

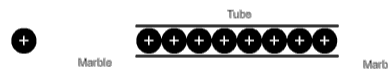
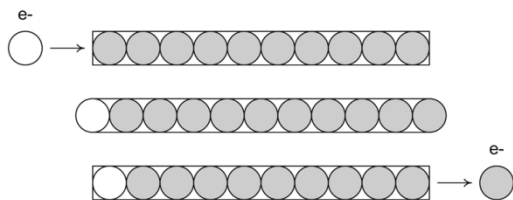
به نام خدا

پاسخ فعالیت ها و تمرین ها  
فصل دوم (جریان الکتریکی)  
فیزیک یازدهم ریاضی- فیزیک



سرعت سوق الکترون های آزاد در یک رسانا می تواند به کندی سرعت حرکت یک حلزون باشد. اگر سرعت سوق الکترون 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 بلافاصله از سردیگر 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 مجموعه ای از اتم های دارای الکترون های آزاد است، (مشابه شیلنگ پر از آب) به محض برقراری اختلاف پتانسیل در دو سر سیم، میدان الکتریکی در کل طول سیم ایجاد شده و الکترون های آزاد، از جمله نزدیکترین الکترون ها به چراغ، شروع به حرکت می کنند و جریان در لامپ و همچنین در کل سیم برقرار شده و لامپ روشن می شود.

در رابطه  $\Delta q = I \Delta t$  اگر  $I$  بر حسب آمپر و  $\Delta t$  بر حسب ساعت باشد یکای  $\Delta q$ ، آمپر-ساعت می شود. باتری خودروها با آمپر-ساعت (Ah) و باتری گوشی های همراه با میلی آمپر-ساعت (mAh) مشخص می شود. هرچه 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، ۵۰ Ah است. اگر این باتری جریان متوسط ۵ A را فراهم سازد، چقدر طول می کشد تا خالی شود؟

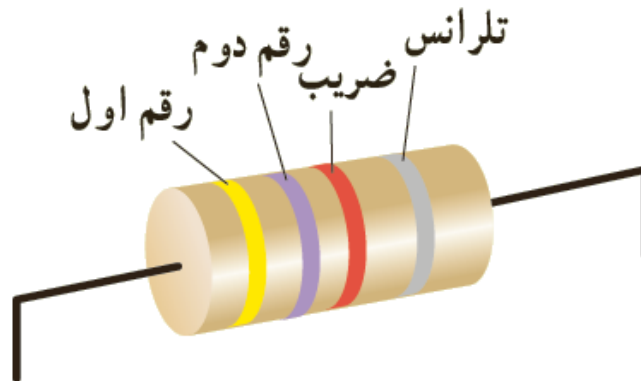
ب) آمپر-ساعت نوعی از باتری های قلمی (AA)، برابر ۱۰۰۰ mAh است. اگر این باتری جریان متوسط  $100 \mu A$  را فراهم سازد، چه مدت طول می کشد تا خالی شود؟

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

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

# مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل، و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت، چقدر است؟

سیاه	۰	■
قهوه ای	۱	■
قرمز	۲	■
نارنجی	۳	■
زرد	۴	■
سبز	۵	■
آبی	۶	■
بنفش	۷	■
خاکستری	۸	■
سفید	۹	■
طلایی	۰/۰۵	■
نقره ای	۰/۱	■



پاسخ:

رنگ چهارم نقره‌ای است، بنابراین تلرانس این مقاومت ۱۰ درصد است

$$R = \overline{ab} \times 10^n \pm 10\% \text{ مقاومت}$$

$$R = 47 \times 10^2 \Omega \pm 0.1 \times 47 \times 10^2 \Omega$$

$$4230 \Omega < R < 5170 \Omega$$

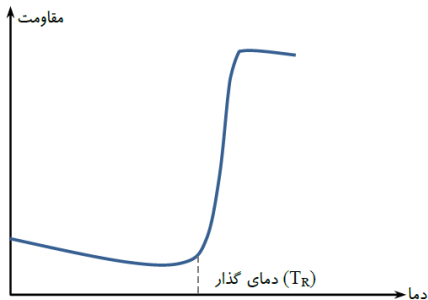
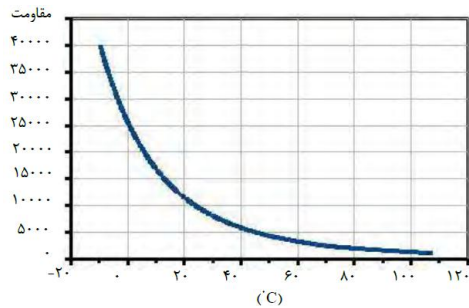
## ترمیستورها به دو نوع NTC و PTC تقسیم بندی می شوند. در مورد ساختار و کارکرد آنها تحقیق کرده و به کلاس گزارش دهید.

پاسخ:

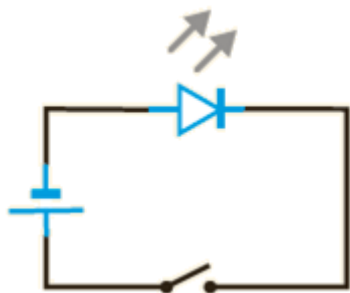
**NTC**ها از نیم رساناهای خالص مانند سیلیسیم یا ژرمانیم ساخته شده اند. که با افزایش دما بر تعداد حامل های بار آن ها افزوده می گردد و بدین ترتیب از مقاومت آن ها کاسته می شود. به عبارت دیگر، ضریب دمایی مقاومت ویژه  $\alpha$  آنها منفی است.

**PTC** از سیلیسیموم غیر خالص ساخته شده است که با افزودن یک ناخالصی به سیلیسیموم، ویژگی رسانش الکتریکی پیدا کرده است. این نوع PTCها مانند فلزات رفتار کرده و مقاومت آنها با افزایش دما زیاد می شود. به عبارت دیگر، ضریب دمایی مقاومت ویژه آنها مثبت است.

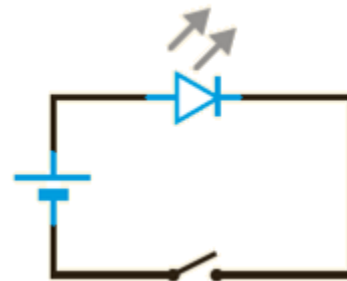
نوع دیگر از **PTC**ها، رفتار ویژگی های دارد، به طوری که ضریب دمایی مقاومت ویژه آنها تا پیش از دمای گذار (نقطه کوری نیز می گویند) اندکی منفی است و پس از آن در یک محدوده دمایی  $60^{\circ}\text{C}$  تا  $120^{\circ}\text{C}$  تغییر چشمگیری می کند و به شدت مثبت می گردد.



در کدام شکل با بستن کلید، LED روشن می شود؟



ب



الف

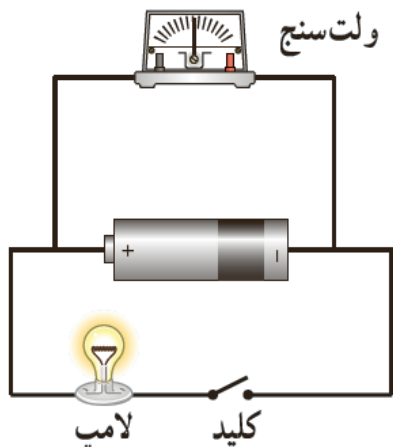
پاسخ:

چون جهت جریان دیود در مدار شکل الف با جهت جریان مولد یکسان است در نتیجه دیود اجازه عبور جریان را می دهد.

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 ببندید و دوباره عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید. در کدام حالت ولت سنج عدد بزرگ تری را نشان می دهد؟ چرا؟

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.

$$V = \varepsilon - rI \quad \rightarrow \quad V = \varepsilon$$

اگر کلید را ببندیم لامپ روشن می شود جریان صفر نیست

$$V = \varepsilon - rI$$

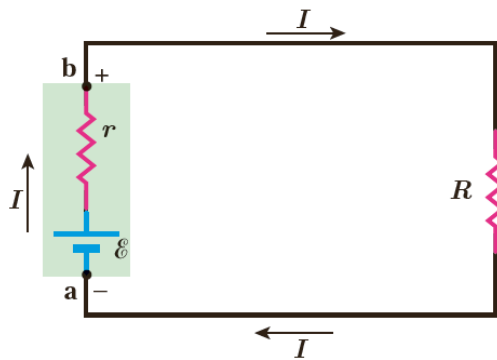
میدان الکتریکی درون باتری از قطب مثبت به سمت قطب منفی است. توضیح دهید چرا وقتی از قطب مثبت باتری به سمت قطب منفی آن می رویم، پتانسیل کاهش می یابد و بالعکس.

پاسخ:

کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار مثبت انجام می دهد تا از قطب منفی به قطب مثبت برود را نیروی محرکه مولد که برابر با اختلاف پتانسیل دو سر قطب ها است. چون کار مثبت است پس پتانسیل افزایش و اگر کار منفی باشد یعنی واحد بار مثبت از قطب مثبت به منفی برود ، پتانسیل کاهش می یابد.



**مثال بالا** (در مدار شکل زیر فرض کنید  $r=2\Omega$ ،  $\varepsilon=12V$  و  $R=4\Omega$  باشد. الف) جریان عبوری از مدار چقدر است؟ ب) اختلاف پتانسیل دو سرباطری را محاسبه کنید. را با حرکت در خلاف جهت جریان نشان داده شده حل و نتیجه را با پاسخ مثال مقایسه کنید.



پاسخ:

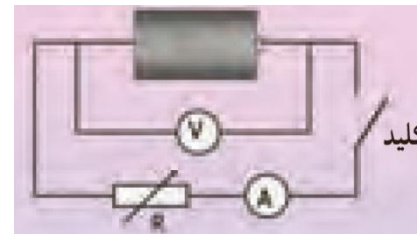
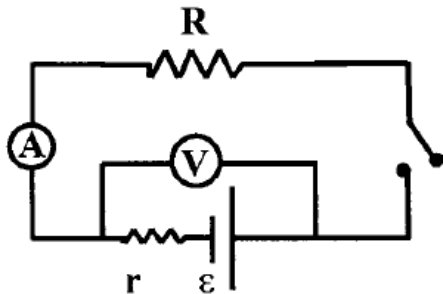
$$\cancel{V_a} + IR + Ir - \varepsilon = \cancel{V_a} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{12}{4+2} \Rightarrow I = 2A \quad \text{(الف)}$$

$$V_b + Ir - \varepsilon = V_a \Rightarrow V_b + 2 \times 2 - 12 = V_a \Rightarrow V_b - V_a = 8V \quad \text{(ب)}$$

اعداد بدست آمده با مثال حل شده برابر است پس نتیجه می‌کنیم، که جهت بررسی روی مقدار جریان و اختلاف پتانسیل ندارد

## فعالیت ۲-۶: کار در کلاس

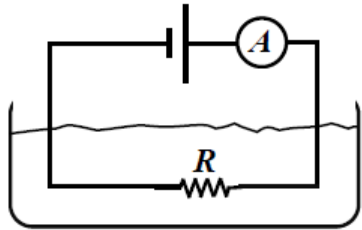
تفاوت یک باتری نو و فرسوده عمدتاً در مقدار مقاومت داخلی آن است که می تواند کمتر از یک اهم برای باتری نو تا چند هزار اهم برای باتری فرسوده باشد. برای اندازه گیری مقاومت داخلی یک باتری مدار ساده ای متشکل از یک باتری، یک کلید قطع و وصل، و یک مقاومت یا لامپ کوچک را سوار کنید. نخست در حالی که کلید قطع است، ولتاژ دو سر باتری را با یک ولت سنج اندازه بگیرید و آن گاه پس از بستن کلید، دوباره ولتاژ دو سر باتری را اندازه بگیرید. همچنین در این حالت، جریان عبوری از مدار را نیز باید به کمک یک آمپر سنج اندازه بگیرید. اکنون با استفاده از رابطه  $V_b - V_a = \varepsilon - Ir$  مقاومت داخلی باتری را محاسبه کنید (البته در یک اندازه گیری دقیق تر معمولاً از یک مقاومت متغیر استفاده می شود و مقاومت داخلی پس از چندین اندازه گیری محاسبه می شود) آزمایش را یک بار برای باتری نو و یک بار برای باتری فرسوده انجام دهید.



پاسخ:

مداری مانند شکل روبه رو می بندیم، هنگامی که کلید قطع است ولتاژ دو سر باتری را اندازه می گیریم، چون مقاومت درونی ولت سنج ایدال بینهایت است و جریان صفر است. ولتاژ اندازه گیری شده برابر  $(\varepsilon)$  حال کلید را بسته و مجدداً مقدار ولتاژ و همچنین جریان را از روی ولت سنج و آمپر سنج می خوانیم با توجه به رابطه  $(V = \varepsilon - rI)$  که در آن  $V$  ولتاژ اندازه گرفته توسط ولت سنج است. مقاومت درونی باتری را محاسبه کنیم، می توانیم با مقاومت های مختلف این آزمایش را تکرار کنیم و برای به دست آوردن مقدار دقیق تر از نتایج حاصل میانگین بگیریم.

قانون ژول بیان می‌دارد گرمای تولید شده توسط جریان  $I$  عبوری از یک مقاومت  $R$  در مدت  $t$  برابر  $R I^2 t$  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 رسانا را 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 از  $U = R \cdot I^2 \cdot t$  می‌یابیم. در همین زمان با اندازه گیری دمای آب و با استفاده از  $Q = m \cdot C \cdot \Delta\theta$  گرما را به دست می‌آوریم. مشاهده می‌شود که تقریباً  $U$  با  $Q$  برابر است.

الف) همانند شکل با یک اهم متر، مقاومت رشته سیم داخل لامپ ۱۰۰ وات 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. نتیجه محاسبه را با مقدار اندازه گیری شده مقایسه کنید. و نتیجه را پس از گفت و گوی گروهی گزارش دهید.

پاسخ:

مقاومت رشته ی سیم داخل یک لامپ ۱۰۰ وات را با اهم سنج اندازه می گیریم. سپس با استفاده از رابطه  $R = \frac{V^2}{P}$  مقاومت لامپ را بدست می آوریم، این عدد بیشتر از مقاومت لامپ در حالت خاموش است

مقاومت لامپ (خاموش) با اهم سنج  $R_1 = 38\Omega$

مقاومت لامپ در مدار بسته  $P = \frac{V^2}{R_p} \Rightarrow R_p = \frac{V^2}{P} \Rightarrow R_p = \frac{220^2}{100} = 484\Omega$

ب) اکنون با استفاده از نتیجه به دست آمده، دمای رشته سیم داخل لامپ را در حال روشن برآورد کنید (رشته سیم لامپ از جنس تنگستن و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن  $^{-۳}C^{-۱} \times 10^{-۳} \times 4/5$  است)

پاسخ:

فرض می کنیم دمای اتاق در هنگام اندازه گیری  $20^{\circ}C$  و مقاومت لامپ  $38\Omega$  است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = 20^{\circ}C \\ R_1 = 38\Omega \\ \alpha = 4/5 \times 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}C} \\ R_p = 484\Omega \\ \theta_p = ? \end{array} \right. \quad \Delta R = \alpha R_1 \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = \frac{\Delta R}{\alpha R_1} = \frac{R_p - R_1}{\alpha R_1}$$

$$\Delta \theta = \frac{484 - 38}{0.0045 \times 40} \approx 2478^{\circ}C \rightarrow \theta_p - \theta_1 = 2478 \rightarrow$$

$$\theta_p - 20 = 2478 \rightarrow \theta_p = 2498^{\circ}C$$

اگر لامپ های رشته ای (التهابی) را با لامپ های LED جایگزین کنیم، در خواهیم یافت که در مصرف انرژی تفاوت چشمگیری حاصل می شود. مثلاً در حالی که لامپ هالوژن یک کلاه ایمنی چند باتری را در ۳ ساعت مصرف می کند، نوع LED همان لامپ، آن باتری ها را در ۳۰ ساعت به مصرف می رساند. دلیل این اختلاف را بیان کنید.

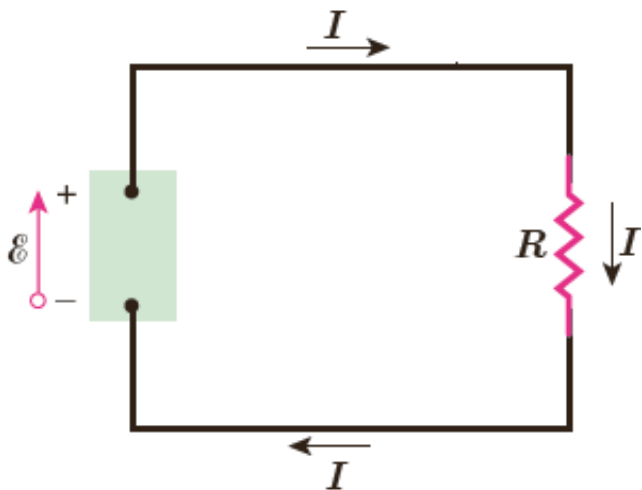


پاسخ:

توان مصرفی LED کمتر از لامپ رشته ای است. مقاومت فیلامان لامپ رشته ای در برابر عبور جریان زیاد است؛ در کسری از یک ثانیه، چون مقاومت آن افزایش می یابد، انرژی الکتریکی بیشتری به انرژی درونی تبدیل می شود، در حالی که لامپ های LED به هنگام افزایش دما، حامل های بار افزایش و مقاومت ویژه نیمه رسانا کاهش می یابد، در نتیجه انرژی الکتریکی کمتری به انرژی درونی تبدیل می شود.

با توجه به قانون ژول و تعریف نیروی محرکه الکتریکی، برای یک حلقه ساده شامل یک باتری و یک مقاومت نشان دهید که قاعده حلقه یا قانون ولتاژها چیزی جز پایستگی انرژی نیست

پاسخ:



ابتدا قانون حلقه را در جهت ساعتگرد برای مدار مقابل می نویسیم.

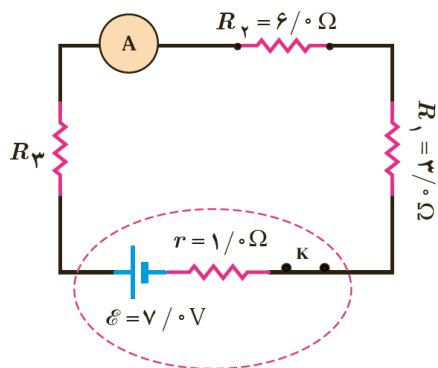
$$\varepsilon - IR = 0 \quad \text{دو طرف معادله را در } \mathbf{It} = \mathbf{q} \text{ ضرب می کنیم.}$$

$$\varepsilon q - RI^2 t = 0 \quad \rightarrow \quad \varepsilon q = RI^2 t$$

در این رابطه،  $\varepsilon q$  مقدار کاری است که مولد روی بار  $q$  انجام می دهد تا در مولد از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر منتقل شود و  $RI^2 t$  مقدار انرژی مصرفی در مقاومت به ازای عبور بار  $q$  از آن است. در واقع انرژی داده شده به مدار (کار) با انرژی مصرفی آن برابر است که این همان پایستگی انرژی می باشد.

در شکل روبه رو، 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  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  برابر با  $13/0 \Omega$  باشد:

الف) مقاومت  $R_3$  چقدر است؟ (ب) جریانی را که آمپرسنج نشان می دهد به دست آورید.  
پ) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت های  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  در مدار برابر است.



پاسخ:

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

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \frac{7}{13 + 1} \rightarrow I = 0.5 \text{ A} \quad \text{(ب)}$$

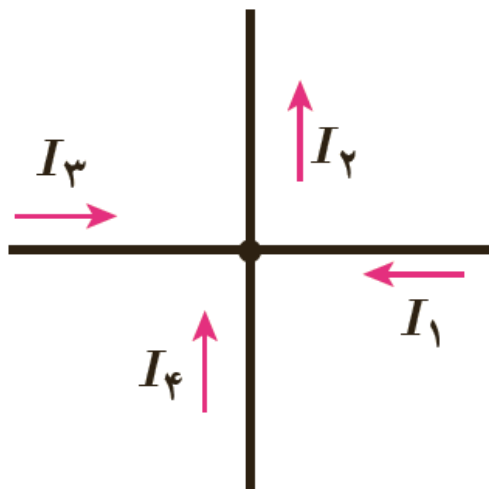
$$P_{\text{مولد}} = \varepsilon I - r I^2 = 7 \times 0.5 - 1 \times 0.5^2 = 3.25 \text{ W} \quad \text{(پ)}$$

$$P_{\text{مقاومت}} = R I^2 \left\{ \begin{array}{l} P_1 = 3 \times 0.5^2 = 0.75 \text{ W} \\ P_2 = 6 \times 0.5^2 = 1.5 \text{ W} \\ P_3 = 4 \times 0.5^2 = 1 \text{ W} \end{array} \right.$$

$$0.75 + 1.5 + 1 = 3.25 \text{ W} \rightarrow P_{\text{مولد}} = P_1 + P_2 + P_3$$



برای نقطه انشعاب نشان داده شده در شکل، رابطه بین جریان‌ها را بنویسید.

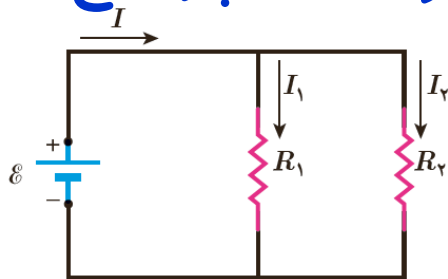


پاسخ:

بر اساس قانون گره مجموع جریان‌های ورودی به گره ( $I_1 + I_3 + I_4$ ) با مجموع جریان‌های خروجی از گره ( $I_2$ ) برابر است.

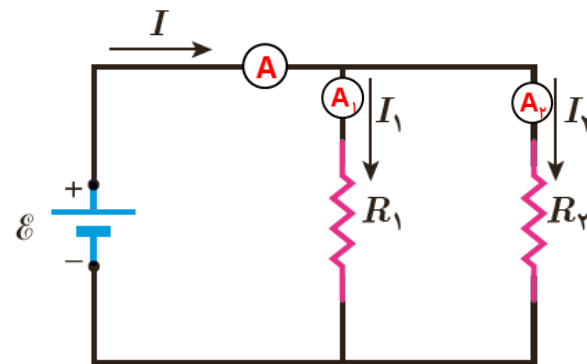
$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2$$

مداری مانند مدار مثال ۲-۱۲ (در شکل رو به رو، یک باتری آرمانی اختلاف پتانسیل  $\mathcal{E} = 12V$  را به دو سر مقاومت های  $R_1 = 4\Omega$  و  $R_2 = 6\Omega$  اعمال می کند) ببندید و در هر شاخه آن، یک آمپرسنج قرار دهید. با خواندن آمپرسنج ها، رابطه بین جریان ها را بررسی کنید.



پاسخ:

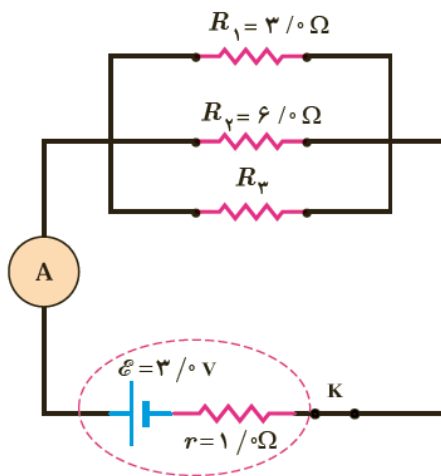
$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{12}{4} = 3A \text{ آمپرسنج اول} \\ I_2 = \frac{12}{6} = 2A \text{ آمپرسنج دوم} \end{array} \right. \rightarrow I_1 + I_2 = 5A$$



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

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

در شکل روبه رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب  $1/6 \Omega$  باشد، الف) مقاومت  $R_3$  چقدر است؟ ب) جریانی که آمپرسنج نشان می دهد را به دست آورید.



پاسخ:

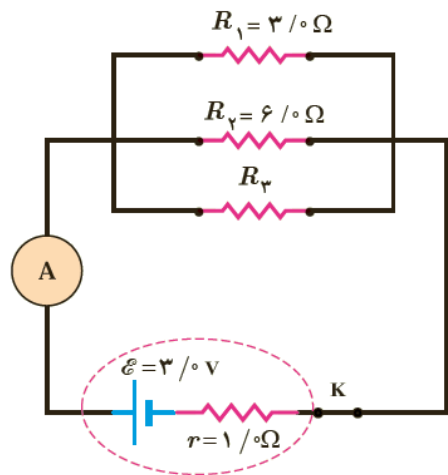
الف)

$$\frac{10}{16} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{10}{16} = \frac{1}{2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_3} = \frac{5}{8} - \frac{4}{8} \rightarrow R_3 = 8 \Omega$$

ب)

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

در شکل روبه رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب  $1/6 \Omega$  باشد، پ نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت های  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  برابر است.



پاسخ:

(پ)

$$V = \varepsilon - rI = 3 - 1 \times 1/15 = 1/15 \text{ V}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{1/15}{3} \approx .62 \text{ A} \\ I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{1/15}{6} \approx .3 \text{ A} \\ I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{1/15}{8} \approx .23 \text{ A} \end{array} \right.$$

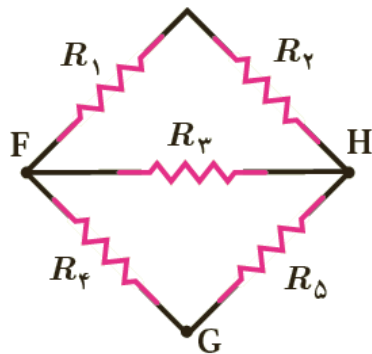
$$P_{\text{مولد}} = \varepsilon I - rI^2 = 3 \times 1/15 - 1 \times (1/15)^2 \approx 2/13 \text{ W}$$

$$P_{\text{مقاومت}} = RI^2 \left\{ \begin{array}{l} P_1 = 3 \times (.62)^2 = 1/15 \text{ W} \\ P_2 = 6 \times (.3)^2 = .54 \text{ W} \\ P_3 = 8 \times (.23)^2 \approx .42 \text{ W} \end{array} \right.$$

$$1/15 + .54 + .42 = 2/11 \text{ W} \rightarrow P_{\text{مولد}} = P_1 + P_2 + P_3$$

علت بوجود آمدن اختلاف ناچیز، گرد کردن اعداد اعشاری است.

شکل روبه رو پنج مقاومت ۸ اهمی را نشان می دهد.  
 الف) مقاومت معادل بین نقطه های F و H چقدر است؟



پاسخ:

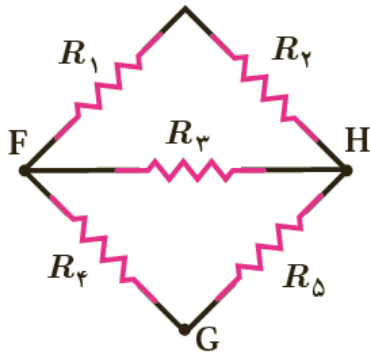
متوالیند

متوالیند

موازیند

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{8} = \frac{2}{16} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} \Rightarrow R_T = 4\Omega$$

شکل روبه رو پنج مقاومت ۸ اهمی را نشان می دهد.  
 (ب) مقاومت معادل بین نقطه های F و G چقدر است؟



پاسخ:

**متوالیند**  $R_{12} = 8 + 8 = 16\Omega$

$R_{12} = 16\Omega$

**متوالیند**  $R_{123} = \frac{16}{3}\Omega$

$R_{123} = \frac{16}{3}\Omega$

**موازیند**  $R_{1235} = \frac{16}{3} + 8 = \frac{40}{3}\Omega$

$R_{1235} = \frac{40}{3}\Omega$

**موازیند**  $R_T = \frac{40}{4}\Omega$

$R_T = 10\Omega$

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} \Rightarrow R_{123} = \frac{16}{3}\Omega$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{8} + \frac{3}{40} \Rightarrow R_T = 10\Omega$$

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



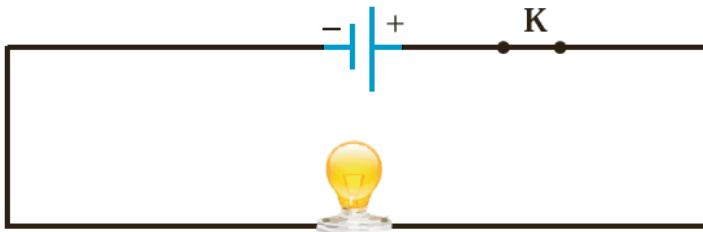
پاسخ:

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 نیز از فیلامان لامپ می گذرد.

۲- در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۴V و مقاومت آن  $5\ \Omega$  است. در مدت ۵ دقیقه چه تعداد الکترون از لامپ می گذرد؟



پاسخ:

$$V = 4\text{V}$$

$$R = 5\ \Omega$$

$$t = 5 \times 60 = 300\ \text{s}$$

$$n = ?$$

$$e = 1/6 \times 10^{-19}\ \text{C}$$

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{4}{5} = .8\ \text{A}$$

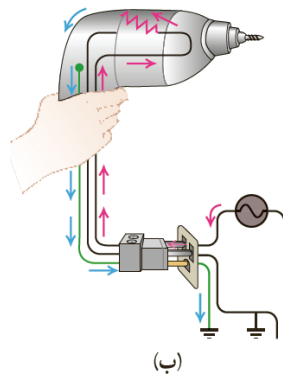
$$I = \frac{q}{t}$$

$$q = ne$$

$$I = \frac{ne}{t} \rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{.8 \times 300}{1/6 \times 10^{-19}} \rightarrow n = 1/5 \times 10^{21}$$

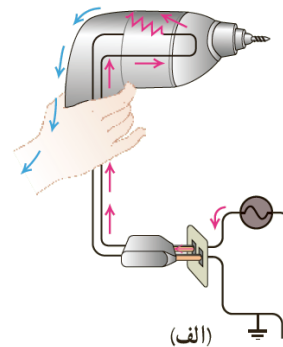


۳- بررسی کنید اگر متۀ برقی (دریل) معیوب شکل های زیر را با دوشاخه (شکل الف) یا سه شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیم، چه رخ می دهد؟



(ب)

شخص دچار برق گرفتگی نمی شود.



(الف)

شخص دچار برق گرفتگی می شود.

پاسخ:

در متۀ 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 متۀ 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)

۴- آذرخش مثالی جالب از جریان الکتریکی در پدیده های طبیعی است. در یک آذرخش

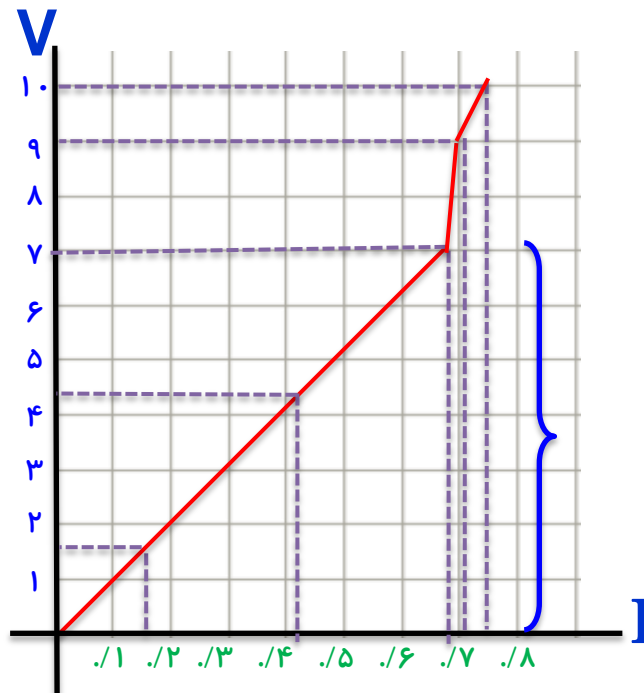
نوعی  $1 \times 10^9$  ل انرژی تحت اختلاف پتانسیل  $5 \times 10^7$  V در بازه زمانی  $0.2$  S آزاد می شود. با استفاده از این اطلاعات الف) مقدار بار کل منتقل شده بین ابر و زمین، ب) جریان متوسط در یک یورش آذرخش و پ) توان الکتریکی آزاد شده در  $0.2$  S را به دست آورید.

پاسخ:

{	$\Delta U = 10^9 \text{ J}$	$\rightarrow$	$\Delta U = \Delta q \cdot \Delta V$	$\rightarrow$	$\Delta q = \frac{\Delta U}{\Delta V}$	$\rightarrow$	$\Delta q = \frac{10^9}{5 \times 10^7} = 20 \text{ C}$	(الف)						
	$\Delta V = 5 \times 10^7 \text{ V}$							$\rightarrow$	$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	$\rightarrow$	$\bar{I} = \frac{20}{0.2}$	$\rightarrow$	$\bar{I} = 100 \text{ A}$	(ب)
	$\Delta t = 0.2 \text{ s}$													$\rightarrow$
$\Delta q = ?$														
	$\bar{I} = ?$													
	$P = ?$													

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

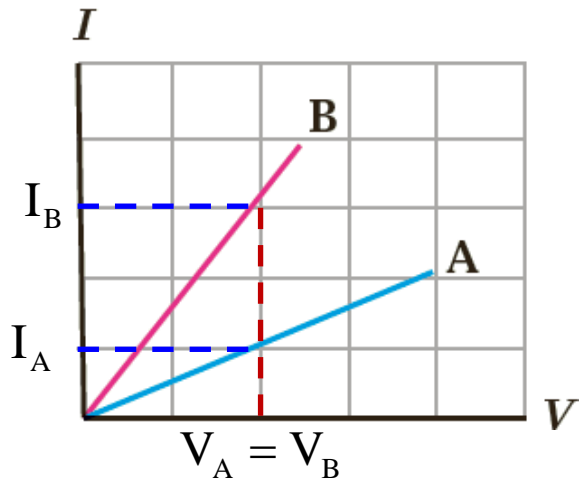
۵- در آزمایش تحقیق قانون اهم، نتایج جدول زیر به دست آمده است. نمودار ولتاژ بر حسب جریان را رسم کنید و با فرض ثابت ماندن دما تعیین کنید در چه محدوده ای رفتار این مقاومت از قانون اهم پیروی می کند.



پاسخ:

در محدوده ولتاژ ۰ تا ۷ ولت

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



پاسخ:

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

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  $I-V$  هر چه **شیب** نمودار **کمتر** باشد. مقاومت رسانا بیشتر خواهد بود.

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 ۲ mm و شعاع داخلی ۱ mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

$$L_A = L_B$$

$$\rho_A = \rho_B$$

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

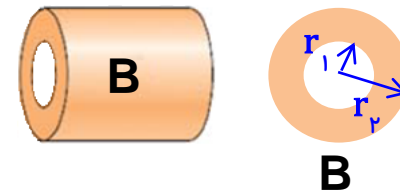
$$r_{B2} = 2 \text{ mm}$$

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

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

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

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



پاسخ:

۸- در ماشین های چمن زنی برقی برای مسافت های حداکثر تا ۳۵m از سیم های مسی نمره ۲۰ (قطر ۰/۰۸cm) و برای مسافت های طولانی تر از 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  $20^{\circ}\text{C}$  در نظر بگیرید).

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

$$r_1 = \frac{0.08 \text{ cm}}{2} = 0.04 \text{ cm}$$

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

$$R_1 = ?$$

$$R_1 = 1/69 \times 10^{-8} \times \frac{30}{3/14 \times (0.04 \times 10^{-2})^2} = \frac{1/69 \times 30 \times 10^{-8}}{5 \times 10^{-7}} \approx 1 \Omega$$

$$r_2 = \frac{0.13 \text{ cm}}{2} = 0.065 \text{ cm}$$

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

$$R_2 = ?$$

$$R_2 = 1/69 \times 10^{-8} \times \frac{70}{3/14 \times (0.065 \times 10^{-2})^2} = \frac{1/69 \times 70 \times 10^{-8}}{1/3 \times 10^{-6}} \approx 0.89 \Omega$$



پاسخ:

۹- مقاومت رشته درونی یک برشته کن (توستر) که از جنس نیکروم است، در حالت روشن (دمای  $1200^{\circ}\text{C}$ ) برابر  $44\Omega$  است. مقاومت این رشته در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  چقدر است؟ (از تغییر طول و قطر رشته در اثر تغییر دما چشم پوشی شود)

$$\alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

پاسخ:

$$\theta_2 = 1200^{\circ}\text{C}$$

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$R_2 = 44\Omega$$

$$44 = R_1 (1 + 4 \times 10^{-4} \times 1180)$$

$$\theta_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$44 = R_1 (1 + . / 472)$$

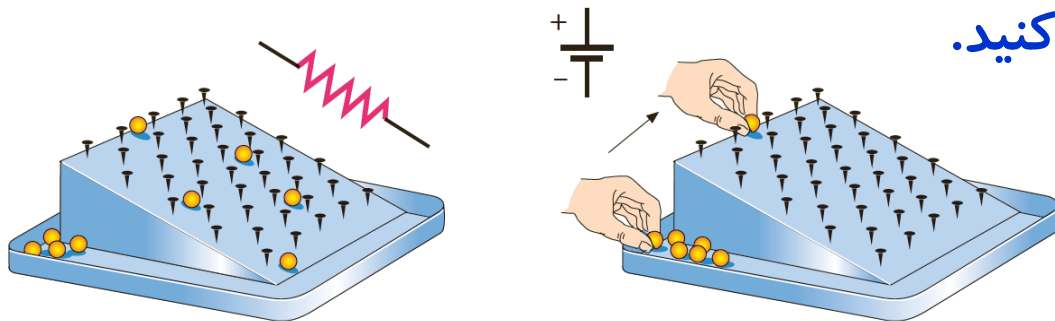
$$R_1 = ?$$

$$44 = 1 / 472 R_1$$

$$\alpha = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

$$R_1 \approx 29 / 9 \Omega$$

۱۰- شکل زیر یک مشابَهت سازی مکانیکی برای درک مقاومت و نیروی محرکه الکتریکی را نشان می دهد که در آن بر سطح شیب داری میخ هایی تعبیه شده و تپله ها از ارتفاع بالای سطح شیب دارها می شوند و سپس دوباره به بالای سطح شیب دار بازگردانده می شوند. این مشابَهت سازی مکانیکی را توجیه کنید.



پاسخ:

کاری که ما برای بالای بردن گلوله ها انجام می دهیم، همانند؛ کار نیروی محرکه مولد برای انتقال بار الکتریکی از یک پایانه مولد به پایانه دیگر و سطح شیب دار 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 اتمها در برابر الکترونها از بین رفته و به پایین سطح شیب دار می رسد، در مرحله بعد باز هم این عمل تکرار می شود.

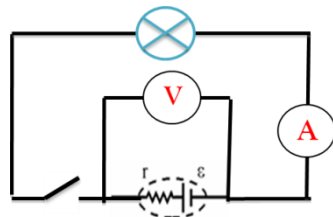


۱۱- اختلاف پتانسیل دو سر باتری خودروهای سواری برابر ۱۲ ولت است. اگر هشت باتری قلمی ۱/۵ ولتی را به طور متوالی به یکدیگر وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه آنها نیز برابر ۱۲ ولت می شود. توضیح دهید چرا در خودروها به جای باتری خودرو از هشت باتری قلمی استفاده نمی شود.

پاسخ:

برای روشن شدن خودرو نیاز به جریان زیاد است که باتری های قلمی چون مقاومت داخلی زیادی دارند نمی توانند جریان لازم برای استارت خودرو را تامین کنند به عبارت دیگر، با اینکه نیروی محرکه مجموعه باتری ها  $12\text{ V}$  است، ولی به دلیل افزایش مقاومت داخلی، جریان عبوری کاهش می یابد و استارت خوردن خودرو دچار مشکل می شود.

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



پاسخ:

$$I_1 = 0$$

$$V_1 = 12V$$

$$V_1 = \varepsilon - rI_1 \rightarrow V_1 = \varepsilon = 12V$$

$$R = 10\ \Omega$$

$$V_2 = RI_2 \rightarrow 10/9 = 10 \cdot I_2 \rightarrow I_2 = \frac{10/9}{10} = 1/9 A$$

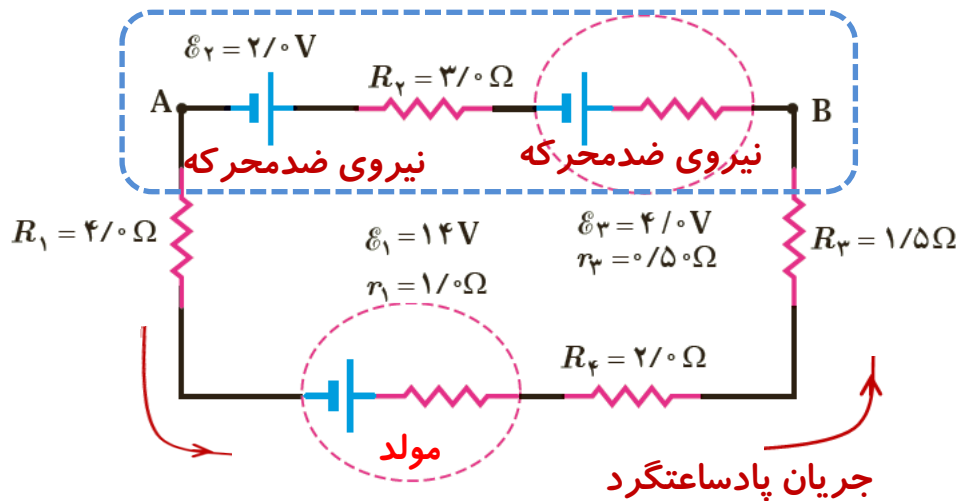
$$V_2 = 10/9V$$

$$r = ?$$

$$V_2 = \varepsilon - rI_2 \rightarrow 10/9 = 12 - r \times 1/9 \rightarrow r \times 1/9 = 1/1 \rightarrow r \approx 9\ \Omega$$

$$I_2 = ?$$

### ۱۳- در مدار شکل زیر جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را محاسبه کنید.



پاسخ:

نیروی ضد محرکه  $\epsilon_1 > \epsilon_2 + \epsilon_3$  نیروی محرکه

$$14 > 4 + 2$$

$$I = \frac{\sum \epsilon - \sum \epsilon'}{\sum R + \sum r} \rightarrow I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2 - \epsilon_3}{(r_1 + r_2 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4)} \rightarrow I = \frac{14 - 2 - 4}{(1 + 0.5 + 4 + 3 + 1.5 + 2)} = \frac{8}{12} \rightarrow I = 0.66 A$$

برای پیدا کردن اختلاف پتانسیل دو نقطه در جهت ساعتگرد از نقطه A به نقطه B بررسی می کنیم.

$$V_A + \epsilon_2 + R_2 I + \epsilon_3 + r_3 I = V_B \rightarrow V_A + 2 + 3 \times 0.66 + 4 + 0.5 \times 0.66 = V_B \rightarrow V_A + 8/31 = V_B$$

$$V_B - V_A = 8/31 V$$

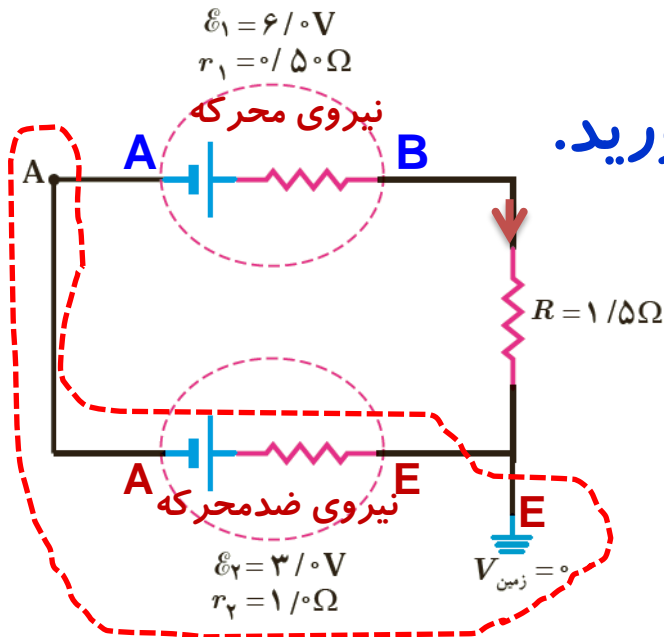
پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

## ۱۴- در شکل زیر

الف) اختلاف پتانسیل دو سر مولدها را به دست آورید.  
 ب) پتانسیل نقطه A را تعیین کنید.

پاسخ:

الف)



نیروی ضد محرکه  $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$  نیروی محرکه

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{(r_1 + r_2 + R)} \Rightarrow I = \frac{6 - 3}{(.5 + 1 + 1.5)} \Rightarrow I = 1A$$

$$V_A + \varepsilon_1 - r_1 I = V_B \Rightarrow V_B - V_A = \varepsilon_1 - r_1 I \Rightarrow V_B - V_A = 6 - .5 \times 1 = 5.5V$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد ۱

$$V_A + \varepsilon_2 + r_2 I = V_E \Rightarrow V_E - V_A = \varepsilon_2 + r_2 I \Rightarrow V_E - V_A = 3 + 1 \times 1 = 4V$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد ۲

ب) برای پیدا کردن پتانسیل نقطه A در جهت پادساعتگرد از نقطه A به نقطه E بررسی می کنیم.

$$V_A + 3 + 1 \times 1 = V_E \Rightarrow V_A + 4 = 0 \Rightarrow V_A = -4V$$

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

پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_1 = \rho_1 \\ L_1 = L_2 \\ A_B > A_A \\ \frac{P_B}{P_A} = ? \end{array} \right.$$

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

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

چون مقطع رشته لامپ B ضخیم تر است، 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.

۱۶- 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 بتواند حداقل چه جریانی را از خود عبور دهد؟ ب) مقاومت الکتریکی هر وسیله در حالت روشن چقدر است؟



اتوی برقی، ۸۵۰W، ۲۲۰V



کتری برقی، ۲۴۰۰W، ۲۲۰V

پاسخ:

$$P = VI \rightarrow I = \frac{P}{V} \left\{ \begin{array}{l} \text{کتری} \quad I_1 = \frac{2400}{220} \rightarrow I_1 = 10.9A \\ \text{اتو} \quad I_2 = \frac{850}{220} \rightarrow I_2 = 3.86A \end{array} \right.$$

(الف)

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} \left\{ \begin{array}{l} \text{کتری} \quad R_1 = \frac{220^2}{2400} \rightarrow R_1 \approx 20.17\Omega \\ \text{اتو} \quad R_2 = \frac{220^2}{850} \rightarrow R_2 \approx 56.94\Omega \end{array} \right.$$

(ب)

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۷- لامپ یک چراغ قوه معمولی با ولتاژ ۲/۹V کار می کند. در این حالت جریان ۰/۳A از آن می گذرد. اگر مقاومت رشته تنگستنی این لامپ در دمای اتاق ( $20^{\circ}\text{C}$ ) برابر  $1/1\Omega$  باشد، دمای این رشته وقتی که لامپ روشن است، چقدر می شود؟  $\alpha = ./.0045 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$



پاسخ:

$$V = 2/9\text{V}$$

$$I = ./.3\text{A}$$

$$\theta_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$R_1 = 1/1\Omega$$

$$\theta_2 = ?$$

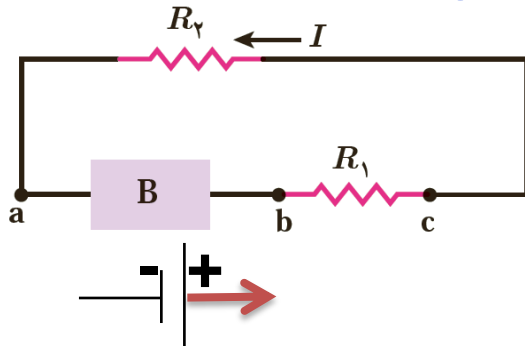
$$\alpha = ./.0045 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

$$R_2 = \frac{V}{I} \rightarrow R_2 = \frac{2/9}{./3} \approx 9/67\Omega$$

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow \Delta \theta = \frac{\Delta R}{R_1 \alpha} = \frac{9/67 - 1/1}{./0045 \times 1/1} = 1731^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \Delta \theta \rightarrow \theta_2 = 20 + 1731 \rightarrow \theta_2 = 1751^{\circ}\text{C}$$

۱۸- شکل زیر جریان  $I$  را در یک مدار تک حلقه ای با باتری  $B$  و مقاومت های  $R_1$  و  $R_2$  (و سیم هایی با مقاومت ناچیز) نشان می دهد. الف) قطب های پایانه های  $B$  را مشخص کنید. در نقاط  $a$ ،  $b$  و  $c$ ، ب) بزرگی جریان، پ) پتانسیل الکتریکی و ت) انرژی پتانسیل الکتریکی حامل های بار مثبت را به گونه ای مرتب کنید که بیشترین مقدار در ابتدا باشد.



پاسخ:

الف) در مدار الکتریکی تک حلقه ای، جریان الکتریکی از پایانه مثبت، به طرف پایانه منفی می باشد

$$\left. \begin{array}{l} V_a = V_- \\ V_b = V_+ \end{array} \right\}$$

ب) در یک مدار تک حلقه ای بار الکتریکی که در واحد زمان از نقاط  $a$ ،  $b$  و  $c$  می گذرند، برابرند.  $I_b = I_c = I_a$

پ) در جهت جریان، پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.  $V_b > V_c > V_a$

ت) انرژی پتانسیل الکتریکی متناسب با پتانسیل الکتریکی است. بنابراین داریم:  $U_b > U_c > U_a$



۱۹- تلویزیون و یکی از لامپ های خانه خود را در نظر بگیرید و فرض کنید که هر کدام روزی ۸ ساعت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت روشن باشد.  
 الف) انرژی الکتریکی مصرفی هر کدام در یک دوره یک ماهه (۳۰ روز) چند kWh است؟ (توان مصرفی هر وسیله را از روی آن بخوانید)

پاسخ:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 200 \text{ W} = 0.2 \text{ kW} \\ P_2 = 100 \text{ W} = 0.1 \text{ kW} \\ V = 220 \text{ V} \\ t = 8 \text{ h} \\ U_{\text{ماه}} = ? \end{array} \right.$$

$$U_{\text{ماه}} = P t_{\text{ماه}}$$

$$\text{تلویزیون} \quad U_{1\text{ماه}} = 0.2 \times 8 \times 30 = 48 \text{ kWh}$$

در هر شبانه روز

$$\text{لامپ} \quad U_{2\text{ماه}} = 0.1 \times 8 \times 30 = 24 \text{ kWh}$$

۱۹-ب) بهای برق مصرفی هر کدام از قرار هر کیلووات ساعت ۵۰ تومان در یک دوره یک ماهه چقدر می شود؟



پاسخ:

$$U_{\text{ماه ۱}} = ۴۸ \text{Kwh}$$

تلویزیون

$$U_{\text{ماه ۲}} = ۲۴ \text{Kwh}$$

یک لامپ

$$\text{بهای برق مصرفی تلویزیون} = ۴۸ \text{Kwh} \times \frac{\text{تومان } ۵۰}{۱ \text{Kwh}} = ۲۴۰۰ \text{تومان}$$

$$\text{بهای برق مصرفی ماهیانه} = ? \quad \text{بهای برق مصرفی یک لامپ} = ۲۴ \text{Kwh} \times \frac{\text{تومان } ۵۰}{۱ \text{Kwh}} = ۱۲۰۰ \text{تومان}$$

$$۱ \text{Kwh} \cong ۵۰ \text{تومان}$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۱۹- 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:

$$P = 100 \text{ W} = 0.1 \text{ kW}$$

$$U_{\text{ماه}} = P t_{\text{ماه}} \quad \text{برای یک خانه}$$

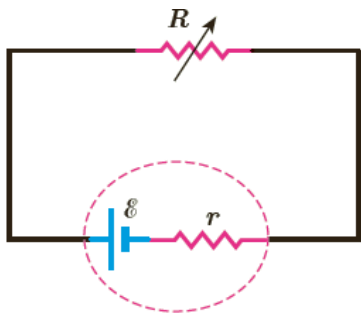
$$t_{\text{کل}} = 3 \times 30 \text{ h} = 90 \text{ h}$$

$$U_{\text{ماه}} = 0.1 \times 90 = 9 \text{ kWh}$$

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

$$U_{\text{ماه}} = ?$$

۲۰- در شکل زیر، نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای  $I_1 = 5A$  برابر  $9/5W$  و به ازای  $I_2 = 7A$  برابر  $12/6W$  است، محاسبه کنید.



پاسخ:

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

$$\left. \begin{array}{l} \frac{9/5}{5} = \varepsilon - 5r \\ \frac{12/6}{7} = \varepsilon - 7r \end{array} \right\} \begin{array}{l} \rightarrow \\ \times(-1) \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon - 5r = 1/9 \\ \varepsilon - 7r = 1/8 \end{array} \right.$$

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

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon - 5r = 1/9 \\ r = .05\Omega \end{array} \right\} \varepsilon - 5 \times .05 = 1/9 \rightarrow \varepsilon = .25 + 1/9 = 2/15\Omega$$

$$I_1 = 5A$$

$$P_1 = 9/5W$$

$$I_2 = 7A$$

$$P_2 = 12/6W$$

$$\varepsilon = ?$$

$$r = ?$$

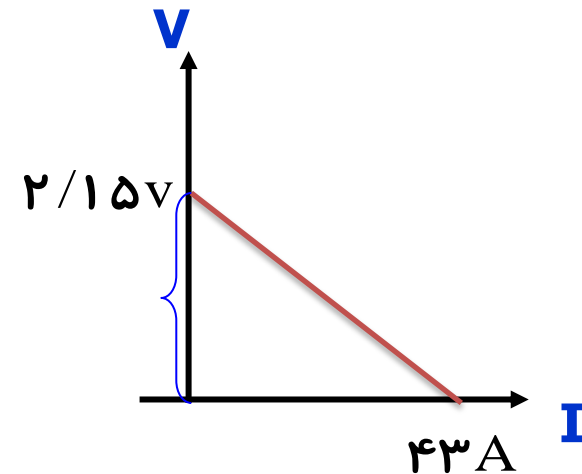
۲۰- در شکل زیر، الف) نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای  $I_1 = 5A$  برابر  $9/5W$  و به ازای  $I_2 = 7A$  برابر  $12/6W$  است، محاسبه کنید. ب) نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب جریان گذرنده از آن را رسم کنید.

$$\left\{ \begin{array}{l} r = ./.5\Omega \\ \varepsilon = 2/15\Omega \\ V = ? \end{array} \right.$$

$$V = \varepsilon - rI$$

$$V = 2/15 - ./.5I$$

I	V
0	2/15
43	0



پاسخ:

۲۱- لامپ های یک درخت زینتی، به طور متوالی 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؟

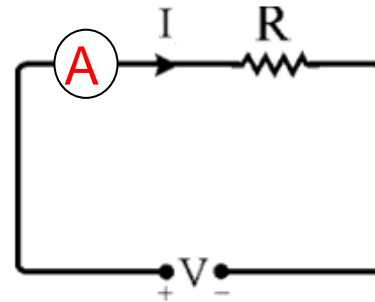
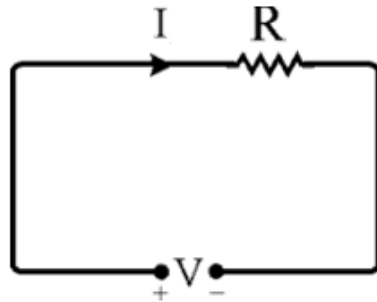
پاسخ:

در اتصال متوالی 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 بیشتر روشنایی دارند؛ زیرا پتانسیل دوسر همه لامپها یکی است، در حالی که در اتصال متوالی، این پتانسیل به نسبت مقاومت هر لامپ تقسیم می شود.

در مدار موازی نور لامپی بیشتر است که توان مصرفی بیشتری دارد.  $(P \uparrow = \frac{V^2}{R} \downarrow)$

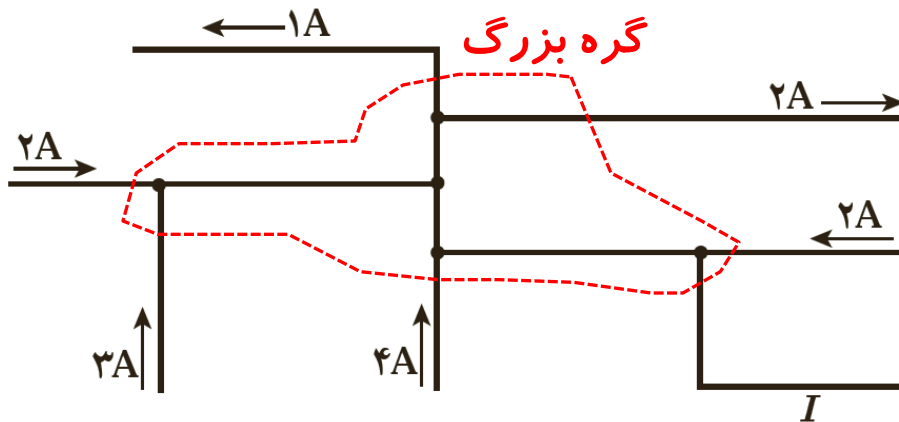
۲۲- مقاومت یک آمپرسنج برای اندازه گیری جریان در یک مدار باید چگونه باشد تا جریان اندازه گیری شده توسط آمپرسنج با جریان قبل از قرار دادن آمپرسنج، نزدیک به هم باشد؟



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.

۲۳- شکل زیر بخشی از یک مدار را نشان می دهد. بزرگی و جهت جریان  $I$  در سیم پایین سمت راست چیست؟



پاسخ:

جریان ورودی به گره را با علامت مثبت و جریان خروجی از گره را با علامت منفی در نظر می گیریم جواب جریان  $I$  اگر مثبت بود ورودی به گره بوده و اگر منفی بدست آمد خروجی از گره خواهد بود.

$$(+3) + (+2) + (+4) + (+2) + (-1) + (-2) + I = 0$$

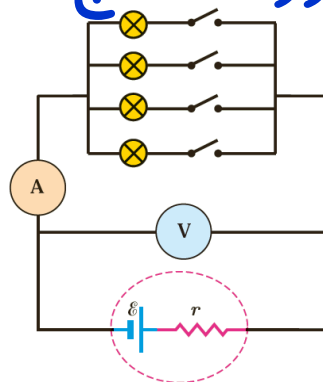
$$11 - 3 + I = 0$$

جهت جریان به سمت راست می باشد.  $I = -8A$



پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۲۴- در شکل روبه رو، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که بابتن کلیدها یکی پس از دیگری، عددهایی که آمپر سنج ولت سنج نشان می دهند، چه تغییری می کند؟



پاسخ:

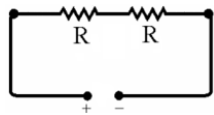
با بستن هر کلید تعداد مقاومت های موازی بیشتر شده مقاومت معادل کمتر می شود.  $R_T = \frac{R}{n}$  **عدد بیشتری**  $I = \frac{\epsilon}{R_T + r}$  **موقعی که مقاومت معادل کاهش می یابد، آمپر سنج طبق رابطه** **رانشان می دهد.**

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

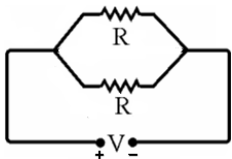
۲۵- دو لامپ با مقاومت مساوی  $R$  را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ  $V$  وصل می کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

پاسخ:

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



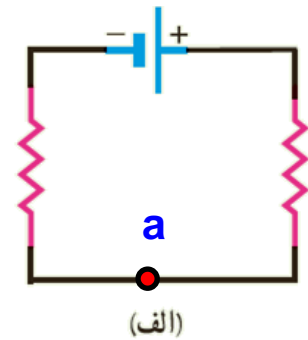
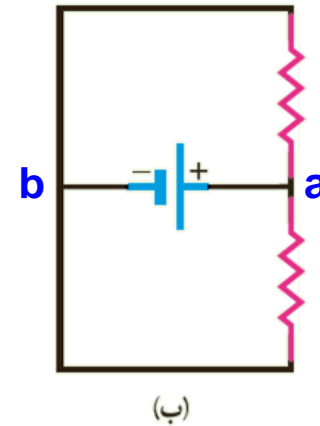
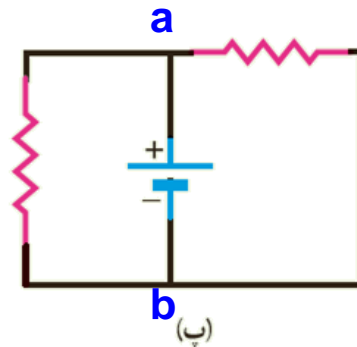
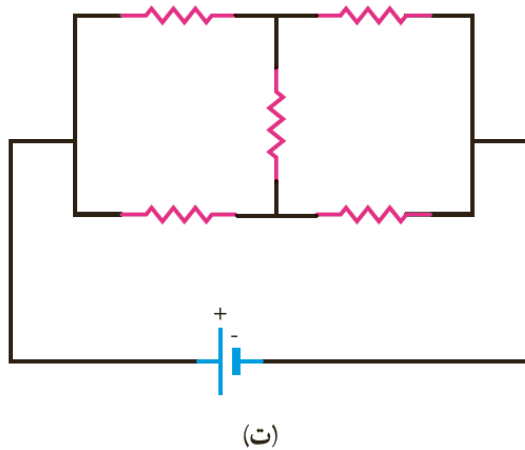
$$R_T = R + R = 2R \rightarrow R_T = 2R$$



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

$$\left. \begin{array}{l} R_T = 2R \\ R'_T = \frac{R}{2} \end{array} \right\} \frac{P'}{P} = \frac{\frac{V^2}{R'_T}}{\frac{V^2}{R_T}} = \frac{R_T}{R'_T} = \frac{2R}{\frac{R}{2}} \rightarrow \frac{P'}{P} = 4$$

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



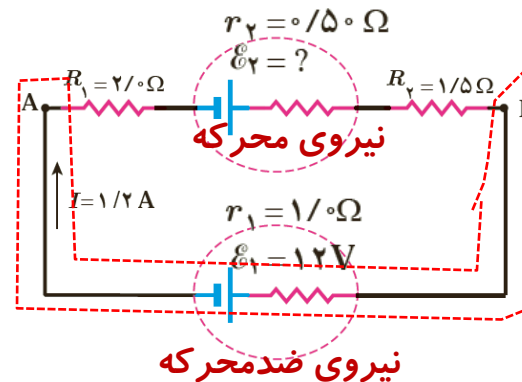
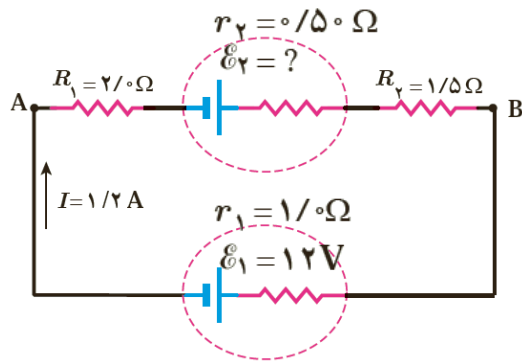
پاسخ:

در شکل الف مقاومت ها به طور متوالی 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 سر تمام مقاومت های در دو نقطه a و b متصل شده اند)

در شکل ت مقاومت ها بصورت ترکیبی بسته شده اند.

۲۷- در مدار شکل زیر جریان در جهت نشان داده شده  $1/2 A$  است. (الف) نیروی محرکه  $\mathcal{E}_2$  و  $V_A - V_B$  چقدر است؟ (ب) انرژی مصرف شده در  $R_1$  و  $R_2$  در مدت ۵ ثانیه چقدر است؟



پاسخ:

(الف)

$$I = \frac{\sum \mathcal{E} - \sum \mathcal{E}'}{\sum R + \sum r} \rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{(R_1 + R_2 + r_1 + r_2)} \rightarrow 1/2 = \frac{\mathcal{E}_2 - 12}{(2 + 1/5 + 1 + 0/5)} \rightarrow 1/2 \times 5 = \mathcal{E}_2 - 12 \rightarrow \mathcal{E}_2 = 18V$$

$$V_B - r_1 I + \mathcal{E}_1 = V_A \rightarrow V_B - 1 \times 1/2 - 12 = V_A \rightarrow V_B - 13/2 = V_A \rightarrow V_A - V_B = -13/2V$$

$$U = Pt \rightarrow U = RI^2 t \begin{cases} U_1 = 2 \times 1/2^2 \times 5 = 14/4J \\ U_2 = 1/5 \times 1/2^2 \times 5 = 10/8J \end{cases}$$

(ب)

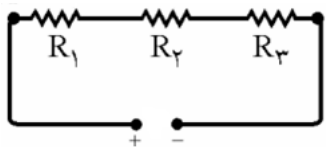
۲۸- سه مقاومت مشابه ۱۲ اهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

$$R_1 = 12\Omega$$

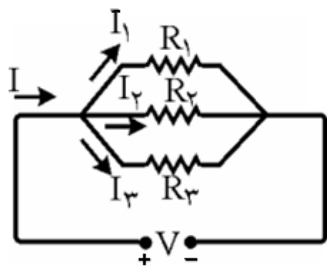
$$R_2 = 12\Omega$$

$$R_3 = 12\Omega$$

پاسخ:

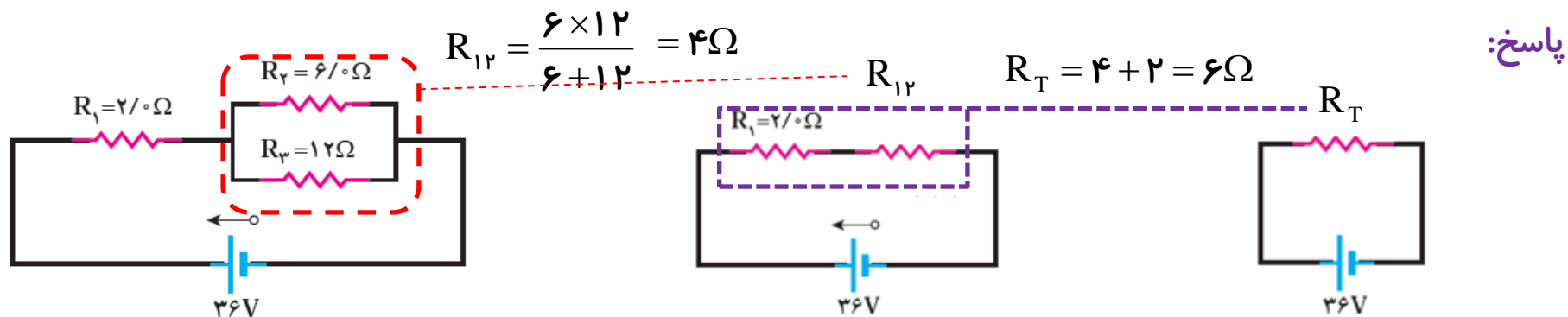


$$R_T = 12 + 12 + 12 \rightarrow R_T = 36\Omega \rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = \frac{V}{R_T} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} A$$



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

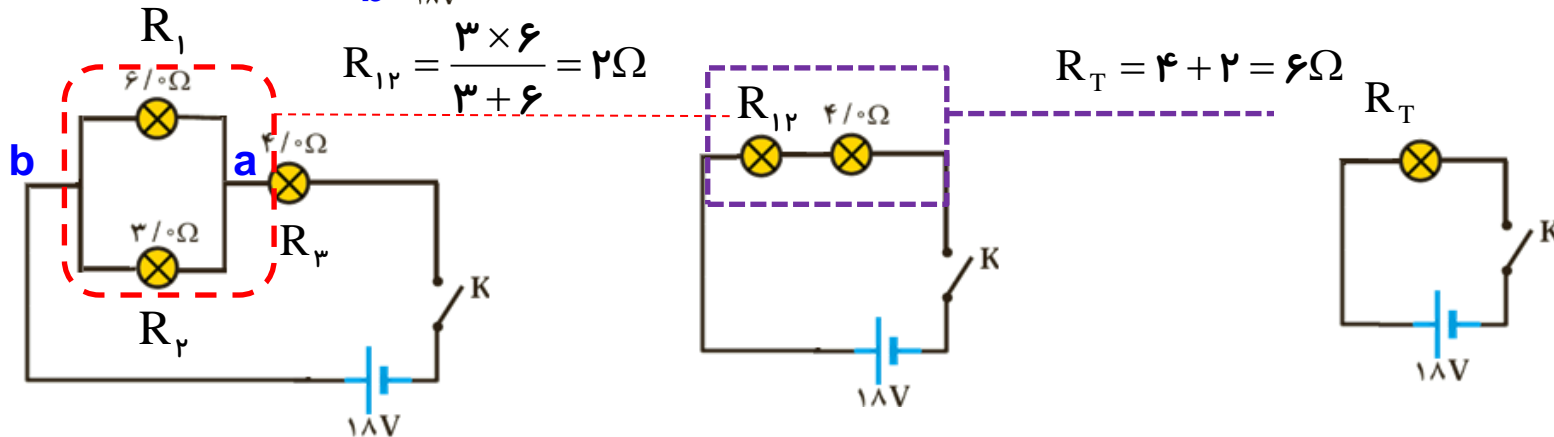
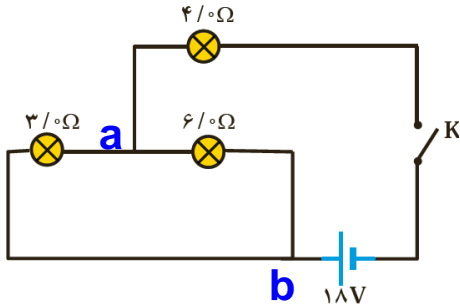
۲۹- دو مقاومت موازی ۶ اهمی و ۱۲ اهمی به طور متوالی به یک مقاومت ۲ اهمی وصل شده است. اکنون، مجموعه مقاومت ها را به دو سریک باتری آرمانی ۳۶ ولتی می بندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی را محاسبه کنید.



$$I_T = I_1 = I_{23} = \frac{V}{R_T} = \frac{36}{6} = 6A \quad \rightarrow \quad V_r = V_{23} = R_{23} I_{23} \quad \rightarrow \quad V_{23} = 6 \times 4 = 24V$$

$$P_r = \frac{V_{23}^2}{R_r} \quad \rightarrow \quad P_r = \frac{24^2}{6} \quad \rightarrow \quad P_r = 96W$$

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

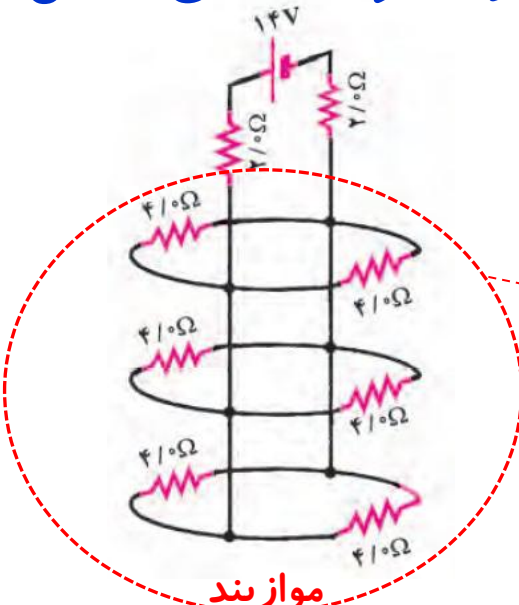


پاسخ:

$$I_T = I_3 = \frac{V}{R_T} = \frac{18}{6} = 3A$$

$$V_{12} = R_{12} I_{12} \rightarrow V_{23} = 2 \times 3 = 6V \xrightarrow{V_1 = V_2 = V_{12}} \begin{cases} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6}{6} = 1A \\ I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{3} = 2A \end{cases}$$

# ۳۱- جریانی که از منبع نیروی محرکه آرمانی و هر یک از مقاومت های شکل زیر می گذرد، چقدر است؟



$$R' = \frac{R}{n} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \Omega$$

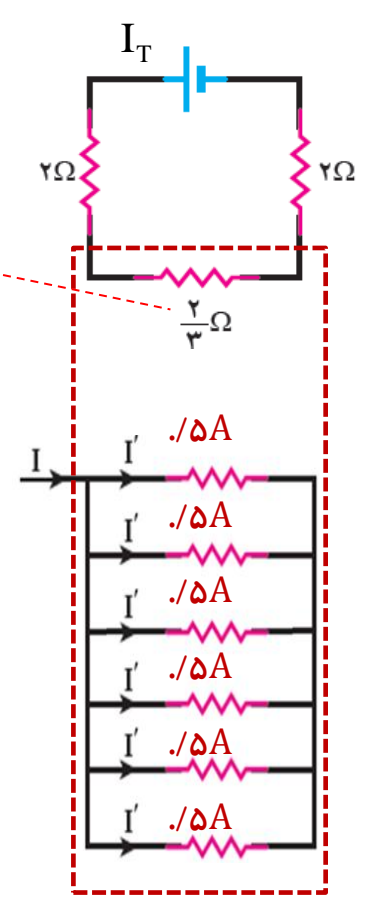
$$R_T = R_1 + R_2 + R'$$

$$R_T = 2 + 2 + \frac{2}{3} = \frac{14}{3} \Omega$$

$$I_T = \frac{\epsilon}{R_T + r} = \frac{14}{\frac{14}{3} + 0} = 3A$$

$$I_T = I_1 = I_2 = 3A$$

$$6I' = 3 \quad \rightarrow \quad I' = \frac{3}{6} = .5A$$



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

$$R' = \frac{4}{6}$$

$$R' = \frac{2}{3} \Omega$$

پاسخ:



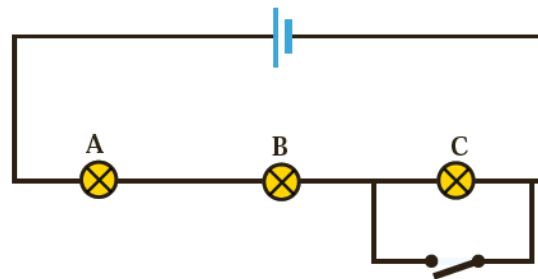
۳۲- لامپ های A، B و C در شکل زیر همگی یکسان اند. با بستن کلید، کدامیک از تغییرات زیر در اختلاف پتانسیل رخ می دهد؟ (ممکن است بیش از یک پاسخ درست باشد)

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

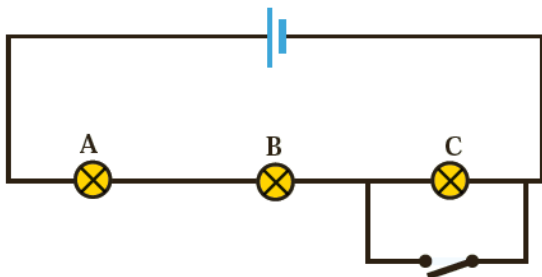
ب) اختلاف پتانسیل دو سر C به اندازه ۵۰٪ کاهش می یابد.

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

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



پاسخ:



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

نادرست

ب) قبل از بستن کلید  $V_{1C} = \frac{\epsilon}{3}$  و بعد از بستن کلید  $V_{2C} = 0$  می شود یعنی ۱۰۰٪ اختلاف پتانسیل C کاهش می یابد.

نادرست

پ) اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ها از  $V_{1A} = V_{1B} = \frac{\epsilon}{3}$  به  $V_{2A} = V_{2B} = \frac{\epsilon}{2}$  می رسد (۵۰ درصد افزایش) می یابد

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

درست

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

۳۳- در سیم کشی منازل، همه مصرف کننده ها به طور موازی متصل می شوند. یک اتوی  $1100W$ ، یک نان برشته کن  $1800W$ ، پنج لامپ رشته ای  $100W$  و یک بخاری  $1100W$  به پریزهای یک مدار سیم کشی خانگی  $220V$  که حداکثر می تواند جریان  $15A$  را تحمل کند وصل شده اند. آیا این ترکیب مصرف کننده ها باعث پریدن فیوز می شود یا خیر؟

$$P_1 = 1100W$$

$$P_2 = 1800W$$

$$P_3 = 100W \quad \text{لامپ ۵}$$

$$P_4 = 1100W$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 220V$$

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

توان کل  $P_T = P_1 + P_2 + 5P_3 + P_4$

$$P_T = 1100 + 1800 + 5 \times 100 + 1100 = 4500W$$

$$P_T = VI_T \Rightarrow I_T = \frac{P_T}{V} = \frac{4500}{220} = 20.45A$$

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

پاسخ:

پاسخ راه دوم:

مدارسیم کشی موازی است تنها عاملی که در لامپ هاوبخاری ثابت باقی می ماند. ولتاژ است.

$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 1100 \text{ W} \\ P_2 = 1800 \text{ W} \\ P_3 = 1000 \text{ W} \text{ لامپ 5} \\ P_4 = 1100 \text{ W} \\ V_1 = V_2 = V_3 = 220 \text{ V} \\ I_{\max} = 15 \text{ A} \end{array} \right.$	$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P}$	$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{220^2}{1100} = 44 \Omega \\ R_2 = \frac{220^2}{1800} \approx 27 \Omega \\ R_3 = \frac{220^2}{1000} = 484 \Omega \\ R_4 = \frac{220^2}{1100} = 44 \Omega \end{array} \right.$	<p style="color: red;">مقاومت اتوی</p> <p style="color: red;">مقاومت نان برشته کن</p> <p style="color: red;">مقاومت لامپ</p> <p style="color: red;">مقاومت بخاری</p>
	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{44} + \frac{1}{27} + \frac{1}{44} + \frac{5}{484}$	$\frac{1}{R_T} = \frac{297 + 484 + 297 + 5 \times 27}{13068}$	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; color: blue;">مقاومت 5 لامپ</div>
	$R_T \approx 10.77 \Omega \rightarrow I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{220}{10.77} \approx 20.4 \text{ A}$		

این جریان بزرگتر از پیشینه 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 کردکتولی

شهریار زینالی

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی: دیماه ۱۳۹۶



موفق و پیروز باشید