

شدت جریان متوسط

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

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

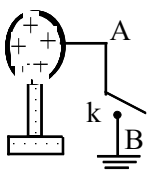
شدت جریان متوسط از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

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، 0.5 C است، با بستن کلید در مدت 0.02 s 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.

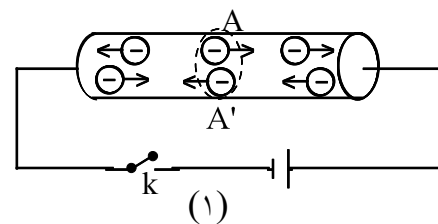
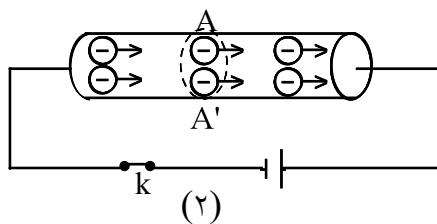
۳- جریان مستقیم را تعریف کنید:

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 اهم‌متر (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

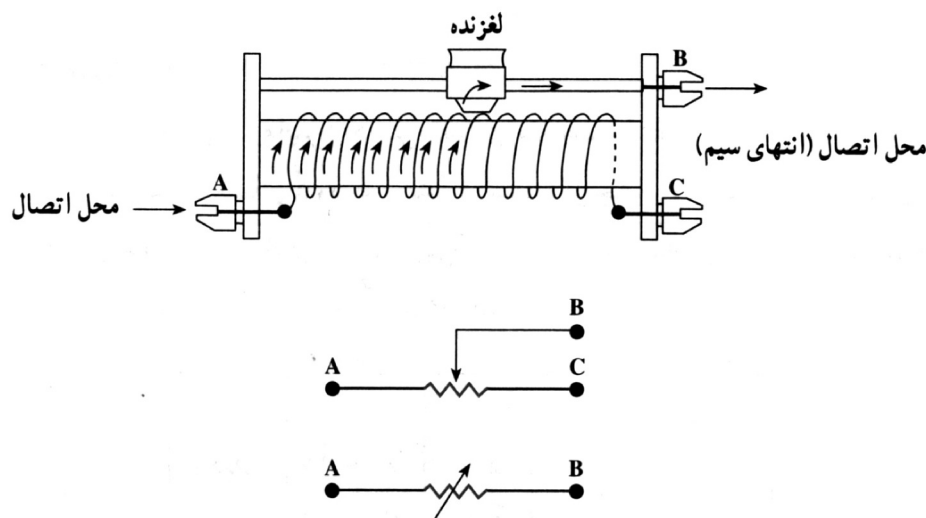
در رساناهای فلزی افزایش دما سبب افزایش مقاومت ویژه و در نتیجه افزایش مقاومت رسانا می‌شود. اگر افزایش دما زیاد نباشد مقاومت ویژه‌ی جسم با رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$\Delta\theta$ میزان افزایش دما برحسب کلوین (یا درجه سلسیوس) است و α ضریب دمایی مقاومت ویژه برحسب K^{-1} (برکلوین) می‌باشد. پس مقدار R_p نیز با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

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

مقاومت متغیر

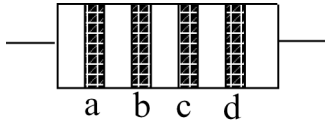
مقاومت متغیر وسیله‌ای برای تنظیم و کنترل شدت جریان در یک مدار می‌باشد. نوعی از آن موسوم به رئوستا از یک سیم بالا مانند تنگستن ساخته می‌شود که دور یک استوانه‌ای نارسانا پیچیده می‌شود. لغزنده‌ای روی سیم قرار دارد که با حرکت آن می‌توان هر قسمت از مدار را که نیاز است در مدار قرار داد.



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 نماینده‌ی یک عدد است.



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

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

رنگ	عدد
سیاه	۰
قهوه ای	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 منتقل کنید.
مقاومت ویژه رساناها به دمای آن‌ها بستگی (دارد - ندارد)

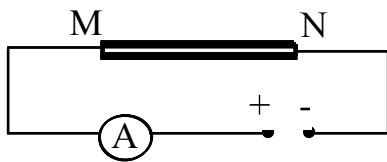
۱۰- کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب نمایید.
در رساناهای فلزی افزایش دما سبب (افزایش - کاهش) مقاومت رسانا می‌شود.

اطلاعات مربوط به دو رسانای A و B با طول یکسان (در یک دمای معین) در جدول روبه‌رو داده شده است. ۲

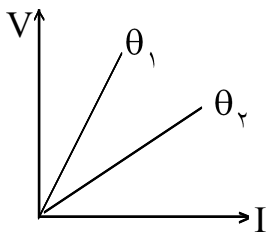
پرسش زیر را پاسخ دهید.

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

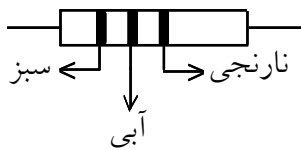
۱۱- مقاومت دو رسانا را با یک‌دیگر مقایسه کنید.



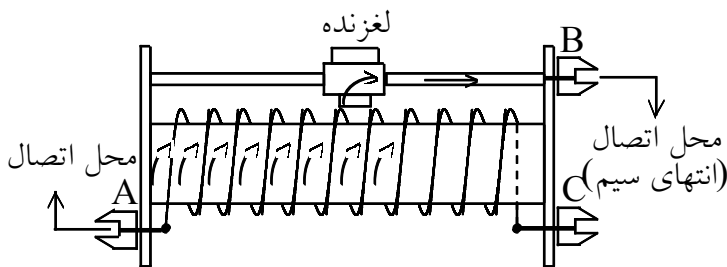
۱۲- اگر در مدار شکل روبه‌رو یک بار رسانای A و بار دیگر رسانای B را بین دو نقطه‌ی M و N قرار دهیم، با ذکر مثال مشخص کنید مقدار جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد در کدام حالت بیش‌تر است؟ (دما را ثابت فرض کنید).



۱۳- شکل روبه‌رو نمودار $V - I$ را برای یک رسانا در دو دمای θ_1 و θ_2 نشان می‌دهد. با ذکر دلیل معلوم کنید کدام یک از دماها بیش‌تر است.



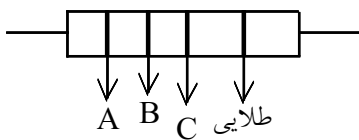
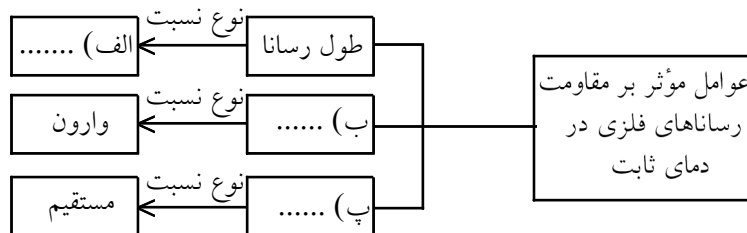
۱۴- اندازه‌ی مقاومت الکتریکی در شکل روبه‌رو چند اهم است؟ (نارنجی = ۳ و سیبز = ۵ و آبی = ۶)



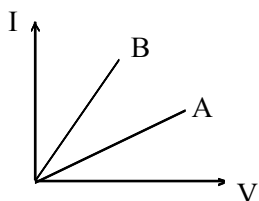
۱۵- شکل زیر کدام وسیله‌ی الکتریکی را نشان می‌دهد و به چه منظور در مدار الکتریکی استفاده می‌شود؟

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:

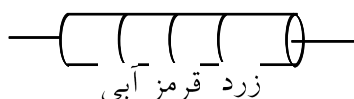


۱۸- با توجه به کد رنگ‌های زیر، حلقه‌های مقاومت کربنی را به‌ترتیب حرف‌های روی شکل چنان تعیین کنید که اندازه‌ی مقاومت الکتریکی 4300Ω باشد. (قرمز = ۲، نارنجی = ۳، زرد = ۴)



۱۹- شکل روبه‌رو، نمودار $(I-V)$ را برای دو نوع رسانای A و B نشان می‌دهد.

با ذکر دلیل بیان کنید کدام یک به عنوان سیم گرماده مناسب‌تر است؟



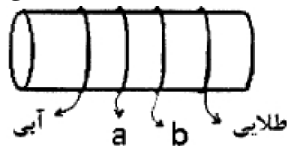
۲۰- اگر رنگ قرمز عدد ۲، رنگ زرد عدد ۴ و رنگ آبی عدد ۶ را نشان دهد، مقاومت کربنی شکل مقابل چند اهم است؟

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 الیاز گرم و نیکل در دمای ثابت با سطح مقطع یکسان وجود دارند. اگر دمای ثابت، مقاومت دو سیم باهم برابر باشد، کدام یک، طول بیشتری دارد؟ چرا؟

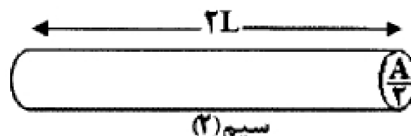
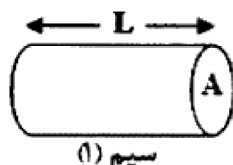
۲۳- نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریانی که از آن می‌گذرد، رسانا نامیده می‌شود.

۲۴- مقاومت قطعه‌ی کربنی زیر $10^4 \times 65$ 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

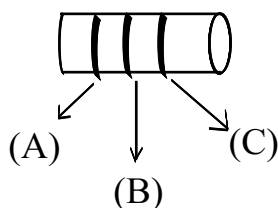
۲۵- شکل زیر، دو سیم مسی استوانه‌ای را نشان می‌دهد. سطح مقطع سیم (۲) نصف سیم (۱) و طول آن دو برابر سیم (۱) است. نسبت مقاومت سیم (۲) به مقاومت سیم (۱) چقدر است؟



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 حروف‌های روی شکل و از چپ به راست چنان تعیین کنید که اندازه‌ی مقاومت الکتریکی 340Ω باشد.



قهوه‌ای: ۱ نارنجی: ۳ زرد: ۴

۲۸- مقاومت الکتریکی یک لامپ رشته‌ای خاموش را توسط اهم‌متر، اندازه می‌گیریم. سپس به کمک مشخصات نوشته‌شده 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 سیم‌رابط

۳۰- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید.

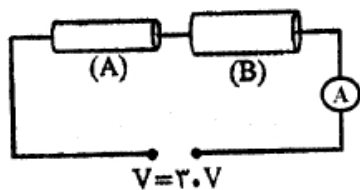
برای استفاده از رئوستا، ابتدا آن را با کم‌ترین مقدار مقاومت در مدار قرار می‌دهند.

۳۱- با در اختیار داشتن وسایل زیر، آزمایشی طراحی کنید که به وسیله آن، دمای رشته سیم داخل لامپ روشن با ضریب دمایی معین را اندازه گیری نمایید. (شکل - شرح)
وسایل: اهم متر - ولت سنج - آمپرسنج - دماسنج - لامپ - باتری - سیم های رابط

۳۲- درستی یا نادرستی جمله ی زیر را تعیین کنید و در پاسخ برگ بنویسید.
مقدار مقاومت های پیچهای با کدهای رنگی مشخص می شود.

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 - سیم هایی از جنس تنگستن و نیکروم با طول و سطح مقطع مشخص و یکسان - آمپرسنج - ولت سنج - کلید

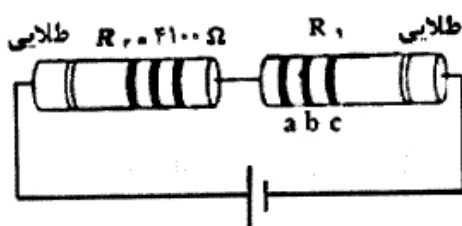
۳۴- دو قطعه سیم مسی توپر و هم طول A و B مطابق شکل به هم بسته شده اند. اگر سطح مقطع سیم B دو برابر سطح مقطع سیم A باشد،



الف) مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟
ب) اگر عدد خوانده شده توسط آمپرسنج $2A$ باشد، مقاومت هر یک از سیم ها چند اهم است؟

۳۵- جمله ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید.

در مقاومت های ترکیبی، حلقه ی چهارم که طلایی یا نقره ای است، نامیده می شود.



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

الف) مقاومت R_1 چند اهم است؟
ب) با استفاده از کد رنگ های داده شده، رنگ نوارهای a و c را تعیین کنید.
قرمز: ۲ قهوه ای: ۱ سبز: ۵

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 ویژه سیم (۲) چند برابر مقاومت ویژه 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 می یابد و اگر در خلاف جهت جریان الکتریکی عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه RI افزایش خواهد یافت.

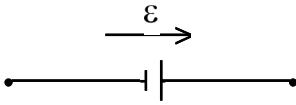
نیروی محرکه ی مولد

انرژی الکتریکی منتقل شده (ژول) $\rightarrow \varepsilon = \frac{U}{q}$ ← نیروی محرکه ی مولد (ولت)
بار الکتریکی جابه جا شده (کولن) $\rightarrow$

انرژی الکتریکی منتقل شده به بار از طرف مولد (کار انجام شده توسط مولد) $\leftarrow U = \varepsilon q \Rightarrow U = \varepsilon It$

جهت نیروی محرکه‌ی الکتریکی

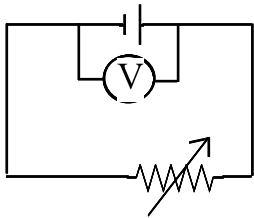
می‌توان برای نیروی محرکه‌ی مولد، جهتی را از قطب منفی به طرف قطب مثبت تعریف نمود که در واقع همان جهتی است که مولد می‌خواهد جریان الکتریکی را در مدار برقرار کند.



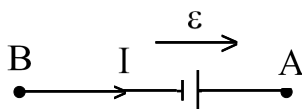
اختلاف پتانسیل دو سر مولد در مدار تک حلقه و تک مولد

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

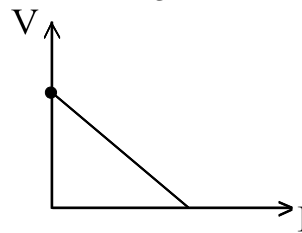
نکته : وقتی مقاومت الکتریکی مدار تغییر می‌کند و نحوه‌ی تغییر اختلاف پتانسیل دو سر مولد را بخواهیم، مناسب‌تر است که از رابطه‌ی $V = \varepsilon - Ir$ استفاده می‌کنیم.



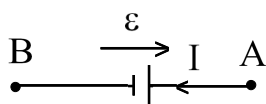
نکته : اگر از یک مولد، جریان الکتریکی در جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی خودش جریان الکتریکی را ایجاد کرده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر $\varepsilon - rI$ است.



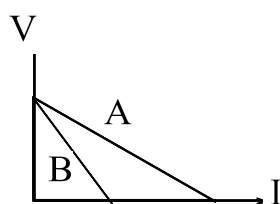
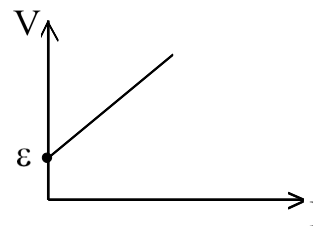
$$\Rightarrow V_{AB} = \varepsilon - rI$$



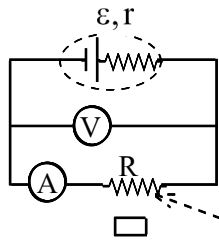
نکته : اگر از یک مولد جریان الکتریکی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد عبور کند (یعنی جریان الکتریکی توسط مولد دیگری از آن عبور داده شده است) اختلاف پتانسیل دو سر این مولد برابر $\varepsilon + rI$ است.



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

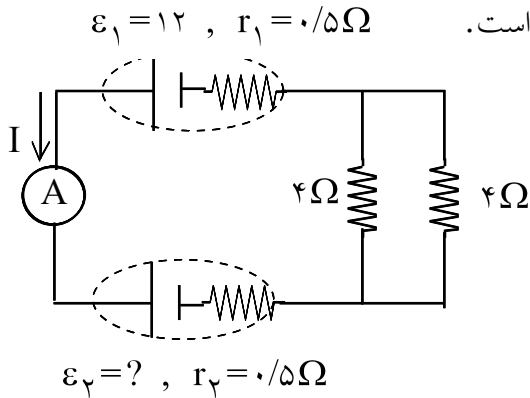


۳۸- شکل رو به رو تغییرات ولتاژ دو سر مولد بر حسب شدت جریان را برای دو مولد A و B نشان می‌دهد. یک مورد شباهت و یک مورد تفاوت برای دو مولد بنویسید.



۳۹- در شکل مقابل، مقاومت R ، یک رشته ی تنگستن (رشته ی داخل لامپ) است. اگر شعله ی فندک را زیر این رشته قرار دهیم، عددهای آمپرسنج و ولت سنج چگونه تغییر می کنند؟ توضیح دهید.

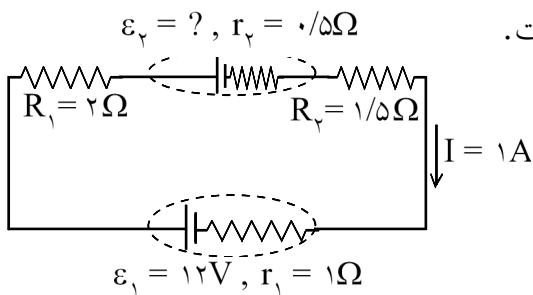
۴۰- اگر پایانه های یک مولد را فقط به دو سر یک ولت سنج ببندیم، عددی که ولت سنج نشان می دهد چه کمیتی است؟ توضیح دهید.



در مدار شکل روبه رو، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می دهد ۲ آمپر است. مطلوب است ۲ مورد زیر:

۴۱- نیروی محرکه ی $\mathcal{E}_2$.

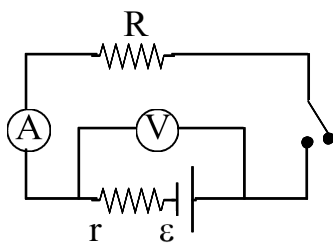
۴۲- توان مفید (یا توان خروجی) مولد $\mathcal{E}_1$.



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

۴۳- نیروی محرکه ی $\mathcal{E}_2$ چه قدر است؟

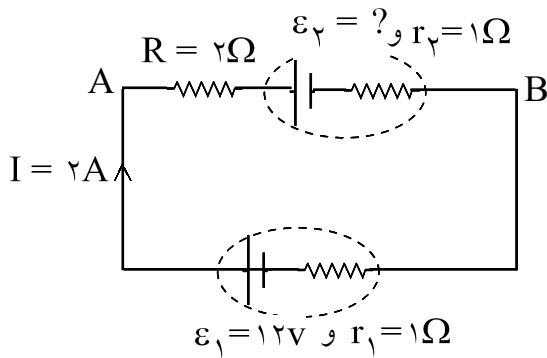
۴۴- انرژی مصرف شده در R_1 را در مدت ۱۵ ثانیه حساب کنید.



۴۵- در یک آزمایش مداری مطابق شکل بسته می شود: هنگامی که کلید باز است، ولت سنج عدد ۹ را نشان می دهد و زمانی که کلید بسته است، مقادیری که توسط ولت سنج و آمپرسنج خوانده می شود، 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) می یابد.

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.

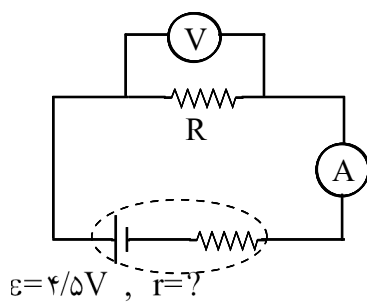


۴۸- با توجه به جهت جریان در مدار شکل مقابل، حساب کنید:

الف) مقدار ε_2

ب) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B $(V_B - V_A)$

پ) توان تلف شده در باتری ε_1



۴۹- در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ۴ ولت و آمپرسنج $0.5A$ را نشان می‌دهد.

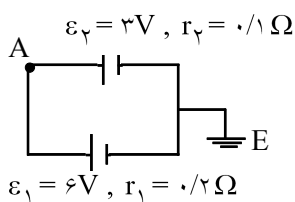
مقاومت درونی مولد را محاسبه کنید.

۵۰- شدت جریان در مدار چند آمپر است؟

۵۱- توان تولیدی مولد ε_1 چند وات است؟

۵۲- انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت R_2 در مدت ۱۰ ثانیه چند ژول است؟

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

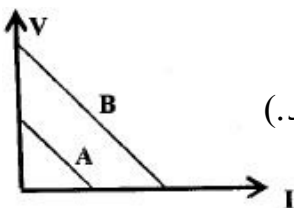


۵۳- پتانسیل نقطه‌ی A را محاسبه کنید.

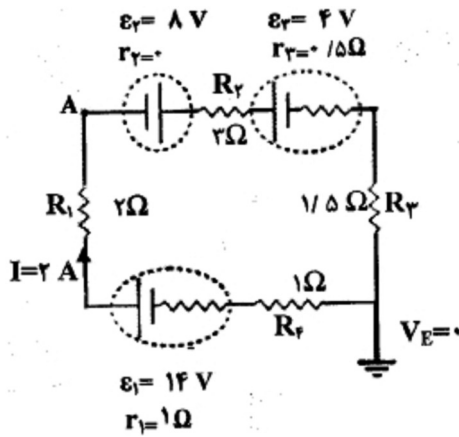
۵۴- توان تولیدی باتری ε_1 را حساب کنید.

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.

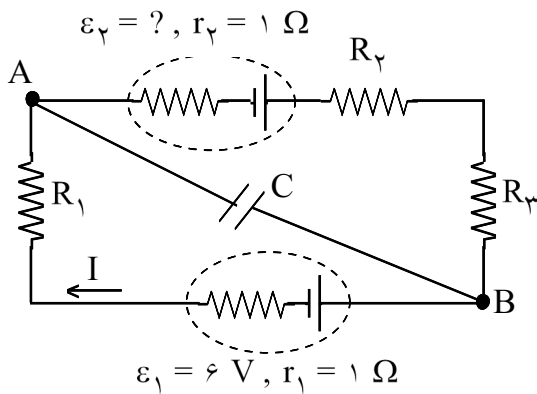


۵۶- پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

۵۷- توان مصرف شده در مقاومت R_2 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 ۰/۵ آمپر است. به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید.
 $\varepsilon_1 = 6 \text{ V}$, $r_1 = 1 \Omega$



$$R_1 = 5 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$C = 4 \mu\text{F}$$

۵۹- ε_2 را حساب کنید.

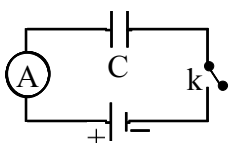
۶۰- اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B ، $(V_B - V_A)$ چقدر است؟

۶۱- انرژی ذخیره شده در خازن چند میکروژول است؟

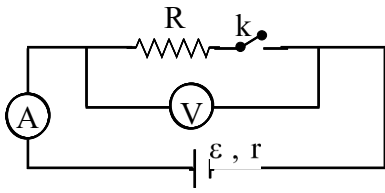
۶۲- در جمله‌ی زیر، عبارت مناسب را انتخاب کنید.

آمپرسنج غیر ایده‌آل، همواره عددی (کم‌تر - بیش‌تر) از جریان واقعی مدار را نشان می‌دهد.

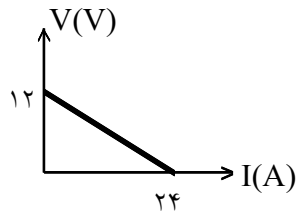
۶۳- در شکل مقابل، اگر کلید را ببندیم، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟



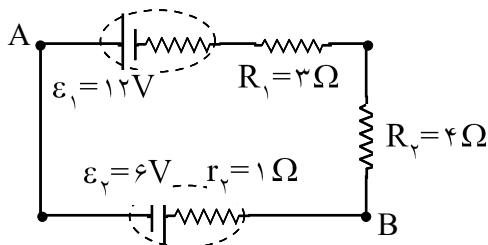
۶۴- در مدار شکل مقابل، وقتی کلید را می‌بندیم، عدد ولت‌سنج، تغییر محسوسی نمی‌کند. در حالی که آمپرسنج عدد جریان را نشان می‌دهد. علت را بنویسید.



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



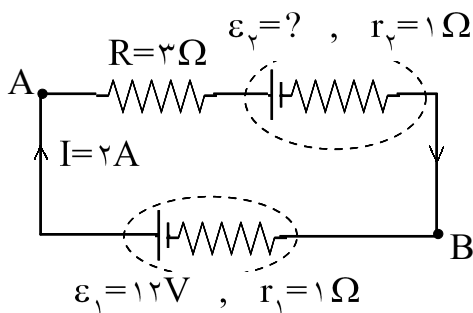
با توجه به مدار شکل مقابل به دو سؤال زیر پاسخ دهید.



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.



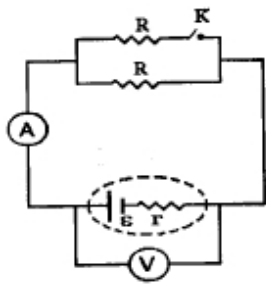
۶۸- مقدار $\mathcal{E}_2$

۶۹- اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B ($V_A - V_B$)

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 روبه‌رو دو مقاومت مشابه، مولد، کلید، آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل در مداری به هم متصل شده‌اند. اگر کلید k را ببندیم، خانه‌های خالی جدول زیر را با کلمه‌های «افزایش، کاهش، ثابت» کامل کنید:

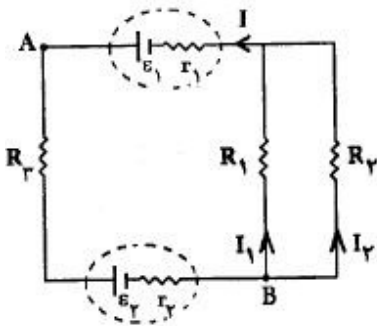
مقاومت معادل	عدد ولت‌سنج	نیروی محرکه مولد	افت پتانسیل در مولد

۷۳- در مدار شکل روبه‌رو:

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؟



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

$$R_1 = 3\Omega, \quad R_2 = 6\Omega, \quad R_3 = 2\Omega$$

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

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.

$$\begin{array}{c} R_1 \quad R_2 = 3R_1 \\ \longrightarrow \text{---} \text{---} \text{---} \end{array} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I^2 \\ P_2 = R_2 I^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = 3$$

$$\begin{array}{c} R_1 \\ \text{---} \text{---} \text{---} \\ \text{---} V \text{---} \\ \text{---} \text{---} \text{---} \\ R_2 = 3R_1 \end{array} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = \frac{V^2}{R_1} \\ P_2 = \frac{V^2}{R_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{c} R_2 = 9\Omega \\ \text{---} \text{---} \text{---} \\ \text{---} I \text{---} \\ \text{---} \text{---} \text{---} \\ R_3 = 18\Omega \end{array} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I_1^2 = 3(3I)^2 = 27I^2 \\ P_2 = R_2 I_2^2 = 9(2I)^2 = 36I^2 \Rightarrow P_3 < P_1 < P_2 \\ P_3 = R_3 I_3^2 = 18I^2 \end{cases}$$

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

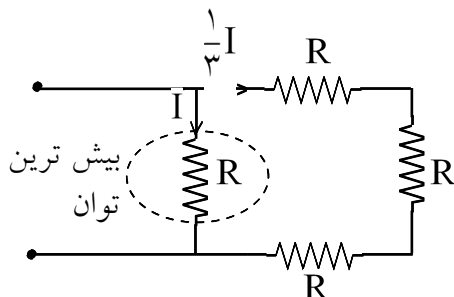
حداکثر توان مصرفی مقاومت‌ها

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.

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

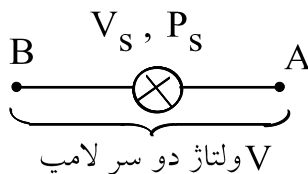
$$\Rightarrow P' = RI'^2 = 3R \left(\frac{1}{3}I \right)^2 = \frac{1}{3}RI^2$$

$$P_T = P + P'$$



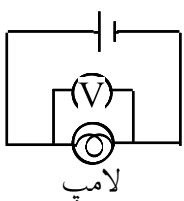
مصرف‌کننده‌های الکتریکی (لامپ‌ها)

روی هر مصرف‌کننده‌ی 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 مصرف‌کننده 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 V^2 کمتر از P_s خواهد بود.



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

توان مصرفی کل لامپ‌های موازی متصل به برق شهر

چنانچه چند لامپ به‌طور موازی به یک دیگر بسته شده و مجموعه را به برق شهر (V_S ولتاژ) وصل کنیم، ولتاژ دو 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 موازی متصل به برق شهر

توان مصرفی کل لامپ‌های متوالی به برق شهر

اگر لامپ‌ها به‌طور متوالی به یک‌دیگر بسته شده و مجموعه را به ولتاژ V_T وصل کنیم با محاسبه‌ی مقاومت کل مدار، توان الکتریکی کل لامپ‌ها قابل محاسبه است.

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

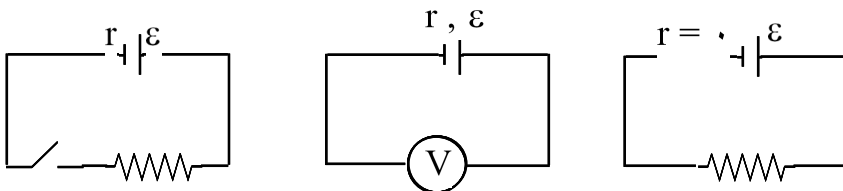
بیشینه‌ی جریان تولیدی توسط مولد

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

$$R_T = 0 \Rightarrow V_{\text{مولد}} = 0 \Rightarrow I_{\text{max}} = \frac{\varepsilon}{r}$$

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.



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

توان یک مولد

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

توان تولیدی $U = \varepsilon It \Rightarrow$ انرژی الکتریکی

$$P_r = rI^2 \Rightarrow \text{توان تلف شده} \quad U_r = rI^2 t \Rightarrow \text{انرژی الکتریکی تلف شده در مقاومت درونی}$$

$$P' = \varepsilon I - rI^2 \Rightarrow \text{توان مفید} \quad U' = \varepsilon It - rI^2 t \Rightarrow \text{انرژی الکتریکی مفید یا خارج شده از مولد}$$

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.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{2r}} R = r$$

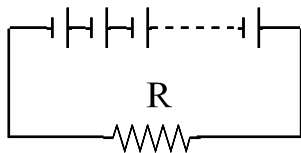
مقاومت خارجی مدار وقتی توان مفید بیشینه است. $R = r$

$$I = \frac{\varepsilon}{2r} \xrightarrow{V = \varepsilon - Ir} V = \frac{\varepsilon}{2}$$

ولتاژ دو سر مولد وقتی توان مفید بیشینه است. $V = \frac{\varepsilon}{2}$

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.

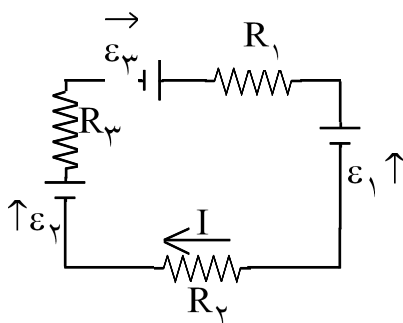


$$\begin{aligned} \varepsilon_T &= n\varepsilon \\ r_T &= nr \end{aligned} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_T}{R + r_T} \Rightarrow I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}$$

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.

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



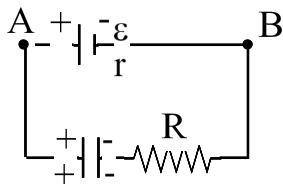
$$\Rightarrow I = \frac{-\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{(R_1 + R_2 + R_3) + (r_1 + r_2 + r_3)}$$

اگر در رابطه‌ی 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 شاخه‌ی اصلی باشد

اگر خازن در شاخه‌ی اصلی مدار قرار گرفته باشد، پس از پر شدن خازن، جریان مدار قطع می‌شود. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن با نیروی محرکه‌ی مولد برابر می‌شود.

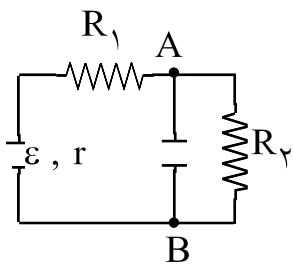


$$q = CV \quad \text{خازن} \quad (V = \varepsilon)$$

در این شکل پس از پر شدن خازن، جریان مدار صفر می‌شود. چون جریانی از مقاومت عبور نمی‌کند، عملاً مقاومت در مدار بی‌تأثیر است. در نتیجه ولتاژ خازن با ولتاژ دو سر مولد برابر است.

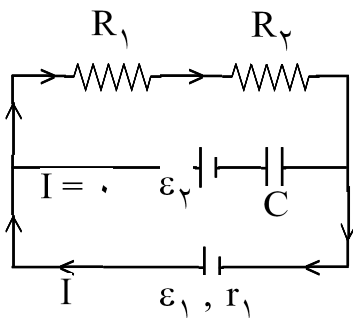
ب) خازن با یکی از اجزای مدار موازی است

در این حالت با پر شدن جریان اصلی مدار قطع نمی‌شود، ولی جریان شاخه‌ای 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 می‌گردد. مثلاً در شکل زیر ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ دو سر مقاومت R_2 برابر است.



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

در این حالت ولتاژ دو سر خازن را V_C فرض می‌کنیم و با حرکت روی حلقه‌ای از مدار که شامل خازن نیز می‌شود، تغییر اختلاف پتانسیل‌های حلقه را می‌نویسیم. در شکل زیر در شاخه‌ای که خازن است، شدت جریان برابر صفر می‌باشد.

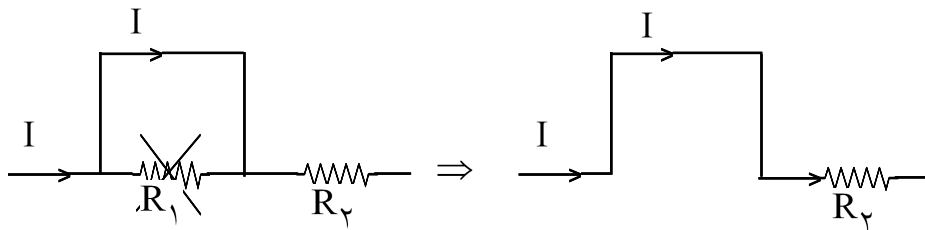


$$I = \frac{\varepsilon_1}{(R_1 + R_2) + r_1}$$

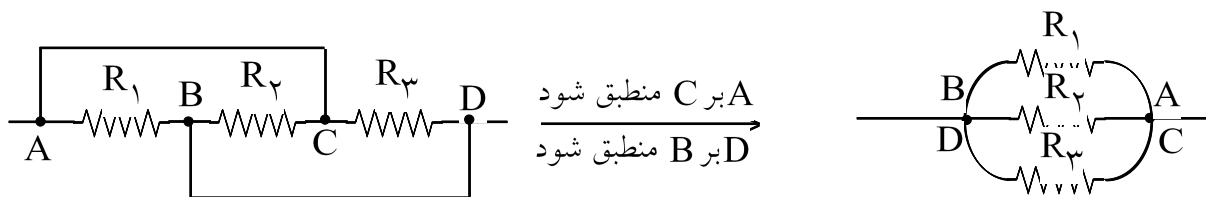
$$-IR_1 - IR_2 - V_C + E_1 = 0 \Rightarrow V_C = ? \quad (\text{حلقه ی بالا})$$

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.

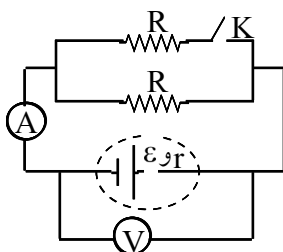


۷۴- کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

مقاومت معادلِ مقاوت‌های موازی (بیش‌تر - کم‌تر) از هر یک از مقاومت‌ها است.

۷۵- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را مشخص کنید.

به وسیله‌ی «اُهم - متر» می‌توان مقاومت رشته‌ی سیم داخل لامپ روشن را اندازه‌گیری کرد.



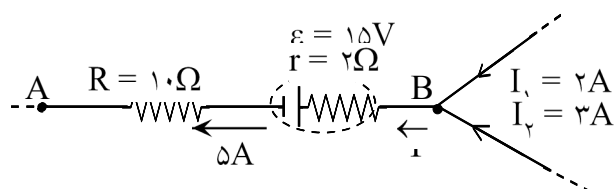
۷۶- در مدار روبه‌رو، مقاومت‌ها مشابه و آمپرسنج و ولت‌سنج هر دو ایده‌آل هستند. با

بستن کلید K عددهای آمپرسنج و ولت‌سنج چه تغییری می‌کنند؟

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

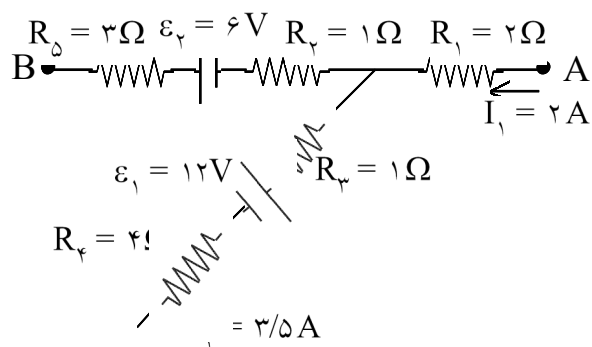
۷۸- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید.

وقتی دو مقاومت به‌طور موازی به‌هم وصل می‌شوند، نسبت شدت جریان‌های آن‌ها به نسبت وارون مقاومت‌ها است.



۷۹- در شکل، قسمتی از یک مدار الکتریکی را مشاهده

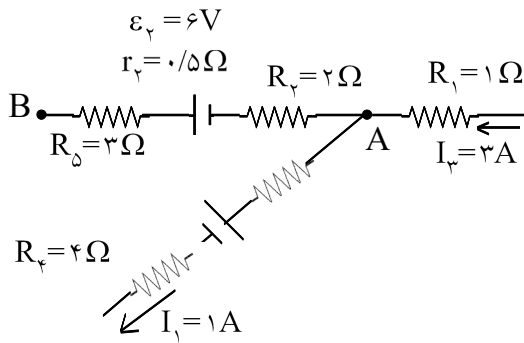
می‌کنید. مقدار $(V_A - V_B)$ را محاسبه کنید.



شکل روبه‌رو قسمتی از یک مدار را نشان می‌دهد. در ۲ سؤال بعدی، موارد خواسته شده را به‌دست آورید.

۸۰- $V_A - V_B$ چند ولت است؟

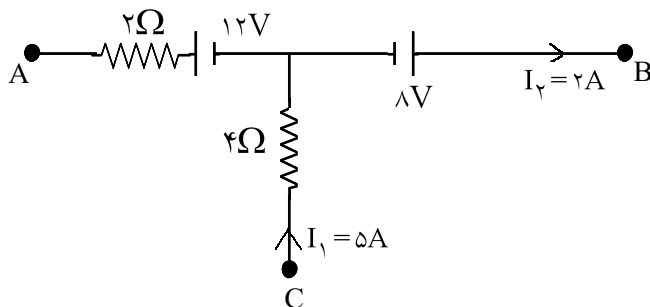
۸۱- توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟



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

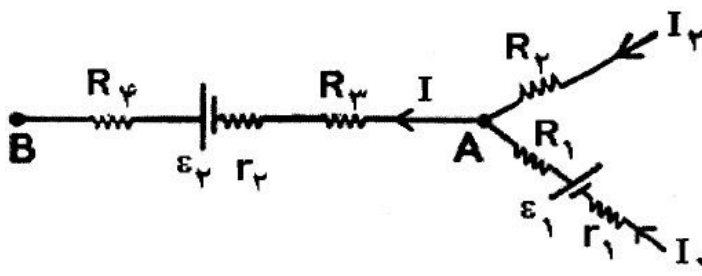
۸۲- اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ چند ولت است؟

۸۳- توان مصرفی در مقاومت $R_φ$ را محاسبه کنید.



۸۴- شکل روبه‌رو قسمتی از یک مدار است.

مقدار $V_B - V_A$ را محاسبه کنید.



شکل زیر، از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد:

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

$$\varepsilon_1 = 5(V) \quad \varepsilon_v = 12(V)$$

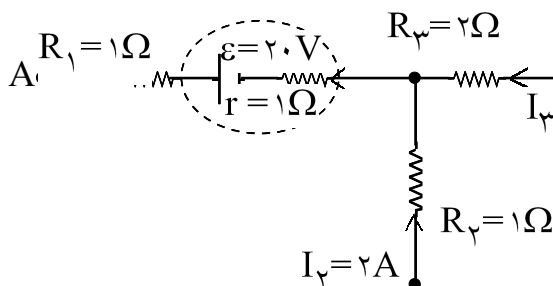
$$r_1 = r_v = 1(\Omega)$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 2(\Omega) \quad R_\gamma = 4(\Omega)$$

۸۵- شدت جریان I_γ چند آمپر است؟

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

۸۷- توان تولیدی مولد ε_1 را محاسبه کنید.



با توجه به شکل، به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.

شکل روبه‌رو، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد

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

۸۹- توان مصرفی در مقاومت R_3 چند وات است؟

در مدار شکل روبه‌رو، باتری‌ها آرمانی فرض شده‌اند، ۳ پرسش بعد را پاسخ دهید.

۹۰- نیروی محرکه‌ی $\mathcal{E}_2$ 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 کیرشهوف، در واقع بیانی از اصل (پایستگی انرژی - پایستگی بار) است.