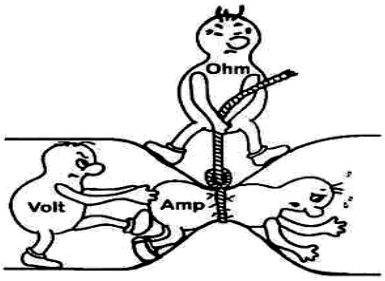
به نام خدا

فایل پیش رو به منظور تسهیل در آموزش درس فیزیک توسط گروه فیزیک استان فارس و همراهی صمیمانه جناب آقای امینی نسب وخانم زهرا علی اکبری آماده شده تا در اختیار دانش آموزان مناطق محروم و کم امکانات قرار بگیرد و در راستای برقراری عدالت آموزشی قدمی برداشته شود. این فایل توسط دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک بازبینی و خلاصه شده و سعی شده تا خطاهای علمی و محاسباتی نداشته باشد . با توجه به کمبود وقت امکان خطاهای سهوی وجود دارد که خواهشمند است این موارد را به دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک منتقل نمائید.

باآرزوی سلامتی برای همه دلسوزان عرصه تعلیم و تربیت...



فیزیک یازدهم- فصل۲

جریان و مدارهای الکتریکی

مقدمات مدارهای الکتریکی:

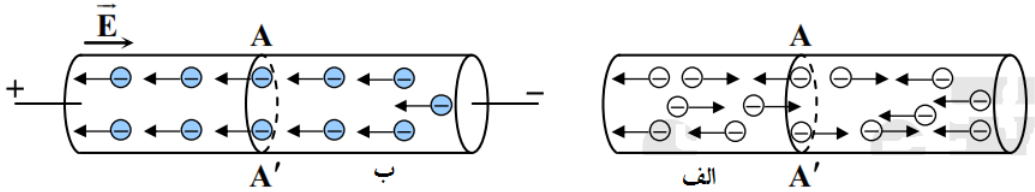
جریان الکتریکی: ناشی از شارش بارهای متحرک است به عبارت دیگر، عبور بارهای الکتریکی از یک رسانا را جریان الکتریکی گویند.

جهت جریان الکتریکی: جهت حرکت بارهای مثبت، یعنی در خلاف جهت الکترونها را جهت جریان الکتریکی گویند. (جریان الکتریکی هم جهت با E است.) بنا به قرارداد جهت جریان از قطب مثبت به طرف قطب منفی است.

نکته: عامل برقراری جریان، اختلاف پتانسیلی است که در دو سر رسانا اعمال می‌شود و وسایل تولید این اختلاف پتانسیل، پیلهای شیمیایی، ژنراتورها و . . . هستند.

۱- شارش بارهای الکتریکی را در یک رسانا در هنگام حضور میدان و عدم حضور میدان الکتریکی با هم مقایسه کنید.

پاسخ: در یک سیم رسانا، اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی به دو سر رسانا اعمال نشده باشد، تعداد الکترون‌های آزادی که در بازه‌ی زمانی Δt از مقطع AA' مطابق شکل (الف) از راست به چپ در حرکت‌اند با االکترون‌های آزادی که در همان بازه‌ی زمانی، از همان مقطع از چپ به راست حرکت می‌کنند، برابرند. یعنی به طور متوسط بار الکتریکی خالصی که از مقطع AA' یا هر مقطع عرضی دیگر رسانا می‌گذرد، در یک بازه‌ی زمانی صفر است. در این حالت(شکل الف) الکترون‌های آزاد در طول رسانا با سرعت $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ به طور کاتوره‌ای در تمام جهات حرکت می‌کنند و بنابراین هیچ شارش خالص باری از مقطع معین سیم نداریم. هنگامی که دو سر رسانا را به باتری وصل کرده و به این وسیله به دو سر آن اختلاف پتانسیل اعمال کنیم،یک میدان الکتریکی درون رسانا ایجاد می‌شود. با اعمال این میدان الکتریکی به دو سر رسانا، به الکترونهای آزاد درون رسانا نیرو وارد می‌شود و در خلاف جهت میدان الکتریکی سوق پیدا می‌کنند و جریان بوجود می‌آورند. (شکل ب)



سرعت سوق: سرعت متوسط شارش الکترون‌ها در یک رسانا، با اعمال میدان الکتریکی را که به کُندی حرکت یک حلزون (یعنی کمتر از $۱\frac{mm}{s}$) در خلاف جهت میدان می‌باشد، را سرعت سوق می‌نامیم. این سرعت باعث ایجاد جریان الکتریکی در یک رسانا می‌شود.

۲-می‌دانیم سرعت سوق الکترون‌های آزاد در یک رسانا می‌تواند به کندیِ سرعت حرکت یک حلزون باشد، اگر سرعت الکترون‌ها این قدر کم است، چرا وقتی کلید برق را می‌زنیم؛ لامپ‌ها به سرعت روشن می‌شوند؟ (فعالیت ۲-۱ کتاب درسی)

۳-شکل زیر مسیر حرکت زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی می‌باشد. چه زمانی این اتفاق رخ می‌دهد؟

جریان الکتریکی متوسط: مقدار باری که در واحد زمان از مقطع مداری می‌گذرد، جریان الکتریکی نامیده می‌شود و واحد آن آمپر است. $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

نکته: اگر در تمام بازه‌های زمانی جهت جریان با زمان تغییر نکند و مقدار جریان ثابت باشد، جریان را مستقیم می‌نامند، در این حالت جریان لحظه‌ای با جریان متوسط برابر است و داریم:

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It \quad (۱)$$

نکته: در دستگاه SI، جریان (I) برحسب آمپر (A)، بار الکتریکی (q) بر حسب کولن (C) و زمان (t) بر حسب ثانیه (s) می‌باشد.

نکته: اگر (I) بر حسب آمپر (A) و زمان (t) بر حسب ساعت (h) باشد، بار الکتریکی (q) بر حسب آمپر ساعت (Ah) بیان می‌شود. هر چه آمپر - ساعت یک باتری بیشتر باشد، حداکثر باری که می‌تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

$$۱Ah = ۳۶۰۰As = ۳۶۰۰C$$

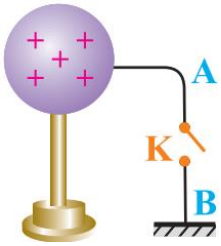
۴- بار الکتریکی $۳۶۰\mu c$ در مدت زمان یک دقیقه از مقطع مداری می گذرد. جریان مدار چند آمپر است؟

۵- جریان مداری $۱۰۰\,A$ و زمان عبور بارهای الکتریکی از مدار $۴\,s$ است. مقدار بار الکتریکی عبورکرده چندکولن است؟

۶-باتری خودرویی $۵۰Ah$ است. اگر این باتری جریان متوسط $۵A$ را فراهم سازد، چقدر طول می‌کشد تا خالی شود؟ (تمرین ۲-۱ کتاب درسی)

۷-آمپر ساعت نوعی از باتری قلمی $۱۰۰۰mAh$ است. اگر این باتری در مدت زمان $۳۶Ms$ تخلیه شود، جریان متوسط باتری چند میکروآمپر است؟ (تمرین ۲-۱ کتاب درسی)

۸-مطابق شکل، بار الکتریکی کره رسانا که بر روی پایه عایقی قرار گرفته است، $۰/۵c$ می‌باشد. با وصل کردن کلید K ، در مدت $۰/۰۲s$ بار کره خنثی می‌شود. (شهریور-۸۸)



الف)جهت جریان الکتریکی در سیم AB در چه جهتی است؟

ب)اندازه‌ی جریان الکتریکی متوسط عبوری از سیم رسانای AB چند آمپر است؟

۹-دو کره رسانای کاملاً مشابه ، اولی دارای بار الکتریکی $q_1 = 8\mu c$ و دومی دارای بار $q_2 = -10\mu c$ بر روی پایه عایقی قرار دارند. این دو کره را با بستن کلید توسط سیم فلزی با مقاومت R به یکدیگر وصل می‌کنیم. $10^{-3}s$ طول می‌کشد تا دو کره هم پتانسیل شوند. جریان متوسطی که در این مدت از سیم می‌گذرد، چقدر است؟ (ریاضی-۸۶)

یادآوری: اگر n تعداد الکترونهای عبور کرده از مدار و $(e = 1/6\times10^{-19}C)$ مقدار بار الکتریکی الکترون باشد، آنگاه داریم:

$$q = \pm ne \qquad (2)$$

در این رابطه، علامت + برای ذره‌ای که کمبود الکترون دارد، یا الکترون از دست داده باشد، بکار می‌رود و علامت - برای ذره‌ای که فزونی الکترون دارد، یا الکترون گرفته باشد، بکار می‌رود.

با ترکیب رابطه ۱و۲ داریم: $q = I.t \ , \ q = ne \Rightarrow It = ne \Rightarrow n = \frac{It}{e}$

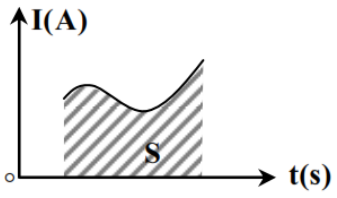
۱۰-اگر جریان ۴ A در مدت زمان ۱۶ s از مداری بگذرد. تعداد الکترونهای عبورکرده از مدار را بدست آورید؟ $(e = 1/6\times10^{-19}c)$

پاسخ: $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It = 4\times16 = 64c \ , \ n = \frac{q}{e} = \frac{64}{1/6\times10^{-19}} = 40\times10^{19}$

۱۱-تعداد 5×10^{21} الکترون از مقطع مداری می‌گذرد و شدت جریان ۲۰ A را تولید می‌کند. زمان عبور این تعداد الکترون از مقطع مدار را بیابید.

نمودار $I-T$: این نمودار خط راستی است که از مبدأ دستگاه مختصات می‌گذرد. سطح زیر نمودار جریان الکتریکی - زمان $(I-T)$ در یک بازه‌ی زمانی برابر با بار الکتریکی شارش شده در مدار در آن بازه‌ی زمانی است. یعنی:

$$S = \Delta q = I.t$$



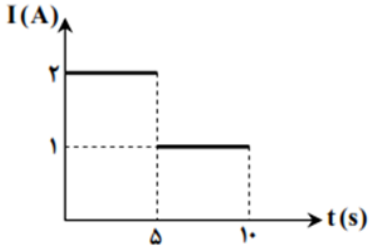
۱۲-معادله بار الکتریکی گذرنده از مقطع یک رسانا بر حسب زمان در SI به صورت $q=t^{۲}+۴$ است. شدت جریان الکتریکی متوسط گذرنده از مقطع این رسانا، در بازه صفر تا ۲ ثانیه چند آمپر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

پاسخ:

$$\begin{cases} t_۱=۰ \Rightarrow q_۱=۰+۴=۴ \\ t_۲=۲ \Rightarrow q_۲=۴+۴=۸ \end{cases} \quad I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{q_۲-q_۰}{۲-۰}=\frac{۸-۴}{۲-۰}=۲A$$

۱۳-در شکل مقابل، نمودارجریان گذرنده از سیمی بر حسب زمان رسم شده است. بار گذرنده از یک مقطع سیم در فاصله‌ی زمانی $t_۱=۰$ تا $t_۲=۱۰s$ چند کولن است؟ (آزمون نمونه سوال)



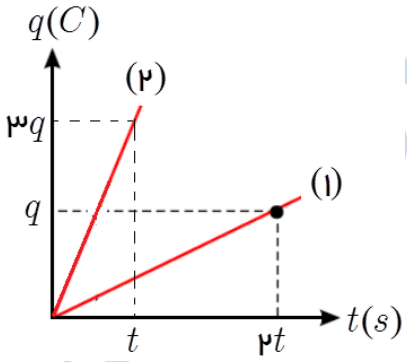
۱) ۱۰ ۲) ۵

۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ: سطح زیر نمودار $I-t$ برابر Δq است.

$$\Delta q=S_۱+S_۲=۵\times۲+۵\times۱=۱۵c$$

۱۴-یک رسانا را در دو حالت به دو مولد متفاوت متصل می‌کنیم. نمودار بار گذرنده از سطح مقطع رسانا بر حسب زمان در هر دو حالت، مطابق شکل زیر است. جریان متوسط در حالت (۲) چند برابر جریان متوسط در حالت (۱) است؟

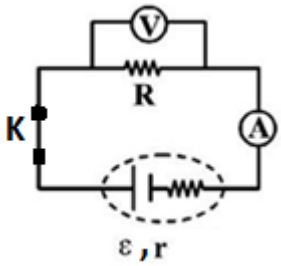


۱) ۶ ۲) ۴

۳) ۲ ۴) ۳

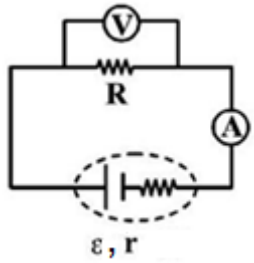
مدار الکتریکی: برای آنکه جریانی برقرار شود، بار الکتریکی به یک مسیر بسته نیاز دارد تا در آن شارش کند. مسیر بسته‌ای که بارهای الکتریکی در آن حرکت می‌کنند، مدار الکتریکی نامیده می‌شود. مدار الکتریکی شامل رساناهای فلزی (سیم یا لامپ)، منبع تامین انرژی الکتریکی (باتری- پیل یا منبع تغذیه) کلید قطع و وصل،

وسیله‌های اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل، شدت جریان و مقاومت الکتریکی (ولت سنج، آمپر سنج و اهم متر یا آوومتر) است. شکل ساده‌ی مدار الکتریکی در زیر رسم شده است.



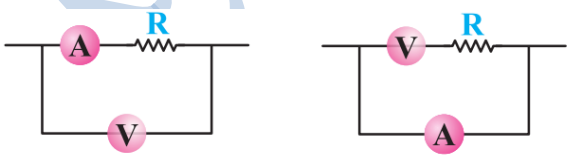
طریقه قرار گرفتن ولت‌سنج و آمپرسنج در مدار الکتریکی:

- ولت سنج، وسیله اندازه‌گیری اختلاف پتاسیل الکتریکی است که به طور موازی در مدار قرار می گیرد و مقاومت آن بسیار زیاد می‌باشد، چون از ولت سنج باید جریان کمی بگذرد تا ولت‌سنج اختلاف پتانسیل وسیله مورد نظر را اندازه بگیرد. اگر ولت‌سنج به صورت متوالی در مدار قرار گیرد، به علت مقاومت زیادی که دارد؛ مانع عبور جریان می‌شود و جریان شاخه‌ای از مدار که ولت سنج در آن قرار گرفته است، صفر می‌شود.



- آمپرسنج وسیله اندازه‌گیری جریان است که بطور سری(متوالی) در مدار قرار می‌گیرد و مقاومت آن بسیار ناچیز است. زیرا درحد امکان باید تمام جریان از آمپرسنج بگذرد، تا آمپرسنج جریان آن مصرف کننده را اندازه‌گیری کند. اگر آمپرسنج به صورت موازی در مدار قرارگیرد، در مداراتصال کوتاه می‌شود و آمپرسنج نیز آسیب می‌بیند.

۱۵-می‌خواهیم اختلاف پتانسیل و شدت جریان الکتریکی مقاومت R را در یک مدار الکتریکی اندازه‌گیری کنیم. در کدام یک از شکلهای زیر آمپرسنج و ولت سنج به طور صحیح بسته شده و مقاومت کدام دستگاه زیاد و کدام دستگاه کم است؟



مقاومت الکتریکی (R): هنگامی که اختلاف پتانسیلی در دو سر سیم ایجاد شود و باعث حرکت الکترون‌های آزاد در سیم مدار شود، این الکترون‌ها با اتم‌های رسانا که در حال نوسان‌اند؛ برخورد می‌کنند و این موضوع

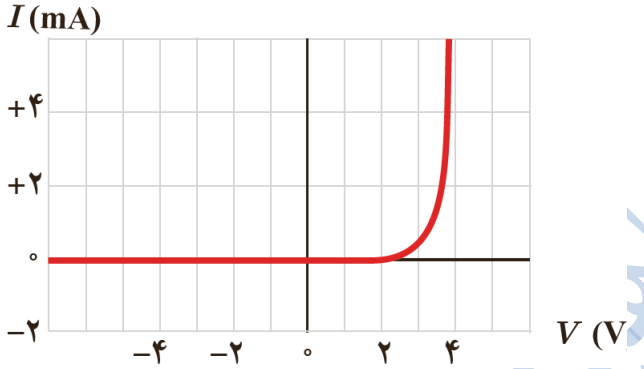
باعث گرم شدن رسانا می‌شود. در واقع هر رسانایی در برابر عبور الکترون‌های آزاد (جریان الکتریکی) از خود مقاومتی نشان می‌دهد که معمولاً به صورت گرما در اجزائ مدار الکتریکی ظاهر می‌شود و اصطلاحاً می‌گوییم، رسانا دارای مقاومت الکتریکی است.

قانون اهم: در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به جریانی که از آن می‌گذرد، مقدار ثابتی است که برابر مقاومت الکتریکی مدار (R) است.

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

نکته: در رابطه قانون اهم، مقاومت الکتریکی مدار (R) بر حسب اهم (Ω)، اختلاف پتانسیل الکتریکی (V) بر حسب ولت (v) و جریان الکتریکی (I) بر حسب آمپر (A) می باشد.

نکته: وسایل زیادی وجود دارند که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند، یکی از آنها دیود نور گسیل (LED) است. نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان چنین دیودی همانند شکل زیر است.



تعریف اهم: یک اهم، مقاومت سیمی است که اگر اختلاف پتانسیل یک ولت در دو سر آن برقرار شود، جریان A ۱ از سیم عبورکند.

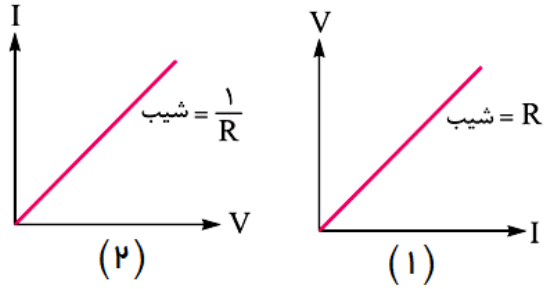
$$1\Omega = \frac{1v}{1A}$$

نمودار قانون اهم: نمودار قانون اهم، خط راستی است که از مبدأ مختصات می‌گذرد.

- اگر محور عمودی را (V) بنامیم و محور افقی را (I) بنامیم، شیب این خط برابر مقاومت الکتریکی رسانا ست.
- اگر محور عمودی را (I) بنامیم و محور افقی را (V) بنامیم، شیب این خط برابر عکس مقاومت الکتریکی رساناست.

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

$$\begin{cases} ۱)\ \tan\alpha = \dfrac{V}{I} = R \\ ۲)\ \tan\alpha = \dfrac{I}{V} = \dfrac{۱}{R} \end{cases}$$



نکته مهم: با افزایش ولتاژ، در یک دمای ثابت جریان الکتریکی به همان نسبت زیاد می‌شود، اما مقاومت سیم عوض نمی‌شود.

۱۶-بار الکتریکی $۶۰\,c$ در مدت زمان $۳۰\,s$ از مقطع مداری با اختلاف پتانسیل $۱۰۰\,v$ می گذرد. مقاومت الکتریکی آن را به دست آورید؟

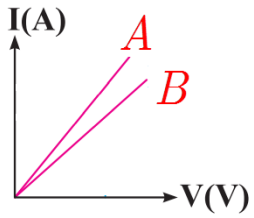
پاسخ: $I = \dfrac{q}{t} = \dfrac{۶۰}{۳۰} = ۲A \Rightarrow R = \dfrac{V}{I} = \dfrac{۱۰۰}{۲} = ۵۰\Omega$

۱۷-مقاومت مداری ۲۰Ω و اختلاف پتانسیل الکتریکی آن $۲۰۰\,v$ می باشد. درمدت ۱دقیقه چند کولن بار الکتریکی از مقطع این مدار می‌گذرد؟

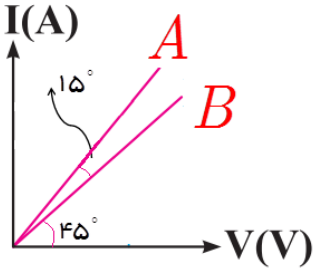
۱۸-تعداد ۵×۱۰^{۲۰} الکترون در مدت $۴۰s$ از مقطع مداری که به اختلاف پتانسیل الکتریکی $۲۰۰V$ متصل است، عبور می‌کند. مقاومت الکتریکی این رسانا را بدست آورید؟

پاسخ: $q = ne = ۵\times۱۰^{۲۰}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = ۸۰c,\ I = \dfrac{q}{t} = \dfrac{۸۰}{۶۰} = \dfrac{۴}{۳}A \Rightarrow R = \dfrac{V}{I} = \dfrac{۲۰۰}{\frac{۴}{۳}} = ۱۵۰\Omega$

۱۹-در شکل مقابل، نمودار دو رسانای A و B نشان داده شده است. مقاومت کدام رسانا بیشتر است. چرا؟



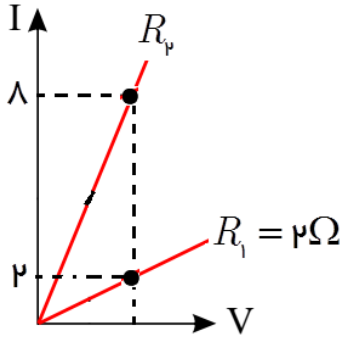
۲۰-نمودار تغییرات جریان بر حسب اختلاف پتانسیل در دو سر رسانای A و B به صورت مقابل است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟ (دیماه ۸۳-ریاضی)



۲۱-با توجه به نمودار روبه رو، اندازه مقاومت دوم چند اهم می باشد؟ (مشابه سراسری ریاضی ۸۵ و تمرین ۶ پایان فصل کتاب درسی)

۱) $\frac{۱}{۲}\Omega$ ۲) ۲Ω

۳) ۸Ω ۴) ۴Ω



پاسخ: شیب نمودار جریان بر حسب ولتاژ برای یک سیم به ما $\frac{I}{V}=\frac{۱}{R}$ را نشان می‌دهد.

$$\frac{tg\alpha_۲}{tg\alpha_۱}=\frac{R_۱}{R_۲}\rightarrow\frac{\frac{۸}{V}}{\frac{۲}{V}}=\frac{۲}{R_۲}\rightarrow R_۲=۰/۵$$

۲۲-توضیح دهید، اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا دو برابر شود. درصورت ثابت بودن دما، مقاومت رسانا چگونه تغییر می‌کند. چرا؟

پاسخ: طبق قانون اهم با دو برابر شدن اختلاف پتانسیل، جریان مدار الکتریکی نیز دو برابر شده به طوری که مقاومت الکتریکی رسانا ثابت می‌ماند.

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی:

مقاومت یک سیم در دمای ثابت، به عوامل ساختمانی‌اش از جمله طول، مساحت مقطع و جنس آن بستگی دارد. اگر سطح مقطع سیم در تمام طول آن ثابت باشد، مقاومت آن از رابطه‌ی $R=\frac{\rho L}{A}$ بدست می‌آید.

نکته: در این رابطه ρ؛ مقاومت ویژه رساناست و به جنس سیم بستگی دارد، واحد آن $(\Omega.m)$ است.

L:طول سیم بر حسب متر، A سطح مقاومت سیم بر حسب متر مربع و R مقاومت الکتریکی مدار بر حسب اهم می‌باشد.

دید دیگر درباره عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی:

هر چه طول رسانا بیشتر باشد، الکترون‌ها هنگام عبور از آن برخوردهای بیشتری با اتم‌ها دارند، بنابراین مقاومت الکتریکی جسم بیشتر می‌شود. کوچکتر شدن سطح مقطع جسم باعث کاهش عبور جریان از سیم می‌شود و این به معنای افزایش مقاومت در برابر عبور جریان است.

نکته: مقاومت ویژه یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد، رساناهای الکتریکی خوب مقاومت ویژه بسیار کم و عایق‌های خوب مقاومت ویژه بسیار زیادی دارند. ژرمانیم و سیلیسیم که مقاومت ویژه آنها بین مقاومت ویژه رساناها و نارساناست را نیمه رسانا می‌نامیم مقاومت ویژه نیمه رساناها با افزایش دما کاهش می یابد..

نکته: نسبت مقاومت دو میله رسانا از رابطه زیر بدست می‌آید.

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

تذکر: اگر سطح مقطع میله‌ها دایره‌ای باشد، رابطه بالا را برحسب شعاع سطح مقطع (r) یا قطر سطح مقطع (D) به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$\frac{R_۱}{R_۲}=\frac{\rho_۱}{\rho_۲}.\frac{L_۱}{L_۲}.(\frac{r_۲}{r_۱})^۲$$

و

$$\frac{R_۱}{R_۲}=\frac{\rho_۱}{\rho_۲}.\frac{L_۱}{L_۲}.(\frac{D_۲}{D_۱})^۲$$

۲۳-آزمایشی طرح کنید، که به کمک آن بتوان عوامل موثر بر مقاومت رسانای فلزی را تعیین کرد؟ (فعالیت ۲-۲ کتاب درسی)

۲۴-اطلاعات مربوط به دو رسانای A و B با طول یکسان (در یک دمای معین) در جدول روبه‌رو داده شده است.

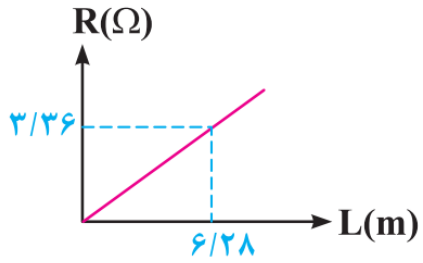
رسانا	مقاومت ویژه $\rho(\Omega.m)$	سطح مقطع $A(m^۲)$
A	۵×۱۰^{-۸}	۲×۱۰^{-۴}
B	۸×۱۰^{-۸}	۴×۱۰^{-۴}

الف) مقاومت دو رسانا را با یکدیگر مقایسه کنید. (خردادماه ۹۱-ریاضی)

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

ب) اگر در مدار شکل روبرو یک بار رسانای A و بار دیگر رسانای B را بین دو نقطه‌ی M و N قرار دهیم، با ذکر دلیل مشخص کنید مقدار جریانی که آمپرسنج نشان می دهد در کدام حالت بیشتر است؟ (دما را ثابت فرض کنید.)

۲۵-نمودار مقاومت یک سیم مسی بر حسب طول آن در دمای $۲۰^\circ C$ به صورت مقابل است. قطر این سیم مسی برابر چند میلی‌متر است؟ (مقاومت ویژه سیم در دمای $۲۰^\circ C$ برابر $۱/۶۸\times۱۰^{-۸}\Omega.m$ است.) (شهریور-۹۱)



۲۶-طول یک میله فلزی ۲m و قطر سطح مقطع آن ۸mm است. مقاومت آن را حساب کنید، در صورتی که مقاومت ویژه آن $۳/۱۴\times۱۰^{-۸}\Omega.m$ باشد. $(\pi=۳/۱۴)$

پاسخ:

$$d=۸mm\Rightarrow r=\frac{d}{۲}=۴mm\Rightarrow A=\pi r^۲=۳/۱۴\times(۴\times۱۰^{-۳})^۲=۳/۱۴\times۱۶\times۱۰^{-۶}m^۲$$

$$R=\rho\frac{L}{A}=\frac{۳/۱۴}{}\times۱۰^{-۸}\frac{۲}{\frac{۳/۱۴}{}\times۱۶\times۱۰^{-۶}}=\frac{۱}{۸}\times۱۰^{-۲}\Omega$$

۲۷-دو سیم هم جنس به طولهای L و L' و به قطر مقطع های D و ۲D و دارای مقاومت یکسان‌اند. رابطه بین L و L' چگونه است؟

پاسخ: سیم‌ها هم جنس هستند، پس $\rho=\rho'$ از طرفی مقاومت سیم‌ها نیز یکسان است. داریم:

$$\frac{R}{R'}=\frac{\rho}{\rho'}.\frac{L}{L'}.(\frac{D'}{D})^۲\Rightarrow۱=۱\times\frac{L}{L'}\times(\frac{۲D}{D})^۲\Rightarrow۱=۴\times\frac{L}{L'}\Rightarrow\frac{L}{L'}=\frac{۱}{۴}$$

۲۸-دو سیم هم سطح مقطع در اختیار داریم. اگر طول اولی ۲ برابر طول دومی باشد و $\rho_۲=\frac{۱}{۲}\rho_۱$ باشد، نسبت $\frac{R_۲}{R_۱}$ را به دست آورید.

پاسخ: سیم‌ها هم سطح مقطع هستند، پس $A_۱=A_۲$، از طرفی $L_۱=۲L_۲$ می‌باشد. داریم:

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

$$\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}.\frac{L_۲}{L_۱}.\frac{A_۱}{A_۲}\Rightarrow\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲}\times۱\Rightarrow\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{۱}{۴}$$

۲۹-سیمی به طول L و مقاومت R در اختیار داریم. در اثر هر یک از تغییرات زیر مقاومت آن چند برابر می شود؟

۱) طول آن را نصف می کنیم. **(مشابه سراسری ریاضی ۹۰ و خارج کشور ریاضی ۹۰)**

۲) آن را دولا می کنیم.

۳) آن را می‌کشیم تا با ثابت ماندن حجم، طولش ۲ برابر شود.

۴) آن را می کشیم تا با ثابت ماندن حجم، قطر آن نصف شود.

پاسخ: هر وقت بگویند با ثابت ماندن جرم، یا ثابت ماندن حجم، می‌کشیم یا چند لا می‌کنیم، یا از حدیده عبور می‌دهیم و ... یعنی هر بلایی سر L بیاید؛ بر عکس سر A میآد.

$$V_۱=V_۲\rightarrow A_۱L_۱=A_۲L_۲\rightarrow\frac{A_۱}{A_۲}=\frac{l_۲}{l_۱}$$

$$۱)\ R=\frac{\rho L}{A}\propto\frac{۱\times\frac{۱}{۲}}{۱}=\frac{۱}{۲}$$

$$۲)\ R=\frac{\rho L}{A}\propto\frac{۱\times\frac{۱}{۲}}{۲}=\frac{۱}{۴}$$

$$۳)\ R=\frac{\rho L}{A}\propto\frac{۱\times۲}{\frac{۱}{۲}}=۴$$

$$۴)\ D\propto\frac{۱}{۲}\xrightarrow{A=\pi\frac{D^۲}{۴}}A\propto\frac{۱}{۴}\rightarrow R=\frac{\rho L}{A}\propto\frac{۱\times۴}{\frac{۱}{۴}}=۱۶$$

نکته: اگر با ثابت ماندن جرم و حجم سیم رسانا، طول آن n برابر شود، مقاومتش $n^۲$ برابر می‌شود؛ اگر قطر مقطع سیم n برابر شود، مقاومتش $\frac{۱}{n^۴}$ برابر می‌شود. $R\alpha\frac{L\rightarrow n}{A\rightarrow\frac{۱}{n}}\Rightarrow R\alpha n^۲$

۳۰-سیمی را از دو طرف می‌کشیم تا طولش دو برابر شود، چنانچه حجم آن ثابت مانده باشد. معین کنید که مقاومت الکتریکی سیم چه نسبتی با مقاومت اولیه اش دارد؟

۳۱-قطر سیم مسی A، ۲ برابر قطر مقطع سیم مسی B است و طول آن نیز $\frac{۱}{۴}$ طول سیم B است. اگر مقاومت سیم A برابر ۵Ω باشد، مقاومت سیم B چند اهم است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور-۹۰، مشابه سراسری تجربی ۹۱، مشابه سراسری ریاضی ۹۰)

۱) ۵ **۲) ۱۰** **۳) ۴۰** **۴) ۸۰**

پاسخ: گزینه (۴) صحیح است.

$$D_A=۲D_B, L_A=\frac{۱}{۴}L_B \Rightarrow \frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}.\frac{L_A}{L_B}.(\frac{D_B}{D_A})^۲=۱\times\frac{۱}{۴}\times\left(\frac{۱}{۲}\right)^۲=\frac{۱}{۱۶}\xrightarrow{R_A=۵\Omega}\frac{۵}{R_B}=\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow R_B=۸۰\Omega$$

۳۲-مقاومت ویژه سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم برابر باشند، شعاع مقطع سیم B چند برابر سیم A است؟

۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) ۹ ۳) $\sqrt{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

پاسخ:گزینه (۴) صحیح است.

$$\rho_A=۳\rho_B, L_A=L_B, R_A=R_B \Rightarrow \frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}.\frac{L_A}{L_B}.(\frac{r_B}{r_A})^۲ \Rightarrow ۱=۳\times۱\times(\frac{r_B}{r_A})^۲ \Rightarrow (\frac{r_B}{r_A})^۲=\frac{۱}{۳}\Rightarrow\frac{r_B}{r_A}=\frac{۱}{\sqrt{۳}}=\frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

۳۳-از سیمی به طول $۲/۵m$ و سطح مقطع $۱mm^۲$ شدت جریان $۴A$ می‌گذرد. اگر در این سیم در هر ثانیه $۵j$ انرژی الکتریکی مصرف شود، مقاومت ویژه‌ی این سیم چند $\Omega.m$ است؟ (سنجش -۹۴)

۱) $۱/۲۵\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۱/۲۵\times۱۰^{-۷}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{-۷}$ ۴) $۲/۵\times۱۰^{-۴}$

پاسخ: ابتدا باید مقاومت سیم را مشخص کنیم، سپس از رابطه‌ی $R=\rho\frac{L}{A}$ مقاومت ویژه را بدست می‌آوریم.

$$U=RI^۲t \Rightarrow ۵=R\times۴^۲\times۱\Rightarrow R=\frac{۵}{۱۶}\Omega\ ,\ R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\frac{۵}{۱۶}=\rho\times\frac{۲/۵}{۱۰^{-۶}}\Rightarrow\rho=\frac{۱}{۸}\times۱۰^{-۶}=۱/۲۵\times۱۰^{-۷}\Omega.m$$

۳۴-مقاومت الکتریکی یک کابل مسی برابر با $۰/۰۸\Omega$ است. اگر جرم این کابل $۲kg$ ، چگالی مس $۸\frac{g}{cm^۳}$ و مقاومت ویژه‌ی آن $۰/۸\times۱۰^{-۸}\Omega.m$ باشد، طول این کابل چند متر است؟ (نمونه سوال – ۹۵) (خیلی مهم – تیپ جدید تستهای این مبحث)

۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰

پاسخ: ρ' چگالی مس و ρ مقاومت ویژه مس می‌باشد.

$$\rho'=\frac{m}{V}\xrightarrow{V=Al}\rho'=\frac{m}{Al}\Rightarrow A=\frac{m}{\rho' l}\ (۱)$$

چگالی مس:

مقاومت سیم : $R=\rho\frac{l}{A}\xrightarrow{(۱)}R=\rho\frac{l}{\frac{m}{\rho' l}}\Rightarrow R=\rho\rho'\frac{l^۲}{m}$

$$\Rightarrow ۰/۰۸ = ۰/۸\times ۱۰^{-۸}\times ۸\times ۱۰^{۳}\times \frac{l^{۲}}{۲} \Rightarrow l^{۲} = ۲۵۰۰ \Rightarrow l = ۵۰cm$$

۳۵- دو سیم هم طول مسی و آلومینیومی، در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب $۹\frac{g}{cm^{۳}}$ و $۲/۷\frac{g}{cm^{۳}}$ و مقاومت ویژه مس $\frac{۱}{۲}$ برابر مقاومت ویژه آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟ (سراسری ریاضی -۹۶)

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۴}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

پاسخ:گزینه (۱) صحیح است. دو سیم دارای طول برابر $(L_{Al}=L_{Cu})$ و مقاومت الکتریکی برابر $(R_{Al}=R_{Cu})$ هستند و مقاومت ویژه‌ی مس نصف مقاومت ویژه‌ی آلومینیم است $(\rho_{Cu}=\frac{۱}{۲}\rho_{Al})$. در حل این سوال آلومینیم را با اندیس (۱) و مس را با اندیس (۲) نمایش می‌دهیم.

$$\frac{R_{۲}}{R_{۱}} = \frac{\rho_{۲}}{\rho_{۱}}\times\frac{L_{۲}}{L_{۱}}\times\frac{A_{۱}}{A_{۲}} \Rightarrow ۱ = \frac{۱}{۲}\times ۱\times\frac{A_{۱}}{A_{۲}} \Rightarrow \frac{A_{۱}}{A_{۲}} = ۲$$

پس سطح مقطع سیم آلومینیمی دو برابر سطح مقطع سیم مسی است. از طرفی حجم از رابطه‌ی $V=AL$ بدست می‌آید.

$$\frac{m_{۱}}{m_{۲}} = \frac{\rho_{۱}}{\rho_{۲}}\times\frac{V_{۱}}{V_{۲}} \xrightarrow{V=AL} \frac{m_{۱}}{m_{۲}} = \frac{\rho_{۱}}{\rho_{۲}}\times\frac{A_{۱}}{A_{۲}}\times\frac{L_{۱}}{L_{۲}} = \frac{۲/۷}{۹}\times ۲\times ۱ = \frac{۵/۴}{۹} = \frac{۳}{۵}$$

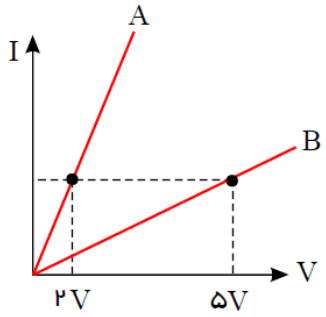
۳۶-مقاومت ویژه‌ی سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه‌ی سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم با هم برابر باشند، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم Bاست؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور-۹۳)

۱) $\sqrt{۳}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۴) ۹

۳۷-از سیمی به طول $۲۵m$ که اختلاف پتانسیل $۳v$ در دو سر آن برقرار است، جریان $۱/۲A$ عبور می‌کند، اگر مقاومت ویژه سیم $۱/۸\times ۱۰^{-۸}\Omega.m$ و چگالی آن $۸\frac{g}{cm^{۳}}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی -۹۶)

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۷۲

۳۸-دو سیم رسانای A و B هم‌طول هستند و قطر A نصف قطر B است. با توجه به نمودار مقابل، مقاومت ویژه‌ی A چند برابر B است؟ (نمونه سوال)

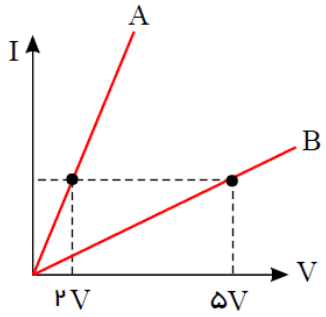


پاسخ: با توجه به نمودار نسبت مقاومت‌ها بدست می‌آوریم.

$$I_A = I_B \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{V_A}{V_V} = \frac{۲}{۵}\ ,$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B}.\frac{L_A}{L_B}.(\frac{D_B}{D_A})^۲ \xrightarrow[D_A = \frac{۱}{۲}D_B]{L_A = L_B} \frac{۲}{۵} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times ۱ \times (۲)^۲ = ۴\frac{\rho_A}{\rho_B} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{۱}{۱۰}$$

۳۹-دو سیم رسانای A و B ، دارای قطر یکسانی هستند و طول A ، دو برابر طول B است. با توجه به نمودار مقابل، مقاومت ویژه‌ی A چند برابر B است؟



۴۰-ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی، $۲mm \times ۳mm \times ۴mm$ است. این مکعب مستطیل را می توان از هر یک از دو وجه موازی آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگترین مقاومت به کوچکترین مقاومت آن کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) $\frac{۱۶}{۹}$ ۴) ۳

پاسخ:گزینه (۱) صحیح است. بزرگترین مقاومت وقتی به وجود می‌آید که سیم بلندترین طول و کمترین سطح مقطع را داشته باشد و بلعکس

$$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{\rho\frac{L_{max}}{A_{min}}}{\rho\frac{L_{min}}{A_{max}}}\frac{L_{max}}{L_{min}} \times \frac{A_{max}}{A_{min}} = \frac{۴}{۲} \times \frac{۱۲}{۶} = ۴$$

۴۱-ابعاد یک سیم فلزی مکعبی شکل به صورت $۲cm \times ۴cm \times ۲۰cm$ می‌باشد. وقتی این سیم را به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت V وصل کنیم، نسبت بیشینه‌ی شدت جریان عبوری از سیم به کمینه‌ی آن، کدام است؟ (دمای سیم ثابت است.)

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰

۴۲-یک قطعه سیم رسانا را به ۵ قطعه مساوی تقسیم کرده و بر روی هم می‌تابانیم. مقاومت معادل سیم چند برابر می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۲/۵ ۳) $\frac{۱}{۲۵}$ ۴) ۲۵

۴۳-دو سیم نازک از جنس نقره و آلیاژ کروم و نیکل در دمای $۲۰^\circ C$ با طول یکسان وجود دارند. اگر در این دما مقاومت سیم آلیاژ کروم و نیکل ۲۵ برابر مقاومت سیم نقره باشد، سطح مقطع این سیم چند برابر سطح مقطع سیم نقره است؟

($\rho = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m$ آلیاژ کروم و نیکل ؛ $\rho = ۱/۶ \times ۱۰^{-۸} \Omega.m$ نقره)

۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۲۵}$ ۴) $\frac{۲۵}{۴}$

۴۴-دو رسانا که از یک ماده ساخته شده اند، دارای طول مساوی‌اند. رسانای A به قطر ۱mm و رسانای B لوله‌ای توخالی به قطر خارجی ۲mm و قطر داخلی ۱mm است. نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

۴۵-قطر سیم مسی A، ۲ برابر قطر مقطع سیم مسی B است و طول آن نیز $\frac{۱}{۴}$ طول سیم B است. اگر مقاومت سیم A برابر ۵Ω باشد، مقاومت سیم B چند اهم است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور-۹۰)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۴۶-طول سیم فلزی $۱۰cm$ و قطر مقطع آن $۲mm$ است. اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود، طول آن چند سانتی‌متر می‌شود؟ (سراسری تجربی-۹۳)

۱) ۲/۵ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

۴۷-مقاومت ویژه‌ی سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه‌ی سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم با هم برابر باشند، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم Bاست؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور-۹۳)

۱) $\sqrt{۳}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۴) ۹

۴۸-از سیم رسانایی به مقاومت الکتریکی R که به اختلاف پتانسیل الکتریکی V وصل شده است، جریان I عبور می‌کند. سیم را از ابزاری می‌گذرانیم تا بدون تغییر جرم، شعاع سطح مقطع آن $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ برابر شود و سپس اختلاف پتانسیل دو سر رسانا را ۲۰% کاهش می‌دهیم. جریان عبوری از آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ (نمونه سوال -۹۴)

۱) ۸۰% کاهش می‌یابد. ۲) ۸۰% افزایش می‌یابد.

۳) ۶۰% کاهش می‌یابد. ۴) ۶۰% افزایش می‌یابد.

پاسخ: در حجم ثابت، طول متناسب با عکس سطح مقطع تغییر می‌کند، سطح مقطع نیز متناسب با مجذور شعاع تغییر می‌کند. $(L\alpha\frac{۱}{A},A\alpha r^۲)\Rightarrow L\alpha r^۲$

$$\frac{A_۲}{A_۱}=(\frac{r_۲}{r_۱})^۲\xrightarrow{r_۲=\frac{\sqrt{۲}}{۲}r_۱}\frac{A_۲}{A_۱}=\frac{۱}{۲}$$

$$\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}.\frac{L_۲}{L_۱}.\frac{A_۱}{A_۲}=۲\times۲=۴\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}\times\frac{R_۱}{R_۲}\xrightarrow[\frac{R_۱}{R_۲}=\frac{۱}{۴}]{\frac{V_۲}{V_۱}=۰/۸}\frac{I_۲}{I_۱}=۰/۸\times\frac{۱}{۴}=۰/۲\Rightarrow\frac{\Delta I}{I_۱}=\frac{I_۲-I_۱}{I_۱}\times۱۰۰=-\%۸۰$$

اثر دما بر مقاومت ویژه رساناهای فلزی و نیم‌رساناها: (ویژه رشته ریاضی)

در اثر افزایش دمای یک رسانای فلزی، تعداد حامل‌های بار (الکترون‌های آزاد) تقریباً ثابت می‌ماند، ولی ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابد. این عامل موجب افزایش برخورد حامل‌های بار با شبکه اتمی رسانای فلزی می‌شود. و به این ترتیب مقاومت رسانا در برابر عبور جریان زیاد می‌شود. مثلاً مقاومت لامپ معمولی روشن با رشته تنگستن از لامپ خاموش مشابه آن بیشتر می‌باشد؛ آزمایش نشان می‌دهد مقاومت ویژه فلزات در یک گستره دمایی نسبتاً بزرگ با دما تقریباً به طور خطی تغییر می‌کند. بر اثر تغییر دما به اندازه‌ی ΔT مقاومت سیم $R_۱$ برابر $R_۲$ می‌شود.

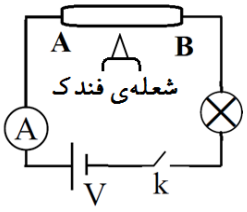
تغییرات مقاومت به صورت $\Delta R=R_۱\alpha\Delta T$ نوشته می‌شود؛ « α، ضریب دمائی مقاومت است، برای فلزات $\alpha>۰$ و برای نیم‌رساناها $\alpha<۰$ می‌باشد.»

نکته: درصد تغییر مقاومت برای یک سیم به صورت $\frac{\Delta R}{R_۱}\times۱۰۰=\alpha\Delta T\times۱۰۰$ نوشته می‌شود.

نکته: تغییرات مقاومت ویژه توسط رابطه روبرو بیان می‌شود. $\Delta\rho=\rho_{\circ}\alpha(T-T_{\circ})=\rho_{\circ}\alpha\Delta T$ و یا $\rho=\rho_{\circ}[1+\alpha(T-T_{\circ})]$

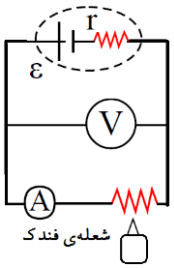
نکته: α ضریب دمایی مقاومت ویژه بر حسب $\frac{1}{^{\circ}C}$ یا $\frac{1}{K}$ می‌باشد و T دمای رسانا بر حسب $^{\circ}C$ یا K است؛ ρ مقاومت ویژه بر حسب $\Omega.m$ است.

۴۹-با وسایل زیر، آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد افزایش دما، بر مقاومت یک سیم فلزی چه اثری دارد.
وسایل: یک سیم نازک از جنس نیکروم، یک لامپ چراغ قوه، یک باتری چراغ قوه، فندک و سیم رابط (دی ماه ۸۹- ریاضی)



پاسخ: سیم نازک از آلیاژ کروم - نیکل را بین دو نقطه A و B در مدار شکل زیر قرار می‌دهیم. پس از بستن کلید و روشن شدن لامپ، چراغ الکلی را زیر سیم AB قرار می‌دهیم؛ مشاهده می‌شود نور لامپ رفته رفته کم می‌شود. یعنی با افزایش دما مقاومت بیشتر می‌شود.

۵۰-در شکل مقابل، مقاومت R یک رشته‌ی تنگستن (رشته‌ی داخل لامپ) است. اگر شعله‌ی فندک را زیر این رشته قرار دهیم، عددهای آمپرسنج و ولت سنج چگونه تغییر می‌کنند؟ توضیح دهید. (شهریورماه۸۸- ریاضی)



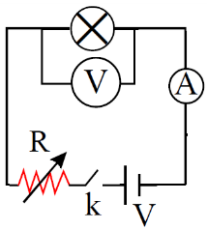
۵۱-توضیح دهید؛ آیا مقاومت یک لامپ معمولی وقتی روشن است با وقتی که خاموش است، تفاوت دارد؟

پاسخ: بلی، مقاومت لامپ در حالت روشن بیشتر از حالت خاموش است؛ زیرا با افزایش دما مقاومت لامپ بالاتر می‌رود و دما لامپ روشن بیشتر از دمای لامپ خاموش است.

۵۲-مقاومت الکتریکی یک لامپ رشته‌ای خاموش را توسط اهم‌متر، اندازه می‌گیریم. سپس به کمک مشخصات نوشته شده بر روی لامپ، مقاومت آن را محاسبه می‌کنیم. کدام یک از دو عدد بدست آمده، بزرگتر است. چرا؟ (شهریورماه ۸۹ - ریاضی)

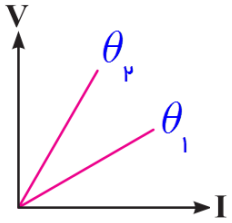
پاسخ:

۵۳-آزمایشی طرح کنید که به کمک آن بتوان دمای رشته سیم لامپ تنگستن روشن را بدست آورد؟ ($\alpha = ۴/۵ \times ۱۰^{-۳} {}^{\circ}C^{-۱}$ تنگستن) (فعالیت ۲-۸ کتاب درسی)



پاسخ: ابتدا به کمک اهم‌متر مقاومت لامپ خاموش $(R_{\circ})$ را اندازه می‌گیریم، سپس لامپ را در مداری مطابق شکل قرار می‌دهیم و با خواندن اعداد ولت‌سنج و آمپرسنج و رابطه‌ی قانون اهم $(R = \frac{V}{I})$، مقاومت آن را در حالت روشن به دست می‌آوریم. با قرار دادن مقاومت لامپ خاموش $(R_{\circ})$ و مقاومت لامپ روشن (R) در رابطه‌ی $R = R_{\circ}[۱ + \alpha \Delta T]$ می‌توانیم دمای رشته لامپ را در حالت روشن بودن به دست آوریم. البته دمای اولیه‌ی لامپ را به کمک دماسنج اندازه‌گیری می‌کنیم.

۵۴-شکل روبرو، نمودار $V-I$ را برای یک رسانا در دو دمای $\theta_{۱}$ و $\theta_{۲}$ نشان می دهد. با ذکر دلیل معلوم کنید کدام یک از دماها بیشتر است؟ (شهریورماه۹۰- ریاضی)



اثر دما بر مقاومت ویژه نیم‌رساناها:

در دماهای پایین تعداد حامل‌های بار نیم‌رساناها ناچیز است، و نیم‌رسانا مانند نارسانا رفتار می‌کند. با افزایش دما بر تعداد این حامل‌های بار افزوده می‌شود؛ گرچه با افزایش دما بر تعداد حامل‌های بار افزوده می‌شود و تعداد برخوردهای کاتوره‌ای نیز افزایش می‌یابد، اما تأثیر افزایش تعداد حامل‌های بار بیشتر از افزایش این برخوردهای کاتوره‌ای است. بنابراین با افزایش دما مقاومت ویژه نیم‌رسانا کاهش می‌یابد.

نکته:ضریب دمایی مقاومت ویژه برای رساناها مثبت و برای نیمرساناها منفی است. بنابراین مقاومت رساناها با افزایش دما، افزایش می‌یابد و مقاومت نیمرساناها با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

۵۵-درصد تغییر مقاومت الکتریکی یک سیم، در اثر تغییر دما به کدام یک از کمیت های زیر بستگی ندارد؟

۱) اندازه‌ی تغییر دما ۲) جنس سیم ۳)اندازه‌ی مقاومت اولیه سیم ۴) اندازه گرمای داده شده

☑نتیجه مهم: $\frac{\Delta R}{R_{۱}} \times ۱۰۰ = \frac{R_{۱} \alpha \Delta T}{R_{۱}} = \alpha \Delta T \times ۱۰۰$

درصد تغییر یک مقاومت به اندازه‌ی مقاومت اولیه بستگی ندارد و فقط به جنس رسانا (ضریب دمائی مقاومت) و اندازه تغییر دما بستگی دارد.

۵۶-ضریب دمایی مس در دمای $۲۰^\circ C$ برابر با $۰/۰۰۷^\circ C^{-۱}$ است. اگر مقاومت سیمی از مس در دمای $۲۰^\circ C$ برابر ۵Ω باشد، مقاومت این سیم در دمای $۱۰۰^\circ C$چقدر است؟ (مشابه مثال۲-۴ کتاب درسی)

پاسخ:

$$\Delta R = R_۱\alpha\Delta T \Rightarrow \Delta R = ۵\times ۷\times ۱۰^{-۳}\times ۸۰ \Rightarrow \Delta R = ۲/۸\Omega \Rightarrow$$
$$\Delta R = R_۲ - R_۱ \Rightarrow ۲/۸ = R_۲ - ۵ \Rightarrow R_۲ = ۷/۸\Omega$$

۵۷-مقاومت سیم مسی در دمای صفر درجه سلسیوس، برابر $R_۰$ است. در چه دمایی۲۵٪ به مقاومت اولیه آن افزوده می‌شود؟ $(\alpha = ۵\times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱})$

پاسخ:وقتی طراح سوال میگه ۲۵٪ بر مقاومت اولیه افزوده شود، یعنی داریم:

$$R_۲ = R_۱ + \frac{۲۵}{۱۰۰}R_۱ = ۱/۲۵R_۱ \Rightarrow \Delta R = R_۲ - R_۱ = ۰/۲۵R_۱$$
$$\Delta R = R_۱\alpha\Delta T \Rightarrow ۰/۲۵R_۱ = R_۱\times ۵\times ۱۰^{-۳}\times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۲۵\times ۱۰^{-۲}}{۵\times ۱۰^{-۳}} = ۵۰ \Rightarrow$$
$$\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow ۵۰ = \theta_۲ - ۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۵۰^\circ C$$

۵۸-مقاومت سیمی در دمای $۲۰^\circ C$ برابر ۱۰Ω و در دمای $۱۰۰^\circ C$ برابر $۱۰/۲\Omega$ است، ضریب دمایی مقاومت ویژه آن را محاسبه کنید. (شهریورماه ۹۰- تجربی)

۵۹-مقاومت الکتریکی یک رشته سیم از جنس نیکروم در دمای $۲۰^\circ C$ برابر $R_۱$است. معین کنید، در چه دمایی مقاومت این رشته سیم $\frac{۱}{۵}R_۱$ خواهد شد؟ $(\alpha = ۴\times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱})$

۶۰-سیمی به طول $۱m$ و سطح مقطع $۳/۲mm^۲$ با عبور جریان الکتریکی داغ می‌شود. مقاومت ویژه ماده سازنده سیم در دمای $۲۰۰^\circ C$ برابر $۶\times ۱۰^{-۵}\Omega.m$ و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $۴\times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱}$ است. مقاومت ویژه سیم در دمای $۴۰۰^\circ C$ چقدر است؟ (مشابه مثال ۲-۳ کتاب درسی)

پاسخ:

$$\rho = \rho_۰(۱+\alpha\Delta\theta) = ۶\times ۱۰^{-۵}[۱+۴\times ۱۰^{-۳}\times ۲۰۰] = ۱۲/۸\times ۱۰^{-۵}$$
$$R = \rho\frac{L}{A} = ۱۲/۸\times ۱۰^{-۵}\frac{۱}{۳/۲\times ۱۰^{-۶}} = ۴۰\Omega$$

۶۱-سطح مقطع سیمی $۴mm^۲$ و طول آن $۲m$ می‌باشد، اگر ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $۲\times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱}$ و مقاومت سیم در دمای $۱۰۰^\circ C$ برابر ۶Ω باشد. مقاومت ویژه سیم را در دمای $۳۰۰^\circ C$ بدست آورید؟

پاسخ:ابتدا مقاومت ویژه‌ی سیم را در دمای $۱۰۰^\circ C$ محاسبه می‌کنیم.

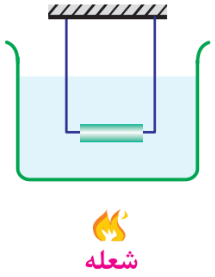
$$\begin{cases} A = ۴\times ۱۰^{-۶} m^۲ \\ L = ۲m \\ R = ۶\Omega \end{cases} \quad R = \rho_۰ \frac{L}{A} \Rightarrow ۶ = \rho_۰ \times \frac{۲}{۴\times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow \rho_۰ = ۱۲\times ۱۰^{-۶}\Omega.m$$

پس مقاومت ویژه‌ی سیم در دمای $۱۰۰^\circ C$ برابر $۱۲\times ۱۰^{-۶}\Omega.m$ می‌باشد. اکنون مقاومت ویژه در دمای $۳۰۰^\circ C$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\rho = \rho_۰(۱+\alpha\Delta\theta) \xrightarrow{\Delta\theta = ۳۰۰-۱۰۰ = ۲۰۰^\circ C} \rho = ۱۲\times ۱۰^{-۶}[۱+۲\times ۱۰^{-۳}\times ۲۰۰] = ۱۲\times ۱۰^{-۶}\times ۱/۴ = ۱۶/۸\times ۱۰^{-۶}\Omega.m$$

۶۲-سیم المنت یک اجاق برقی به طول $۱m$ و سطح مقطع $۴/۰۸\times ۱۰^{-۶} m^۲$ با عبور جریان الکتریکی داغ می‌شود. مقاومت ویژه ماده سازنده سیم در دمای $۳۰۰^\circ C$ برابر با $۶/۸\times ۱۰^{-۵}\Omega.m$ است و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $۲\times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱}$ است. مقاومت سیم در دمای $۴۰۰^\circ C$ چقدر است؟

۶۳-در شکل مقابل، یک سیم رسانا در داخل ظرف حاوی مایعی قرار اده شده است. اگر دمای مایع و رسانای داخل آن برابر $۲۰^\circ C$ باشد، مقاومت الکتریکی سیم رسانا برابر ۱۵Ω است. حال اگر در اثر شعله قرار داده شده در زیر ظرف، دمای آنها با $۵۰^\circ C$ برسد، مقاومت الکتریکی سیم برابر ۱۸Ω می‌شود. اگر مقاومت الکتریکی سیم برابر ۲۰Ω اندازه‌گیری شده باشد، در این حالت دمای سیم رسانا چند درجه سلسیوس است؟



۶۴-وقتی دمای جسمی $۴۰۰^\circ C$ زیاد می شود، مقاومت آن ۲۰% افزایش می یابد. ضریب دمایی آن چند $k^{-۱}$ می باشد؟

۱) $\frac{۱}{۲۰۰}$ ۲) ۵×۱۰^{-۲} ۳) ۵×۱۰^{-۴} ۴) $\frac{۱}{۲۰۰۰۰}$ (مشابه سراسری ریاضی ۹۳)

پاسخ: وقتی میگه مقاومت سیم ۲۰% زیاد می شود؛ یعنی اگر مقاومت اولیه ۱۰۰Ω فرض شود، مقاومت ثانویه ۱۲۰Ω خواهد بود.

$$\Delta R = R_۱\alpha\Delta T \Rightarrow ۱۲۰-۱۰۰ = ۱۰۰\times\alpha\times ۴۰۰ \Rightarrow ۲۰ = ۴۰۰۰۰\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{۲۰}{۴۰۰۰۰} = \frac{۵}{۱۰۰۰۰} \Rightarrow \alpha = ۵\times ۱۰^{-۴}$$

۶۵-دو سر یک جسم رسانا به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است. اگر دمای جسم را $۵۰^\circ C$ افزایش دهیم، جریان عبوری از آن چند برابر می‌شود؟ (ضریب دمایی مقاومت رسانا $\frac{۱}{۲۵۰} k^{-۱}$ است.) (نمونه سوال -۹۵)

۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) ۵

پاسخ: ابتدا باید مشخص کنیم، با افزایش دما، مقاومت رسانا چند برابر می‌شود. سپس از قانون اهم نسبت جریان‌ها را بدست می‌آوریم.

$$R_۲ = R_۱(۱+\alpha.\Delta\theta) \Rightarrow R_۲ = R_۱(۱+\frac{۱}{۲۵۰}\times ۵۰) = \frac{۶}{۵}R_۱ \quad , \quad \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{R_۱}{R_۲} \xrightarrow{R_۲=\frac{۶}{۵}R_۱} \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{۵}{۶}$$

۶۶-مقاومت ویژه‌ی سیمی در دمای $۲۰^\circ C$ ، $۲\times ۱۰^{-۷}\Omega.m$ و قطر سطح مقطع دایره‌ای شکل سیم، $۰/۲mm$ است. چه طولی از این سیم را انتخاب کنیم تا مقاومتش ۵Ω باشد؟ $(\pi = ۳)$ (آزمون نمونه سوال)

۱) $۱۵m$ ۲) $۷/۵m$ ۳) $۱/۵m$ ۴) $۰/۷۵m$

۶۷-دمای سیمی را از $۲۰^\circ C$ به $۴۰^\circ C$ می‌رسانیم و مقاومت سیم ۱۰٪ زیاد می‌شود. ضریب دمایی مقاومت ویژه‌ی سیم چقدر است؟ (آزمون نمونه سوال)

۱) $۲\times ۱۰^{-۳}K^{-۱}$ ۲) $۵\times ۱۰^{-۳}K^{-۱}$ ۳) $۲\times ۱۰^{-۲}K^{-۱}$ ۴) $۵\times ۱۰^{-۲}K^{-۱}$

۶۸-مقاومت یک سیم مسی در دمای $۲۰^\circ C$ برابر ۴۰Ω است. از سیم جریان الکتریکی عبور می‌کند و در اثر افزایش دما، مقاومت الکتریکی آن به $۴۶/۸\Omega$ می‌رسد. دمای سیم در این حالت، چند درجه سلسیوس شده است؟ ($\alpha = ۰/۰۰۶۸\frac{۱}{k}$ مس)

۱) ۲۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۴۵ (سراسری ریاضی-۹۳)

پاسخ: گزینه (۴) صحیح است. وقتی میگه مقاومت سیم از ۴۰Ω به $۴۶/۸\Omega$ برسد، یعنی $\Delta R = ۴۶/۸ - ۴۰ = ۶/۸\Omega$ می‌باشد.

$$\Delta R = R_۱\alpha\Delta T \Rightarrow ۶/۸ = ۴۰\times ۶/۸\times ۱۰^{-۳}\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۱}{۴۰\times ۱۰^{-۳}} = ۲۵^\circ C \Rightarrow$$

$$۲۵ = \theta_۲ - ۲۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۴۵^\circ C$$

۶۹-چند مورد از عوامل زیر، در «درصد تغییر مقاومت یک سیم» موثر است؟

«اندازه‌ی تغییر دما - ضریب دمایی - طول اولیه سیم - شعاع اولیه سیم - جنس سیم»

۱) یک مورد ۲) دو مورد ۳) سه مورد ۴) ۴ مورد

انواع مقاومت‌ها: (به جز رئوستا و پتانسیومتر بقه موارد مختص رشته ریاضی است)

مقاومت‌ها برای کنترل جریان و لتاژ در وسایل الکترونیکی بکار می‌روند. اندازه‌ی مقاومت‌ها می‌تواند کمتر از 1Ω تا مگا اهم باشد. انواع اصلی مقاومت‌ها بر دو نوع است؛ ۱-مقاومت‌های پیچه‌ای ۲-مقاومت‌های ترکیبی

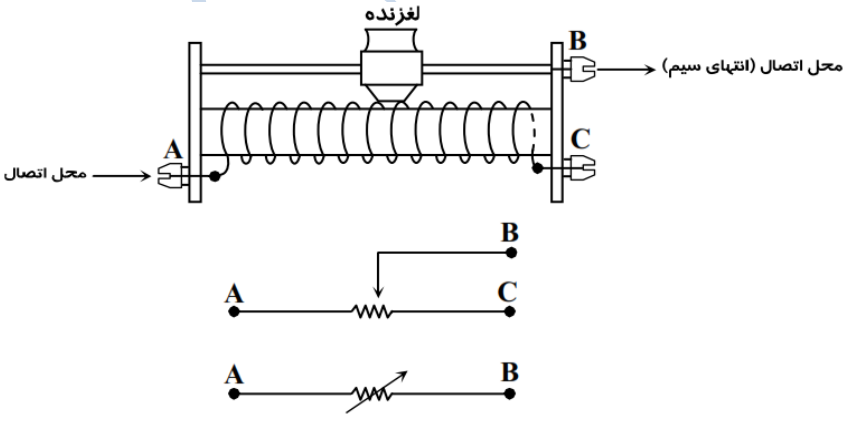
- **مقاومت‌های پیچه‌ای:**

شامل پیچه‌ای از یک سیم نازک هستند که معمولاً جنس آنها از آلیاژهایی مانند نیکروم (نیکل- کروم) یا منگانین (مس-نیکل- منگنز) است. این پیچه‌ها به دور هسته‌ای از جنس سرامیک، پلاستیک یا شیشه پیچیده شده‌اند و در غلافی از سرامیک قرار گرفته‌اند.

نکته:مقاومت‌های پیچه‌ای، قدیمی‌ترین نوع مقاومت‌هاست که امروزه همچنان تولید می‌شوند، زیرا می‌توانند برای حصول مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و همچنین توان‌های بالا ساخته شوند.

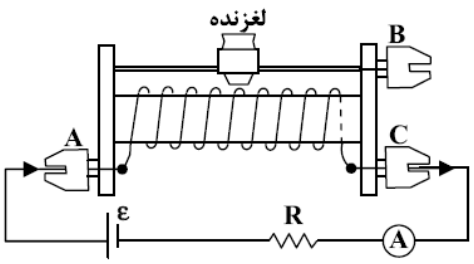
نکته: یکی از معروفترین مقاومت‌های پیچه‌ای، رئوستا نام دارد که در مدارهای الکتریکی پتانسیومتر نامیده می‌شود.

رئوستا یا مقاومت تغییر: در آزمایشگاه برای تنظیم و کنترل جریان از یک مقاومت متغیر استفاده می‌شود که رئوستا نام دارد. این وسیله از یک سیم دراز با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد (تنگستن) تشکیل شده است. این سیم روی استوانه‌ای پیچیده شده است. با استفاده از یک دکمه لغزنده که روی ریلی بالای استوانه قرار دارد و انتهای آن با سیم در تماس است می‌توان قسمت های دلخواه سیم را در مسیر جریان قرار داده و مقاومت را به طور دلخواه تغییر داد.



نکته: در هنگام استفاده از رئوستا ابتدا آن را با بیشترین مقاومت درمدار قرار می‌دهیم سپس با دکمه لغزنده، مقاومت مناسب را برای جریان مورد نظر تنظیم می‌کنیم.

۷۰-اگر در مدار مقابل، نوار لغزنده به سمت B حرکت کند، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟



۱)ثابت می‌ماند. **۲)کم می‌شود.** **(سراسری تجربی-۸۸)**

۳)زیاد می‌شود. **۴) بسته به مقدار R، ممکن است کم و زیاد شود.**

- **مقاومت‌های ترکیبی (رنگی):**

این گونه مقاومت‌ها معمولاً از کربن، برخی نیمرساناها، و یا فیلم‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند که در داخل پوشش پلاستیکی قرار گرفته‌اند. کارخانه‌های سازنده این گونه مقاومت‌ها، آنها را در اندازه‌های خاص تولید می‌کنند. اندازه‌ی آنها یا بر روی آنها نوشته شده و یا بوسیله‌ی کدی رنگی نشان داده شده است. مشخصه‌ی اصلی این مقاومت‌ها بیشینه‌ی توان الکتریکی است که مقاومت‌ها می‌تواند بدون آن که بسوزد، تحمل کند.

کد گذاری مقاومت‌های ترکیبی (مقاومت‌های کربنی):

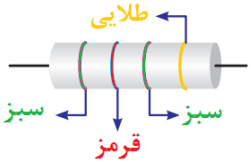
در استانداردهای مهندسی، سیم ها را بر حسب قطر و مساحت سطح مقطع آنها نمره‌بندی می‌کنند و اندازه‌ی مقاومت‌های الکتریکی را با حلقه‌های رنگی کدگذاری می‌نمایند. روی مقاومت‌ها چهار خط رنگی وجود دارد. اگر مقاومت را طوری نگه داریم که در سمت راست، رنگ نقره‌ای یا طلایی که مشخص کننده ضریب خطا است قرار گیرد، از سمت چپ به ترتیب اولین رنگ، دهگان (a)، دومین رنگ یکان (b) و سومین رنگ، توان ۱۰ (n) می‌باشند.

$$R = \overline{ab} \times 10^{n}$$

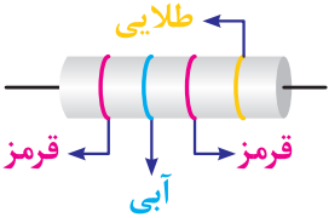
نکته: دقت کنید اعداد a و b را در هم ضرب نکنید. درصد خطای طلایی ۵٪ ، درصد خطای نقره ای ۱۰٪ و درصد خطای بی رنگ ۲۰٪ است.

نکته: مقدار خطای حلقه‌ی چهارم، تلرانس نامیده می‌شود و میزان انحراف از مقدار دقیق را بر حسب درصد مشخص می‌کند.

۷۱-مقاومت مقابل را با استفاده از کد رنگی تعیین کنید. (سبز= ۵ و قرمز= ۲)



۷۲-اندازه مقاومت الکتریکی در شکل روبرو، چند اهم است؟
(قرمز=۲ و آبی = ۶) (مردادماه۹۱ – ریاضی)



۷۳-کد رنگی۶=آبی ،کد رنگی۳=نارنجی و کد رنگی۴=زرد می باشد. مقاومت $360\ K\Omega$ را طراحی کنید.

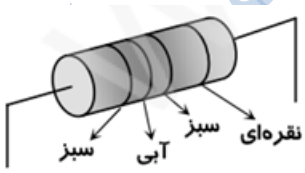
۷۴-با توجه به جدول کدهای رنگی، مقاومت‌های زیر را طراحی کنید.

رنگ حلقه	سیاه	قهوه‌ای	قرمز	زرد	آبی
کد	۰	۱	۲	۴	۶

الف) مقاومت $2/6K\Omega$ **ب) مقاومت 12Ω** **ج)مقاومت $4/2\times10^{3}\Omega$**

د) مقاومت $10M\Omega$ **ه) $0/42M\Omega$**

۷۵-مقاومت نشان داده شده در شکل روبه‌رو چقدر است؟ (۱۰٪=نقره‌ای، ۶=آبی، ۵=سبز) (آزمون نمونه سوال)



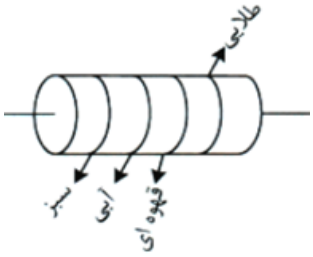
۱) $5/6\Omega$ **۲) $5/6k\Omega$**

۳) $5/6M\Omega$ **۴) $5/6G\Omega$**

۷۶-اندازه مقاومت کربنی زیر چند اهم است؟ (رنگ‌های سبز، آبی و قهوه‌ای به ترتیب معرف عددهای ۵ ،۶ و ۱ می‌باشند.)

۱) ۶۵ ۲) ۱۶۵

۳) ۵۶۰۰ ۴) ۵۶۰



مقاومت‌های خاص:

۱-ترمیستور: ترمیستور نوعی مقاومت الکتریکی است که وابستگی مقاومت الکتریکی آن به دما، با مقاومت‌های معمولی متفاوت است. از ترمیستور به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش، دماپا و دماسنج استفاده می‌شود. رایج‌ترین ترمیستورها دیسکی، مهره‌ای و میله‌ای است.

به مقاومت های حساس به دما که از مواد نیمه هادی ساخته می شود، ترمیستور (**thermisror**) می گویند. که این کلمه مخفف عبارت **temperature sensitive resistors** است. در ترمیستور مقاومت الکتریکی با دما به طور غیر خطی تغییر می کند. رنج دمای آن ۷۰- تا ۱۵۰ و نهایتا ۳۱۶ درجه سانتیگراد می باشد. در اکثر کاربردها مقاومت آن در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بین ۱۰۰ تا ۱۰۰ کیلو اهم می باشد.

دسته بندی ترمیستورها :

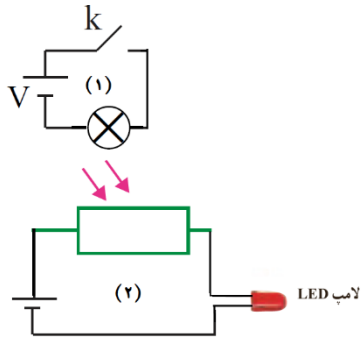
ترمیستورها به دو دسته ضریب دمایی منفی **NTC (Negative Temperature Coefficient)** و ضریب دمایی مثبت **PTC (Positive Temperature Coefficient)** تقسیم می‌شوند. در **NTC** با افزایش دما، مقاومت ترمیستور کاهش می یابد و در **PTC** با افزایش دما مقاومت آن افزایش می یابد. اغلب ترمیستورهای موجود و کاربردی **NTC** هستند.

مزایا ترمیستورها: اندازه کوچک، پاسخ سریع, حساسیت بسیار بالا

معایب ترمیستورها: غیر خطی، محدوده دمایی کم، شکننده، مقاومت بالا و مشکلات نویز، ناپایداری و کالیبره نبودن

۲-مقاومت‌های نوری (LDR) : نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد. به طوری که با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته می‌شود. اندازه‌ی مقاومت‌های نوری از چند مگا اهم در تاریکی تا چند صد اهم در روشنایی قابل تغییر است.

نوعی از این مقاومت‌ها از جنس نیم‌رسانای خالص، مانند سیلیسیم هستند که با افزایش شدت نور تابیده شده، بر تعداد حامل‌های بار الکتریکی آنها افزوده شده و در نتیجه از مقاومت آنها کاسته می‌شود. مقاومت الکتریکی چنین LDR هایی را بر حسب شدت روشنایی (LUX) سنجیده می‌شوند. از (LDR)در چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل کننده‌های خودکار و چراغ روشنایی خیابان‌ها استفاده می‌شود.



۷۷-با بستن کلید در مدار (۱)، نور لامپ LED در مدار (۲) چه تغییری می‌کند؟

پاسخ:با بستن کلید در مدار (۱) لامپ روشن می‌شود و نور لامپ باعث کاهش مقاومت LDR شده و LED نیز روشن می‌شود.

۷۸-دو مورد از کاربردهای LDR را در زندگی روزمره بنویسید.

از کلمات داخل پرانتز، کلمه صحیح را انتخاب کنید.

الف) این گونه مقاومت‌ها، شامل پیچه‌ای از یک سیم نازک‌اند که معمولاً جنس آنها از آلیاژهایی مانند نیکروم یا منگانین است. (مقاومت‌های پیچه‌ای – مقاومت‌های ترکیبی – پتانسیومتر)

ب)ویژگی اصلی این گونه مقاومت‌ها، دقت بالا، توان بالا و مقاومت بسیار کمی دارند. (مقاومت‌های ترکیبی – پتانسیومتر- مقاومت‌های پیچه‌ای)

ج) رئوستا جزء این دسته از مقاومتها محسوب می‌شود. (مقاومت‌های ترکیبی –مقاومت‌های پیچه‌ای)

د) بیشینه‌ی توان این گونه مقاومت‌ها بر روی آنها نوشته شده است. (مقاومت‌های ترکیبی –مقاومت‌های پیچه‌ای)

ه)مقاومت این گونه مقاومت‌ها بر روی آنها نوشته شده است. (مقاومت‌های ترکیبی –مقاومت‌های پیچه‌ای)

و)این گونه مقاومت‌ها از جنس کربن، برخی نیم‌رساناها و یا لایه‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند. (مقاومت‌های ترکیبی –مقاومت‌های پیچه‌ای)

۷۹جملات صحیح و غلط را مشخص کنید.

الف)مقاومت نوری از جنس سلیسیم با کاهش شدت نور تابیده شده، بر تعاداد حاملهای بار الکتریکی آنها افزوده شده و در نتیجه از مقاومت آن‌ها کاسته می‌شود.

ب)در مقاومت‌های نوری با افزایش شدت نورتابیده شده، از مقاومت نوری کاسته می‌شود.

ج)از ترمیستور ها اغلب به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما استفاده می‌شود.

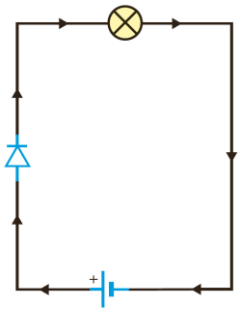
د)کاربرد مقاومت نوری در دماپا و کاربرد ترمیستور در دزدگیرها و چراغ‌های روشنایی خیابانهاست.

ه)دیود LED می‌تواند از رنگ فروسرخ تا فرابنفش تولید کند.

و)کاربرد LED در چراغ‌های خودرو، روشنایی منازل و تابلوهای تبلیغاتی استفاده می‌شود.

ن)بستگی مقاومت الکتریکی ترمیستورها به دما، متفاوت از مقاومت‌های معمولی است.

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک



۳-دیودها (یکسوکننده جریان): دیود قطعه‌ای است که هر گاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است. معروفترین دیودها، دیودهای نوری یا (LED) هستند. از LED در چراغ خودررو، روشنایی منازل، تابلوهای تبلیغاتی، نمایشگرهای LED و ... استفاده می‌شود. LEDها در مقایسه با لامپ رشته‌ای عمر طولانی‌تری دارند و به دلیل نداشتن رشته سیم در آنها به هنگام تولید نور، گرمای زیادی تولید نمی‌کنند.

۸۰-کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (نمونه سوال -۹۷)

۱)مقاومت الکتریکی رشته تنگستن داخل لامپ حبابی همواره مقدار ثابتی است.

۲)قانون اهم، اغلب برای فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی در دمای ثابت برقرار است.

۳)برای یک رسانای اهمی در دمای ثابت، شدت جریان عبوری از رسانا با اختلاف پتانسیل دو سر آن رابطه خطی دارد.

۴)دیود نور گسیل (LED) از قانون اهم پیروی نمی‌کند.

محاسبه انرژی الکتریکی مصرف شده در یک مقاومت: (مشترک ریاضی و تجربی)

در فصل قبل دیدیم، که هنگامی که بار مثبت q در جهت میدان الکتریکی یکنواخت حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن به اندازه $q.\Delta v$ کاهش می‌یابد.

$$\Delta U = q.\Delta v$$

این کاهش انرژی پتانسیل به صورت انرژی جنبشی در می‌آید. در اثر برخورد این بارها با اتمها این انرژی به اتمهای رسانا منتقل می‌شود و انرژی درونی رسانا را افزایش می‌دهد، در نتیجه در اثرعبور جریان الکتریکی رسانا گرم می‌شود.

اگر جریان ثابت I در مدت t ثانیه در سیمی به مقاومت R برقرار شود، داریم:

$$U = (It).(RI) = RI^2 t \quad (۱)$$

U: انرژی که بار هنگام عبور از سیم از دست می دهد و به انرژی درونی سیم تبدیل می شود.

با توجه به رابطه (۱) و رابطه قانون اهم $(V=RI)$ روابط دیگری برای انرژی بدست می‌آوریم:

$$U = VIt \quad (۲)$$

$$U=\frac{V^{۲}}{R}t \qquad (۳)$$

نکته: در فرمولهای (۱) تا (۳) اگر زمان بر حسب ثانیه (s) باشد، انرژی الکتریکی مصرف شده بر حسب ژول (J) به دست می‌آید.

یکاهای انرژی:

- **ژول:** یک ژول مقدار انرژیی است که بتواند بار الکتریکی یک کولن را بین دو نقطه‌ای که اختلاف پتانسیل بین آنها یک ولت است جابه‌جا کند.

- **کیلو وات ساعت :** کیلووات ساعت واحد تجاری انرژی است و معمولاً روی کنتورهای برق علامت Kwh که معرف انرژی بر حسب کیلو وات ساعت است نوشته می شود. یک کیلووات ساعت عبارت است از انرژی هزار ژول در ثانیه که به مدت یک ساعت به مصرف برسد، بنابراین:

$$۱Kwh=۱kw\times۱h=۱۰۰۰w\times۳۶۰۰s=۳۶۰۰۰۰۰J=۳۶۰۰Kj=۳/۶Mj$$

الکترون – ولت: یک الکترون ولت مقدار انرژیی است که بتواند بار الکتریکی معادل یک الکترون را بین دو نقطه که اختلاف پتانسیل آن یک ولت است جابه‌جا کند.

$$۱eV=۱e\times۱V=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\times۱V=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J$$

۸۱-اختلاف پتانسیل الکتریکی لامپی $۲۰۰v$ و شدت جریان آن $۱۰A$ است. در مدت زمان ۳۰ دقیقه چقدر انرژی:

الف)برحسب ژول مصرف می‌کند؟

ب)برحسب کیلو وات ساعت مصرف می‌کند؟

پاسخ:الف) $V=۲۰۰v, I=۱۰A, t=۳۰\min=۱۸۰۰s \quad U=VIt=۲۰۰\times۱۰\times۱۸۰۰=۳/۶\times۱۰^{۶}j$

ب)هر وقت انرژی را بر حسب kwh خواستند، سریع رابطه $U=Pt$ را بنویس. در این رابطه توان باید بر حسب کیلووات و زمان باید بر حسب ساعت باشد.

$$U=Pt \xrightarrow[t=۳۰\min=\frac{۱}{۲}h]{P=VI=۲۰۰\times۱۰=۲۰۰۰w=۲kw} U=۲\times\frac{۱}{۲}=۱kwh$$

۸۲-مقاومت یک سیم گرم کن بخاری برقی ۱۰۰Ω است و شدت جریان عبوری از آن $۲A$ است. در مدت ۲۰ دقیقه چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی در آن مصرف شده است؟

پاسخ: هر وقت انرژی را بر حسب kwh خواستند، سریع رابطه $U = Pt$ را بنویس. در این رابطه توان باید بر حسب کیلووات و زمان باید بر حسب ساعت باشد.

$$U = Pt \xrightarrow[t=۲۰\min=\frac{۱}{۳}h]{P=RI^۲=۱۰۰\times۲^۲=۴۰۰w=۰/۴kw} U = ۰/۴ \times \frac{۱}{۳} = \frac{۴}{۳۰} kwh$$

۸۳-مقاومت سیم یک اتو $۵۵۰\ \Omega$ است. این سیم را به اختلاف پتانسیل $۲۲۰\ \mathrm{V}$ وصل می‌کنیم. درمدت ۱۵ دقیقه در این وسیله چند کیلو وات ساعت انرژی مصرف می شود؟

۸۴-قانون ژول بیان می‌کند، گرمای تولید شده در مقاومت R در مدت زمان t برابر $RI^۲t$ است. با یک آزمایش این بیان را اثبات کنید. (فعالیت ۲-۷ کتاب درسی)

توان الکتریکی مصرفی در یک مقاومت (P): مقدارانرژی مصرف شده در واحد زمان را توان الکتریکی می‌نامند و با نماد P نشان می‌دهند.

$$P = \frac{U}{t}$$

نکته: یکای توان الکتریکی در SI، ژول بر ثانیه است که آنرا وات (W) می نامیم.

با توجه به رابطه‌ی $U = RI^۲t = VIt = \frac{V^۲}{R}t$ و رابطه $P = \frac{U}{t}$، رابطه‌های زیر برای توان الکتریکی مصرف شده در مقاومت به دست می‌آید.

$$P = RI^۲ = VI = \frac{V^۲}{R}$$

توان و انرژی الکتریکی مصرفی (یا گرما) در مقاومت:

برای محاسبه انرژی الکتریکی مصرفی یا گرمای تولید شده توسط یک مقاومت کافیست که توان آن مقاومت را در زمان ضرب کنید، $U = P \times t$. دقت کنید؛ توان، انرژی الکتریکی مصرفی کل مدار را می توان به دو شکل حساب کرد.

راه اول: برای هر مقاومت حساب کرد و بدون توجه به جایگاهشان همگی را با هم جبری جمع کرد.

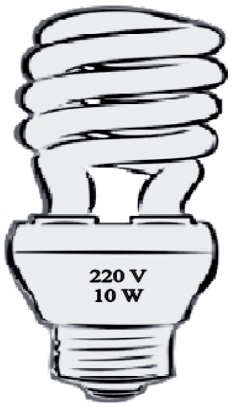
راه دوم: اگر ولتاژ کل یا جریان کل را داشتیم با محاسبه‌ی مقاومت معادل، از $P = RI^۲$ یا $P = \frac{V^۲}{R}$ استفاده کنیم.

۲) برای ۹۰% مسائل برای محاسبه توان یک مقاومت، جریان آن را حساب می‌کنیم و از رابطه‌ی $P = RI^2$ استفاده می‌کنیم.

۳) برای ۱۰% مسائل برای محاسبه توان از رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم،که شامل دو نوع سوال است.

نوع اول: محاسبه توان در مدارهایی که فقط مقاومت موازی دارند.

نوع دوم: محاسبه توان واقعی یک مقاومت وقتی توان و ولتاژ اسمی آن را می دهند.



بر روی هر دستگاه الکتریکی دو عدد یکی بر حسب ولت و دیگری بر حسب وات نوشته شده است،که به آنها ولتاژ و توان اسمی(P_{Name} , V_{Name}) گوییم، مثلاً ۲۲۰V و ۱۰W ؛ این یعنی اگر این مقاومت را به ولتاژ ۲۲۰V وصل کنیم، توان واقعی (P_{Real}) آن ۱۰W می‌گردد.

اگر دستگاهی با توان اسمی P و اختلاف پتانسیل اسمی V را به اختلاف پتانسیل جدید V′ وصل کنیم، توان مصرفی دستگاه تغییر می‌کند. برای محاسبه توان مصرفی دستگاه ابتدا از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ مقاومت دستگاه که مقدار ثابتی است را به دست می‌آوریم، آنگاه با توجه به اختلاف پتانسیل جدید، از رابطه $P = \frac{V'^2}{R}$ توان مصرفی را محاسبه می‌کنیم.

تذکر: چون مقاومت دستگاه ثابت است، می‌توان بدون محاسبه‌ی مقاومت از رابطه زیر توان مصرفی دستگاه را به دست آورد.

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

دقت کنید اگر ولتاژ عدد بیشتر یا کمتر از ۲۲۰V باشد، دیگر توان ۱۰W نخواهد بود؛ مثلاً در شکل روبه‌رو اگر لامپ را به ولتاژ ۱۱۰V وصل کنیم، در واقع ولتاژ ما نصف ولتاژ اسمی است و طبق رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ توان واقعی ما $\frac{1}{4}$ توان اسمی، یعنی ۲/۵W می‌شود.

۸۵-بر روی یک لامپ الکتریکی اعداد ۲۲۰V و ۲۰۰W نوشته شده است. اگر این لامپ را با اختلاف پتانسیل الکتریکی ۱۱۰ولت روشن کنیم.

الف) توان لامپ چند وات می شود؟ ب) توان لامپ چند درصد تغییر می کند؟

ج) انرژی الکتریکی مصرفی لامپ در مدت ۳ ثانیه

پاسخ: چون بحث ولتاژ و توان اسمی است، باید سراغ رابطه‌ی $P=\frac{V^2}{R}$ بروید. هر بلایی سر ولتاژ بیاید، مجذورش به توان به ارث می‌رسد. الان ولتاژ نصف شده، پس توان $\frac{1}{4}$ برابر یعنی $50W$ می شود.

ب) $\frac{50-200}{200}\times 100=-75$ ج) $U=P\times t=50\times 3=150j$

۸۶-از یک بخاری برقی که به ولتاژ $200v$ وصل شده است جریانی به شدت $10A$ عبور می‌کند. حساب کنید:

الف)توان مصرفی بخاری

ب)مقاومت الکتریکی بخاری

ج)اگر این بخاری ماهانه ۲۵ ساعت کار کند، انرژی مصرفی آن در یک ماه چند کیلووات ساعت است؟

پاسخ:الف) $P=VI=200\times 10=2000w$

ب) $R=\frac{V}{I}=\frac{200}{10}=20\Omega$ یا $P=RI^2\Rightarrow 2000=R\times 10^2\Rightarrow R=20\Omega$

ج)هر وقت انرژی را بر حسب kwh خواستند، سریع رابطه $U=Pt$ را بنویس. در این رابطه توان باید بر حسب کیلووات و زمان باید بر حسب ساعت باشد.

$$U=Pt\xrightarrow[t=25h]{P=VI=200\times 10=2000w=2kw} U=2\times 25=50kwh$$

۸۷-در دو سر یک سیم نیکروم به طول $5m$ وسطح مقطع $0/4mm^2$ ، اختلاف پتانسیل $200v$ را برقرارکرده ایم. در هر نیم ساعت چند ژول انرژی الکتریکی در این سیم به انرژی درونی تبدیل می‌شود؟ $(\rho=10^{-6}\Omega.m)$

پاسخ:ابتدا باید مقاومت سیم را محاسبه کرد، $R=\rho\frac{L}{A}=10^{-6}\times\frac{5}{4\times 10^{-7}}=12/5\Omega$

$$P=\frac{V^2}{R}=\frac{200^2}{12/5}=3200w\xrightarrow{t=30\min=1800s} U=Pt=3200\times 1800=576\times 10^4 j$$

۸۸-الف)روی لامپ اعداد ۲۰۰w و ۸۰vنوشته شده ست. انرژی الکتریکی مصرفی ماهانه این لامپ، اگر روزی ۱۰ساعت مورد استفاده قرار بگیرد، چند ژول و چند کیلووات‌ساعت است؟ (هر ماه ۳۰ روز است.)

ب)اگر این لامپ به اختلاف پتانسیل ۴۰vوصل شود، توان مصرفی آن چند وات است؟

ج)اگر از این لامپ شدت جریان ۴ A بگذرد، چه اتفاقی می‌افتد؟

نکته:برای محاسبه قیمت انرژی مصرفی یک مصرف کننده، حتماً انرژی باید بر حسب KWh بیان شود. زیرا کیلووات‌ساعت واحد تجاری انرژی است. برای این منظور ابتدا با استفاده از فرمول $U = P.t$ انرژی الکتریکی مصرفی را بر حسب KWh بیان نموده و سپس انرژی مصرف شده را در قیمت واحد آن ضرب می‌کنیم.

۸۹-روی لامپی اعداد $۱۰۰v$ و $۴۰۰w$ نوشته شده است.

الف) جریان عبوری از لامپ چند آمپر است؟

ب)قیمت انرژی مصرفی ماهانه این لامپ را از قرار هر کیلو وات ساعت ۵۰ تومان حساب کنید، در صورتی که لامپ در هر شبانه روز ۳ ساعت روشن باشد.

پاسخ:الف) $P = VI \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{۴۰۰}{۱۰۰} = ۴A$

ب)هر وقت انرژی را بر حسب kwh خواستند، سریع رابطه $U = Pt$ را بنویس. در این رابطه توان باید بر حسب کیلووات و زمان باید بر حسب ساعت باشد.

$$U = Pt \xrightarrow[t=۳۰\times۳=۹۰h]{P=VI=۴۰۰w=۰/۴kw} U = ۰/۴ \times ۹۰ = ۳۶kwh$$

در نهایت برای محاسبه‌ی قیمت داریم: $۳۶ \times ۵۰ = ۱۸۰۰$

۹۰-به دو سر یک دستگاه الکتریکی دارای مقاومت، اختلاف پتانسیل ۱۰۰V وصل می‌کنیم، جریانی که از آن عبور می‌کند ۴A می‌باشد. (مثال ۲-۸ کتاب درسی)

الف)مقاومت سیم را بدست آورید.

ب)در مدت یک ساعت چند ژول و چند کیلو وات ساعت انرژی الکتریکی در آن مصرف می‌شود؟

ج) بهای انرژی الکتریکی مصرفی را از قرار هر کیلو وات ساعت ۲۰۰ تومان در مدت زمان ۲ ماه حساب کنید، در صورتی که دستگاه در هر شبانه روز ۳ ساعت روشن باشد.

۹۱-اختلاف پتانسیل $۱۷v$ به دو سر یک سیم مسی به طول $۳۰m$ و شعاع مقطع $۱mm$ اعمال می‌شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ $(\rho = ۱/۷ \times ۱۰^{-۸}\Omega.m, \pi = ۳)$ **(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۶)**

۱) ۱۷۰۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۷۰ ۴) ۱۰

۹۲-روی یک لامپ اعداد ۱۰۰وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده است و با همان ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟ (سراسری تجربی -۹۶)

۱) ۱۲ ۲) ۱۹ ۳) ۲۰ ۴) ۸۸

۹۳-یک گرمکن الکتریکی، هنگامی که به اختلاف پتانسیل $۱۳۰v$ وصل است، در مدت زمان ۱۵ دقیقه دمای $۱۵kg$ آب را به اندازه‌ی $۶۰°C$ افزایش می‌دهد. مقاومت الکتریکی این گرمکن چند اهم است؟ (فرض کنید گرمای تولید شده تنها صرف بالا رفتن دمای آب می‌شود و $C_{آ} = ۴۲۲۵\frac{J}{kgK}$ می باشد.)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۱۶

پاسخ:گزینه (۱) صحیح است. انرژی الکتریکی مصرفی صرف گرم کردن آب می‌شود، داریم: $U = Q$

$$U = Q \Rightarrow \frac{V^۲}{R}t = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{۱۳۰^۲}{R} \times ۱۵ \times ۶۰ = ۱۵ \times ۴۲۲۵ \times ۶۰ \Rightarrow R = \frac{۱۶۹۰۰}{۴۲۲۵} = ۴\Omega$$

۹۴-روی یک لامپ الکتریکی، اعداد ۲۰۰ V و ۱۶۰ W نوشته شده است. این لامپ را به اختلاف پتانسیل ۱۵۰ V وصل می کنیم. اگر این لامپ در شبانه‌روز به مدت ۲ ساعت روشن باشد، مقدار انرژی مصرفی ماهانه‌ی آن چند کیلووات ساعت است؟ (یک ماه را ۳۰ روز فرض کنید.)

۱) ۹/۶ ۲) ۹۶۰۰ ۳) ۵/۴ ۴) ۵۴۰۰

۹۵-اگر در شهر تهران در هر خانه یک لامپ اضافی ۱۰۰ واتی به مدت ۵ ساعت در شب خاموش شود، در طول یک ماه چند میلیارد ریال در مصرف برق صرفه‌جویی می‌شود؟ (بهای برق مصرفی کیلووات ساعت ۱۰۰ ریال و تعداد خانه‌های شهر دو میلیون فرض شود.)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۱۰ ۴) ۳۰

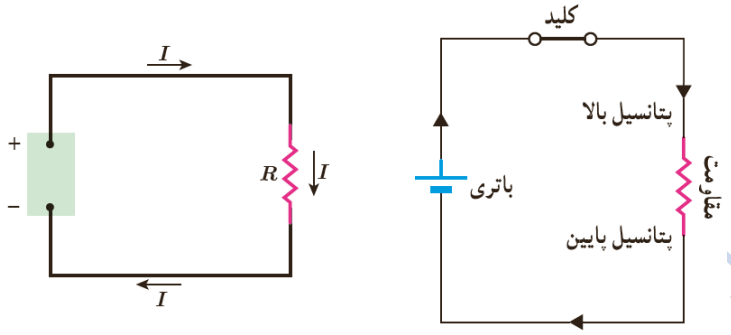
نیروی محرکه الکتریکی و مولدها:

بارهای الکتریکی ضمن شارش در مدار الکتریکی انرژی جنبشی از دست می‌دهند،کار مولد این است که این انرژی را دوباره تامین کند. همانطور که می‌دانیم بارهای الکتریکی از پتانسیل پایین تر شارش می‌کند و وارد مولد می‌شوند؛ مولد با صرف انرژی بارهای الکتریکی را از پتانسیل پایین‌تر به پتانسیل بالاتر می‌برد و سبب شارش آنها در مدار می‌شود. بارهای الکتریکی هنگام شارش انرژی خود را از دست می‌دهند برای اینکه شارش بار در مدار تداوم یابد این انرژی باید بوسیله مولد تامین شود.

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

«وسیله‌ای که با انجام کار روی بار الکتریکی اختلاف پتانسیل را ثابت نگه می‌دارد، منبع نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود.»

منبع نیروهای الکتریکی بارهای الکتریکی مثبت را در خلاف جهت میدان الکتریکی از پتانسیل پایین‌تر به پتانسیل بالاتر می‌برند و با افزایش انرژی پتانسیل آنها، جریان ثابتی در مدار برقرار می‌کنند.



نکته: باتری، پیل سوختی، سلول خورشیدی و مولدهای الکتریکی نمونه‌هایی از منبع نیروی محرکه الکتریکی‌اند.

«کاری که منبع نیروی محرکه روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتربرد، نیروی محرکه الکتریکی (emf) می‌نامند.»

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

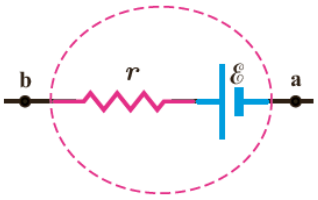
نکته: یکای نیروی محرکه مولد، ژول برکولن $(\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}})$ یا ولت (V)است.

نکته: منبع نیروهای محرکه الکتریکی یا آرمانی $(r=0)$ و یا واقعی $(r\neq 0)$ هستند، در حالت آرمانی اختلاف پتانسیل الکتریکی میان این دو پایانه با نیروی محرکه الکتریکی ε برابر است. $V_b - V_a = \varepsilon$

در حالت واقعی هنگامی جریان از مولد می‌گذرد، اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های آنها بر خلاف منابع آرمانی، متفاوت از نیروی محرکه الکتریکی خواهد شد، یعنی اختلاف پتانسیل در مقایسه با نیروی محرکه مولد بیشتر و یا کمتر خواهد شد.

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

نکته:هر مولد دارای مقاومت درونی است که آنرا با r نمایش می‌دهند و علامت آن در مدارهای الکتریکی به صورت شکل روبرو است.



دانش آموزان گرامی رشته تجربی در برنامه درسی شما فقط مدارهای الکتریکی با یک مولد وجود دارد و ادامه مطلب تا به هم بستن مقاومتها بر مبنای کتاب رشته ریاضی است

قواعد حل مدارهای تک حلقه‌ای:

قاعده حلقه (قانون ولتاژها): در هر دور زدن کامل حلقه‌ای از مدار، جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های اجزای مدار صفر است.

برای حل مدارهای تک حلقه‌ای باید یک جهت دلخواه برای جریان الکتریکی و یک جهت دلخواه برای گردش حلقه در نظر بگیریم. اگر در سوالی جهت جریان و گردش حلقه مشخص باشد، باید از همان جهت‌های مشخص پیروی کنیم این جهت‌ها ساعتگرد و یا پاد ساعتگردند.

الف)هرگاه روی مداری در جهت جریان از مقاومت R و یا r بگذریم، پتانسیل به اندازه IR یا Ir کاهش می‌یابد و اگر درخلاف جهت جریان از مقاومت ها بگذریم، پتانسیل به اندازه IR یا Ir افزایش می‌یابد.

ب)هرگاه برای گذر از مولد (بدون توجه به جهت جریان) از پایانه منفی به پایانه مثبت برویم، پتانسیل به اندازه نیروی محرکه مولد افزایش می‌یابد و اگر از پایانه مثبت به منفی (بدون توجه به جهت جریان) بگذریم، پتانسیل به اندازه نیروی محرکه مولد کاهش می‌یابد.

نکته: برای محاسبه جریان یک حلقه حتماً باید حلقه را یک دورکامل بگردیم. یعنی باید از یک نقطه فرضی شروع کنیم و در جهت دلخواه گردش کنیم و هنگام گذر از هر جزء را اضافه کنیم. (اگر این تغییرات افزایش یابند، با علامت مثبت و اگرکاهش یابند، با علامت منفی جایگذاری می‌کنیم.)

نکته: برای محاسبه اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار، ابتدا پتانسیل نقطه اول را می‌نویسیم آنگاه از این نقطه روی مدار در جهت دلخواه به طرف نقطه دوم می‌رویم و ضمن گذر از هر جزء تغییرات پتانسیل هر جزء را اضافه می‌کنیم تا به نقطه دوم برسیم، حاصل برابر پتانسیل نقطه دوم است.

نکته مهم: اگر درحل مداری جریان بدست آمده مثبت باشد، معلوم می‌شود که جهت انتخاب شده درست است و اگر جریان بدست آمده منفی باشد، معلوم می‌شود که جهت جریان در مدار، خلاف جهتی است که انتخاب شده است.

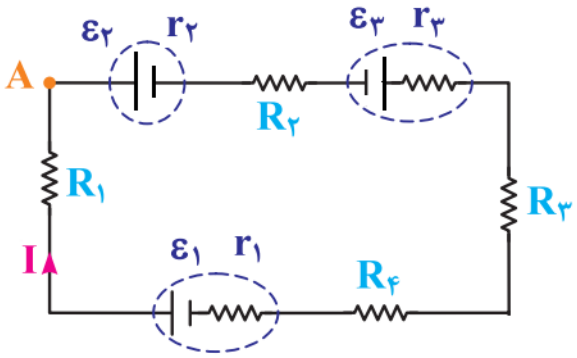
۹۶-با توجه به قانون ژول و تعریف نیروی محرکه الکتریکی، برای یک مدار تک حلقه، نشان دهید قانون ولتاژها همان قانون پایستگی انرژی است؟ (تمرین ۲-۴ کتاب درسی)

☑ مدار تک حلقه با چند مولد:

مولدها وسایلی هستند که انرژی لازم را جهت حرکت الکترون در مدار تامین می‌کنند. مولدها تمایل دارند جریان را از پایانه مثبت خود خارج کنند، البته در شرایطی که تحت تأثیر مولدی قرار بگیرند که از خودشان قویترباشد، جریان را از پایانه منفی خود خارج می‌کنند که در این صورت به آنها مولدهای مصرف کننده (ضد مولد) نیز می‌گوییم، توان این مولدها را توان ورودی می‌نامیم.

در مدارهای تک حلقه‌ای که چند مولد در یک شاخه حضور دارد، گام صفر این است که بر اساس زورسنجی ε ها (نیرو محرکه‌ها) جهت جریان را مشخص کنیم، سپس اندازه‌ی آن را تعیین کنیم.

اندازه‌ی جریان را در این گونه حلقه‌ها، از رابطه‌ی $I=\dfrac{\sum\varepsilon-\sum\varepsilon'}{\sum(R+r)}$ بدست می‌آید که $\sum\varepsilon$ مجموع تمام نیروی‌های محرکه مولد (مولد تولید کننده) و $\sum\varepsilon'$ مجموع تمام نیرومحرکه‌های ضد مولد (مولد مصرف کننده) هستند.



در مدار روبرو، فرض کنید ؛ $(\varepsilon_1+\varepsilon_3)>\varepsilon_2$

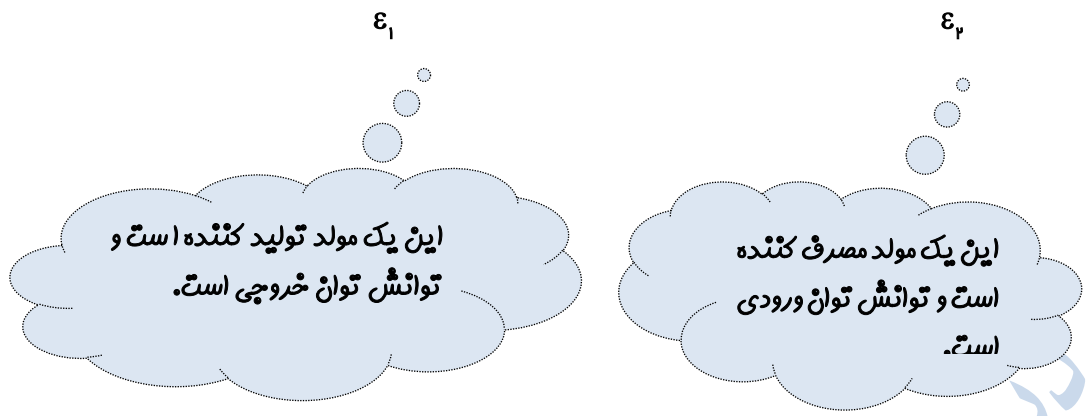
زور نیرو محرکه‌ی مولدهای ساعتگرد (مولد اول و سوم) از نیرو محرکه‌های مولدهای پاد ساعتگرد (مولد دوم) بیشتر است.

مولد اول: جریان از سر مثبت خارج شده – پس تولید کننده است.

مولد دوم: جریان به سر مثبتش وارد شده – پس مصرف کننده است.

مولد سوم: جریان از سر مثبت خارج شده – پس تولید کننده است.

$$I=\frac{(\varepsilon_1+\varepsilon_3)-\varepsilon_2}{R_1+R_2+R_3+R_4+r_1+r_2+r_3}$$



باتری که جریان از سر مثبتش خارج شود را مولد (یا مولد تولید کننده یا مولد برنده) و باطری که، جریان از سر منفی‌اش خارج شود؛ را ضد مولد (یا مولد مصرف کننده یا مولد بازنده) می‌نامیم. اگر در مداری فقط یک باتری داشته باشیم، قطعاً مولد (مولد تولید کننده) است و جریان از سر مثبتش خارج می شود.

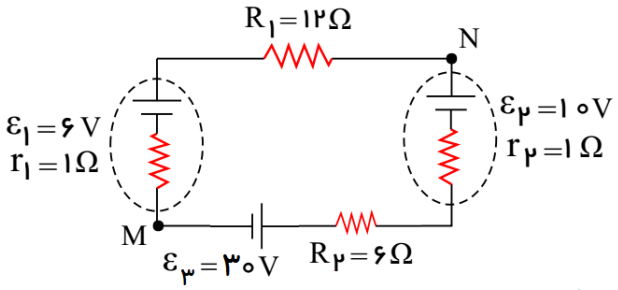
۹۷-مدار شکل روبرو،

الف) جریان گذرنده از مدار را بیابید.

ب) $V_N - V_M$ چند ولت است؟

ج)توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟

د)انرژی مصرفی مقاومت R_2 در مدت زمان $20s$ چند ژول است؟



پاسخ: الف) گام صفر یافتن جهت و اندازه‌ی جریان است، وقتی تعداد مولدها بیش از یکی باشد تعیین جهت جریان خیلی مهم می شه. چرا؟

چون اگه جهت را تعیین نکنید؛ نمی‌توانید مشخص کنید با مولد طرف هستید یا ضد مولد و فرمولهای این دو خیلی با هم فرق دارد. برای تعیین جهت جریان زورسنجی می‌کنیم. نیروی محرکه‌ی هر مولد، زور آن مولد محسوب می‌شود، یعنی در این مدار ε_2 و ε_3 مولد و ε_1 ضد مولد محسوب می‌شود.

ب) برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل بین دونقطه در مدار، بهتر است از مسیری حرکت کنیم که تعداد عنصر کمتری بر سر راه ما وجود داره.

ج) برای محاسبه توان مصرفی مقاومت داریم: $P = RI^2$

د)برای محاسبه‌ی انرژی مصرفی در مقاومت داریم: $U = RI^2t$

$$I=\frac{\varepsilon_{۳}+\varepsilon_{۲}-\varepsilon_{۱}}{R_{۱}+R_{۲}+r_{۱}+r_{۲}}=\frac{۳۰+۱۰-۶}{۱۲+۶+۱+۱}=\frac{۳۴}{۲۰}=۱/۷A$$

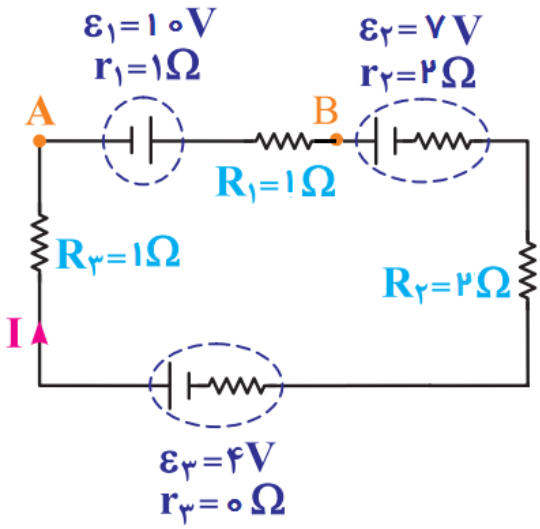
$$V_N-IR_{۱}-\varepsilon_{۱}-Ir_{۱}=V_M\Rightarrow V_N-V_N=IR_{۱}+\varepsilon_{۱}+Ir_{۱}=۱/۷\times۱۲+۶+۱/۷\times۱=۲۸/۱w$$

$$P_{۱}=R_{۱}I^{۲}=۱۲\times(۱/۷)^{۲}=۳۴/۶۸w$$

$$U_{۲}=R_{۲}I^{۲}t=۶\times(۱/۷)^{۲}\times۲۰=۳۴۶/۸j$$

(قبل از پاسخ دادن به این پرسشها لازم است مبحث توان الکتریکی را که در ادامه آمده است مطالعه نمائید)

۹۸-با توجه به مدار زیر؛ (مشابه خارج تجربی ۹۵ و ۹۲ و ریاضی ۸۴)



الف) اختلاف پتانسیل دو سر مولد اول چند برابر مولد دوم است؟

ب) توان ورودی مولد دوم چند وات است؟

ج) انرژی پتانسیل بار ، $q=-۲\mu c$ دراثر عبور از نقطه‌ی A تا B چند میکرو ژول تغییر می کند؟

پاسخ: الف) گام صفر یافتن جهت و اندازه‌ی جریان است، وقتی تعداد مولدها بیش از یکی باشد تعیین جهت جریان خیلی مهم می شه. چرا؟

چون اگه جهت را تعیین نکنید؛ نمی‌توانید مشخص کنید با مولد طرف هستید یا ضد مولد و فرمولهای این دو خیلی با هم فرق دارد.

ب) از آنجایی‌که در این مدار، باتری دوم ضد مولد است، داریم: $\varepsilon I+I^{۲}r$

ج) برای محاسبه تغییرات انرژی پتانسیل یک بار الکتریکی، باید ابتدا اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه را حساب کنید و در بار الکتریکی ضرب کنیم. $U_B-U_A=q\times(V_B-V_A)$

$$I=\frac{۱۰-۷+۴}{۱+۱+۲+۲+۰+۱}=۱A\Rightarrow\frac{V_{۱}}{V_{۲}}=\frac{\varepsilon_{۱}-r_{۱}I}{\varepsilon_{۲}+r_{۲}I}=\frac{۱۰-۱(۱)}{۷+۲(۱)}=\frac{۹}{۹}=۱$$

$$P_{۲}=\varepsilon_{۲}I+r_{۲}I^{۲}=۷(۱)+۲(۱^{۲})=۹w$$

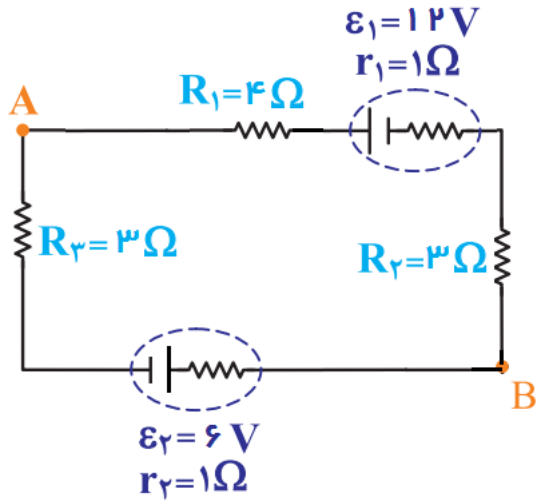
$$V_A+۱۰-۱(۱)-۱(۱)=V_B\rightarrow V_B-V_A=۸\Rightarrow\frac{\Delta U}{q}=\Delta V\Rightarrow\Delta U=\Delta V\times q=۸\times(-۲\mu c)=-۱۶\mu j$$

۹۹-در مدار شکل روبرو،

الف)شدت جریان چند آمپر است؟

ب) اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B ، $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

ج) اختلاف پتانسیل باتری (۱) را بدست آورید؟



پاسخ:الف)

$$V_A - iR_1 - ir_1 - \varepsilon_1 - iR_2 - ir_2 - \varepsilon_2 - iR_3 = V_A \Rightarrow$$

$$i = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2} = \frac{۱۲ + ۶}{۴ + ۳ + ۳ + ۱ + ۱} = \frac{۱۸}{۱۲} = ۱/۵A$$

ب)

$$V_B - \varepsilon_2 - ir_2 - iR_3 = V_A \Rightarrow V_B - V_A = \varepsilon_2 + ir_2 + iR_3 = ۶ + ۱/۵\times ۱ + ۱/۵\times ۳ = ۱۲v$$

ج)

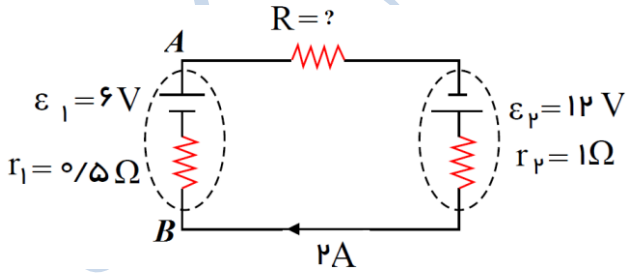
$$V_c + \varepsilon_1 - ir_1 = V_d \xrightarrow{V_d > V_c} V_d - V_c = \varepsilon_1 - ir_1 = ۱۲ - ۱/۵ \times ۱ = ۱۰/۵v$$

۱۰۰-در مدار روبرو، (شهریورماه ۹۵- ریاضی)

الف) مقاومت R چند اهم است؟

ب) $V_A - V_B$ چند ولت است؟

ج)توان تولیدی باتری ε_2 چند وات است؟



پاسخ: الف)

$$i = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \Rightarrow ۲ = \frac{۱۲ + ۶}{۰/۵ + ۱ + R} \Rightarrow R = \frac{۱۵}{۲} = ۷/۵\Omega$$

ب)

$$V_A - \varepsilon_1 + ir_1 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = \varepsilon_1 - ir_1 = ۶ - ۲ \times ۰/۵ = ۵v$$

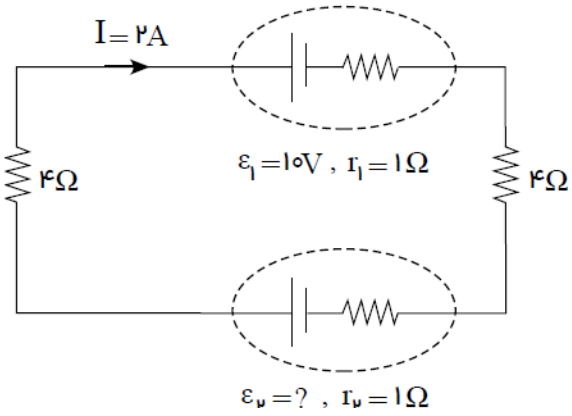
ج)

$$P_2 = \varepsilon_2 i = ۱۲ \times ۲ = ۲۴W$$

۱۰۱-در مدار روبرو،

الف) نیروی محرکه‌ی باتری $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟

ب) توان ورودی باتری $\varepsilon_۱$ چند وات است؟



پاسخ: الف) $I = \frac{\varepsilon_۲ - \varepsilon_۱}{R_T + r_T} \Rightarrow ۲ = \frac{\varepsilon_۲ - ۱۰}{۴ + ۱ + ۴ + ۱} \Rightarrow \varepsilon_۲ = ۳۰v$

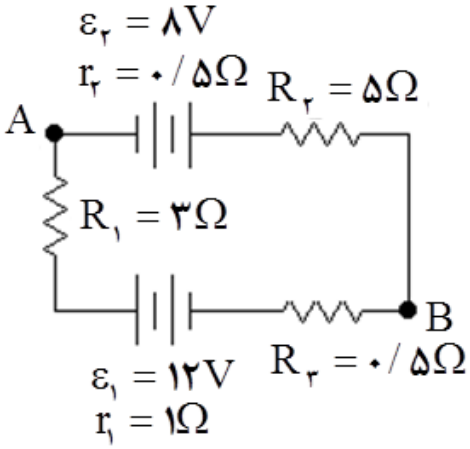
ب) $P_۱ = \varepsilon_۱ I + r_۱ I^۲ = ۱۰ \times ۲ + ۱ \times ۴ = ۲۴w$

۱۰۲-در شکل روبرو تعیین کنید:

الف)شدت جریان مدار چند آمپر است؟

ب)اندازه‌ی $V_A - V_B$ چند ولت است؟

ج)توان مصرفی در مقاومت $R_۳$ چند ولت است؟



پاسخ:الف)هر دو مولد جریان ساعتگرد تولید می‌کنند، پس جریان واقعی حلقه ساعتگرد و جهت چرخش را نیز ساعتگرد در نظر می‌گیریم. داریم:

$$V_A + \varepsilon_۲ - ir_۲ - iR_۲ - iR_۳ + \varepsilon_۱ - ir_۱ - iR_۱ = V_A \Rightarrow$$

$$i = \frac{\varepsilon_۱ + \varepsilon_۲}{R_۱ + R_۲ + R_۳ + r_۱ + r_۲} \Rightarrow i = \frac{۱۲ + ۸}{۳ + ۵ + ۰/۵ + ۱ + ۰/۵} = ۲A$$

ب) $V_A + \varepsilon_۲ - ir_۲ - iR_۲ = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -\varepsilon_۲ + ir_۲ + iR_۲ = -۸ + ۲ \times ۰/۵ + ۲ \times ۵ = ۳v$

ج) $P_۳ = R_۳ I^۲ = ۰/۵ \times ۲^۲ = ۲w$

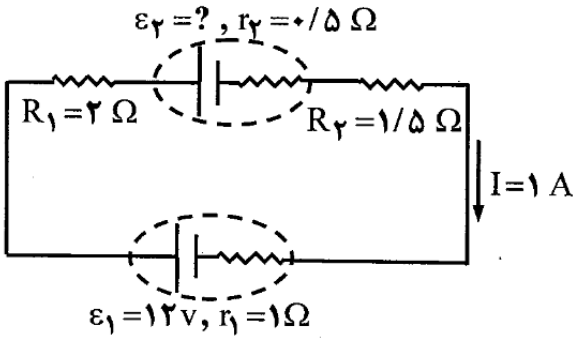
۱۰۳-در مدار شکل روبرو، شدت جریان در جهت نشان داده شده $۱A$ است. (شهریورماه ۹۰- ریاضی)

الف) نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۲$ چه قدر است؟

ب)انرژی مصرف شده در $R_۱$ را در مدت $۱۵s$ حساب کنید.

ج) ولتاژ دو سر هر مولد را بیابید؟

د)توان هر مولد را بدست آورید؟



پاسخ:الف)جریان حلقه ساعتگرد و جهت چرخش را نیز ساعتگرد در نظر می‌گیریم. نقطه‌ی A گوشه سمت راست بالا در نظر گرفته شود.

$$V_A - iR_1 - \varepsilon_2 - ir_2 - iR_2 - ir_1 + \varepsilon_1 = V_A \Rightarrow$$
$$i = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \Rightarrow 1 = \frac{12 - \varepsilon_2}{2 + 1/5 + 1 + 0/5} \Rightarrow 12 - \varepsilon_2 = 5 \Rightarrow \varepsilon_2 = 7v$$

ب) $U = R_1 I^2 t = 2 \times 1^2 \times 15 = 30j$

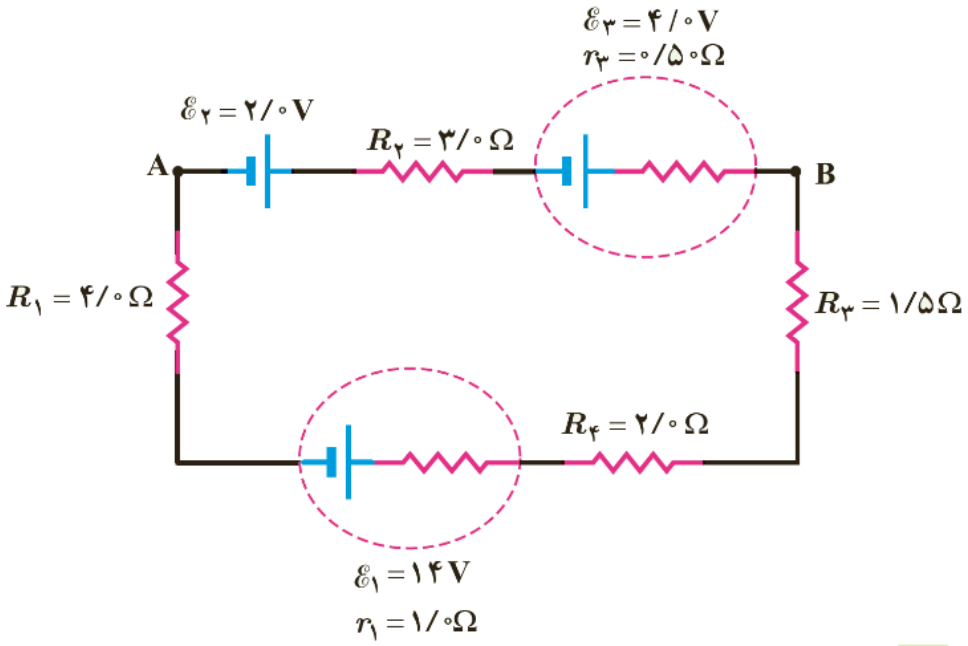
ج)چون $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ می‌باشد، پس ε_1 نیروی محرکه و ε_2 ضد محرکه محسوب می‌شود. داریم:

$$\begin{cases} V_1 = \varepsilon_1 - Ir_1 = 12 - 1 \times 1 = 11v \\ V_2 = \varepsilon_2 + Ir_2 = 7 + 1 \times 0/5 = 7/5v \end{cases}$$

د) چون $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ می‌باشد، پس ε_1 نیروی محرکه و ε_2 ضد محرکه محسوب می‌شود. بنابراین ε_1 تولید کننده و ε_2 مصرف کننده محسوب می‌شود. داریم:

$$\begin{cases} V_1 = \varepsilon_1 - Ir_1 \Rightarrow P_1 = V_1 I = \varepsilon_1 I - I^2 r_1 = 12 \times 1 - 1^2 \times 1 = 11w \\ V_2 = \varepsilon_2 + Ir_2 \Rightarrow P_2 = V_2 I = \varepsilon_2 I + I^2 r_2 = 7 \times 1 + 1^2 \times 1 = 8w \end{cases}$$

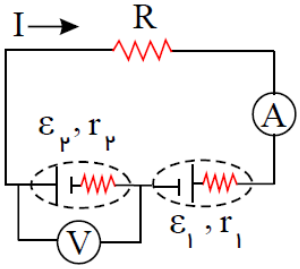
۱۰۴-در مدار شکل زیر، (تمرین ۱۳ آخر فصل کتاب درسی)



الف)جریان مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B $(V_B - V_A)$ را محاسبه کنید.

ب) توان تولیدی مولد ε_1 چند وات است؟

ج)توان مصرفی مولد ε_3 چند وات است؟



۱۰۵-در مدار روبرو، $(\varepsilon_2 = 15v, \varepsilon_3 = 3v, r_1 = r_2 = 1\Omega)$

الف)اگر ولت سنج عدد $14v$ را نشان دهد، آمپرسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

ب) توان ورودی به باتری ε_1 چند وات است؟

پاسخ: الف) $V = \varepsilon_2 - Ir_2 \Rightarrow 14 = 15 - 1 \times I \Rightarrow I = 1A$

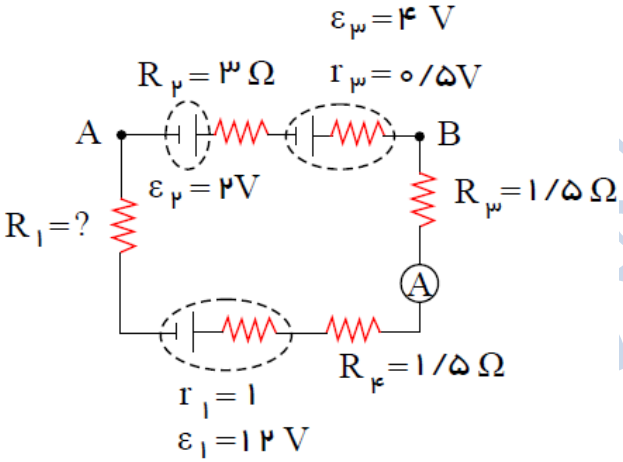
ب) $P_1 = \varepsilon_1 I + r_1 I^2 = 3 \times 1 + 1 \times 1^2 = 4w$

۱۰۶-در مدار شکل مقابل، جریانی که از آمپرسنج می‌گذرد، $0/5A$ است.

الف) مقاومت R_1 چند اهم است؟

ب)اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

پ)توان خروجی باتری ε_1 چند وات است؟



پاسخ:الف)

$$i = \frac{\varepsilon_1 - (\varepsilon_2 + \varepsilon_3)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r_1 + r_2} \Rightarrow 0/5 = \frac{12 - (2+4)}{R_1 + 3 + 0/5 + 1/5 + 1 + 1/5} \Rightarrow 0/5 = \frac{6}{7/5 + R_1} \Rightarrow R_1 = 4/5\Omega$$

ب) $V_A + \varepsilon_2 + iR_2 + ir_3 + \varepsilon_3 = V_B \Rightarrow V_B - V_A = 2 + 0/5 \times 3 + 0/5 \times 0/5 + 4 \Rightarrow V_B - V_A = 7/75v$

ج) $P_1 = \varepsilon_1 i - i^2 r_1 \Rightarrow P_1 = (12 \times 0/5) - (1 \times 0/5^2) = 5/75w$

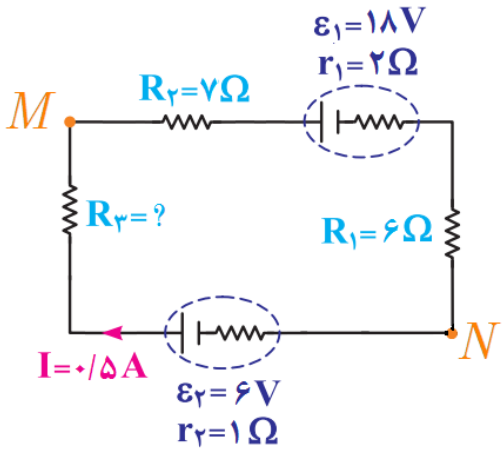
۱۰۷-الف) در مدار شکل مقابل، مقاومت R_3 را تعیین کنید. (خردادماه۸۱- ریاضی)

ب) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه N و M $(V_N - V_M)$ را بدست آورید.

ج)توان مصرف شده در مقاومت R_1 چند وات است؟

د)توان مصرفی در مقاومت داخلی باتری ε_2 چند وات است؟

ه) توان ورودی به باتری ε_2 چند وات است؟

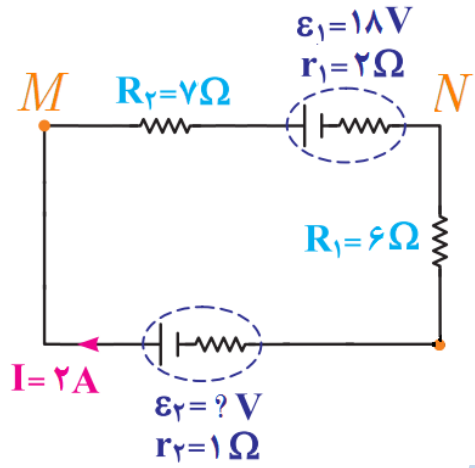


۱۰۸-با توجه به جهت جریان در مدار شکل مقابل، مطلوب است:

الف) مقدار نیروی محرکه ε_2 ؟

ب) اختلاف پتانسیل در نقطه N و M $(V_N - V_M)$

ج) انرژی مصرفی در مقاومت R_1 در مدت ۱ دقیقه چند ژول است؟

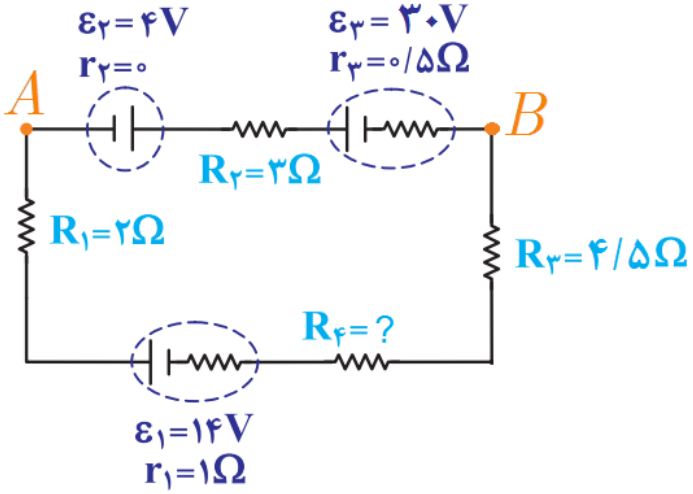


۱۰۹-در مدار روبرو، توان تولیدی باتری (۳)؛ $60w$ می‌باشد.

الف)اختلاف پتانسیل نقطه A و B، $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

ب)توان مصرفی در مقاومت R_4 چند وات است؟

ج)توان ورودی در مولد ε_1 چند وات است؟



دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

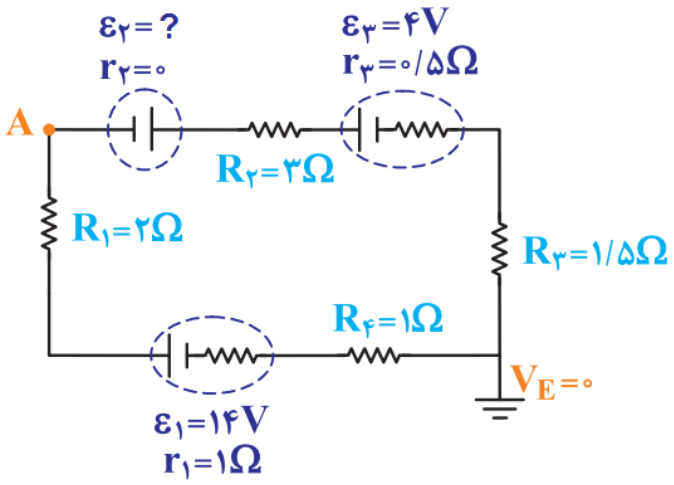
۱۱۰-در مدار شکل مقابل، اگر انرژی مصرف شده در مقاومت $R_۴$ در مدت زمان $۱۰s$ برابر $۴۰j$ باشد. مطلوب است:

الف) پتانسیل نقطه A چند ولت است؟

ب)نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟

ج)کدام یک از باتری‌ها مولد و کدام ضد مولداند؟

ج)توان مفید (خروجی) مولد $\varepsilon_۱$ چند وات است؟



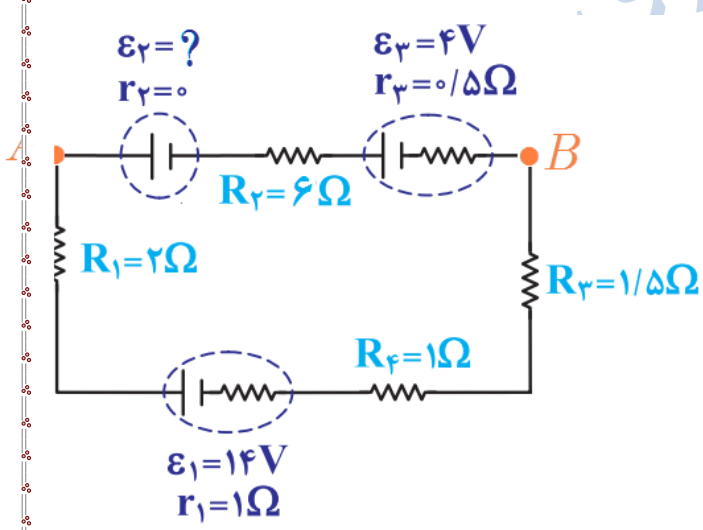
۱۱۱-در مدار شکل روبرو، اگر انرژی مصرفی مقاومت $R_۲$ در مدت زمان ۱ دقیقه برابر $۳۶۰j$ باشد. فرض کنید $\varepsilon_۱ > \varepsilon_۲ + \varepsilon_۳$ و $V_A - V_B = ۲۰v$ باشد.

الف)اندازه و جهت جریان حلقه را بیابید.

ب) $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟

ج) توان مصرف شده در مولد $\varepsilon_۳$ چند وات است؟

د)توان شیمیایی تولید شده در مولد $\varepsilon_۳$ چند وات است؟



پاسخ: الف) $I = ۱A$ و در جهت ساعتگرد ب) $\varepsilon_۲ = ۹/۵v$ ج) $P_۳ = ۴/۵w$ د) $P'_۳ = ۴w$

دبیرخانه کشوری راهبری

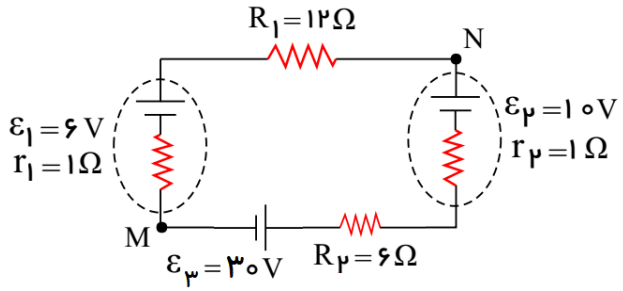
۱۱۲-در مدار شکل روبرو،

الف) جریان گذرنده از مدار را بیابید.

ب) $V_N - V_M$ چند ولت است؟

ج)توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است

د)انرژی مصرفی مقاومت R_2 در مدت زمان $20s$ چند ژول است؟

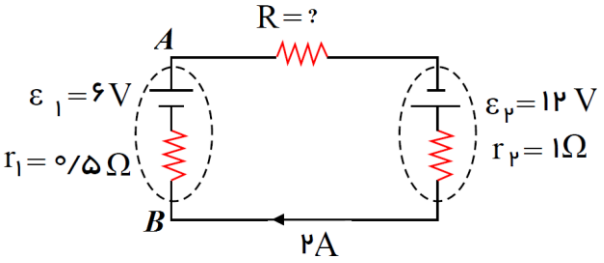


۱۱۳-مدار روبرو، (شهریورماه ۹۵- ریاضی)

الف) مقاومت R چند اهم است؟

ب) $V_A - V_B$ چند ولت است؟

ج)توان تولیدی باتری ε_2 چند وات است؟



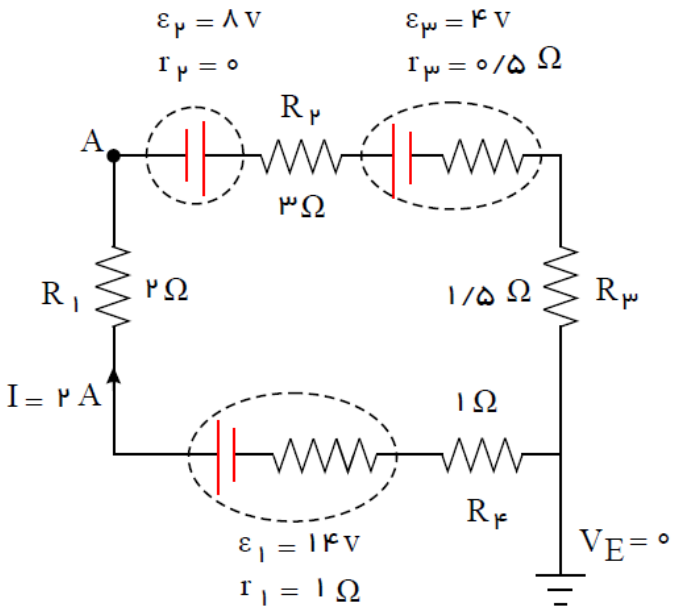
نکته: اگر نقطه‌ای از مدار به زمین متصل باشد، پتانسیل آن نقطه برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

۱۱۴-در مدار شکل مقابل، شدت جریان در جهت نشان داده شده $2A$ است. (مشابه تمرین ۱۴ کتاب درسی)

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

الف) پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

ب) توان مصرف شده در مقاومت $R_۲$ چند وات است؟



پاسخ: الف) مولدهای (۱) و (۲) جریان ساعتگرد تولید و مولد (۳) جریان پادساعتگرد تولید می‌کنند. از طرفی $\varepsilon_۱+\varepsilon_۲>\varepsilon_۳$ خواهد شد در نتیجه جریان حقیقی مدار ساعتگرد است. جهت گردش حلقه نیز ساعتگرد می‌باشد.

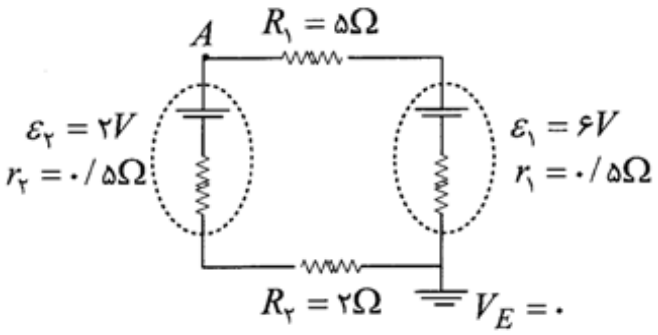
$$V_A+\varepsilon_۲-IR_۲-\varepsilon_۳-Ir_۳-IR_۳=V_E=۰\Rightarrow$$
$$V_A+۸-۶-۴-۱-۳=۰\Rightarrow V_A=۶v$$

ب) $P=R_۲I^۲=۳\times۲^۲=۱۲w$

۱۱۵-در مدار شکل روبرو: (تمرین ۱۴ آخر فصل کتاب درسی)

الف) شدت جریان مدار را محاسبه کنید.

ب) پتانسیل نقطه A چند ولت است ؟



پاسخ:الف)جریان واقعی حلقه پادساعتگرد و جهت چرخش را نیز پادساعتگرد در نظر می‌گیریم.

$$V_A-\varepsilon_۲-ir_۲-iR_۲-ir_۱+\varepsilon_۱-iR_۱=V_A\Rightarrow$$
$$i=\frac{\varepsilon_۱-\varepsilon_۲}{R_۱+R_۲+r_۱+r_۲}=\frac{۶-۲}{۵+۲+۰/۵+۰/۵}=\frac{۴}{۸}=۰/۵A$$

ب) $V_A-\varepsilon_۲-ir_۲-iR_۲=\cancel{V_E}\Rightarrow V_A=\varepsilon_۲+ir_۲+iR_۲=۲+۰/۵\times۰/۵+۰/۵\times۲=۳/۲۵v$

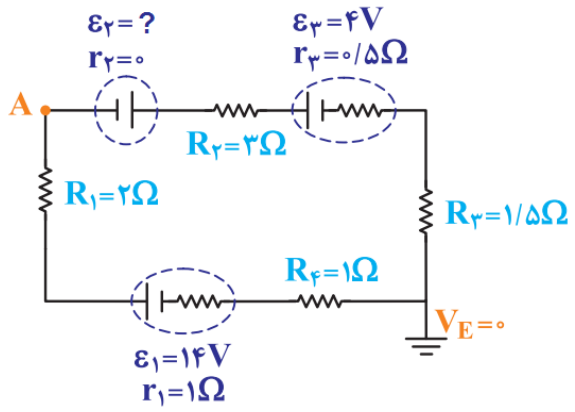
۱۱۶-در مدار شکل مقابل، اگر انرژی مصرف شده در مقاومت $R_۴$ در مدت زمان $۱۰s$ برابر $۴۰j$ باشد. مطلوب است:

الف) پتانسیل نقطه A چند ولت است؟

ب)نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟

ج)کدام یک از باتری‌ها مولد و کدام ضد مولداند؟

ج)توان مفید (خروجی) مولد $\varepsilon_۱$ چند وات است؟

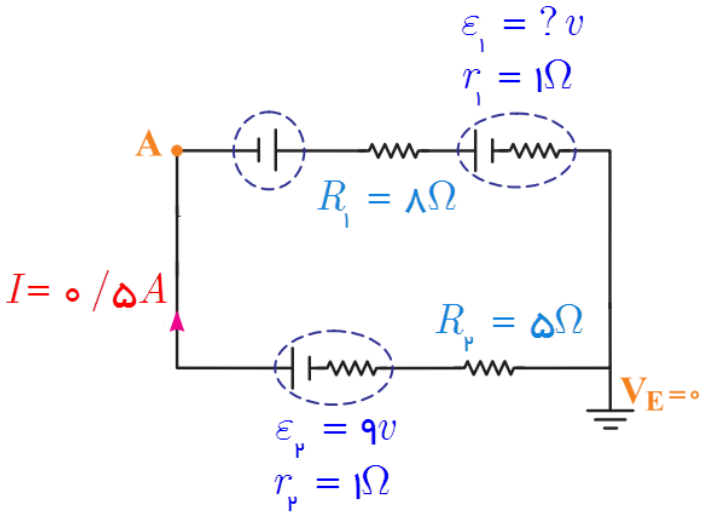


۱۱۷-در مدار شکل مقابل، (شهریورماه ۸۷- ریاضی)

الف) پتانسیل نقطه A چند ولت است؟

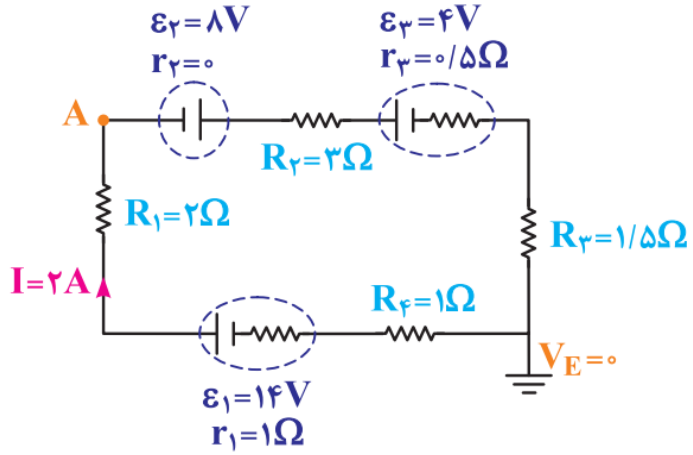
ب) نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۱$ چند ولت است

ج) در مدت یک دقیقه، چند ژول انرژی در مقاومت $R_۲$ مصرف می‌شود



۱۱۸-در مدارشکل زیر، جریان در جهت داده شده $۲A$ می‌باشد. (خرداد -۹۳)

دبیرخانه کشوری فیزیک



الف) پتانسیل الکتریکی نقطه A چند ولت است؟

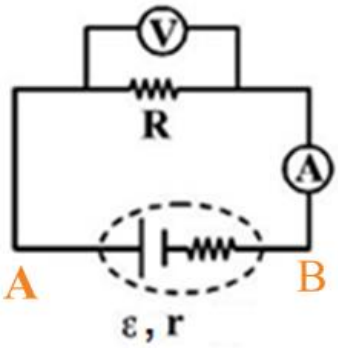
ب) توان مصرف شده در مقاومت $R_۲$ چند وات است؟

ج) توان ذخیره شده به صورت شیمیایی در باتری $\varepsilon_۳$ چند وات است؟

د) توان ورودی به باتری $\varepsilon_۳$ چند وات است؟

ه) توان تولیدی، مصرفی و خروجی (مفید) باتری $\varepsilon_۱$ به ترتیب چند وات است

افت پتانسیل در مولد: (مشترک ریاضی و تجربی)



مولدهای ایده‌ال دارای مقاومت درونی نیستند، ولی مولدهای معمولی دارای مقاومت کمی هستند به همین علت مقداری از انرژی داده شده توسط مولد در خود مولد به صورت گرما تلف می شود.

مقدار انرژی مصرف شده توسط واحد بار در داخل مولد را افت پتانسیل مولد می‌نامیم.

با توجه به مدار مقابل می توان افت پتانسیل در یک مولد را حساب کرد.

در حالتی که جریان از مولد نگذرد $(Ir = ۰)$ یعنی مدار باز باشد، اختلاف پتانسیل دوسر مولد با نیروی محرکه مولد برابر است. بنابراین نیروی محرکه مولد برابر اختلاف پتانسیل دو سر مولد است وقتی که جریانی از مولد نگذرد، پس :

$$V_A - V_B = IR \;\; = V \qquad (۱)$$

اگر دو سر مولد را به ولت سنجی متصل کنیم، عملاًجریانی از ولت سنج نمی‌گذرد. (چرا؟) عددی که ولت سنج نشان می‌دهد برابر نیروی محرکه مولد است، از طرفی مطابق شکل بالا و حل مدارهای تک حلقه‌ای داریم:

$$V_A - \varepsilon + Ir = V_B \Rightarrow V_A - V_B = \varepsilon - Ir \qquad (۲)$$

از رابطه (۱) و (۲) نتیجه می‌گیریم:

$$V = V_A - V_B = \varepsilon - Ir \qquad (۳)$$

یعنی اختلاف پتانسیل دو سر مولد به اندازه Ir از نیروی محرکه مولد کمتر است.

نکته: از رابطه (۳) و رابطه (۱) می توان شدت جریانی را که از یک مولد می گذرد، حساب کرد. پس:

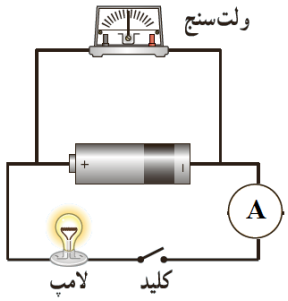
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

۱۱۹-مداری مطابق شکل می‌بندیم، قبل و بعد از بستن کلید عدد ولت سنج را یاداشت می‌کنیم. (فعالیت ۲-۴ کتاب درسی)

الف)در کدام حالت ولت سنج عدد بزرگتری را نشان می‌دهد؟

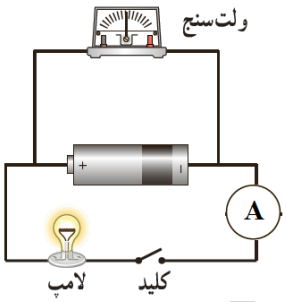
ب)تفاوت این دو عدد چه نامیده می‌شود؟

ج)مقاومت درونی مولد را چگونه اندازه‌گیری کنیم؟



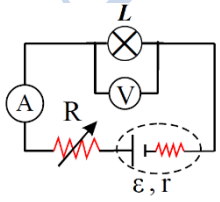
۱۲۰-چرا وقتی باتری اتومبیل فرسوده می‌شود، قادر به روشن کردن موتور اتومبیل نیست؟

۱۲۱-با رسم شکل، آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد مقاومت درونی باتری فرسوده بیشتر از مقاومت درونی باتری نو است؟ (فعالیت ۲-۶ کتاب درسی)



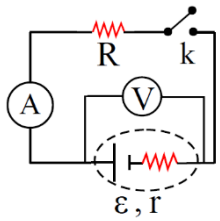
پاسخ: مداری مطابق شکل می‌بندیم، گام اول)بدون بستن کلید k ولتاژ دو سر باتری را اندازه گیری می‌کنیم (ε)، گام دوم) با بستن کلید k اعداد ولت‌سنج و آمپرسنج را یاداشت کرده و طبق فرمول $(V=\varepsilon-ir)$ افت پتانسیل مولد (ir) و حتی مقاومت درونی مولد (r) را محاسبه می‌کنیم. این روند را یک بار برای باتری نو و بار دیگر برای باتری فرسوده انجام داده و نتیجه می‌گیریم مقاومت درونی باتری فرسوده بیشتر از مقاومت درونی باتری نو است.

۱۲۲-در شکل مقابل، اگر مقاومت رئوستا را به تدریج کم کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ و عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چه تغییری می‌کند؟ (دیماه ۸۸- تجربی)



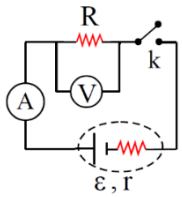
پاسخ: با کاهش مقاومت رئوستا بدون توجه به جایگاهش در مدار، مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد، بنابراین طبق رابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ شدت جریان مدار افزایش می‌یابد و آمپرسنج عدد بزرگتری را نشان می‌دهد. ولت‌سنج طبق رابطه‌ی $V=IR$ نیز عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

۱۲۳-در یک آزمایش مداری مطابق شکل بسته می شود. هنگامی که کلید باز است ولت سنج عدد ۹V را نشان می‌دهد و زمانی که کلید بسته است، مقادیری که توسط ولت سنج و آمپرسنج خوانده می‌شود، به ترتیب ۸V و ۱A است. مقاومت درونی این باتری چند اهم است؟ (خردادماه ۹۰- ریاضی)



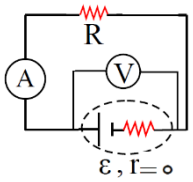
پاسخ: وقتی کلید باز است، $V = \varepsilon = ۹v$ و هنگامی کلید بسته است $V = \varepsilon - Ir$ و $I = ۱A$ است، نتیجه می‌گیریم: $V = \varepsilon - Ir \Rightarrow ۸ = ۹ - ۱ \times r \Rightarrow r = ۱\Omega$

۱۲۴-در مدار شکل مقابل، وقتی کلید را می بندیم، عدد ولت سنج، تغییر محسوسی نمی‌کند در حالی که آمپرسنج عدد جریان را نشان می‌دهد. علت را بنویسید. (خردادماه۸۹- ریاضی)

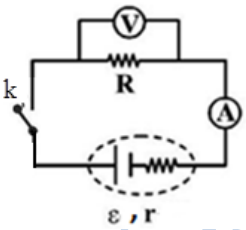


پاسخ: وقتی کلید باز است، $V = \varepsilon$ و هنگامی کلید بسته است $V = \varepsilon - Ir$ و چون $I \neq ۰$ است نتیجه می‌گیریم مقاومت درونی باتری صفر است.

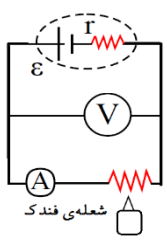
۱۲۵-در مدار شکل مقابل، اگر مقاومت R را کم کنیم. اعدادی که ولت سنج و آمپر سنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کنند. چرا؟



۱۲۶-توضیح دهید، در مدار شکل مقابل، ولت سنج قبل و بعد از بستن کلید چه اعدادی را نشان می دهد؟



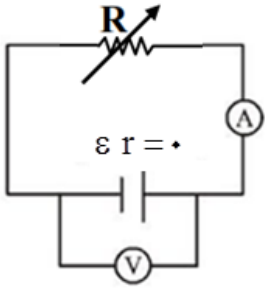
۱۲۷-در شکل مقابل، مقاومت R یک رشته‌ی تنگستن (رشته‌ی داخل لامپ) است. اگر شعله‌ی فندک را زیر این رشته قرار دهیم، عددهای آمپرسنج و ولت سنج چگونه تغییر می‌کنند؟ توضیح دهید. (شهریورماه۸۸- ریاضی)



۱۲۸-ولت سنج ایده‌آل، وسیله‌ای با مقاومت الکتریکی ..... است، بنابراین اگر پایانه‌های یک مولد را فقط به دو سر یک ولت سنج ایده‌آل ببندیم؛ عددی که ولت سنج نشان می دهد..... نیروی محرکه مولد است.

۱) بسیار زیاد - کوچکتر از ۲) بسیار کم - برابر ۳) بسیار زیاد - برابر ۴) کم - کوچکتر از

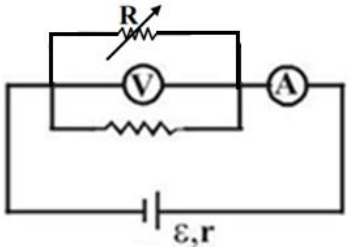
۱۲۹-در مدار شکل زیر، با افزایش مقاومت متغیر R، اعدادی که آمپرسنج و ولت سنج ایده آل نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



۱) کاهش، افزایش ۲) افزایش، کاهش

۳) کاهش، ثابت ۴) افزایش، ثابت

۱۳۰-در شکل زیر، مقاومت رئوستا را به تدریج کم می‌کنیم. اعدادی که آمپرسنج و ولت سنج ایده‌آل نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



۱) افزایش، افزایش ۲)افزایش، کاهش

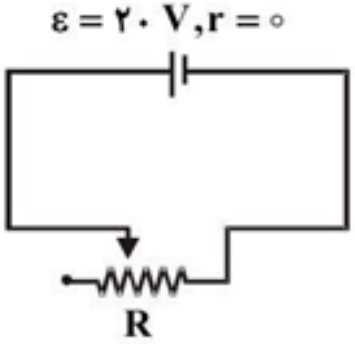
۳) کاهش، کاهش ۴) کاهش، افزایش

۱۳۱-اگر در مدار زیر، مقاومت رئوستا درحال افزایش باشد، توان مصرفی مقاومت رئوستا چگونه تغییر می‌کند؟

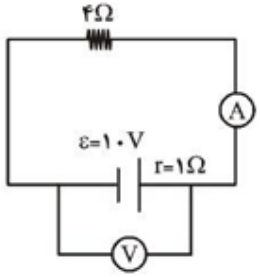
دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

۱) ثابت می ماند. ۲) کاهش می یابد.

۳) افزایش می یابد. ۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است.



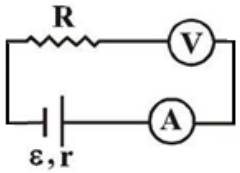
۱۳۲-در مدار شکل زیر، ولت سنج و آمپرسنج هر دو ایده آل هستند. اگر جای آن دو در مدار با یکدیگر عوض شود، هر کدام به ترتیب چه عددی را نشان می دهند؟



۱) صفر و صفر ۲) ۱۰ V و صفر

۳) صفر و ۱۰ A ۴) ۱۰ V و ۱۰ A

۱۳۳-در مدار شکل زیر، ولت سنج و آمپرسنج ایده‌آل به ترتیب از راست به چپ چه مقادیری را نشان می‌دهند؟

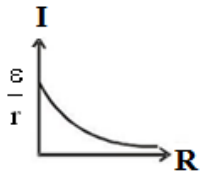


۱) صفر و صفر ۲) ε و $\frac{\varepsilon}{R}$

۳) ε و صفر ۴) صفر و $\frac{\varepsilon}{R}$

رسم نمودار های کمیتهای مختلف یک مولد در حالتی که با یک مقاومت R تشکیل حلقه دهند.

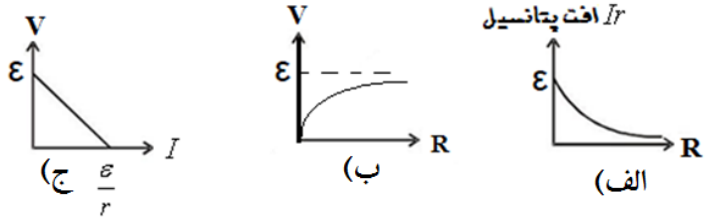
الف) *رسم نمودار* $I-R$: در یک مدار تک حلقه با یک مولد و یک مقاومت، جریان مدار در جهت نیروی محرکه مولد ایجاد می‌شود و از پایانه مثبت خارج و به پایانه منفی وارد می‌شود و اندازه آن برابر است با : $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$



ب) *رسم نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد:*

در یک مدار تک حلقه‌ای با یک مولد و یک مقاومت، اختلاف پتانسیل دو سر مولد را می‌توان از روابط زیر بدست آورد،که در این روابط افت پتانسیل مولد برابر Ir می‌باشد.

$$V = \varepsilon - Ir = RI = \frac{R\varepsilon}{R+r}$$



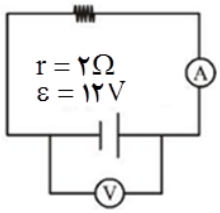
در شکل «الف» در رابطه $V = Ir$ از رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ جایگذاری کرده‌ایم و به رابطه $V = \frac{R\varepsilon}{R+r}$ می‌رسیم. ملاحظه می شود با افزایش مقاومت معادل مدار، افت پتانسیل درون مولد کاهش می‌یابد.

در شکل «ب» در رابطه $V = IR$ از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ جایگذاری می‌کنیم و به رابطه $V = \frac{R\varepsilon}{R+r}$ می‌رسیم که به رابطه مستقل از شدت جریان معروف است.

در شکل «ج» بنا به رابطه $V = \varepsilon - Ir$ نمودار اختلاف پتانسیل مولد بر حسب شدت جریان، به صورت خط راستی با شیب منفی است. دقت کنید این نمودار در حالتی است که جریان الکتریکی از پایانه منفی وارد مولد شود و از پایانه مثبت خارج می شود.

تذکر: اگر رابطه‌ی $\varepsilon = (R+r)I$ به صورت $\varepsilon = RI + rI$ نوشته شود، Ir افت پتانسیل درون مولد و $V = RI$ افت پتانسیل در مقاومت معادل مدار یا اختلاف پتانسیل دو سر مدار است که با اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است. بنابراین، نیروی محرکه مولد از رابطه $\varepsilon = V + Ir$ نیز بدست می‌آید.

۱۳۴-در شکل مقابل، ولت متر عدد ۱۰V را نشان می دهد، شدت جریان مدار و مقاومت خارجی مدار را بیابید؟



پاسخ: الف) $V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{r=۲\Omega} ۱۰ = ۱۲ - ۲I \Rightarrow I = ۱A$

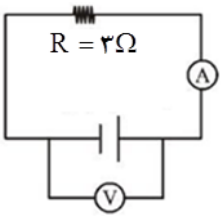
ب)
$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow ۱ = \frac{۱۲}{R+۲} \Rightarrow R = ۱۰\Omega \\ V = RI \Rightarrow ۱۰ = R \times ۱ \Rightarrow R = ۱۰\Omega \end{cases}$$

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

۱۳۵-در شکل مقابل، اگر نیروی محرکه باتری ۱۲V و مقاومت درونی آن ۱Ω باشد.

الف)شدت جریان مدار

ب)اختلاف پتانسیل دو سر مولد



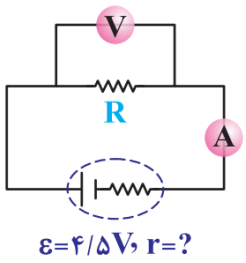
پاسخ: الف)

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{۱۲}{۳+۱} \Rightarrow I = ۳A$$

ب)

$$\begin{cases} V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{r=۱\Omega} V = ۱۲ - ۳\times ۱ \Rightarrow V = ۹v \\ V = RI = ۳\times ۳ = ۹v \end{cases}$$

۱۳۶-در مدار شکل مقابل، ولت سنج عدد $۴v$ و آمپرسنج عدد $۰/۵A$ را نشان می‌دهد. مقاومت درونی مولد و همچنین مقاومت خارجی مدار را محاسبه کنید. (خرداد-۹۲)



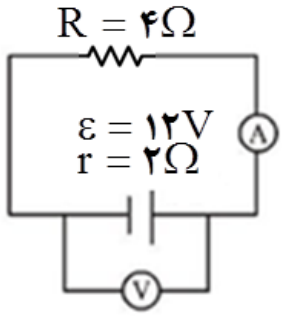
۱۳۷-مقاومت درونی یک مولد را که نیروی محرکه آن ۱۲۰V و ولتاژ خروجی آن ۱۱۰V است بیابید، درصورتی که جریان آن ۲۰A باشد.

۱۳۸-نیروی محرکه مولدی ۱/۵۴V است. هنگامی که این مولد به طور متوالی به مقاومت ۱Ω بسته شود ولت سنج متصل به آن مقدار ۱/۴۰V را نشان می دهد. مقاومت درونی مولد را بیابید.

۱۳۹-در شکل روبرو، مقاومت درونی پیل ۲Ω است. تعیین کنید:

الف)ولت متر و آمپرمتر چه اعدادی را نشان می دهد؟

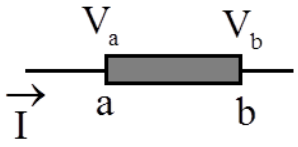
ب) افت پتانسیل پیل را بدست آورید.



دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک

توان در مدارهای الکتریکی: (مشترک ریاضی و تجربی)

به طور کلی اگر یک عنصر مداری (مقاومت ویا مولد) مطابق شکل داری اختلاف پتانسیل ΔV باشد، بار Δq در مدت زمان Δt از این عنصر می‌گذرد. کار خارجی برای انتقال چنین باری برابر است با: $W=(\Delta q).(\Delta V)$



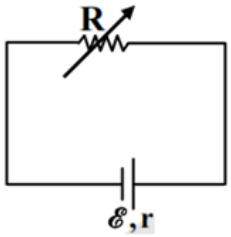
از طرفی توان الکتریکی برابر است با:

$$P=\frac{\Delta W}{\Delta t}=\frac{\Delta q.\Delta V}{\Delta t}=(\frac{\Delta q}{\Delta t}).\Delta V=I.\Delta V=I(V_b-V_a)$$

نکته: اگر $P>0$ باشد، این عنصر به مدار انرژی می‌دهد و اگر $P<0$ باشد، این عنصر از مدار انرژی می‌گیرد.

توان مولد:

مقدار انرژی مصرف شده در واحد زمان در هر مصرف کننده الکتریکی را توان مصرفی آن می‌نامیم. اگر جریان I از مولد بگذرد انرژی مصرفی آن عبارت است از: $U=\varepsilon It$



توان تولیدی مولد از رابطه $P=\frac{U}{t}=\varepsilon.I$ بدست می‌آید.

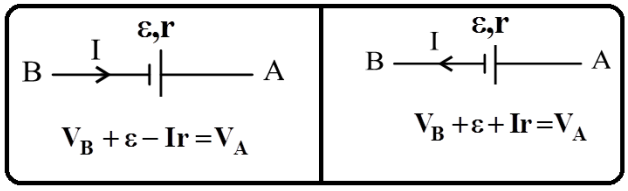
بخشی از این توان تولیدی، توسط خود مولد به دلیل مقاومت درونی مولد (r) در درون مولد مصرف می‌شود که بنا به آنچه در مورد یک مقاومت دیدیم این مقدار برابر است با: $P'=I^2r$

بنابرین داریم: (توان مصرف شده در مولد – توان تولیدی مولد = توان مفید یا خروجی مولد)

یعنی توان مفید مولد (توان خروجی) از رابطه $P''=\varepsilon I-I^2r$ بدست می‌آید.

این رابطه را جور دیگری نیز می‌توان اثبات کرد.

$$\begin{cases} V=\varepsilon-Ir \\ P=V.I \end{cases} \Rightarrow P''=\varepsilon I-I^2r$$

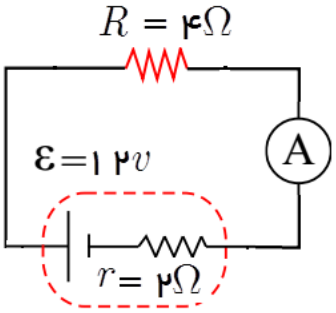


توان در مولد تولید کننده (برنده) از رابطه‌ی $P=I(V_A-V_B)\xrightarrow{V_A-V_B=\varepsilon-Ir}P=I(\varepsilon-Ir)=I\varepsilon-I^2r$ بدست می‌آید.

توان ورودی در مولد مصرف کننده (بازنده) از رابطه‌ی $P=I(V_A-V_B)\xrightarrow{V_A-V_B=\varepsilon+Ir}P=I(\varepsilon+Ir)=I\varepsilon+I^2r$ بدست می‌آید.

۱۴۰-چرا در خطوط انتقال برق، انرژی الکتریکی به جای اینکه با جریان بالا و ولتاژ پایین انتقال یابد، با ولتاژ بالا و جریان پایین منتقل می‌شود؟

۱۴۱-در شکل مقابل:



الف)شدت جریان مدار

ب)اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R

ج)توان مصرفی مقاومت R

پاسخ:

الف)

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۲}{۴+۲}=۲A$$

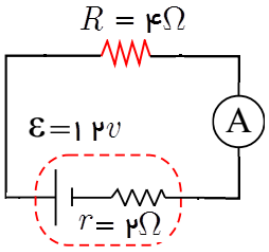
ب)اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت با اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است.

$$\begin{cases}V=RI=۴\times۲=۸v\\V=\varepsilon-Ir=۱۲-۲\times۲=۸v\end{cases}$$

ج)توان مصرفی مقاومت با توان خروجی مولد برابر است.

$$\begin{cases}P=RI^{۲}=۴\times۲^{۲}=۴\times۴=۱۶w\\P=\varepsilon I-I^{۲}r=۱۲\times۲-۲^{۲}\times۲=۲۴-۸=۱۶w\end{cases}$$

۱۴۲-در شکل مقابل؛



الف)توان ذخیره شده در مولد

ب)توان مصرفی مقاومت درونی مولد

ج)توان مصرفی در مقاومت R

پاسخ: الف) $I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۲}{۴+۲}=۲A\ ,\ P=\varepsilon I=۱۲\times۲=۲۴w$

ب)توان مصرفی درون مولد توسط مقاومت درونی مصرف می‌شود.

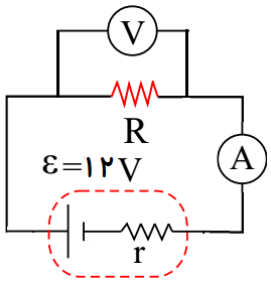
$$P'=I^{۲}r=۲^{۲}\times۲=۸w$$

ج)توان مصرفی مقاومت با توان خروجی مولد برابر است.

$$\begin{cases}P=RI^{۲}=۴\times۲^{۲}=۱۶w\\P=\varepsilon I-I^{۲}r=۱۲\times۲-۲^{۲}\times۲=۲۴-۸=۱۶w\\P''=P-P'=۲۴-۸=۱۶w\end{cases}$$

دبیرخانه کشوری راهبری درس بیزی

۱۴۳-در شکل مقابل، اگر آمپر سنج ۰/۵A و ولت سنج ۴V را نشان دهد.



الف)مقاومت R

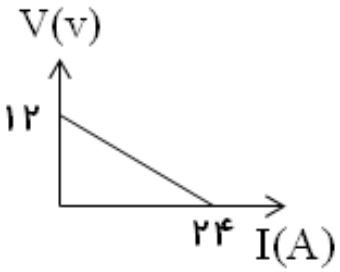
ب)توان مصرف شده در R

ج)توان تولیدی مولد

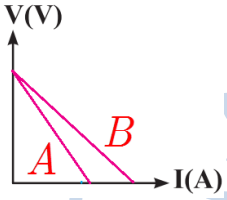
د)افت پتانسیل در مولد

ه)مقاومت درونی مولد

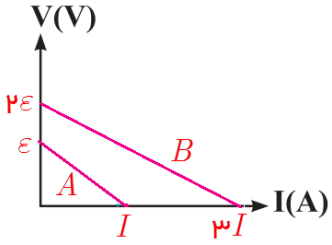
۱۴۴-نمودار تغییرات ولتاژ نسبت به جریان برای یک مولد مطابق شکل است. نیروی محرکه و مقاومت درونی مولد چه قدر است؟ (شهریورماه ۸۹ – ریاضی)



۱۴۵-نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب شدت جریان برای دو مولد به صورت شکل روبه‌روست. نیروی محرکه و مقاومت درونی آنها را مقایسه کنید. (مشابه خارج کشور ریاضی ۸۷)



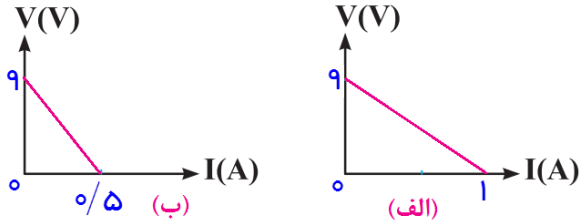
۱۴۶-نمودار ولتاژ بر حسب جریان برای دو مولد A و B مطابق شکل زیر است.



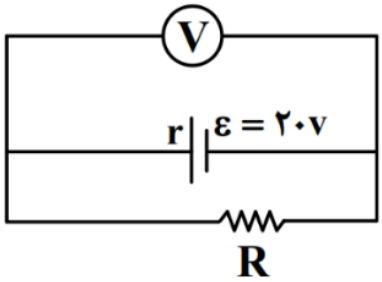
مقاومت درونی مولد A به مقاومت درونی مولد B، $(\frac{r_A}{r_B})$ کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۱۴۷-نمودار تغییرات ولتاژ دو قطب باتری بر حسب شدت جریان عبوری از آن برای دو باتری مختلف در شکل های (الف) و (ب) نشان داده شده است. توضیح دهید این دو باتری چه تشابه وچه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

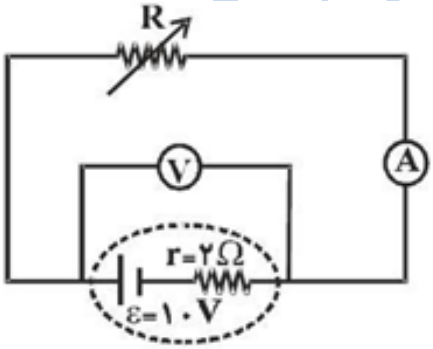


۱۵۱-در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج $18V$ را نشان می‌دهد. توان مصرفی مقاومت R چند برابر توان مصرفی مقاومت r (مقاومت درونی مولد) است؟ (جریان عبوری از ولت‌سنج ناچیز است.) (سراسری ریاضی-۹۰)



۱) ۰/۹
۲) $\frac{۱۰}{۹}$
۳) ۹
۴) ۴/۵

۱۵۲-در مدار شکل زیر، اگر مقاومت رئوستا را به تدریج از صفر تا 3Ω افزایش دهیم، توان مفید مولد چگونه تغییر می‌کند؟

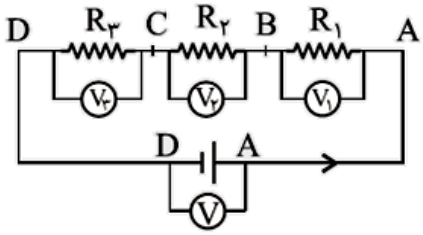


۱) همواره افزایش می‌یابد.
۲) همواره کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

دبیرخانه کشوری راهبری دبیران

معادل گیری مقاومت ها: (مشترک رشته ریاضی و تجربی)

۱-اتصال متوالی مقاومت‌ها:



- در این مقاومت‌ها شدت جریان دو سر هر مقاومت، با شدت جریان کل مدار برابر است. یعنی:

$$I_T = I_۱ = I_۲ = I_۳ = \dots$$

- در مقاومت‌های متوالی اختلاف پتانسیل کل مقاومت‌ها، برابر مجموع اختلاف پتانسیل تک‌تک مقاومت‌هاست.یعنی: $V_T = V_۱ + V_۲ + V_۳ + \dots$
- مقاومت معادل، در مقاومت‌های متوالی برابر مجموع تک‌تک مقاومت‌های مدار است.

$$R_T = R_۱ + R_۲ + R_۳$$

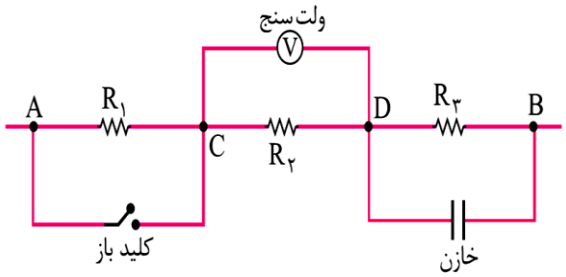
- در این حالت مقاومت معادل از بزرگترین مقاومت موجود در مجموعه بزرگتر است.
- با حذف یک مقاومت که به صورت متوالی در مدار قرار گرفته است، مقاومت مدار کاهش می‌یابد. در نتیجه بنا به رابطه $I = \frac{V}{R}$، شدت جریان شاخه‌ای از مدار که آن مقاومت در آن قرار گرفته است افزایش می‌یابد و بالعکس.
- اختلاف پتانسیل کل در مقاومت های سری، به نسبت مقاومت‌ها توزیع می‌شود. یعنی هر مقاومتی که بزرگتر است سهم بیشتری از اختلاف پتانسیل کل را می گیرد.

$$I_۱ = I_۲ \Rightarrow \frac{V_۱}{R_۱} = \frac{V_۲}{R_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{R_۱}{R_۲}$$

- در حالت متوالی، توان مصرفی با مقاومت الکتریکی رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$\begin{cases} I_۱ = I_۲ \\ P = RI^۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{R_۲}{R_۱}$$

- اگر n مقاومت مشابه با مقاومت R_1 داشته باشیم،که به طورمتوالی بسته شده اند، مقاومت معادل برابر است با: $R_T = nR_۱$

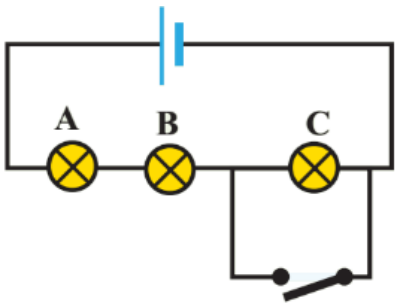


☑در اتصال سری، نباید از سر مشترک انشعابی خارج گردد؛ شاخه‌ای که در آن ولت سنج ایده‌آل، کلید باز، خازن باردار یا مقاومت بی نهایت باشد انشعاب به حساب نمی‌آید؛ زیرا مقاومت آنها بی نهایت است و الکترون وارد شاخه‌ی آنها نمی شود پس جریان در آنها صفر است، بنابراین: سه مقاومت زیر سری هستند.

۱۵۴-لامپ‌های یک درخت زینتی، به طور متوالی متصل شده‌اند. اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، توضیح دهید چه اتفاقی می‌افتد؟

(شهریورماه ۸۹- تجربی، تمرین ۲۱ کتاب درسی)

۱۵۵-در مدار شکل مقابل لامپ‌ها مشابه‌اند، هنگامی کلید k را می‌بندیم، نور هر یک از لامپ‌ها چه تغییری می‌کند؟ (تمرین ۳۲ کتاب درسی)



۱۵۶-سه مقاومت ۲، ۳ و ۵ اهمی به طورسری به هم بسته شده‌اند، اگر اختلاف پتانسیل مجموعه ۱۰۰V باشد.

الف)مقاومت معادل مجموعه را بیابید.

ب)اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت را بیابید.

ج)توان مصرفی هر مقاومت چند وات است.

پاسخ: الف) $R_T = R_۱ + R_۲ + R_۳ = ۲ + ۳ + ۵ = ۱۰\Omega$

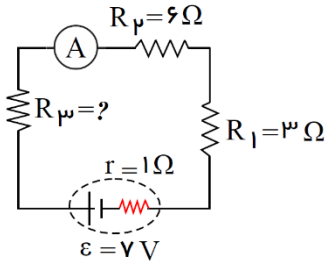
ب) برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل باید جریان عبوری از هر مقاومت را داشته باشیم، راستی در مقاومتهای سری جریان عبوری هر مقاومت با جریان کل مدار برابر است. پس داریم:

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰A = I_۱ = I_۲ = I_۳ \Rightarrow \begin{cases} V_۱ = R_۱ I = ۲ \times ۱۰ = ۲۰v \\ V_۲ = R_۲ I = ۳ \times ۱۰ = ۳۰v \\ V_۳ = R_۳ I = ۵ \times ۱۰ = ۵۰v \end{cases}$$

ج)

$$\begin{cases} P_۱ = R_۱ I^۲ = ۲ \times ۱۰^۲ = ۲۰۰w \\ P_۲ = R_۲ I^۲ = ۳ \times ۱۰^۲ = ۳۰۰w \\ P_۳ = R_۳ I^۲ = ۵ \times ۱۰^۲ = ۵۰۰w \end{cases}$$

۱۵۷-در شکل مقابل، اگر مقاومت معادل ۱۳Ω باشد، (تمرین ۲-۵ کتاب درسی)



الف) مقاومت $R_۳$ چند اهم است؟

ب) عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند آمپر است؟

ج) ولتاژ هر مقاومت چند ولت است؟

د)نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان‌های مصرفی مقاومت‌های $R_۱$ ، $R_۲$ و $R_۳$ برابر است؟

پاسخ: الف) $R_T \Rightarrow ۱۳ = ۳ + ۶ + R_۳ \Rightarrow R_۳ = ۴\Omega$

ب) برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل باید جریان عبوری از هر مقاومت را داشته باشیم، راستی در مقاومتهای سری جریان عبوری هر مقاومت با جریان کل مدار برابر است. پس داریم:

$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{۷}{۱۳ + ۱} = ۰/۵A$$

ج)

$$I_T = I_۱ = I_۲ = I_۳ \Rightarrow \begin{cases} V_۱ = R_۱ I = ۳ \times ۰/۵ = ۱/۵v \\ V_۲ = R_۲ I = ۶ \times ۰/۵ = ۳v \\ V_۳ = R_۳ I = ۴ \times ۰/۵ = ۲v \end{cases}$$

د)

$$\begin{cases} P_۱ = R_۱ I^۲ = ۳ \times ۰/۵^۲ = ۰/۷۵w \\ P_۲ = R_۲ I^۲ = ۶ \times ۰/۵^۲ = ۱/۵w \\ P_۳ = R_۳ I^۲ = ۴ \times ۰/۵^۲ = ۱w \end{cases} \Rightarrow P_T = P_۱ + P_۲ + P_۳ = ۳/۲۵w$$

$$P = \varepsilon I - I^۲ r = ۷ \times ۰/۵ - ۰/۵^۲ \times ۱ = ۳/۲۵w$$

۱۵۸-دو مقاومت ۶ و۴ اهمی به طور متوالی به هم بسته شده اند.

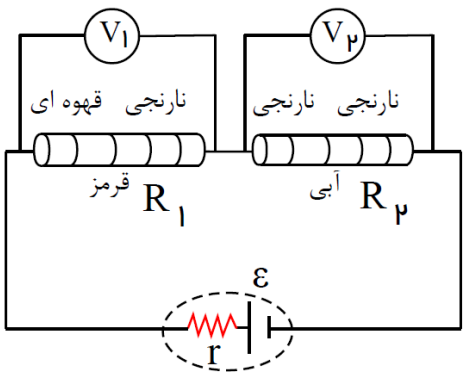
الف)مقاومت معادل

ب)اگر اختلاف پتانسیل مقاومت ۴Ω ، $۲۰V$ باشد، شدت جریان هر مقاومت را محاسبه کنید.

ج)اختلاف پتانسیل کل مدار

۱۵۹-در مدار شکل زیر، مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ کربنی می‌باشند. حاصل $\frac{V_۲}{V_۱}$ کدام است؟ (ولت‌سنج‌های $V_۱$ و $V_۲$ ایده‌آل هستند و قهوای =۱ ، قرمز =۲ ، نارنجی =۳ و آبی = ۶ است.)

(نمونه سوال -۹۶)



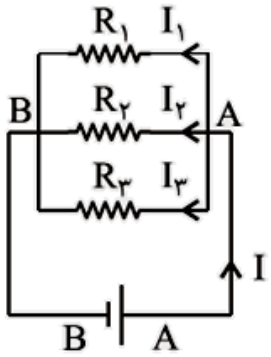
۱) $\frac{۱}{۲}$ **۲) ۲**

۳) $\frac{۱}{۳}$ **۴) ۳**

دبیرخانه کشوری راهبری

۲-اتصال موازی مقاومت‌ها:

مقاومت‌هایی را موازی گویند، که دو سر هر یک از آنها به یک نقطه مشترک متصل باشند. در این اتصال، یک سر همه‌ی مقاومت‌ها به یک نقطه و سر دیگر همه‌ی آنها نیز به یک نقطه‌ی دیگر متصل است، به همین خاطر اختلاف پتانسیل دو سر همه‌ی مقاومت‌ها یکسان است و داریم:



- در این مقاومت‌ها اختلاف پتانسیل هر مقاومت با اختلاف پتانسیل کل مدار برابر است. یعنی: $V_T = V_۱ = V_۲ = V_۳ = \dots$
- شدت جریان کل مدار، با مجموع شدت جریان های عبوری تک تک مقاومت ها برابر است. یعنی: $I_T = I_۱ + I_۲ + I_۳ + \dots$
- مقاومت معادل، مقاومت‌های موازی از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$\frac{۱}{R_T} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳} + \dots$$

- یعنی، وارون مقاومت معادل مقاومت‌های موازی، برابر مجموع وارون تک تک مقاومت هاست. پس مقاومت معادل از کوچکترین مقاومت موجود در مجموعه کوچکتر است.
- اگر یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه شود، مقاومت مدار کوچکتر می‌شود و بالعکس، با حذف یک مقاومت موازی، مقاومت معادل بزرگتر می‌شود.
- برای دو مقاومت موازی می‌توان مقاومت معادل را از رابطه روبرو بدست آورد.

$$R_T = \frac{R_۱ . R_۲}{R_۱ + R_۲}$$

- اگر n مقاومت مشابه R_1 به صورت موازی به هم بسته شوند، مقاومت معادل آنها برابر است با:

$$R_T = \frac{R_۱}{n}$$

- اگر دو مقاومت با هم موازی باشند، شدت جریان به نسبت عکس مقاومت ها توزیع می شود. یعنی مقاومتی که بزرگتر است جریان کمتری را از خود عبور می دهد.

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow R_۱ I_۱ = R_۲ I_۲ \Rightarrow \frac{R_۱}{R_۲} = \frac{I_۲}{I_۱}$$

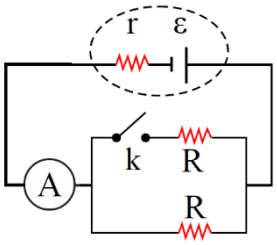
- در حالت موازی شاخه‌ای که مقاومت کمتری دارد، گرمای بیشتری تولید می‌کند.

$$\begin{cases} V_۱ = V_۲ \\ P = \dfrac{V^۲}{R} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{R_۱}{R_۲}$$

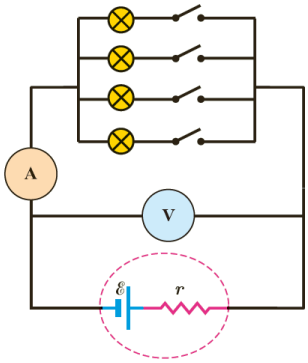
۱۶۰-چرا در سیم کشی منازل و یا اتومبیل‌ها به صورت موازی استفاده می‌کنند؟ (تمرین ۲۱ کتاب درسی)

۱۶۱-آزمایشی طراحی که درستی رابطه $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$، را نشان دهد. (رسم شکل الزامی است.) (فعالیت ۲-۶ کتاب درسی)

۱۶۲-در مدار شکل روبرو، با بستن کلید، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چه تغییری می‌کند. با استفاده از رابطه توضیح دهید.
(شهریورماه۹۰- ریاضی)



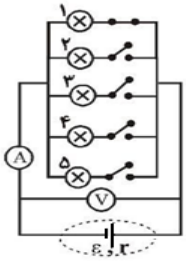
۱۶۳-در شکل مقابل، تعدادی لامپ به طور موازی به هم وصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید با بستن کلیدها یکی پس از دیگری اعدادی که آمپر سنج و ولت سنج نشان می دهند، چه تغییری می‌کنند؟ (تمرین ۲۴ پایان فصل کتاب درسی)



۱۶۴-در شکل زیر، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. اگر کلید های باز را یکی پس از دیگری ببندیم، نور لامپ (۱) چگونه تغییر می‌کند؟

۱) تغییر نمی‌کند. **۲) افزایش می‌یابد.**

۳) کاهش می‌یابد. **۴) پس از بستن چند کلید افزایش و سپس کاهش می‌یابد.**



دبیرخانه کشوری دبیری درس فیزیک

پاسخ:گزینه (۳) صحیح است. لامپ‌ها موازی اند، بنابراین با بستن کلیدها، یکی پس از دیگری؛ مقاومت معادل کاهش می‌یابد و بنابر رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ جریان گذرنده از مولد افزایش می‌یابد. از طرفی طبق رابطه‌ی $V = \varepsilon - Ir$ ، با افزایش جریان ؛ اختلاف پتانسیل دو سر هر لامپ کاهش می‌یابد. در نتیجه نور لامپ (۱) نیز کاهش می‌یابد.

۱۶۵-سه مقاومت ۶Ω و ۲Ω و ۳Ω به طور موازی بسته شده‌اند. اگر اختلاف پتانسیل مجموعه ۱۵۰V باشد.

الف)مقاومت معادل مجموعه را بیابید.

ب)اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت چند ولت است؟

ج)شدت جریان هر مقاومت چند آمپر است؟

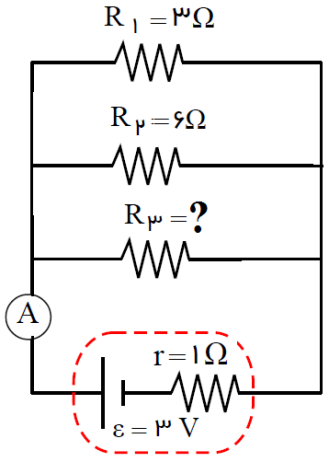
د)توان مصرفی هر مقاومت و توان مصرفی کل را محاسبه کنید.

پاسخ: الف) $\frac{۱}{R_T} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳} = \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۲} + \frac{۱}{۳} = \frac{۱+۳+۲}{۶} = \frac{۶}{۶} \Rightarrow R_T = ۱\Omega$

ب) $V_۱ = V_۲ = V_۳ = V_T = ۱۵۰v$

ج)
$$\begin{cases} I_۱ = \frac{V_۱}{R_۱} = \frac{۱۵۰}{۶} = ۲۵A \\ I_۲ = \frac{V_۲}{R_۲} = \frac{۱۵۰}{۲} = ۷۵A \\ I_۱ = \frac{V_۳}{R_۳} = \frac{۱۵۰}{۳} = ۵۰A \end{cases}$$

د)



۱۶۶-در شکل مقابل، اگر مقاومت معادل ۱/۶Ω باشد، (تمرین ۲-۶ کتاب درسی)

الف) مقاومت $R_۳$ چند اهم است؟

ب) عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند آمپر است؟

ج) جریان هر مقاومت چند آمپر است؟

د)نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان‌های مصرفی مقاومت‌های $R_۱$ ، $R_۲$ و $R_۳$ برابر است؟

پاسخ: الف)

$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}\Rightarrow\frac{۱}{۱/۶}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{R_۳}\Rightarrow\frac{۱۰}{۱۶}=\frac{۲R_۳+۱R_۳+۶}{۶R_۳}\Rightarrow$$

$$\frac{۱۰}{۱۶}=\frac{۳R_۳+۶}{۶R_۳}\Rightarrow ۶۰R_۳=۴۸R_۳+۱۸\Rightarrow ۱۲R_۳=۱۸\Rightarrow R_۳=۱/۵\Omega$$

ب)

$$I_T=\frac{\varepsilon}{R_T+r}=\frac{۳}{۱/۵+۱}=\frac{۳۰}{۲۵}=\frac{۶}{۵}A$$

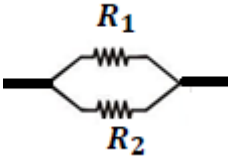
ج)

۱۶۷-سه مقاومت ۱۲Ω را به طور موازی به اختلاف پتانسیل $۱۲V$ وصل می‌کنیم. (مردادماه ۹۱- تجربی)

الف) مقاومت معادل چند اهم است؟

ب)جریانی که از هر مقاومت می گذرد، چند آمپر است؟

۱۶۸-در شکل مقابل، $R_۱=۴\Omega$ و $R_۲=۶\Omega$ می باشند.



الف)مقاومت معادل چند اهم است؟

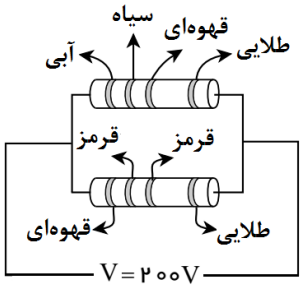
ب)اگر اختلاف پتانسیل $R_۱$، $۲۴V$باشد، شدت جریان هر مقاومت را بدست آورید؟

ج) جریان کل مدار چقدر است؟

۱۶۹-با توجه به جدول داده شده، انرژی الکتریکی مصرفی در مدار در مدت ۹۰ دقیقه، چند کیلو وات ساعت است؟ (خارج از کشور تجربی -۹۴)

۱) ۰/۵۴ ۲) ۱۵

۳) ۵/۴۰ ۴) ۰/۱۵



جدول اعداد مربوط به رنگ‌ها			
سیاه	قهوه‌ای	قرمز	آبی
۰	۱	۲	۶

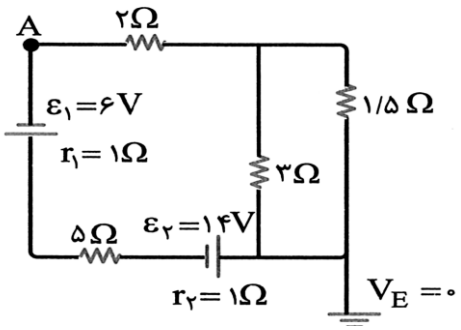
دبیرخانه کشوری راهبری درسی

پاسخ: انرژی مصرفی در مدار را می خواهد، ولتاژ کل را هم داریم پس فرمول $U=\frac{V^2}{R}\times t$ دقت کنید؛ چون این انرژی برای کل مدار است پس مقاومت معادل را باید قرار دهیم.

$$R_T=\frac{۶۰۰\times۱۲۰۰}{۶۰۰+۱۲۰۰}=۴۰۰$$

$$U=P\times t=\frac{V^2}{R}\times t=\frac{۲۰۰\times۲۰۰}{۴۰۰}\times۱۰^{-۳}\times\frac{۳}{۲}=\frac{۳}{۲۰}=\frac{۱۵}{۱۰۰}kw.h$$

۱۷۰-با توجه به مدار رو به رو؛ (مشابه سراسری تجربی ۹۲ و مثال ۱۱ کتاب درسی)



الف) توان مقاومت ۱/۵ اهمی چند وات است؟

ب) پتانسیل A چند است؟

پاسخ: ابتدا مقاومت معادل را حساب می‌کنیم.

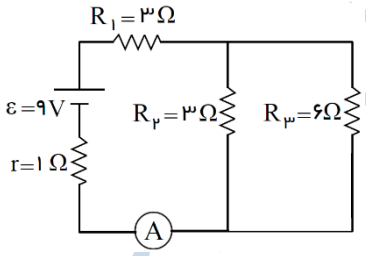
$$R_e=\frac{R_۱\times R_۲}{R_۱+R_۲}=\frac{۳\times۱/۵}{۳+۱/۵}=۱\Omega$$

اکنون جهت جریان را بدست می‌آوریم، چون هر دو مولد جریان پادساعتگرد تولید می‌کنند، پس همدیگر را تقویت می‌کنند. داریم:

$$I=\frac{\sum\varepsilon-\sum\varepsilon'}{\sum(R+r)}=\frac{\varepsilon_۱+\varepsilon_۲}{\sum(R+r)}=\frac{۶+۱۴}{۱+۲+۵+۱+۱}=\frac{۲۰}{۱۰}=۲A$$

اکنون از A تا E حرکت می‌کنیم. $V_A+IR+IR_e=V_E\Rightarrow V_A+۲\times۲+۲\times۱=۰\Rightarrow V_A=-۶v$

۱۷۱-در مدار شکل روبرو، (مثال۲-۱۱ کتاب درسی)



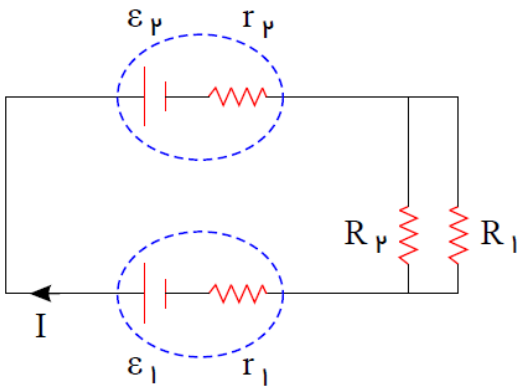
الف) مقاومت معادل

ب)جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند آمپر است؟

ج)ولتاژ مقاومت $R_۲$ و توان مصرفی مقاومت $R_۱$ را بیابید؟

د) به کمک قاعده انشعاب، جریان عبوری از باتری را بیابید.

۱۷۲-در مدار شکل مقابل، شدت جریان در جهت نشان داده شده $۲A$ است.

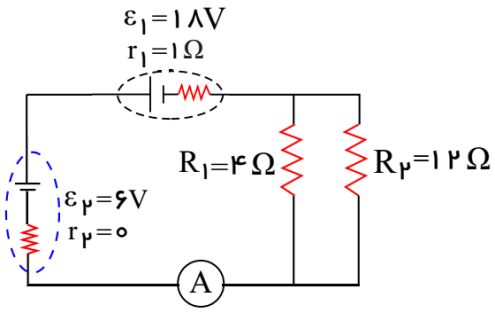


الف)نیروی محرکه‌ی ε_2 چند وات است؟

ب)توان خروجی مولد ε_1 چند وات است؟

$(\varepsilon_1 = 12v, \varepsilon_2 = ?, R_1 = R_2 = 4\Omega, r_1 = r_2 = 0/5\Omega)$

۱۷۳-در مدار شکل مقابل،



الف)عددی که آمپرسنج ایده‌آل، در مدار شکل مقابل نشان می‌دهد؛ چند آمپر است؟

ب) جریان عبوری از هر شاخه را حساب کنید.

ج) ولتاژ مولد ε_1 چند ولت است؟

د)توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک