به نام خدا

سازمان آموزش وپرورش استان اصفهان

مدیریت آموزش وپرورش شهرستان کاشان

دبیرستان حاج عباس کریم

فیزیک سال یازدهم تجربی

فصل دوم(جریان الکتریکی)

تهیه کننده:محمد انصاری تبار

موضوعات این فصل :

جریان الکتریکی

قانون اهم

رئوستا

نیروی محرکهٔ مولد ومدارها

توان مولد،بازده مولد

به هم بستن متوالی مقاومت ها

به هم بستن موازی مقاومت ها

اتصال کوتاه

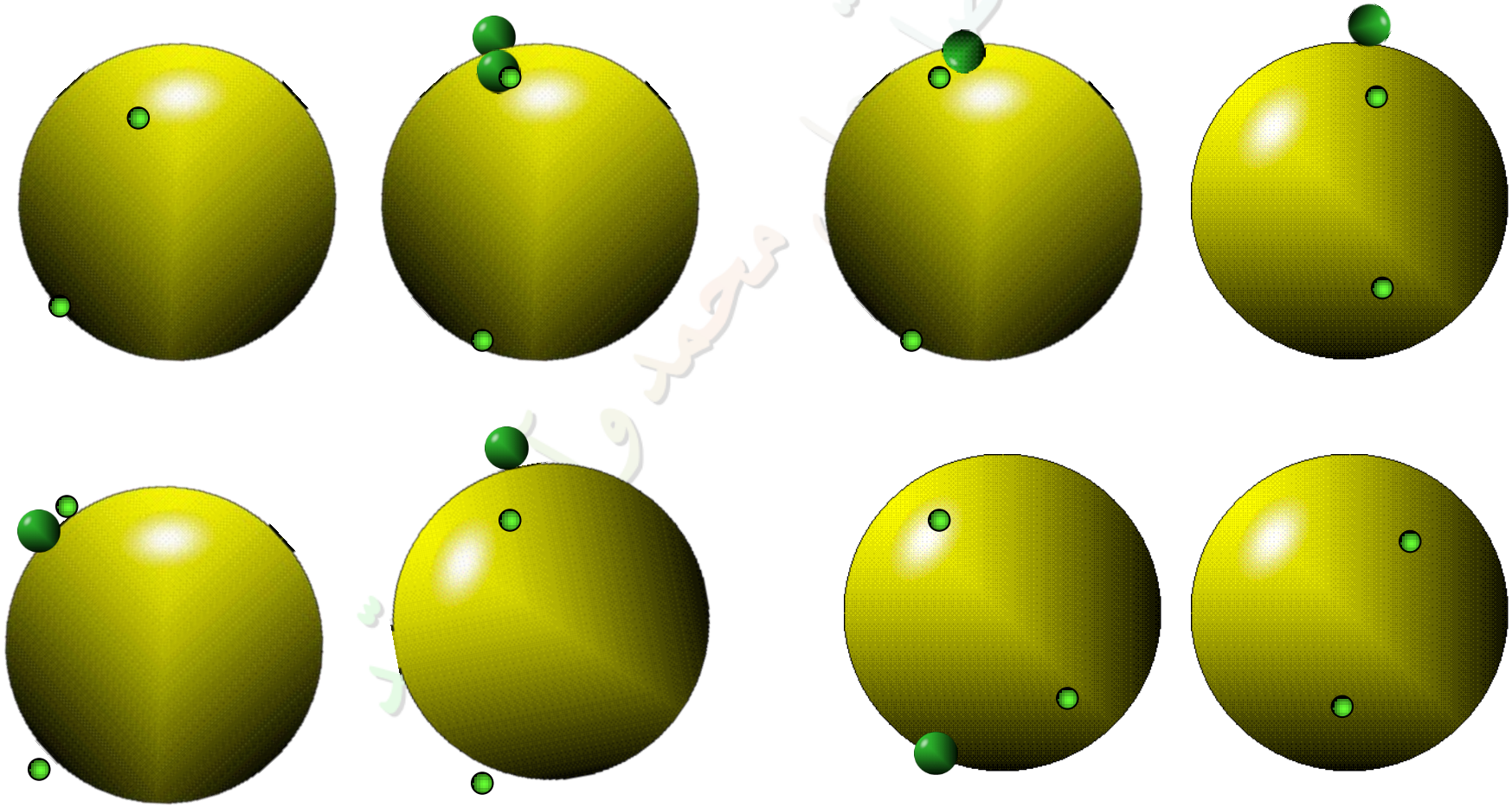
به نام خدا

موضوع : جریان الکتریکی

خروج

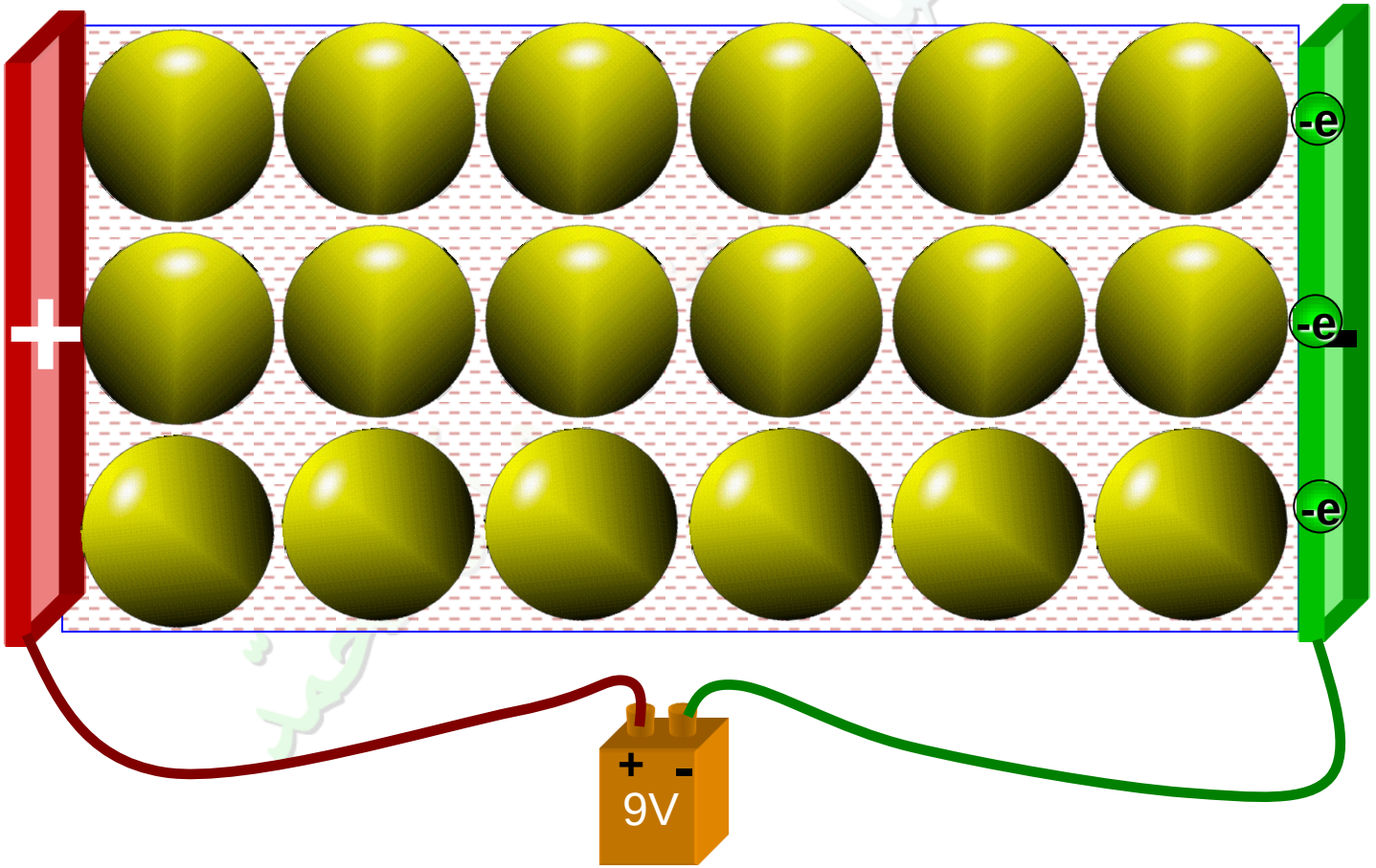
ازمشاهده ی تصویرمتحرک زیر چه برداشت می کنید؟

الکترون های آزاد درطول یک سیم مسی با سرعت هایی از مرتبهٔ $10^{6}\ m/s$ درحرکت اند، ولی این حرکت به طور کاتوره ای در همهٔ جهت ها است.

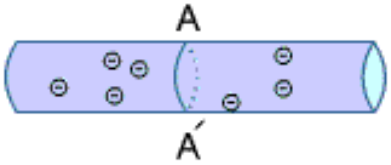


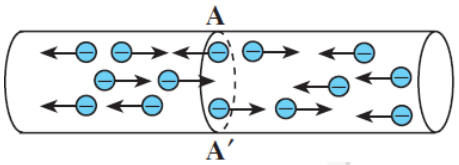
ازمشاهده ی تصویرمتحرک زیر چه برداشت می کنید؟

اختلاف پتانسیل در دو سر سیم و میدان الکتریکی ایجاد شده درون آن باعث حرکت الکترون های آزاد در سیم و ایجاد جریان می شود



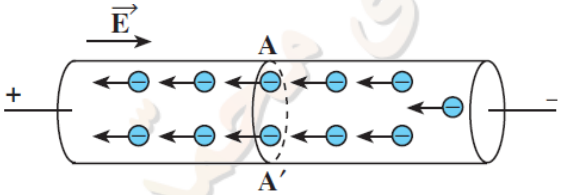
بررسی حرکت الکترونها:





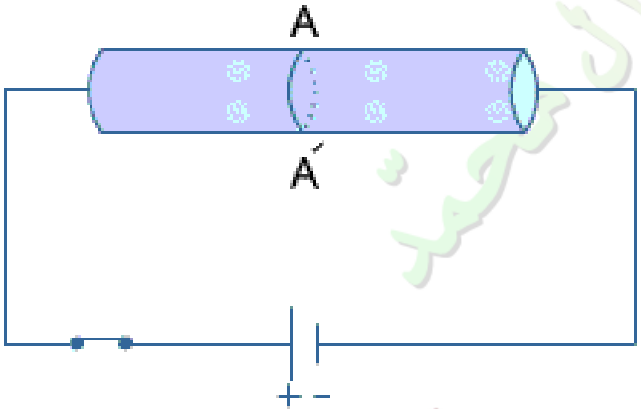
در نبود میدان الکتریکی

حرکت الکترونهای آزاد وجود دارد. ولی این حرکت به نحوی است که در هر لحظه آهنگ بار خالص شارش شده از هر مقطع آن صفر است.



در حضورمیدان الکتریکی

میدان الکتریکی ،بر الکترونهای آزاد درون رسانا اثرگذاشته و این امر باعث حرکت آنها در خلاف جهت میدان الکتریکی می‌گردد



پرسش:

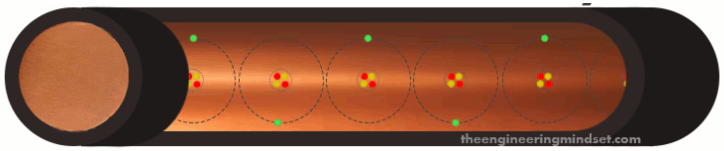
چرا موقعی که بردو سیم رسانا اختلاف پتانسیل الکتریکی متصل نشود جریان در سیم بوجود نمی آید؟

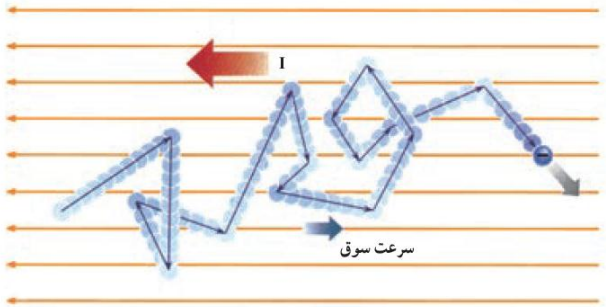
پاسخ

می دانیم همهٔ نقاط رسانای منزوی،پتانسیل یکسانی دارد و میدان الکتریکی در تمام نقاط درون آن صفر است. بنابراین، گرچه در سیم الکترون های آزاد داریم، ولی هیچ نیروی خالص الکتریکی بر آنها وارد نمی شود و درنتیجه، هیچ جریانی در آن وجود ندارد.

سرعت سوق

سرعت متوسط حرکت الکترون های آزاد در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته (باسرعت۱mm/s)که موجب جریان الکتریکی دررسانا می شود.



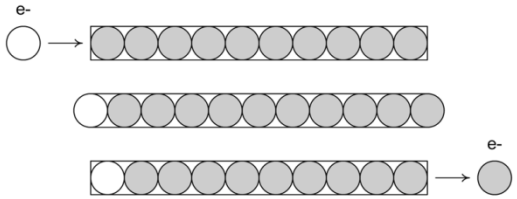


التحصیل علی محمد و آل محمد

فعالیت ۲- ۱

سرعت سوق الکترون های آزاددر یک رسانا می تواندبه 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 بگیریدوقتی شیر را باز می کنید، هنگامی که شیلنگ پر از آب است،آب بلافاصله ازسردیگر شیلنگ جاری می شود؛ ولی اگر لکه ای رنگی را درون آب چکانده باشیم، می بینیم این لکهٔ رنگی به آهستگی در آب حرکت می کند.

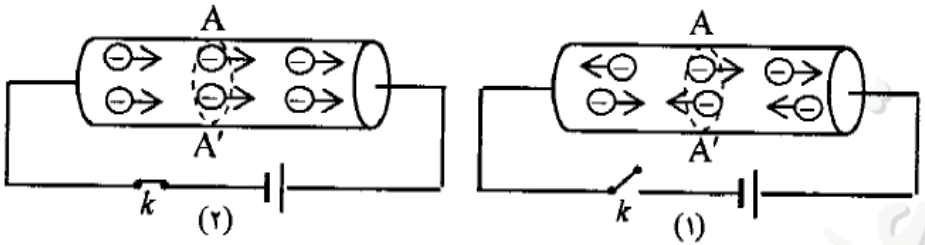


پاسخ:

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

پرسش:

ازمقایسه ی شکل های (۱)و(۲) چه نتیجه ای می گیرید؟



پاسخ

درشکل(۱)،بارخالص شارش یافته ازمقطع رسانا AA' صفراست.

درشکل(۲) ،چون دردوسررسانا اختلاف پتانسیل اعمال شده است،بارخالص شارش یافته ازمقطع رسانا AA' صفرنیست.

شدت جریان متوسط :

بارالکتریکی خالص Δq از مقطع سیم رسانا در بازهٔ زمانی Δt می گذرد را شدت جریان متوسط می‌گوییم .

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

برحسب کولن C

برحسب آمپر A

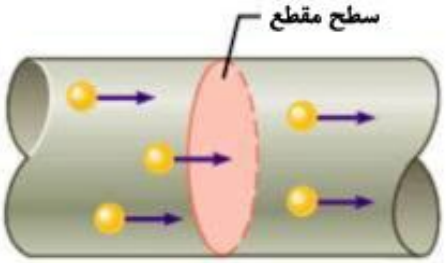
برحسب ثانیه S

پرسش:

جریان متوسط عبوری از سیمی ۲A است یعنی چه؟

پاسخ

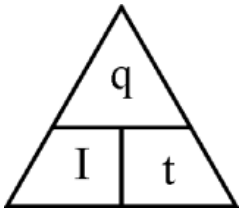
یعنی،به طور متوسط درهر ثانیه ازهرمقطع این سیم دوکولن بارالکتریکی عبورمی‌کند.

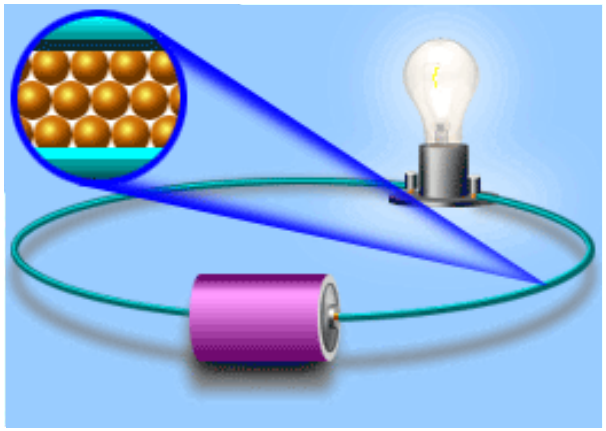


جریان مستقیم :

هرگاه درتمام بازه‌های زمانی جهت جریان تغییر نکرده ومقدار جریان ثابت بماند ،جریان را مستقیم می‌نامند.

$$\bar{I} = I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow I = \frac{q}{t}$$





التهیه: علی محمد و آل محمد

نکته:

از آنجایی که بارالکتریکی بایدمضرب صحیحی از یک مقدار پایه (که همان بار الکتریکی یک الکترون است) باشد پس :

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

نکته:

به یکاهای بار الکتریکی توجه کنید:

$$\begin{cases} q = It \xrightarrow{\text{واحدکوچک}} A \times S \Rightarrow C \\ q = It \xrightarrow{\text{واحدبزرگ}} A \times h \Rightarrow Ah \end{cases}$$

پرسش:

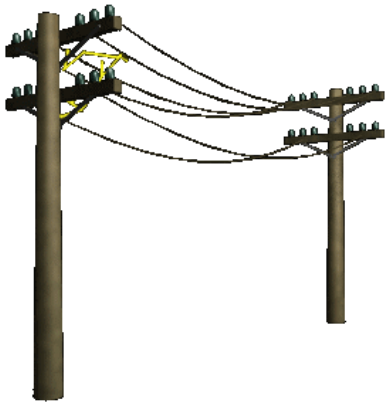
عدد روی باتری نشان دهنده چیست ؟

پاسخ

بیشینه باری است که باتری می تواند تا زمان تخلیه از مدار عبور دهد .

تست :

جریان ثابتی به شدت ۴ آمپر به مدت ۸ ثانیه از یک مقطع رسانا عبور کرده است. در این مدت چه تعداد بار الکتریکی از هر مقطع رسانا عبور کرده است ؟($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$)



۱) ۴×۱۰^{۲۰}

۲) ۲×۱۰^{۱۹}

۳) ۲×۱۰^{۲۰}

۴) ۲۰

حل :

$$\begin{cases} I = ۴A \\ t = ۸s \\ n = ? \\ e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C \end{cases}$$

$$n = \frac{It}{e} \Rightarrow n = \frac{۴ \times ۸}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲ \times ۱۰^{۲۰}$$

گزینه ۳ صحیح است .

تمرین :

ولتاژ باتری یک ساعت دیواری ۳V است و وقتی ساعت روشن است،این باتری باعث عبور جریان ۰/۲mA در آن می شود. اگر این ماشین حساب نیم ساعت روشن باشدالف)در این مدت چه مقدار بار ازمدارمی گذرد؟ب)باتری چقدر انرژی به مدار ماشین حساب می دهد؟

پاسخ:

$V = ۳v$

$\bar{I} = ./۲ \times ۱۰^{-۳} A$

$\Delta t = ./۵ \times ۳۶۰۰ \ s$

$\Delta q = ?$

$U = ?$

الف)

$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = \bar{I}\Delta t = ./۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۳۰ \times ۶۰ = ./۳۶۰ C$

ب)

$U = q\Delta V \rightarrow U = ./۳۶ \times ۳ = ۱/۰۸ J$

تمرین :

از یک باتری اتومبیل به مدت نیم ساعت جریان ۸ آمپر گرفته شده است .مطلوب است:
الف)بارشارش شده در این مدت برحسب کولن و آمپرساعت ب) تعداد الکترون‌هایی که در این مدت از هر مقطع مدار گذشته است ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$)

پاسخ:

$q = ۱۴۴۰۰C$

$q = ۴Ah$

$n = ۹ \times ۱۰^{۲۲}$

الف)جریانی که از باتری اتومبیل گرفته می‌شود، مستقیم است؛ بنابراین:

$$\begin{cases} t = ./۵h \\ I = ۸A \\ q = ?C \\ q = ?Ah \\ n = ? \\ e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C \end{cases}$$

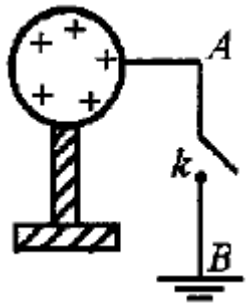
$$q = It \begin{cases} q = ۸ \times ./۵ \times ۳۶۰۰ = ۱۴۴۰۰C \\ q = ۸ \times ./۵ = ۴Ah \end{cases}$$

ب)

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} \Rightarrow n = \frac{۱۴۴۰۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۹ \times ۱۰^{۲۲}$$

تمرین:

بارالکتریکی کره ی رسانا درشکل مقابل، ۵C/. است.بابستن کلیددرمدت ۲S/. بارکره تخلیه می شود . شدت جریان متوسط در سیم ABرامحاسبه کنیدوجهت آن رامشخص کنید.



پاسخ

$\bar{I} = ۲۵A$

جهت قراردادی جریان الکتریکی جهت از A به B

$$\begin{cases} q_۱ = ./۵\mu c \\ q_۲ = ۰ \\ \Delta t = ./۰۲s \end{cases}$$

$$\bar{I} = \frac{|\Delta q|}{\Delta t} \rightarrow \bar{I} = \frac{|۰ - ./۵|}{./۰۲} \rightarrow \bar{I} = ۲۵A$$

تمرین ۲-۱

در رابطهٔ $\Delta q = I\,\Delta t$ اگر I برحسب آمپر و Δt برحسب ساعت باشد یکای Δq، 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 ساعتِ 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 ۱۰۰ μA را فراهم سازد، چه مدت طول می کشد تا خالی شود؟

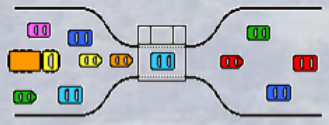
پاسخ:

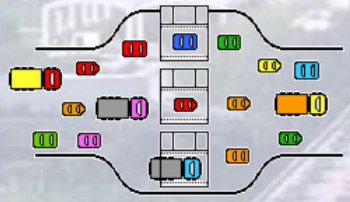
الف)

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \rightarrow \Delta t = \frac{۵۰}{۵} = ۱۰\,h$$

ب)

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{\bar{I}} \rightarrow \Delta t = \frac{۱۰۰۰\ mAh}{۱۰۰\mu A} = \frac{۱۰۰۰ \times ۱۰^{-۳}\ Ah}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۶}\ A} = ۱۰{,}۰۰۰\,h$$

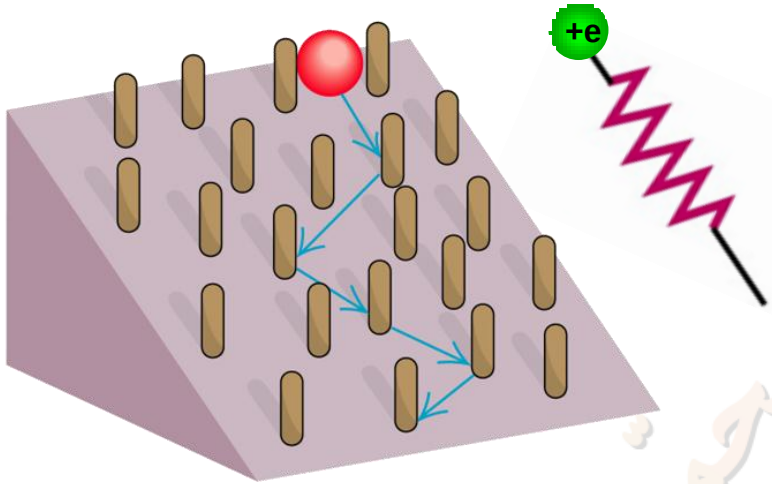




موضوع : قانون اُهم

پرسش:

با توجه به شکل زیرمقاومت رسانا را توصیف کنید؟



پاسخ

نوعی اصطکاک که مانع عبور الکترون می شود

عاملی است که باعث کاهش انرژی بارهای عبوری از یک رسانا می شود.

به مخالفتی که اتم های درحال نوسان درمقابل عبور بارالکتریکی ایجادمی کنندمقاومت الکتریکی می گوییم

مقاومت الکتریکی مانند نمادش دست انداز و سرعتگیره سرعت بار را کُند می کند

پرسش:

چه موقع می گوییم ،رسانا دارای مقاومت الکتریکی است؟

پاسخ

وقتی اختلاف پتانسیل در دو سر سیم ایجاد می شود و باعث حرکت الکترون های آزاد در سیم مدار می شود. این الکترون ها با اتم های رسانا که در حال نوسان اند برخورد می کنند و این موضوع باعث گرم شدن رسانا می شود.در واقع الکترون های آزاد هنگام حرکت در رسانا همیشه با نوعی مقاومت روبه رو هستند.

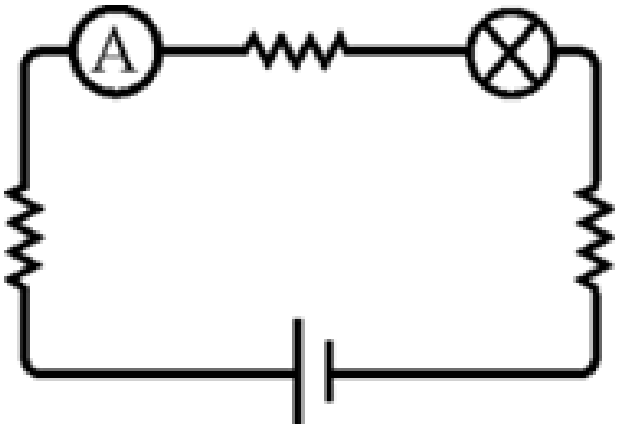
ولت سنج(ایده آل)

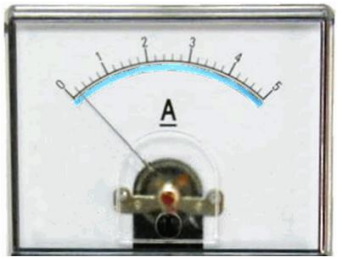
وسیله‌ای برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل دوسررساناست ودرمداربصورت موازی قرارمی گیردو مقاومت آن زیاد(بی نهایت) می‌باشد.

اثر جلیل علی محمد و آل محمد

آمپرسنج(ایده آل)

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری شدت جریان که بصورت متوالی درمدار قرار می‌گیردو مقاومت آن ناچیز می‌باشد.





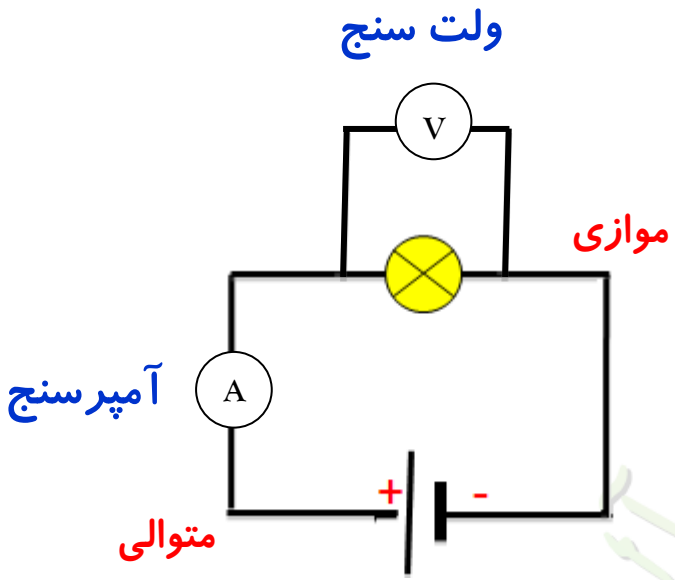
نکته :

در یک مدارسری، شدت جریان در تمام نقاط مدار یکسان است و به محل قرار گرفتن آمپرسنج در مدار بستگی ندارد

پرسش:

چگونه ولت سنج و آمپرسنج را در مدارقرار می دهند

پاسخ



قانون اهم

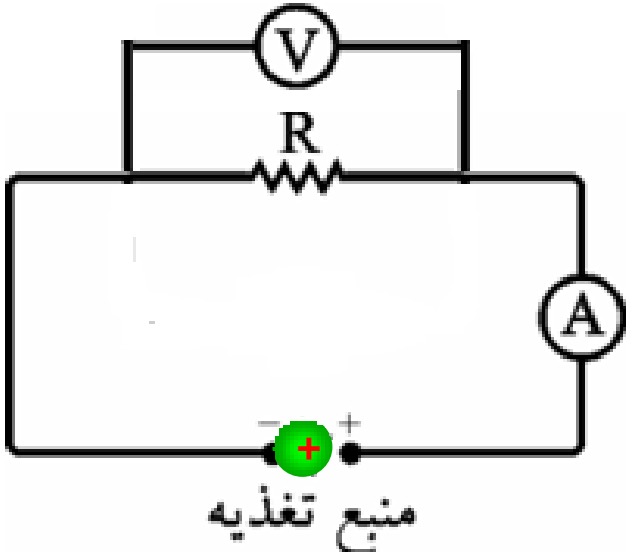
نسبت اختلاف پتانسیل دو سررسانای فلزی به شدت جریانی که از آن می‌گذرددردمای ثابت ، مقدار ثابتی است . این نسبت را مقاومت الکتریکی رسانا می‌نامند

نکته :

این مقدار ثابت به ساختمان رسانا بستگی دارد

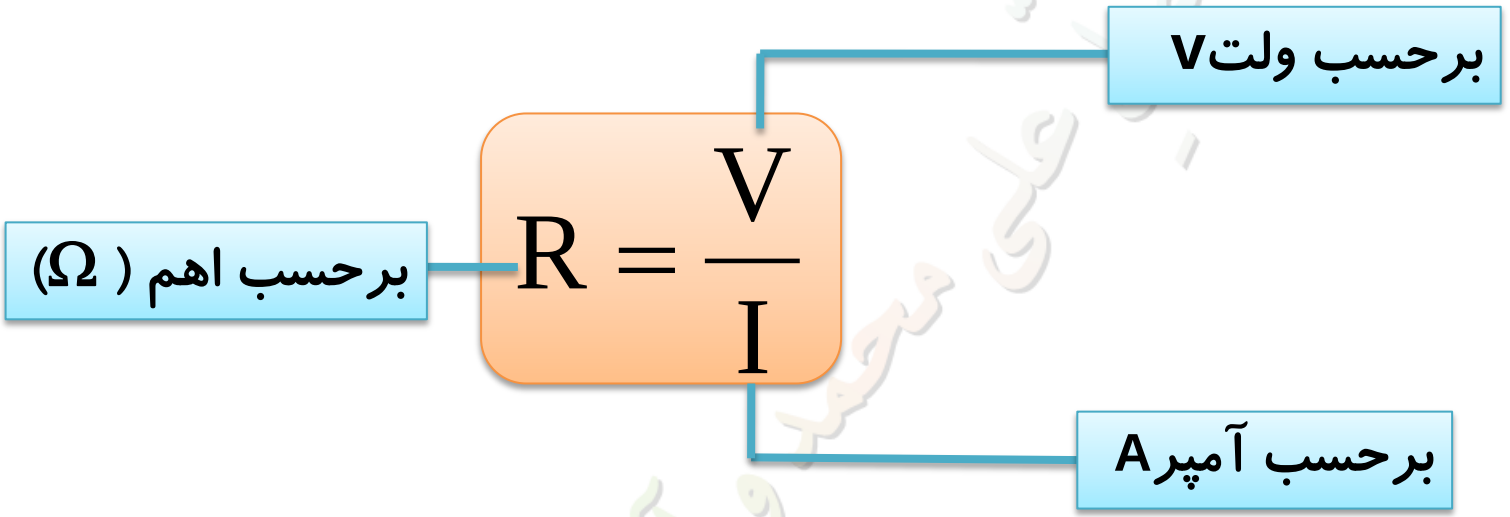
$\theta =$ دمای ثابت

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



نکته :

واحد مقاومت الکتریکی اهم (Ω) است.

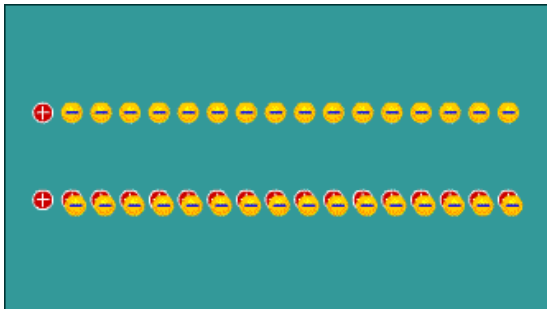


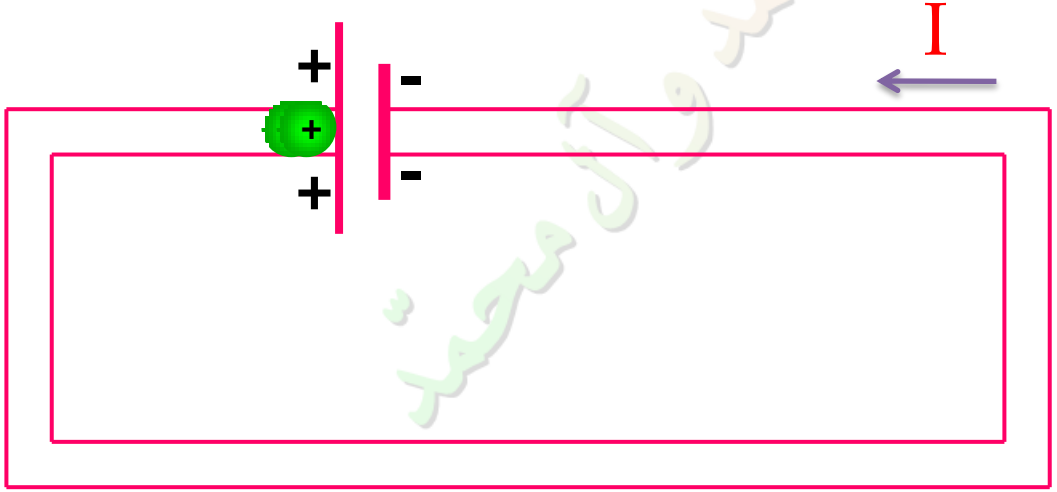
کاربرد مقاومت :

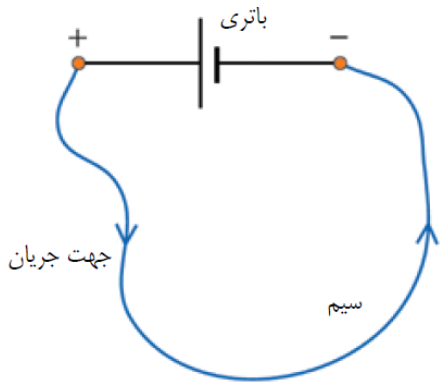
از مقاومت جهت کنترل جریان و ولتاژ در مدارهای الکتریکی استفاده می کنند

قرارداد :

جهت جریان الکتریکی درمداررا حرکت بارهای مثبت از پایانه‌ی مثبت به پایانه‌ی منفی درنظرمی گیریم.

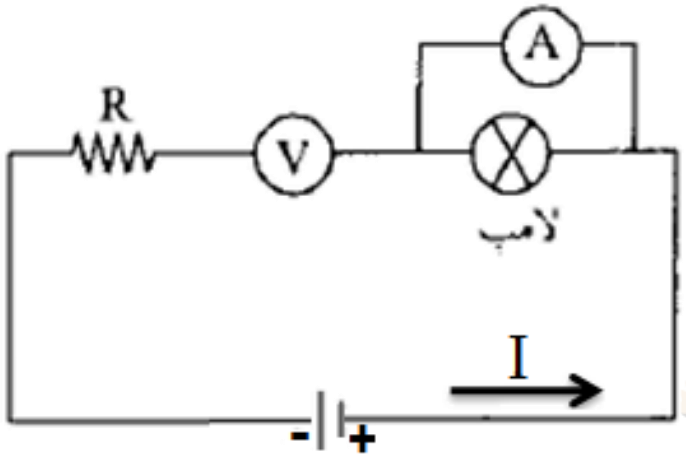






تمرین:

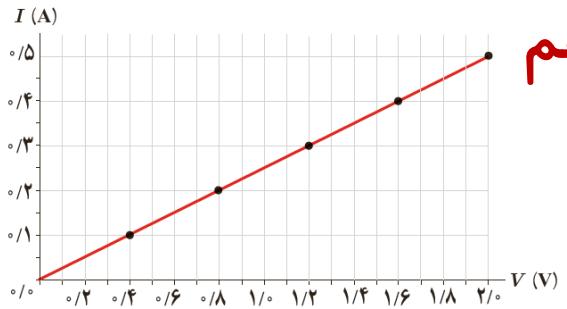
درمدارمقابل، اشتباهایی وجود دارد.باکمترین تغییرات، اشتباه ها رادرست کنید ومدارجدید را رسم نمایید.



پاسخ

اللهم صل علی محمد و آل محمد

انواع وسیلهٔ رسانشی،از نظر پیروی کردن از قانون اهم



رسانای اُهمی

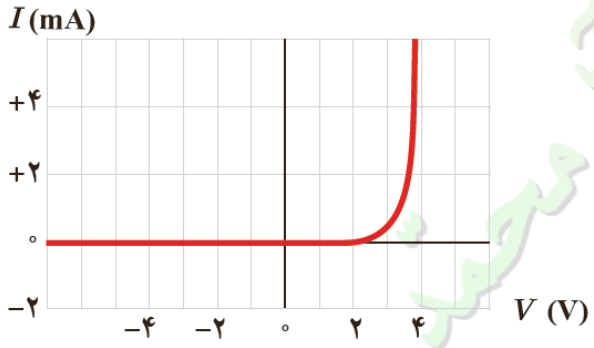
برای این وسیله جریان با ولتاژ به طور مستقیم افزایش می یابد.

این قانون برای اغلب فلزات و بسیاری از رساناهای غیر فلزی در دمای ثابت برقرار است.

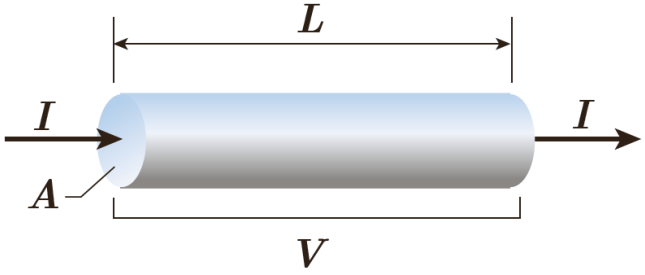
رسانای غیراُهمی

برای این وسیله ،جریان با ولتاژ غیرخطی است.

یکی از این وسیله ها دیود نوری (LED) است



مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت به چه عواملی بستگی :

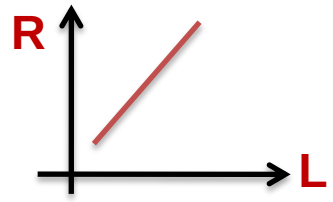


ندارد:

- اختلاف پتانسیل الکتریکی
- شدت جریان

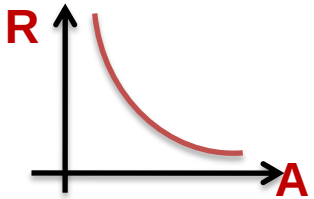
دارد:

۱-با طول رسانا رابطهٔ مستقیم دارد



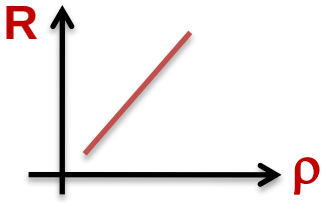
$$R \propto L$$

۲-با سطح مقطع رسانا رابطهٔعکس دارد.



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

۳-بامقاومت ویژه رسانا(ساختار اتمی ودمای رسانا) رابطهٔمستقیم دارد



$$R \propto \rho$$

فرمول مقاومت سیم رسانای فلزی در دمای ثابت :

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

- مقاومت رسانا: R — Ω
- طول سیم: L — m
- سطح مقطع رسانا: A — m^2
- مقاومت ویژه: ρ — $\Omega.m$

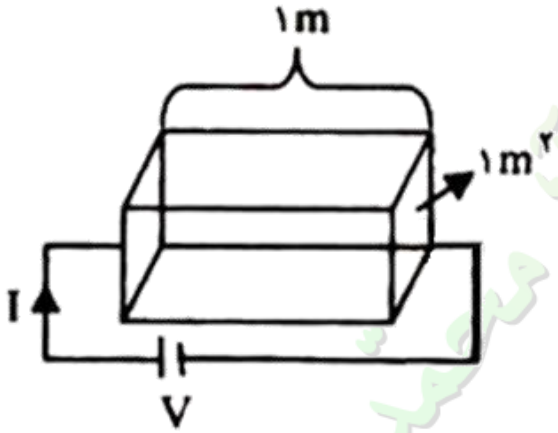
پرسش:

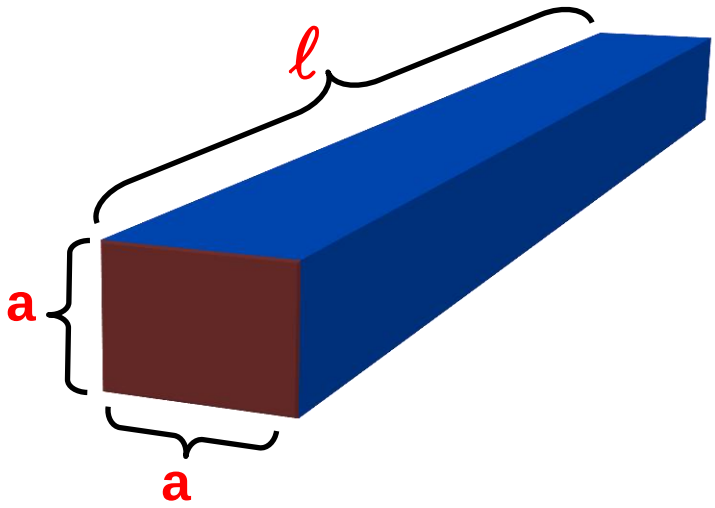
مقاومت ویژه رسانا را تعریف کنید؟

$$R=\rho\frac{L}{A}\rightarrow\rho=\frac{RA}{L}\rightarrow\rho=\frac{R\times 1m^2}{1m}$$

پاسخ

مقاومت قطعه ای از رساناست که طول آن ۱ متر وسطح مقطع آن ۱ مترمربع باشد.





نکته ها :

مقاومت ویژه رسانا به دمای جسم وجنس رسانا بستگی دارد.

اگررسانا دارای مقطع دایره‌ای شکل باشد (مثل سیم‌ها)، می‌توان نوشت :

شعاع سیم

مساحت دایره

$$A = \pi r^{2} \Rightarrow A \propto r^{2}$$

قطرمقطع سیم

$$r = \frac{D}{2} \Rightarrow A = \frac{\pi}{4} D^{2} \Rightarrow A \propto D^{2}$$

پرسش:

مواداز نظر رسانایی الکتریکی به چند دسته تقسیم می شوند؟

پاسخ:

مواد رسانا : به موادی که مقاومت ویژه الکتریکی **بسیارکم**(و درحدود $10^{-8}\ \Omega.m$)است.

موادنارسانا: به موادی که مقاومت ویژه الکتریکی **بسیارزیاد** (درحدود $10^{14}\ \Omega.m$)است

موادنیم رسانا : به موادی که دردمای اتاق مقاومت ویژه الکتریکی **بین مقاومت ویژه رساناها و نارساناها** می‌باشد. مانند:سیلسیم و ژرمانیوم

نکته ها :

رابطه مقایسه مقاومت دو رسانا به صورت زیر است :

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

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

پرسش :

وسیله اندازه گیری مقاومت الکتریکی چیست؟

پاسخ :

مقاومت(درمدارخاموش)را با وسیله ای به نام اهم سنج اندازه می گیرند . این وسیله همراه ولت سنج و آمپرسنج یک دستگاه را تشکیل می دهند که آوومتر (AVOmeter، A برای آمپر، V برای ولت وO برای اهم) نامیده می شود.

تمرین ۲-۲

سیم کشی خانه هامعمولاً باسیم های مسی ای صورت می گیردکه قطری برابر با ۲/۰۳۲mm دارد.مقاومت ۱۰۰m ازاین سیم ها در دمای اتاق چقدر است؟

$\rho = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m$

پاسخ:

$$r = \frac{۲/۰۳۲mm}{۲} = ۱/۰۱۶mm$$

$$L = ۱۰۰m \qquad A = \pi r^{۲} = ۳/۱۴ \times (۱/۰۱۶ \times ۱۰^{-۳})^{۲} = ۳/۲۴ \times ۱۰^{-۶} m^{۲}$$

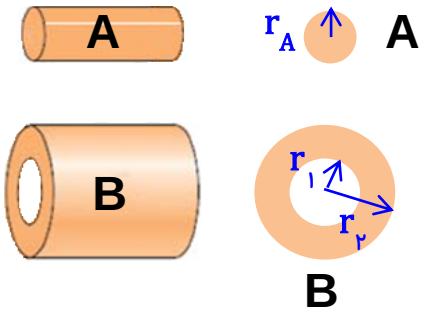
$$R = ? \qquad R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow R = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \times \frac{۱۰۰}{۳/۲۴ \times ۱۰^{-۶}} \approx ./۵۲\Omega$$

$$\rho = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m$$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۷-دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده اندوطول یکسانی دارند.رسانای A سیم توپری به قطر ۱mm است.رسانای B لوله ای توخالی به شعاع خارجی ۲mm وشعاع داخلی ۱mm است.مقاومت رسانای A چندبرابر مقاومت رسانای B است؟

پاسخ:



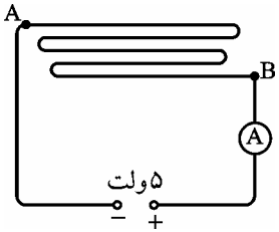
$$\begin{cases} L_A = L_B \\ \rho_A = \rho_B \\ r_A = ./۵mm \\ r_{B۲} = ۲mm \\ r_{B۱} = ۱mm \\ \frac{R_A}{R_B} = ? \end{cases}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R \propto \frac{۱}{A}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{A_{B۲} - A_{B۱}}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\pi r_{B۲}^{۲} - \pi r_{B۱}^{۲}}{\pi r_A^{۲}} = \frac{۲^{۲} - ۱^{۲}}{./۵^{۲}} = \frac{۴-۱}{./۲۵} = ۱۲$$

تمرین:

دو سر سیمی از آلیاژ نیکروم به طول ۲۰۰cm وباسطح مقطع $1mm^2$ را مطابق شکل به ولتاژ۵ ولت وصل کرده‌ایم.آمپرسنج ۲/۵ A را نشان می‌دهد مقاومت ویژه‌ی سیم را حساب کنید.



پاسخ

$\rho = ۱۰^{-۶}\Omega.m$

تمرین :

سیم کابلی را ازوسط نصف وروی هم قرار می دهیم مقاومت الکتریکی سیم چندبرابر می‌گردد

پاسخ :

$$R_{۲} = \frac{۱}{۴} R_{۱}$$

تمرین:

دوسیم رسانا ازجنس نقره ودیگری آلیاژکروم ونیکل دردمای ثابت باسطح مقطع یکسان وجوددارند.اگردردمای ثابت،مقاومت دوسیم باهم برابرباشد،کدامیک،طول بیشتردارد؟چرا؟ آلیاژکروم ونیکل $\rho = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۸} \Omega m$ نقره $\rho = ۱/۵۸ \times ۱۰^{-۸} \Omega m$

پاسخ

$$\begin{cases} A_n = A_k \\ R_n = R_k \\ \rho_k \rangle \rho_n \\ L_N \,?\, L_K \end{cases}$$

$$\frac{R_n}{R_k} = \frac{\rho_n}{\rho_k} \times \frac{L_n}{L_k} \times \frac{A_k}{A_n}$$

$$\frac{L_n}{L_k} = \frac{\rho_k}{\rho_n} \rangle ۱$$

$$L_n \rangle L_k$$

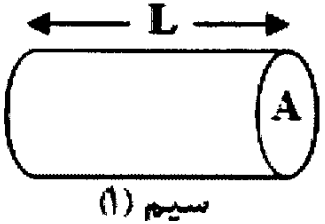
نقره که مقاومت ویژهٔ کمتری دارد طول بیشتردارد

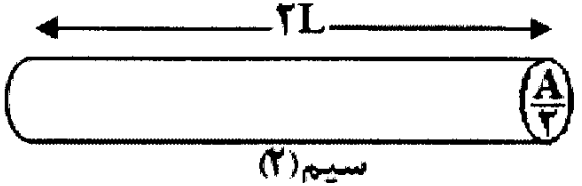
تمرین:

درشکل زیر،دوسیم مسی استوانه ای رانشان می دهد.سطح مقطع سیم(۲) نصف سیم(۱)وطول آن دوبرابرسیم(۱) است.نسبت مقاومت سیم(۲) به مقاومت سیم(۱)چقدراست؟

پاسخ

$$\frac{R_۲}{R_۱} = ۴$$





تمرین:

طول وقطرسیم مسی A به ترتیب دوبرابرطول وقطرسیم مسی Bاست.مقاومت سیم Aچندبرابرمقاومت سیم B است؟

پاسخ

$$\begin{cases} L_A = ۲L_B \\ D_A = ۲D_B \\ R_A = ?R_B \\ \rho_A = \rho_B \end{cases}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^۲$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{۲L_B}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{۲D_B}\right)^۲$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{۲}{۱} \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{۱}{۲}$$

$$R_A = \frac{۱}{۲} R_B$$

تمرین :

اگرسیم مسی را ازدو طرف بکشیم به طوری که شعاع سطح مقطع سیم مسی نصف شود، مقاومت الکتریکی سیم چندبرابر می‌گردد

پاسخ :

جرم و در نتیجه، حجم سیم ثابت است .بنابراین داریم :

$$\begin{cases} r_2 = \frac{r_1}{2} \rightarrow A \propto r^2 \rightarrow A_2 = \frac{A_1}{4} \\ R_2 = ?R_1 \\ m_2 = m_1 \\ V_2 = V_1 \longrightarrow A_2L_2 = A_1L_1 \\ \rho_2 = \rho_1 \end{cases}$$

$$\frac{A_1}{4}L_2 = A_1L_1 \rightarrow L_2 = 4L_1$$

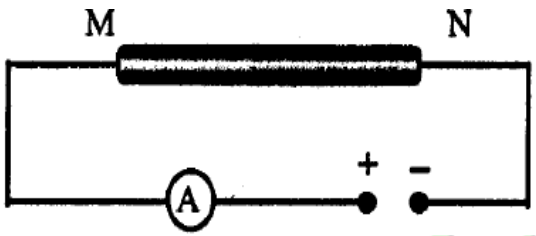
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{4L_1}{L_1} \times \frac{A_1}{\frac{A_1}{4}} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 16$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 16$$

تمرین:

اطلاعات مربوط به دورسانای A و Bباطول یکسان(دریک دمای معین)درجدول زیر داده شده است.الف)مقاومت دورسانا رابایکدیگرمقایسه کنید. ب)اگردرمدارشکل زیریک بار رسانایA وباردیگررسانای Bرابین دونقطهٔ M وN قراردهیم،باذکردلیل مشخص کنید مقدارجریانی که آمپرسنج نشان می دهد درکدام حالت بیشتراست؟

رسانا	$\rho(\Omega m)$ مقاومت ویژه	$A(m^2)$ سطح مقطع
A	5×10^{-8}	2×10^{-4}
B	8×10^{-8}	4×10^{-4}



پاسخ

$R_A \rangle R_B$

$I_B \rangle I_A$

تست :

اگرطول رسانایی رانصف وسطح مقطع آن راسه برابرکنیم،مقاومت رسانا چندبرابرمی‌شود؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) ۶ ۴) $\frac{۱}{۶}$

پاسخ:

$$\begin{cases} L_۲ = \frac{L_۱}{۲} \\ A_۲ = ۳A_۱ \\ R_۲ = ?R_۱ \\ \rho_۲ = \rho_۱ \end{cases}$$

$$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\rho_۲}{\rho_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲}$$

$$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\frac{L_۱}{۲}}{L_۱} \times \frac{A_۱}{۳A_۱}$$

$$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۳} = \frac{۱}{۶}$$

لذا گزینه ۴ صحیح است.

تست :

طول سیم A دو برابر طول سیم B و قطر مقطع آن نصف قطر مقطع سیم B است. اگردو سیم هم جنس باشند،نسبت مقاومت سیمB به A کدام است ؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) ۸

حل :

گزینه ۳ صحیح است.

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تست :

دو رشته سیمAوB با مقاومتهای یکسانی مفروضند.اگرطول سیم A نصف طول سیمBباشد و دو سیم هم جنس باشند،نسبت قطرسیم B به قطرسیم A کدام است ؟

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۲

حل :

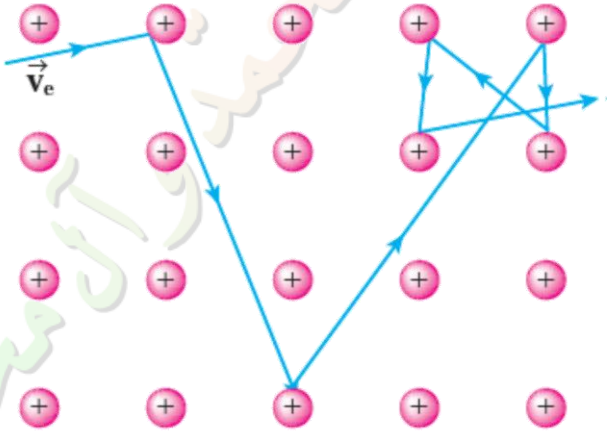
گزینه ۱صحیح است.

پرسش:

علت افزایش مقاومت رساناهای فلزی با افزایش دما چیست؟

پاسخ:

با افزایش دما،ارتعاشات اتمها ویون های آن افزایش یافته درنتیجه برخورد الکترون‌ها با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی زیادترشده و مقاومت رسانا نیزدربرابر عبورجریان زیادمی شود



پرسش:

علت کاهش مقاومت نیم رسانا با افزایش دما چیست؟

پاسخ:

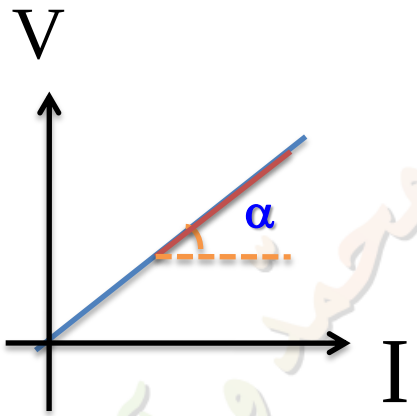
افزایش دما باعث افزایش حامل های بار می شود (الکترون و حفره) و این بر نوسانات شبکه می چربد و باعث کاهش مقاومت الکتریکی می شود.

نکته :

ضریب دمایی مقاومت به جنس رسانا بستگی داشته وبرای دماهای مختلف،متفاوت می‌باشد و برای رساناها معمولاً عدد مثبت و برای نیمه رساناها عددی منفی می‌باشد.

نکته :

از روی رابطه V= RI معلوم است که شیب نمودار ولتاژ بر حسب جریان یک خط راست است که برابرست با R .



$$m = \tan\alpha = R = \frac{V}{I}$$

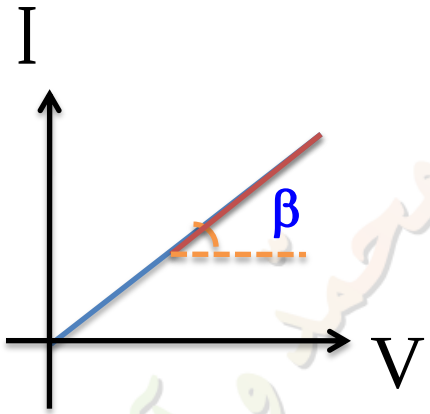
نکته :

در این نمودار هر چه مقاومت جسم بزرگتر باشد، شیب نمودار بزرگتر است.

نکته :

از روی رابطه $I=\frac{1}{R}V$ معلوم است که شیب نمودار جریان بر حسب ولتاژ برابراست با :

$$m=\frac{1}{R}$$



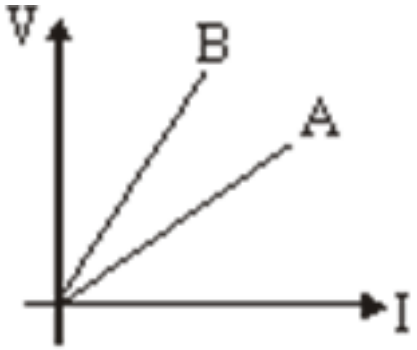
$$m=\tan\beta=\frac{1}{R}=\frac{I}{V}$$

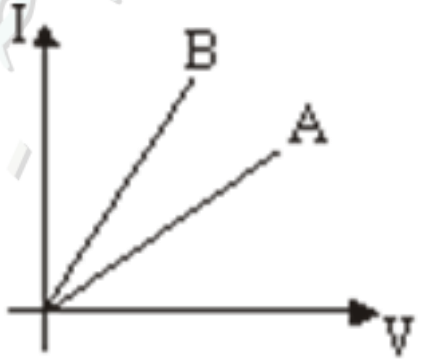
نکته :

در این نمودار هر چه مقاومت جسم بزرگتر باشد،شیب نمودار کمتر است.

تمرین :

نمودارهای ولتاژ برحسب جریان و جریان برحسب ولتاژ برای دو سیم A و B به صورت زیراست. درهرکدام مقاومت دو سیم را با هم مقایسه کنید.





پاسخ :

شیب نمودار **I-V** با مقاومت رسانارابطه عکس دارد لذا :

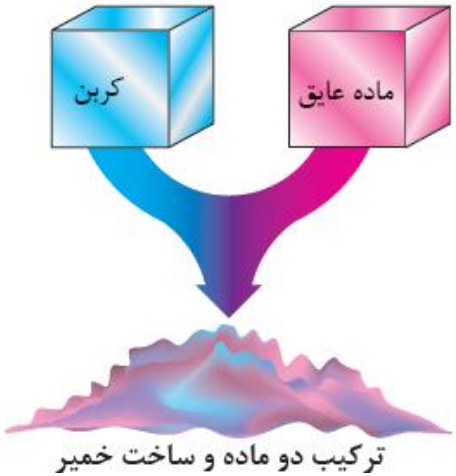
$$R_B \langle R_A$$

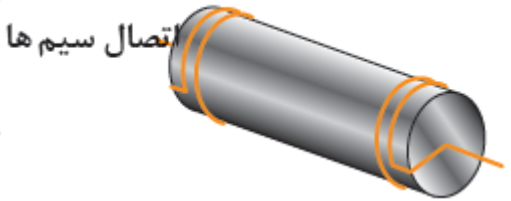
شیب نمودار **V-I** با مقاومت رسانا رابطه مستقیم دارد لذا :

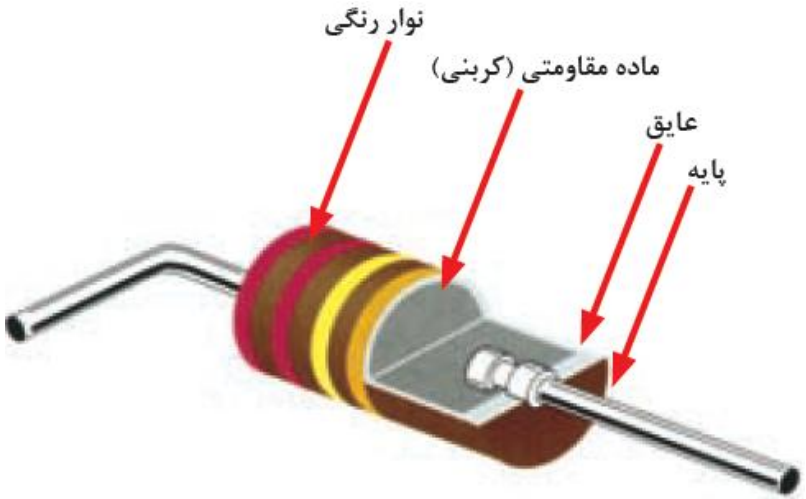
$$R_B \rangle R_A$$

موضوع : مقاومت کربنی ورئوستا

مقاومت کربنی





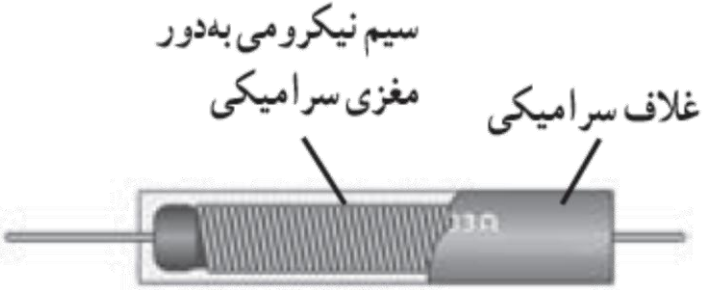


اللهم صل علی محمد و آل محمد

انواع اصلی مقاومت ها بر دو نوع اند.

۱-مقاومت های پیچه ای

سیم نیکرومی به دور هسته ای از جنس سرامیک، پلاستیک یا شیشه پیچیده شده اند و در غلافی از جنس سرامیک قرار گرفته اند.



۲- مقاومت های ترکیبی

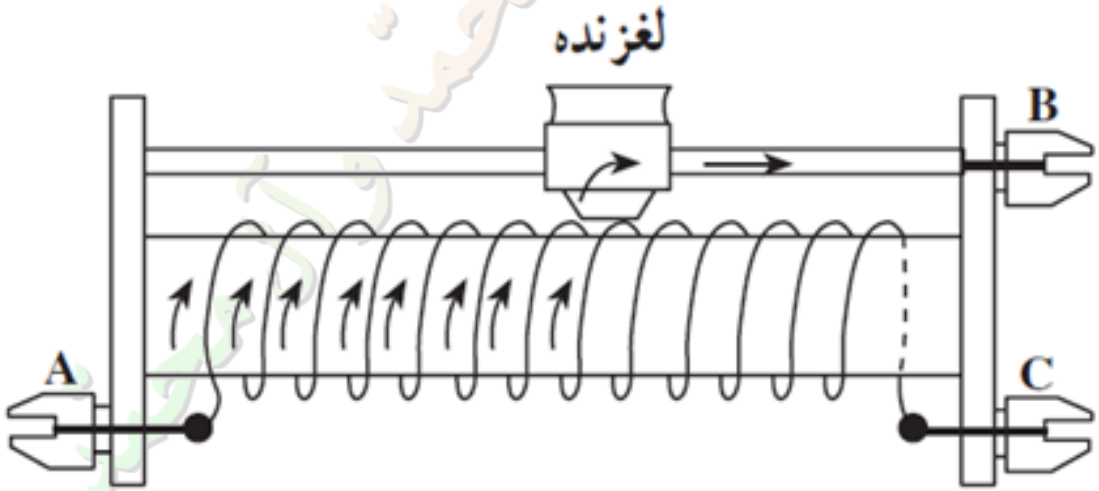
کربن و برخی نیمرساناها که درداخل پوششی پلاستیکی ساخته شده وروی آن حلقه های رنگین که آن را مقاومت کربنی می گویند.

رئوستا:

سیم با مقاومت زیاد دور استوانه ای نارسانا پیچیده می شود و با دکمه لغزنده مقاومت کم یا زیاد می شود.

وسیله ای برای تنظیم وکنترل شدت جریان درمدار است.

رئوستا درمدار به طورمتوالی بسته می شود.

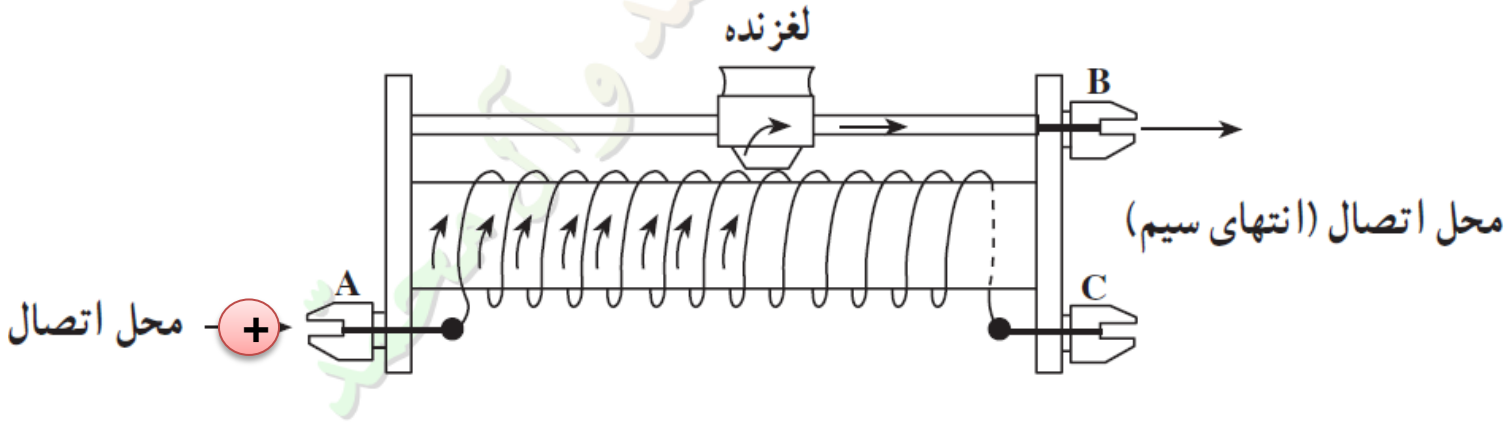


نکته :

با تغییر طول سیم،مقاومت سیم تغییر کرده وباتغییرمقاومت،جریان عبوری از مدارنیز تغییرمی کند

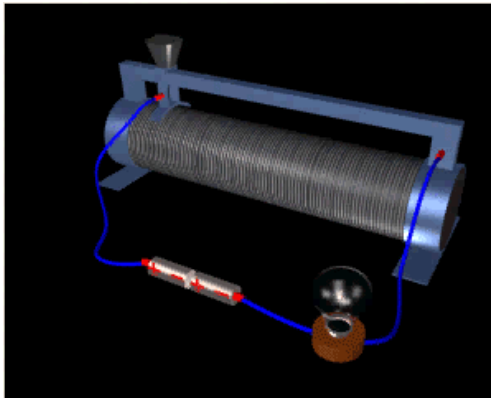
$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R \propto L$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I \propto \frac{1}{L}$$

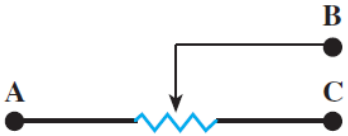


چگونگی کار با رئوستا:

ابتدا دکمه لغزنده را ته میله برده تا **مقاومت بیشترین** و **جریان کمترین** مقدار باشد . با حرکت دکمه به سمت راست، مقاومت را کم و جریان را زیاد می کنیم.



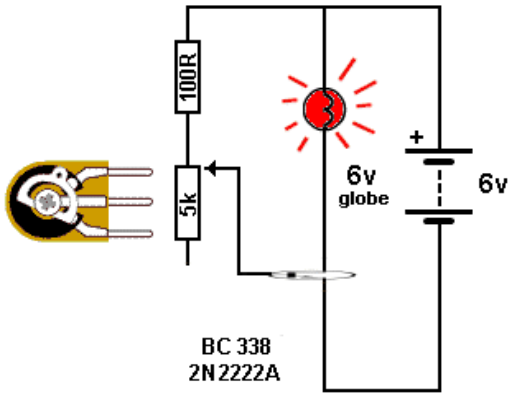
در مدار الکتریکی رئوستا را با نماد زیرنشان می دهند

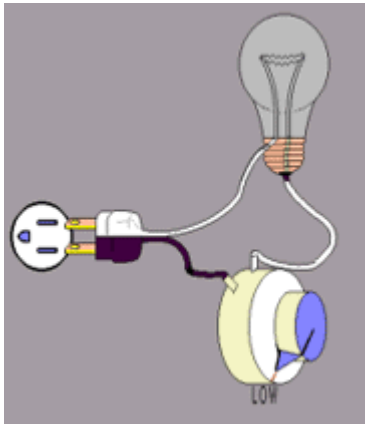


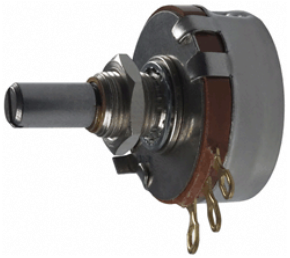
پتانسیومتر:

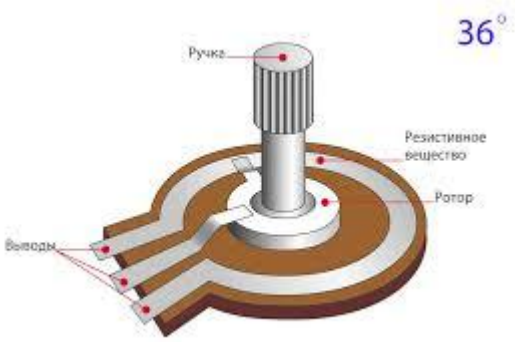
یک مقاومت سه پایانه با یک اتصال یا دکمه متحرک قابل تنظیم برای تقسیم ولتاژ است.

اگر تنها دو ترمینال استفاده شود (یک سمت و جاروب کن) به عنوان یک مقاومت متغیر یا رئوستا عمل می‌کند.



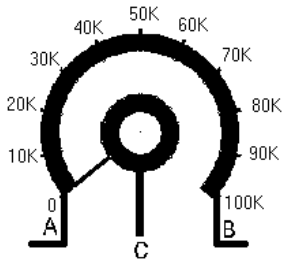


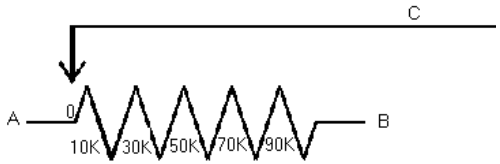




آیا پتانسیومتر می تواند نقش رئوستا را داشته باشد یعنی کنترل جریان؟

اگر تنها دو ترمینال استفاده شود (یک سمت و جاروب کن) به عنوان یک مقاومت متغیر یا رئوستا عمل می‌کند.



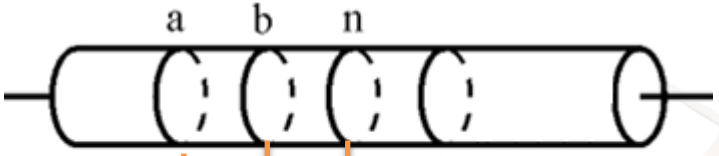


کاربرد پتانسیومتر چیست؟

پیچ تنظیم صدای رادیو که با تغییر ولتاژ توسط آن، شدت صوت بلندگو تغییرمی کند.

طریقه خواندن مقاومت کربنی:

حلقه ی طلایی یا نقره ای را طرف راست قرار می دهیم و حلقه ها را از سمت چپ به ترتیب رقم اول و رقم دوم و سوم نام گذاری می کنیم.



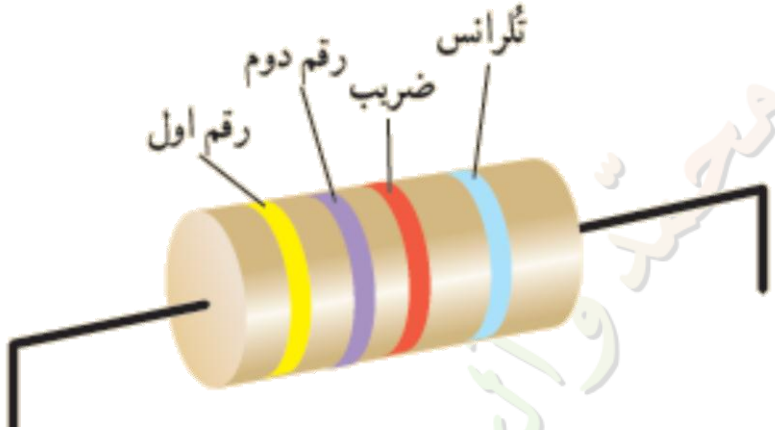
- حلقه ی اول ← رقم اول **a**
- حلقه ی دوم ← رقم دوم **b**
- حلقه ی سوم ← رقم توان ۱۰ **(n)**

$$R = \overline{ab} \times ۱۰^{n} \pm \text{درصدخطا}$$

$\overline{ab}$ منظور عدد دو رقمی که a دهگان و b یکان آن است.

نکته:

رنگ طلایی یا نقره‌ای نشان‌گر تُلرانس یا درصدخطای مقاومت است بنابراین اگر تلرانس سمت راست باشد خواندن عدد مقاومت از سمت چپ شروع می‌شود(سمتی که حلقه‌ی طلایی یا نقره‌ای نباشد)



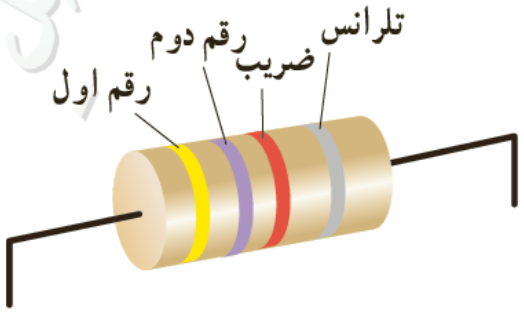
درصدخطا
- نقره ای ۵%
- طلایی ۱۰%
- بی رنگ ۲۰%

تمرین ۲-۲

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	۵ %	
نقره ای	۱۰ %	
بی رنگ	۲۰ %	

پاسخ:



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

$$R = \overline{ab} \times ۱۰^{n} \pm ۱۰\%$$ مقاومت

$$R = ۴۷ \times ۱۰^{۲}\Omega \pm ./۱ \times ۴۷ \times ۱۰^{۲}\Omega$$

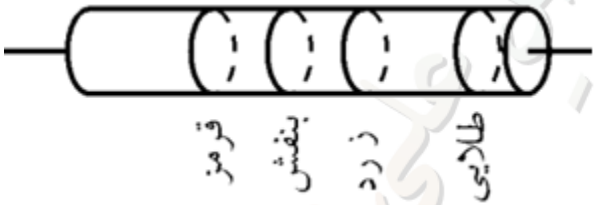
$$۴۲۳۰\Omega < R < ۵۱۷۰\Omega$$

تمرین :

حلقه‌های رنگی روی یک مقاومت کربنی مطابق شکل زیر هستند مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت، چقدر است؟

۰	سیاه	
۱	قهوه ای	
۲	قرمز	
۳	نارنجی	
۴	زرد	
۵	سبز	
۶	آبی	
۷	بنفش	
۸	خاکستری	
۹	سفید	
۵ %	طلایی	
۱۰ %	نقره ای	
۲۰ %	بی رنگ	

پاسخ :



با توجه به جدول داریم:

a : قرمز $= ۲$

b : بنفـــــش $= ۷$

n : زرد $= ۴$

$R = ?$

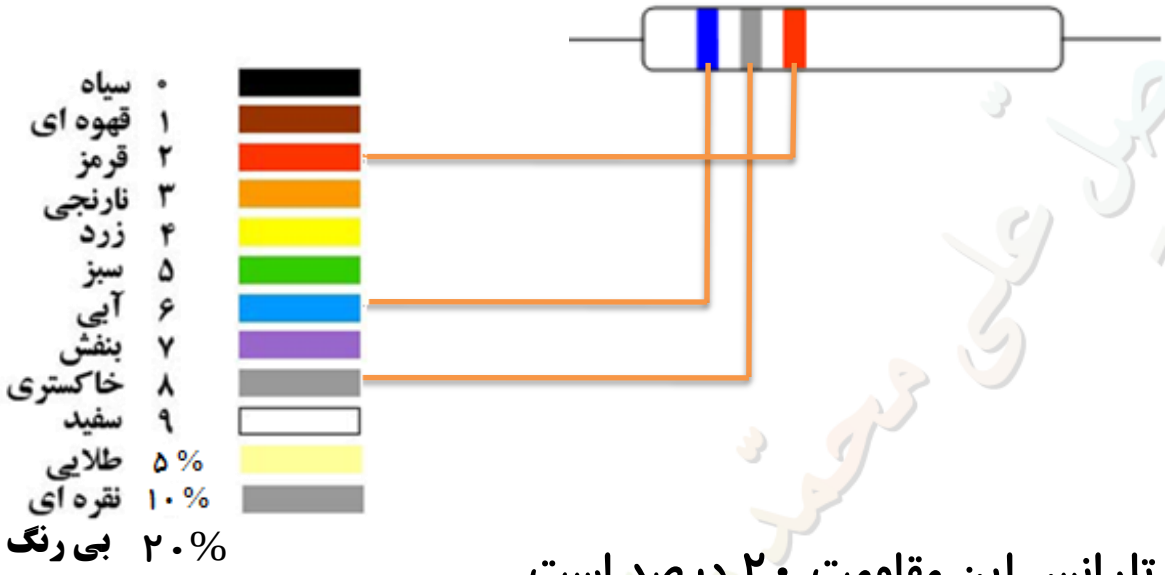
مقاومت $R = \overline{ab} \times ۱۰^{n} \pm ۵\%$

$R = ۲۷ \times ۱۰^{۴}\Omega \pm /۰۵ \times ۲۷ \times ۱۰^{۴}\Omega$

$۲۵۶۵۰۰\Omega < R < ۲۸۳۵۰۰\Omega$

تمرین :

اندازه‌ی این مقاومت چند اهم است؟



پاسخ :

$۵۴۴۰\Omega < R < ۸۱۶۰\Omega$

رنگ چهارم بی رنگ است، بنابراین تلرانس این مقاومت ۲۰ درصد است

$$R = \overline{ab} \times ۱۰^{n} \pm ۲۰\%$$ مقاومت

$$R = ۶۸ \times ۱۰^{۲}\Omega \pm ./۲ \times ۶۸ \times ۱۰^{۲}\Omega$$

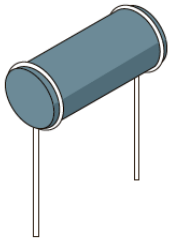
$$۵۴۴۰\Omega < R < ۸۱۶۰\Omega$$

مقاومت های خاص ودیودها:

۱- ترمیستور

ترمیستور دیسکی

ترمیستور مهره‌ای


ترمیستور میله‌ای

۲- مقاومت های نوری (LDR):

۳- دیودها

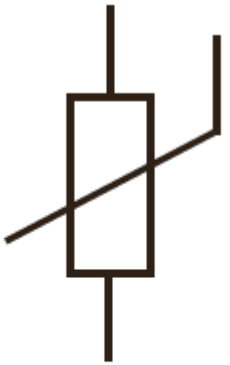
مقاومت های خاص ودیودها:

۱ – ترمیستور

نوعی مقاومت که رفتار با دما متفاوت از مقاومت های معمولی است.

کاربرد ترمیستورها

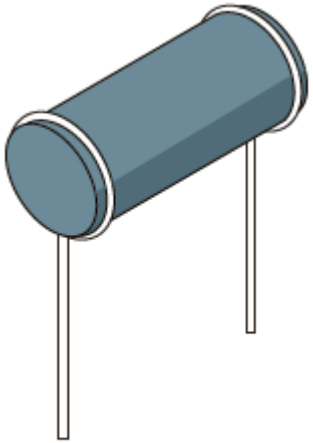
به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و نیز در دماسنج ها استفاده می شود.



نماد ترمیستور در مدار الکتریکی

ترمیستور مهره‌ای

ترمیستور دیسکی

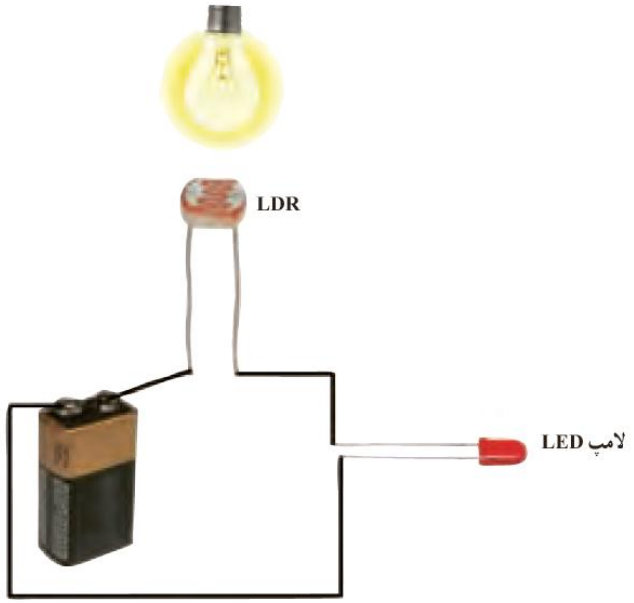


ترمیستور میله‌ای

۲- مقاومت های نوری (LDR):

نوعی مقاومت که به نور تابیده شده حساس بوده ، به طوری که با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته می شود.

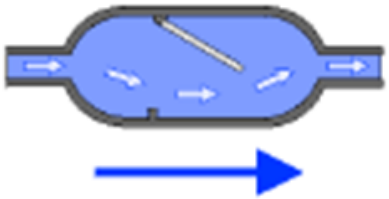
ازجنس نیم رسانای خالص،مانندسیلیسیم هستندکه با افزایش شدت نور تابیده شده، بر تعدادحامل های بار الکتریکی آنها افزوده شده ودر نتیجه ازمقاومت آنها کاسته می شود.

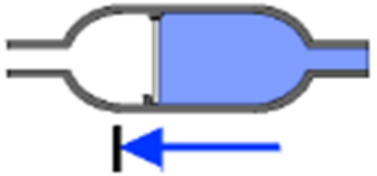


۳- دیودها

دیود قطعه ای است که هر گاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است.

درمدارهای الکتریکی دیود را با نماد ⟶|— نمایش می‌دهند. پیکان را معمولاً در جهتی که جریان می‌تواندعبور کند انتخاب می‌کنند.



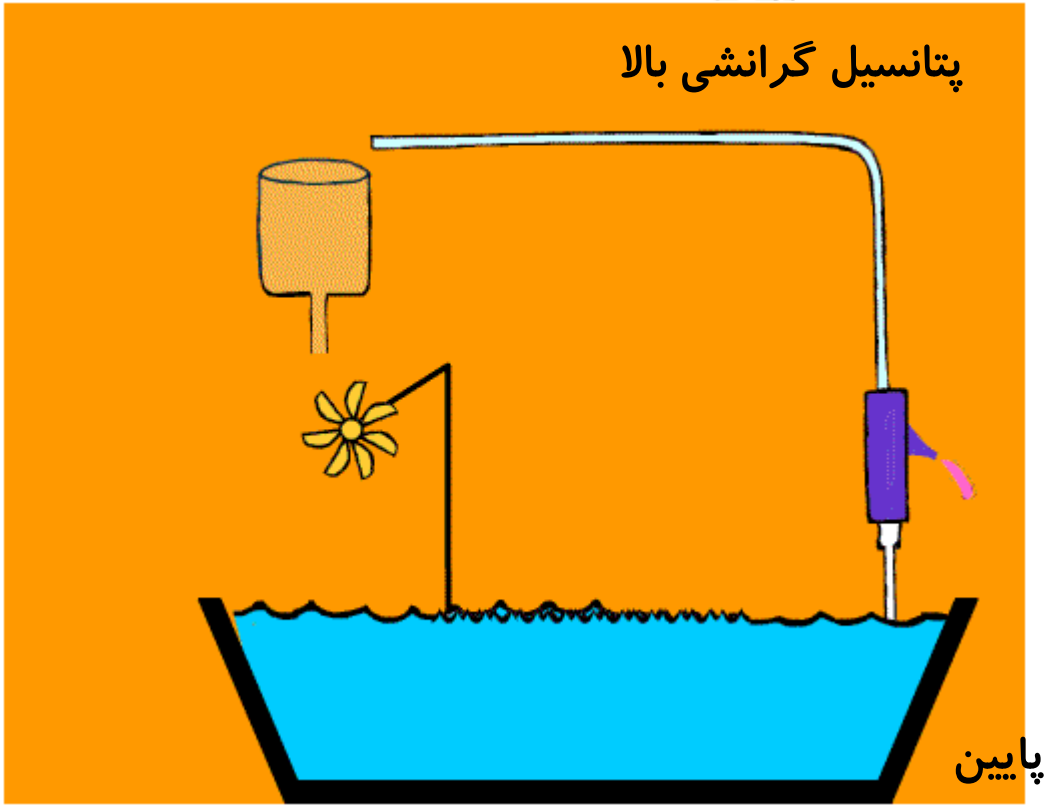


موضوع : نیروی محرکهٔ الکتریکی و مدارها

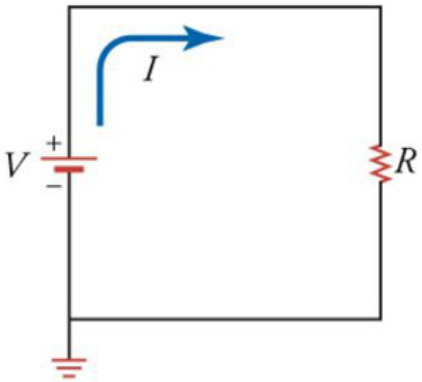
منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی (emf)

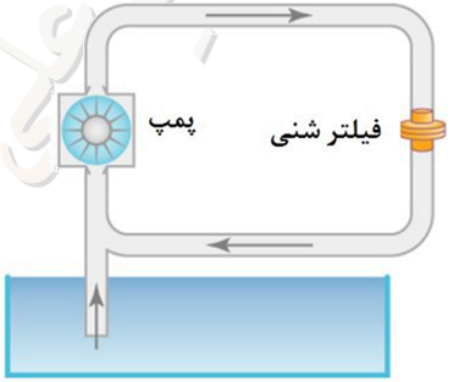
electromotive force device

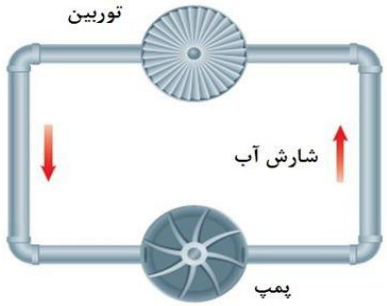
وسیله ای که با انجام کار روی بار الکتریکی جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می کند



در واقع منبع های نیروی محرکهٔ الکتریکی بارهای الکتریکی مثبت را درخلاف جهت میدان الکتریکی ازپتانسیل پایین تربه پتانسیل بالاتر می برند،وبا افزایش انرژی پتانسیل آنها، جریان ثابتی را در مدار برقرار می کنند.





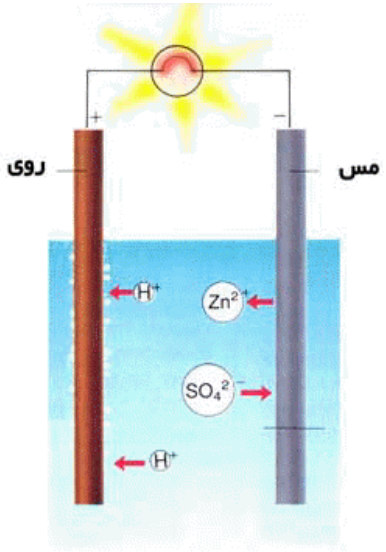


پرسش:

چند نمونه مولدها را نام برده وبگویید،انرژی لازم برای ایجاداختلاف پتانسیل الکتریکی را ازکجا تامین می کند؟

پاسخ:

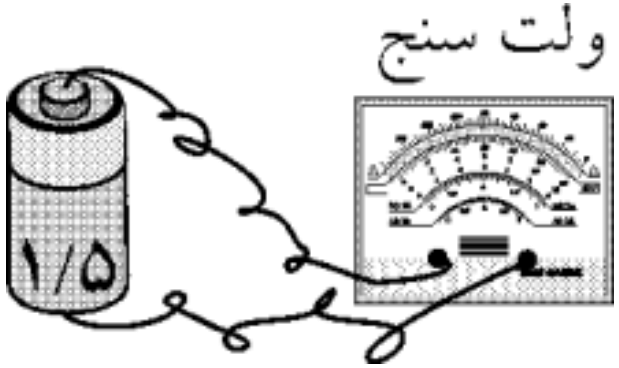
پیل های سوختی، سلول های خورشیدی، و مولدهای الکتریکی این انرژی را **ازطریق واکنش های شیمیایی** که در درون آنها رخ می دهد مهیّا می سازند.



نکته ها :

۱- اختلاف پتانسیل الکتریکی را با نماد **V** نشان می دهند. و یکای آن ولت است

۲-به اختلاف پتانسیل الکتریکی ،ولتاژ نیز گفته می‌شود.



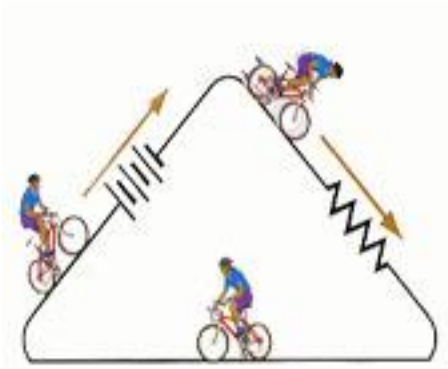
نیروی محرکه مولد: ε

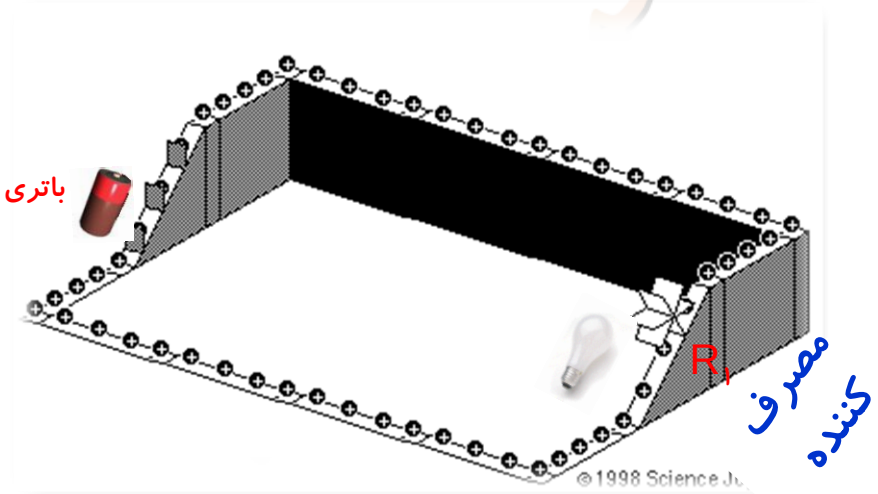
کاری که منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی روی واحد بارالکتریکی مثبت($+1C$) انجام می دهد تا آن را از پایانهٔ با پتانسیل کمتر به پایانهٔ با پتانسیل بیشتر ببرد

$$\frac{q}{+1C} = \frac{\Delta W}{\varepsilon} \Rightarrow \Delta W = \varepsilon q \Rightarrow \varepsilon = \frac{\Delta W}{q}$$

نکته :

واحد نیروی محرکه در سیستم SI ژول بر کولن یا ولت می باشد .

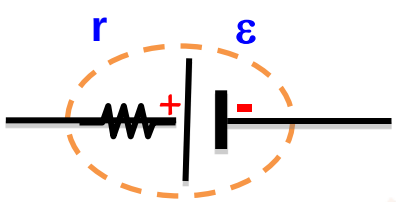


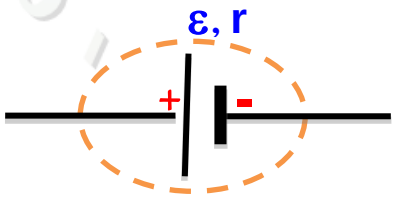


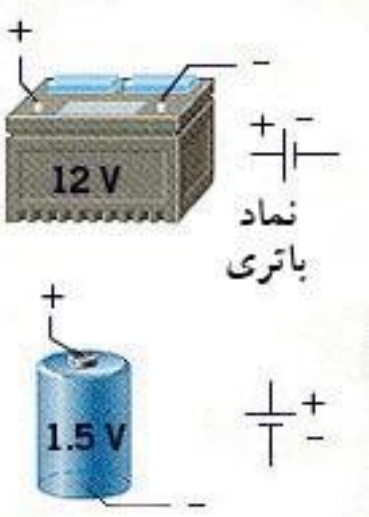
نمایش مولدواقعی:

هرمولددارای یک نیروی محرکه« ε »و یک مقاومت درونی« r » می باشد .

نمایش مولد در مدار بصورت :



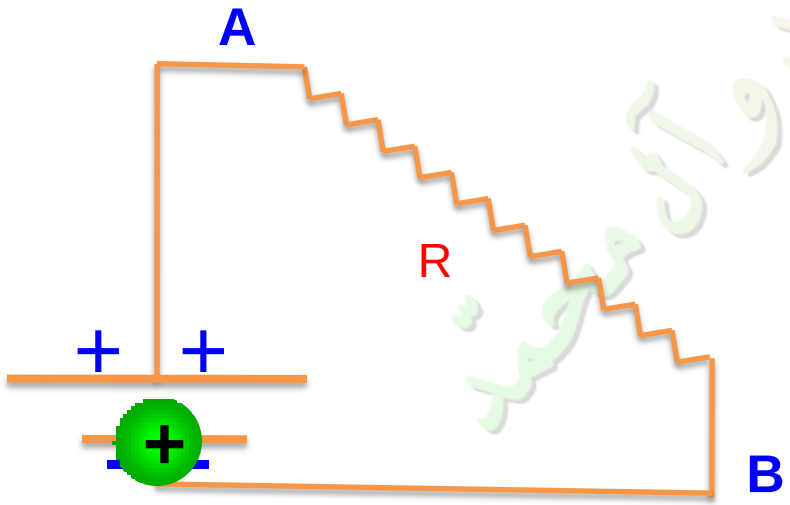




افت پتانسیل درمقاومت

هنگامی که در یک مدار الکتریکی از یک مقاومت الکتریکی در جهت جریان بگذریم ، افت پتانسیل $-RI$ داریم .

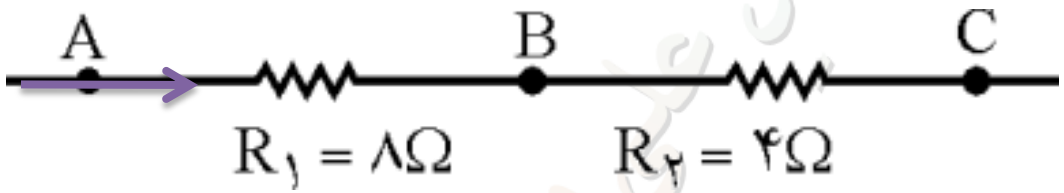
$$V_A \rangle V_B \Rightarrow V_A - RI = V_B \Rightarrow V_B - V_A = -RI$$



تمرین :

شکل روبه‌رو،قسمتی ازیک مداررا نشان می‌دهداگرپتانسیل الکتریکی نقطهٔ Aبرابر۲۴ V و شدت جریان برابر با ۲ A باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه‌های B وC را به‌دست آورید .از مقایسهٔ آن‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

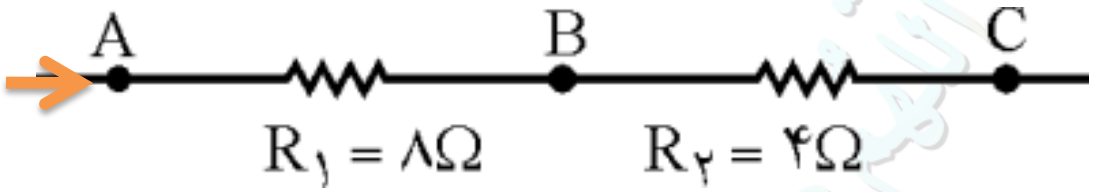
پاسخ :



$V_B = ۸v$

$V_C = ۰v$

پاسخ :



$V_A = 24v$

$I = 2A$

$V_B - V_A = -R_1 I \rightarrow V_B - 24 = -8 \times 2 \rightarrow V_B = 24 - 16 = 8v$

$V_B = ?$

$V_C - V_B = -R_2 I \rightarrow V_C - 8 = -4 \times 2 \rightarrow V_C = 8 - 8 = 0v$

$V_C = ?$

از مقایسهٔ مقدارهای به‌دست آمده نتیجه می‌گیریم که پتانسیل الکتریکی، از A تا B به اندازهٔ ۱۶ ولت کاهش و از B تا C به اندازه‌ی ۸ ولت کاهش یافته است

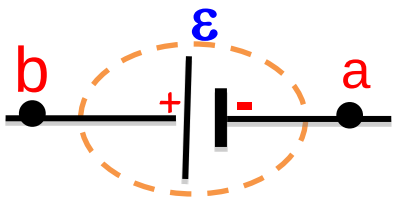
پرسش:

تفاوت بین منبع الکتریکی آرمانی و واقعی چیست؟

پاسخ:

نیروی محرکهٔ الکتریکی آرمانی

$$V_b - V_a = \varepsilon$$

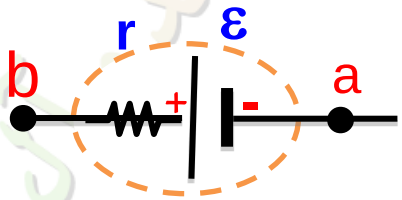


یک مولد آرمانی فاقدمقاومت درونی است.بنابر این با افزایش جریان دریافتی، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت مانده و همواره با نیروی محرکه‌ی آن برابر است .

منبع آرمانی در واقعیت وجود ندارد

نیروی محرکهٔ الکتریکی واقعی

$$V_b - V_a = \varepsilon - rI$$



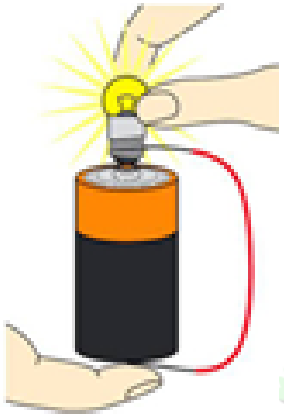
یک مولد واقعی دارای مقاومت درونی بوده وبا افزایش جریان اختلاف پتانسیل دو سر آن کاهش می‌یابد.

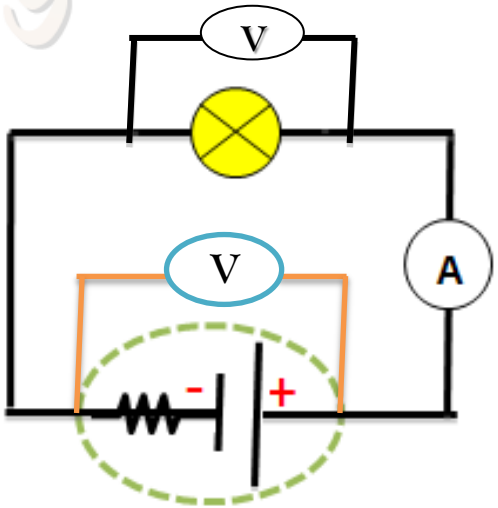
نکته:

از آنجایی که مولدها هم می‌توانند مقاومتی(درونی)داشته باشند لذا برای مولدها می‌توان دو نوع اختلاف پتانسیل تعریف نماییم

۱) اگر از یک مولد جریان بگذرد(کلیدبسته):

دراین حالت عددی که ولت سنج نشان می‌دهدبه اندازه rI ازمقدار ε کمتراست.در اصطلاح به مقدار «rI» افت پتانسیل مولدنیزمی‌گویند.

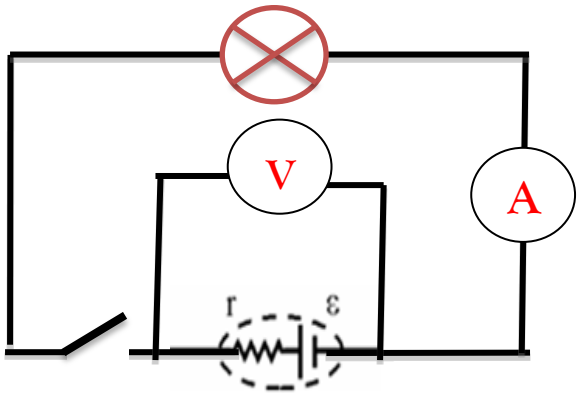




$$V = \varepsilon - rI$$

۲) اگرازیک مولد جریان نگذرد(کلیدباز):

دراین حالت عددی که ولت سنج نشان می‌دهد.نیروی محرکه مولد است زیرادراین حالت مولددرمداری قرار نگرفته است. (یعنی از آن جریان نمی‌گذرد).



$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{I=0} V = \varepsilon$$

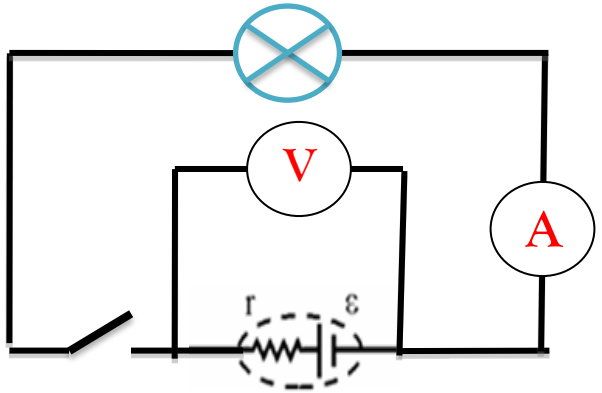
نکته

شرط این که اختلاف پتانسیل دوسرمولدبرابرنیروی محرکه مولد گردد این است که :

$$V = \varepsilon - rI$$

۱) یا مقاومت درونی مولد صفر باشد: $r = 0$

۲) یا از مولد جریانی عبور نکند ، یعنی مدار باز باشد : $I = 0$

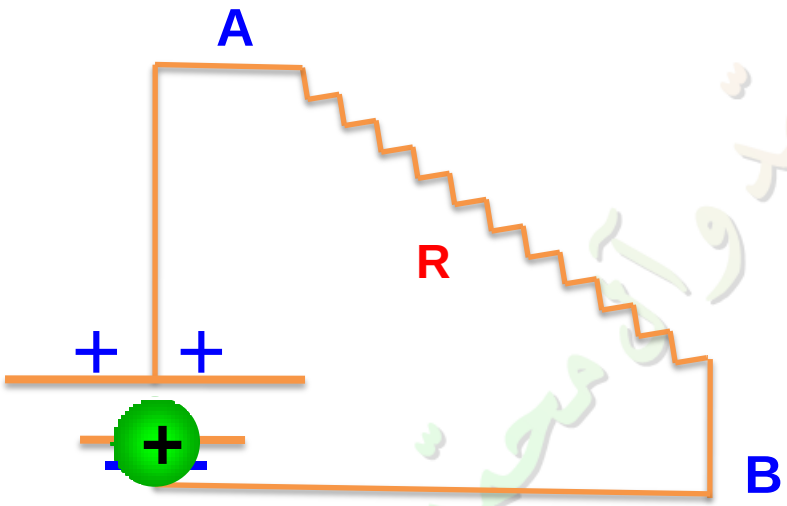


قاعدهٔ حلقه یا قانون ولتاژها(پایستگی انرژی):

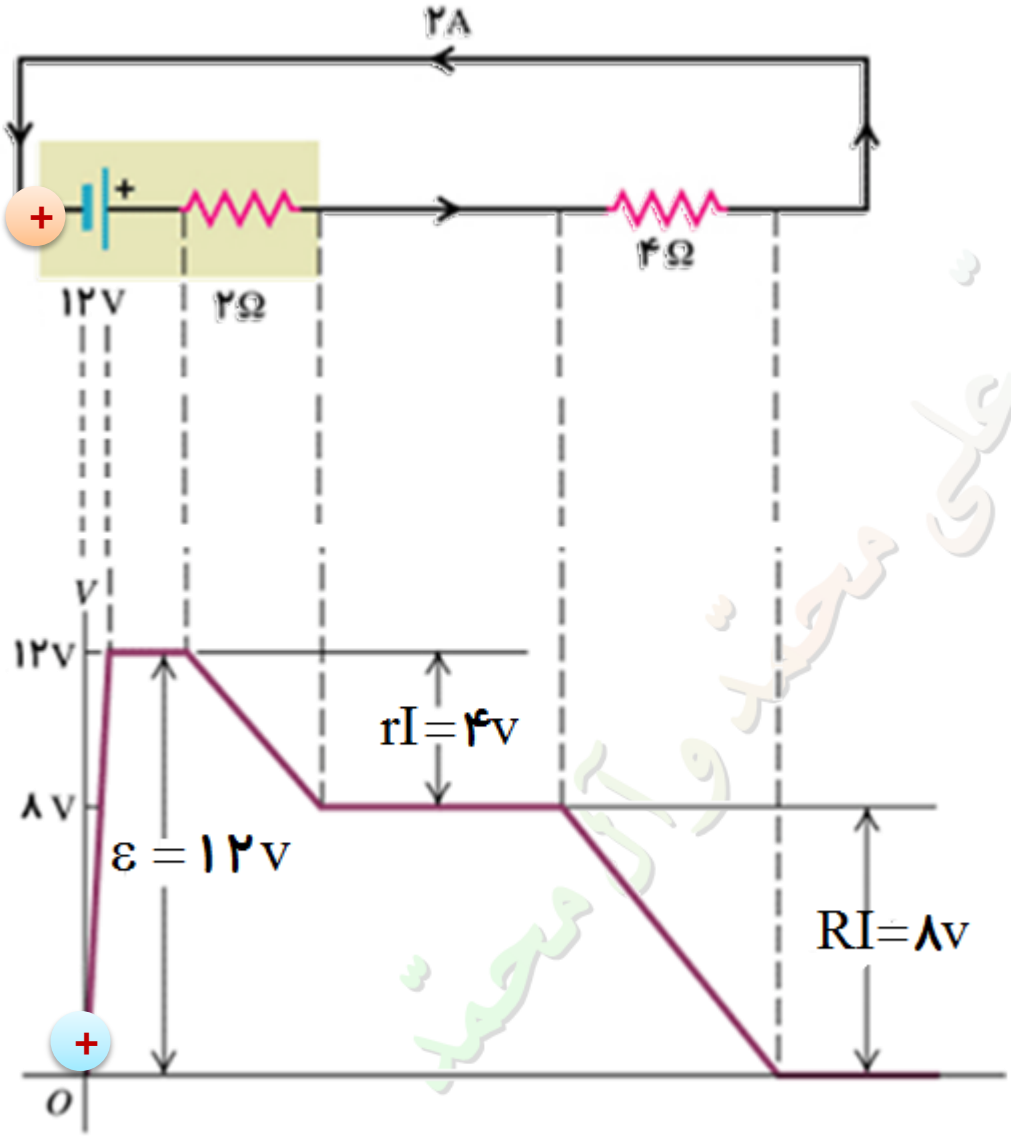
در هردور زدن کامل حلقه ای از مدار،جمع جبری اختلاف پتانسیل های اجزای مدار صفر است.

جهت قراردادی

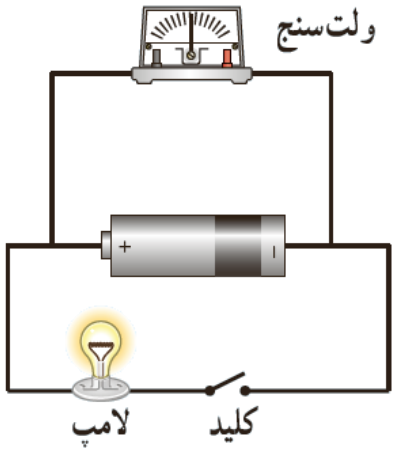
جهت جریان درمدارازپتانسیل زیاد به کم ودر پیل از پتانسیل کم به زیاد است



مدارهای تک حلقه :



فعالیت۲- ۲



به کمک یک باتری،سیم های رابط،لامپ کوچک،ولت سنج وکلید، مداری همانند شکل روبه رو درست کنید.قبل از بستن کلیدعددی راکه ولت سنج نشان می دهد بخوانید.

سپس کلید را ببندید و دوباره عددی را که ولت سنج نشان می دهد بخوانید.درکدام 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 محرکۀمولد را نشان می دهد بعد ازبستن ولت سنج عددی کمتر از حالت قبل نشان می دهد.

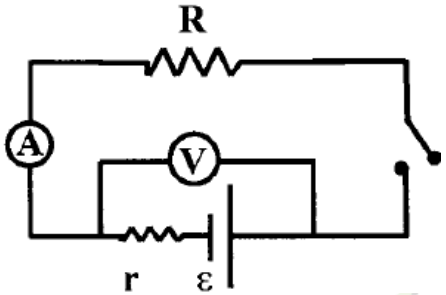
زیرا در حالتی که کلید باز است جریان درمداروجودنداردو افت پتانسیل صفر خواهد شد.

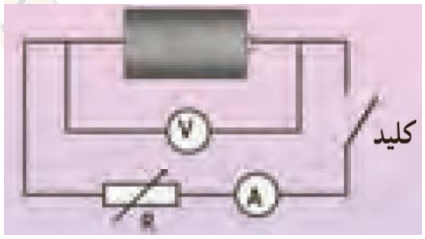
$$V = \varepsilon - rI \rightarrow V = \varepsilon$$

اگر کلید را ببندیم لامپ روشن می شود جریان صفر نیست $V = \varepsilon - rI$

فعالیت ۲-۳:کار در کلاس

تفاوت یک باتری نو و فرسوده عمدتاً درمقدار مقاومت داخلی آن است که می تواندکمتر از یک اُهم برای باتری نو تا چند هزار اُهم برای باتری فرسوده باشد.برای اندازه گیری مقاومت داخلی یک باتری مدار ساده ای متشکل از یک باتری، یک کلیدقطع و وصل، و یک مقاومت یا لامپ کوچک را سوار کنید. نخست درحالی که کلیدقطع است، ولتاژ دو سر باتری را با یک ولت سنج اندازه بگیریدوآن گاه پس ازبستن کلید،دوباره ولتاژ دو سر باتری را اندازه بگیرید.همچنین در این حالت، جریان عبوری ازمدار را نیزبایدبه کمک یک آمپرسنج اندازه بگیرید.اکنون با استفاده ازرابطهٔ $V_b - V_a = \varepsilon - Ir$ 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 ازچندین 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 دوسر باتری را اندازه می گیریم،چون مقاومت درونی ولت سنج ایدال بینهایت است و جریان صفر است . ولتاژ اندازه گیری شده برابر (ε)حال کلید را بسته ومجددا مقدار ولتاژ وهمچنین جریان را از روی ولت سنج وآمپرسنج می خوانیم با توجه به رابطه ($V=\varepsilon-rI$)که درآن V ولتاژ اندازه گرفته توسط ولت سنج است .مقاومت درونی باتری را محاسبه کنیم،می توانیم با مقاومت های مختلف این آزمایش را تکرارکنیم وبرای به دست آوردن مقداردقیق تر از نتایج حاصل میانگین بگیریم .

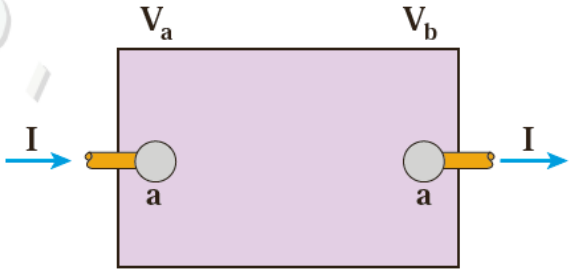
موضوع : توان مولد

توان درمدارهای الکتریکی

کارنیروی خارجی که اجزای مدار درواحدزمان انجام می دهند.

کارنیروی خارجی $W = \Delta q \Delta V$

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta q \Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{\Delta t}\Delta V = I\Delta V$$

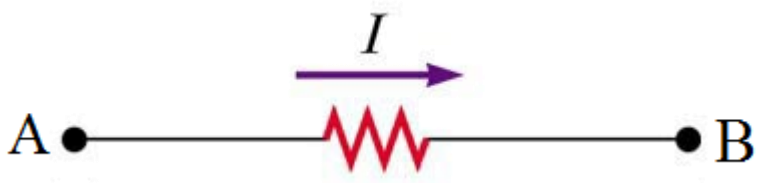


$$P = I(V_b - V_a)$$

$P > 0 \Rightarrow$ این جزء ، به بقیهٔ مدار انرژی می دهد

$P < 0 \Rightarrow$ این جزء ، از بقیهٔ مدار انرژی می گیرد

توان الکتریکی مصرفی در یک مقاومت:



$$P = I\Delta V$$

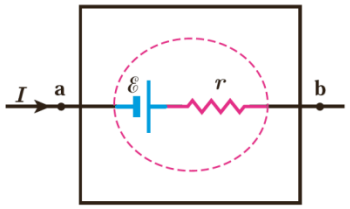
$$R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{V}{I}$$

$$P_{\text{مصرفي}} = |I(RI)| = RI^2$$

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

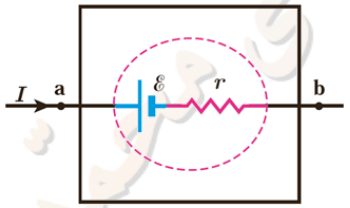
$$P_{\text{مصرفي}} = \frac{(\Delta V)^2}{R} \quad \text{یا} \quad P_{\text{مصرفي}} = \frac{V^2}{R}$$

توان خروجی یک منبع نیروی محرکهٔ واقعی:



باتری

$$\left.\begin{array}{l} P_{\text{خروجي}} = I\Delta V \\ \Delta V = \varepsilon - rI \end{array}\right\} P_{\text{خروجي}} = I(\varepsilon - rI) = \varepsilon I - rI^{2}$$



باتری ضد محرکه

$$\left.\begin{array}{l} P_{\text{ورودي}} = |I\Delta V| \\ \Delta V = -\varepsilon - rI \end{array}\right\} P_{\text{ورودي}} = |I(-\varepsilon - rI)| = \varepsilon I + rI^{2}$$

نکته جالب

در باتری ضد محرکه این است که در هنگام شارژ باتری ضد محرکه بخشی از انرژی الکتریکی به صورت انرژی شیمیایی εI در باتری ضد محرکه ذخیره می شود و بخشی هم به صورت گرما تلف می شود

توان الکتریکی در مولد به سه صورت دیده می شود .

الف)توان الکتریکی تولید شده (ورودی) که رابطه آن بصورت: $P_{۱} = \varepsilon I$

ب)توان الکتریکی تلف شده که رابطه آن بصورت: $P_r = rI^{۲}$

ج)توان الکتریکی مفید(خروجی) که رابطه آن بصورت: $P_R = VI$ یا $P_R = \varepsilon I - rI^{۲}$

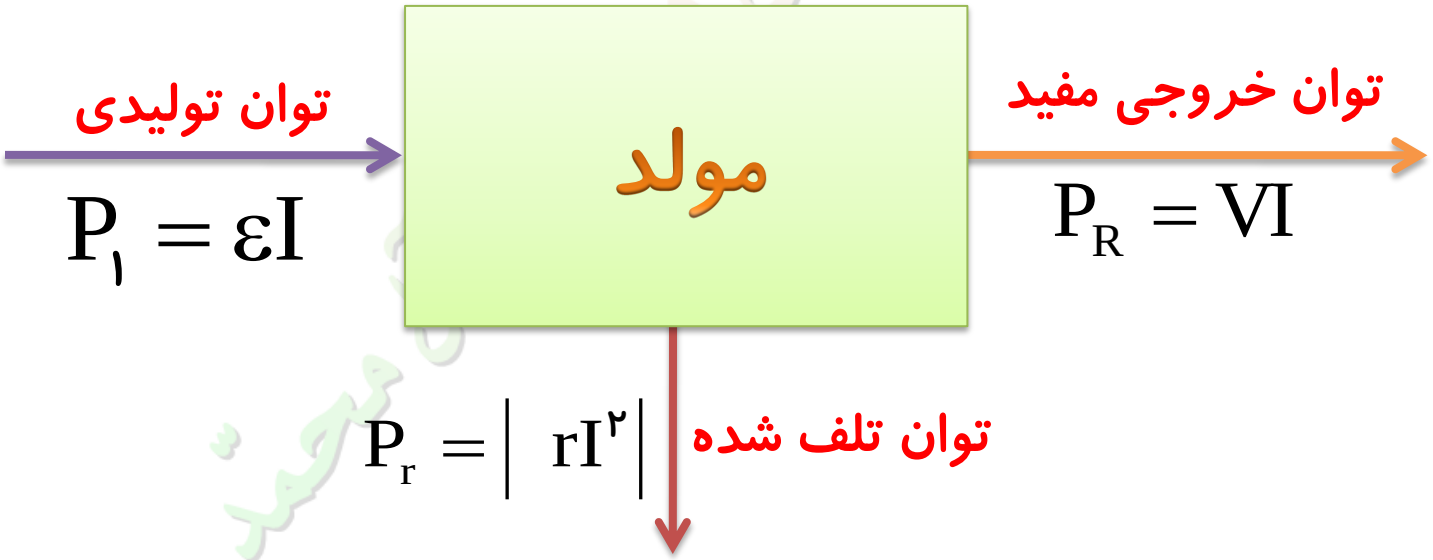
نکته:

هر قدر r کوچکتر باشد توان مفید مولد بیشتر است.

راندمان مولد یا بازده مولد: Ra

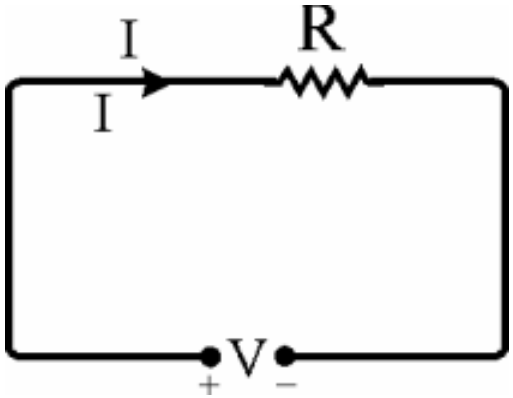
نسبت توان خروجی مفید به توان تولیدی مولد است .

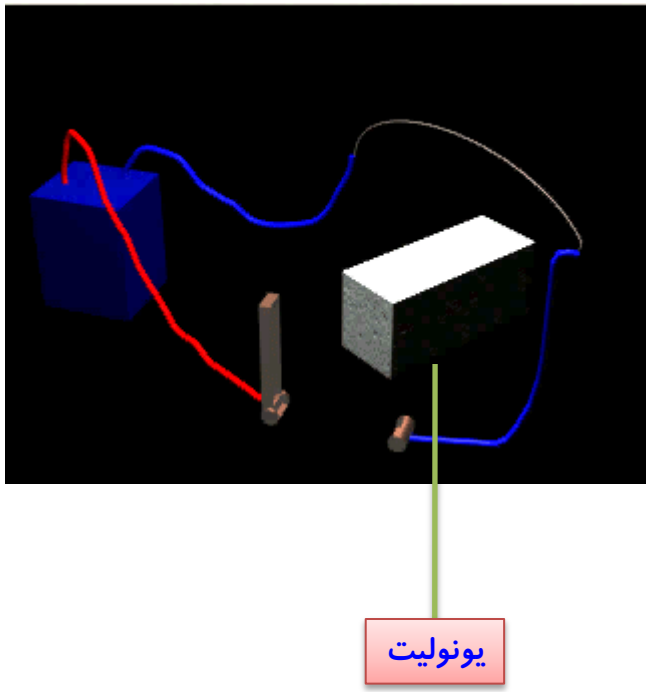
$$Ra = \frac{P_R}{P_1} = \frac{VI}{\varepsilon I} \rightarrow Ra = \frac{V}{\varepsilon}$$



انرژی گرمایی حاصل ازعبور جریان از رسانا

هنگام عبورجریان از رسانای اهمی،انرژی الکتریکی به انرژی درونی رسانا تبدیل می شود عبور جریان ، باعث افزایش دمای رسانا شده و در اثراختلاف دما با محیط ،انرژی گرمایی به محیط منتقل می شود .

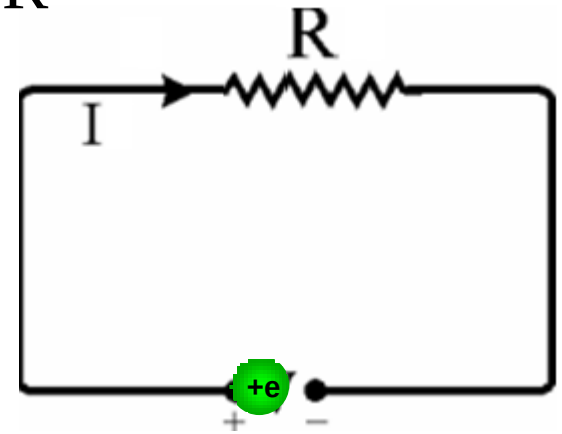




محاسبه انرژی گرمایی حاصل ازعبور جریان از رسانا: (U)

انرژی گرمایی حاصل از عبور بار q درمدت t ، ازرسانای اهمی به مقاومت Rکه به اختلاف پتانسیل ثابت V متصل است .از رابطهٔ زیر به دست می‌آید :

$$U = Vq \begin{cases} V = RI \\ q = It \end{cases} \rightarrow U = RI \times It \begin{cases} U = RI^2 t \\ U = VIt \\ U = \dfrac{V^2}{R} t \end{cases}$$



نکته :

واحد تجاری(صنعتی)انرژی الکتریکی مصرف شده،برحسب «کیلووات ساعت Kwh» می‌باشد.

پتی!

$U = P\,t$

- U: کیلووات ساعت (kwh)
- P: کیلووات (kw)
- t: ساعت (h)

اثر: اسماعیل علی محمد و آل محمد

نکته :

به چند تبدیل واحد Kwh توجه کنید

$$1Kwh = 1000wh = 3,600,000ws = 3,600,000J$$

کیلووات ساعت — وات ساعت — وات ثانیه

$$1Kwh = 3/6 \times 10^{6} J = 3/6MJ$$ مگا ژول

$$1kwh \xrightarrow{\times(3/6\times10^{6})} J$$

$$1J \xrightarrow{\div(3/6\times10^{6})} kwh$$

تمرین :

انرژی مصرفی ماهانهٔ لامپ ۱۰۰واتی که با برق ۲۲۰ ولت کارمی‌کند،برابر ۱۲KWh است.این لامپ به‌طورمتوسط درهرشبانه‌روزچندساعت روشن بوده است؟

پاسخ :

$P = ۱۰۰w = ./۱kw$

$V = ۲۲۰v$

$U_{ماه} = ۱۲Kwh$

$t = ?$ درهر شبانه روز

$U_{ماه} = Pt_{ماه}$

$۱۲ = ./۱ \times t_{ماه}$

$t_{ماه} = \frac{۱۲}{./۱} = ۱۲۰h$ درهرماه

$t = \frac{۱۲۰}{۳۰} = ۴h$ درهر شبانه روز

$t = ۴h$

تمرین:

یک لامپ با مشخصات ۲۰۰W و ۲۲۰V را به اختلاف پتانسیل ۱۱۰V وصل کرده ایم .توان مصرفی لامپ را محاسبه کنید .

پاسخ:

$P' = ۵۰W$

چون لامپ به ولتاژی کمتر از ولتاژ اسمی خود وصل شده است،توان مصرفی لامپ نیز کمتر از توان اسمی (W) ۲۰۰ خواهد بود.

$$\begin{cases} P = ۲۰۰W \\ V = ۲۲۰V \\ V' = ۱۱۰V \\ R = ? \\ P' = ? \end{cases}$$

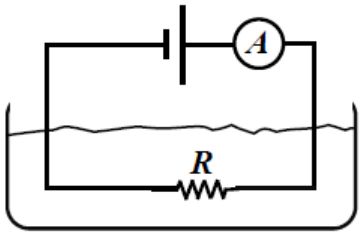
$$P = \frac{V^۲}{R} \rightarrow R = \frac{V^۲}{P} \rightarrow R = \frac{۲۲۰^۲}{۲۰۰} = ۲۴۲\Omega$$

$$P' = \frac{V'^۲}{R} \rightarrow P' = \frac{۱۱۰^۲}{۲۴۲} = ۵۰W$$

فعالیت ۲-۴

قانون ژول بیان می داردگرمای تولید شده توسط جریانIای عبوری ازیک مقاومتRدرمدت tبرابر$R\,I^2t$ است.این قانون را می توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که درفیزیک دهم با آن آشنا شدید تحقیق کرد. اسباب این آزمایش در شکل نشان داده شده است.

دربارهٔ چگونگی این آزمایش تحقیق کنید.



پاسخ:

مقاومت رسانارا با اهم سنج اندازه گرفته وآن را در ظرفی محتوی آب قرار می دهیم. شدت جریان را توسط آمپرسنج اندازه گرفته و انرژی مصرفی را برای مدت زمان معین از $U = R.I^2.t$ می یابیم.درهمین زمان با اندازه گیری دمای آب وبا استفاده از $Q = m.C.\Delta\theta$ گرما را به دست می آوریم. مشاهده می شود که تقریباً U با Qبرابر است

فعالیت ۲- ۵

همانند شکل با یک اهم متر، مقاومت رشتهٔ سیم داخل لامپ ۱۰۰ واتی را اندازه گیری کنید. سپس با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{V^2}{R}$ وبا داشتن مشخصات روی لامپ، مقاومت آن را در حالت روشن محاسبه کنید. چرا مقدار اندازه گیری شده با مقدارمحاسبه شده متفاوت است؟نتیجه را پس از گفت و گوی گروهی،گزارش دهید.

پاسخ:

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

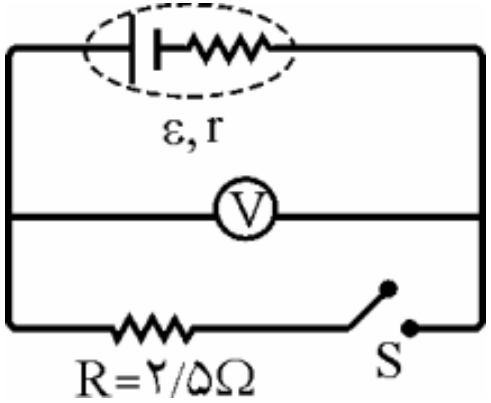
مقاومت لامپ (خاموش) با اهم سنج $R_1 = ۳۸\Omega$

مقاومت لامپ درمدار بسته $P = \frac{V^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{V^2}{P} \Rightarrow R_2 = \frac{۲۲۰^2}{۱۰۰} = ۴۸۴\Omega$

زیرا با اتصال لامپ به ولتاژی باعث افزایش دما درلامپ شده با افزایش دما،ارتعاشات اتمها نیزافزایش یافته درنتیجه برخورد الکترون‌ها با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی زیادترشده و مقاومت رسانا نیزدربرابر عبورجریان زیادمی شود

تمرین :

درمدارشکل زیر،وقتی کلیدSباز(قطع)است، ولت‌سنج۱/۵۷وهنگامی‌که کلید S بسته می‌شود،ولت‌سنج ۱/۲۵۷را نشان می‌دهد نیروی محرکه ومقاومت درونی مولد را حساب کنید.



پاسخ

$\varepsilon = ۱/۵v$

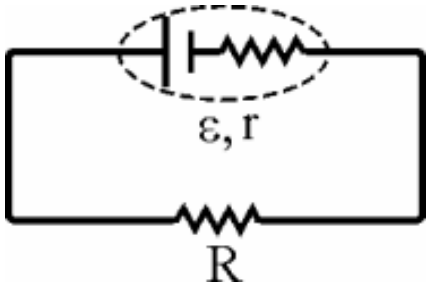
$r = ۰/۵\Omega$

پاسخ

می‌دانیم وقتی هیچ جریانی از مولد گرفته نمی‌شود، ولتاژ دو سر آن برابر نیروی محرکه‌ی مولد است .زیرا :

$$V=\varepsilon-rI \rightarrow V=\varepsilon-r\times 0 \rightarrow V=\varepsilon=1/5v$$

وقتی کلید بسته می شود،ولت سنج ولتاژدو سرمولد ویا دو سرمقاومتR را نشان می دهد .

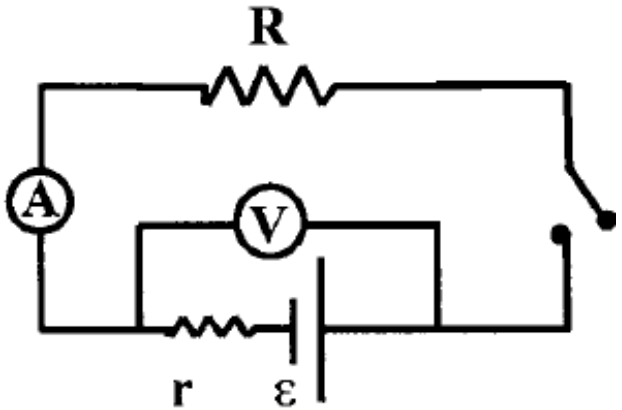


$$V=RI \rightarrow 1/25=2/5I \rightarrow I=\frac{1/25}{2/5}=./5A$$

$$V=\varepsilon-rI \rightarrow 1/25=1/5-r\times./5 \rightarrow r\times./5=./25 \rightarrow r=./5\Omega$$

تمرین:

توضیح دهید درمدارشکل روبه رو،بابستن کلید،عددهایی که ولت سنج و آمپرسنج نشان می دهند،به ترتیب چه تغییری خواهند کرد؟

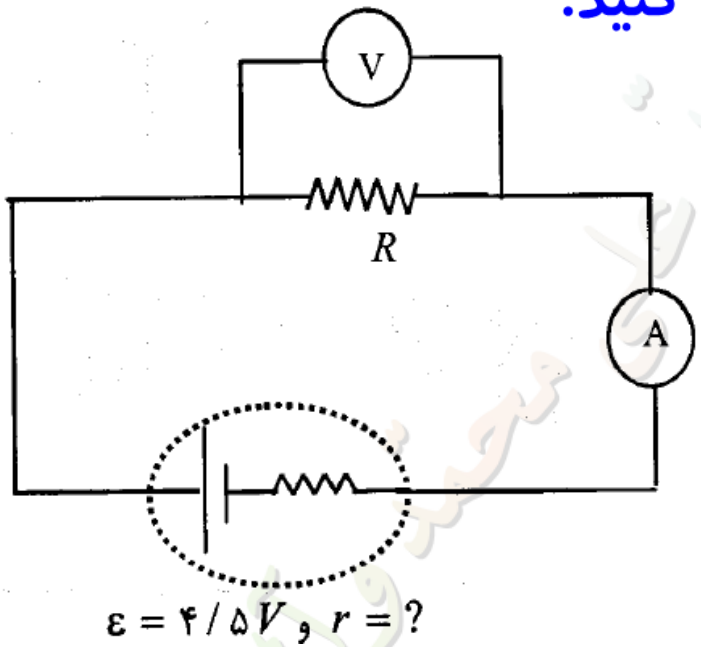


پاسخ

بابستن کلید، ازباتری جریان عبورکرده وبه علت افت پتانسیل درآن ،ولت سنج کمتراز نیروی محرکه رانشان می دهد وآمپرسنج به علت عبورجریان عددبیشترازصفر رانشان می دهد.

تمرین:

درمدارشکل زیر،ولت سنج ۷ ۴و آمپرسنج A ۰/۵.را نشان می دهد،مقاومتR ومقاومت درونی مولدرامحاسبه کنید.



پاسخ

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow ۴ = ۴/۵ - r \times ./۵ \rightarrow r \times ./۵ = ۴/۵ - ۴ \rightarrow r = ۱\Omega$$

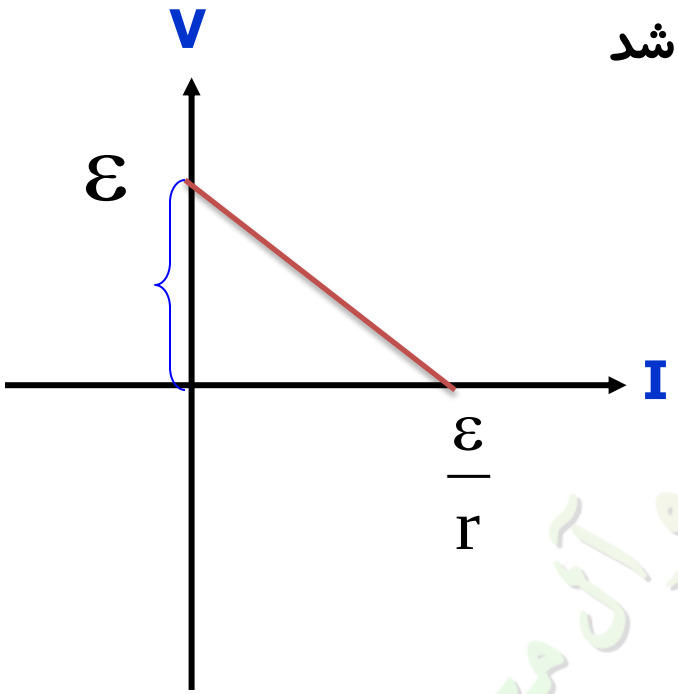
$$V = RI \rightarrow ۴ = ./۵R \rightarrow R = \frac{۴}{./۵} = ۸\Omega$$

پرسش:

نمودارتغییرات ولتاژ دوسرمولدبرحسب شدت جریانی که ازآن می گذرد را رسم کنید.

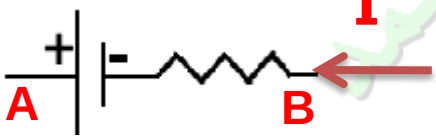
پاسخ:

شیب این نمودار برای تمامی مولدها برابر r- می باشد



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

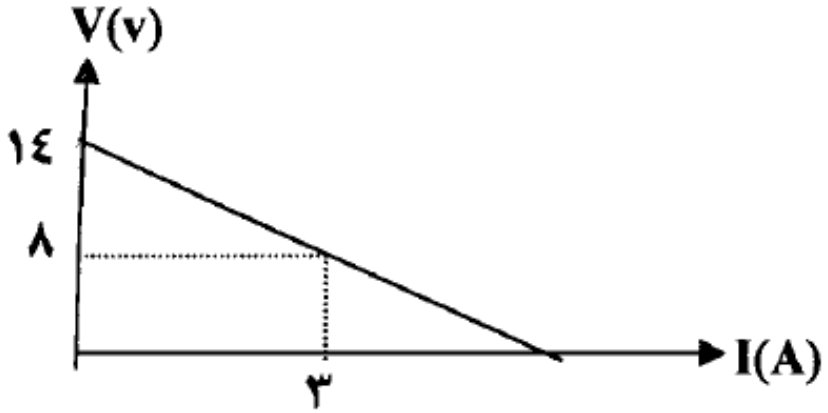
I	V
o	ε
ε/r	o



$$V_A - \varepsilon + rI = V_B \rightarrow V_A - V_B = \varepsilon - rI$$

تمرین:

نمودارتغییرات ولتاژ دوسر مولد برحسب جریان عبوری ازآن رابه صورت زیر است. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟



پاسخ

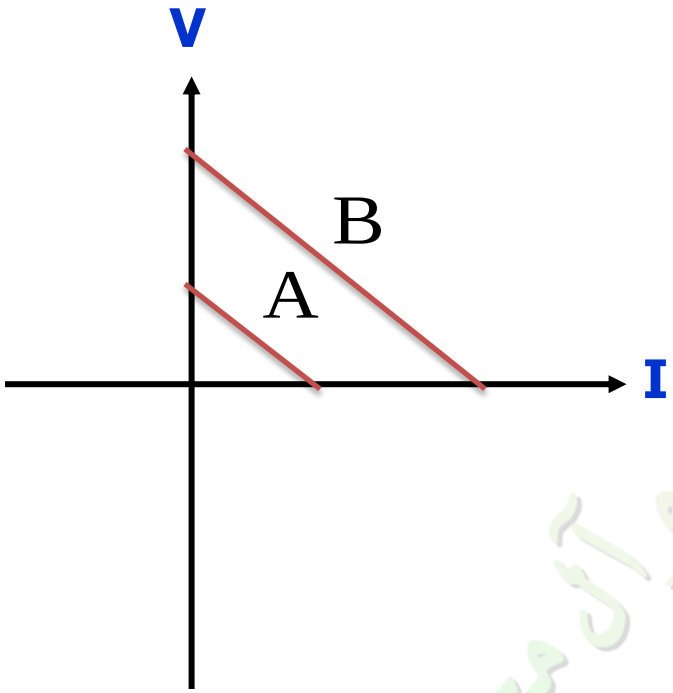
$r = ۲\Omega$

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow ۸ = ۱۴ - ۳ \times r \rightarrow r = ۲\Omega$$

پرسش:

نمودار تغییرات ولتاژ دوسر مولدهای A و B برحسب شدت جریان، مطابق شکل زیراست.

نیروی محرکه ومقاومت درونی دومولد را باهم مقایسه کنید(دوخط A و B موازی هستند



پاسخ:

$$\varepsilon_A < \varepsilon_B$$

$$r_A = r_B$$

تمرین:

از مولدی به نیروی محرکه ۱۶ ولت و مقاومت درونی ۲ اهم ، جریانی به شدت ۴ آمپر می‌گذرد،مطلوب است: ۱) توان کل مولد ۲) توان مفید مولد ۳) توان مصرفی مولد ۴) راندمان مولد

پاسخ

$\varepsilon = ۱۶v \quad V = \varepsilon - rI \rightarrow V = ۱۶ - ۲\times ۴ = ۸v$

$r = ۲\Omega$

$I = ۴A$

$P_۱ = ? \rightarrow P_۱ = \varepsilon I = ۱۶\times ۴ = ۶۴w$

$P_R = ? \rightarrow P_R = VI = ۸\times ۴ = ۳۲w$

$P_r = ? \rightarrow P_r = |rI^۲| = ۲\times ۴^۲ = ۳۲w$

$Ra = ? \rightarrow Ra = \frac{V}{\varepsilon} = \frac{۸}{۱۶} = \frac{۱}{۲}$

$P_۱ = ۶۴w$

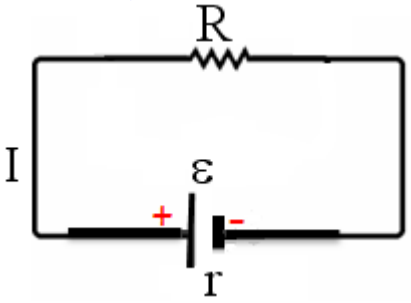
$P_۲ = ۳۲w$

$P_r = ۳۲w$

$Ra = \frac{۱}{۲}$

تست:

در شکل زیر نسبت مقاومت R به r چقدر باشد تا راندمان مولد ۶۰ درصد گردد؟



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

پاسخ

$$\frac{R}{r}=\frac{۳}{۲}$$

لذا گزینه ۳ صیح است.

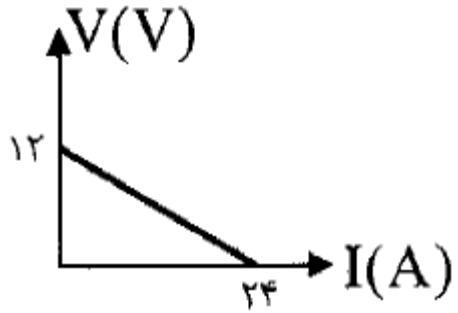
$$\begin{cases}\frac{R}{r}=?\\ Ra=۶۰\%=./۶=\frac{۶}{۱۰}\end{cases}$$

$$Ra=\frac{R}{R+r}\rightarrow\frac{۶}{۱۰}=\frac{R}{R+r}\rightarrow ۱۰R=۶R+۶r\rightarrow ۴R=۶r\rightarrow\frac{R}{r}=\frac{۳}{۲}$$

تقدیم به پدر عزیزم علی محمد و آرمین

تمرین:

نمودارتغییرات ولتاژنسبت به جریان برای یک مولدمطابق شکل است.نیروی محرکه ومقاومت درونی مولدچقدراست؟



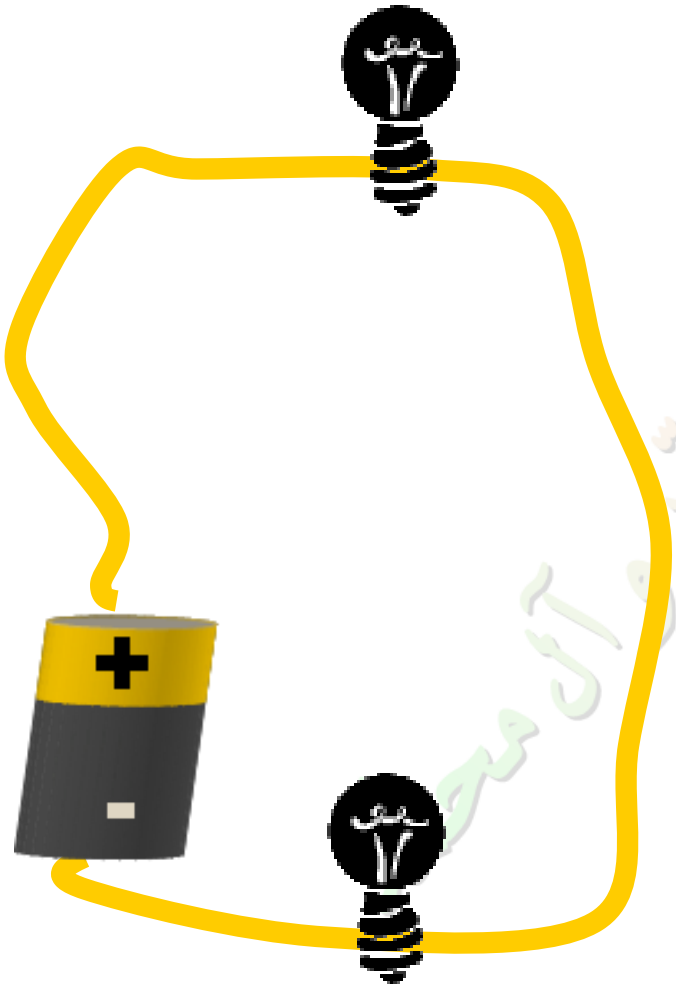
پاسخ

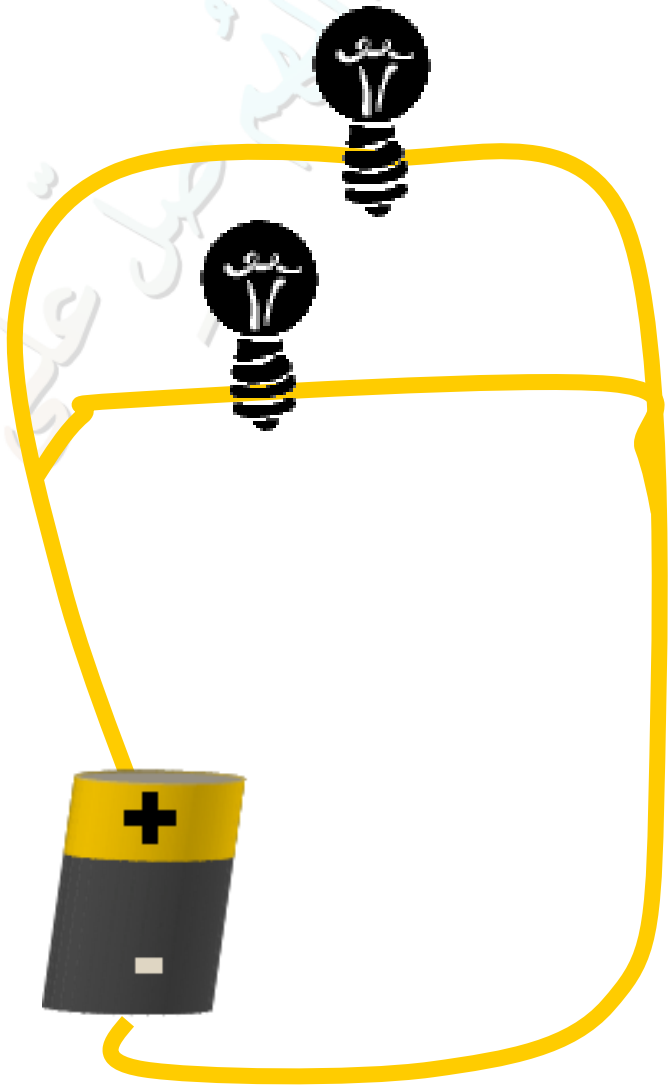
$\varepsilon = ۱۲v$

$r = ./۵\Omega$

موضوع : به هم بستن متوالی مقاومت ها

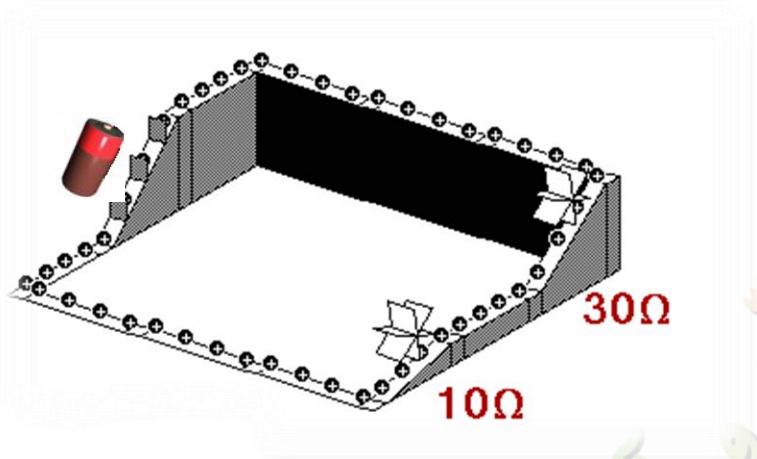
فرق این دومدار چیست؟

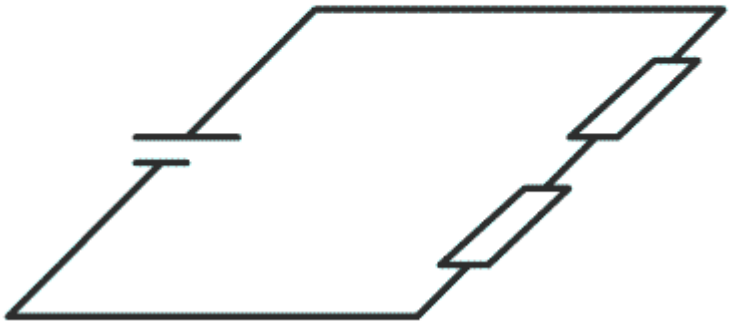




به هم بستن متوالی مقاومت‌ها

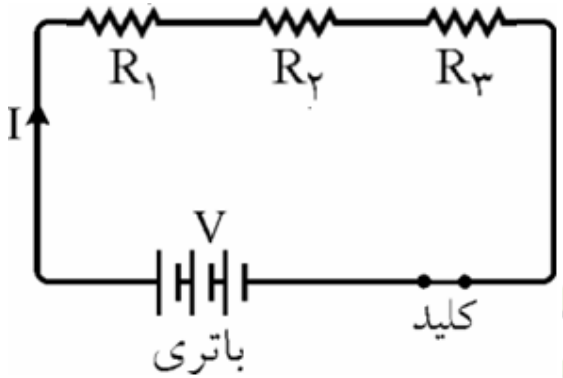
هرمقاومت با مقاومت بعدی دریک سرمشترک اند، این نوع اتصال مقاومتها که یکی پس ازدیگری است به طوری که هیچ انشعابی بین آنها وجودنداشته باشد،را به‌هم بستن متوالی می‌نامیم.



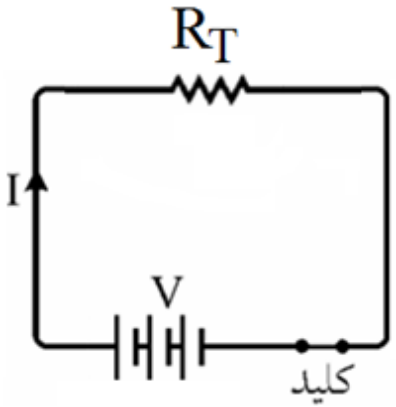


مقاومت معادل :

می توان یک مقاومت را جایگزین چند مقاومت دریک مدارکرد.که کارایی آن چند مقاومت در مدار را داشته باشد،به این مقاومت،مقاومت معادل می گوئیم.



می توان این گونه درنظرگرفت



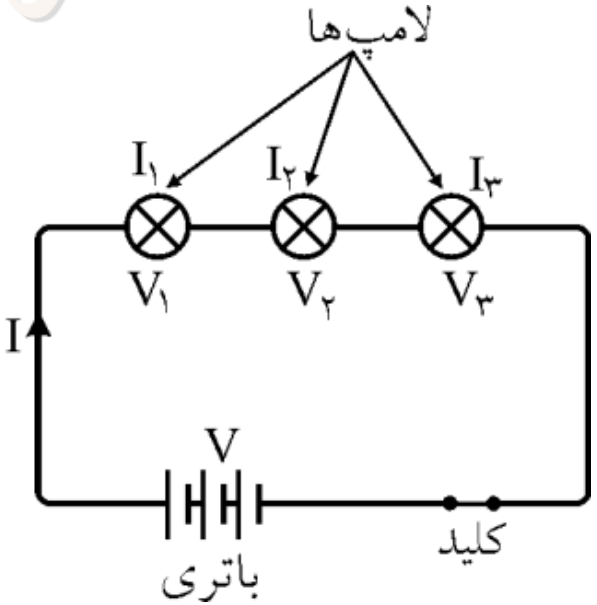
ویژگی های مدار متوالی:

۱ – فقط یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد

۲–اگریکی از لامپ ها بسوزد یا باز شود مدار قطع می شود.

۳ـ شدت جریان در تمام قسمت‌های مدار یکسان است .

$$I = I_۱ = I_۲ = I_۳$$



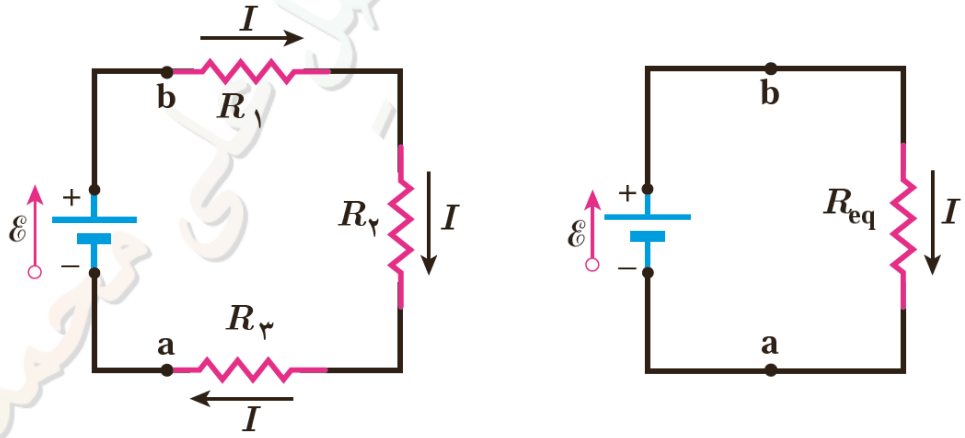
پیدا کردن اختلاف پتانسیل در مدار متوالی

قاعده حلقه:

از نقطه b شروع می کنیم درجهت ساعتگرد

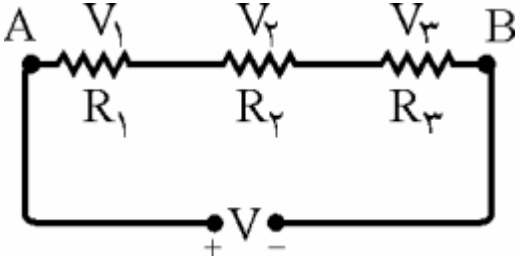
$$V_b - R_1 I - R_2 I - R_3 I + \varepsilon = V_b$$

$$\varepsilon = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$



۴ـ اختلاف پتانسیل دو نقطه ازمداربرابر است بامجموع جبری اختلاف پتانسیل‌های تمام اجزای موجودبین آن دونقطه .

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

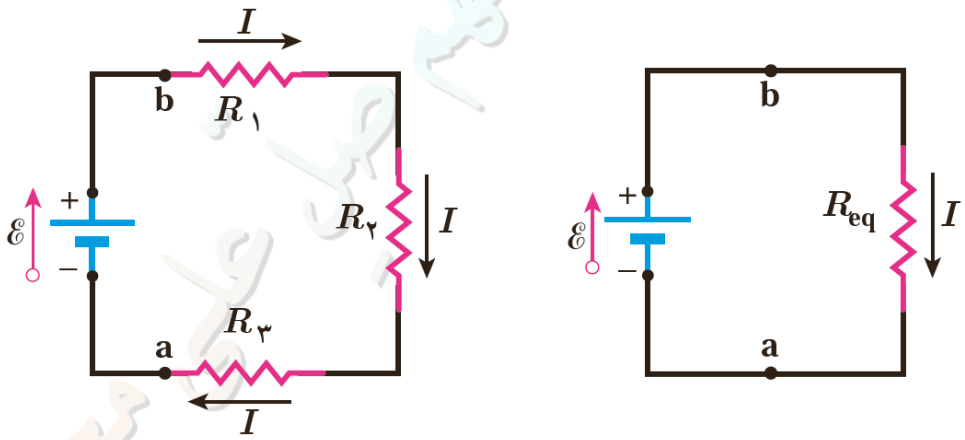


پیدا کردن مقاومت معادل در مدار متوالی

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$R_T I = R_1 I + R_2 I + R_2 I$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_2$$

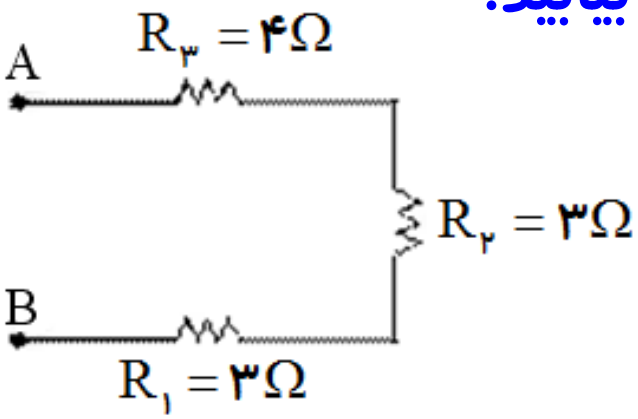


۵ـ مقاومت معادل بین دو نقطه دراین حالت از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

تمرین:

درمدارزیرمقاومت معادل بین دو نقطه A و B را بیابید.



راه حل :

بین A و B هیچ نقطه انشعاب وجود ندارد. پس تمامی مصرف کننده‌ها بین آنها سری می‌باشد

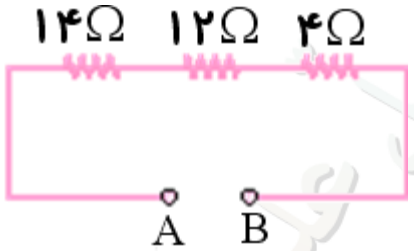
$$R_T = R_۱ + R_۲ + R_۳$$

$$R_T = ۳ + ۳ + ۴ = ۱۰\Omega$$

تمرین:

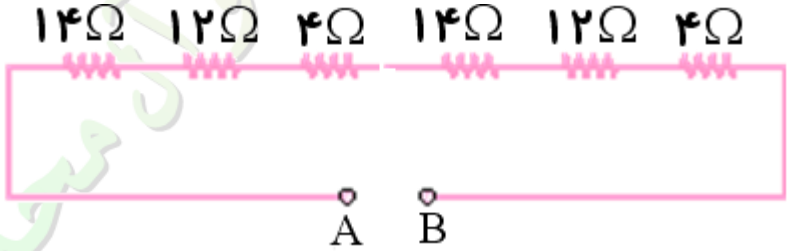
درمدارهای زیرمقاومت معادل بین دو نقطه A و B را بیابید.

پاسخ



$R_T = ۳۰\Omega$

$R_T = ۴R$

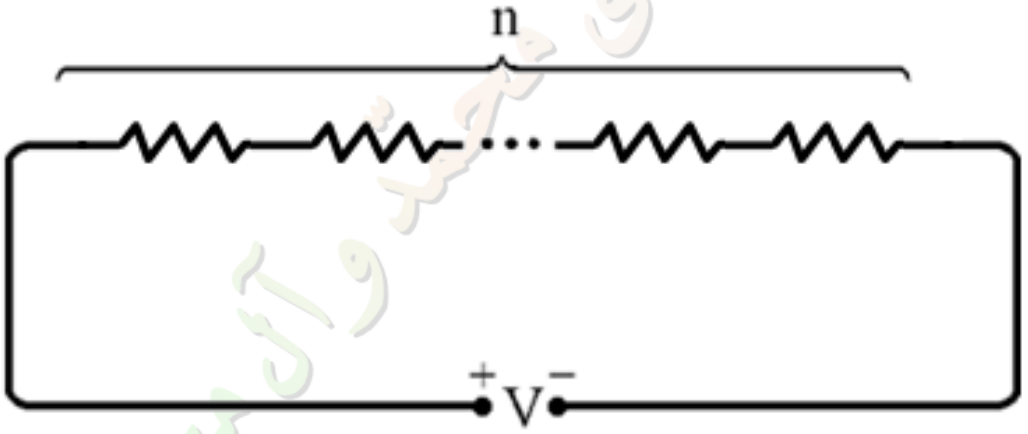


$R_T = ۶۰\Omega$

نکات مهم درمقاومت های متوالی:

۱-مقاومت معادل درمدارسری باید از تک تک مقاومت هابزرگتر باشد.

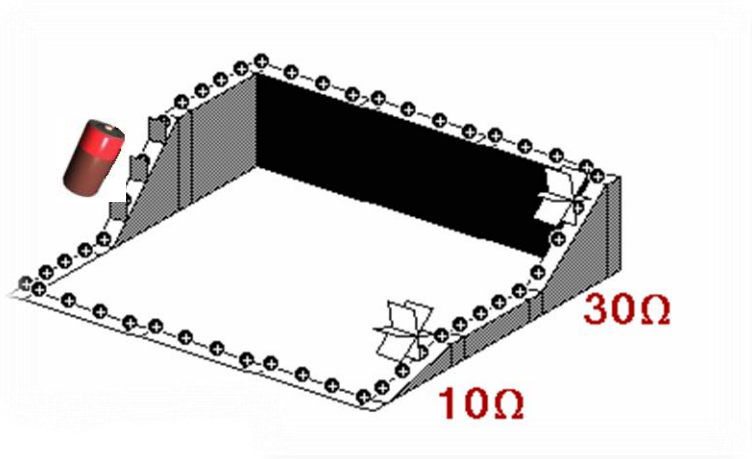
۲-اگرnمقاومت مشابه R_1رابه صورت سری بهم ببندیم آنگاه مقاومت معادل (کل) از رابطه زیر بدست می آید:



$$R_{کل} = nR_1$$

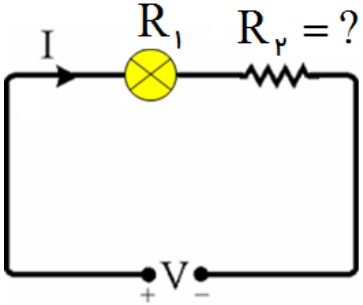
۳- هرمقاومتی که بزرگترباشد، اختلاف پتانسیل دو سرش نیز به همان نسبت بزرگتر است.

$$I_۲ = I_۱ \rightarrow \frac{V_۲}{R_۲} = \frac{V_۱}{R_۱} \rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{R_۲}{R_۱} \rightarrow V \propto R$$



تمرین :

می خواهیم یک لامپ ۲۰W و ۶۰v را با استفاده ازبرق شهر ۲۲۰v روشن کنیم. برای اینکه لامپ آسیب نبیندچه مقاومتی رابا این لامپ به طورمتوالی ببندیم.



پاسخ:

برای اینکه لامپ آسیب نبیند جریانی که باید از آن بگذرد محاسبه می شود چون مقاومت ها متوالی هستند جریان یکسانی در مدار خواهیم داشت.

$$\begin{cases} P_۱ = ۲۰w \\ V_۱ = ۶۰v \\ V_T = ۲۲۰v \\ R_۲ = ? \end{cases}$$

$$P = VI \rightarrow I = \frac{P}{V} \rightarrow I = \frac{۲۰}{۶۰} = \frac{۱}{۳}A$$

$$V_T = V_۱ + V_۲ \rightarrow ۲۲۰ = ۶۰ + V_۲ \rightarrow V_۲ = ۱۶۰v$$

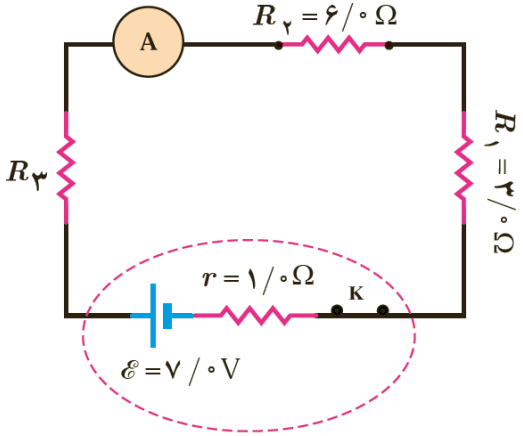
$$R_۲ = \frac{V_۲}{I_۲} = \frac{۱۶۰}{\frac{۱}{۳}} = ۴۸۰\Omega$$

تمرین ۲-۳

در شکل روبه رو، سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی به یک باتری وصل شده اندومقاومت آمپرسنج صفر است(آمپرسنج آرمانی)اگر مقاومت معادل مقاومت های R_1، R_2و R_3برابربا $13/0\Omega$ باشد:

الف)مقاومت R_3چقدر است؟ ب)جریانی را که آمپرسنج نشان می دهد به دست آورید.

پ) توان خروجی باتری چقدر است.



پاسخ:

الف) $R_T = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow 13 = 6 + 3 + R_3 \rightarrow R_3 = 4\Omega$

ب) $I = \dfrac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \dfrac{7}{13+1} \rightarrow I = 0/5A$

پ) $P_{مولد} = \varepsilon I - rI^2 = 7\times 0/5 - 1\times 0/5^2 = 3/25W$

$P_{مقاومت} = RI^2$

$P_1 = 3\times 0/5^2 = 0/75W$

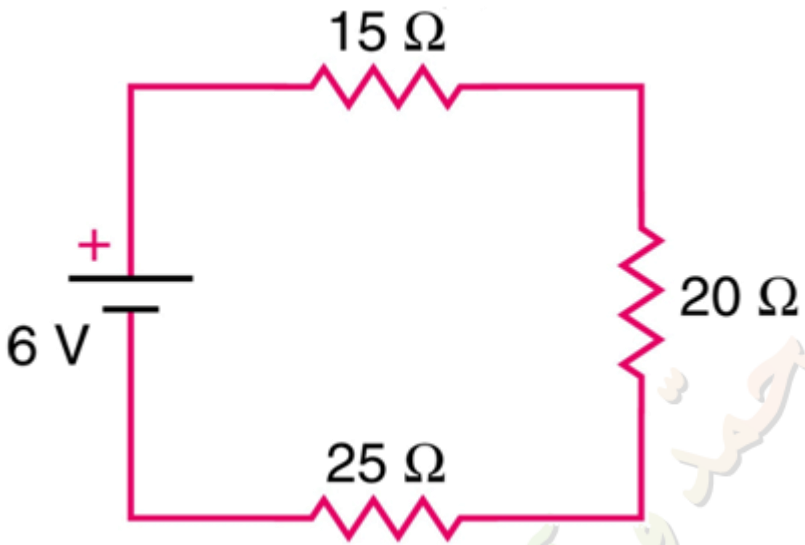
$P_2 = 6\times 0/5^2 = 1/5W$

$P_3 = 4\times 0/5^2 = 1W$

$0/75 + 1/5 + 1 = 3/25W \rightarrow P_{مولد} = P_1 + P_2 + P_3$

تمرین:

درمدارشکل زیر اختلاف پتانسیل دوسرمقاومت ۲۵Ω را بیابید.



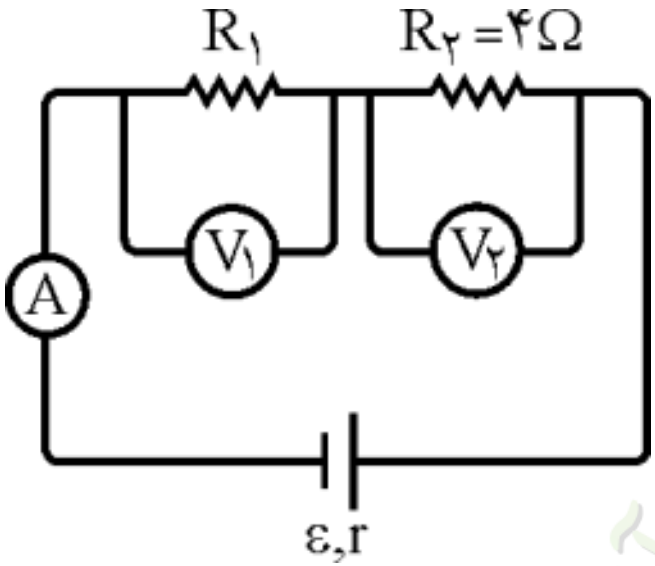
پاسخ

$V_{۲۵} = ۲/۵v$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین:

درمدار شکل زیر، ولت‌سنج V_1، ۳ولت وآمپرسنج ۰/۵ آمپر را نشان می‌دهد. الف) مقاومت رسانای R_1چند اهم است؟ ب)ولت‌سنج V_2چند ولت را نشان می‌دهد؟



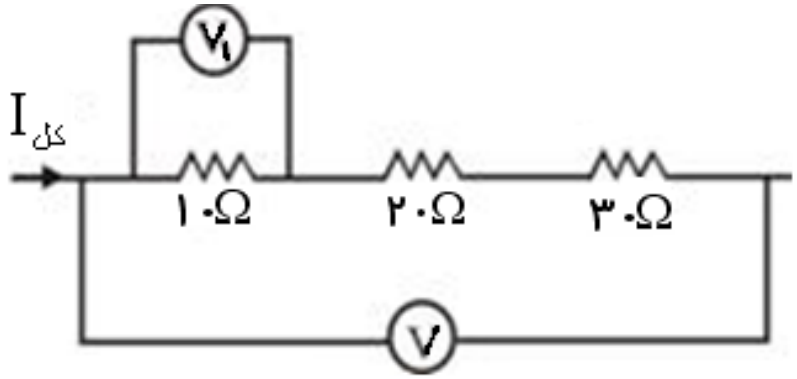
پاسخ

$R_1 = ۶\Omega$

$V_2 = ۲v$

تست:

درشکل زیرولت سنج V_1مقدار ۱۰ ولت را نشان می‌دهد.ولت سنج V چه عددی را نشان می‌دهد ؟



۱) ۱۰۰ V

۲) ۶۰ V

۳) ۴۰ V

۴) ۸۰ V

راه حل :

$$\begin{cases} V_1 = 10\,v \\ R_1 = 10\,\Omega \end{cases} \rightarrow I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{10}{10} = 1A$$

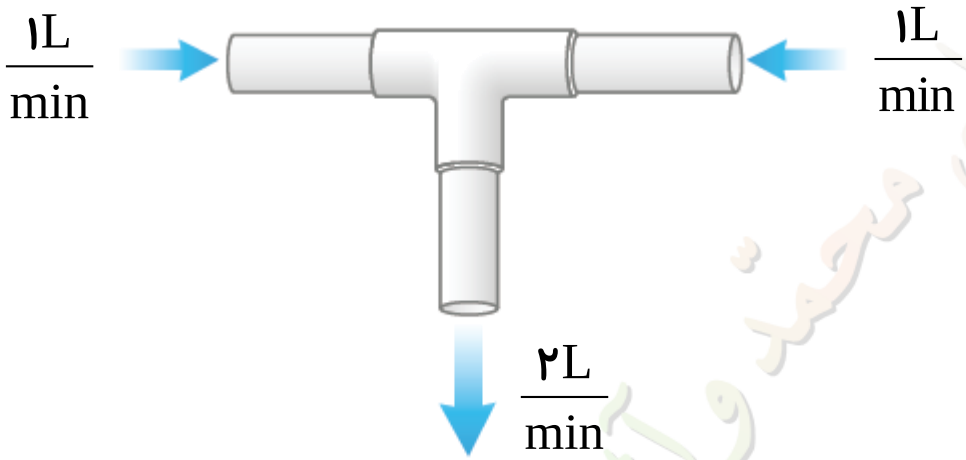
چون ۳ مقاومت سری اند :

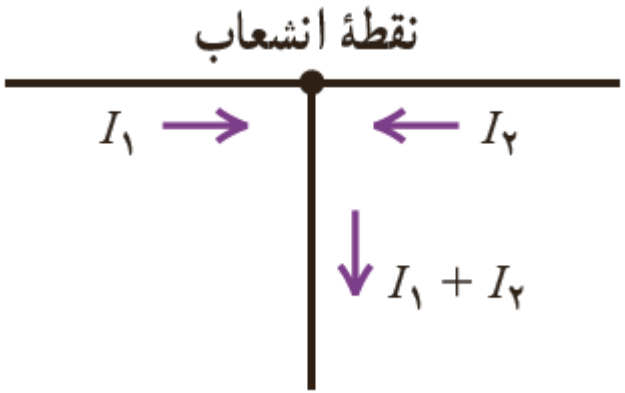
$$I_{کل} = I_1 = I_2 = I_3 = 1A \rightarrow V_{کل} = R_{کل} I_{کل} \rightarrow V_{کل} = 60 \times 1 = 60v$$

لذا گزینه ۲ صحیح است.

قاعده انشعاب یا گره:

مجموع جریان هایی که به هر نقطهٔ انشعاب وارد می شودباید برابربا مجموع جریان هایی باشد که از آن نقطهٔ انشعاب خارج می شود.





اگر یک لیتر آب در هر دقیقه ازسمت چپ، و یک لیتر آب درهر دقیقه از سمت راست وارد اتصال شود، واضح است که آب خارج شده در هر دقیقه برابر با ۲ لیتر است.

پرسش:

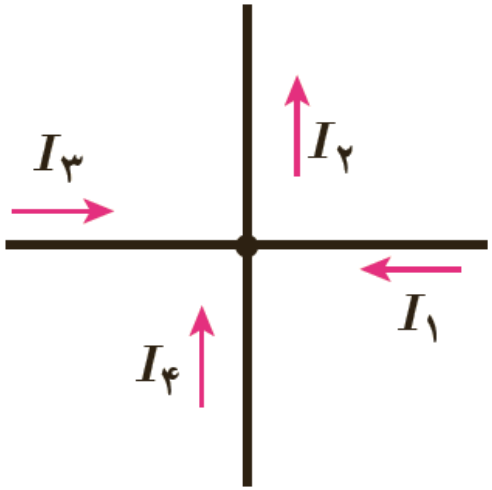
قاعدهٔ انشعاب را با توجه به پایستگی بار الکتریکی شرح دهید.

پاسخ:

هیچ باری نمی تواندد‌ریک نقطهٔ انشعاب جمع گردد و بنابراین مجموع بار وارد شده به هر انشعاب در واحدزمان باید برابر با مجموع بار خارج شده ازآن انشعاب درواحدزمان باشد

پرسش ۲-۳

برای نقطهٔ انشعاب نشان داده شده در شکل، رابطهٔ بین جریان ها را بنویسید.



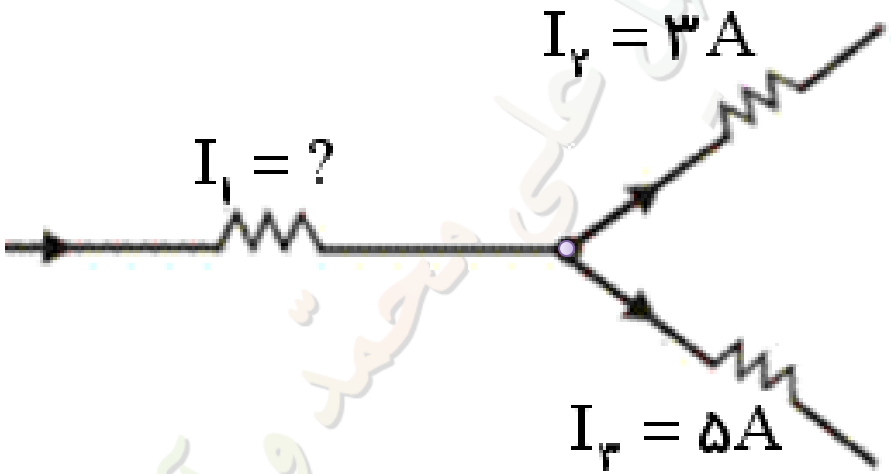
پاسخ:

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.

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2$$

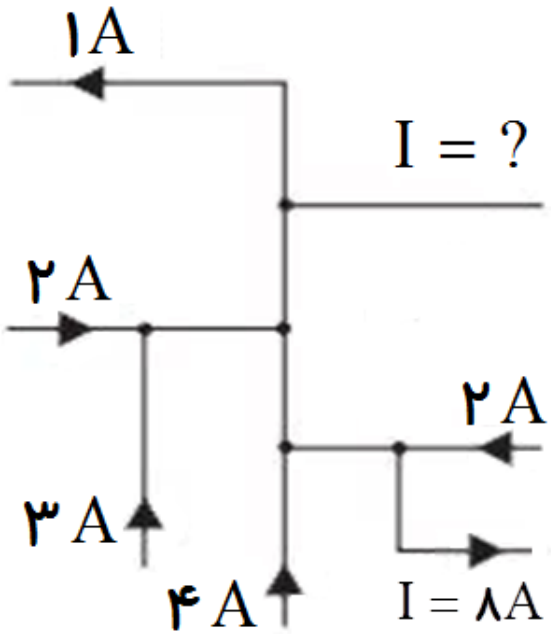
تمرین:

در مدار شکل زیر مقادیر شدت جریان مجهول را بیابید.



تمرین:

شکل روبه رو بخشی از یک مدار را نشان می دهد. بزرگی و جهت جریان Iدر سیم پایین سمت راست چیست؟

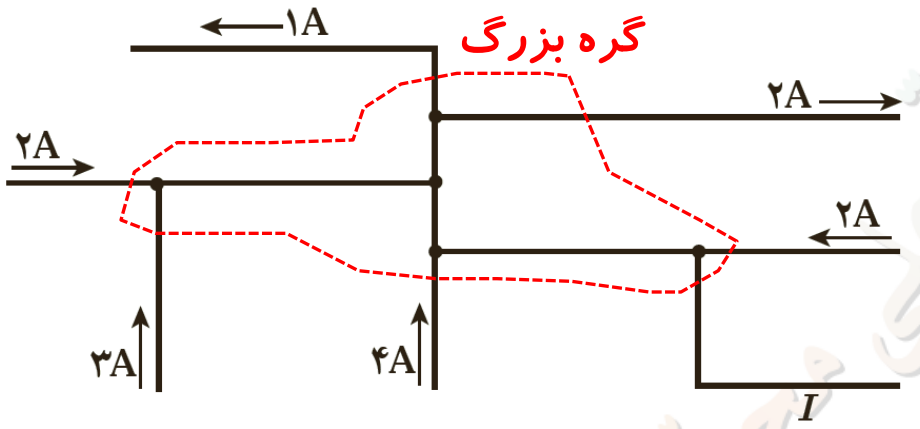


پاسخ

$I = ۲A$

پرسش ها و مسئله های فصل ۲:

۲۳-شکل زیر بخشی از یک مدار را نشان می دهد. بزرگی وجهت جریان Iدر سیم پایین سمت راست چیست؟



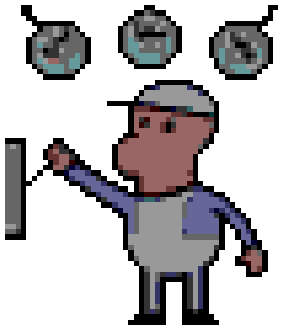
پاسخ:

جریان **ورودی** به گره را با علامت **مثبت** وجریان **خروجی** ازگره را با علامت **منفی** در نظر می گیریم جواب جریان I اگر مثبت بود ورودی به گره بوده واگر منفی بدست آمد خروجی ازگره خواهد بود.

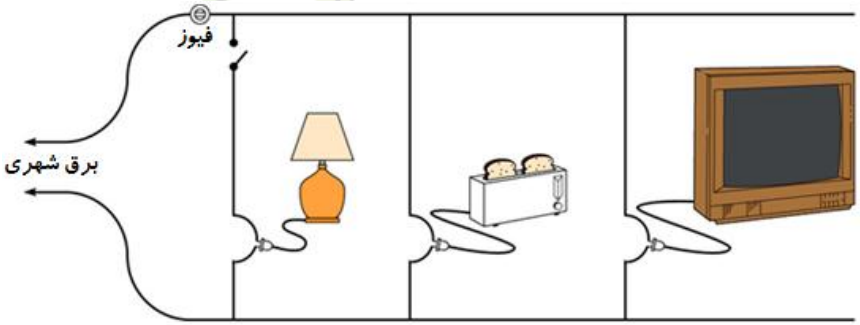
$$(+۳)+(+۲)+(+۴)+(+۲)+(-۱)+(-۲)+I=۰$$

$$۱۱-۳+I=۰$$

$$I=-۸A$$ جهت جریان به سمت راست می باشد.



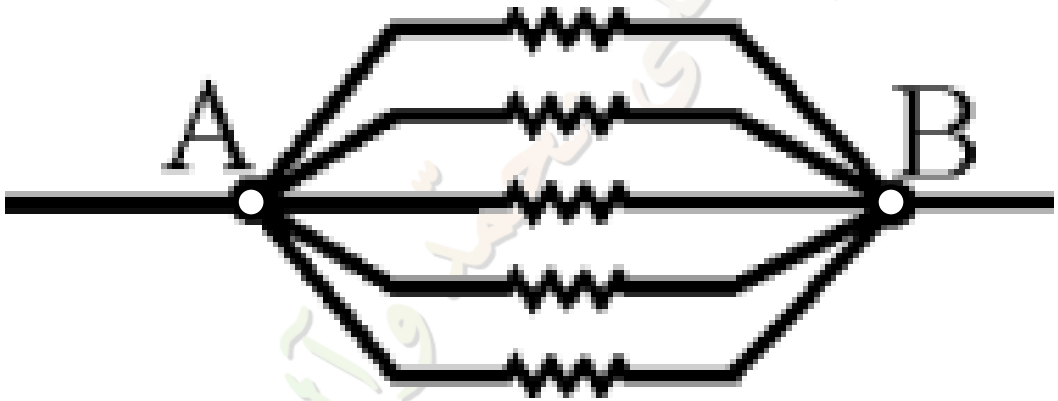
بهم بستن مداردربرق کشی منزل چگونه است؟

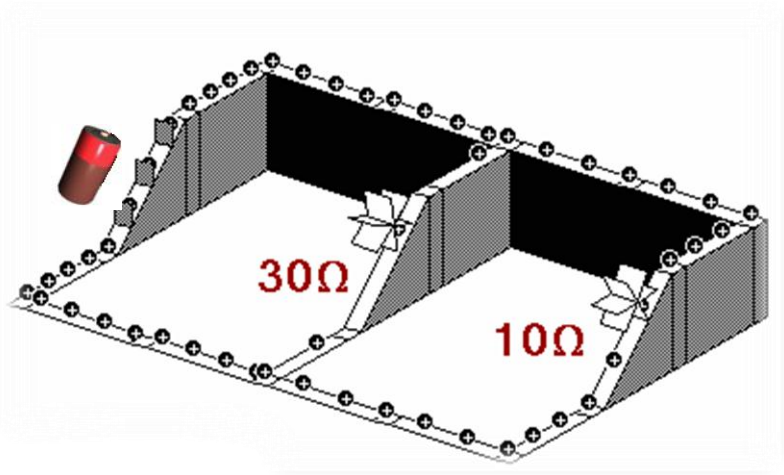


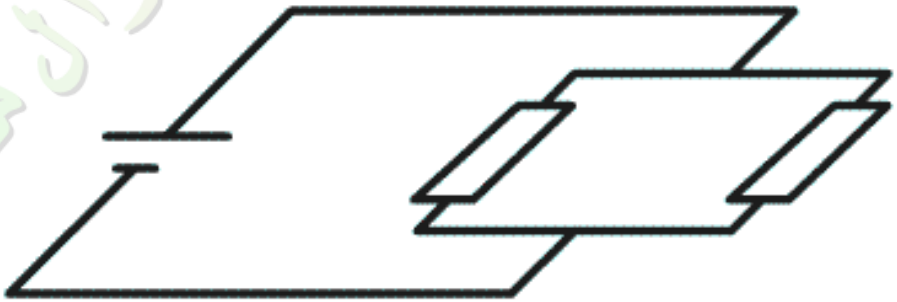
به هم بستن موازی مقاومت ها

به هم بستن موازی مقاومت‌ها

دو سر تمام مقاومت‌های موازی ..... به دو نقطه یکسان متصل ..... است.





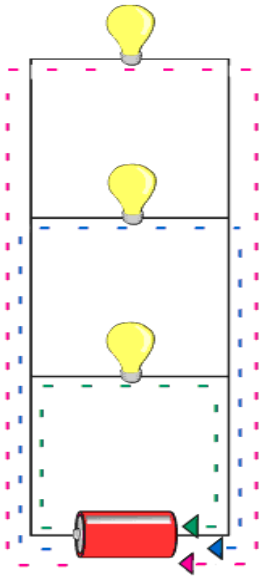


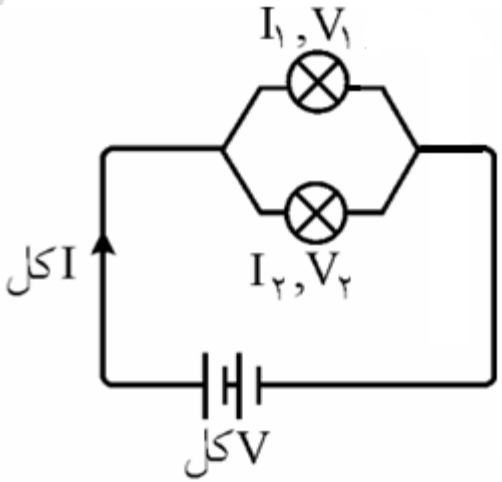
اللهم صل علی محمد و آل محمد

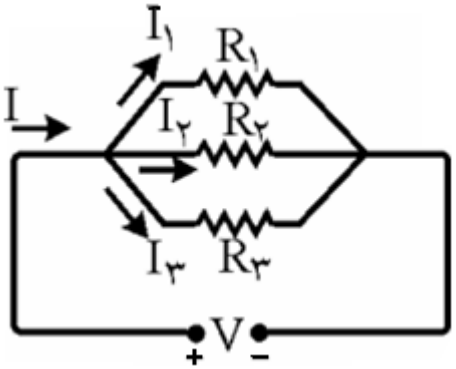
ویژگی های مدارموازی:

۱-بیش از یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد .

۲-اگریکی ازوسیله ها بسوزدیا باز شودجریان بقیهٔ شاخه ها قطع نمی شود .







۳ـ اختلاف پتانسیل تمام اجزای مداریکسان است .

$$V = V_۱ = V_۲ = V_۳$$

۴ـ شدت جریان کل برابربامجموع شدت جریانی که ازهرشاخه عبورمیکند

$$I = I_۱ + I_۲ + I_۳$$

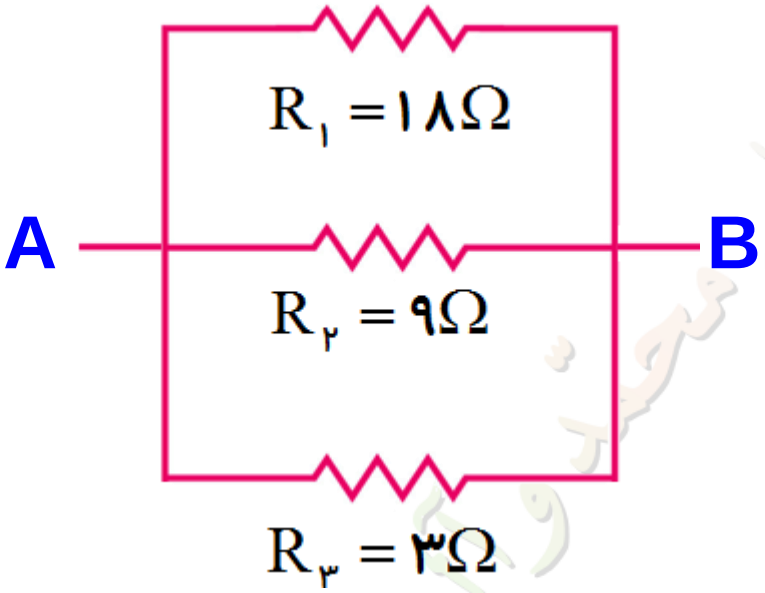
۵ـ مقاومت معادل بین دو نقطه دراین حالت از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_۱} + \frac{V}{R_۲} + \frac{V}{R_۳} \Rightarrow \frac{۱}{R_T} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳}$$

تمرین:

درمدار زیرمقاومت معادل بین دو نقطه A و B را بیابید.

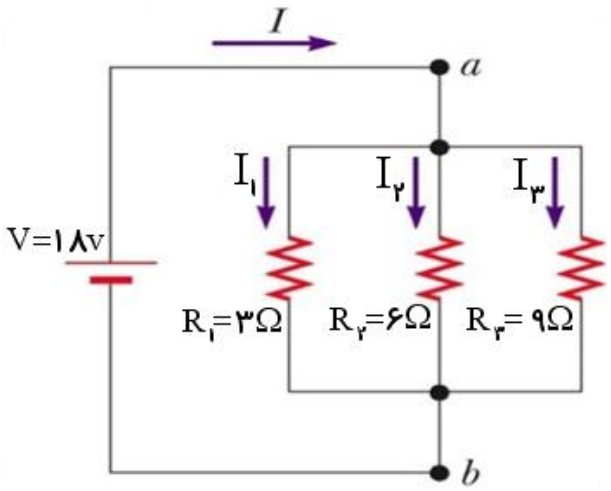
پاسخ



$$R_T = ۲\Omega$$

تمرین:

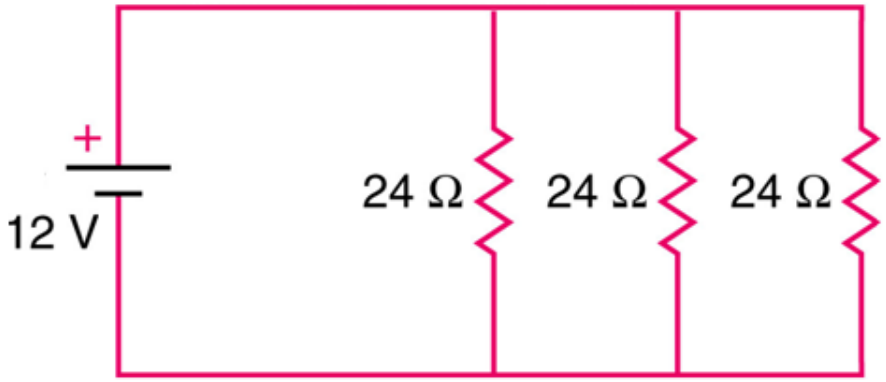
چه جریانی ازهر جزء مدار می گذرد ؟



$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = ۱۸v \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} \begin{cases} I_۱ = \frac{۱۸}{۳} = ۶A \\ I_۲ = \frac{۱۸}{۶} = ۳A \\ I_۳ = \frac{۱۸}{۹} = ۲A \end{cases}$$

تمرین:

درمدارشکل زیرجریان عبوری ازمقاومت ۲۴Ω را بیابید.



پاسخ

$$I_1 = I_2 = I_3 = ./۵A$$

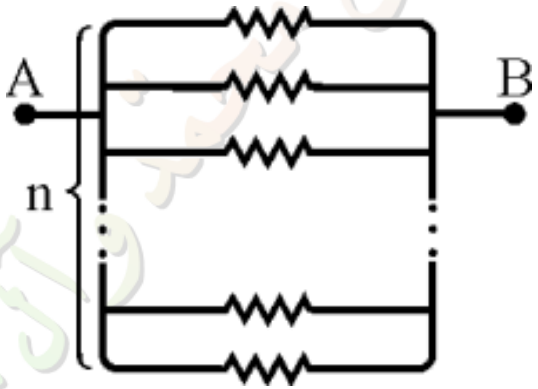
اللهم صل علی محمد و آل محمد

نکات مهم درمقاومت های موازی:

۱- مقاومت معادل درمدار موازی بایدازتک تک مقاومتها کوچکتر باشد.

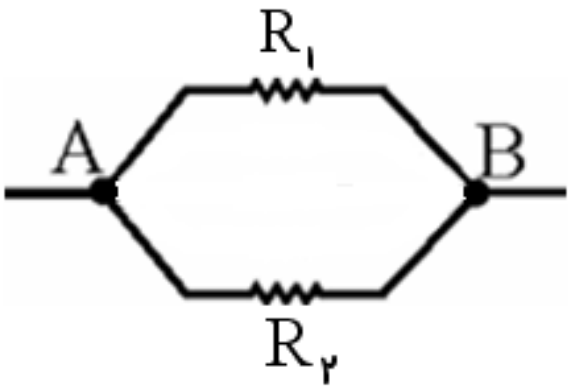
۲- اگر n مقاومت مشابه R_1 را به صورت موازی به هم ببندیم آنگاه مقاومت معادل از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$R_{کل} = \frac{R_1}{n}$$



$$\frac{1}{R_T} = \overbrace{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \cdots + \frac{1}{R}}^{n} \Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{n}{R} \Rightarrow R_T = \frac{R}{n}$$

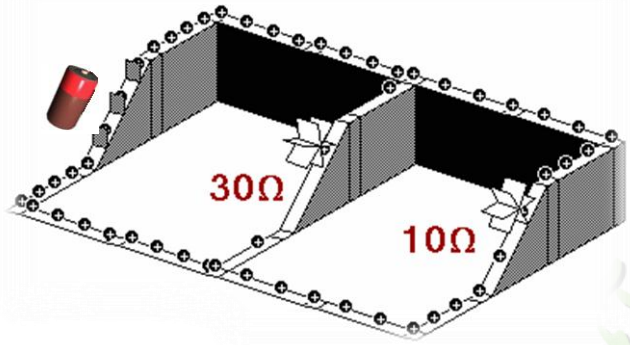
۳- اگر دو مقاومت R_1 و R_2 به صورت موازی به هم بسته شده باشند مقاومت معادل آنها به صورت زیر نیز بدست می آید :

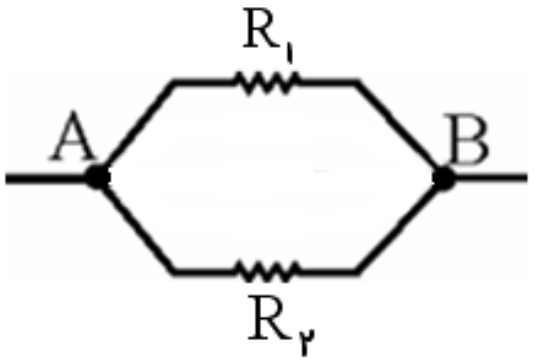


$$R_{کل} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

۴- در مقاومتهای موازی، هر مقاومت، رابطه عکس با جریان عبوری از آن دارد.

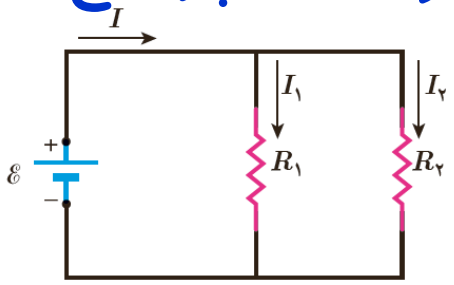
$$V_1 = V_2 \rightarrow I_1R_1 = I_2R_2 \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2} \rightarrow R \propto \frac{1}{I} \text{ یا } I \propto \frac{1}{R}$$



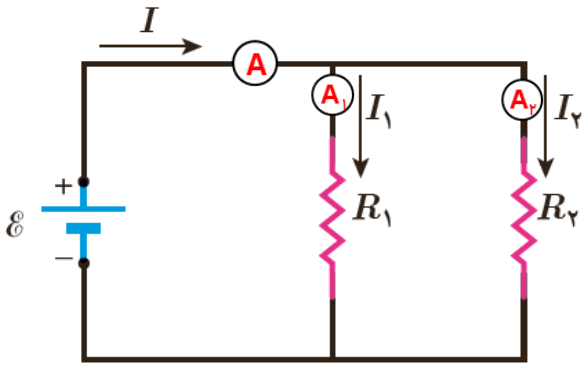


فعالیت ۲- ۶

مداری مانند مدار مثال ۲-۸(در شکل رو به رو، یک باتری آرمانی اختلاف پتانسیل $\mathcal{E}=۱۲V$ را به دوسرمقاومت های $R_۱=۴\Omega$ و $R_۲=۶\Omega$ اعمال می کند) ببندید و در هر شاخهٔ آن، یک آمپرسنج قرار دهید. با خواندن آمپرسنج ها، رابطهٔ بین جریان ها را بررسی کنید.



پاسخ:



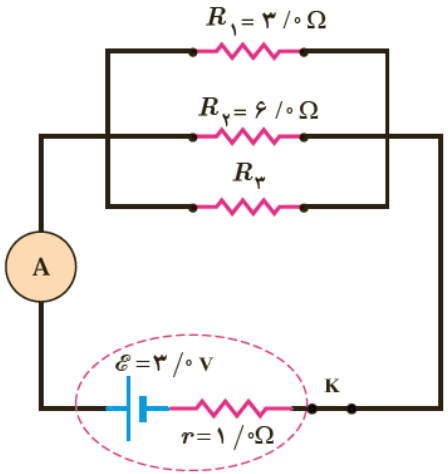
$$R=\frac{V}{I} \rightarrow I=\frac{V}{R}\begin{cases} I_۱=\frac{۱۲}{۴}=۳A & \text{آمپرسنج اول} \\ I_۲=\frac{۱۲}{۶}=۲A & \text{آمپرسنج دوم} \end{cases} \rightarrow I_۱+I_۲=۵A$$

$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۴} \rightarrow \frac{۱}{R_T}=\frac{۲+۳}{۱۲} \rightarrow R_T=۲/۴\Omega$$

$$I_T=\frac{V}{R_T} \rightarrow I_T=\frac{۱۲}{۲/۴} \rightarrow I_T=۵A \quad \text{آمپرسنج اصلی}$$

تمرین ۲-۶

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 چقدراست؟
ب)جریانی که آمپرسنج نشان می دهد را به دست آورید.



پاسخ:

الف)

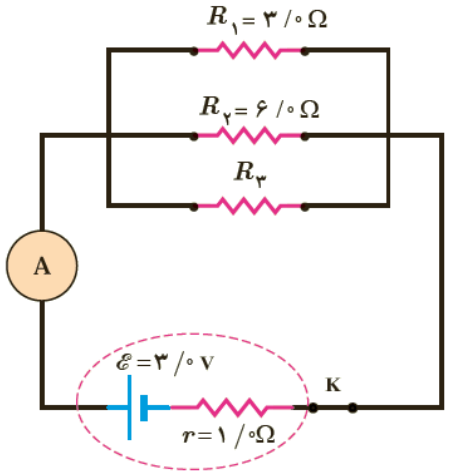
$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R_۳} \rightarrow \frac{۱}{۱۶}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R_۳} \rightarrow \frac{۱}{R_۳}=\frac{۵}{۸}-\frac{۴}{۸} \rightarrow R_۳=۸\Omega$$

ب)

$$I=\frac{\varepsilon}{R_T+r} \rightarrow I=\frac{۳}{۱/۶+۱} \rightarrow I=۱/۱۵A$$

تمرین ۲-۶

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 $۱/۶\Omega$ باشد، پ) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان های مصرفی مقاومت های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ برابر است.



پاسخ:

پ)

$$V = \varepsilon - rI = ۳ - ۱\times ۱/۱۵ = ۱/۸۵V$$

$$\begin{cases} I_۱ = \dfrac{V_۱}{R_۱} = \dfrac{۱/۸۵}{۳} \approx ./۶۲A \\ I_۲ = \dfrac{V_۲}{R_۲} = \dfrac{۱/۸۵}{۶} \approx ./۳A \\ I_۳ = \dfrac{V_۳}{R_۳} = \dfrac{۱/۸۵}{۸} \approx ./۲۳A \end{cases}$$

$$P_{مولد} = \varepsilon I - rI^۲ = ۳\times ۱/۱۵ - ۱\times ۱/۱۵^۲ \approx ۲/۱۳W$$

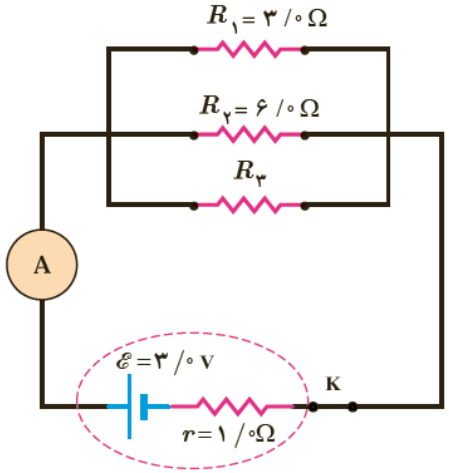
$$P_{مقاومت} = RI^۲ \begin{cases} P_۱ = ۳\times ./۶۲^۲ = ۱/۱۵W \\ P_۲ = ۶\times ./۳^۲ = ./۵۴W \\ P_۳ = ۸\times ./۲۳^۲ \approx ./۴۲W \end{cases}$$

$$۱/۱۵ + ./۵۴ + ./۴۲ = ۲/۱۱W \Rightarrow P_{مولد} = P_۱ + P_۲ + P_۳$$

علت بوجودآمدن اختلاف ناچیز، گرد کردن اعداد اعشاری است.

تمرین ۲-۶

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 ۱/۶Ω باشد، الف) مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریانی که آمپرسنج نشان می دهد را به دست آورید. پ) توان خروجی باتری چقدر است؟



پاسخ:

الف)

$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{R_1}+\frac{۱}{R_2}+\frac{۱}{R_3} \rightarrow \frac{۱۰}{۱۶}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R_3} \rightarrow \frac{۱۰}{۱۶}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{R_3} \rightarrow \frac{۱}{R_3}=\frac{۵}{۸}-\frac{۴}{۸} \rightarrow R_3=۸\Omega$$

ب)

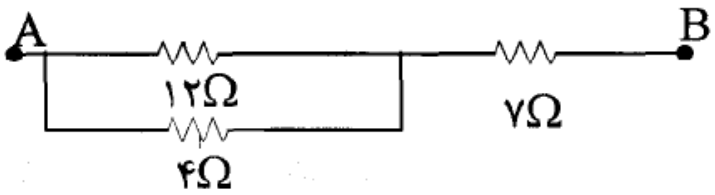
$$I=\frac{\varepsilon}{R_T+r} \rightarrow I=\frac{۳}{۱/۶+۱} \rightarrow I=۱/۱۵A$$

پ)

$$P=\varepsilon I-rI^2=۳\times۱/۱۵-۱\times۱/۱۵^2\approx۱۲/۳w$$

تمرین:

درشکل زیر،مقاومت معادل بین دونقطهٔAوB راحساب کنید.



پاسخ

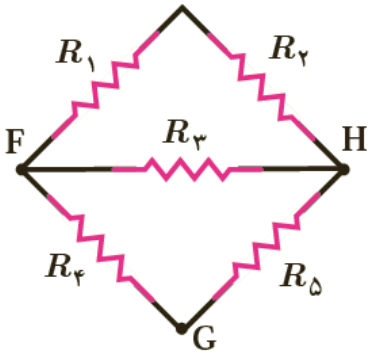
$R_T = ۱۰\Omega$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین ۲-۷

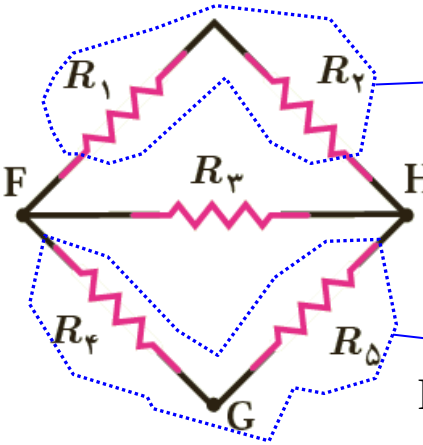
شکل روبه رو پنج مقاومت۸ اهمی را نشان می دهد.

الف)مقاومت معادل بین نقطه های F و Hچقدر است؟



پاسخ:

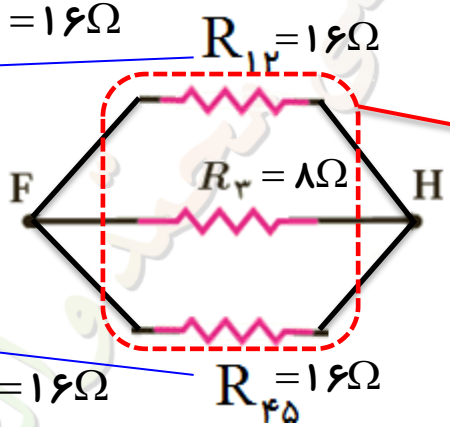
متوالیند



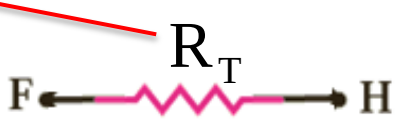
متوالیند

$R_{۱۲} = ۸ + ۸ = ۱۶\Omega$

$R_{۴۵} = ۸ + ۸ = ۱۶\Omega$

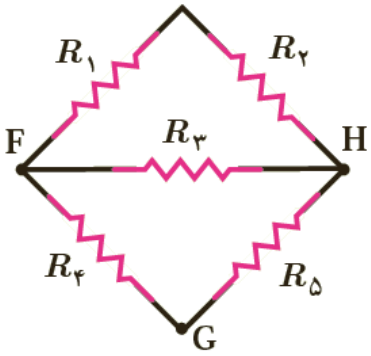


موازیند



$$\frac{۱}{R_T} = \frac{۱}{۱۶} + \frac{۱}{۱۶} + \frac{۱}{۸} = \frac{۲}{۱۶} + \frac{۱}{۸} = \frac{۲}{۸} \Rightarrow R_T = ۴\Omega$$

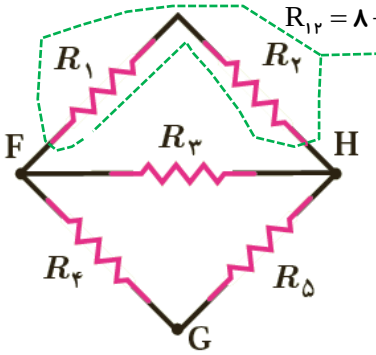
تمرین ۲-۷



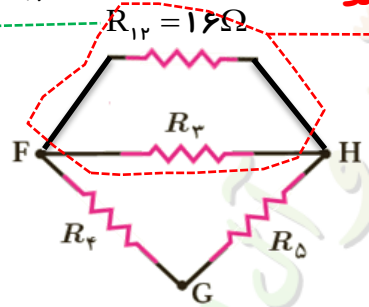
شکل روبه رو پنج مقاومت۸ اهمی را نشان می دهد.
ب)مقاومت معادل بین نقطه های F و Gچقدر است؟

پاسخ:

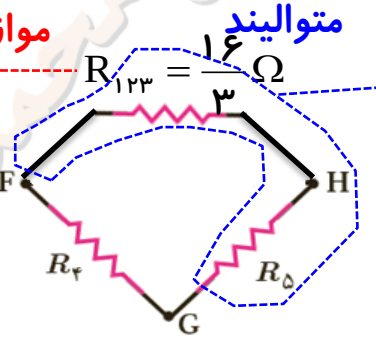
متوالیند



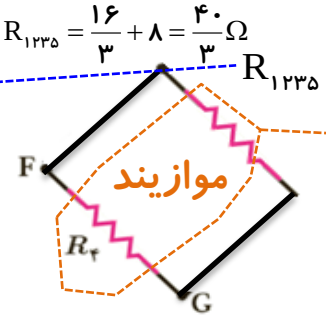
$R_{۱۲} = ۸ + ۸ = ۱۶\Omega$



موازیند



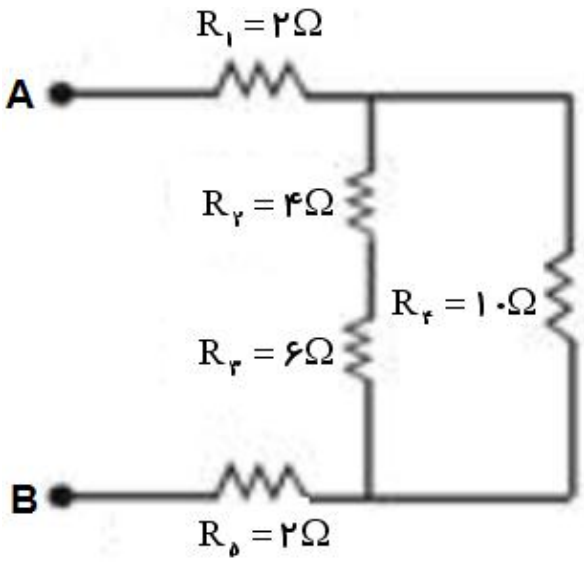
$\frac{۱}{R_{۱۲۳}} = \frac{۱}{۱۶} + \frac{۱}{۸} \Rightarrow R_{۱۲۳} = \frac{۱۶}{۳}\Omega$



$\frac{۱}{R_T} = \frac{۱}{۸} + \frac{۳}{۴۰} \Rightarrow R_T = ۵\Omega$

تمرین:

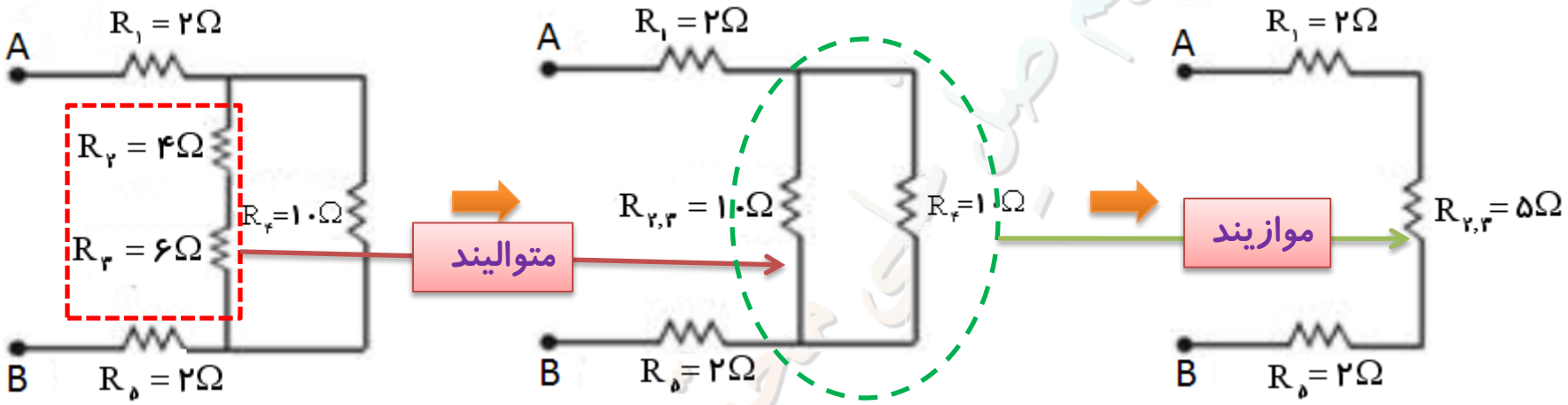
درمدار شکل زیر مقاومت معادل بین A و B را بیابید.

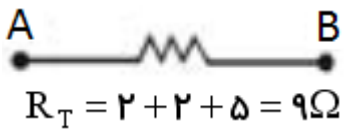


پاسخ

$$R_T = ۹\Omega$$

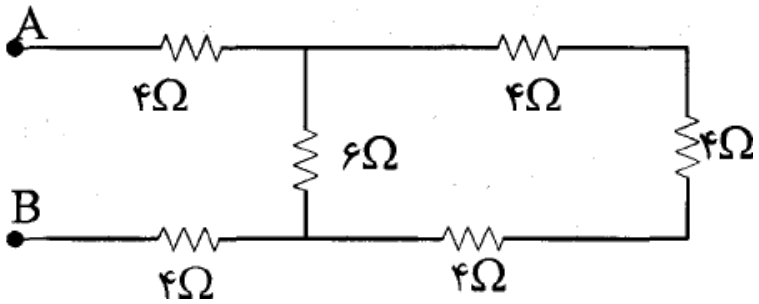
پاسخ:


A
$R_1 = ۲\Omega$
$R_2 = ۴\Omega$
$R_3 = ۶\Omega$
$R_4 = ۱۰\Omega$
$R_5 = ۲\Omega$
B
متوالیند
$R_{2,3} = ۱۰\Omega$
موازیند
$R_{2,3} = ۵\Omega$


A
B
$R_T = ۲ + ۲ + ۵ = ۹\Omega$

تمرین:

در شکل زیر،مقاومت معادل بین دونقطهٔAوB راحساب کنید.



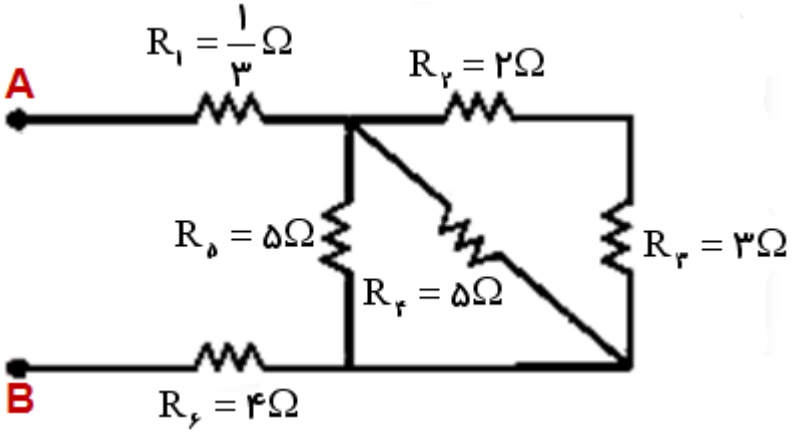
پاسخ

$R_T = ۱۲\Omega$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین:

درشکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B را به‌دست آورید .

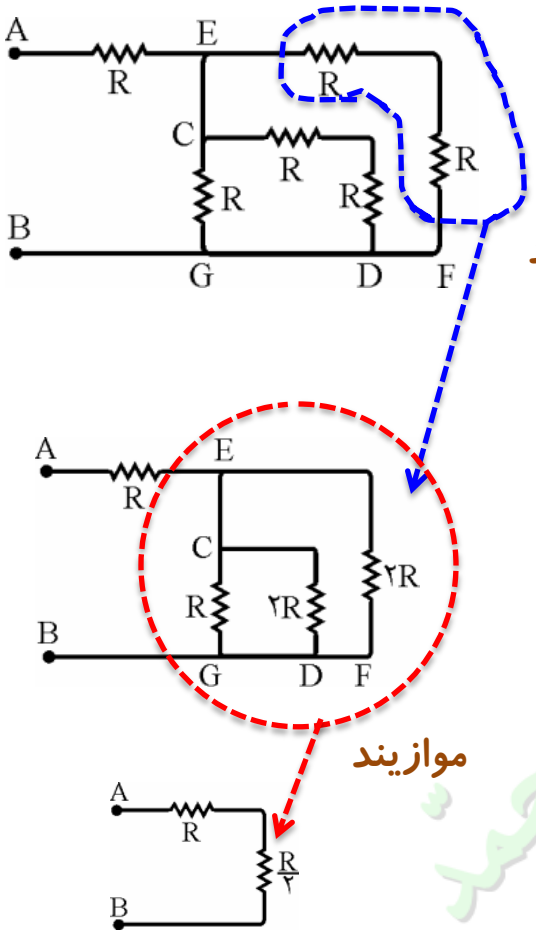


پاسخ

$$R_T = 6\Omega$$

تمرین:

درشکل زیر،مقاومت معادل بین دونقطه‌یA وBرا به‌دست آورید .



پاسخ:

$$\frac{۱}{R_{EG}}=\frac{۱}{۲R}+\frac{۱}{۲R}+\frac{۱}{R}$$

$$\frac{۱}{R_{EG}}=\frac{۱+۱+۲}{۲R}$$

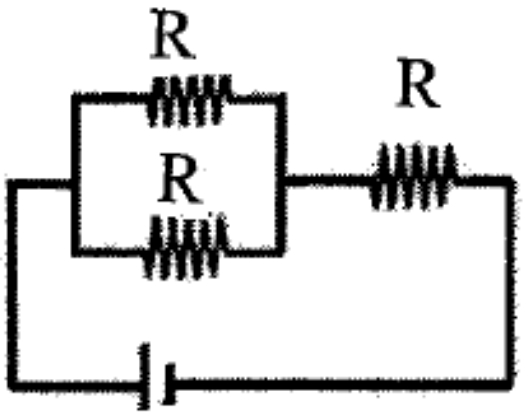
$$R_{EG}=\frac{R}{۲}$$

$$R_T=R+\frac{R}{۲}=\frac{۳R}{۲}$$

$$R_T=\frac{۳}{۲}R$$

تمرین:

سه مقاومت مشابه مانند شکل به هم بسته شده اند.اگر مقاومت معادل $\frac{۹}{۲}\Omega$ باشد.هرمقاومت چند اهم است؟



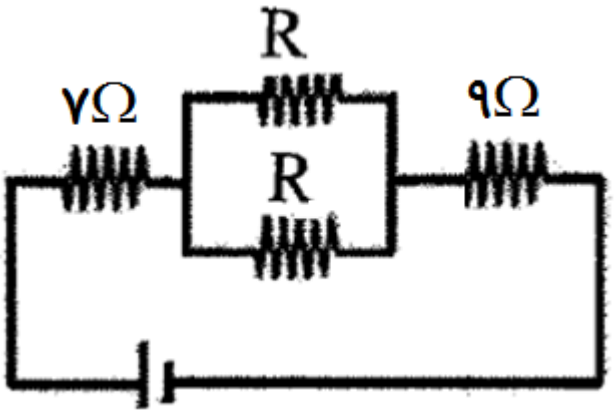
پاسخ

$R = ۳\Omega$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین:

دو مقاومت مشابه مانند شکل به هم بسته شده اند.اگر مقاومت معادل ۲۰Ω باشد.هرمقاومت چند اهم است؟

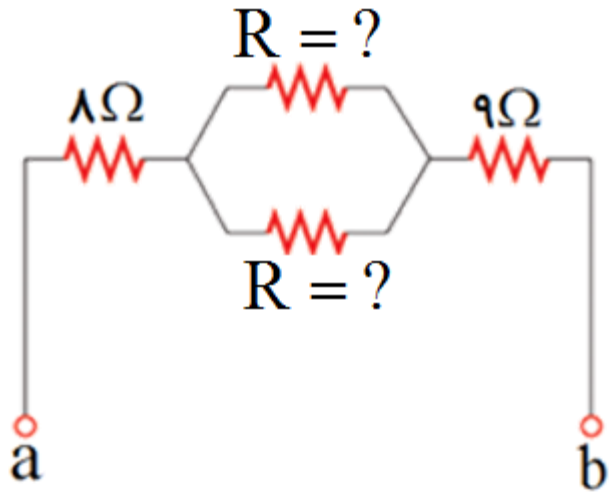


پاسخ

$R = ۸\Omega$

تمرین:

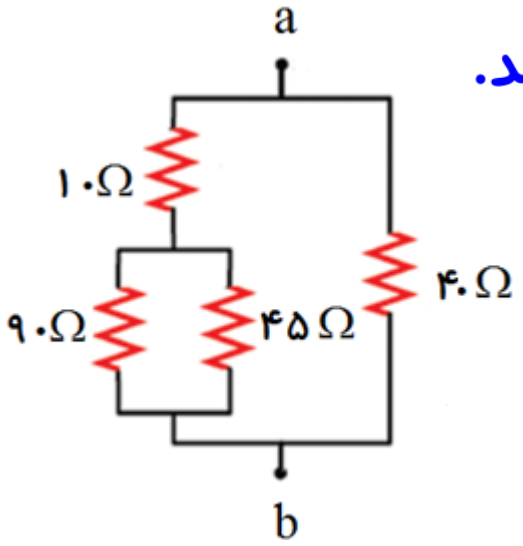
درمدارشکل زیرمقاومت معادل بین a و b برابر۲۷Ωمی باشد مقاومت های مجهول راپیدا کنید.(دومقاومت مشابه اند)



پاسخ

$R_1 = R_2 = ۲۰\Omega$

تمرین:



درمدارهای شکل زیر مقاومت معادل بین a و b را بیابید.

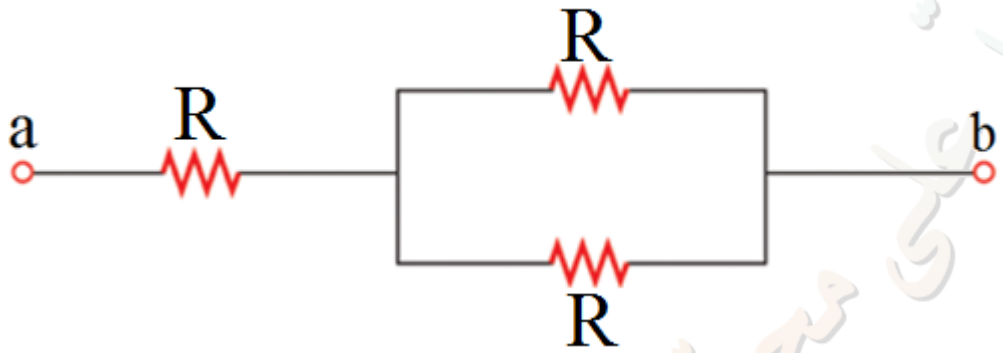
پاسخ

$R_T = ۲۰\Omega$

اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین:

درمدارشکل زیرمقاومت معادل بین a و b برابر ۱۵۰Ω می باشد مقاومت های مجهول راپیدا کنید.(سه مقاومت مشابه اند)

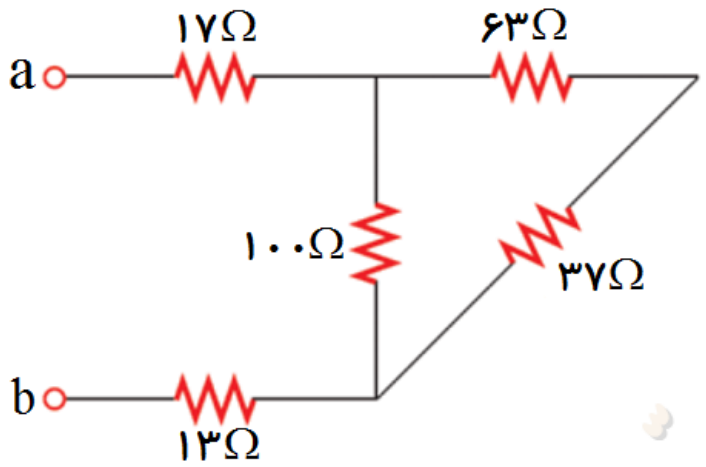


پاسخ

$$R_1 = R_2 = R_3 = ۱۰۰\Omega$$

تمرین:

درمدارهای شکل زیر مقاومت معادل بین a و b را بیابید.



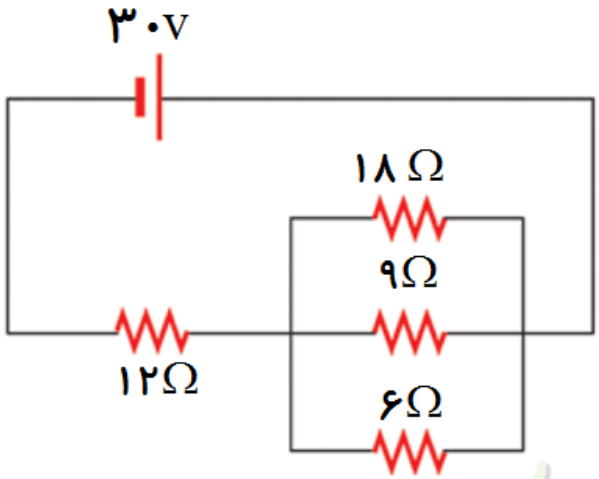
پاسخ

$R'_T = ۸۰\Omega$

تمرین:

الف) مقاومت معادل رادرمدار شکل زیر به دست آورید.

ب) جریانی که ازمقاومت ۱۲ اهمی می گذرد،چقدراست؟



پاسخ

$R_T = ۱۵\Omega$

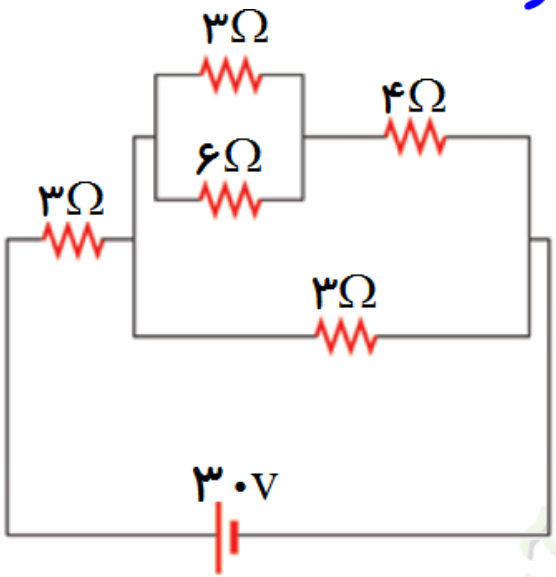
$I = ۲A$

ایمیل: جلیل علی محمد و آل محمد

تمرین:

الف) مقاومت معادل رادرمدار شکل زیر به دست آورید.

ب) جریانی که ازمقاومت ۶ اهمی می گذرد،چقدراست؟



پاسخ

$$R_T = ۵\Omega$$

$$I_۱ = \frac{۲}{۳}A$$

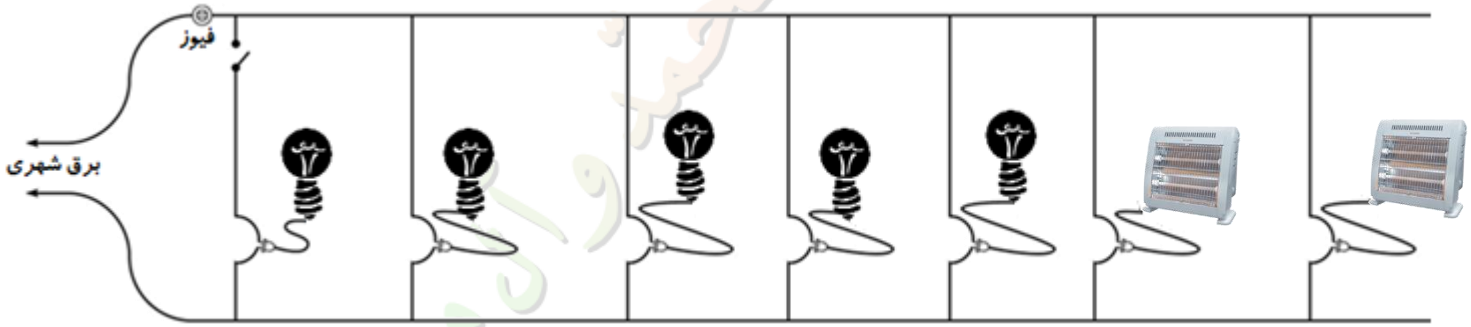
اللهم صل علی محمد و آل محمد

تمرین :

پنج لامپ۶۰Wودوبخاری۱۲۰۰Wبه پریزهای یک مدارسیم کشی خانگی۱۲۰۷ که حداکثرمی تواندجریان۲۰Aراتحمل کندوصل شده اندآیا این ترکیب مصرف کننده هاباعث پریدن فیوز می شود یاخیر؟

پاسخ:

بله



پاسخ:

مدارسیم کشی موازی است تنهاعاملی که درلامپ هاوبخاری ثابت باقی می ماند.ولتاژ است.

$$\begin{cases} P_1 = 60w \\ P_2 = 1200w \\ V_1 = V_2 = 120v \\ I_T = 20A \end{cases}$$

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

مقاومت الامپ $R_1 = \frac{120^2}{60} = 240\Omega$

مقاومت ابخاری $R_2 = \frac{120^2}{1200} = 12\Omega$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{240} + \frac{1}{240} + \frac{1}{240} + \frac{1}{240} + \frac{1}{240} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12}$$

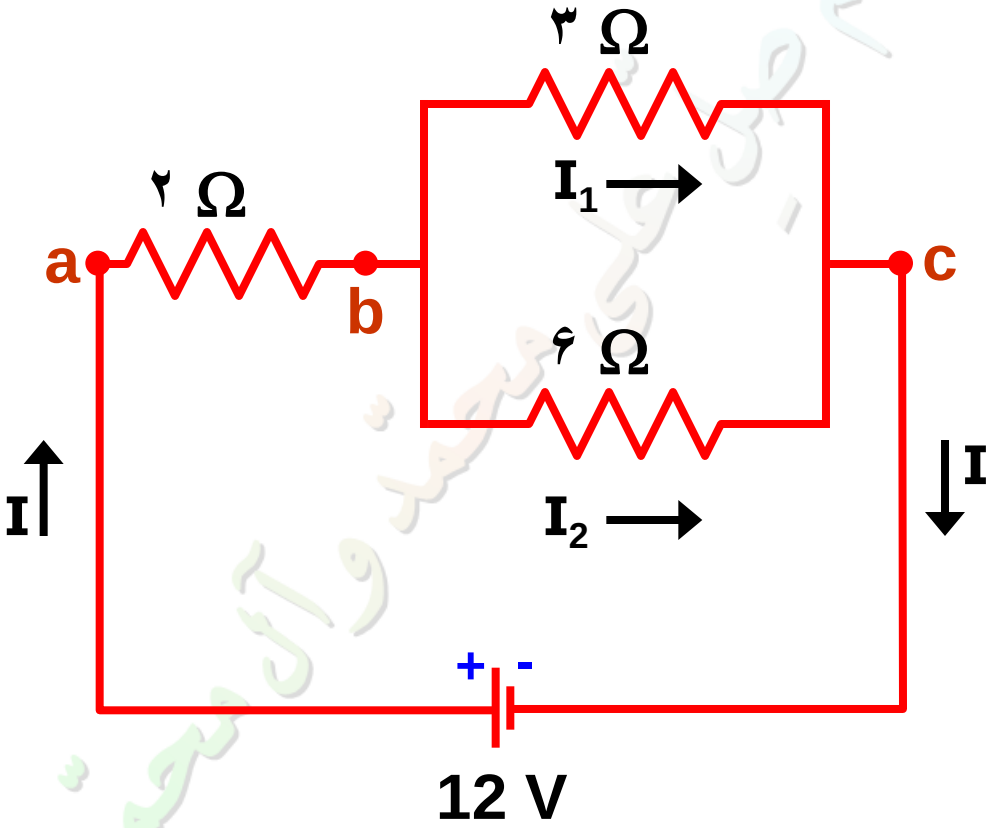
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1+1+1+1+1+20+20}{240}$$

$$R_T = 5/33\Omega \Rightarrow I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{120}{5/33} \approx 22/5A$$

این جریان بزرگتر ازبیشینهٔجریانی است که مدار قادربه تحمل آن است.بنابراین فیوز خواهد پرید.

تمرین:

الف)چه جریانی ازمدارشکل زیرمی گذرد ؟ ب) ازمقاومت ۳ اهم چه جریانی می گذرد؟



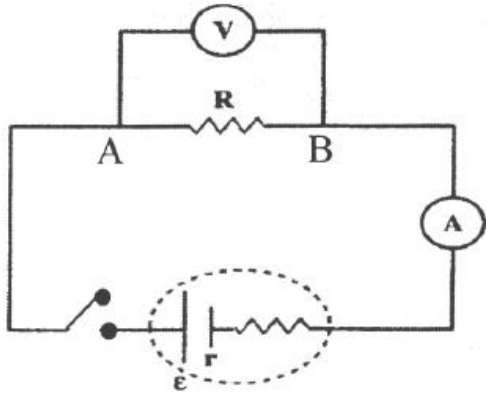
پاسخ

$I = ۳A$

$I_۱ = ۲A$

تمرین:

دریک آزمایش ، بین دونقطه ی A و Bقطعه ای باطول معین از سیم تنگستن قرار می دهیم.الف) پس از بستن کلید مقاومت قطعه سیم راچگونه می توان اندازه گیری کرد؟ب)اگرطول سیم بین A و Bراکاهش دهیم وسپس کلید رابندیم دراندازه گیری ولت سنج وآمپرسنج چه تغییری به وجود می آید؟



پاسخ

الف)

عددهای ولت سنج وآمپرسنج را برهم تقسیم می کنیم (طبق قانون اهم)

ب)

$$I\uparrow = \frac{\varepsilon}{R + r\downarrow}$$

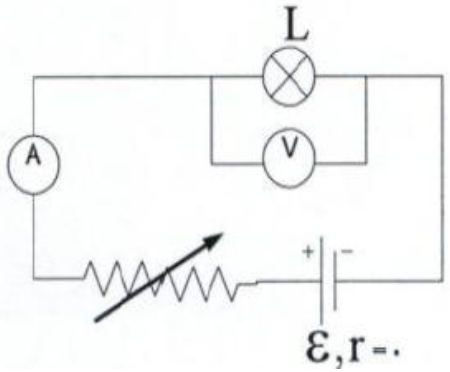
مقاومت سیم کاهش می یابد،وآمپرسنج طبق رابطهٔروبه روعددبزرگتری رانشان می دهد.

$$V\downarrow = \varepsilon - rI\uparrow$$

باافزایش جریان،عددی که ولت سنج نشان می دهدمطابق رابطهٔروبه رو کاهش می یابد.

تمرین:

درشکل زیر،اگرمقاومت رئوستا رابه تدریج کم کنیم،اختلاف پتانسیل دوسرلامپ وعددی که آمپرسنج نشان می دهد چه تغییری می کنند؟



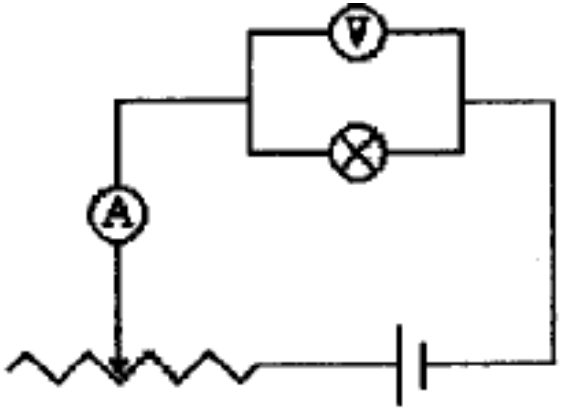
پاسخ

$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ باکاهش مقاومت رئوستا،مقاومت کل مدارسری کاهش می یابدوآمپرسنج طبق رابطه ی روبه رو عددبیشتری رانشان می دهد.

$V = RI$ ولت سنج نیز مطابق رابطهٔروبه رو عددبیشتری رانشان می دهد.

تمرین:

درشکل مقابل، اگرمقاومت رئوستا را به تدریج افزایش دهیم،روشنایی لامپ وعددی که ولت سنج نشان می دهد، چه تغییری خواهد کرد؟



پاسخ

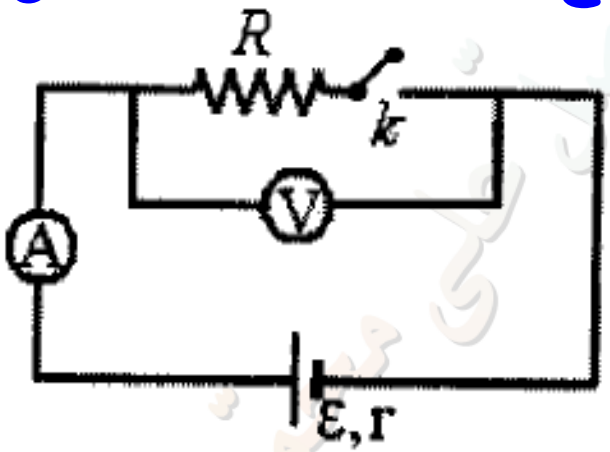
باافزایش مقاومت رئوستا،جریان ایجاد شده کاهش یافته ونورلامپ،کمتر می گردد.وطبق رابطه ی V=IR ولتاژ دو سرلامپ نیزکاهش می یابد.

$$\downarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T \uparrow + r}$$

$$\downarrow V = RI \downarrow$$

تمرین:

درمدارشکل مقابل، وقتی کلیدرامی بندیم،عدد ولت سنج،تغییری محسوسی نمی کنددر حالی که آمپرسنج عددجریان رانشان می دهد ،علت رابنویسید.



پاسخ

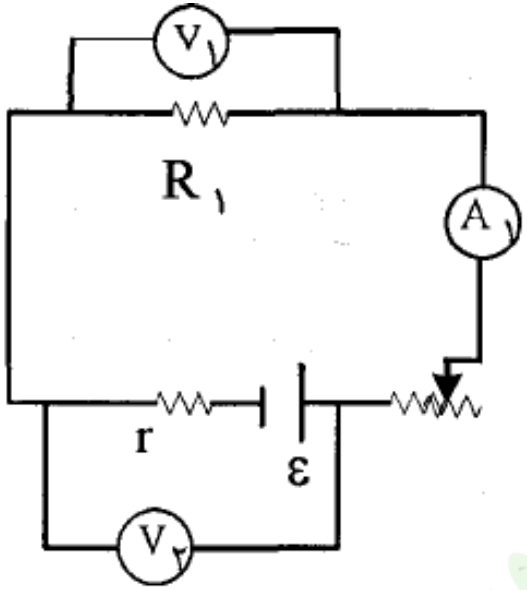
وقتی کلید باز است $V= \varepsilon$

وقتی کلیدبسته است $V= \varepsilon - rI$ وچون $I \neq 0$ است،نتیجه می گیریم مقاومت درونی باتری صفر است.

تمرین:

درمدارالکتریکی شکل مقابل،اگربه تدریج مقدار مقاومت متغیررا افزایش دهیم،پیش بینی کنید:الف)مقاومت معادل مدارچه تغییری می کند؟

ب)مقدارهایی راکه هریک ازولت سنج هاوآمپرسنج نشان می دهند،چه تغییری می کند؟



پاسخ

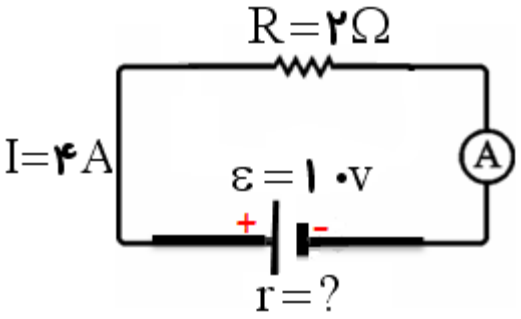
الف)افزایش می یابد.

ب)آمپرسنج جریان کمتری رانشان می دهد،ولی ولت سنج V_1 مقدارکمتری نشان می دهد و ولت سنج V_2 مقدار بیشتری نشان می دهد.

تست:

با توجه به مدار شکل مقابل مقدار مقاومت درونی مدار چند اهم است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۲



پاسخ

$r = ./۵\Omega$

لذا گزینه ۱ صحیح است.

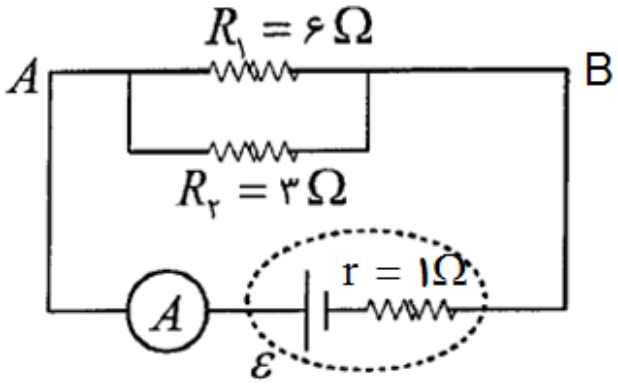
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow ۴ = \frac{۱۰}{۲+r} \rightarrow r = ./۵\Omega$$

تمرین:

درمدارشکل مقابل،مقاومت درونی باتری ۱Ω است وآمپرسنج جریان ۳A رانشان می دهد.

الف)شدت جریان درهرمقاومت رامحاسبه کنید.

ب)نیروی محرکه ی چندولت است؟



پاسخ

$I_1 = ۱A$

$I_2 = ۲A$

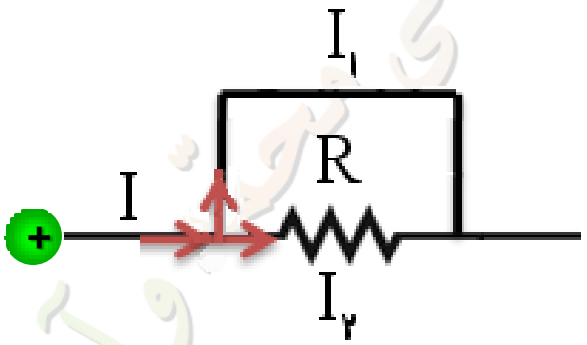
$\varepsilon = ۹v$

موضوع : اتصال کوتاه

اتصال کوتاه

هرگاه مطابق شکل دو سرمصرف‌کننده‌ای را با سیم بدون مقاومتی به هم وصل کنیم.

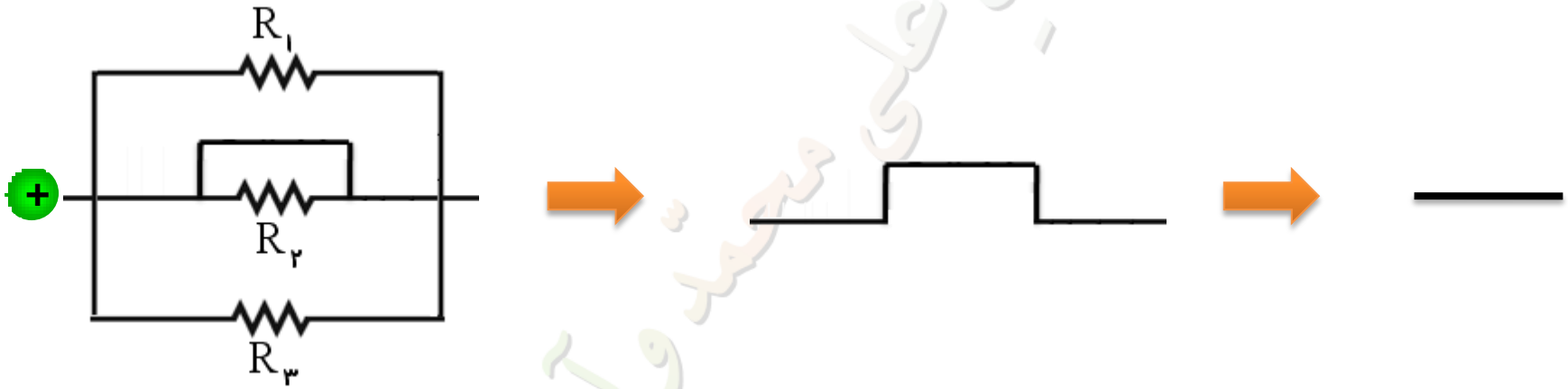
جریان عبوری ازمصرف کننده $I_2 = 0$ می شود(که اصطلاحاً گویند این مصرف کننده از مدار حذف می‌گردد).



نکات مهم اتصال کوتاه

۱-اگرچندمصرف کننده با هم سری باشند،هرکدام ازمقاومتها که دوسرشان اتصال کوتاه باشد.آن مصرف کننده از مدار حذف می‌شود.

۲- اگرچند مصرف کننده با هم موازی باشند، هر کدام اتصال کوتاه باشدکل شاخه‌های موازی با شاخه اتصال کوتاه شده ، از مدار خارج می‌گردد.

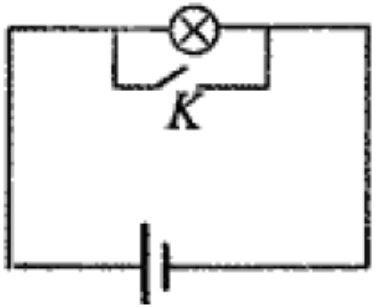


پرسش:

چرا پرندگان که روی سیم کابل برق می نشینند دچار برق گرفتن نمی شوند؟

پرسش:

درمدارشکل مقابل لامپ روشن است،پیش بینی کنید: درصورت بستن کلید نور لامپ چه تغییری می کند؟علت راتوضیح دهید.

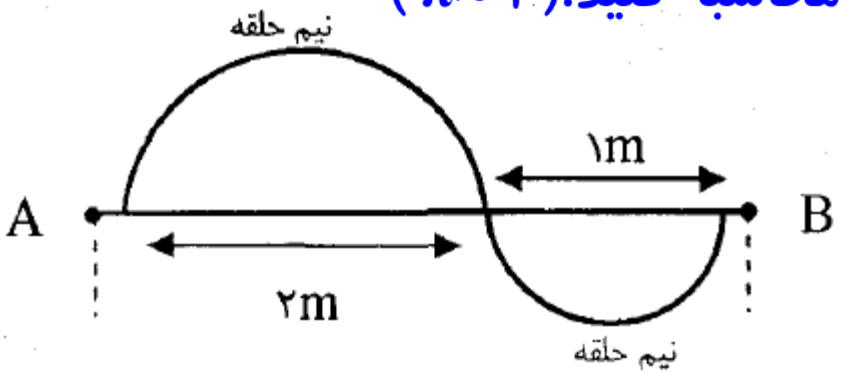


پاسخ

لامپ خاموش می شود، زیرا دوسر آن اتصال کوتاه شده است وجریانی ازلامپ عبور نخواهد کرد .

تمرین:

بایک سیم فلزی یکنواخت که مقاومت هرمترآن ۲۰ اهم است مداری مانند شکل زیر می بندیم. مقاومت معادل بین دونقطه AوBرامحاسبه کنید.(π≈ ۳)

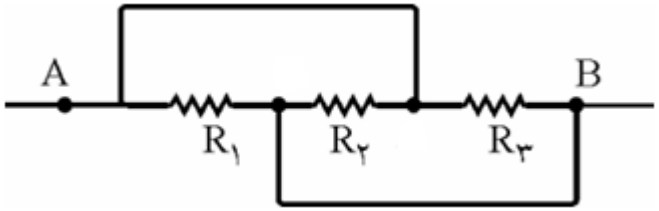


پاسخ

$R_T = ۳۶\Omega$

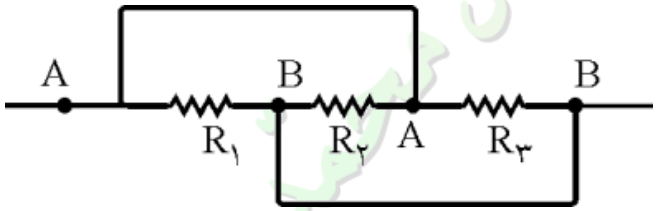
پرسش:

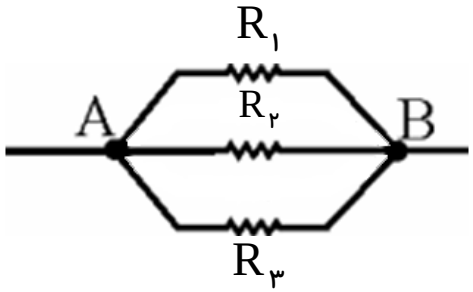
به نظر شما درمدار شکل ،مقاومت‌های بین دو نقطه‌ی A و B چگونه بهم بسته شده اند؟



پاسخ

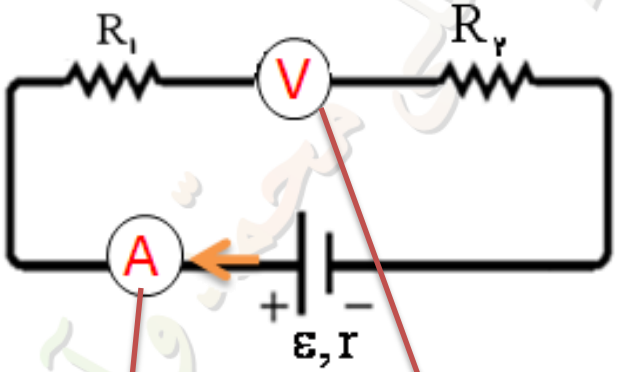
سرهریک ازمقاومت‌هابه نقطه‌ی A وسردیگرآن‌ها به نقطه‌یBوصل شده است وسه مقاومت موازی هستند .





نکته:

اگرولت سنج را اشتباهاًدرمداری به صورت سری قرار دهیم باعث قطع جریان در مدار شده و در این حالت ولت سنج ،نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد.



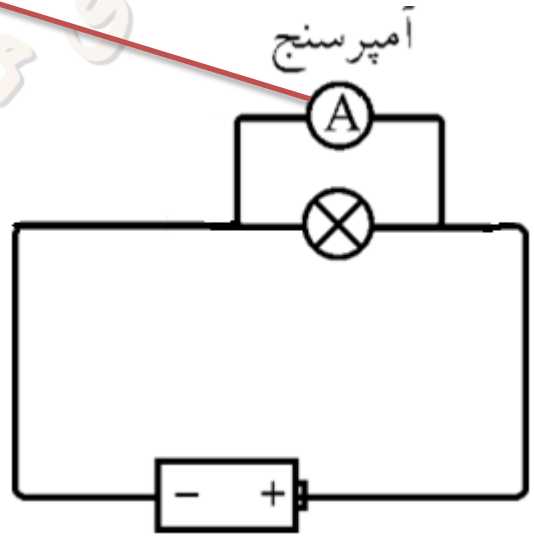
عددی که ولت سنج نشان می دهدبرابرε است.

عددی که آمپرسنج نشان می دهد صفراست.

نکته:

اگر آمپرسنج را اشتباهاً درمداری به صورت موازی قرار دهیم مقاومت داخلی آن آسیب می‌بیند و یا دستگاه می‌سوزد.ودرنهایت باتری آسیب می بیند

حالت اتصال کوتاه پیدا می کند.

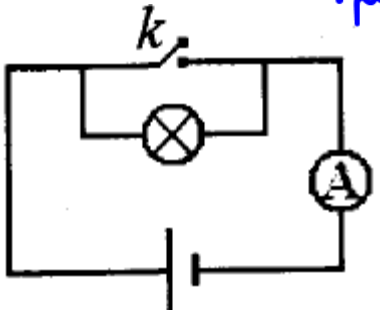


تمرین:

درمدارمقابل،لامپ روشن است وآمپرسنج شدت جریان مدارانشان می دهد.اگرکلیدk بسته شود: الف)چه تغییری دروضع روشنایی لامپ ایجاد خواهد شد؟

ب)کدام قسمت مدارممکن است آسیب ببیند؟

ج)چگونه به کمک یک رئوستا می توانیم ازاین آسیب جلوگیری کنیم؟



پاسخ

الف)لامپ خاموش می شود.

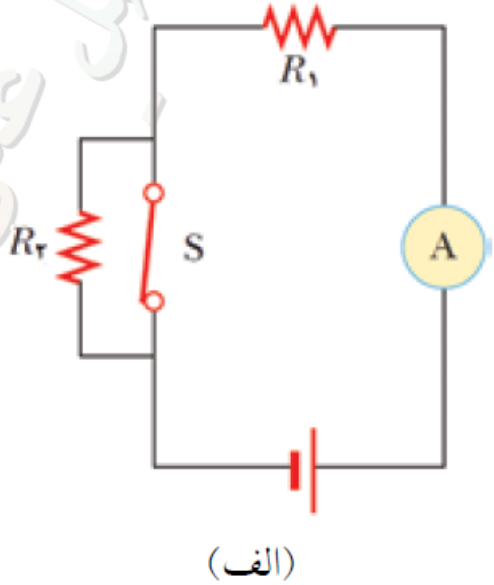
ب)آمپرسنج

ج)رئوستا رابه طور متوالی درمدارمی بندیم تا ازافزایش بیش ازحد جریان درمدار،جلوگیری کند.

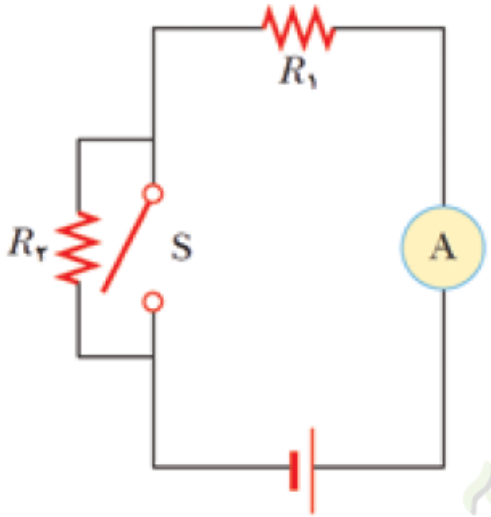
پرسش:

در مدار شکل (الف) جریان توسط آمپرسنج انداز ه گیری می شود.وقتی مطابق مدار شکل(ب) کلید Sباز شود،جریانی که آمپرسنج می خواندچه تغییری می کند؟توضیح دهید.

پاسخ



(الف)



(ب)

شناسنامه الکتریسیته جاری

نام کمیت	علامت	یکا (SI)
جریان الکتریکی	I	آمپر (A)
بار الکتریکی	q	کولن (C)
مقاومت الکتریکی	R	اهم(Ω)
مقاومت درونی - مقاومت داخلی	r	اهم (Ω)
مقاومت ویژه سیم رسانا	ρ	اهم متر(Ωm)
پتانسیل - اختلاف پتانسیل	V	ولت (V)
نیروی محرکه	ε	ولت (V)
افت پتانسیل	V	ولت (V)
توان الکتریکی	P	وات (W)
انرژی الکتریکی	U	ژول (J)

روابط وفرمولهای فصل جریان الکتریکی

۱-شدت جریان متوسط $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

۲- جریان مستقیم $I=\frac{q}{t}$

۳-مقاومت الکتریکی $R=\frac{V}{I}$, $R=\rho\frac{L}{A}$

۴-مقاومت کربنی $R=\overline{ab}\times ۱۰^{n}$ درصدخطا $\pm$

۶- انرژی الکتریکی مصرفی دررسانا

$$U=RI^{۲}t=VIt=\frac{V^{۲}}{R}t$$

۷- توان الکتریکی مصرفی دررسانا

$$P=RI^{۲}=VI=\frac{V^{۲}}{R}$$

۸- جریان درمدارساده $I=\frac{\varepsilon}{\Sigma R+\Sigma r}$

۹- اختلاف پتانسیل دوسرمولد

$$V=\varepsilon-rI$$

۱۰-توان تولیدی مولد: $P_{۱}=\varepsilon I$

۱۱-توان تلف شده مولد : $P_{r}=rI^{۲}$

۱۲-توان خروجی مفیدمولد: $P_{R}=\varepsilon I-rI^{۲}$

۱۳- بازده مولد : $Ra=\frac{V}{\varepsilon}=\frac{R_{T}}{R_{T}+r}$

۱۴- مقاومت معادل مدارمتوالی

$$R_{T}=R_{۱}+R_{۲}+R_{۳}$$

۱۵- مقاومت معادل مدارموازی

$$\frac{۱}{R_{T}}=\frac{۱}{R_{۱}}+\frac{۱}{R_{۲}}+\frac{۱}{R_{۳}}$$

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 : آبان ماه ۱۳۹۶

ارتباط تلگرامی : @ansari132

موفق وپیروز باشید