فیزیک یازدهم

جمع بندی مدار

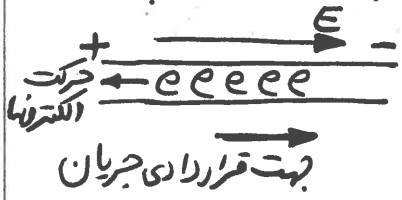
به قلم: استاد صالحی

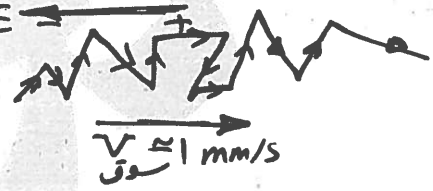
موضوع: مدار

شدت جریان الکتریکی (I):

در رساناها (مانند یک سیم رسانا) الکترونهای آزاد قبل از وصل شدن به ولتاژ با سرعتهای متفاوت و در جهت های نامنظم (کاتوره ای) حرکت می کنند و چون تعداد الکترونهای عبوری از مقطع رسانا از طرف چپ به راست با تعداد الکترونهای عبوری از راست بچپ برابر می شود، جریان در مدار صفر است

و پس از وصل شدن رسانا به اختلاف پتانسیل، میدان الکتریکی در داخل رسانا ایجاد می شود که بر الکترونهای آزاد نیرو وارد کرده و آنها را در خلاف جهت میدان با سرعت متوسطی بنام سرعت سوق به حرکت در می آورد. جهت قراردادی جریان هم جهت با میدان الکتریکی و از قطب (+) بطرف قطب (-) است ولی جهت واقعی جریان هم جهت با حرکت الکترونها بوده و در خلاف جهت میدان الکتریکی است.





شدت جریان الکتریکی متوسط ($\bar{I}$):

مقدار بار الکتریکی شارش شده در واحد زمان از مقطعی از رسانا را جریان الکتریکی متوسط می گوئیم و واحد آن آمپر است.

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

($\bar{I}$: شدت جریان متوسط (A))

اگر I ثابت باشد $\rightarrow$ $\bar{I} = I = \frac{q}{t} \rightarrow q = It$

(t: زمان عبور بار (s)، q: بار عبوری (C)، I: شدت جریان (A))

تذکر: اگر جریان ثابت باشد، جریان را جریان مستقیم می گوئیم که در آن جریان متوسط و لحظه ای برابر است.

نکات شدت جریان:

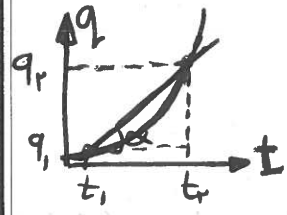
نکته ۱: از الکتریسیته ساکن مقدار بار عبوری بصورت مضرب صحیحی از e بدست آمد ($q = ne$) و از طرفی در مدار $q = It$ بوده و از تساوی این دو رابطه داریم:

$$It = ne$$

(I: شدت جریان (A)، t: زمان عبور (s)، n: تعداد الکترونهای عبوری، $e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$: بار هر الکترون)

موضوع: مدار

نکته ۲: شیب نمودار بار بر حسب زمان (q برحسب t)



برابر شدت جریان الکتریکی است زیرا:

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

($\tan\alpha$: شیب خط متقاطع)

نکته ۳: سطح زیر منحنی I برحسب t برابر Δq (مقدار بار عبوری) در آن بازه زمانی است:

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

S: سطح زیر منحنی I-t — Δq: مقدار بار عبوری

نکته ۴: «آمپر ساعت» واحد بار الکتریکی ذخیره شده در باتری است که معادل ۳۶۰۰ کولن است

$$q = I t$$

q: Ah — I: A — t: h

$$Ah \xrightarrow{\times 3600} C \qquad C \xrightarrow{\div 3600} Ah$$

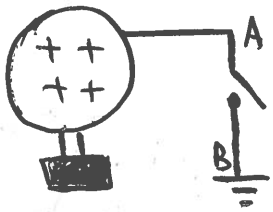
مثال ۱: اگر معادله بار عبوری از یک رسانا بصورت $q = t^2 + 2t + 4$ باشد مطلوبست: شدت جریان الکتریکی متوسط بین $t_1 = 0$ تا $t_2 = 2s$

مثال ۲: اگر از سیمی جریان 6/4 (A) در مدت ۱ دقیقه عبور کند چند الکترون از مقطع سیم عبور کرده است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

مثال ۳: در یک ماشین حساب، ولتاژ دو سر باتری ۳ ولت است اگر جریان ۰/۲ میلی آمپر در هنگام روشن بودن از ماشین حساب عبور کند چند کولن بار در مدت ۱ ساعت روشن بودن ماشین حساب عبور کرده است؟ باتری چند ژول انرژی به ماشین حساب می‌دهد؟

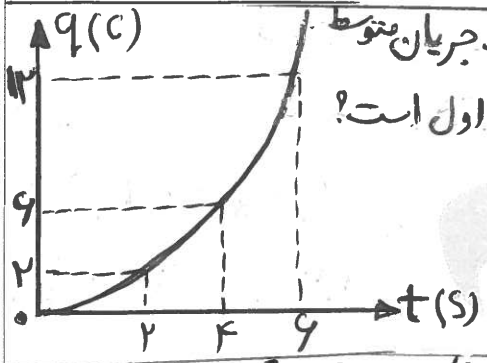
موضوع: مدار

مثال ۴: در شکل مقابل بار کره $+0/5\,C$ است. با وصل شدن کلید جریان در مدت $0/02\,(S)$ بار کره تخلیه می‌شود. اندازه شدت جریان متوسط عبوری از سیم رسانای AB چند آمپر و در چه جهتی است؟

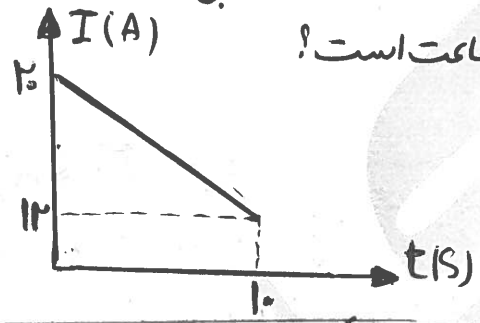


۱) ۲٫۵، از A به B
۲) ۲٫۵، از B به A
۳) ۲۵، از A به B
۴) ۲۵، از B به A

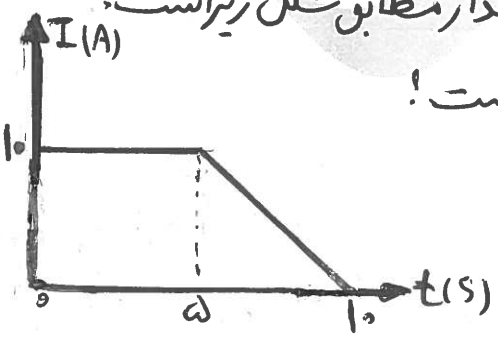
مثال ۵: نمودار q-t در یک سیم رسانا مطابق شکل است جریان متوسط در ۲ ثانیه سوم چند برابر شدت جریان متوسط در ۲ ثانیه اول است؟



مثال ۶: نمودار شدت جریان برحسب زمان در یک سیم رسانا بصورت مقابل است. بار الکتریکی عبوری در بازه $t_1=0$ تا $t_2=10$ چند کولن و چند آمپر ساعت است؟



مثال ۷: نمودار تغییرات جریان برحسب زمان در یک مدار مطابق شکل زیر است.



الف) بار الکتریکی عبوری در این مدت (۱۰ ثانیه) چند کولن است!

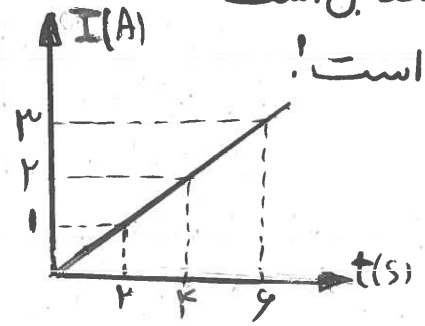
ب) شدت جریان متوسط در مدت ۱۰ ثانیه چند آمپر است؟

ج) چه تعداد الکترون در این مدت از سیم عبور می‌کند؟ $(e=1/6\times10^{-19}\,C)$

موضوع: مدار

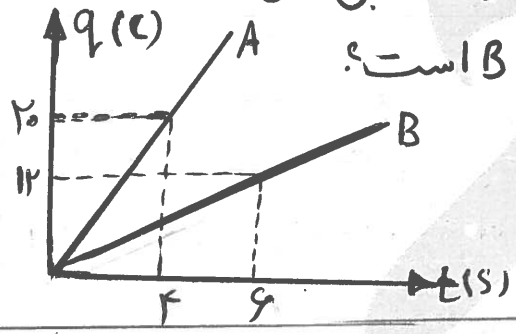
مثال ۸ : بار ذخیره شده در باتری قلمی ۱۰۰۰mAh است اگر جریان ۲۰۰mA توسط باتری ایجاد شود. چند ثانیه طول می‌کشد تا باتری تخلیه شود؟

مثال ۹ : نمودار جریان - زمان عبوری از یک سیم بصورت مقابل است.
بار عبوری از مقطع رسانا در ۲ ثانیه سوم چند برابر ۲ ثانیه اول است!



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۲
۴) ۴

مثال ۱۰ : نمودار بار برحسب زمان برای دو سیم A و B مطابق شکل است.
جریان عبوری از سیم A چند برابر جریان عبوری از سیم B است؟



* قانون اهم :
« نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم رسانا به شدت جریانی که از آن سیم عبور می‌کند در دمای ثابت مقداری ثابت است که به آن مقاومت الکتریکی می‌گوئیم »

$$\frac{V}{I} = \text{ثابت} = R \longrightarrow \boxed{V = IR}$$

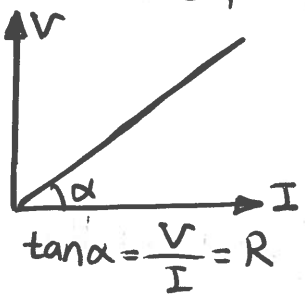
مقاومت رسانا (Ω)
اختلاف پتانسیل دو سر رسانا (V)
جریان (A)

مفهوم قانون اُهم : اگر ولتاژ دو سر رسانا را به هر نسبتی تغییر دهیم (مثلاً ۲ برابر کنیم) جریان نیز به همان نسبت (مثلاً ۲ برابر) تغییر کرده ولی مقاومت سیم که از مشخصات ساختمانی سیم است تغییر نمی‌کند.

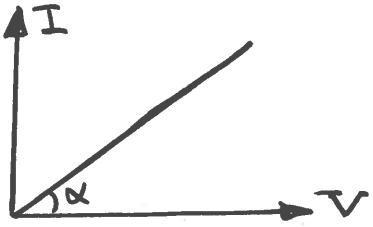
$V = IR$ (ثابت)
↓ ۲ برابر
↓ ۲ برابر

موضوع: مدار

نکته: در یک رسانای اهمی (با مقاومت ثابت)، V با I رابطه مستقیم داشته و نمودار V برحسب I یا I برحسب V بصورت یک خط راست شیب‌دار رسم می‌شود:



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

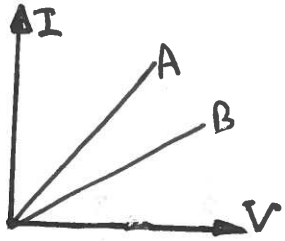


$\tan\alpha = \frac{I}{V} = \frac{1}{R}$

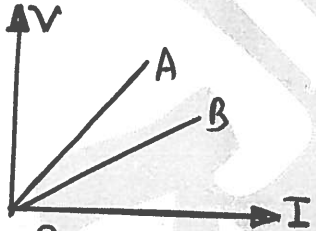
V برحسب I $\xrightarrow{\text{شیب}}$ R

I برحسب V $\xrightarrow{\text{شیب}}$ $\frac{1}{R}$

در مقایسه مقاومتهای دو سیم A و B که در نمودار V-I یا I-V رسم می‌شوند از روش زیر استفاده می‌کنیم:



$R_B > R_A$



$R_A > R_B$

*رسانای غیراُهمی:

اگر با تغییر V، جریان (I) به همان نسبت تغییر نکند و در نتیجه مقاومت ثابت نماند به چنین رسانایی، غیراهمی می‌گوئیم و نمودار V برحسب I آن بصورت منحنی می‌شود در این حالت در اثر افزایش ولتاژ، مقاومت یا زیاد شده و یا کم می‌شود.

$V\uparrow \rightarrow R\uparrow$

شیب خط ↓

$V\uparrow \rightarrow R\downarrow$

شیب خط ↓

مثال ۱۱: لامپ کوچکی به یک باتری ۳ ولتی وصل شده و از آن جریان ۱۵۰ mA عبور می‌کند اگر رشته سیم داخل لامپ از نوع اهمی باشد،

الف) مقاومت سیم چند اهم است؟ ب) اگر ولتاژ را به ۶ V برسانیم. جریان مدار چند mA می‌شود؟

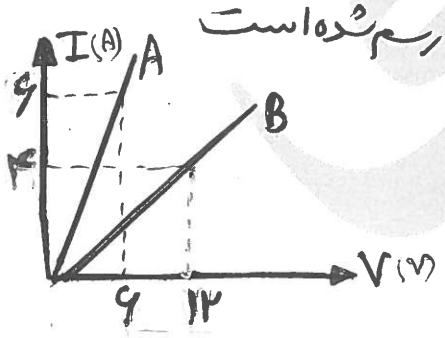
موضوع: مدار

مثال ۱۲: اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی را ۳ برابر کنیم، مقاومت الکتریکی و شدت جریان به ترتیب چند برابر می‌شود؟

مثال ۱۳: در یک رسانای اُهمی که به ولتاژ ۲۰ ولت وصل می‌شود، در مدت ۱ دقیقه، ۲۴۰ کولن بار از آن عبور می‌کند، مقاومت الکتریکی رسانا چند اُهم است؟

مثال ۱۴: در یک رسانا در مدت ۲۰ ثانیه، 5×10^{21} الکترون از مقطع رسانا عبور می‌کند اگر اختلاف پتانسیل دو سر رسانا ۲۰V باشد، مقاومت سیم چند اُهم است؟ ($e=1.6\times10^{-19}C$)

مثال ۱۵: نمودار I برحسب V برای دو رسانای A و B رسم شده است مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است!



۱) $\frac{1}{3}$
۲) ۳
۳) $\frac{2}{3}$
۴) $\frac{3}{2}$

مثال ۱۶: جدول زیر مربوط به دو رسانای اهمی A و B است. جاهای خالی را برحسب SI پر کنید

نام رسانا	$R_{(\Omega)}$	$I_{(A)}$	$V_{(V)}$
A		۰/۴	۱/۶
B	۱۴		۴۲

موضوع: مدار

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی سیم رسانا (R):

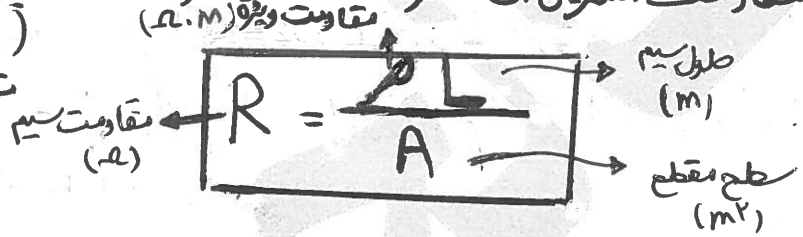
مقاومت الکتریکی سیم به مشخصات ساختمانی سیم مانند طول، سطح مقطع و جنس سیم بستگی داشته و در دمای ثابت مقاومت به عوامل زیر بستگی دارد:

۱) مقاومت رسانا با طول رسانا رابطه مستقیم دارد ($R \sim L$)

۲) مقاومت با سطح مقطع رسانا رابطه عکس دارد ($R \sim \frac{1}{A}$)

۳) مقاومت رسانا به مقاومت ویژه (جنس سیم) بستگی دارد. هرچه جسم رسانای بهتری باشد مقاومت ویژه و در نتیجه مقاومت الکتریکی آن کمتر است، واحد مقاومت ویژه $\Omega.m$ است

($R \sim \rho$)



نکته ۱: اگر سطح مقطع سیم بصورت دایره باشد، R با مجذور شعاع یا قطر سیم رابطه عکس دارد:

$A = \pi r^2 = \pi (\frac{d}{2})^2 \longrightarrow A \sim r^2$ یا $d^2 \longrightarrow R \sim \frac{\rho L}{d^2}$

($A = \pi r^2$ ← دایره، $\frac{d}{2}$ ثابت، d^2 ← قطر سیم)

نکته ۲: با افزایش دما، مقاومت سیم افزایش می‌یابد، چون ارتعاش اتم‌های رسانا بیشتر شده و عبور الکترون‌های آزاد از بین آن‌ها سخت‌تر می‌شود.

نکته ۳: اگر در مسائل مدار، همزمان مشخصات ساختمانی سیم (ρ و L و A) را با ولتاژ یا جریان بدهند، باید R را از طرف معلوم بدست آورده و در طرف مجهول استفاده کنیم:

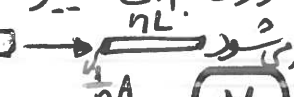
$V = IR \xleftarrow{R=?} R = \frac{\rho L}{A}$

نکته ۴: اگر جرم و حجم سیم را همراه با مشخصات ساختمانی سیم بدهند باید از رابطه $m = \rho V$ (جرم، چگالی، حجم) و $R = \frac{\rho' L}{A}$، L یا A را بدست آوریم:

$R = \rho \frac{L}{A} \xleftarrow{L \text{ یا } A = ?} m = \rho V \xrightarrow{AL}$

نکته ۵: اگر سیمی توسط دستگاهی کشیده شود و حجم آن تغییر نکند، A و L به نسبت عکس هم تغییر کرده و L، n برابر و A، $\frac{1}{n}$ برابر و R، n^2 برابری شود.

$R = \frac{\rho L}{A} \xrightarrow{A \text{ برابر } \frac{1}{n}} n^2$



موضوع : مدار

مقایسه مقاومت دو سیم رسانا :

اگر دو سیم رسانا دارای طولهای L_1 و L_2 و مقاومت ویژه های ρ_1 و ρ_2 و سطح مقطع های A_1 و A_2 و یا قطرهای d_1 و d_2 باشند. نسبت مقاومت این دو سیم از رابطه زیر بدست می آید :

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

نسبت A ها را بدهند: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$

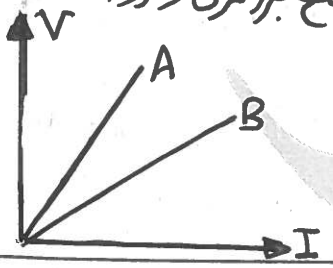
نسبت d ها را بدهند: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$

تستی (مقایسه‌ای) : $R = \frac{\rho L}{A}$, $A \propto d^2$

مثال ۱۷ : یک سیم فلزی بطول ۶۰ متر و قطر ۰/۴ میلی متر، دارای مقاومت ویژه 2×10^{-8} است.

الف) مقاومت سیم چند اُهم است؟ ب) اگر سیم را به ولتاژ ۲۰۰ ولت وصل کنیم جریان چند آمپر از آن عبور می کند؟

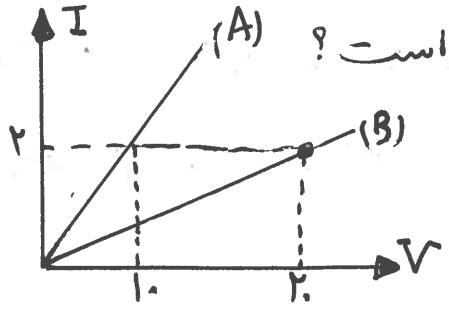
مثال ۱۸ : نمودار ولتاژ برحسب جریان برای دو سیم رسانای مسی و هم طول بصورت شکل مقابل است ، با ذکر دلیل تعیین کنید کدام سیم سطح مقطع بزرگتری دارد؟



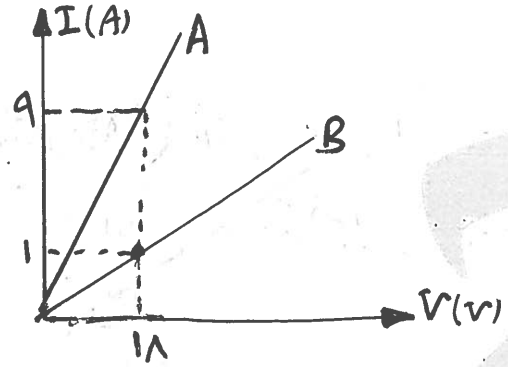
مثال ۱۹ : طول سیم B دو برابر طول سیم A و مقاومت ویژهٔ سیم B ، ۳ برابر سیم A است اگر مقاومت سیم A ، $\frac{1}{5}$ برابر سیم B باشد . قطر سیم B چند برابر سیم A است؟

موضوع: مدار

مثال ۲۰: نمودار تغییرات جریان برحسب ولتاژ برای دو سیم رسانای A و B مطابق شکل است. مقاومت سیم B چند برابر مقاومت سیم A است؟



مثال ۲۱: نمودار تغییرات I برحسب V برای دو سیم رسانای A و B بصورت شکل مقابل است. اگر دو سیم هم جنس و هم طول باشند.



الف) مقاومت A چند برابر مقاومت سیم B است؟

ب) سطح مقطع سیم A چند برابر B است؟

ج) قطر سیم A چند برابر قطر سیم B است؟

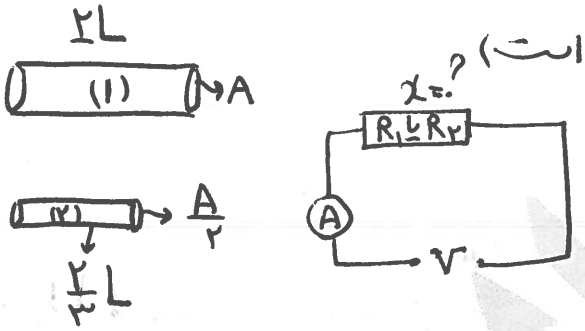
مثال ۲۲: دو سیم رسانا از جنس نقره و آلیاژ نیکروم (نیکل-کروم) در دمای ثابت با سطح مقطع یکسان وجود دارند. اگر مقاومت دو سیم برابر باشد، کدام سیم طول بیشتری دارد؟
($\rho_{Cr,Ni} = 100\times10^{-8}\ \Omega.m$ و $\rho_{Ag} = 2\times10^{-8}\ \Omega.m$)

مثال ۲۳: جرم یک کابل مسی ۴kg و مقاومت آن ۳۲Ω است اگر چگالی مس $8\frac{gr}{cm^3}$ باشد طول این کابل چند متر است؟ ($\rho_{مس} = 1,6\times10^{-8}\ \Omega.m$)

موضوع : مدار

مثال ۲۴ : با استدلال بیان کنید کدامیک از مقاومت های R_1 یا R_2 با سطح مقطع های نشان داده شده در مدار مقابل قرار گیرند تا آمپرسنج عدد بیشتری را نشان دهد؟

(دو سیم هم جنس بوده و ولتاژ دو سر آن ثابت است)



مثال ۲۵ : اگر سیمی را از دستگاهی عبور دهیم تا با ثابت ماندن حجم سیم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود. طول سیم و قطر سیم بترتیب چند برابر شده است؟ *تستی

۱) ۴ ، $\frac{1}{2}$

۲) ۱۶ ، $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{1}{4}$ ، ۲

۴) $\frac{1}{16}$ ، ۴

مثال ۲۶ : یک مکعب فلزی به ابعاد $2 \times 4 \times 5\ cm$ را به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل می‌کنیم اگر حداکثر شدت جریان ۲۵ آمپر از این مکعب عبور کند کمترین جریان عبوری از این مکعب چند آمپر است؟ *تستی

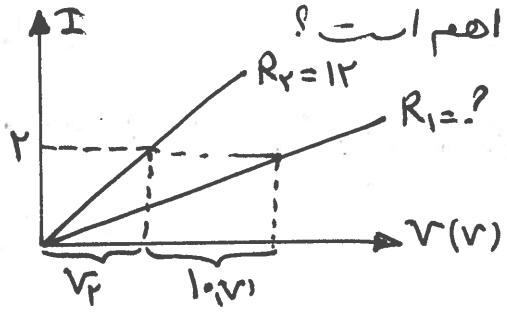
۱) ۶

۲) ۹

۳) ۱۰

۴) ۱۳

مثال ۲۷ : نمودار تغییرات I برحسب V برای دو مقاومت $R_1 = ?$ و $R_2 = 12\Omega$ برحسب ولتاژ به صورت شکل مقابل است R_1 چند اهم است؟



۱) ۵
۲) ۷
۳) ۱۷
۴) ۲۷

مثال ۲۸ (کنکور ریاضی ۹۰) : دو سیم مسی A و B دارای جرم و دمای یکسانی هستند. اگر قطر سیم A، ۲ برابر قطر سیم B باشد، مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

۱) $\frac{1}{4}$
۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۱
۴) $\frac{1}{16}$

مثال ۲۹ : دو استوانه با حجم های مساوی از آهن و مس را به سیم های یکنواختی تبدیل کرده ایم. اگر طول سیم مسی ۲ برابر سیم آهنی و مقاومت ویژه سیم مسی $\frac{1}{6}$ سیم آهنی باشد مقاومت سیم آهنی چند برابر مقاومت سیم مسی است؟

۱) ۱
۲) ۱٫۵
۳) ۲٫۵
۴) ۳

مثال ۳۰ : اگر سیمی را به ۳ قطعه مساوی تقسیم کرده و آنها را بر روی هم قرار دهیم، مقاومت الکتریکی سیم ها چند برابر می شود؟ (جرم و حجم سیم ثابت می ماند)

موضوع: مدار

مثال ۳۱ (کنکور ریاضی ۹۶) : دو سیم هم طول مسی و آلومینیومی در یک دمای معین دارای مقاومت مساویند. اگر چگالی آلومینیوم ۷/۳ برابر چگالی مس و مقاومت ویژه آلومینیوم ۲ برابر مقاومت ویژه مس باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟

۱) $\frac{3}{5}$

۲) $\frac{4}{5}$

۳) $\frac{5}{4}$

۴) $\frac{5}{3}$

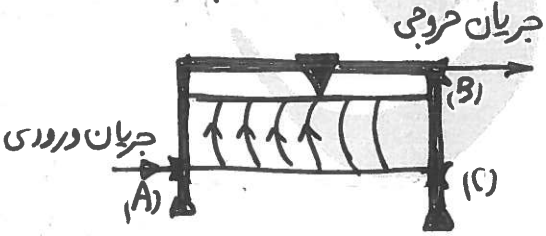
---

* استفاده از رئوستا یا مقاومت متغیر برای کنترل جریان مدار (پتانسیومتر)

از رئوستا (مقاومت متغیر)، برای کنترل جریان مدار استفاده می‌شود که اساس کار آن تغییر طول سیم و درنتیجه تغییر مقاومت سیم است. در رئوستا چون ولتاژ ثابت است (برق شهر ۲۲۰ ولت است)، شدت جریان و مقاومت به نسبت عکس هم تغییر می‌کنند.

$V = \text{ثابت} \rightarrow \cancel{V}_{\text{ثابت}} = IR \rightarrow I \sim \frac{1}{R}$ و $R \sim L$

(R: مقاومت سیم، L: طول سیم)



* تذکر: اگر جریان از شاخه پائینی (C) عبور کند، لغزنده تأثیری در تغییر مقاومت و جریان نخواهد داشت و با حرکت لغزنده، جریان ثابت می‌ماند

موضوع : مدار

حل مدارهای تک حلقه با یک مولد :

* نیروی محرکه مولد ($\mathcal{E}$) :

در یک مدار، مولد (باتری)، ولتاژ دوسر مدار را ایجاد کرده و این اختلاف پتانسیل باعث ایجاد جریان الکتریکی در مدار شده و الکترون‌ها با گرفتن انرژی جریان را ادامه می‌دهند هر مولدی یک ولتاژ ایده‌آل دارد که به آن نیروی محرکه مولد می‌گوییم و واحد آن ولت است و با $\mathcal{E}$ نشان می‌دهیم و طبق تعریف:

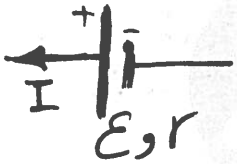
«مقدار انرژی است که مولد به یکای بار مثبت (+1 کولن) می‌دهد تا در مدار شارش کند»

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow 1(C)$$

نیروی محرکه مولد

* مقاومت درونی مولد (r) :

قسمتی از ولتاژ ایده‌آل در داخل مولد تلف می‌شود که به آن افت پتانسیل در مولد می‌گوییم و اگر افت پتانسیل را از ولتاژ ایده‌آل (نیروی محرکه) کم کنیم ولتاژ مفید یا ولتاژ دوسر مولد بدست می‌آید و کمیتی که نماینده تلفات انرژی در باتری است را مقاومت درونی مولد می‌گوییم و با r نشان می‌دهیم و مقاومت‌های خارج باتری را با R نمایش می‌دهیم. $\mathcal{E}$ و r از ویژگی‌های ساختمانی هر مولد بوده و با تغییر V یا I تغییر نمی‌کنند.



$$V = \mathcal{E} - Ir \rightarrow V \leq \mathcal{E}$$

V: ولتاژ دوسر مولد (۳) (عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد)

$\mathcal{E}$: نیروی محرکه (۷)

Ir: افت پتانسیل در مولد (مقاومت درونی مولد (r))

باتری ایده‌آل (آرمانی) :

در مولد آرمانی افت پتانسیل وجود ندارد و $V = \mathcal{E}$ است و همواره ولتاژ ثابت است

$$r = 0 \rightarrow Ir = 0 \rightarrow V = \mathcal{E} - Ir \rightarrow V = \mathcal{E}$$

مثال ۳۲ : در یک مولد نیروی محرکه آن ۱۲ ولت است. اگر مقاومت درونی آن $0.5\ \Omega$ باشد چه جریانی از مدار عبور کند تا ولتاژ دوسر مولد ۱۰ ولت باشد؟

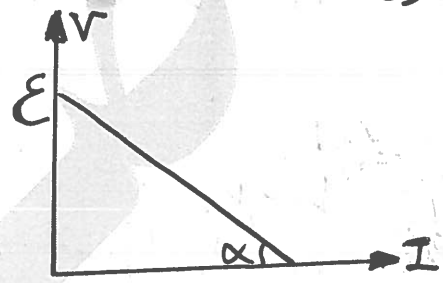
* نمودار تغییرات ولتاژ برحسب جریان در مولد :

نمودار ولتاژ برحسب جریان بصورت یک نمودار خطی است که شیب این خط از نظر قدر مطلق برابر مقاومت درونی مولد (r) و عرض از مبدأ آن برابر نیروی محرکه مولد (ε) است. و با افزایش جریان، ولتاژ کاهش یافته و نمودار بصورت خط راست با شیب منفی است

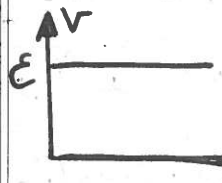
$V = \varepsilon - Ir \rightarrow V = -rI + \varepsilon$

$y = ax + b$

a: شیب خط ، b: عرض از مبدأ



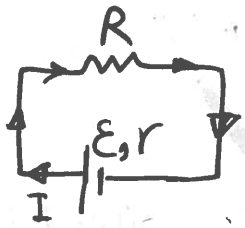
$|\tan\alpha| = r$ ← مقاومت درونی ، ← شیب نمودار



* در باتری ایده آل، افت پتانسیل وجود نداشته و نمودار بصورت خط افقی است

* محاسبه شدت جریان در مدار تک حلقه :

در یک مدار تک حلقه، فقط یک شدت جریان وجود دارد و مقدار این جریان از تساوی ولتاژ دو سر مولد با ولتاژ دو سر مقاومت و از رابطه زیر بدست می آید :



$V_{(R)} = V_{(مولد)} \rightarrow IR = \varepsilon - Ir \rightarrow I(R+r) = \varepsilon$

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

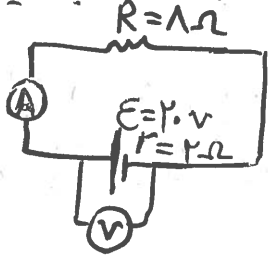
I: شدت جریان مدار (A)

ε: نیروی محرکه مولد (V)

R_T: مقاومت معادل مدار

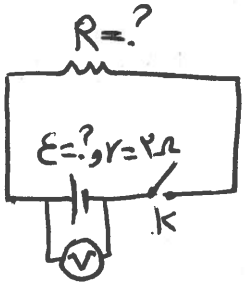
r: مقاومت درونی مولد (Ω)

مثال ۳۳: در مدار مقابل شدت جریان مدار و اختلاف پتانسیل دو سر باتری را محاسبه کنید (اعداد ولت سنج و آمپر سنج را محاسبه کنید)



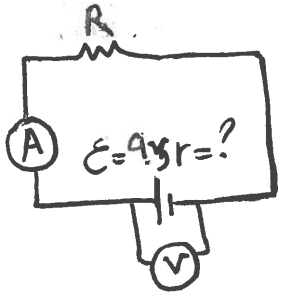
موضوع : مدار

مثال ۳۴ : در شکل مقابل اگر کلید باز باشد، ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان می‌دهد و اگر کلید بسته شود، ولت‌سنج ۹ ولت را نشان می‌دهد. مطلوبست :

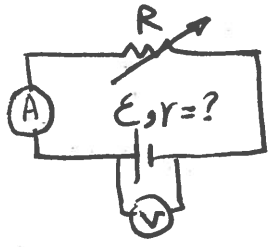


الف) نیروی محرکه مولد ب) شدت جریان مدار ج) مقاومت R

مثال ۳۵ : یک باتری ۹ ولتی را مطابق شکل به مقاومت R وصل می‌کنیم، با بستن کلید ولت‌سنج ۸ ولت و آمپرسنج ۰/۵ A را نشان می‌دهد مطلوبست : الف) مقاومت R ب) مقاومت r



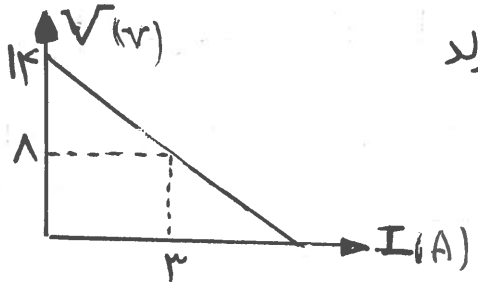
مثال ۳۶ : در شکل مقابل مقاومت R متغیر است. اگر آمپرسنج ۲ آمپر را نشان دهد ولت‌سنج ۱۶ ولت را نشان می‌دهد و اگر آمپرسنج ۳ آمپر را نشان دهد، ولت‌سنج ۱۵ ولت را نشان می‌دهد، مطلوبست : مقاومت درونی مولد (r) و نیروی محرکه مولد (ε)



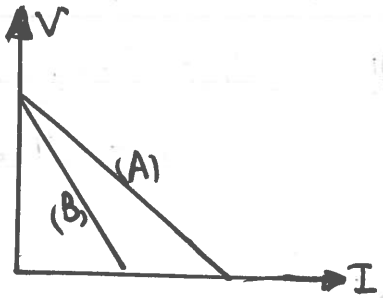
موضوع: مدار

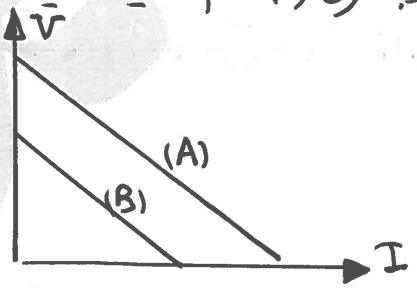
مثال ۳۷ : نمودار ولتاژ برحسب جریان در یک مولد بصورت شکل مقابل است.

تعیین کنید : الف) مقاومت درونی مولد ب) نیروی محرکه مولد

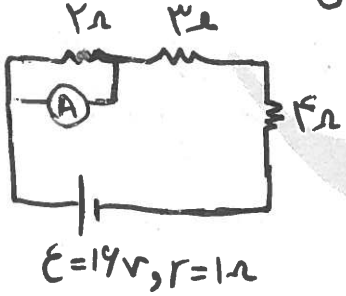


مثال ۳۸ : نمودار ولتاژ برحسب جریان برای دو باتری A و B مطابق شکل زیر است. نیروی محرکه و مقاومت درونی این دو باتری را با هم مقایسه کنید.

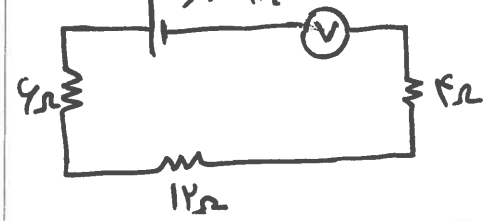




مثال ۳۹ : در مدار مقابل آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟

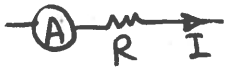


مثال ۴۰ : در مدار مقابل، ولت‌سنج ایده‌آل، چند ولت را نشان می‌دهد؟



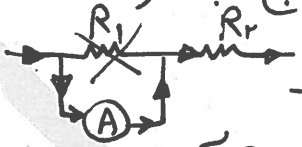
طریقه صحیح بستن ولت‌سنج و آمپرسنج در مدار:

آمپرسنج ایده‌آل مقاومت آن ناچیز است و باید بصورت سری در مدار قرار گیرد (در داخل مدار وصل شود) تا جریان را به خوبی از خود عبور دهد و اگر آمپرسنج به اشتباه موازی وصل شود، همه جریان از روی آمپرسنج عبور کرده و مقاومت موازی آمپرسنج از مدار حذف می‌شود



$R_{\text{آمپرسنج}} = 0$

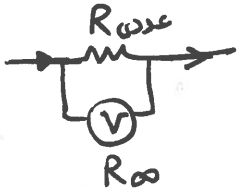
طریقه صحیح بستن آمپرسنج



مقاومت R_1 حذف می‌شود

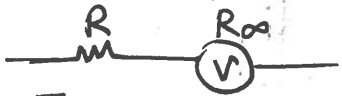
طریقه نادرست بستن آمپرسنج

* ولت‌سنج ایده‌آل مقاومت آن بسیار زیاد (∞) بوده و جریانی از ولت‌سنج عبور نمی‌کند و باید ولت‌سنج را بصورت موازی ببندیم تا جریانی از آن عبور نکند و تمام جریان از روی مقاومت موازی آن عبور می‌کند و اگر به اشتباه ولت‌سنج را همانند آمپرسنج در داخل خود مدار و بصورت سری ببندیم، جریانی از مدار عبور نکرده و عدد ولت‌سنج همان نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد.



$I_{\text{ولت‌سنج}} = \frac{\varepsilon}{R_{T}+r} \simeq 0$

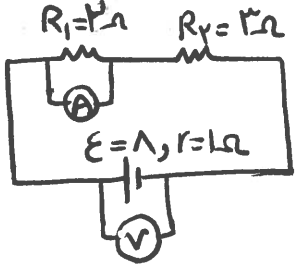
طریقه صحیح بستن ولت‌سنج



$I = 0 \rightarrow V = \varepsilon - Ir \rightarrow \boxed{V = \varepsilon}$ (ولت‌سنج)

طریقه نادرست بستن ولت‌سنج

مثال ۴۱: در شکل مقابل، آمپرسنج و ولت‌سنج چه اعدادی را نشان می‌دهند؟ (آمپرسنج و ولت‌سنج هر دو ایده‌آل هستند)



موضوع: مدار

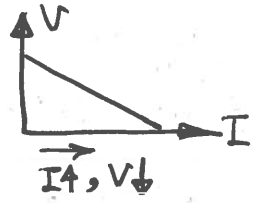
چگونگی تغییرات عدد ولت‌سنج و آمپرسنج در مدار (بصورت افزایش یا کاهش):

اگر در یک مدار، مقاومت متغیر (رئوستا) یا کلید قرار دهیم و با قطع و وصل کردن کلید یا تغییر مقاومت رئوستا، R_T تغییر کند، تغییرات جریان مدار و ولتاژ دو سر مولد بصورت زیر است:

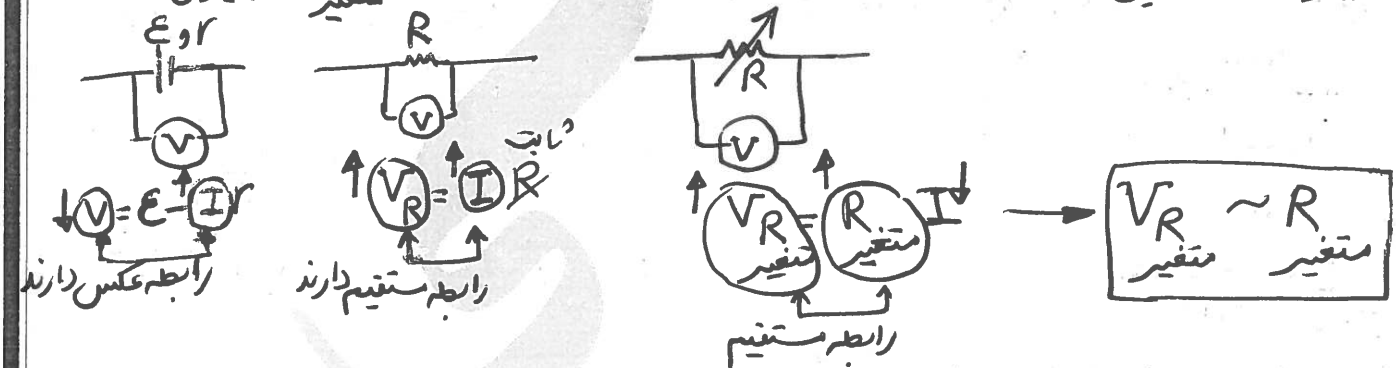
همواره I برعکس R_T تغییر می‌کند و در مولدها V دو سر مولد نیز برعکس I تغییر می‌کند.

$I = \frac{\varepsilon_{\text{ثابت}}}{R_T + r} \rightarrow I \sim \frac{1}{R_T}$

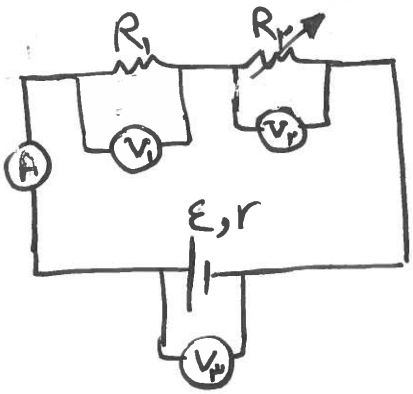
$V_{\text{مولد}} = \varepsilon - Ir$ و باهم رابطه عکس دارند



نکته: اگر ولت‌سنج به دو سر مقاومت ثابت وصل شود، ولتاژ آن طبق قانون اهم همانند جریان آن تغییر می‌کند ولی اگر ولت‌سنج به مقاومت متغیر (رئوستا) وصل شود، تمام کمیتها متغیر بوده و در این حالت ولت‌سنج دو سر مقاومت متغیر همانند $R_{\text{متغیر}}$ تغییر می‌کند.

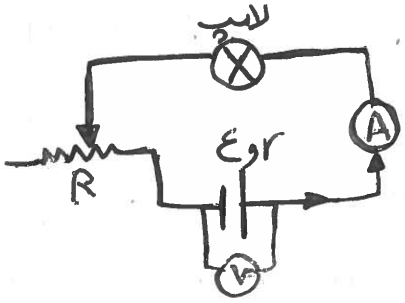


* مثال ۴۲: در شکل مقابل، اعداد V_1 و V_2 و V_3 با افزایش مقاومت متغیر چگونه تغییر می‌کند؟

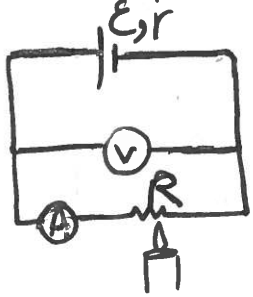


موضوع : مدار

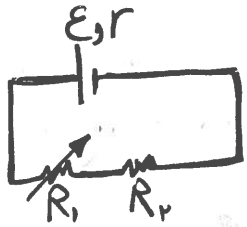
مثال ۴۳ : در شکل مقابل با حرکت لغزنده رئوستا بطرف چپ اعداد ولت سنج و آمپر سنج و نور لامپ چگونه تغییر می‌کند؟



مثال ۴۴ : در شکل مقابل، اگر شعله فندک را در زیر مقاومت R قرار دهیم اعداد ولت سنج و آمپر سنج چگونه تغییر می‌کند؟

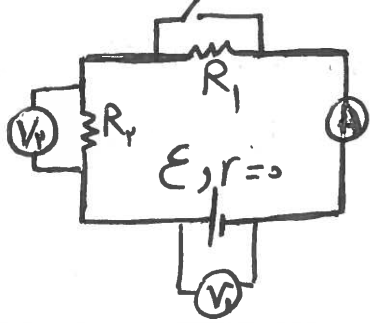


مثال ۴۵ (تست ریاضی ۹۳) : اگر مقاومت R_1 را بتدریج افزایش دهیم، افت پتانسیل در مولد و اختلاف پتانسیل دو سر R_1 بترتیب چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش - کاهش
۲) کاهش - افزایش
۳) افزایش - افزایش
۴) کاهش - کاهش

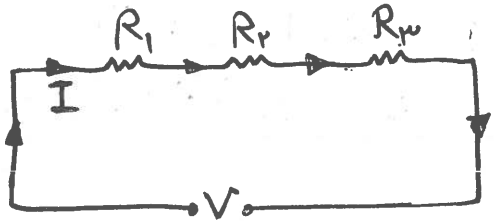
مثال ۴۶ : در شکل مقابل، با بستن کلید اعدادی که ولت سنج های V_1 و V_2 نشان می‌دهند* و عدد آمپر سنج چگونه تغییر می‌کند؟



به هم بستن مقاومتها بصورت سری و موازی :

۱) اتصال مقاومتها بصورت سری یا متوالی :

در این حالت جریانی که از روی تمام مقاومتها عبور می‌کند با هم برابر است (اصل پایستگی بار) ولی ولتاژ دوسر هر مقاومت و نیز مقاومتها با هم جمع می‌شوند و برای محاسبه ولتاژ دوسر هر مقاومت ابتدا I را بدست آورده و سپس جریان را در مقاومت مورد نظر ضرب می‌کنیم



$$I = I_1 = I_2 = \dots = \text{ثابت}$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$ ← مقاومت معادل

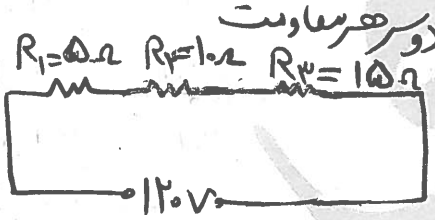
$$V_i = I R_i$$ ← ولتاژ دوسر هر مقاومت

R_i ← مقاومت مورد نظر

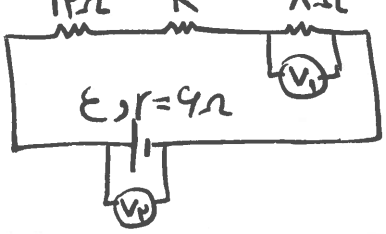
I ← جریان عبوری از روی همه مقاومتها (شاخه)

مثال ۴۷ : در مدار شکل مقابل مطلوبست :

الف) مقاومت معادل مدار ب) جریان مدار ج) ولتاژ دوسر هر مقاومت

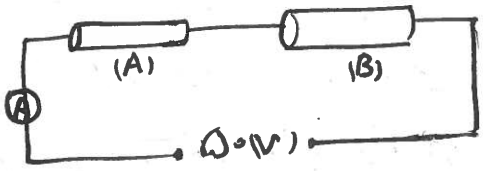


مثال ۴۸ : در مدار مقابل، ولت سنج های V۱ و V۲ بترتیب ۲۰V و ۷۵V نشان می دهند نیروی محرکه مولد چند اهم بوده و مقاومت R چند اهم است؟



موضوع : مدار

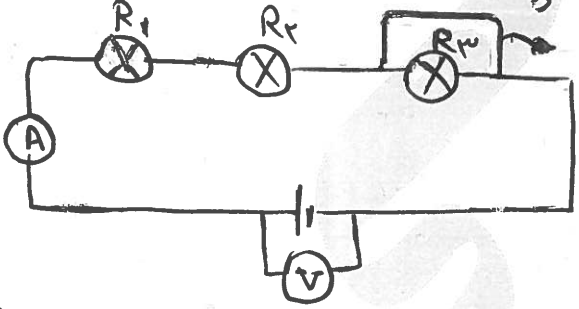
مثال ۴۹ : دو سیم هم جنس و هم طول B و A مطابق شکل به هم وصل شده اند اگر قطر سیم B ۲ برابر قطر سیم A باشد و شدت جریان مدار ۲ آمپر باشد مقاومت هریک از سیم های A و B چند اهم است ؟



---

* اتصال کوتاه در مقاومتها :

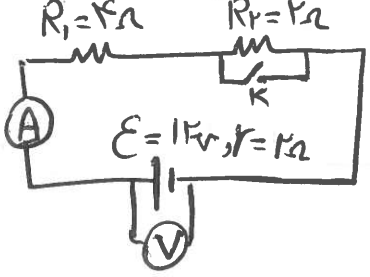
اگر دو سر یک مقاومت یا لامپی را توسط سیمی بدون مقاومت به هم وصل کنیم جریان از روی مقاومت عبور نکرده و از سیم خالی عبور می کند و آن مقاومت یا لامپ از مدار حذف می شود که به آن اتصال کوتاه می گوئیم و با حذف شدن یک مقاومت از مدار، مقاومت معادل مدار کاهش یافته و شدت جریان مدار بیشتر شده و نور لامپهای دیگر افزایش می یابد.



در شکل مقابل با بستن کلید مقاومت R_3 حذف شده (خاموش می شود) و نور لامپهای دیگر (R_1 و R_2) افزایش می یابد چون :

R_3 با حذف $\rightarrow R_T \downarrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow V_{مولد} = \varepsilon - Ir \uparrow \rightarrow V \downarrow$

مثال ۵۰ : در شکل مقابل با بستن کلید K ، اعداد آمپرسنج و ولت سنج بترتیب چند برابر می شود ؟



۱) $\frac{۳}{۴} - \frac{۴}{۳}$

۲) $\frac{۸}{۹} - \frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۸}{۹} - \frac{۳}{۲}$

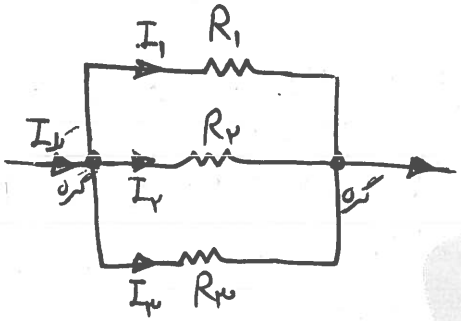
۴) $\frac{۳}{۴} - \frac{۳}{۲}$

موضوع : مدار

۲) اتصال مقاومتها بصورت موازی :

در اتصال موازی جریان کل مدار با مجموع جریان هریک از شاخه ها برابراست (مجموع جریان ورودی به هرگره با مجموع جریانهای خروجی از آن گره برابراست) و در حالت موازی چون دو سر همهٔ مقاومتها به دو نقطه مشخص وصل می شود، اختلاف پتانسیل ها با هم برابری شوند و $R \times I$ برای تمام شاخه های موازی برابر بوده و برابر ولتاژ دوسر کل مدار است و برخلاف مقاومتهای سری، بصورت معکوس مقاومتها جمع می شوند.

«مقاومت بزرگتر جریان کوچکتر از آن عبور می کند»



$$I_{کل} = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots$$
$$V_T = V_1 = V_2 = \cdots \rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 = \cdots$$
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

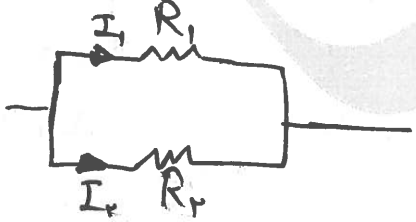
اثبات : $I = I_1 + I_2 + I_3$

$\frac{V_T}{R_T}$ $\frac{V}{R_1}$ $\frac{V}{R_2}$ $\frac{V}{R_3}$

$$I_i = \frac{V_T}{R_i}$$

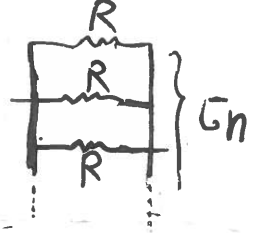
I_i: جریان هر شاخه — V_T: ولتاژ دوسر کل مدار — R_i: مقاومت هر شاخه

حالت خاص ۱: اگر ۲ مقاومت موازی داشته باشیم مقاومت معادل از رابطه زیر بدست می آید :



$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

حالت خاص ۲ : اگر n مقاومت مشابه (مساوی) بصورت موازی به هم وصل شوند مقاومت معادل از نسبت یکی از مقاومتها بر تعداد مقاومتها بدست می آید :



$$\frac{1}{R_T} = \underbrace{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}}_{n \text{ تا}} = n \left(\frac{1}{R}\right) \rightarrow R_T = \frac{R}{n}$$

R_T: مقاومت معادل n تا مقاومت موازی و مشابه — n: تعداد مقاومتها

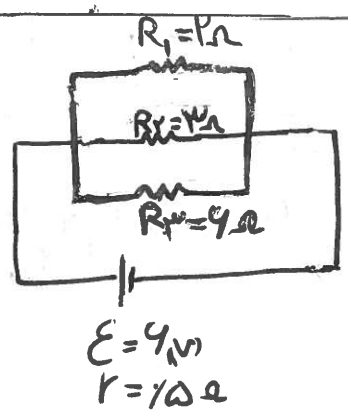
موضوع: مدار

نکته: در شاخه‌های موازی چون ولتاژها برابر است از تساوی $I \times R$ برای هر شاخه جریان هر شاخه را می‌یابیم یعنی: $I_1 R_1 = I_2 R_2 = \cdots$

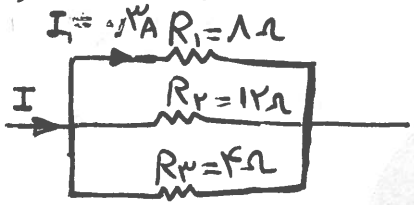
مثال ۵۱: در مدار مقابل مطلوبست:

الف) مقاومت معادل مدار ب) شدت جریان کل مدار

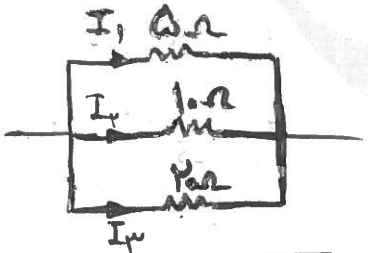
ج) شدت جریان عبوری از هر شاخه د) ولتاژ دو سر مولد



مثال ۵۲: در مدار مقابل اگر شدت جریان عبوری از مقاومت R_1، $0/3A$ باشد، جریان کل مدار (I) چند آمپر است؟



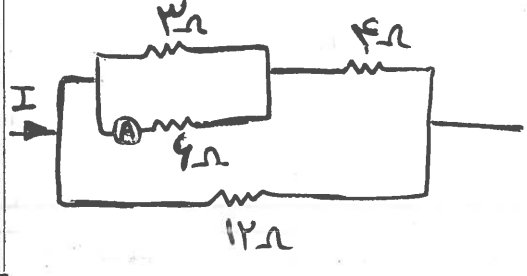
مثال ۵۳ (کنکور تجربی ۹۲): در شکل مقابل اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 5Ω اهمی برابر ۱۰ ولت باشد، شدت جریان I چند آمپر است؟



۱) ۰/۵ ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۳/۵

مثال ۵۴: در شکل مقابل آمپرسنج A ۰/۵ را نشان می‌دهد. شدت جریان کل مدار چند آمپر است؟



۱) ۲/۲۵

۲) ۲/۵

۳) ۲/۷۵

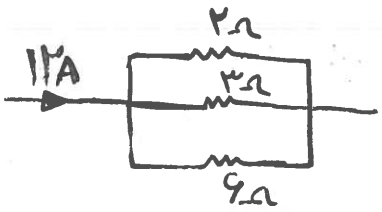
۴) ۳

موضوع : مدار

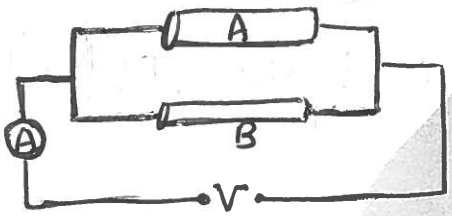
روش تستی تقسیم جریان در شاخه های موازی :

در حالت کلی اگر بخواهیم جریان کل I را بین شاخه های موازی تقسیم کنیم ابتدا به شاخه‌ای که بیشترین مقاومت را دارد کمترین جریان (مثلاً I) را می دهیم و به شاخه های دیگر مضربی از I می دهیم سپس با جمع کردن شدت جریانها می توانیم I را بدست آوریم :

مثال آموزشی : شدت جریان عبوری از هر شاخه چند آمپر است ؟

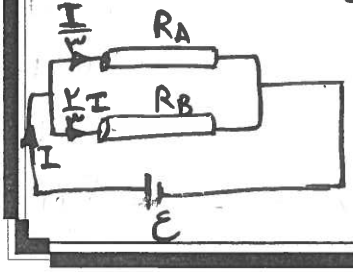


مثال ۵۵ : در شکل مقابل دو سیم A و B هم جنس و هم طول هستند. اگر قطر سیم A ۲ برابر قطر سیم B باشد و آمپرسنج ۲٫۵ آمپر را نشان دهد، جریان عبوری از هر سیم چند آمپر است ؟



مثال ۵۶ (کنکور ۹۴ ریاضی) : حداقل چند مقاومت ۴۰ اُهمی را باید به هم وصل کنیم تا از منبع برق ۱۲۰ ولتی جریان ۱۵ آمپر بگیریم !

مثال ۵۷ (کنکور تجربی ۹۵ خارج) : در شکل مقابل دو سیم فلزی توپر A و B دارای طولهای مساویند. اگر مقاومت ویژه سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B باشد. سطح مقطع سیم A چند برابر سیم B است ؟

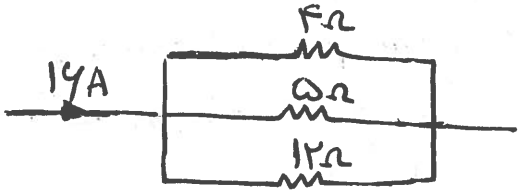


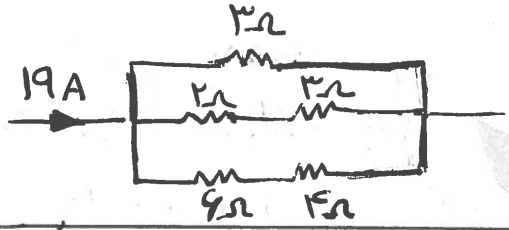
۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$

۳) ۲ ۴) ۶

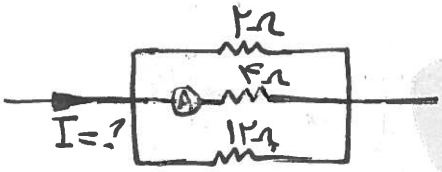
موضوع: مدار

مثال ۵۸ : در شکلهای زیر جریان عبوری از هر شاخه را بدست آورید.





مثال ۵۹ : در شکل مقابل آمپرسنج ۳ آمپر را نشان می دهد. شدت جریان کل مدار چند آمپر است؟

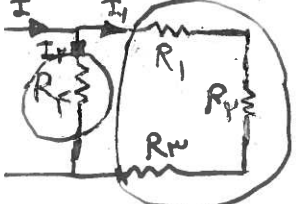


۱) ۶ ۲) ۸
۳) ۱۰ ۴) ۱۲

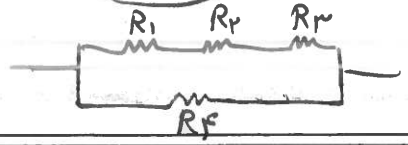
تشخیص مقاومت سری از مقاومت موازی در مدارهای پیچیده :

روش اول (تقسیم جریان) :

در این روش از طرفی که به سیم خالی برخورد نکنیم، جریان را بین ۲ یا چند شاخه تقسیم می کنیم و تمام شاخه هایی که جریان بین آنها تقسیم می شود با هم موازی می شوند و اگر در ادامه مسیر جریان باز هم تقسیم شود، مقاومتهای موازی دیگری در کنار مقاومتهای اولیه قرار می گیرند و اگر از هر طرفی برویم به سیم خالی برخورد کنیم، تمام مقاومتهایی که بین دو گره قرار می گیرند با هم موازی می شوند و اگر دو سر یک مقاومت به سیم خالی وصل شود آن مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شود

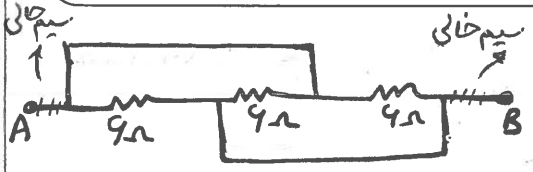


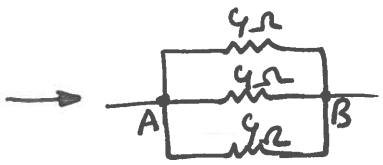
* مثلاً در شکل مقابل جریان کل (I) بین دو شاخه موازی بصورت I_1 و I_2 تقسیم می شود و $R_{1,2,3}$ با R_4 موازی می شود.



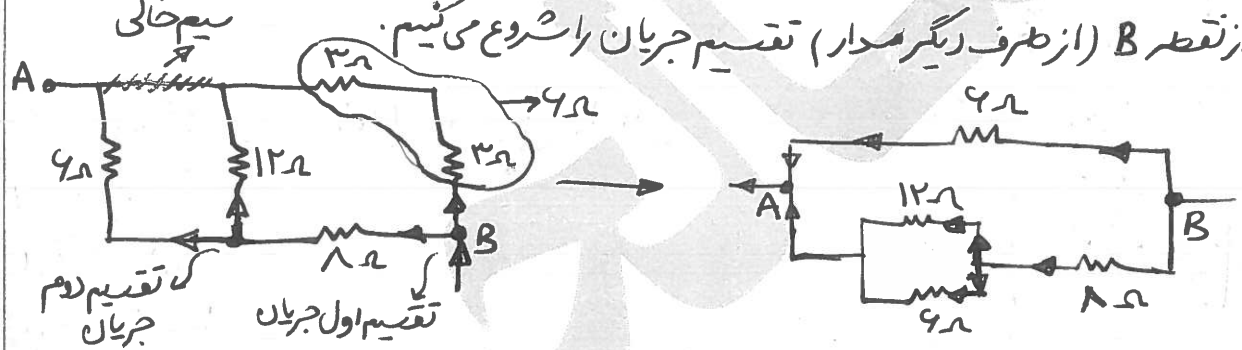
موضوع: مدار

* مثلاً در شکل مقابل از هر طرفی برویم به سیم خالی برخورد می‌کنیم و هر سه مقاومت با هم موازی می‌شوند چون همگی به دو نقطه A و B وصل می‌شوند.



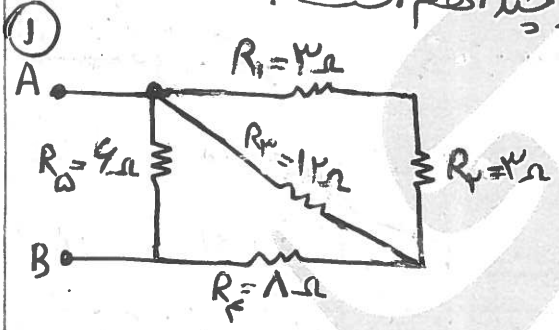


* مثلاً در شکل مقابل از مسیر بالا چون به سیم خالی برخورد می‌کنیم، تقسیم جریان نمی‌توانیم انجام دهیم و از نقطه B (از طرف دیگر مدار) تقسیم جریان را شروع می‌کنیم.



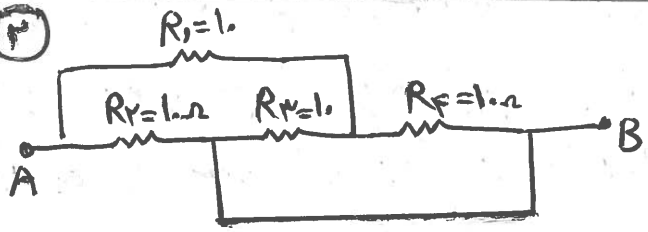
مثال ۶: در شکل مقابل مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

(۱)



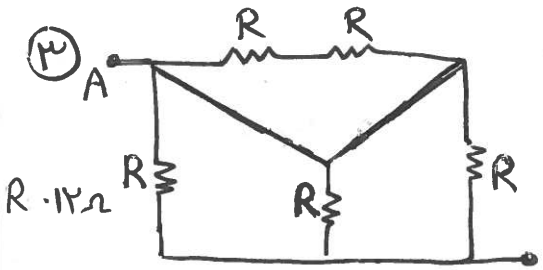
---

(۲)

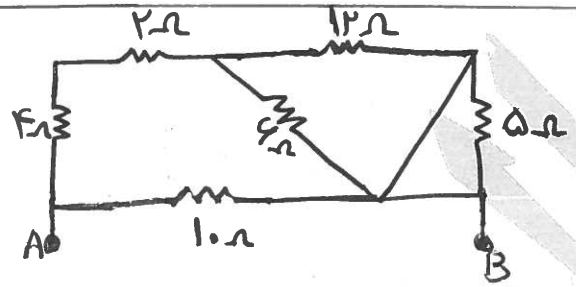


موضوع: مدار

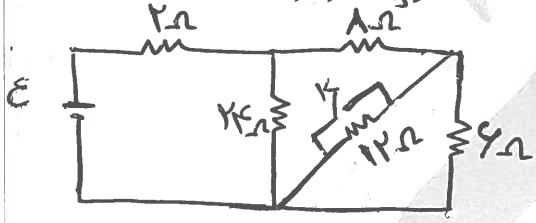
(۳)



(۴)



مثال ۶۱: در مدار مقابل با بستن کلید K مقاومت معادل مدار چند برابر می‌شود؟



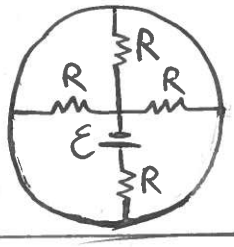
۱) $\frac{3}{4}$

۲) $\frac{4}{3}$

۳) $\frac{5}{4}$

۴) $\frac{4}{5}$

مثال ۶۲: در شکل مقابل مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ ($R=12\Omega$, $r=0$)



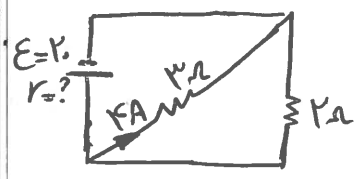
۱) ۴

۲) ۱۶

۳) ۳۲

۴) ۴۸

مثال ۶۳: در شکل مقابل مقاومت درونی مولد چند اهم است؟ (تجربی ۹۳ خارج)



۱) ۰/۲

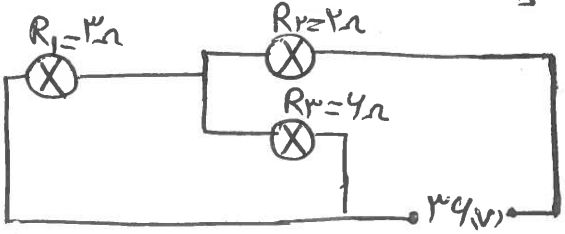
۲) ۰/۵

۳) ۰/۸

۴) ۱/۸

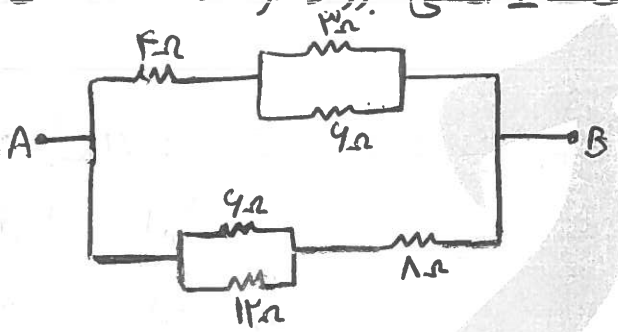
موضوع: مدار

مثال ۶۴ (قلم‌چی ۹۷): در مدار مقابل اگر جای دو لامپ R_1 و R_2 را عوض کنیم، جریان عبوری از لامپ R_3 چند آمپر تغییر می‌کند؟



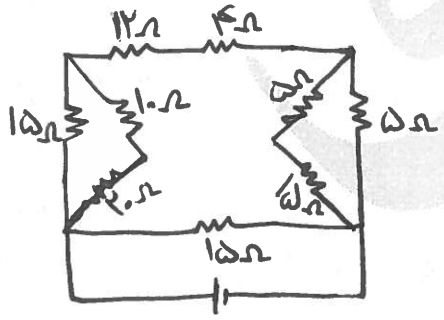
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ثابت می‌ماند

مثال ۶۵: در شکل مقابل اگر جریان ۰/۵A از مقاومت ۴ اهمی عبور کند. از مقاومت ۸ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟ (تألیفی)



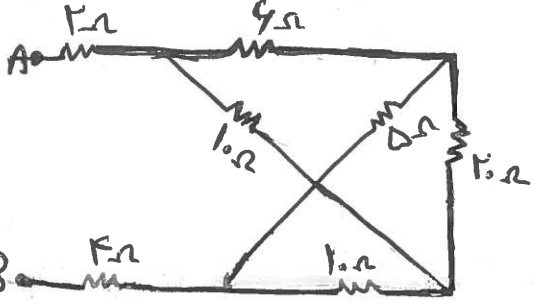
۱) ۰/۲۵
۲) ۱
۳) ۱,۵
۴) ۰/۷۵

مثال ۶۶ (تجربی ۹۰): در مدار مقابل از مقاومت ۴ اهمی جریان ۲A عبور کند، جریان عبوری از مولد چند آمپر است؟



۱) ۱
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

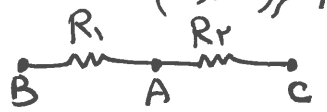
مثال ۶۷ (ریاضی ۹۳ خارج): در شکل مقابل اگر از مقاومت ۲۰ اهمی جریان ۰/۵A عبور کند. از مقاومت ۲ اهمی چند آمپر می‌گذرد؟



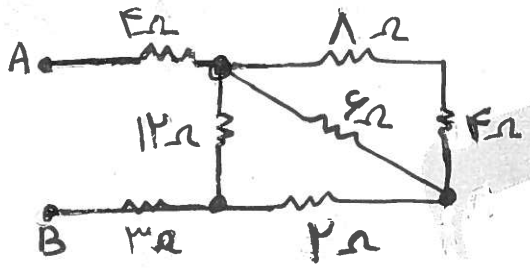
۱) ۱,۵
۲) ۲
۳) ۳,۵
۴) ۵

روش دوم تشخیص اتصال سری از موازی (حروف گذاری):

در این روش گره‌ها را حروف گذاری می‌کنیم، بطوریکه اگر بین دو گره سیم خالی (اشته باشیم حرف آن دو گره مانند هم می‌شود ولی اگر بین دو گره مقاومت داشته باشیم حروف بین آنها متفاوت می‌شود و تمام سیم‌هایی که به دو حرف مشابه (مثلاً به A و B) وصل می‌شوند باهم موازی می‌شوند و سیم‌هایی که در یک حرف مشترک و در یک حرف غیر مشترک می‌شوند در حرف مشترک به هم وصل شده و باهم سری می‌شوند مانند A و B - A و C ← (A مرز مشترک)



مثال ۶۸: مقاومت معادل مدار را محاسبه کنید.



انرژی الکتریکی مصرفی و توان الکتریکی مصرفی در مقاومت:

در یک مقاومت R اگر جریان I در مدت زمان t عبور کند انرژی الکتریکی مصرفی در این مقاومت و توان الکتریکی مصرفی از روابط زیر بدست می‌آید. توان مصرفی در مدار به زمان (t) بستگی ندارد چون t از صورت و مخرج حذف می‌شود.

$$\Delta U = \underbrace{\Delta V}_{IR} \times \underbrace{q}_{It} \longrightarrow U = RI^2t$$

$$U = \begin{cases} RI^2t \\ VIt \\ \frac{V^2}{R}t \end{cases} \longrightarrow P = \frac{U}{t} \longrightarrow P = \begin{cases} RI^2 \\ VI \\ \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

U: انرژی الکتریکی مصرفی (J)

P: توان الکتریکی مصرفی (W)

موضوع: مدار

نکته ۱ : کیلووات ساعت (kwh) واحد انرژی الکتریکی مصرفی در منازل بوده که بصورت زیر به ژول تبدیل می‌شود :

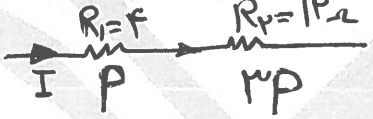
$U = P\,t$
kwh kw h

$kwh \xrightarrow[\div 3/6\times 10^6]{\times 3/6\times 10^6} J$

نکته ۲ : رابطه بین توان و مقاومت در اتصالهای سری و موازی :

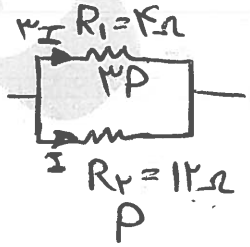
* در اتصالهای سری ، توان با مقاومت رابطه مستقیم دارد زیرا جریان ثابت است :

$P = RI^2_{\text{ثابت}} \rightarrow P \sim R$



* در اتصالهای موازی ، توان با مقاومت رابطه عکس دارد چون ولتاژ در حالت موازی ثابت است

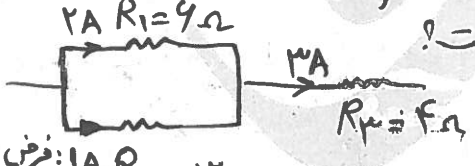
$P = \frac{V^2_{\text{ثابت}}}{R} \rightarrow P \sim \frac{1}{R}$



* تقسیم توان در شاخه های موازی همانند تقسیم جریان بوده و با مقاومت رابطه عکس دارد .

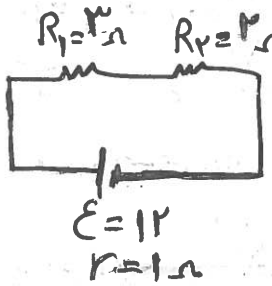
* در اتصالهای مختلط برای مقایسه نسبت توانهای مصرفی باید به یکی از شاخه‌های موازی جریان فرضی داده و جریان بقیه شاخه‌ها را بدست آورده و سپس از رابطه $P=RI^2$ نسبت توانهای مصرفی را بدست می‌آوریم

مثال آموزشی : توان مصرفی در مقاومت R_3 چند برابر R_2 است؟



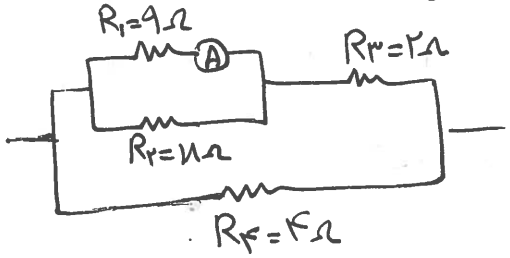
$\frac{P_3}{P_2} = \frac{R_3 I_3^2}{R_2 I_2^2} = \frac{4\times(3)^2}{6\times(2)^2} = \frac{3}{2}$

مثال ۶۸ : در مدار مقابل ، توان الکتریکی مصرفی در مقاومت R_1 چند وات بوده و در مدت نیم ساعت چند kwh برق در مجموع مقاومتها مصرف می‌شود؟



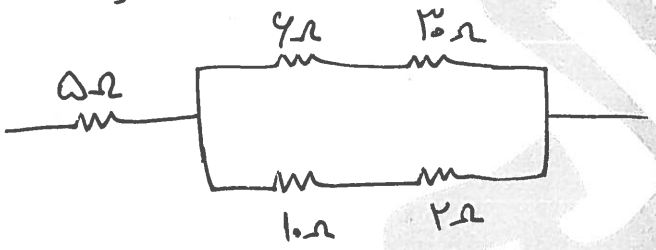
موضوع: مدار

مثال ۶۹ (کنکور تجربی ۹۱) : در مدار مقابل اگر آمپرسنج ۰/۵ آمپر را نشان دهد. توان مصرفی در مقاومت R_4 چند وات است؟



۱) ۹
۲) ۴٫۵
۳) ۳
۴) ۱٫۵

مثال ۷۰ (کنکور ریاضی ۹۱) : در مدار مقابل توان مصرفی در مقاومت ۱۰ اُهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت ۵ اُهمی است؟



۱) $\frac{9}{8}$
۲) $\frac{8}{9}$
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{2}{3}$

مثال ۷۱ : مقاومت یک لامپ رشته‌ای در حالت روشن ۴۴۰Ω است اگر لامپ را به ولتاژ ۲۲۰ ولت وصل کنیم مطلوبست :

الف) توان مصرفی لامپ برحسب وات

ب) جریان عبوری از لامپ

ج) انرژی الکتریکی مصرفی در مدت ۵ دقیقه برحسب (J)

مثال ۷۲ : بر روی یک لامپ اعداد (V)۲۲۰ و (W)۲۰۰ نوشته شده است اگر این لامپ را به ولتاژ ۱۱۰V وصل کنیم.

الف) توان مصرفی لامپ چند وات می‌شود؟ ب) جریان عبوری چند برابر می‌شود؟

موضوع: مدار

مثال ۷۳ : یک کتری برقی به ولتاژ ۲۰۰ ولت وصل می‌شود و می‌تواند در مدت ۷ دقیقه دمای یک لیتر آب را از ۲۰°C به ۱۰۰°C می‌رساند. الف) توان مصرفی کتری ب) مقاومت کتری

($c_{آب} = 4200\ J/kg.°C$)

مثال ۷۴ : یک مقاومت ۴۵ اهمی، حداکثر می‌تواند ۷۲W را تحمل کند. حداقل چند مقاومت را بصورت سری به ولتاژ ۹۰ ولت وصل کنیم تا هیچ مقاومتی آسیب نبیند.

مثال ۷۵ : مقاومت الکتریکی لامپ ۲۰۰ واتی چند برابر مقاومت ۴۰ واتی است؟

(با فرض اینکه هر دو به برق شهر وصل می‌شوند)

۱) ۲۵ ۲) $\frac{1}{25}$

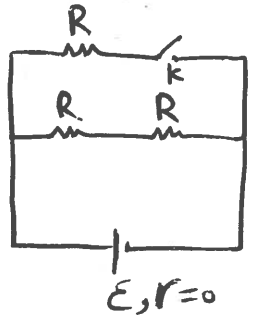
۳) ۵ ۴) $\frac{1}{5}$

مثال ۷۶ : در یک اتاق، ۴ عدد لامپ رشته‌ای ۱۱۰ وات، یک اتوی برقی ۲۲۰۰ واتی و یک کولر آبی ۴۴۰ واتی به سیم کشی خانگی ۲۲۰ ولت وصل می‌شود

الف) از هر کدام چه جریانی عبور می‌کند؟ ب) اگر در ورودی اتاق فیوز ۱۵A قرار داشته باشد آیا فیوز می‌پرد؟

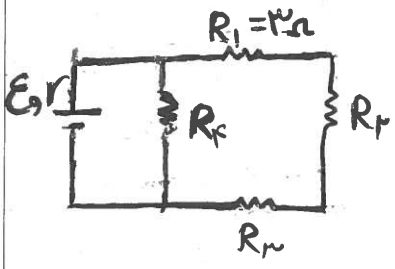
موضوع: مدار

مثال ۷۷ (ریاضی ۹۴ خارج): در شکل مقابل مقاومت‌ها مشابه هستند. با بستن کلید توان مصرفی مدار چند برابر می‌شود؟



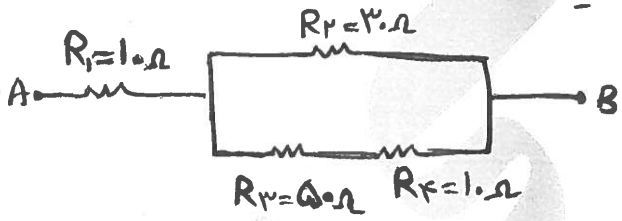
۱) $\frac{4}{3}$
۲) $\frac{3}{2}$
۳) ۲
۴) ۳

مثال ۷۸ (ریاضی ۹۳): در مدار مقابل، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها برابر است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟



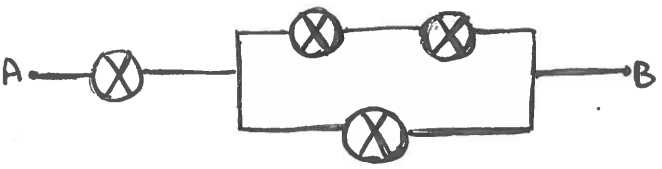
۱) $\frac{27}{4}$
۲) $\frac{9}{2}$
۳) ۱۸
۴) ۹

مثال ۷۹: در مدار شکل زیر کدام مقاومت بیشترین توان را مصرف می‌کند؟



۱) R_1
۲) R_2
۳) R_3
۴) R_4

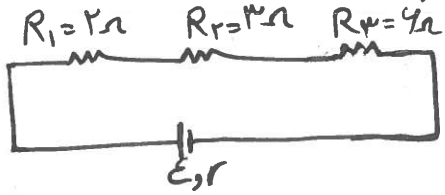
مثال ۸۰: در شکل مقابل لامپ‌ها مشابه هستند. اگر حداکثر توان مصرفی قابل تحمل هر لامپ ۱۲ وات باشد. حداکثر توان الکتریکی مصرفی کل مدار چند وات باشد تا هیچ مقاومتی آسیب نبیند؟



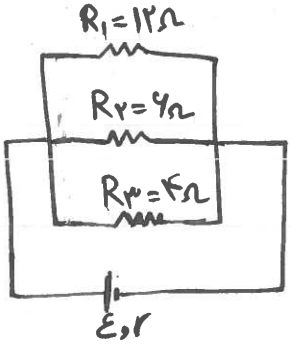
۱) ۱۸
۲) ۲۴
۳) ۲۰
۴) ۳۰

موضوع: مدار

مثال ۸۱ : در شکل مقابل اگر توان خروجی مولد (مفید) برابر ۱۱۰ وات باشد توان مصرفی در هر مقاومت چند وات است ؟



مثال ۸۲ : در مدار مقابل اگر توان خروجی باتری برابر ۲۴ وات باشد توان مصرفی در هر یک از مقاومتها چند وات است ؟

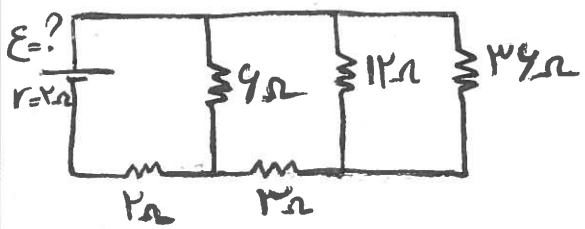


مثال ۸۳ (کنکور تجربی ۹۶) : بر روی یک لامپ اعداد ۱۰۰W و ۲۰۰V نوشته شده است و با همان ولت روشن است . اگر به علت افت ولتاژ توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش یابد ، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود ؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۹

۳) ۲۰ ۴) ۸۸

مثال ۸۴ (کنکور تجربی ۹۸) : در مدار زیر ، ولتاژ دو سر مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می کند ۱۲ ولت است . ε چند ولت است ؟



۱) ۱۲

۲) ۱۸

۳) ۲۰

۴) ۲۴

موضوع : مدار

توان در مولدها :

در یک مولد ، نیروی محرکه باتری ، برق را تولید می‌کند که به آن توان تولیدی مولد می‌گوئیم و قسمتی از آن در داخل مولد و در مقاومت درونی تلف می‌شود که به آن توان تلف شده یا مصرفی مولد می‌گوئیم و باقی‌مانده این توان از مولد خارج شده و در مقاومتهای خارجی (مانند لامپ) مصرف می‌شود که به آن توان مفید یا خروجی مولد گوئیم که در R_T مصرف می‌شود و روابط آن بصورت زیراست :

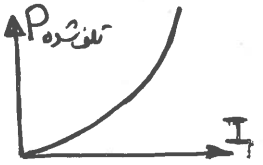
$P = \varepsilon I$ ← توان تولیدی مولد

نمودار خطی

$P = RI^2 \longrightarrow P_{(r)} = rI^2$

$P_{(r)}$ ← توان تلف شده در مولد

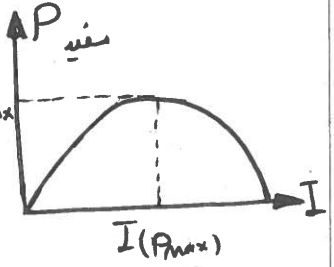
نمودار سهمی



$P_{\text{مفید}} = P_{\text{تولیدی}} - P_{\text{تلف شده}} = \varepsilon I - rI^2 = R_T I^2$

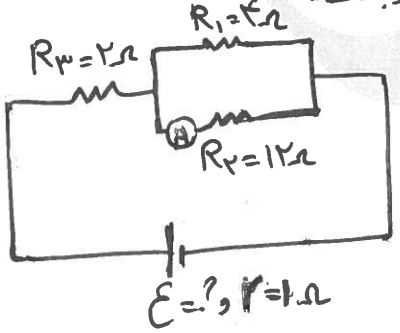
($P_{\text{مفید}}$ ← توان مفید (خروجی) مولد)

نمودار سهمی



نکته تستی : شرط اینکه توان خروجی مدار حداکثر شود آن است که $R_T = r$ است .

* مثال ۱۵ : در مدار مقابل اگر آمپرسنج 0/5A را نشان دهد مطلوبست:



الف) نیروی محرکه مولد

ب) ولتاژ دو سر مولد

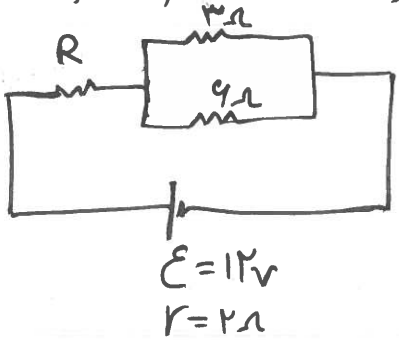
ج) توان تولیدی مولد

د) توان تلف شده در مولد

هـ) توان مفید یا خروجی مولد

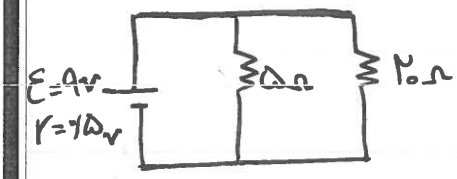
موضوع: مدار

مثال ۸۶ (کنکور تجربی ۹۳): در مدار مقابل اگر توان تلف شده در مقاومت درونی ۸ (W) باشد، مقاومت R چند اهم است؟



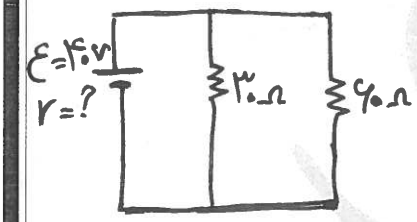
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

مثال ۸۷ (کنکور تجربی ۸۸ خارج): در مدار مقابل توان مصرفی در خارج از مولد چند وات است؟



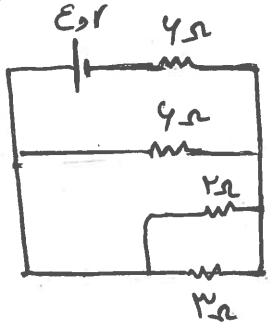
۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۱۸

مثال ۸۸ (کنکور ریاضی ۹۰ خارج): در مدار مقابل اگر توان تلف شده در خارج از مولد ۳ برابر توان تلف شده در مولد باشد، توان مصرفی در مقاومت ۳۰ اُهمی چند وات است؟



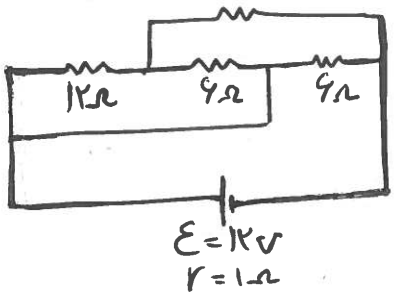
۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۹۰

مثال ۸۹: در مدار مقابل جریان ۳ آمپر از مقاومت ۲ اُهمی می‌گذرد. توان خروجی مولد در این حالت چند وات است؟



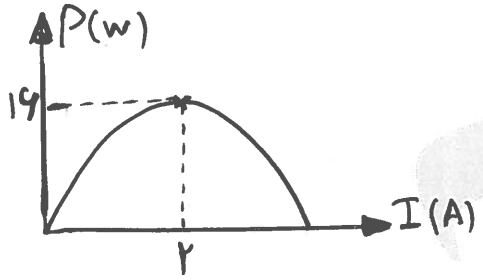
۱) ۴۲
۲) ۵۴
۳) ۲۵۲
۴) ۳۲۴

مثال ۹۰ (تجربی ۸۹): در مدار مقابل توان تلف شده در باتری چند وات است؟

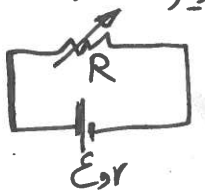


۱) ۴٫۵
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۲۷

مثال ۹۱: در شکل مقابل نمودار تغییرات توان مفید باتری بر حسب جریان رسم شده است مقاومت درونی مولد و نیروی محرکه آنرا محاسبه کنید.

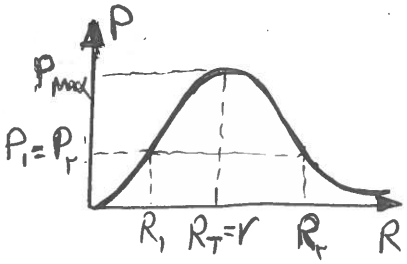


نکته تستی: اگر مولد را به مقاومت متغیر R ببندیم به ازای دو مقاومت R_1 و R_2، توان خروجی مولد تغییر نمی‌کند (برابر می‌شود) که رابطه بین R_1 و R_2 با مقاومت درونی r بصورت زیر است:

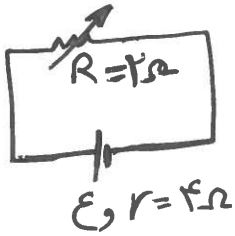


اگر $P_{R_1} = P_{R_2}$ ⟶ $\boxed{r = \sqrt{R_1 R_2}}$

مثال: ۴ ، ۸ ، ۲



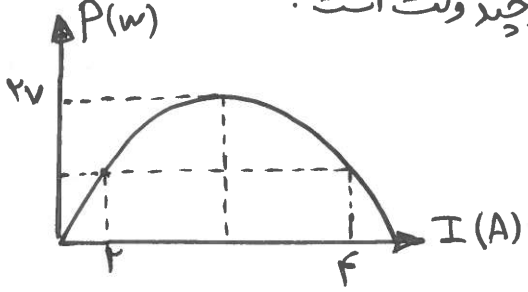
مثال ۹۲: در مدار مقابل اندازه R را چند اُهم افزایش دهیم تا توان خروجی مولد تغییر نکند؟



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۰

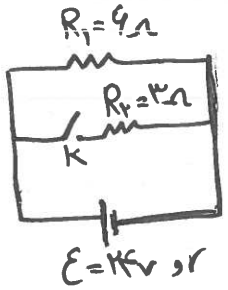
موضوع: مدار

مثال ۹۳ (آزمون قلم‌چی): نمودار توان خروجی برحسب جریان در یک مولد مطابق شکل زیر است مقاومت درونی مولد و نیروی محرکه مولد بترتیب چند اُهم و چند ولت است؟



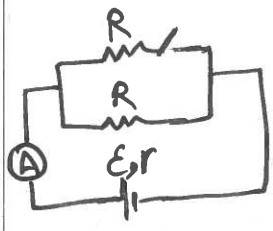
۱) ۱ و ۱۲
۲) ۱ و ۱۸
۳) ۳ و ۱۲
۴) ۳ و ۱۸

مثال ۹۴ (آزمون قلم‌چی): در مدار شکل مقابل، با بستن کلید، توان مفید مولد بیشینه مقدار خواهد شد. توان خروجی مولد قبل از بستن کلید، چند وات بوده است؟

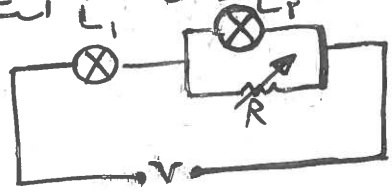


۱) ۵۴
۲) ۷۲
۳) ۱۴۴
۴) ۲۸۸

مثال ۹۵: در مدار مقابل با بستن کلید، اعداد ولت‌سنج، آمپرسنج، مقاومت معادل و افت پتانسیل در مولد و توان تولیدی باتری چگونه تغییر می‌کند؟ (افزایش، کاهش، ثابت)



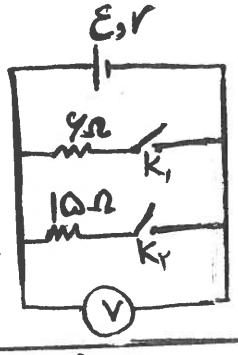
مثال ۹۶: در مدار مقابل با افزایش مقاومت R نور لامپ‌های ۱ و ۲ چگونه تغییر می‌کند؟ (باتری آرمانی است)



موضوع : مدار

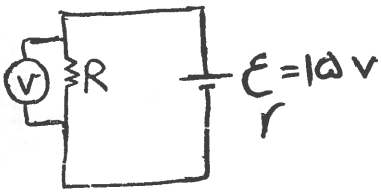
سؤالات تکمیلی :

مثال ۹۷ : در مدار مقابل اگر کلید K_1 بسته شود، ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان می‌دهد. اگر K_1 باز و K_2 بسته شود، ولت‌سنج ۱۵ ولت را نشان می‌دهد، نیروی محرکه و مقاومت درونی مولد را محاسبه کنید



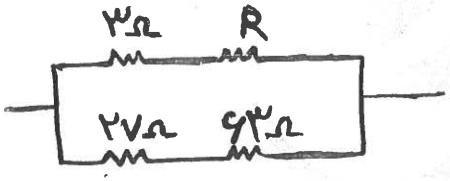
www.konkuru.ir

مثال ۹۸ : در مدار مقابل، اگر ولت‌سنج ۱۰ ولت را نشان دهد، نسبت توان تلف شده در مولد به توان مفید آن کدام است؟



۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$
۳) $\frac{1}{5}$ ۴) $\frac{1}{4}$

مثال ۹۹ (آزمون قلم‌چی) : در شکل مقابل اگر توان مصرفی در مقاومت ۲Ω اُهمی با توان مصرفی در مقاومت ۳Ω اُهمی برابر شود، مقاومت R چند اهم است؟



۱) ۹
۲) ۱۸
۳) ۲۷
۴) ۶

مثال ۱۰۰ (تمرین کتاب) : یک لامپ سه راهه با ولتاژ ۱۲ ولت کار می‌کند. اگر کمترین و بیشترین توان مصرفی لامپ به ترتیب ۸W و ۲۴W باشد، مقاومت هریک از رشته سیم‌ها را محاسبه کنید ($R_A > R_B$)