

شدت جریان متوسط

بار شارش شده شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط گویند.

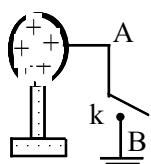
شدت جریان متوسط از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

یکای شدت جریان آمپر نام دارد. در این رابطه Δt برحسب ثانیه و Δq برحسب کولن است.

جریان مستقیم

اگر در تمام بازه‌های زمانی شدن جریان متوسط ثابت بماند، جریان را مستقیم می‌نامیم. در شدت جریان مستقیم شدت جریان لحظه‌ای و شدت جریان متوسط برابر است. در این صورت رابطه‌ی شدت جریان به شکل زیر تبدیل می‌شود.

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



- ۱- بارالکتریکی گرهی رسانا در شکل مقابل ، $C = ۰/۵$ است، با بستن کلید در مدت $t = ۰/۰۲$ بار گره تخلیه می‌شود. شدت جریان متوسط در سیم AB را محاسبه کنید و جهت آن را مشخص کنید.

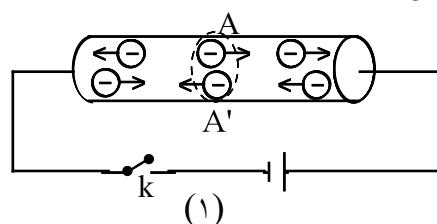
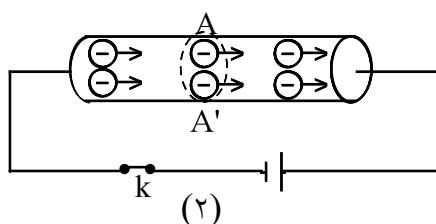
- ۲- کلمه‌ی مناسب داخل پرانتز را انتخاب کنید.
جریان الکتریکی در مدار (خلاف جهت - هم جهت) شارش الکترون‌هاست.

- ۳- جریان مستقیم را تعریف کنید:

- ۴- اگر در تمام بازه‌های زمانی شدت جریان متوسط ثابت بماند، جریان را می‌نامند.

- ۵- مفهوم فیزیکی زیر را تعریف کنید.
شدت جریان متوسط

- ۶- از مقایسه‌ی شکل‌های ۱ و ۲ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



- ۷- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید.
آمپرساعت، یکای (جریان الکتریکی - بارالکتریکی) است.

- ۸- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید.
در حضور میدان الکتریکی، الکترون‌های آزاد یک فلز با سرعت متوسطی موسوم به در خلاف جهت میدان رانده می‌شوند.

عوامل موثر در مقاومت رسانای فلزی
مقاومت یک رسانای فلزی در دمای ثابت به طول، سطح مقطع و جنس آن بستگی دارد.

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

رابطه‌ی زیر بستگی مقاومت را به سه عامل مذکور بیان می‌کند.

در این رابطه ρ مقاومت ویژه برحسب اهمتر (Ωm), l طول رسانا برحسب متر (m) و A مساحت سطح مقطع سیم برحسب متر مربع (m^2) می‌باشد.

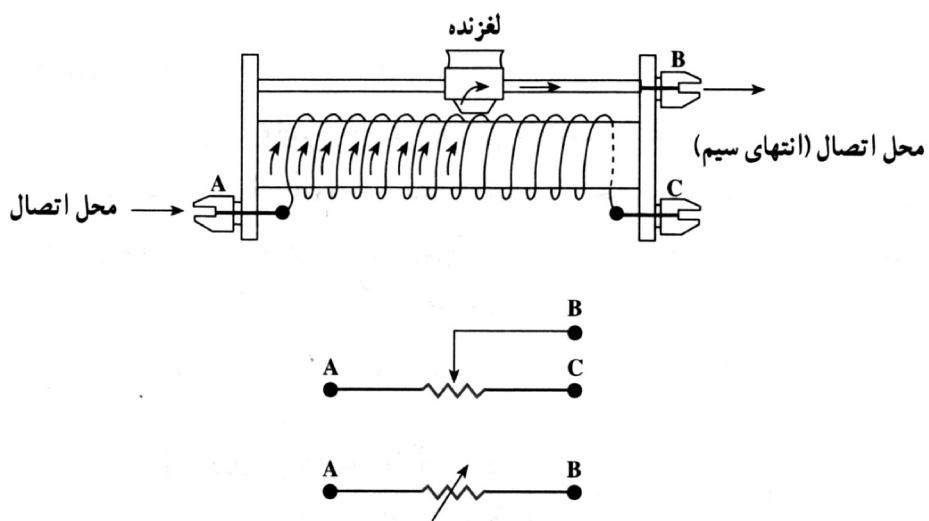
اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی

در رساناهای فلزی افزایش دما سبب افزایش مقاومت ویژه و در نتیجه افزایش مقاومت رسانا می‌شود. اگر افزایش دما زیاد نباشد مقاومت ویژه‌ی جسم با رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$ میزان افزایش دما برحسب کلوین (یا درجه سیلسیوس) است و α ضریب دمایی مقاومت ویژه برحسب (برکلوین) می‌باشد. پس مقدار R_2 نیز با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

مقاومت متغیر

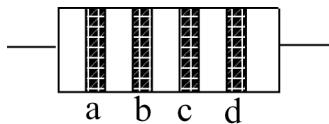
مقاومت متغیر وسیله‌ای برای تنظیم و کنترل شدت جریان در یک مدار می‌باشد. نوعی از آن موسوم به رئوستا از یک سیم بالا مانند تنگستن ساخته می‌شود که دور یک استوانه‌ای نارسانا پیچیده می‌شود. لغرنده‌ای روی سیم قرار دارد که با حرکت آن می‌توان هر قسمت از مدار را که نیاز است در مدار قرار داد.



بعضی مواقع برای تولید مقاومت متغیر از جعبه مقاومت استفاده می‌شود.

کد رنگی مقاومت‌ها

برای تعیین مقدار مقاومت ساخته به جای نوشتن مقدار مقاومت از ۴ نوار رنگی روی آن استفاده می‌شود. هر رنگ نمایندهٔ یک عدد است.



$$R = (10a + b) \times 10^c \pm d\%$$

دو نوار اول و دوم از سمت چپ رسمهای اول و دوم مقاومت را مشخص می‌کنند. نوار سوم تعیین کنندهٔ تعداد صفرهای مقابل این دو رقم است و نوار چهارم نیز درصد خطای مقاومت را مشخص می‌کند.
جدول زیر عدهای مربوط به هر رنگ را مشخص می‌کند.

رنگ	عدد
سیاه	۰
قهوه‌ای	۱
قرمز	۲
نارنجی	۳
زرد	۴
سبز	۵
آبی	۶
بنفش	۷
سفید	۹

تذکر: رنگ‌های خاکستری و سفید در نوار سوم ظاهر نمی‌شوند.

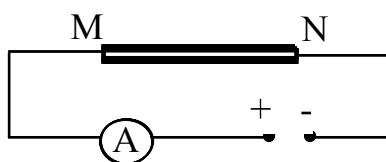
۹- کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب نمایید و به پاسخ برگ متقال کنید.
 مقاومت ویژه رساناهای به دمای آن‌ها بستگی (دارد - ندارد)

۱۰- کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب نمایید.
 در رساناهای فلزی افزایش دما سبب (افزایش - کاهش) مقاومت رسانا می‌شود.

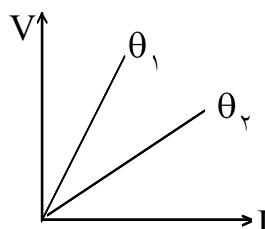
اطلاعات مربوط به دو رسانای A و B با طول یکسان (در یک دمای معین) در جدول رو به رو داده شده است. ۲ پرسش زیر را پاسخ دهید.

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

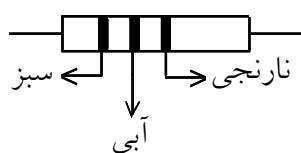
۱۱- مقاومت دو رسانا را با یکدیگر مقایسه کنید.



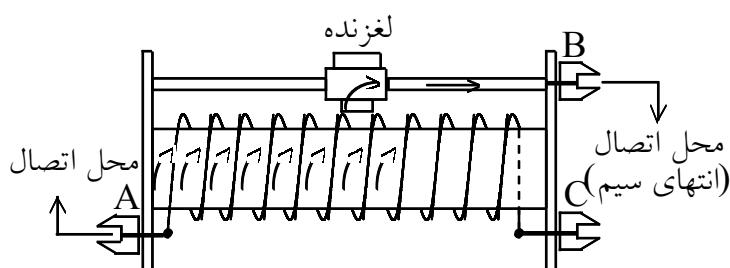
۱۲- اگر در مدار شکل رو به رو یک بار رسانای A و بار دیگر رسانای B را بین دو نقطه‌ی M و N قرار دهیم، با ذکر مثال مشخص کنید مقدار جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد در کدام حالت بیشتر است؟ (دما را ثابت فرض کنید).



۱۳- شکل رو به رو نمودار I - V را برای یک رسانا در دو دمای θ_2 و θ_1 نشان می‌دهد.
بازکر دلیل معلوم کنید کدامیک از دماها بیشتر است.



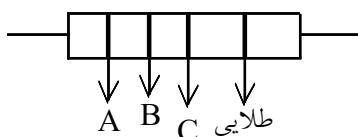
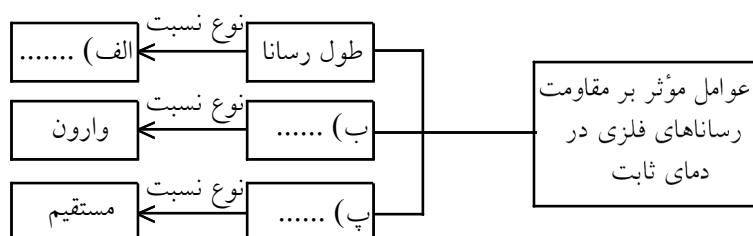
۱۴- اندازه‌ی مقاومت الکتریکی در شکل رو به رو چند اهم است؟
(نارنجی = ۳ و سبز = ۵ و آبی = ۶)



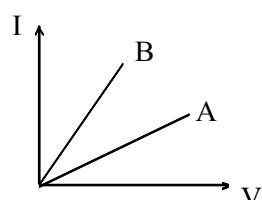
۱۵- شکل زیر کدام وسیله‌ی الکتریکی را نشان می‌دهد و به چه منظور در مدار الکتریکی استفاده می‌شود؟

۱۶- طول سیمی را در دمای ثابت نصف کرده و سطح مقطع آن را ۴ برابر می‌کنیم. مقاومت سیم چند برابر می‌شود؟

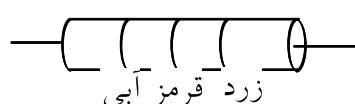
۱۷- نمودار مفهومی زیر را کامل کنید:



۱۸- با توجه به کد رنگ‌های زیر، حلقه‌های مقاومت کربنی را به ترتیب حرف‌های روی شکل چنان تعیین کنید که اندازه‌ی مقاومت الکتریکی 430Ω باشد. (قرمز = ۲ ، نارنجی = ۳ ، زرد = ۴)



۱۹- شکل رو به رو، نمودار (I-V) را برای دو نوع رسانای A و B نشان می‌دهد.
با ذکر دلیل بیان کنید کدامیک به عنوان سیم گرماده مناسب‌تر است؟



۲۰- اگر رنگ قرمز عدد ۲، رنگ زرد عدد ۴ و رنگ آبی عدد ۶ را نشان دهد، مقاومت کربنی شکل مقابل چند اهم است؟

۲۱- قطر و طول سیم مسی A دو برابر قطر و طول سیم مسی B می‌باشد. مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

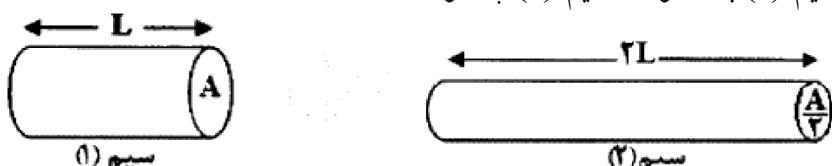
۲۲- دو سیم رسانا از جنس نقره و الیاژ گرم و نیکل در دمای ثابت با سطح مقطع مقطع یکسان وجود دارند. اگر دمای ثابت، مقاومت دو سیم باهم برابر باشد، کدام یک، طول بیشتری دارد؟ چرا؟

۲۳- نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریانی که از آن می‌گذرد، رسانا نامیده می‌شود.

۲۴- مقاومت قطعه‌ی کربنی زیر 10×65 اهم است. با توجه به کدهای رنگی در جدول زیر، رنگ حلقه‌های a و b را تعیین کنید.

رنگ	آبی	سبز	زرد	نارنجی
کد	۶	۵	۴	۳

۲۵- شکل زیر، دو سیم مسی استوانه‌ای را نشان می‌دهد. سطح مقطع سیم (۲) نصف سیم (۱) و طول آن دو برابر سیم (۱) است. نسبت مقاومت سیم (۲) به مقاومت سیم (۱) چقدر است؟



۲۶- دو مورد از مقاومت‌های زیر، با اهم‌سنج قابل اندازه‌گیری هستند. آنها را مشخص کنید.
رشته‌ی داخلی لامپ روشن ، رشته‌ی داخلی لامپ خاموش
مقاومت درونی باتری معمولی ، مقاومت سیم نازک نیکروم

۲۷- با توجه به کد رنگ‌های زیر، رنگ حلقه‌های مقاومت کربنی را به ترتیب حرف‌های روی شکل و از چپ به راست چنان تعیین کنید که اندازه‌ی مقاومت الکتریکی 340Ω باشد.



۲۸- 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؟

۲۹- 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 آلیاژ نیکروم، یک لامپ کوچک چراغ‌قوه، یک باتری چراغ‌قوه، فندک و سیم رابط

۳۰- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید.
برای استفاده از رئوستا، ابتدا آنرا با کمترین مقدار مقاومت در مدار قرار می‌دهند.

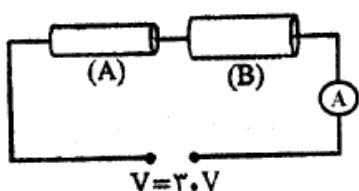
۳۱- با در اختیار داشتن وسایل زیر، آزمایشی طراحی کنید که به وسیله‌ی آن، دمای رشته سیم داخل لامپ روشن با ضریب دمایی معین را اندازه‌یگری نمایید. (شکل - شرح)
وسایل: اهمت - ولتسنج - آمپرسنج - دماسنج - لامپ - باتری - سیم‌های رابط

۳۲- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید و در پاسخ برگ بنویسید.
مقدار مقاومت‌های پیچه‌ای با کدهای رنگی مشخص می‌شود.

۳۳- با وسایل زیر آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد مقاومت رسانای اهمی در دمای ثابت به جنس رسانا بستگی دارد.
(شکل مدار - شرح)

وسایل: منبع تغذیه - سیم رابط - سیم‌هایی از جنس تنگستن و نیکروم با طول و سطح مقطع مشخص و یکسان - آمپرسنج - ولتسنج - کلید

۳۴- دو قطعه سیم مسی توپر و هم‌طول A و B مطابق شکل به هم بسته شده‌اند. اگر سطح مقطع سیم B دو برابر سطح مقطع سیم A باشد،



الف) مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

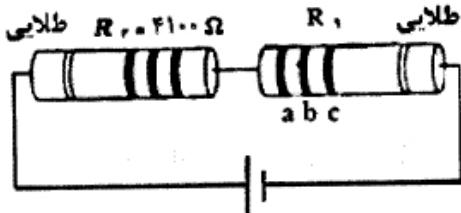
ب) اگر عدد خوانده شده توسط آمپرسنج ۲A باشد، مقاومت هر یک از سیم‌ها چند اهم است؟

۳۵- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید.

در مقاومت‌های ترکیبی، حلقه‌ی چهارم که طلایی یا نقره‌ای است، نامیده می‌شود.

۳۶- با توجه به شکل، اگر مقاومت معادل مدار 5600Ω باشد:

الف) مقاومت R_1 چند اهم است؟



ب) با استفاده از کد رنگ‌های داده شده، رنگ نوارهای a و c را تعیین کنید.

قهوه‌ای: ۱ سبز: ۵ قرمز: ۲

۳۷- دو رسانای (۱) و (۲) دارای طول، مقاومت و دمای یکسان هستند. اگر مساحت مقطع سیم (۱) دو برابر مساحت مقطع سیم (۲) باشد، مقاومت ویژه‌ی سیم (۲) چند برابر مقاومت ویژه‌ی سیم (۱) است؟

تغییر پتانسیل در عبور از یک مقاومت

اگر از یک مقاومت الکتریکی در جهت جریان الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت جریان الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI افزایش خواهد یافت.

نیروی محرکه‌ی مولد

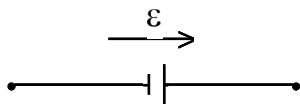
$$\text{انرژی الکتریکی منتقل شده}(\text{ژول}) \rightarrow U = \epsilon \leftarrow \text{نیروی محرکه‌ی مولد}(\text{ولت})$$

بار الکتریکی جابه جا شده (کولن) \rightarrow q

$$\text{انرژی الکتریکی منتقل شده به بار از طرف} \rightarrow U = \epsilon q \leftarrow \text{مولد}(\text{کار انجام شده توسط مولد})$$

جهت نیروی محرکه‌ی الکتریکی

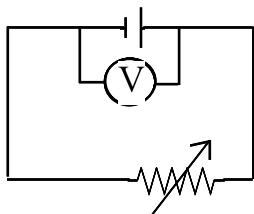
می‌توان برای نیروی محرکه‌ی مولد، جهتی را از قطب منفی به طرف قطب مثبت تعريف نمود که در واقع همان جهتی است که مولد می‌خواهد جریان الکتریکی را در مدار برقرار کند.



اختلاف پتانسیل دو سر مولد در مدار تک حلقه و تک مولد

در یک مدار تک حلقه با یک مولد (مدار ساده الکتریکی) اختلاف پتانسیل دو سر مولد که با رابطه‌ی $V = \epsilon - rI$ محاسبه می‌شود با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی مدار ($V = R_T I$) برابر است.

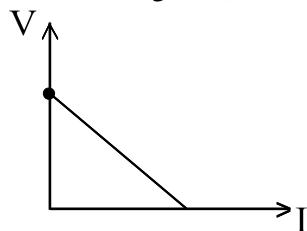
نکته: وقتی مقاومت الکتریکی مدار تغییر می‌کند و نحوه تغییر اختلاف پتانسیل دو سر مولد را بخواهیم، مناسب‌تر است که از رابطه‌ی $I_r - V = \epsilon$ استفاده می‌کنیم.



نکته: اگر از یک مولد، جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی خودش جریان الکتریکی را ایجاد کرده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر $rI - \epsilon$ است.

$$B \xrightarrow{I} \overset{\epsilon}{\overbrace{|}} \xrightarrow{A}$$

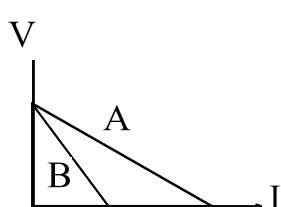
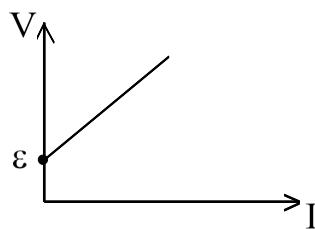
$$\Rightarrow V_{AB} = \epsilon - rI$$



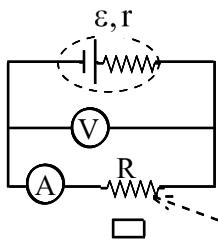
نکته: اگر از یک مولد جریان الکتریکی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی جریان الکتریکی توسط مولد دیگری از آن عبور داده شده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر $rI + \epsilon$ است.

$$B \xrightarrow{I} \overset{\epsilon}{\overbrace{|}} \xleftarrow{A}$$

$$\Rightarrow V_{AB} = \epsilon + rI$$



-۳۸- شکل رو به رو تغییرات ولتاژ دو سر مولد بر حسب شدت جریان را برای دو مولد A و B نشان می‌دهد. یک مورد شباهت و یک مورد تفاوت برای دو مولد بنویسید.

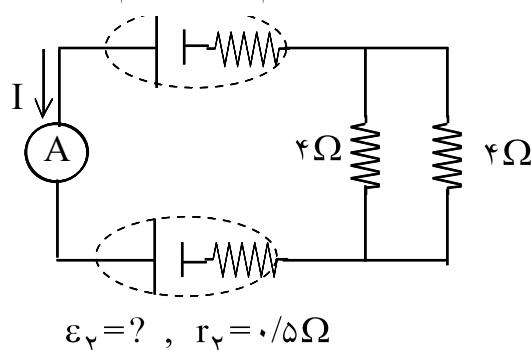


۳۹- در شکل مقابل، مقاومت R ، یک رشته‌ی تنگستن (رشته‌ی داخل لامپ) است. اگر شعله‌ی فندک را زیر این رشته قرار دهیم، عده‌های آمپرسنج و ولت‌سنج چگونه تغییر می‌کنند؟ توضیح دهید.

۴۰- اگر پایانه‌های یک مولد را فقط به دو سر یک ولت‌سنج بیندیم، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چه کمیتی است؟ توضیح دهید.

$$\epsilon_1 = 12 \text{ , } r_1 = 0.5\Omega$$

در مدار شکل رو به رو، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد ۲ آمپر است. مطلوب است ۲ مورد زیر:

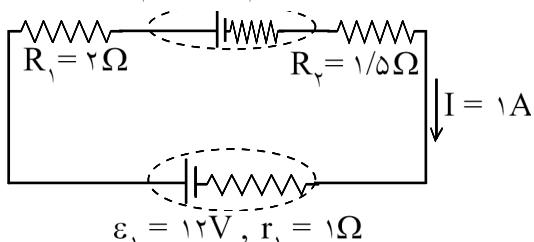


۴۱- نیروی محرکه‌ی ϵ_2 .

۴۲- توان مفید (یا توان خروجی) مولد ϵ_1 .

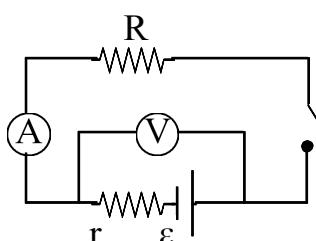
$$\epsilon_2 = ? \text{ , } r_2 = 0.5\Omega$$

در مدار شکل رو به رو، شدت جریان در جهت نشان داده شده ۱ آمپر است. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.



۴۳- نیروی محرکه‌ی ϵ_2 چه قدر است؟

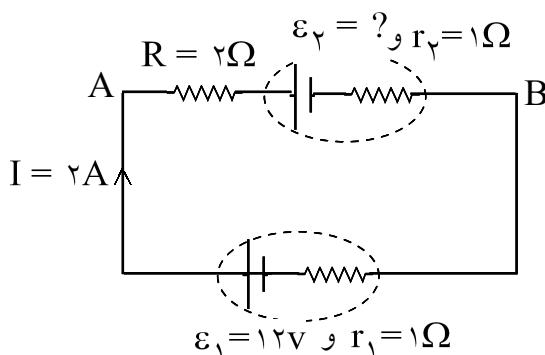
۴۴- انرژی مصرف شده در R_1 را در مدت ۱۵ ثانیه حساب کنید.



۴۵- در یک آزمایش مداری مطابق شکل بسته می‌شود: هنگامی که کلید باز است، ولت‌سنج عدد ۹ را نشان می‌دهد و زمانی که کلید بسته است، مقادیری که توسط ولت‌سنج و آمپرسنج خوانده می‌شود، به ترتیب ۸ ولت و ۱ آمپر است. مقاومت درونی این باتری چند اهم است؟

۴۶- با فرسوده شدن یک باتری افت پتانسیل در آن (افزایش - کاهش) می‌یابد.

-۴۷- در جمله‌ی زیر کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.
آمپرسنج غیر ایدهآل، همواره عددی (کم‌تر - بیش‌تر) از جریان واقعی مدار را نشان می‌دهد.

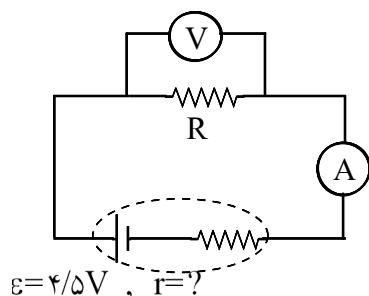


-۴۸- با توجه به جهت جریان در مدار شکل مقابل، حساب کنید:
الف) مقدار ε₂

ب) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B

پ) توان تلف شده در باتری ε₁

-۴۹- در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ۴ ولت و آمپرسنج ۰/۵A را نشان می‌دهد.
 مقاومت درونی مولد را محاسبه کنید.

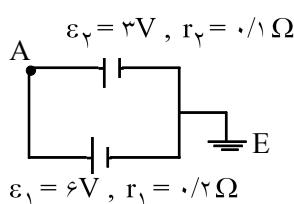


-۵۰- شدت جریان در مدار چند آمپر است؟

-۵۱- توان تولیدی مولد ۱۴ چند وات است؟

-۵۲- انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت R₂ در مدت ۱۰ ثانیه چند ژول است؟

با استفاده از شکل زیر به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.

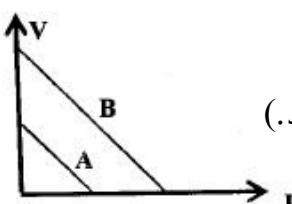


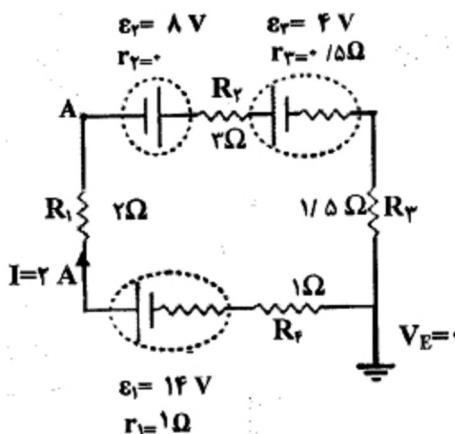
-۵۳- پتانسیل نقطه‌ی A را محاسبه کنید.

-۵۴- توان تولیدی باتری ۱۴ را حساب کنید.

-۵۵- نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدهای A و B بر حسب جریان، مطابق شکل مقابل است.

نیروی محرکه و مقاومت درونی دو مولد را باهم مقایسه کنید. (دو خط A و B موازی هستند).





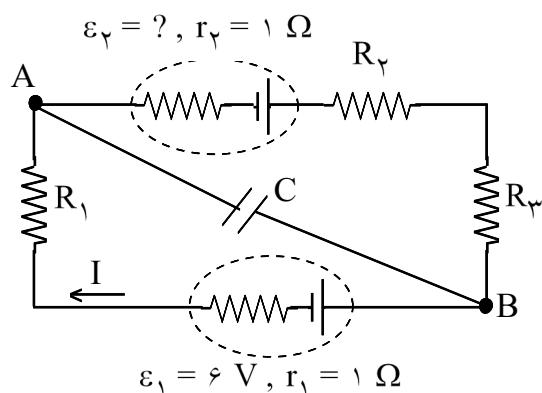
در مدار شکل مقابل، شدت جریان در جهت نشان داده شده ۲ آمپر است.
پاسخ ۲ مورد خواسته را تعیین نمایید.

-۵۶- پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

-۵۷- توان مصرف شده در مقاومت R_f چند وات است؟

-۵۸- اگر جریانی از مولد نگذرد، اختلاف دو سر مولد با مولد برابر است.

در مدار شکل مقابل، شدت جریان در جهت نشان داده شده برابر $1/5$ آمپر است. به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید.
 $\epsilon_1 = 6 \text{ V}$, $r_1 = 1 \Omega$



$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \Omega \\ R_2 &= 2 \Omega \\ R_3 &= 3 \Omega \\ C &= 4 \mu\text{F} \end{aligned}$$

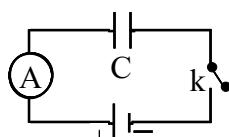
-۵۹- ϵ_2 را حساب کنید.

-۶۰- اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B، $(V_B - V_A)$ چقدر است؟

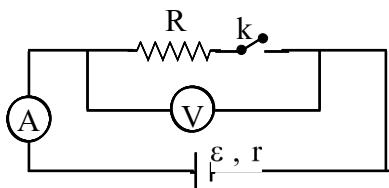
-۶۱- انرژی ذخیره شده در خازن چند میکروژول است؟

-۶۲- در جمله‌ی زیر، عبارت مناسب را انتخاب کنید.
آمپرسنج غیر ایده‌آل، همواره عددی (کم‌تر - بیش‌تر) از جریان واقعی مدار را نشان می‌دهد.

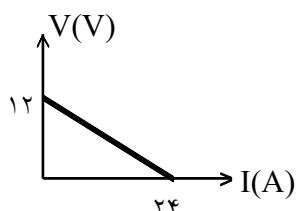
-۶۳- در شکل مقابل، اگر کلید را بیندیم، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟



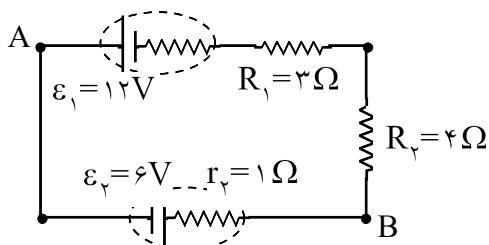
۶۴- در مدار شکل مقابل، وقتی کلید را می‌بندیم، عدد ولتسنج، تغییر محسوسی نمی‌کند. در حالی که آمپرسنج عدد جریان را نشان می‌دهد. علت را بنویسید.



۶۵- نمودار تغییرات ولتاژ نسبت به جریان برای یک مولد مطابق شکل است.
نیروی محرکه و مقاومت درونی مولد چه قدر است؟



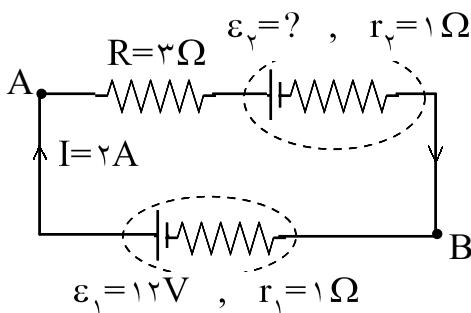
با توجه به مدار شکل مقابل به دو سؤال زیر پاسخ دهید.



۶۶- جریان مدار را حساب کنید.

۶۷- اگر $V_A = 5V$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی B را بدست آورید.

با توجه به جهت جریان در مدار شکل مقابل، به سه سؤال زیر پاسخ دهید.

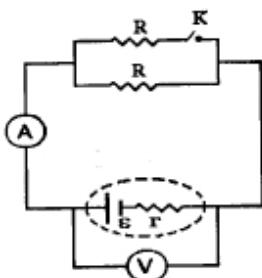


۶۸- مقدار ϵ_2

۶۹- اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B

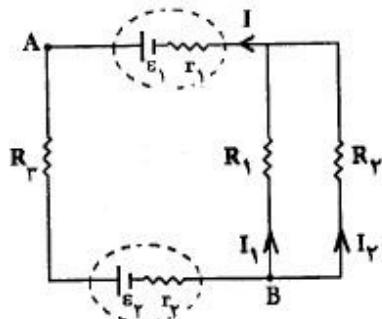
۷۰- انرژی مصرفی در مقاومت R در مدت ۳۰ ثانیه

۷۱- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید.
هرگاه از مولد جریان عبور نکند، اختلاف پتانسیل دو سر آن، کمتر از نیروی محرکه‌ی مولد است.



۷۲- در شکل رو به رو دو مقاومت مشابه، مولد، کلید، آمپرسنچ و ولتسنچ ایده‌آل در مداری به هم متصل شده‌اند. اگر کلید K را بیندیم، خانه‌های خالی جدول زیر را با کلمه‌های «افزایش، کاهش، ثابت» کامل کنید:

مقاطومت معادل	عدد ولت سنج	نیروی محرکه مولد	افت پتانسیل در مولد



۷۳- در مدار شکل رو به رو:

(الف) $V_A - V_B$ را محاسبه کنید.

(ب) شدت جریان I_2 چند آمپر است؟

(پ) توان مصرفی در مقاومت R_1 چه قدر است؟

$$\varepsilon_1 = 24V, \quad \varepsilon_2 = 6V, \quad r_1 = r_2 = 1 \Omega$$

$$R_1 = 2\Omega, \quad R_2 = 6\Omega, \quad R_3 = 2\Omega$$

$$I_1 = 2A, \quad I = 3A$$

انرژی الکتریکی مصرفی در مجموعه‌ی مقاومت‌ها

مناسب‌ترین رابطه برای مقایسه‌ی توان الکتریکی مصرفی (توان گرمایی) در مقاومت‌ها رابطه‌ی $P = RI^2$ است، اما

اگر دو مقاومت الکتریکی موازی باشند، رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ نیز برای مقایسه‌ی توان الکتریکی مصرفی آن‌ها مناسب خواهد بود.

$$\begin{array}{ccc} R_1 & & R_2 = 3R_1 \\ \xrightarrow{\longrightarrow} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} & & \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_1 = R_1 I^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = 3 \\ P_2 = R_2 I^2 \end{array} \right. \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} R_1 & & R_2 = 3R_1 \\ \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} & & \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_1 = \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3} \\ P_2 = \frac{V^2}{R_2} \end{array} \right. \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} R_1 = 3\Omega & R_2 = 9\Omega & 2I \\ \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} & \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} & \xleftarrow{\quad 2I \quad} \\ \xleftarrow{\quad 3I \quad} & \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} & \xleftarrow{\quad I \quad} \\ R_3 = 18\Omega & & \end{array} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_1 = R_1 I_1^2 = 3(3I)^2 = 27I^2 \\ P_2 = R_2 I_2^2 = 9(2I)^2 = 36I^2 \Rightarrow P_2 < P_1 < P_3 \\ P_3 = R_3 I_3^2 = 18I^2 \end{array} \right.$$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_2 \times 9 = I_3 \times 18 \Rightarrow I_2 = 2I_3$$

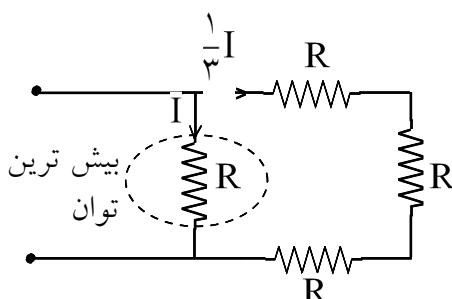
حداکثر توان مصرفی مقاومت‌ها

اگر چند مقاومت الکتریکی مشابه در مدار قرار داشته باشند همواره مقاومتی که بیشترین شدت جریان الکتریکی از آن می‌گذرد، بیشترین توان الکتریکی را به مصرف می‌رساند. در مسئله‌هایی که بیشترین توان الکتریکی مقاومت‌های مشابه معلوم است ابتدا معین کنید که کدام مقاومت الکتریکی بیشترین توان را خواهد داشت (همان مقدار مشخص شده در مسئله) و سپس با محاسبه‌ی مقاومت معادل بقیه‌ی مقاومت‌های باقیمانده، توان الکتریکی آنها را نیز معلوم کنید.

$$\Rightarrow \text{شاخه با مقاومت } R \text{ بیشترین شدت جریان و بیشترین توان را دارد} \quad P = RI^2$$

$$\Rightarrow P' = R'I'^2 = 3R\left(\frac{1}{3}I\right)^2 = \frac{1}{3}RI^2 \Rightarrow \text{توان مصرفی در شاخه} \text{ دیگر}$$

$$P_T = P + P' \quad \text{توان مصرفی در کل مدار}$$

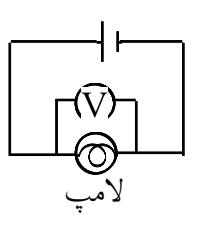


مصرف کننده‌های الکتریکی (لامپ‌ها)

روی هر مصرف کننده‌ی الکتریکی توسط کارخانه‌ی سازنده مقدار بیشترین ولتاژ (ولتاژ اسمی V_S) و بیشترین توان مصرفی (توان اسمی P_S) نوشته می‌شود که با داشتن ولتاژ اسمی و توان اسمی، مقاومت الکتریکی یک مصرف کننده قابل محاسبه است.

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

نکته: اگر یک لامپ به ولتاژ اسمی‌اش V_S وصل شود توان P_S را مصرف می‌کند و اگر به ولتاژ بالاتر از V_S وصل شود می‌سوزد و چنانچه به ولتاژی کمتر از V_S وصل گردد، توان مصرفی آن نیز متناسب با $\frac{V^2}{V_S^2}$ کمتر از P_S خواهد بود.



$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P}{P_S} = \left(\frac{V}{V_S}\right)^2$$

$$P_S = \frac{V_S^2}{R}$$

توان مصرفی کل لامپ‌های موازی متصل به برق شهر

چنانچه چند لامپ به طور موازی به یک دیگر بسته شده و مجموعه را به برق شهر (به ولتاژ V_S) وصل کنیم، ولتاژ سر هر لامپ برابر V_S بوده و هر لامپ توان اسمی P_S را مصرف می‌کند. در نتیجه: $P_T = P_{1S} + P_{2S} + P_{3S} + \dots$

توان مصرفی کل لامپ‌های متوالی به برق شهر

اگر لامپ‌ها به طور متوالی به یک دیگر بسته شده و مجموعه را به ولتاژ V_T وصل کنیم با محاسبه مقامات کل مدار، توان الکتریکی کل لامپ‌ها قابل محاسبه است.

$$P_T = \frac{V_T^2}{R_T} = \frac{V_T^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V_T^2}{\frac{V_S^2}{P_1} + \frac{V_S^2}{P_2} + \frac{V_S^2}{P_3}}$$

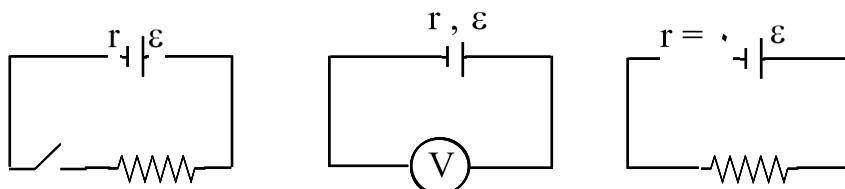
بیشینه‌ی جریان تولیدی توسط مولد

اگر مقاومت خارجی مدار برابر صفر باشد یا دو سر مولد را با یک سیم بدون مقاومت بهم وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر صفر می‌شود و شدت جریان بیشینه‌ای که از آن عبور می‌کند برابر خواهد بود با:

$$R_T = 0 \Rightarrow V = 0 \Rightarrow I_{max} = \frac{\epsilon}{r}$$

بیشینه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد

اگر مقاومت خارجی مدار خیلی بزرگ باشد و یا توسط یک کلید مدار باز شود و یا در دو سر مدار مولد فقط یک ولتسنج ایده‌آل وصل شود و یا مقاومت درونی مولد ناچیز باشد اختلاف پتانسیل دو سر مولد بیشینه و برابر نیروی محرکه مولد خواهد بود.



$$\Rightarrow \begin{cases} R = \infty \Rightarrow I = 0 \Rightarrow rI = 0 \Rightarrow V = \epsilon \\ r = 0 \Rightarrow rI = 0 \Rightarrow V = \epsilon \end{cases}$$

توان یک مولد

انرژی الکتریکی تولید شده توسط یک مولد (انرژی ذخیره شده توسط آن) طبق رابطه‌ی $U = \epsilon It$ یا $U = \epsilon It = U'$ قابل محاسبه است که قسمتی از این انرژی در مقاومت درونی خود مولد به گرمای تبدیل می‌شود.

توان تولیدی $\epsilon It \Rightarrow U = \epsilon It$ از مولد

$$U_2 = rI^2 t \Rightarrow P_r = rI^2$$

$$U' = \epsilon It - rI^2 t \Rightarrow P' = \epsilon I - rI^2$$

بیشینه‌ی توان مفید یک مولد

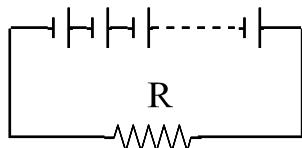
با تغییر مقاومت خارجی متصل به یک مولد و در نتیجه تغییر جریان الکتریکی گرفته شده از مولد، توان خروجی مولد تغییر می‌کند که به ازای I و R معینی، توان خروجی مولد به بیشترین مقدار می‌رسد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad \text{مقاومت خارجی مدار وقتی توان مفید بیشینه است. } r \text{ می‌توان}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \frac{\text{ولتاژ دو سر مولد}}{V = \varepsilon - Ir} \quad V = \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{ولتاژ دو سر مولد وقتی توان مفید بیشینه است.}$$

مدار تک حلقه با چند مولد مشابه

اگر در یک مدار تک حلقه چند مولد مشابه که نیروی محرکه‌ی تمام آن‌ها هم‌جهت است قرار داشته باشد، می‌توان فرض کرد که نیروی محرکه کل این مدار برابر $n\varepsilon$ و مقاومت درونی آن‌ها برابر nr می‌باشد.

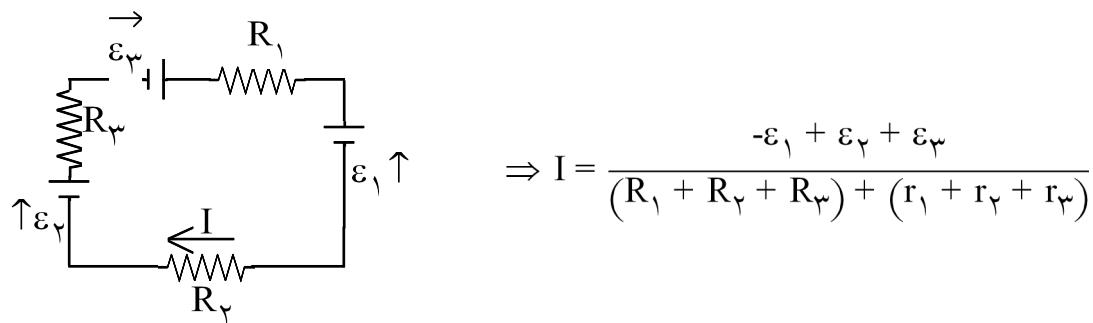


$$\begin{aligned} \varepsilon_T &= n\varepsilon \\ r_T &= nr \end{aligned} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_T}{R + r_T} \Rightarrow I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}$$

مدار تک حلقه با چند مولد متفاوت

در مداری تک حلقه با چند مولد متفاوت که نیروی محرکه‌هایی در جهت‌های مخالف دارند، برای مدار جریان الکتریکی در یک جهت دلخواه در نظر بگیرید و سپس نیروی محرکه‌ی مولد‌هایی که در جهت جریان الکتریکی هستند با علامت مثبت و آن‌هایی که در خلاف جهت جریان الکتریکی می‌باشند را با علامت منفی در رابطه‌ی زیر بکار ببرند.

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R + \sum r} \leftarrow \text{شدت جریان الکتریکی در مدار تک حلقه}$$

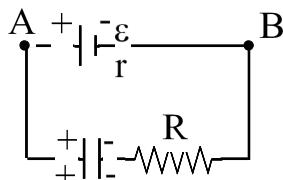


اگر در ابطه‌ی بالا I مثبت محاسبه شود یعنی جهت جریان الکتریکی انتخاب شده درست است و اگر منفی محاسبه گردد یعنی اندازه آن درست است اما جهت آن مخالف جهت انتخاب شده می‌باشد.

اتصال مقاومت و خازن در مدار

الف) خازن در شاخه اصلی باشد

اگر خازن در شاخه اصلی مدار قرار گرفته باشد، پس از پر شدن خازن، جریان مدار قطع می شود. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن با نیروی محرکه مولد برابر می شود.

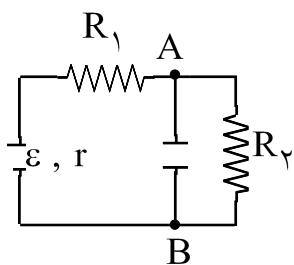


$$q = CV \quad , \quad \text{خازن} (V) = \epsilon$$

در این شکل پس از پر شدن خازن، جریان مدار صفر می شود. چون جریانی از مقاومت عبور نمی کند، عمل مقاومت در مدار بی تأثیر است. در نتیجه ولتاژ خازن با ولتاژ دو سر مولد برابر است.

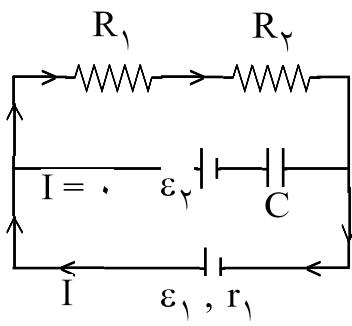
ب) خازن با یکی از اجزای مدار موازی است

در این حالت با پر شدن جریان اصلی مدار قطع نمی شود، ولی جریان شاخه ای که خازن در آن قرار دارد، قطع خواهد شد. بنابراین ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ آن قسمت از مدار که با خازن موازی است، برابر می گردد. مثلاً در شکل زیر ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ دو سر مقاومت R_2 برابر است.



پ) خازن در شاخه اصلی نباشد و با هیچ جزیی نیز موازی نباشد

در این حالت ولتاژ دو سر خازن را V_C فرض می کنیم و با حرکت روی حلقه ای از مدار که شامل خازن نیز می شود، تعییر اختلاف پتانسیل های حلقه را می نویسیم. در شکل زیر در شاخه ای که خازن است، شدت جریان برابر صفر می باشد.

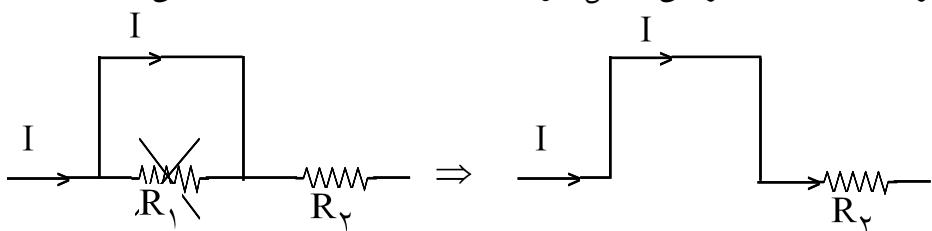


$$I = \frac{\epsilon_1}{(R_1 + R_2) + r_1}$$

$$(حلقه ای بالا) \quad I = I_1 + I_2 \Rightarrow \epsilon_2 - IR_2 - V_C + E_2 = 0 \Rightarrow V_C = ?$$

کاربرد سیم اتصال کوتاه در مدارهای الکتریکی

اگر یک سیم بدون مقاومت به دو سر یک مقاومت الکتریکی متصل شود، آن مقاومت را از مدار حذف می‌کند.



نکته: یک سیم بدون مقاومت الکتریکی که دو نقطه از مداری را به یکدیگر وصل می‌کند باعث می‌شود که پتانسیل الکتریکی آن دو نقطه با یکدیگر برابر شود. لذا با قرار دادن دو نقطه بر یک دیگر می‌توان شکل ساده‌تری از مدار را به دست آورد.

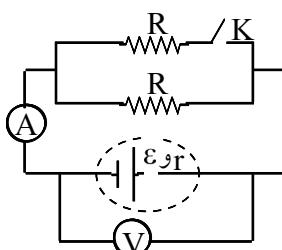


۷۴- کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

مقاومت معادل مقاومت‌های موازی (بیشتر - کمتر) از هر یک از مقاومت‌ها است.

۷۵- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را مشخص کنید.

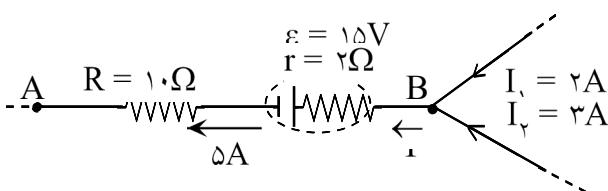
به‌وسیله‌ی «اهم - متر» می‌توان مقاومت رشته‌ی سیم داخل لامپ روشن را اندازه‌گیری کرد.



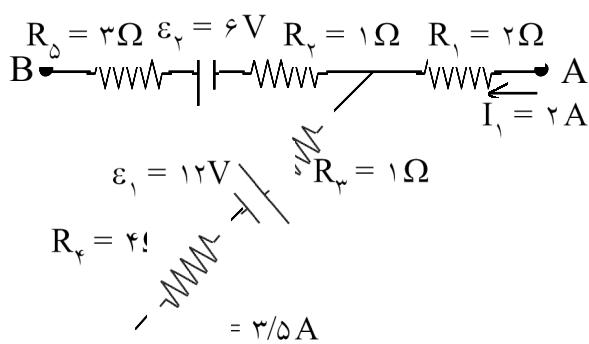
۷۶- در مدار رو به رو، مقاومت‌ها مشابه و آمپرسنج و ولتسنج هر دو ایده‌آل هستند. با بستن کلید K عده‌های آمپرسنج و ولتسنج چه تغییری می‌کنند؟

۷۷- مقاومت معادل در به هم بستن مقاومت‌ها به طور برابر مجموع مقاومت‌هاست.

-۷۸ درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید.
وقتی دو مقاومت به طور موازی بهم وصل می‌شوند، نسبت شدت جریان‌های آنها به نسبت وارون مقاومت‌ها است.



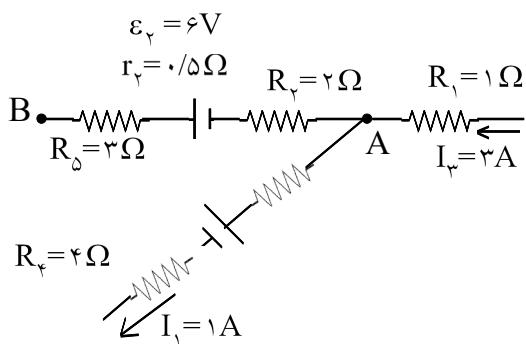
-۷۹ در شکل، قسمتی از یک مدار الکتریکی را مشاهده می‌کنید. مقدار $(V_A - V_B)$ را محاسبه کنید.



شکل رو برو قسمتی از یک مدار را نشان می‌دهد. در سؤال بعدی، موارد خواسته شده را به دست آورید.

-۸۰ $V_A - V_B$ چند ولت است؟

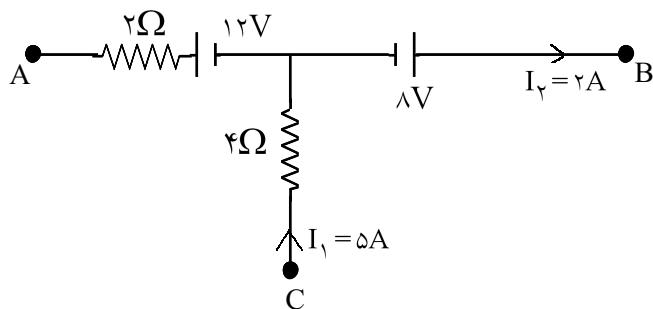
-۸۱ R_1 چند وات است؟ توان مصرفی مقاومت



در شکل قسمتی از یک مدار نشان داده شده است، ۲ مورد خواسته شده را حساب کنید.

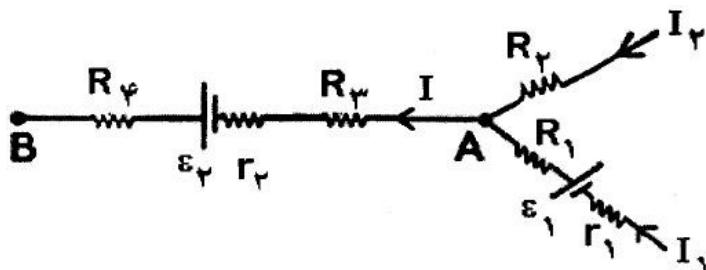
-۸۲- اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ چند ولت است؟

-۸۳- توان مصرفی در مقاومت R_4 را محاسبه کنید.



-۸۴- شکل رویه رو قسمتی از یک مدار است.

مقدار $V_B - V_A$ را محاسبه کنید.



$$I_1 = 1(A) \quad I = 3(A)$$

$$\epsilon_1 = 5(V) \quad \epsilon_2 = 12(V)$$

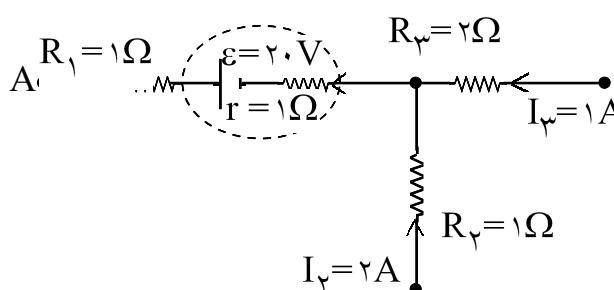
$$r_1 = r_2 = 1(\Omega)$$

$$R_1 = R_2 = R_5 = 2(\Omega) \quad R_4 = 4(\Omega)$$

-۸۵- شدت جریان I_2 چند آمپر است؟

-۸۶- اختلاف پتانسیل $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟

-۸۷- توان تولیدی مولد ϵ_1 را محاسبه کنید.



شکل رویه رو، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می دهد.

-۸۸- اختلاف پتانسیل $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

-۸۹- توان مصرفی در مقاومت R_3 چند وات است؟

در مدار شکل روبرو، با تری‌ها آرمانی فرض شده‌اند، ۳ پرسش بعد را پاسخ دهید.

۹۰- نیروی محرکه‌ی E_2 چند ولت است؟

۹۱- مقاومت R_1 چند اهم است؟

۹۲- توان مصرفی در مقاومت R_3 چند وات است؟

۹۳- در جمله‌ی زیر گزینه‌ی درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید.
قاعده‌ی انشعاب کیوشوف، در واقع بیانی از اصل (پایستگی انرژی - پایستگی بار) است.