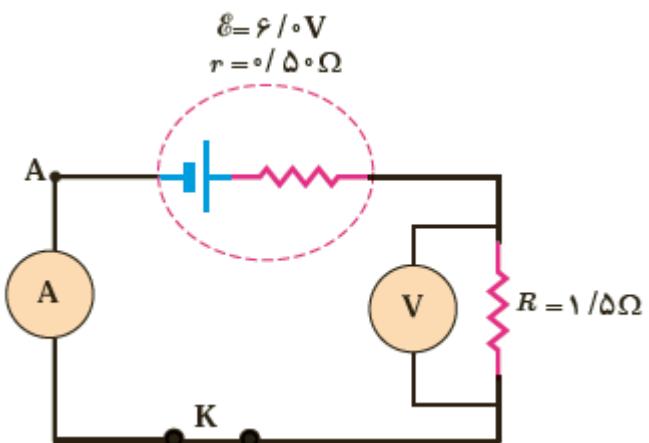
$$V_1 = \varepsilon - r I_1 \rightarrow V_1 = \varepsilon = 12 \text{ V}$$

$$V_r = R I_r \rightarrow 10/9 = 12 - r \times 10/9 \rightarrow I_r = \frac{10/9}{12} = 1/0.9 \text{ A}$$

$$V_r = \varepsilon - r I_r \rightarrow 10/9 = 12 - r \times 1/0.9 \rightarrow r \times 1/0.9 = 1/1 \rightarrow r \approx 1 \Omega$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۱- در شکل زیر آمپرسنج و ولت سنج چه عددهایی را نشان می دهند؟



پاسخ:

$$I = \frac{\epsilon}{R + r} \rightarrow I = \frac{6}{1/5 + 0.5} \rightarrow I = 3 \text{ A}$$

$$V = RI \rightarrow V = 1/5 \times 3 \rightarrow V = 7/5 \text{ V}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۲- دو لامپ رشته ای در اختیار داریم که جنس و طول رشته آنها یکسان است، ولی رشته لامپ B ضخیم تراز رشته لامپ A است. وقتی لامپ ها به ولتاژ یکسانی وصل شوند، کدام لامپ پر نور تر خواهد بود و چرا؟

$$\rho_1 = \rho_1$$

$$L_1 = L_2$$

$$A_B > A_A$$

$$\frac{P_B}{P_A} = ?$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_B}{A_A} \rightarrow R_A > R_B$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{P_B}{P_A} = \frac{R_A}{R_B} \rightarrow P_B > P_A$$

پاسخ:

چون مقطع رشته لامپ B ضخیم تراست، پس مقاومتش کمتر بوده و با وصل کردن این دو لامپ، به ولتاژ یکسان و با توجه به اینکه توان با مقاومت رابطه عکس دارد، در نتیجه توان لامپ B بیشتر بوده و نور لامپ B بیشتر خواهد بود.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۳- بر روی وسیله های الکتریکی، اعداد مربوط به ولتاژ و توان نوشته می شود.
برای دو وسیله زیر، الف) سیم های اتصال به برق آنها باید بتوانند حداقل چه جریانی را از خود عبور دهد؟ ب) مقاومت الکتریکی هر وسیله در حالت روشن چقدر است؟



اتو برقی، ۸۵۰W، ۲۲۰V



کتری برقی، ۲۴۰۰W، ۲۲۰V

پاسخ:

$$P = VI \rightarrow I = \frac{P}{V} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{کتری} \\ \text{اتو} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{2400}{220} \\ I_2 = \frac{850}{220} \end{array} \right. \rightarrow I_1 = 10.9A \quad \text{(الف)}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{کتری} \\ \text{اتو} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{220^2}{2400} \\ R_2 = \frac{220^2}{850} \end{array} \right. \rightarrow R_1 \approx 20.17\Omega \quad \text{(ب)}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۴- تلویزیون و یکی از لامپ های خانه خود را در نظر بگیرید و فرض کنید که هر کدام روزی ۸ ساعت با اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت روشن باشد.

الف) انرژی الکتریکی مصرفی هر کدام در یک دوره یک ماهه (۳۰ روز) چند است؟ (توان مصرفی هر وسیله را از روی آن بخوانید)

پاسخ:

$$P_1 = ۲۰۰\text{W} = ./ ۲\text{kW}$$

$$P_2 = ۱۰۰\text{W} = ./ ۱\text{kW}$$

$$V = ۲۲۰\text{V}$$

$$t = ۸\text{h}$$

$$U_{\text{ماه}} = ?$$

$$U_{\text{ماه}} = Pt_{\text{ماه}}$$

$$U_1_{\text{ماه}} = ./ ۲ \times ۸ \times ۳۰ = ۴۸\text{Kwh}$$

در هر شبانه روز

$$U_2_{\text{ماه}} = ./ ۱ \times ۸ \times ۳۰ = ۲۴\text{Kwh}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۴-ب) بهای برق مصرفی هر کدام از قرار هر کیلووات ساعت ۰.۵ تومان در یک دوره یک ماهه چقدر می شود؟



پاسخ:

$$U_{\text{ماه}} = ۴۸ \text{ Kwh}$$

تلوزیون

$$U_{\text{یک لامپ}} = ۲۴ \text{ Kwh}$$

یک لامپ

$$\text{تومان.} ۰.۵ = ۴۸ \text{ Kwh} \times \frac{\text{تومان.} ۰.۵}{1 \text{ Kwh}}$$

بهای برق مصرفی
تلوزیون

$$1 \text{ Kwh} \cong \text{تومان.} ۰.۵$$

$$\text{تومان.} ۰.۵ = ۲۴ \text{ Kwh} \times \frac{\text{تومان.} ۰.۵}{1 \text{ Kwh}}$$

بهای برق مصرفی
یک لامپ

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۴-پ) اگر در شهر شما هر خانه یک لامپ ۱۰۰ وات اضافی را به مدت ۳ ساعت در شب روشن کند، در طول یک ماه تقریباً چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی اضافی مصرف می شود؟

پاسخ:

$$P = 100 \text{ W} = .1 \text{ kW}$$

$$\text{برای یک خانه } U_{\text{ماه}} = Pt_{\text{ماه}}$$

$$t_{\text{کل}} = 3 \times 3 \text{ h} = 9 \text{ h}$$

$$U_{\text{ماه}} = .1 \times 9 = 9 \text{ kWh}$$

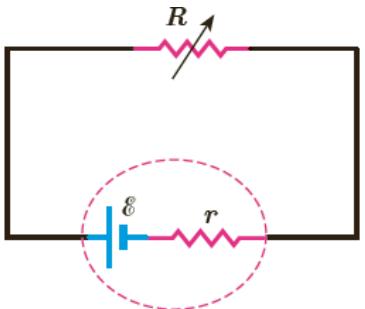
$$\text{تعداد خانه } \text{خانه} = 20,000$$

$$\text{برای یک شهر } U_{\text{کل}} = 20,000 \times 9 = 180,000 \text{ kWh}$$

$$U_{\text{ماه}} = ?$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۵- در شکل زیر، الف) نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = 5\text{A}$ برابر $W/9$ و به ازای $I_2 = 7\text{A}$ برابر $W/12$ است، محاسبه کنید.



$$I_1 = 5\text{A}$$

$$P_1 = W/5$$

$$I_2 = 7\text{A}$$

$$P_2 = W/12$$

$$\epsilon = ?$$

$$r = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} V = \epsilon - rI \\ P = VI \end{array} \right\} \frac{P}{I} = \epsilon - rI$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{9/5}{5} = \epsilon - 5r \\ \frac{12/6}{7} = \epsilon - 7r \end{array} \right\} \times (-1)$$

$$2r = ./.1 \rightarrow r = \frac{.1}{2} = ./.05\Omega$$

$$\left. \begin{array}{l} \epsilon - 5r = 1/9 \\ r = ./.05\Omega \end{array} \right\} \epsilon - 5 \times ./.05 = 1/9 \rightarrow \epsilon = ./.25 + 1/9 = ./.15\Omega$$

پاسخ:

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۶- لامپ های یک درخت زینتی، به طور متواالی متصل شده اند. اگر یکی از لامپ ها بسوزد، چه اتفاقی می افتد؟ به نظر شما چرا همه چراغ های خودرو (چراغ های جلو، عقب و ...) به طور موازی بسته می شوند؟

پاسخ:

در اتصال متواالی وقتی یک لامپ می سوزد، مسیر عبور جریان از آن جزء مدار قطع می شود. و این باعث قطع جریان در کل مدار و خاموش شدن همه لامپ ها می شود.

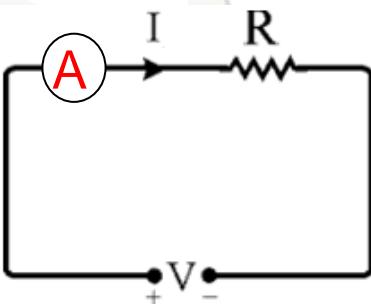
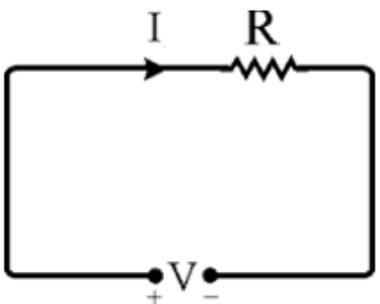
چراغ های خودرو به طور موازی بسته می شود تا با سوختن یک لامپ همه لامپ ها خاموش نشوند؛ همچنین در اتصال موازی نور لامپ های بیشترین روشنایی دارند؛ زیرا پتانسیل دوسر همه لامپها یکی است، در حالی که در اتصال متواالی، این پتانسیل به نسبت مقاومت هر لامپ تقسیم می شود.

$$(P \uparrow = \frac{V^r}{R \downarrow})$$

در مدار موازی نور لامپی بیشتر است که توان مصرفی بیشتری دارد.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۷- مقاومت یک آمپرسنج برای اندازه گیری جریان دریک مدار باید چگونه باشد تا جریان اندازه گیری شده توسط آمپرسنج با جریان قبل از قرار دادن آمپرسنج، نزدیک به هم باشد؟

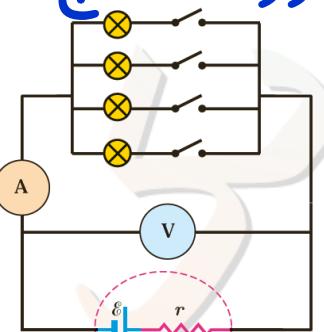


پاسخ:

مقاومت آمپرسنج باید بسیار ناچیز باشد. اگر آمپرسنج مقاومت داشته در اثر افت پتانسیل در آمپرسنج مقداری از جریان طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{(R + R_A + r)}$ تلف شده و دیگر مقدار جریان با حالتی که آمپرسنج در مدار نباشد برابر نیست.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۸- در شکل روبرو، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، عدد هایی که آمپرسنج و ولت سنج نشان می دهند، چه تغییری می کند؟



پاسخ:

با بستن هر کلید تعداد مقاومت های موازی بیشتر شده مقاومت معادل کمتر می شود.

موقعی که مقاومت معادل کاهش می یابد، آمپرسنج طبق رابطه $I = \frac{\epsilon}{R_T + r}$ عدد بیشتری رانشان می دهد.

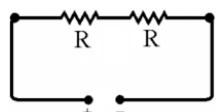
با افزایش جریان، عددی که ولت سنج نشان می دهد مطابق رابطه $V = \epsilon - rI$ کاهش می یابد.

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

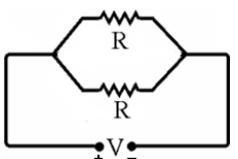
۱۹- دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متواالی وبار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ V وصل می کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متواالی چقدر است؟

پاسخ:

با توجه به رابطه توان $P = \frac{V^2}{R}$ ابتدا مقاومت معادل هر مدار را محاسبه کرده، سپس برهم تقسیم می کنیم



$$R_T = R + R = 2R \rightarrow R_T = 2R$$

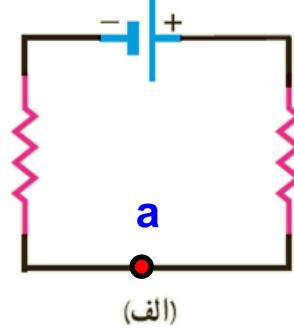
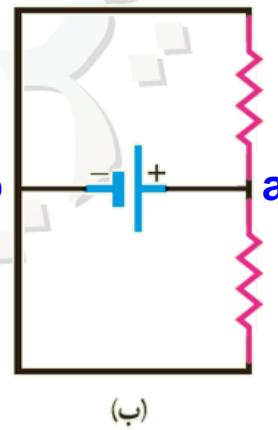
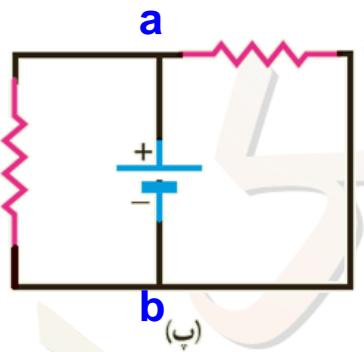
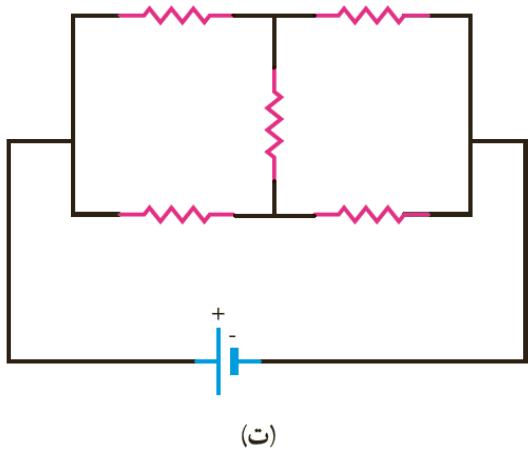


$$\frac{1}{R'_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \rightarrow R'_T = \frac{R}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{P'}{P} &= \frac{\frac{V^2}{R'_T}}{\frac{V^2}{R_T}} = \frac{R_T}{R'_T} = \frac{2R}{\frac{R}{2}} = 4 \\ &\quad \end{aligned} \right\} \frac{P'}{P} = 4$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۲- در شکل های زیر، آیا مقاومت ها به طور متواالی بسته شده اند یا موازی و یا هیچ کدام؟



پاسخ:

در شکل الف مقاومت ها به طور متواالی بسته شده اند. (مقاومت هادریک نقطه یکسان متصل شده اند)
در شکل های ب و پ مقاومت ها به طور موازی بسته شده اند. (دو سرتام مقاومت های در درون نقطه a و b متصل شده اند)

در شکل ت مقاومت ها بصورت ترکیبی بسته شده اند.

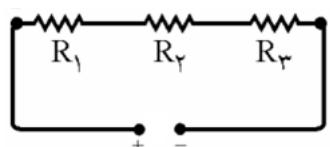
پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱- سه مقاومت مشابه 12Ω اهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل 12 ولت وصل می کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

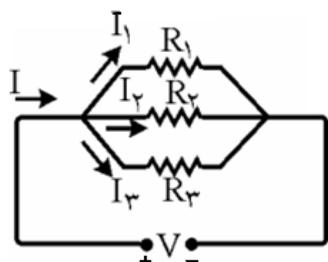
$$R_1 = 12\Omega$$

$$R_2 = 12\Omega$$

$$R_3 = 12\Omega$$



$$R_T = 12 + 12 + 12 \rightarrow R_T = 36\Omega \rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = \frac{V}{R_T} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} A$$

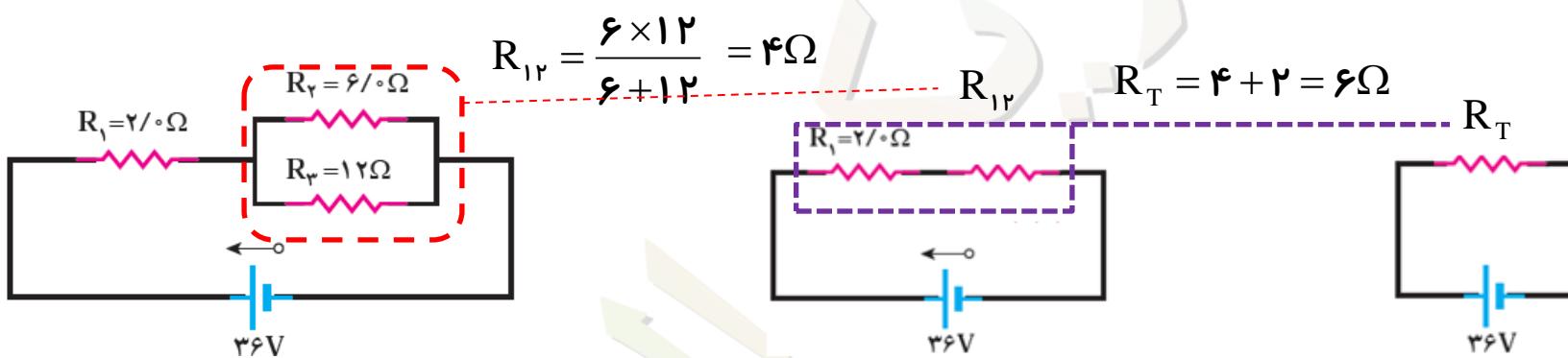


$$I = \frac{V}{R} \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{12}{12} = 1A \\ I_2 = \frac{12}{12} = 1A \\ I_3 = \frac{12}{12} = 1A \end{array} \right.$$

پاسخ:

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۲- دو مقاومت موازی ۶ آهمی و ۱۲ آهمی به طور متواالی به یک مقاومت ۳۶ آهمی وصل شده است. اکنون، مجموعه مقاومت ها را به دو سریک با تری آرمانی ۶ ولتی می بندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ آهمی را محاسبه کنید.

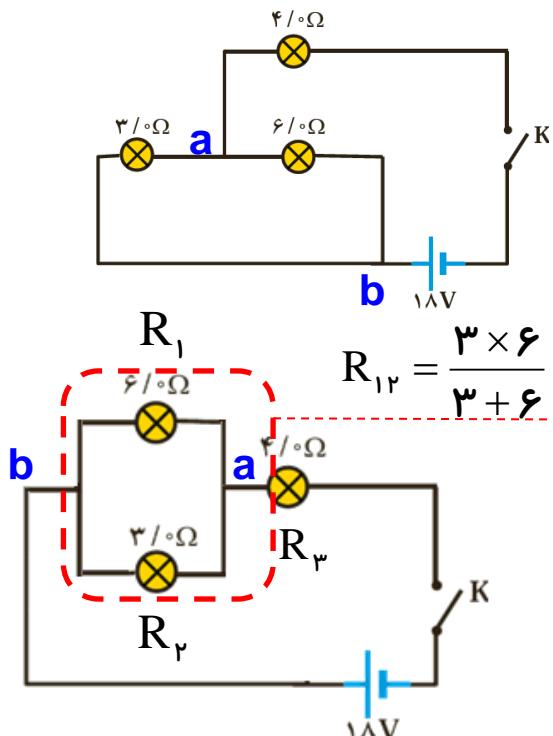


$$I_T = I_1 = I_{12} = \frac{V}{R_T} = \frac{36}{18} = 2 A \rightarrow V_{12} = V_{12} = R_{12} I_{12} \rightarrow V_{12} = 4 \times 2 = 8 V$$

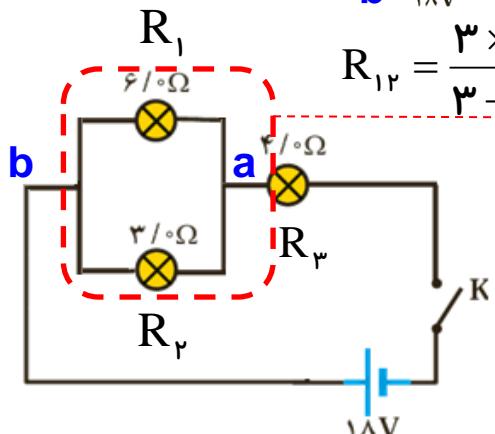
$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} \rightarrow P_1 = \frac{8^2}{6} \rightarrow P_1 = 12.8 W$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۳- در شکل زیر، وقتی کلید بسته شود چه جریانی از هر لامپ رشته ای می گذرد؟

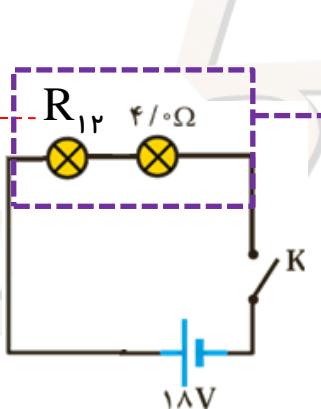


$$R_{12} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

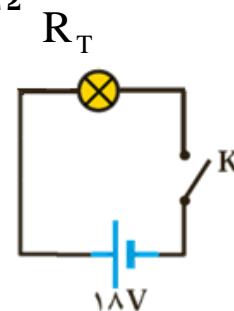


$$I_T = I_r = \frac{V}{R_T} = \frac{18}{6} = 3A$$

$$V_{12} = R_{12} I_{12} \rightarrow V_{12} = 2 \times 3 = 6V$$



$$R_T = 4 + 2 = 6\Omega$$



پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6}{6} = 1A \\ I_r = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{3} = 2A \end{array} \right.$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

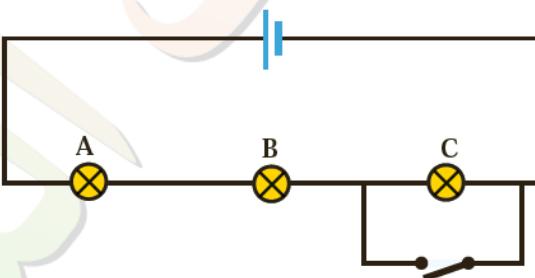
۱۴- لامپ های A، B و C در شکل زیر همگی یکسان اند. با بستن کلید، کدامیک از تغییرات زیر در اختلاف پتانسیل رخ می دهد؟ (ممکن است بیش از یک پاسخ درست باشد)

الف) اختلاف پتانسیل دو سر A و B تغییر نمی کند.

ب) اختلاف پتانسیل دو سر C به اندازه ۵۰٪ کاهش می یابد.

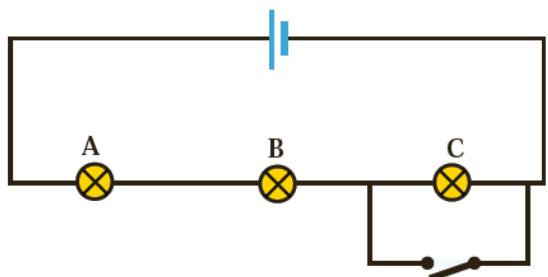
پ) هریک از اختلاف پتانسیل های A و B به اندازه ۵۰٪ افزایش می یابد.

ت) اختلاف پتانسیل دو سر C به صفر کاهش می یابد.



پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

پاسخ:



الف) با بستن کلید واتصال کوتاه، لامپ C از مدار حذف می شود و چون جریان الکتریکی از مقدار $\frac{\epsilon}{2R}$ به $\frac{\epsilon}{3R}$ افزایش می یابد اختلاف پتانسیل هر کدام از مقاومت های مشابه A و B از $\frac{\epsilon}{2}$ به $\frac{\epsilon}{3}$ افزایش می یابد.

نادرست

ب) قبل از بستن کلید $V_{IC} = \frac{\epsilon}{3}$ و بعد از بستن کلید $V_{IC} = 0$ می شود یعنی ۱۰۰٪ اختلاف پتانسیل کاهش می یابد.

نادرست

پ) اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ها از $V_{IA} = V_{IB} = \frac{\epsilon}{2}$ به $V_{IA} = V_{IB} = \frac{\epsilon}{3}$ می رسد (۵ درصد افزایش) می یابد

درست

$$\text{درصد تغییرات اختلاف پتانسیل} = \frac{V_{IA} - V_{IB}}{V_{IA}} = \frac{\frac{\epsilon}{2} - \frac{\epsilon}{3}}{\frac{\epsilon}{2}} = \frac{\frac{\epsilon}{6}}{\frac{\epsilon}{2}} = \frac{1}{3} \times 100\% = 50\%$$

ت) با بستن کلید دو سر مقاومت هم پتانسیل شده و اتصال کوتاه رخ می دهد و اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر می شود

درست

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۲۵- در سیم کشی منازل، همه مصرف کننده ها به طور موازی متصل می شوند. یک اتوی $W = ۱۱۰۰$ ، یک نان بر شته کن $W = ۱۸۰۰$ ، پنج لامپ رشته ای $W = ۱۰۰$ و یک بخاری $W = ۱۰۰$ ابه پریزهای یک مدار سیم کشی خانگی $V = ۲۲۰$ که حداقل می تواند جریان $A = ۱۵$ را تحمل کند وصل شده اند. آیا این ترکیب مصرف کننده ها باعث پریدن فیوز می شود یا خیر؟

$$P_1 = ۱۱۰۰W$$

$$P_2 = ۱۸۰۰W$$

$$P_3 = ۱۰۰W \quad \text{لامپ}$$

$$P_4 = ۱۱۰۰W$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = ۲۲۰V$$

$$I_{\max} = ۱۵A$$

$$P_T = P_1 + P_2 + ۵P_3 + P_4$$

$$P_T = ۱۱۰۰ + ۱۸۰۰ + ۵ \times ۱۰۰ + ۱۱۰۰ = ۴۵۰۰W$$

$$P_T = VI_T \rightarrow I_T = \frac{P_T}{V} = \frac{۴۵۰۰}{۲۲۰} = ۲۰/۴۵A$$

این جریان بزرگتر از بیشینه جریانی است که مدار قادر به تحمل آن است. بنابراین فیوز خواهد پرید.

مدار سیم کشی موازی است تنها عاملی که در لامپ ها و بخاری ثابت باقی می ماند. ولتاژ است.

$$P_1 = 1100 \text{W}$$

$$P_2 = 1800 \text{W}$$

$$P_3 = 100 \text{W} \quad \text{لامپ ۵}$$

$$P_4 = 1100 \text{W}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 220 \text{V}$$

$$I_{\max} = 15 \text{A}$$

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

$R_1 = \frac{220^2}{1100} = 44 \Omega$	مقاومت اتوی
$R_2 = \frac{220^2}{1800} \approx 27 \Omega$	مقاومت نان برسته کن
$R_3 = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$	مقاومت لامپ
$R_4 = \frac{220^2}{1100} = 44 \Omega$	مقاومت بخاری

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{44} + \frac{1}{27} + \frac{1}{44} + \frac{5}{484}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{297 + 484 + 297 + 5 \times 27}{13068}$$

$$R_T \approx 10.77 \Omega \rightarrow I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{220}{10.77} \approx 20.4 \text{A}$$

مقادیر

این جریان بزرگتر از بیشینه جریانی است که مدار قادر به تحمل آن است. بنابراین فیوز خواهد پرید.

با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز :

عظیم آقچه جلی

افشین کردکتویی

شهریار زینالی

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی : دیماه ۱۳۹۶

ارتباط تلگرامی : @ansari132



خروج



موفق و پیروز باشید

دی تبار