فیزیک یازدهم فصل دوم

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

تالیف: مهندس رهبری

تابستان ۱۴۰۱

مدرسه برتر
modaresebartar.com

* فصل دوم فیزیک یازدهم *

مقاومت الکتریکی و قانون اهم :

وقتی جریان برقراری شود الکترون‌ها از اتم‌های رسانا که در حال نوسان اند برخورد می‌کنند و این سد راه باعث کم شدن رسانایی شود. الکترون‌ها با مقاومت الکتریکی روبرو هستند.

هر چه مقاومت الکتریکی کمتر ← جریان بیشتر خواهد بود.

- قانون اهم :

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

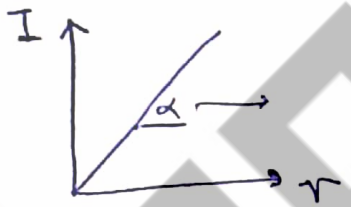
ولت / جریان (آمپر)

مقاومت الکتریکی (اهم = ولت / آمپر)

نماد مقاومت ⟋⟍⟋⟍⟋

Ω ← اهم

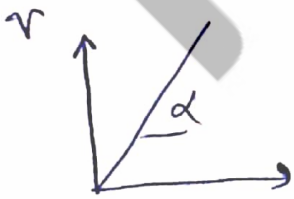
- قانون اهم ($R = \frac{V}{I}$) برای اغلب طرات و بسیاری از رساناهای فلزی در دمای ثابت برقرار است.



$$\text{شیب} = \frac{1}{R}$$

نکته: در نمودار V ← I هرچه که شیب بیشتر باشد مقاومتش کمتر است

در نمودار V ← I برای محاسبه مقاومت عموماً آن را به صورت قائم تقسیم می‌کنیم.



$$\text{شیب} = R$$

در نمودار I ← V هرچه که شیب بیشتر داشته باشد مقاومتش بیشتر است.

~ ~ ~ برای محاسبه مقاومت عموماً آن را افقی تقسیم می‌کنیم.

* اگر اختلاف پتانسیل ۲ سر مقاومت را ۲ برابر کنیم مقاومت چند برابر می‌شود؟

دردمای ثابت با ۲ برابر شدن L، A هم ۲ برابر می‌شود و R تغییری نمی‌کند.

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی:

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

- R: مقاومت الکتریکی (اهم)
- ρ: مقاومت ویژه (Ω.m)
- L: طول رسانا (m)
- A: مساحت مقطع جسم (m²)

ρ: مقاومت ویژه برساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد.

* مقاومت ویژه رسانای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود.
* مقاومت ویژه نیم رسانا با افزایش دما کاهش می‌یابد.

در برخی مواد مانند جیوه و سرب با کاهش دما مقاومت ویژه در دمای خاصی یکباره تا لحظه‌ای به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر همچنان صفر می‌ماند این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.

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

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

$R \propto \rho$

$R \propto L$

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

$R \propto \frac{1}{r^2 \text{ یا } D^2}$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B}$$

جرم → $M = \rho V \rightarrow A \cdot L$ ← حجمی

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{r_B}{r_A}$$

چگالی — جرم — حجم

$$\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{A_B L_B}{A_A L_A}$$

چگالی

نکته: عبور دادن یک سیم از یک دستگاه که طول و سطح مقطع آن تغییری کند در این حالت جرم سیم تغییر نمی‌کند.

رابطه مقاومت ویژه:

$$\rho = \rho_0 \left[1 + \alpha (T - T_0)\right]$$

دمای دلخواه

T_0 مقاومت ویژه در دمای

دمای مرجع که معمولاً دمای اتاق

ضریب دمایی مقاومت ویژه (α)

$(\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{c})$

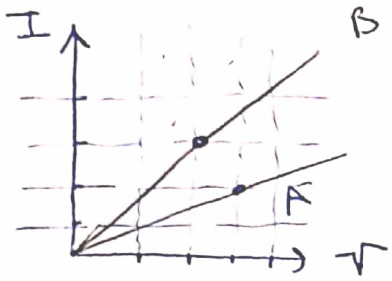
$$R = R_0 \left[1 + \alpha (T - T_0)\right] \Rightarrow \Delta R = R_0 \alpha \Delta T$$

$$\Delta \rho = \rho_0 \alpha \Delta T$$

۴

ریاضی ۹۸

شکل زیر رابطه‌ی بین جریان عبوری از مقاومت‌های A و B و اختلاف پتانسیل دوسر آن مقاومت‌ها را نشان می‌دهد. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



$\frac{R_B}{R_A} = ?$

$\frac{۲}{۳}$	$\frac{۴}{۹}$
$\frac{۹}{۴}$	$\frac{۳}{۲}$

$R_A > R_B \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} < 1$ نادرست

$R_B = \frac{۲}{۳} = \frac{۲}{۳}$

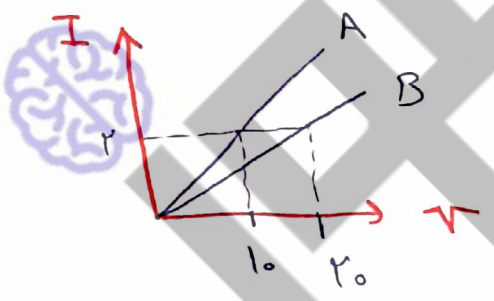
$R_A = \frac{۳}{۲}$

$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\frac{۲}{۳}}{\frac{۳}{۲}} = \frac{۲}{۳} \times \frac{۲}{۳} = \boxed{\frac{۴}{۹}}$

ریاضی ۸۵

نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت‌های A و B مطابق شکل است. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟

۵	۲
$\frac{۱}{۵}$	$\frac{۱}{۲}$



$R_B = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰$

$R_A = \frac{۱۰}{۲} = ۵$

$\frac{R_B}{R_A} = \frac{۱۰}{۵} = \boxed{۲}$

$R_B > R_A \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} > 1$

ریاضی خارج ۹۳

مقاومت ویژه سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این دو سیم با هم برابر باشد، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم B است؟

$\sqrt{۳}$	۳
$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۹

$\rho_A = ۳\rho_B$

$L_A = L_B$

$R_A = R_B$

$\frac{d_A}{d_B} = ?$

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

$$۱ = \frac{\rho_B}{۳\rho_B} \times ۱ \times \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^۲$$

$$۱ = \frac{۱}{۳}\left(\frac{d_A}{d_B}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^۲ = ۳ \Rightarrow \boxed{\frac{d_A}{d_B} = \sqrt{۳}}$$

تجربی ۹۱

طول سیم مسی A، دو برابر طول سیم مسی B است. و قطر مقطع سیم A نصف قطر مقطع سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

۲	۴
$\frac{۱}{۲}$	۸

$L_A = ۲L_B$

$d_A = \frac{۱}{۲}d_B$

$\frac{R_A}{R_B} = ?$

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

$$\frac{R_A}{R_B} = ۱ \times \frac{۲L_B}{L_B} \times \left(\frac{d_B}{\frac{۱}{۲}d_B}\right)^۲$$

$$\frac{R_A}{R_B} = ۱ \times ۲ \times ۲^۲ = ۸$$

ریاضی خارج ۹۰

قطر مقطع سیم مسی A، ۲ برابر قطر مقطع سیم مسی B است، و طول آن نیز $\frac{1}{4}$ طول سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم A برابر 5Ω باشد، مقاومت سیم B چند اهم است؟

۱۰	۵
۸۰	۴۰

$d_A = 2d_B$

$L_A = \frac{1}{4} L_B$

هر دو سیم مسی هستند لذا $\rho_A = \rho_B$

$R_A = 5$

$R_B = ?$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2$$

$$\frac{R_B}{5} = 1 \times \frac{L_B}{\frac{1}{4}L_B} \times \left(\frac{2d_B}{d_B}\right)^2$$

$$\frac{R_B}{5} = 1 \times 4 \times 4 \longrightarrow R_B = 80\,\Omega$$

تجربی خارج ۹۴

سیم‌های فلزی A، B، C مقاومت‌یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آن‌ها (L, ρ) و $(L, \frac{1}{5}\rho)$ و $(2L, 1/5\rho)$ است. کدام رابطه بین مقاومت سیم‌ها (R) درست است؟

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

$$R_B = \frac{1}{5}\rho \times \frac{L}{A} = \frac{1}{5}\rho\frac{L}{A}$$

$$R_A = 1/5\rho \times \frac{2L}{A} = 3\rho\frac{L}{A}$$

$R_C = 2R_B$ ✓	$R_A = 3R_C$
$R_A = 3R_C$	
$\times R_C = 3R_A$	$R_A = 3R_C$
$R_A = 4R_B$	$R_B = 4R_A$ ×

× $R_B = 2R_C$

ص ۷

تجربی ۹۵:

دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی هستند. اگر جرم سیم B، $\frac{۲}{۳}$ جرم سیم A بوده و چگالی آن $\frac{۱}{۳}$ چگالی سیم A باشد مقاومت ویژه سیم B چند برابر مقاومت ویژه سیم A است؟

۳	۲
$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۲}$

$L_A = L_B$

$R_A = R_B$

$m_B = \frac{۲}{۳} m_A$

چگالی $\rho_B = \frac{۱}{۳} \rho_A$

مقاومت ویژه $\frac{\rho_B}{\rho_A} = ?$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B}$$

چگالی: $\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{V_A}{V_B}$

$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{A_A L_A}{A_B L_B}$$

$$\frac{\frac{۱}{۳}\rho_A}{\rho_A} = \frac{\frac{۲}{۳} m_A}{m_A} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{۱}{۲}$$

مقاومت ویژه

$$۱ = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times ۱ \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = ۲$$

۸

ریاضی ۹۰ حجم ۲ سیم مسی A و B باهم برابر است ولی قطر سیم A، $\sqrt{2}$ برابر قطر سیم B است اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر ۱۰Ω باشد مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟

۲۰	Ω
۱۲٫۵	۲٫۵

$m_A = m_B$

مقاومت ویژه $\rho_A = \rho_B$ چون مس

$D_A = \sqrt{2} D_B$

$R_B = 10$

$R_A = ?$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2$$

$$\frac{10}{R_A} = 1 \times \frac{L_B}{L_A} \times \left(\frac{\sqrt{2} d_B}{d_B}\right)^2$$

(۲)

$$\frac{10}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \times 2 \Rightarrow \frac{10}{R_A} = 4 \Rightarrow R_A = 2{,}5$$

چون جرم دو سیم هم جنس یعنی یکی بودن حجم‌ها

$$V_A = V_B \Rightarrow A_A L_A = A_B L_B \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{L_B}{L_A}$$

$$\left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2 = \frac{L_B}{L_A} \Rightarrow \frac{L_B}{L_A} = \left(\frac{\sqrt{2}}{1}\right)^2$$

$$\frac{L_B}{L_A} = 2$$

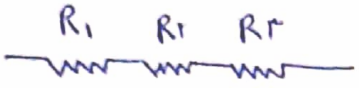
روش دوم: نکته: اگر جرم ثابت باشد و حجم آن را طول یکنواخت تغییر دهیم نسبت مقاومت ثانویه به مقاومت اولیه

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \qquad \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \qquad \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^4 \Rightarrow \frac{R_A}{10} = \left(\frac{d_B}{\sqrt{2} d_B}\right)^4 \Rightarrow \frac{R_A}{10} = \frac{1}{4} \rightarrow R_A = 2{,}5$$

* بهم بستن مقاومت ها *

① سری یا متوالی : در این حالت جریان عبوری از تک تک مقاومت ها یکسان است و برابر جریان کل مدار است.



$$I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n$$
جریان کل

② اختلاف پتانسیل کل برابر است با جمع ولتاژ تک تک مقاومت ها:

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

③

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \quad \Rightarrow I_2 = I_1 \Rightarrow$$

$$\frac{V_2}{R_2} = \frac{V_1}{R_1} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

در حالت سری هرچه مقاومت بزرگتر باشد V (ولتاژ) بیشتری خواهد داشت.

④ مقاومت معادل در حالت سری برابر است با جمع تک تک مقاومت ها:

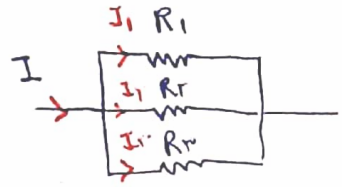
$$R_T = R_1 + R_2 + \cdots$$

در حالت سری مقاومت معادل از تک تک مقاومت ها بزرگتر است.

⑤ اگر n مقاومت مشابه بصورت سری متصل شوند مقاومت معادل برابر است با

$$R_T = n R_1$$

حالت موازی



۱۰

(۱) در این حالت جریان کل در شاخه‌ها به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. یعنی مقاومت بزرگتر جریان کمتری از آن عبور می‌کند.

$$I_T = I_1 + I_2 + \cdots$$

(۲) اختلاف پتانسیل دو سر باتری دقیقاً اختلاف پتانسیل هریک از مقاومت‌ها می‌باشد

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \cdots$$

(۳) در حالت موازی چون $V_1 = V_2$ لذا داریم

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Longrightarrow$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2} \rightarrow$$

برای حل سوالات مدار به مقاومت بزرگتر I می‌دهیم و به مقاومت کوچکتر نسبت می‌دهیم

بزرگ: $\frac{R_{بزرگ}}{R_{کوچک}} I$

(۴) مقاومت معادل ←

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$$

یا

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

در حالت موازی مقاومت معادل از تک تک مقاومت‌ها کوچکتر است.

(۵) اگر n مقاومت مشابه موازی باشند مقاومت معادل برابر است با

$$R_T = \frac{R}{n}$$

$$V_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) V_T$$

ولتاژ کل

$$V_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) V_T$$

modamooz

آمپرسنج : Ⓐ

وسیله اندازه گیری جریان در مدار می باشد درصورتی که ایده آل باشد مقاومت داخلی آن صفر است

آمپرسنج در مدار بصورت متوالی قرار می گیرد بنابراین باید مقاومت داخلی آن ناچیز باشد تا جریان را کم نکند

ولت سنج : Ⓥ

وسیله اندازه گیری ولتاژ در مدار می باشد که ایده آل باشد مقاومت داخلی آن ∞ است.

ولت سنج در مدار بصورت موازی قرار می گیرد بنابراین نباید جریانی از خود عبور دهد پس مقاومت داخلی ایده آل ∞ است.

---

① اگر چند لامپ را با توان های P_1 و P_2 بصورت موازی بهم وصل کنیم توان معادل برابر است با :

$$P_T = P_1 + P_2$$

② اگر چند لامپ با توان های P_1 و P_2 را بصورت سری بهم متصل کنیم توان کل برابر است با :

$$\frac{1}{P_T} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \cdots$$

$$P_T = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2}$$

③ اگر چند لامپ را بصورت سری بهم وصل کنیم و آن ها را با اختلاف پتانسیل V وصل کنیم

الف) چنان چه لامپی بسوزد یا باز شود همه خاموش می شوند.

ب) چنان چه لامپی اتصالی کند خودش خاموش و بقیه با روشنایی بیشتر باقی می مانند

ج) بر طبق رابطه $P = RI^2$ چون I ثابت است (مدار سری) لامپ با مقاومت بیشتر توان بیشتری دارد.

۴) اگر چند لامپ را بصورت موازی بهم وصل کنیم و به اختلاف پتانسیل V متصل کنیم:

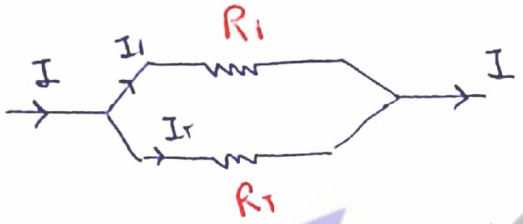
الف) چنان چه لامپی بسوزد یا بازشود خودش خاموش ولی بقیه روشن می مانند

ب) چنان چه لامپی اتصالی کند همه خاموش می شوند

ج) طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ چون V ثابت است (مدار موازی) لامپ با مقاومت کمتر توان بیشتری دارد.

اتصال کوتاه:

اگر مدار روبرو را داشته باشیم:



در صورتی که مقاومت R_1 خیلی بزرگ باشد آن گاه عملاً جریان I_1 خیلی کمک در حد صفر خواهد شد و خواهیم داشت

$I = I_2$

در این حالت اتصالی کوتاه است و R_2 از مدار خارج می شود یعنی جریان بقدری سریع از مقاومت می گذرد که مقاومت را نمی بیند و در واقع مقاومت فرصت کردن جریان را پیدا نمی کند.

در مدارها وجود دو سیم خالی باعث اتصال کوتاه مصرف کننده می شود و از مدار خارج می شوند

پیل یا مولد الکتریکی :

دستگاهی است که در آن انرژی شیمیایی تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود.

هر پیل یا مولد براساس این تبدیل دارای یک مقدار ولتاژ می‌شود که با ε نمایش می‌دهند ε نیروی محرکه مولد است که بیشترین ولتاژ را می‌تواند به مدار بدهد اما مولد دارای یک مقاومت درونی نیز می‌باشد که مقدار آن همواره کوچک است و بین ۰ و ۱ می‌باشد برای نیروی محرکه مولد به واسطه جریانی که از آن می‌گذرد داریم:

$$\varepsilon = V + Ir$$

افت پتانسیل:

(۱) اگر در مدار در جهت جریان حرکت کنیم بنابراین مصرف کننده ولتاژ بیشتری را می‌گیرند بنابراین افت پتانسیل زیاد می‌شود پس علامت IR و Ir منفی می‌شود

(۲) اگر در مدار در خلاف جریان باشیم آن‌گاه افت پتانسیل کم می‌شود و علامت IR و Ir مثبت می‌شود

(۱) تک حلقه: در مدار تک حلقه تنها یک جریان از تمامی مصرف کننده‌ها می‌گذرد بنابراین لزومی وجود ندارد

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

با:

$$I = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum R + r}$$

$\sum \varepsilon$: تمامی منابعی را که بصورت ⊣⊢ از آن عبور می‌کنیم را با هم جمع می‌کنیم.

$\sum \varepsilon'$: تمامی منابعی را که بصورت ⊣⊢ از آن عبور می‌کنیم را با هم جمع می‌کنیم

$\sum R \to$ تمام مقاومت‌ها را با یکدیگر جمع می‌کنیم.

این عددها بدست آمده را در رابطه فوق می‌گذاریم در صورتی که جواب منفی درآمد فقط جهت مسیر حرکت را عوض می‌کنیم و نیازی به محاسبه دوباره نیست.

جریان

رشته ریاضی

در این مدار بخاطر وجود لامپ مشخص دیگر نمی‌توانیم از روی جریان مدار در حلقه‌ها را پیدا کنیم چون از تمامی مصرف کننده‌ها یک جریان نمی‌گذرد بنابراین مراحل زیر را برای محاسبه جریان‌ها انجام می‌دهیم:

۱) ابتدا یک لامپ خاص را انتخاب کرده یعنی گره‌ای که تمامی جریان‌ها را به هم مصرف کننده‌ها وارد شده را در بر می‌گیرد.

۲) در روی دو سر جریان را بصورت کاملاً دلخواه انتخاب می‌کنیم (KCL)

۳) دو مسیر حرکت (برای ۲ حلقه) در حلقه‌ها بصورت جداگانه انتخاب می‌کنیم و سپس دو لامپ مشخص را در دو حلقه بررسی می‌کنیم.

۴) در حلقه‌ها بصورت جدا از لامپ مشخص شده در مسیر انتخابی حرکت کرده و پس از گذشتن از تمامی مصرف کننده‌ها به خودش برمی‌گردیم. معادله‌ای را که بدست می‌آید براساس قانون KVL می‌باشد یعنی باید از پتانسیل لامپ مشخص شروع کرده و جمله‌ای برحسب ولت برای هر مصرف کننده بنویسیم و سپس به خودش برگردیم.

$$\mathcal{E} = IV = IR$$

۵) در نوشتن جمع علامت آن‌ها را براساس نقطه افتهای صفحه قبل عمل می‌کنیم.

۱۵

توان بازده در سوال ۱۲

توان کل $P = \varepsilon I \xrightarrow[\varepsilon = ۲ + ۱۲]{} (۲ + ۱۲) I = ۲I + ۲I^۲$

$= P' + P''$

توان مصرفی سوار بر مقاومت $P' = ۲I \xrightarrow[۲ = IR]{} RI^۲ = P - P''$

توان اتلافی $P'' = I^۲ ۲ = P - P'$

بازده سوار $Ra = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان کل}} \times ۱۰۰$

$Ra = \frac{P'}{P} \times ۱۰۰$

$Ra = \frac{۲}{\varepsilon} \times ۱۰۰$

$Ra = \frac{R}{R+۲} \times ۱۰۰$

* اگر $R = ۲$ باشد داریم:

$Ra = ۵۰٪$

$P' = ؟$ حواستان

$۲ = \frac{۱}{۲} \varepsilon$

۱۶

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

مولد $V = \varepsilon - Ir$

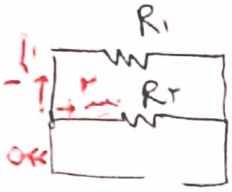
I_T جریان کل $= \dfrac{\varepsilon}{R_T + r}$ ← مقاومت درونی (داخلی) باتری

hodamooz

* نکته‌های مقاومت معادل *

اگر برای رسیدن به مقاومت در هر راه یک مسیر وجود داشت آن مقاومت‌ها سری هستند
ولی اگر ۲ یا چند مسیر وجود داشت مقاومت‌ها موازی هستند.

فرمول محاسبه مقاومت معادل، ۲ مقاومت موازی



① $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

② $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

③ $R_T = \frac{R \text{ بزرگ}}{1 + \text{بیشتر مقاومت‌ها}}$

④ ۲ مقاومت برابر باشند $\rightarrow R_T = \frac{R_1}{2}$

مثال

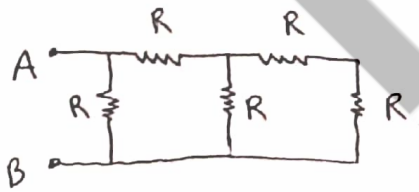
$R_1 = 12$
$R_T = 6$

روش ۱ $\rightarrow R_T = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = \frac{12 \times 6}{18} = 4$

روش ۲ $\rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1+2}{12} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{3}{12} \rightarrow R_T = 4$

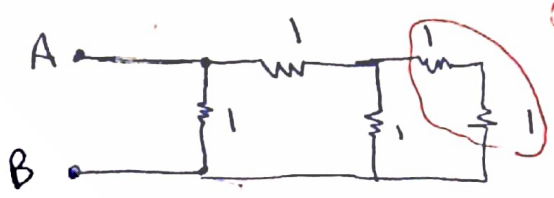
روش ۳ $\rightarrow R_T = \frac{12}{\frac{12}{6} + 1} = \frac{12}{3} = 4$

مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B چند R است؟

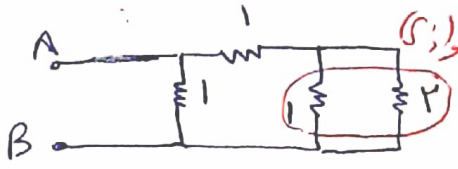


$\frac{5}{2}$	$\frac{8}{3}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{8}{5}$

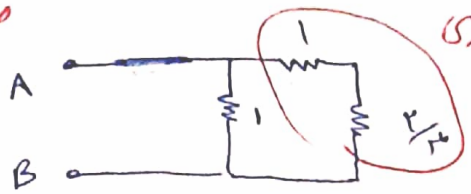
چون همه مقاومت‌ها دارای ضریب ① هستند R را در نظر نمی‌گیریم و جای آن‌ها ① قرار می‌دهیم



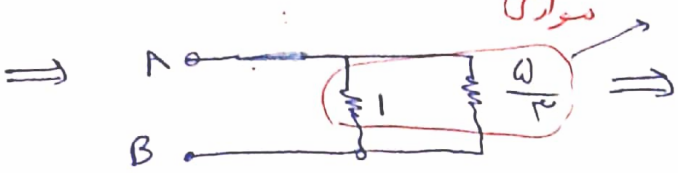
سری $= 1+1 = 2$ $\Rightarrow$



صـ ۱۸

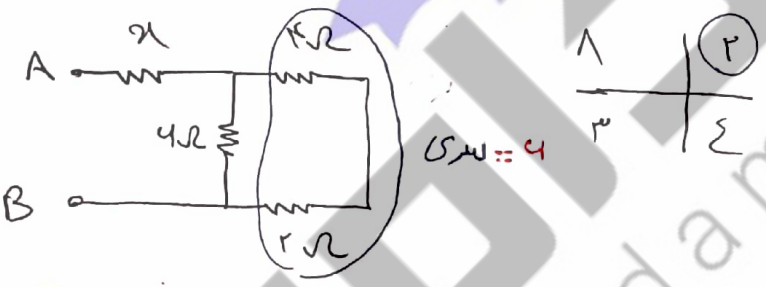


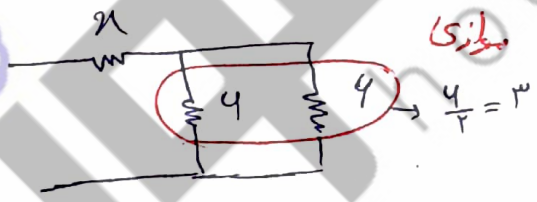
سری $= 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$

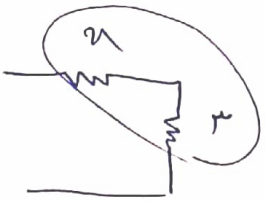


$\frac{\frac{5}{3} \times 1}{\frac{5}{3} + 1} = \frac{5/3}{8/3} = \boxed{5/8}$

در شکل روبرو مقاومت معادل برابر ۵ اهم می‌باشد مقدار x کدام است؟







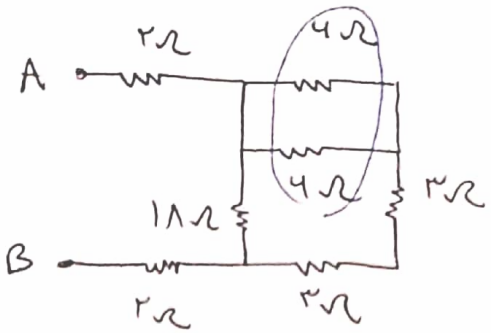
$R_T = 3 + x \xrightarrow{R_T = 5} 5 = 3 + x$

$\boxed{x = 2\Omega}$

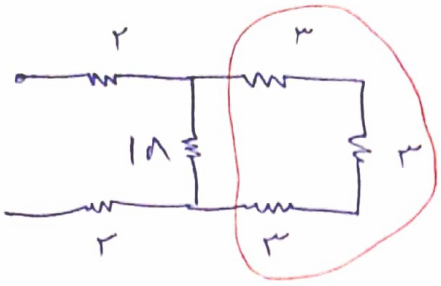
۱۲	۸
۱۶	(۱۰)

در شکل روبرو مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

موازی $= \frac{۶}{۲} = ۳$

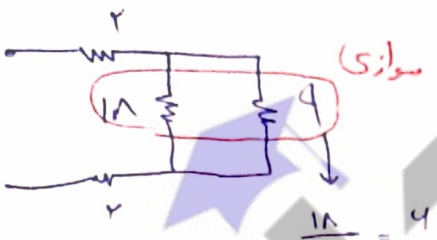


$\Rightarrow$



سری $= ۳+۳+۳ = ۹$

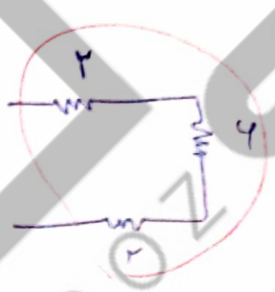
$\Rightarrow$



$\frac{۱۸}{۹} = ۲$

$\frac{۱۸}{۱+۹}$

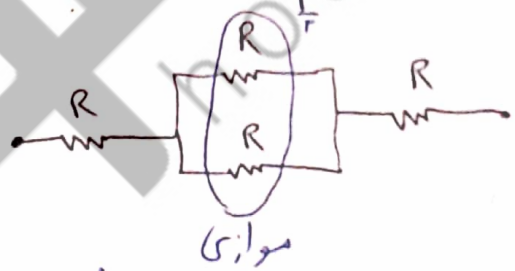
$\Rightarrow$

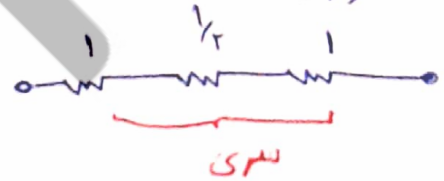


$R_T = ۲+۶+۲ = ۱۰\,\Omega$

در شکل روی و مقاومت معادل مجموعه ۵۰ اهم است مقاومت R چند اهم است؟

(۲۰)	۱۵
۴۰	۲۵





$R_T = ۱+۱+\frac{۱}{۲} = \frac{۵}{۲}R$

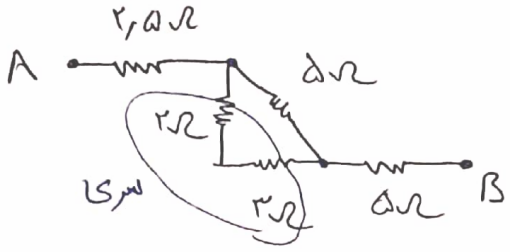
$R_T = ۵۰$

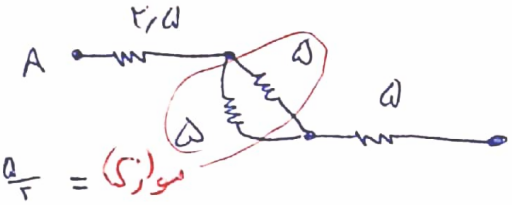
$\frac{۵}{۲}R = ۵۰ \rightarrow R = \frac{۲\times ۵}{۵} = ۲۰$

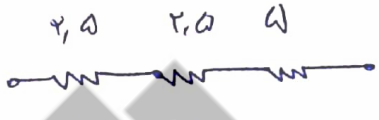
در شکل روبرو مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B چند اُهم است؟

۱۰ | ۸
۲۵/۲ | ۷/۲۵

ص ۲۰



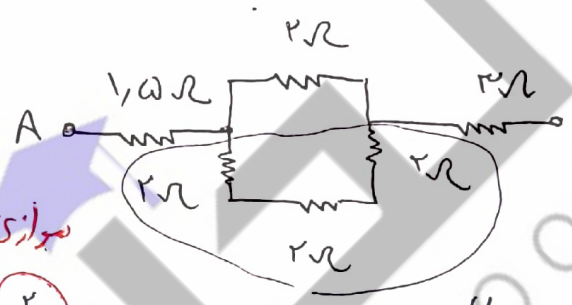


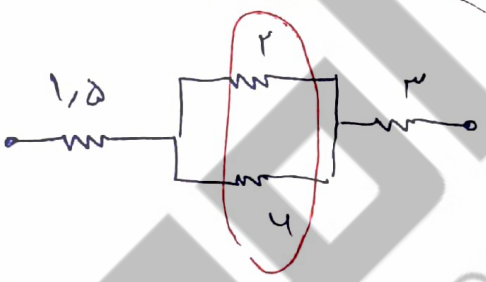


$R_T = ۲٫۵ + ۲٫۵ + ۵ = ۱۰$

در شکل روبرو مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B چند اُهم است؟

۱۴٫۴ | ۶٫۸
۶ | ۸٫۸

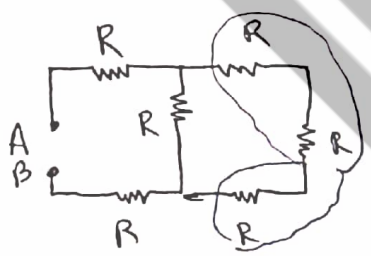




$\frac{۶}{\frac{۶}{۳}+۱} = \frac{۶}{۴} = ۱٫۵$

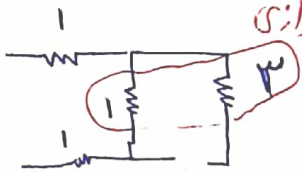
$R_T = ۱٫۵ + ۱٫۵ + ۳ = ۶$

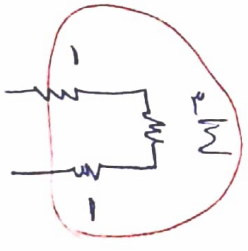
مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B چند R است؟



سری = ۳

۱۱/۴ | ۳/۸
۱۱/۴ | ۴/۱۱

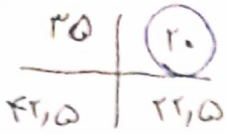


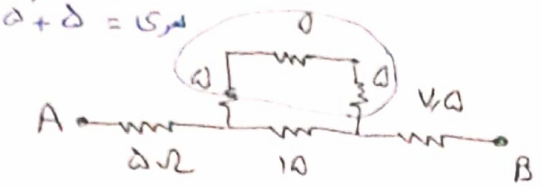


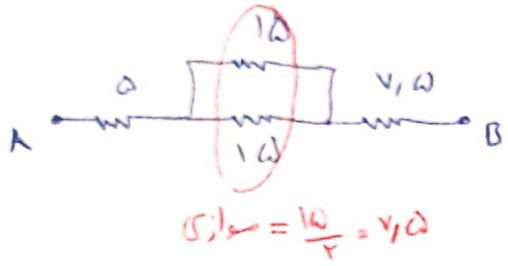
$\Rightarrow$ سری $۱ + \frac{۳}{۴} + ۱ = ۲ + \frac{۳}{۴} = \frac{۱۱}{۴} R$

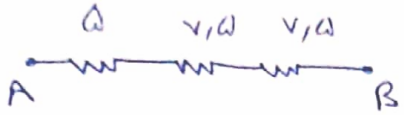
در شکل دو برو مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B چند اُهم است؟

۲۱



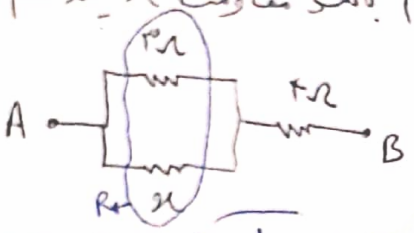






$$R_T = ۵ + ۷,۵ + ۷,۵ = ۲۰\,\Omega$$

در شکل دو برو مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B برابر با ۶ اُهم باشد مقاومت R چند اُهم است؟



مقاومت ۳Ω با مقاومت R موازی است و معادل آن‌ها را R فرض می‌کنیم

$$R_T = R + ۴ \Longrightarrow R + ۴ = ۶$$

$$R_T = ۶$$

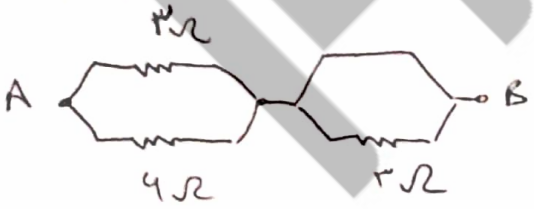
$$R = ۲\,\Omega$$

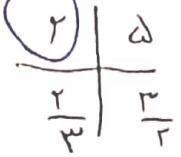
$$۳, R \parallel \Longrightarrow \frac{۳R}{۳+R} = ۲$$

$$۶ + ۲R = ۳R$$

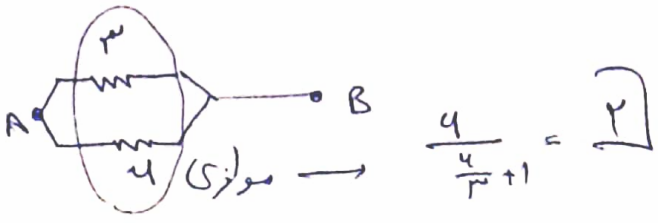
$$R = ۶$$

در شکل مقابل مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B = ؟





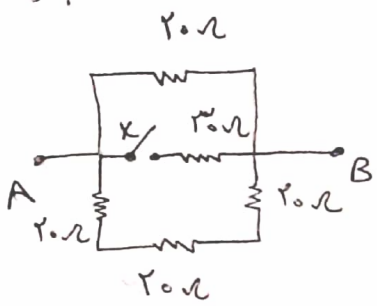
۲ سر مقاومت ۳Ω یک سیم حال بسته شده. لذا اتصال کوتاه می‌گردد و از مدار حذف می‌شود لذا داریم



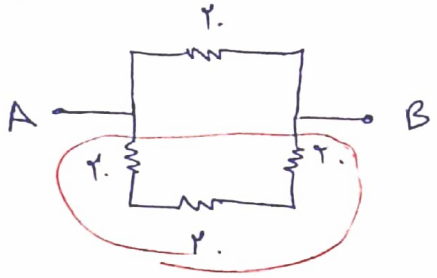
ص ۲۲

نسبت مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B هنگامی که کلید بسته است به مقاومت معادل وقتی که کلید باز است کدام است؟

$\frac{۶}{۷}$	$\frac{۷}{۶}$
✓ $\frac{۲}{۳}$	$\frac{۳}{۲}$



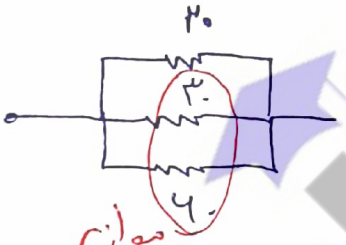
وقتی کلید باز است جریان از خط وسطی عبور نمی‌کند.



$$R_T = \frac{۶۰}{\frac{۶۰}{۲۰}+۱} = \frac{۶۰}{۴} = ۱۵\,\Omega$$

۶۰

وقتی کلید بسته است جریان از خط وسطی هم عبوری کند و مقاومت ۳۰Ω موازی است.



موازی = ۲۵

$$\frac{۲۰\times۲۵}{۲۰+۲۵} = \frac{۵۰۰}{۴۵} = ۱۰$$

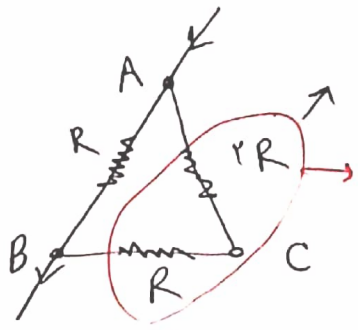
$$\frac{۲۰}{۲} = ۱۰$$

$$\frac{۶۰}{\frac{۶۰}{۲۰}+۱} = \frac{۶۰}{۳} = ۲۰\,\Omega$$

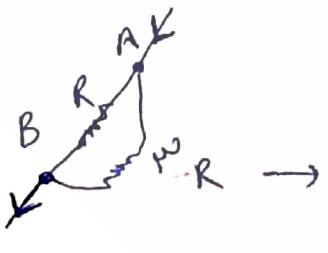
$$\frac{۱۰}{۱۵} = \frac{۲}{۳}$$

مقاومت معادل بین ۲ نقطه A, B =

$\frac{۲}{۵}R$	FR
$\frac{۲}{۳}R$	$\frac{۴}{۲}R$

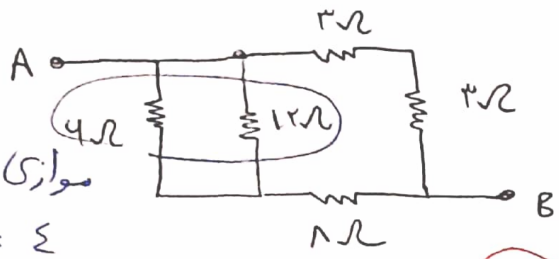


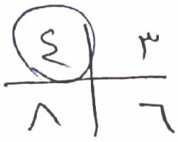
سری



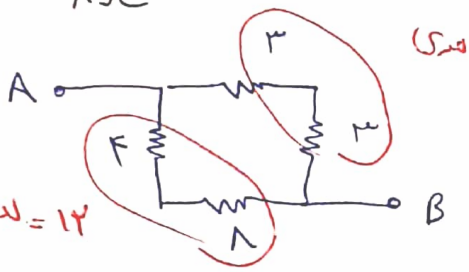
$$۳R \rightarrow \frac{۳\times۱}{۳+۱} = \frac{۳}{۴} = \frac{۳}{۴}R$$

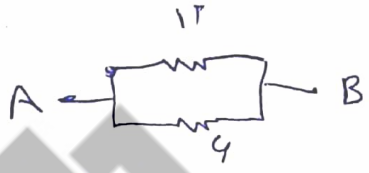
ریاضی ۸۷ در شکل مقابل مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B چند اُهم است؟





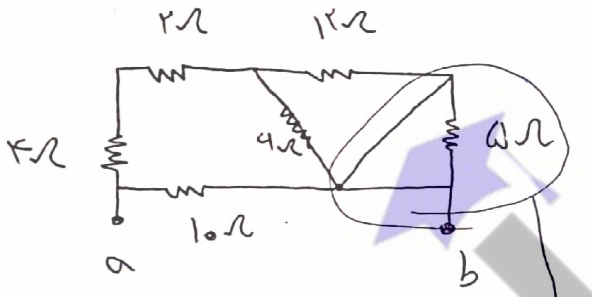
$\frac{۱۲}{\frac{۱۲}{۹}+۱} = ۴$

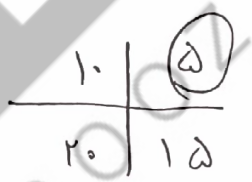




$\frac{۱۲}{\frac{۱۲}{۶}+۱} = ۴$

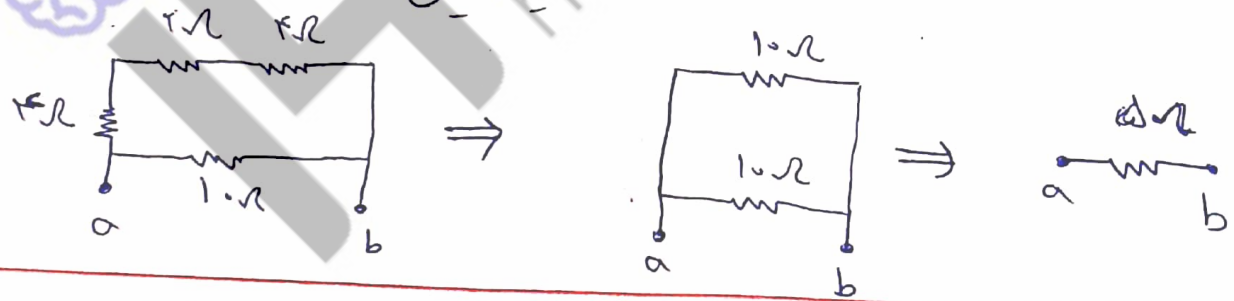
ریاضی ۸۶ مقاومت معادل بین a و b چند اُهم است؟



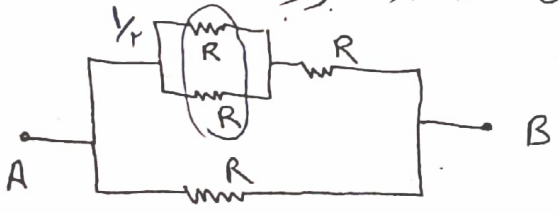


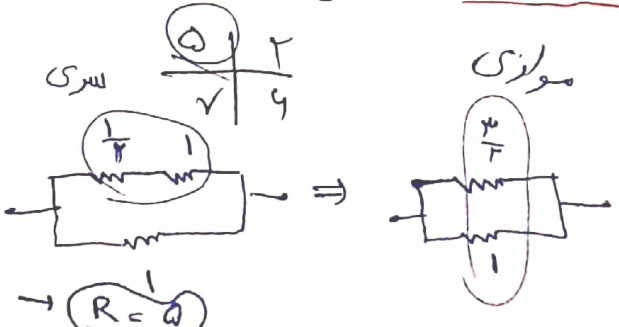
اتصال کوتاه

دو سر مقاومت ۵ اُهمی اتصال کوتاه شده بنابراین از سوار خذف می‌گردد از طرفی مقاومت‌های ۶ و ۱۲ اُهمی باهم موازی هستند در نتیجه مدار بصورت زیر تبدیل می‌گردد.



ریاضی ۸۸ در شکل مقابل ۷ مقاومت معادل بین ۲ نقطه A و B برابر ۳Ω باشد R چند اُهم است؟

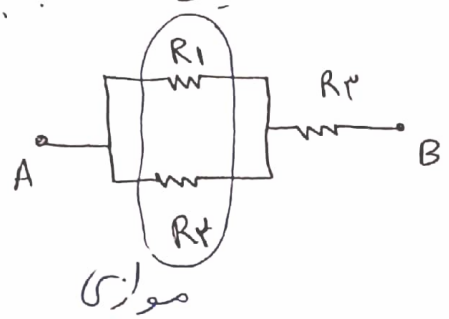




$\Rightarrow R_T = \frac{\frac{۳}{۲}\times ۱}{\frac{۳}{۲}+۱} = \frac{\frac{۳}{۲}}{\frac{۵}{۲}} = \frac{۳}{۵}R = ۳ \rightarrow R = ۵$

ریاضی ۸۹

در شکل مقابل R_3 چقدر باشد تا مقاومت معادل بین A و B برابر R_1 شود؟



$\sqrt{R_1 R_2}$	$\frac{R_1^2}{R_1+R_2}$
$\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}$	$\frac{\sqrt{R_1^2+R_2^2}}{2}$

$$\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} + R_3 = R_1$$

$$R_3 = R_1 - \frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} = \frac{R_1^2 + R_1 R_2 - R_1 R_2}{R_1+R_2} = \frac{R_1^2}{R_1+R_2}$$

مدارهای پیچیده:

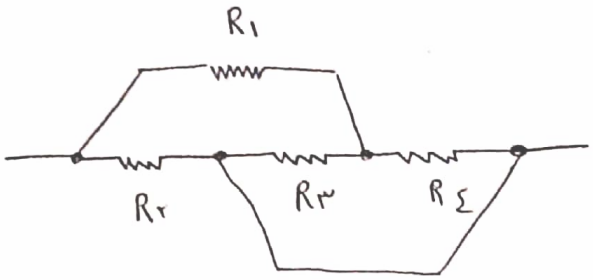
در برخی از مدارها متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها مشخص نیست در این گونه مدارها از روش نقاط هم پتانسیل استفاده می‌شود اگر دو نقطه از مدار با سیم بدون مقاومت یا یکدیگر متصل شوند این نقاط پتانسیل الکتریکی یکسان دارند. از این نقاط برای پیدا کردن مقاومت معادل در مدارهای پیچیده، استفاده می‌کنیم.

روش نقاط هم پتانسیل:

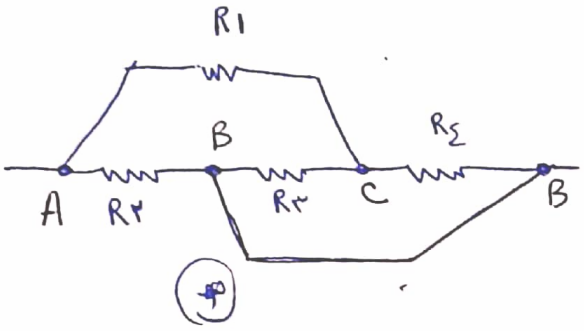
از یک نقطه مدار شروع کنید و آن را مثلاً A نام‌گذاری کنید حال تمام نقاطی از مدار را که با سیم A وصل هستند همان حرف A بنامید. اکنون بر روی مدار حرکت کنید از هر مقاومت که عبور می‌کنید حرف را عوض کنید. مثلاً B بنامید و تمام نقاطی را که با سیم به B متصل هستند نیز B بنامید. این کار را ادامه دهید تا این که ۲ سر هر مقاومت‌ها نام‌گذاری شود آن گاه سعی کنید با حروف نام‌گذاری شده شکل ساده‌تری ایجاد نمایید.

مدار شکل زیر را ساده کنید :

ص ۲۵

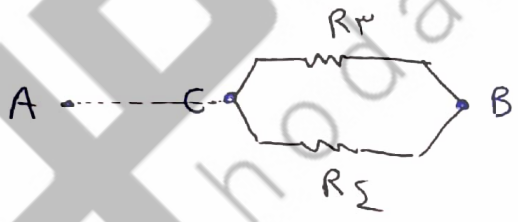


نام گذاری گره‌ها (اول دوسر سوار ، بعد دوسر سیم‌های بدون مقاومت و در آخر گره‌های دیگر را نام گذاری می‌کنیم)



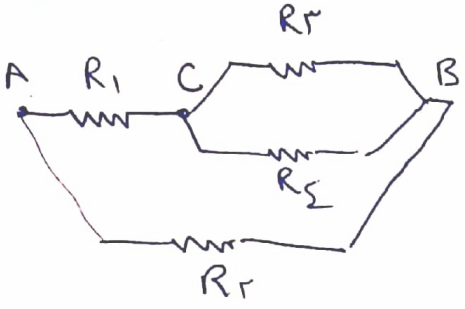
نقاط A و B (دوسرسوار) را مشخص می‌کنیم و نقطه C را بین آن‌ها قرار می‌دهیم

با توجه شکل ④ مقاومت R_3 و R_4 یک طرف به B و طرف دیگرشان به C وصل است



R_2 از یک طرف به B و از طرف دیگر به A متصل است لذا

و R_1 به A و C

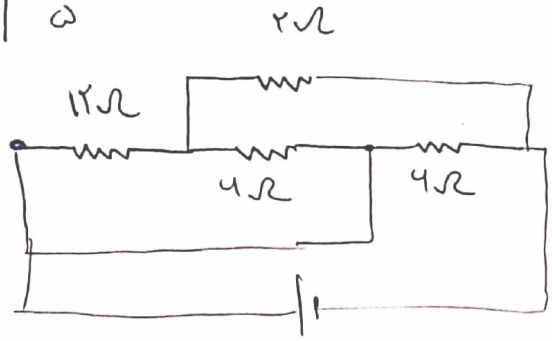


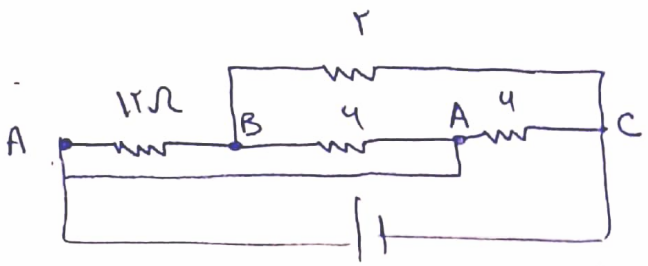
تجربی ۸۹ با تغییر

۲۶

۶	۳
۹	۵

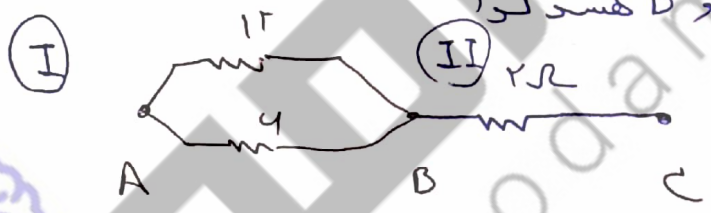
در شکل مقابل مقاومت معادل چقدر است؟





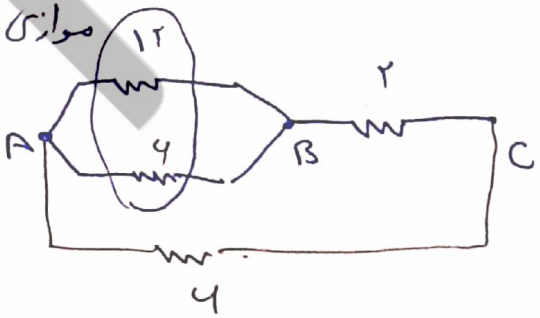
چپ

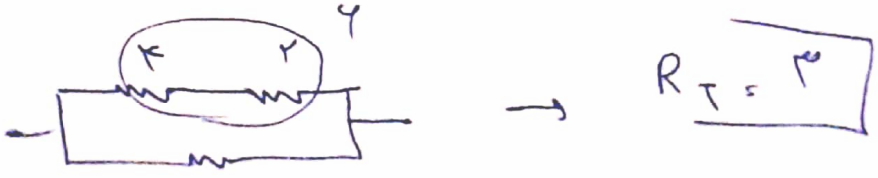
مقاومت ۶ و ۱۲ بین A و B هستند لذا



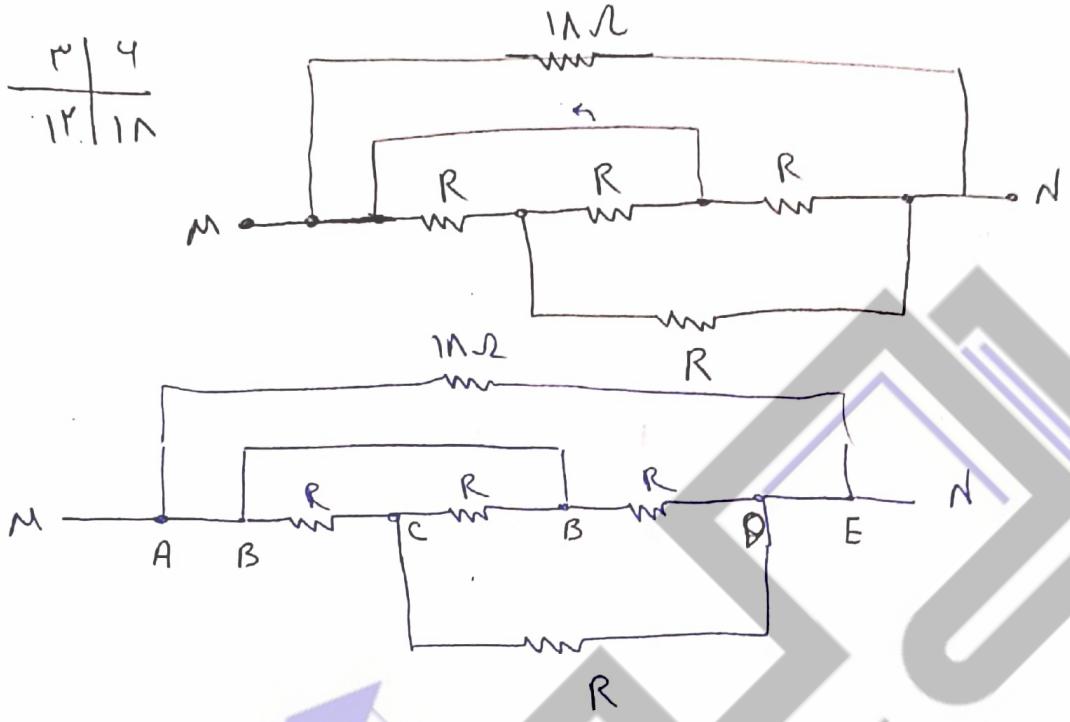
ومقاومت ۲ اهمی بین B و C

مقاومت ۶ اهمی (سمت راست) بین A و C یعنی یک طرف به C و طرف دیگر به A متصل است.



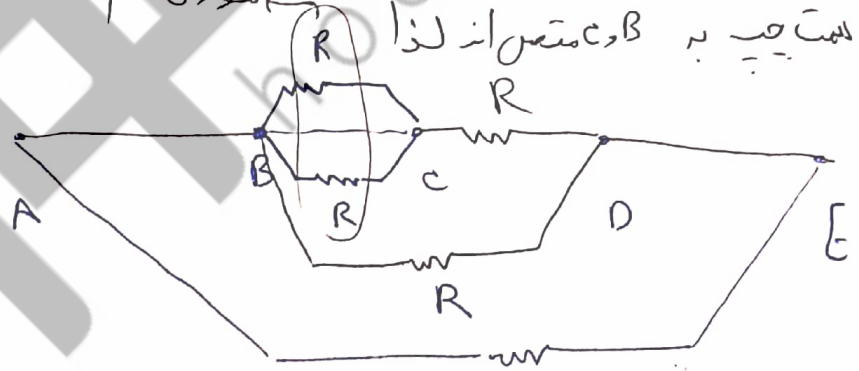


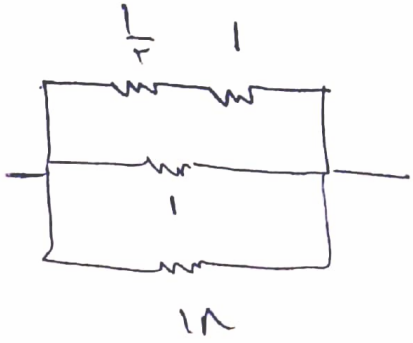
در مدار زیر مقاومت معادل بین دو نقطه M و N برابر $\frac{R}{2}$ است R چند اهم است؟

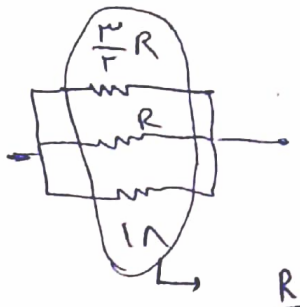


$\frac{1}{2}$ موازی

۲ مقاومت R است چپ به B و C متصل اند لذا







A و E به ۱۸Ω

C و D به R

B و D به R

معادل این ۳ مقاومت = $\frac{R}{2}$

۲۸ $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$$\frac{1}{\frac{R}{2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{18} + \frac{1}{\frac{3}{2}R}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{18} + \frac{2}{3R}$$

$$\frac{2}{R} - \frac{1}{R} - \frac{2}{3R} = \frac{1}{18}$$

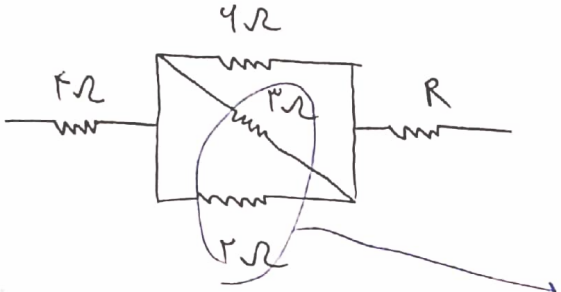
$$\frac{2(3) - 1(3) - 2}{3R} = \frac{1}{18} \rightarrow \frac{1}{3R} = \frac{1}{18}$$

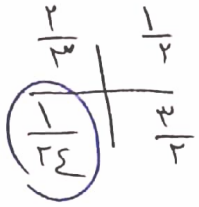
$$\rightarrow R = 6$$

hodamooz

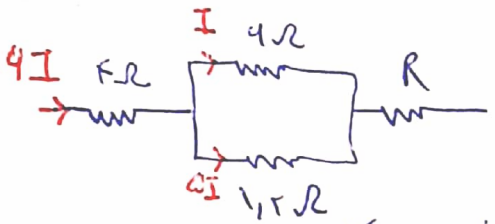
تجربی ۸۵ ج

در شکل مقابل که قسمتی از یک مدار الکتریکی است توان مصرفی مقاومت ۹ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۴ اهمی است ؟





$\frac{۳\times۲}{۳+۲} = \frac{۶}{۵} = ۱,۲\Omega$



به مقاومت بزرگ I می‌دهیم به مقاومت کوچک

$I \times \frac{\text{مقاومت بزرگ}}{\text{مقاومت کوچک}}$ قرار می‌دهیم $\leftarrow \frac{۹}{۱,۲} = ۵I$

$\frac{۹}{۱,۲} = ۵I$

$P_{۹\Omega} = I^۲R = ۹I^۲$

$P_{۴\Omega} = I^۲R = (۹I)^۲R = ۳۶I^۲\times۴$

$\frac{P_{۴\Omega}}{P_{۹\Omega}} = \frac{۳۶\times۴\times I^۲}{۹I^۲} = ۲۴$

$\frac{P_۲}{P_۴} = \frac{۱}{۲۴}$

تجربی ۸۵ خ

از یک مقاومت ۵ اهمی جریان الکتریکی ثابتی عبور کرده و در نتیجه با عبور ۲۰۰ کولن الکتریسیته ، ۴۰۰۰J گرما تولید شده است زمان عبور این مقدار الکتریسیته چند ثانیه است !

۲۵ | ۲۰
۵۰ | ۴۰

$W = I^۲Rt \Rightarrow I = \frac{q}{t}$

$W = \frac{q^۲}{t^۲}\times R\times t = \frac{q^۲R}{t} = \frac{۲۰۰^۲\times۵}{t} = ۴۰۰۰$

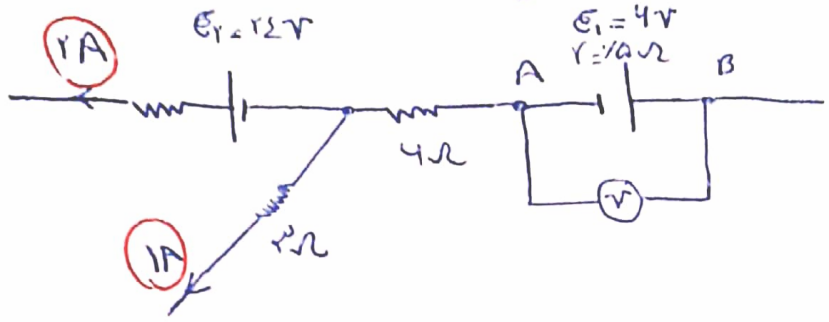
$\Rightarrow t = \frac{۴۰۰\times۴۰۰\times۵}{۴۰۰۰} = ۵۰\,s$

hodamooz

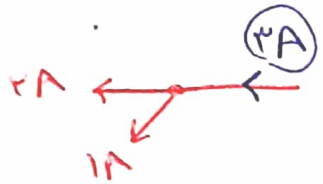
تجربی خ ۸۵

۳۰ ص

در شکل زیر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B چند ولت است؟



۶	۱,۵
۷,۵	۴,۵

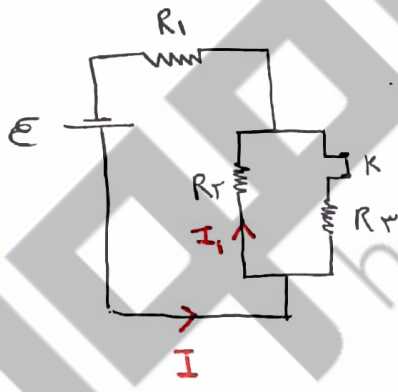


$$V = \varepsilon - Ir$$

$$V_{AB} = -9 - 2 \times 1/5 = -7/5\ V$$

تجربی ۸۶

اگر در شکل مقابل کلید K را باز کنیم جریان‌های I_1 و I به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



افزایش - کاهش	کاهش - کاهش
کاهش - افزایش	افزایش - کاهش

$$\downarrow I_T = \frac{\varepsilon}{\uparrow (R_T) + r}$$

I جریان کل

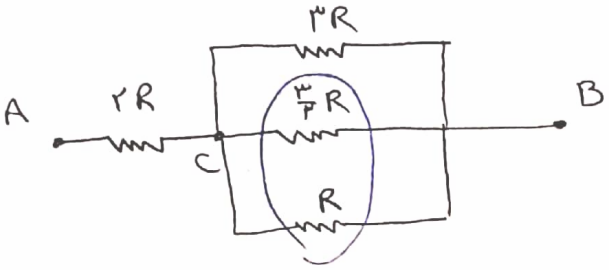
چون با باز کردن کلید R_3 از مدار حذف می‌گردد و مقاومت معادل افزایش می‌یابد لذا جریان کل کاهش می‌یابد

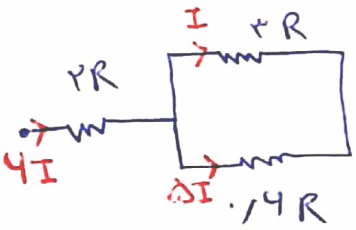
I_1 افزایش می‌یابد زیرا جریان کل بجای تقسیم شدن در دو شاخه، تماماً به یک شاخه وارد می‌شود.

در مقاومت های سوازی با حذف یک مقاومت، مقاومت کل افزایش می‌یابد.

تجربی ۸۶

در شکل روبرو توان مصرفی مقاومت $2R$ چند برابر توان مصرفی مقاومت $3R$ است؟





$$\frac{3}{0/4} = 8$$

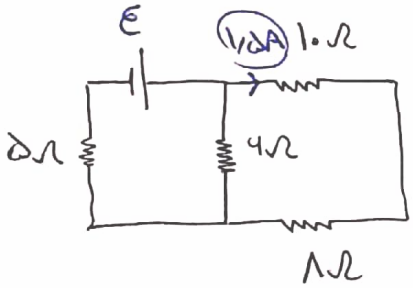
۲۴	۶
$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{6}$

$$\frac{\frac{3}{2}\times 1}{\frac{3}{2}+1} = \frac{\frac{3}{2}}{5/2} = \frac{3}{5} = 0/6$$

$$\frac{P_{2R}}{P_{3R}} = \frac{(4I)^2 \times 2R}{I^2 \times 3R} = \frac{32 I^2 R}{3 I^2 R} = \frac{24}{3}$$

تجربی ۸۶ خ

در مدار شکل مقابل توان مصرفی مقاومت 5Ω اهمی چند وات است؟



۶۰	۲۰
۱۸۰	۱۲۰

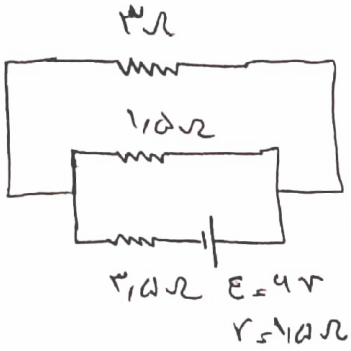
مقاومت 18Ω جریان I می‌گیرد مقاومت 6Ω جریان $3I$ می‌گیرد

$$I + 3I = 1/5 + 2/5 = 4A$$

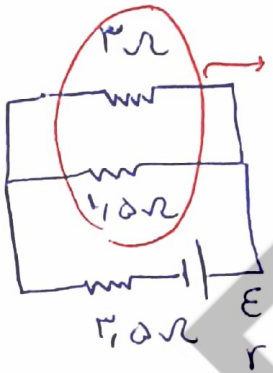
$$P_5 = I^2 R = 4^2 \times 5 = 16 \times 5 = 180\ W$$

۳۲

در مدار مقابل، جریانی که از مقاومت ۱٫۵ اهمی می‌گذرد چند آمپر است؟

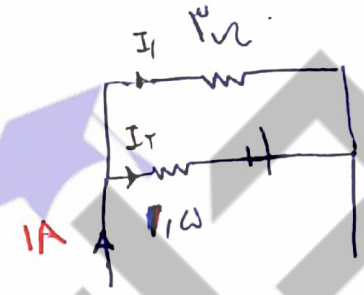


$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$



$$R = \frac{3\times 1/5}{3+1/5} = \frac{4/5}{4/5} = 1\Omega$$

$$I_T = \frac{4}{1+3/5+1/5} = 1A$$



$$I_1 + I_2 = 1A$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{3}{1/5} = 2$$

$$I_2 = 2I_1$$

$$3I_1 = 1 \rightarrow I_1 = \frac{1}{3}$$

$$I_2 = \frac{2}{3}$$

نکته: آمپرسنج به یک مقاومت بسته شود جریان آن مقاومت یا آن شاخه را نشان می‌دهد. $I = \frac{V}{R}$

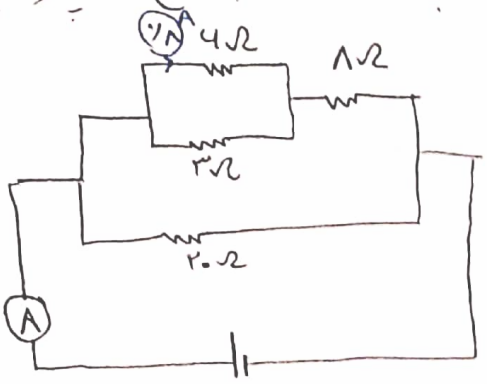
آمپرسنج آرمانی باشد جریان کل را نشان می‌دهد $\Leftarrow$ $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$

ولت‌سنج به دو سر باتری بسته شود $\leftarrow$ $V = \varepsilon - Ir$

ولت‌سنج به دو سر یک مقاومت بسته شود $\leftarrow$ $V = IR$

ص ۳۳

در شکل روبرو شدت جریان در مقاومت ۶Ω برابر ۰/۸ آمپر می‌باشد آمپرسنج A چند آمپر را نشان می‌دهد؟

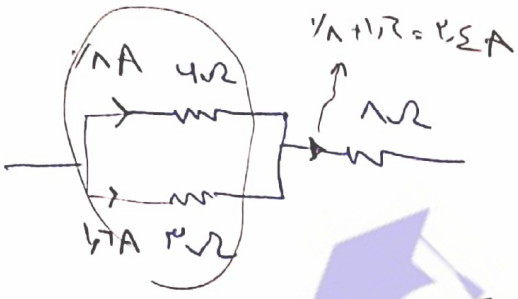


۲,۴	۱,۲
۴	(۳,۶)

① آمپرسنج چون بعد از باتری می‌باشد جریان کل را نشان می‌دهد

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

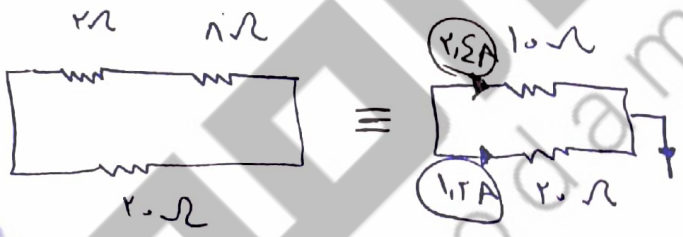
ولی چون ε و r را نداده نمی‌توان از این فرمول استفاده کرد لذا جریان را در تک تک شاخه‌ها محاسبه می‌کنیم سپس با هم جریان کل محاسبه می‌گردد.



ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر ⇒ موازی است

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow 0/8 \times 6 = 3 \times I_2$$

$$I_2 = \frac{6 \times 0/8}{3} = 1/6\,A$$



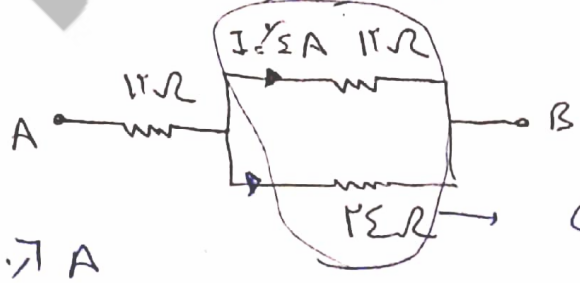
ولتاژها برابر ⇒

$$2/4 \times 10 = 20 \times I \Rightarrow I = \frac{2/4 \times 10}{20} = 1/2\,A$$

$$\text{جریان کل} = 2/4 + 1/2 = 3/6\,A$$

در شکل روبرو اختلاف پتانسیل بین نقطه A و B چند ولت است؟

۶	(۱۲)
۴,۸	۷,۲



$$V_{AB} = I_2 R_2$$

موازی ⇒ $0/4 \times 12 = 24 \times I$

$$I = \frac{0/4 \times 12}{24} = 0/2\,A$$

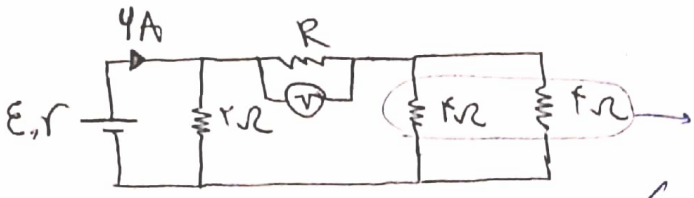
$$I_2 = 0/2 + 0/4 = 0/6\,A$$

$$R_T = \frac{24}{\frac{24}{12}+1} + 12 = 20$$

$$\Rightarrow V_{AB} = 20 \times 0/6 = 12\,V$$

ص ۳۱

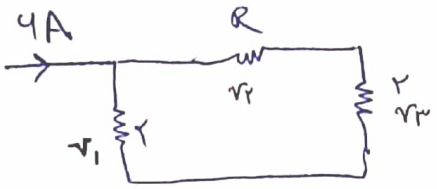
در مدار شکل روبرو ولت‌سنج ۴ ولت را نشان دهد R چند اهم است؟



موازی

۴	۲
۳	۱

مدار را کمی ساده می‌کنیم و پس جریان کل که ۹A می‌باشد را تقسیم می‌کنیم



سری

$I_2 = I_3$

$r_1 = r_2 + r_3$

$I_1 R_1 = I_2 R_2 + I_3 R_3$

$2I_1 = 4 + 2I_2 \rightarrow \boxed{2I_1 = 4 + 2I_2}$

از طرفی $I_1 + I_2 = 9 \rightarrow \boxed{I_1 = 9 - I_2}$

$2(9 - I_2) = 4 + 2I_2 \Rightarrow 18 - 2I_2 = 4 + 2I_2$

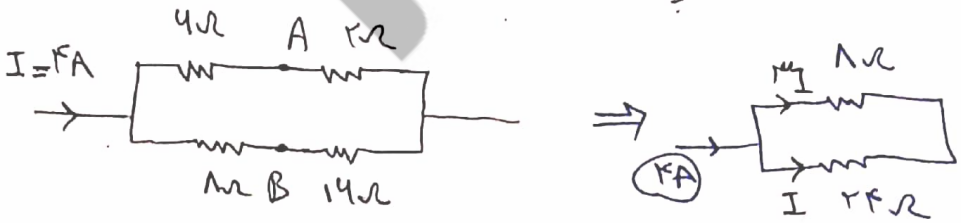
$14 = 4I_2 \rightarrow \boxed{I_2 = 3.5\,A}$

$r_2 = I_2 R_2$

$4 = 2 \times R_2 \rightarrow \boxed{R_2 = 2\Omega}$

تجربی ۸۳

در شکل روبرو اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B چند ولت است؟



۸	۶
۱۲	۱۰

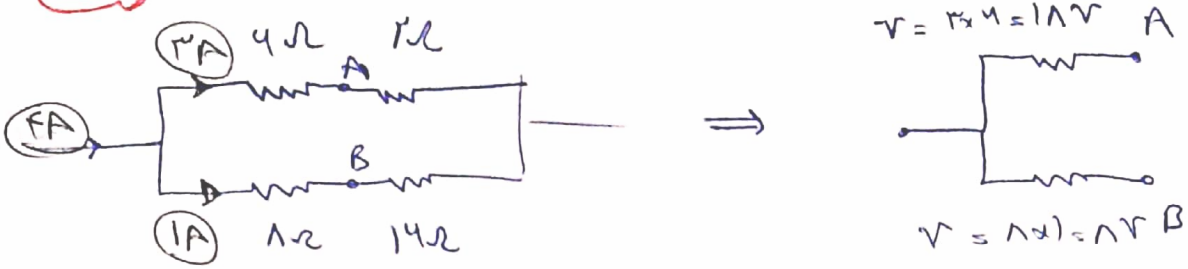
برشاخه‌ی پرمقاومت بزرگ I

کوچک ۳I

$4 = I + 3I$

$4I = 4 \Rightarrow \boxed{I = 1\,A}$

۳۵ ص

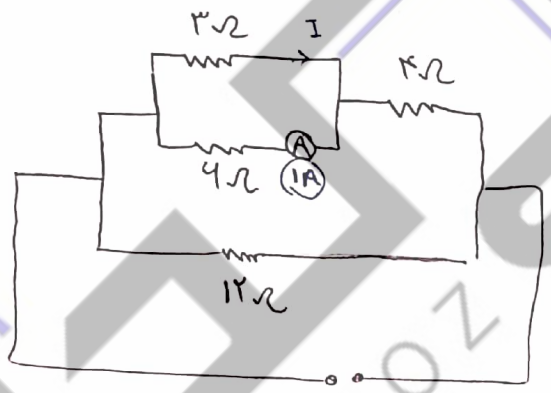


$V_{AB} = ۱۸ - ۸ = ۱۰ V$

کنکور ریاضی

در شکل روبرو آمپرسنج عبور ۱A را نشان می‌دهد ولتاژ دوسرمدار چند ولت است؟

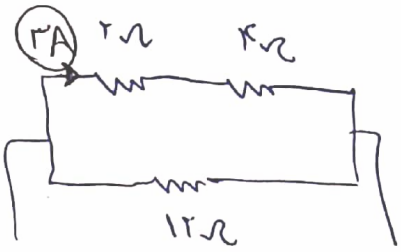
۱۴	۱۶
۲۱	(۱۸)



مقاومت‌های ۳Ω، ۴Ω موازی هستند لذا ولتاژ یکسان دارند یعنی IR شاخه بالا = IR شاخه پایین

$$۳ \times I = ۴ \times ۱ \rightarrow I = ۱A$$

$$R_T = \frac{۴}{\frac{۴}{۳}+۱} = ۲\Omega$$



ولتاژ برابر $۴,۱۲$ موازی

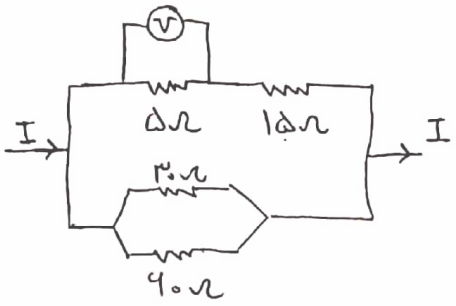
$$۴ \times ۳ = ۱۲ \times I \rightarrow I = \frac{۱۸}{۱۲} = ۱,۵A$$

جریان کل $= ۳ + ۱,۵ = ۴,۵A$

$$V = I_T R_T \Rightarrow V_T = ۴,۵ \times \left(\frac{۱۲}{۴}\right) = ۱۸ V$$

در شکل روبرو I برابر چند آمپر باشد تا ولت‌سنج ۱۰ ولت را نشان دهد؟ ۳۶

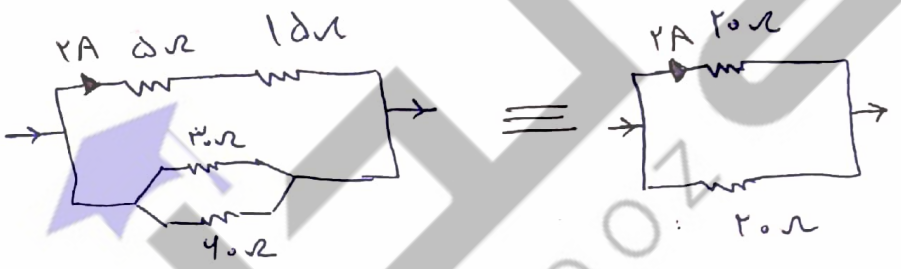
۳	۲
۵	٤



ولت‌سنج به دو سر مقاومت ۵ اهمی بسته شده، لذا ولتی که نشان می‌دهد.

$V = IR$

$10 = I \times 5 \rightarrow I = 2A$ ← جریان شاخه بالا



بعد از محاسبه مقاومت معادل شاخه بالا و شاخه پایین ۲ مقاومت موازی ۲۰ اهمی داریم که ولتاژهای یکسان دارند

$IR = IR$
شاخه بالا — شاخه پایین

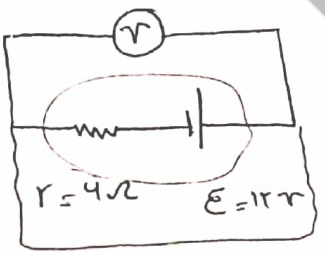
$20 \times 2 = I \times 20 \rightarrow I = 2A$

جریان کل $2A + 2A = 4A$

شاخه بالا — شاخه پایین

ریاضی ۹۸

در مدار زیر ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟



۲	۵
۱۲	۶

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

$I_T = \frac{12}{5+6} = 2A$

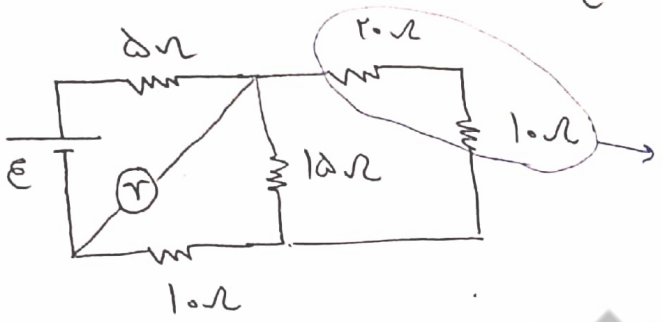
چون ولت‌سنج به دو سر باتری متصل است ← $V = \varepsilon - Ir = 12 - 2(6) = 5$

ریاضی ۹۸ خ

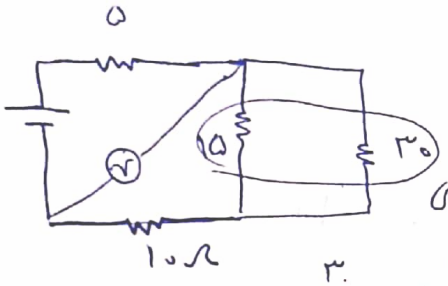
۳۷

در مدار زیر ولت‌سنج آرمانی ۶ ولت را نشان می‌دهد ولتاژ دو سر مولد چند ولت است؟

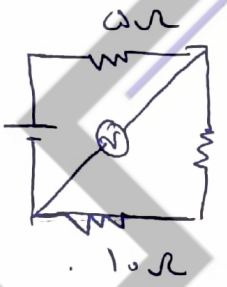
۳	۴٫۵
۵	۷٫۵



مدار را ساده می‌کنیم



موازی ⟹



$\frac{۳۰}{۳۰+۱۵} + ۱ = ۱۰$

⟹

ولت‌سنج ولتاژ مقاومت ۲۰ اهمی را نشان می‌دهد لذا

$V = IR \Rightarrow ۶ = I \times ۲۰ \rightarrow I = ۰/۳\ A$

$I = \frac{\varepsilon}{R_T + ۲} \Rightarrow ۰/۳ = \frac{\varepsilon}{۲۰ + ۵} \rightarrow \varepsilon = ۷/۵\ V$

ریاضی ۹۸ خ

۳۸

در مدار زیر یک باتری آرمانی با $\varepsilon = ۲۰\ V$ و $R_1 = ۱۰۰\ k\Omega$ و $R_T = ۲\ M\Omega$ قرار دارند.

جریان گذرا از باتری می‌گذرد چند میلی آمپر است؟

۰/۲۱	۲٫۱
۲۱	۲۱۰

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

$R_T = \frac{۱۰۰ \times ۱۰^۳ \times ۲ \times ۱۰^۶}{۱۰^۵ + ۲ \times ۱۰^۶} = \frac{۲ \times ۱۰^{۱۱}}{۱۰^۵(۱+۲۰)} = \frac{۲ \times ۱۰^۶}{۲۱}\ \Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R_T + ۲} \Rightarrow I = \frac{۲۰}{\frac{۲ \times ۱۰^۶}{۲۱}} = \frac{۲۰ \times ۲۱}{۲ \times ۱۰^۶} \times ۱۰^۳$ (A → mA)

$= ۰/۲۱\ mA$

ریاضی ۹۸ خ

روی یک لامپ عددهای ۲۲۰V و ۱۰۰W ثبت شده است. اگر این لامپ با اختلاف پتانسیل ۲۰۰V وصل شود و فرض ثابت ماندن مقاومت لامپ در مدت ۱۱ ساعت چند کیلووات ساعت انرژی مصرف می‌کند؟

۱۰	۱۱
$\frac{۱۰}{۱۱}$	$\frac{۱۰}{۱۲۱}$

با توجه به ثابت بودن مقاومت لامپ، توان مصرفی لامپ برابر است با

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

$$\frac{P_2}{۱۰۰} = \left(\frac{۲۰۰}{۲۲۰}\right)^2 \Rightarrow P_2 = ۱۰۰ \times \left(\frac{۲۰۰}{۲۲۰}\right)^2 W \div ۱۰۰۰$$

$$P_2 = \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰}\left(\frac{۲۰۰}{۲۲۰}\right)^2 = ۰/۱\left(\frac{۲}{۲/۲}\right)^2 = ۰/۱\left(\frac{۱}{۱/۱}\right)^2 kW$$

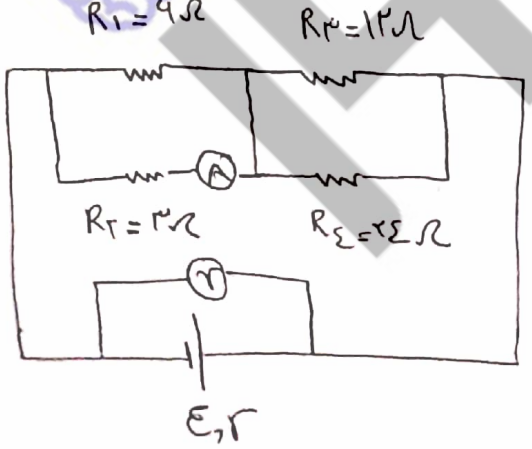
انرژی مصرفی در مدت ۱۱ ساعت

$$U = P \times t$$

$$U = ۰/۱ \times \frac{۱}{۱/۱^2} \times ۱۱ = \frac{۰/۱ \times ۱۱}{۱/۱ \times ۱/۱} = \frac{۱۱ \times ۱۰^{-۱}}{۱۱ \times ۱۱ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۱۰}{۱۱} kwh$$

تجربی ۹۸

در مدار زیر به جای مقاومت ۳ اهمی، مقاومت ۶ اهمی قرار دهیم اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند به ترتیب چه تغییری می‌کند؟



افزایش - کاهش	کاهش - افزایش
کاهش - افزایش	افزایش - افزایش

در حالت اول $\rightarrow R_T = \frac{۶}{\frac{۶}{۳}+۱} + \frac{۲۴}{\frac{۲۴}{۱۲}+۱} = ۱۰\Omega$

در حالت دوم

$$R_T = \frac{۶}{\frac{۶}{۶}+۱} + \frac{۲۴}{\frac{۲۴}{۱۲}+۱} = ۱۱\Omega$$

$$\downarrow I_T = \frac{\varepsilon}{\uparrow (R_T + r)} \Rightarrow A \rightarrow \text{کاهش}$$

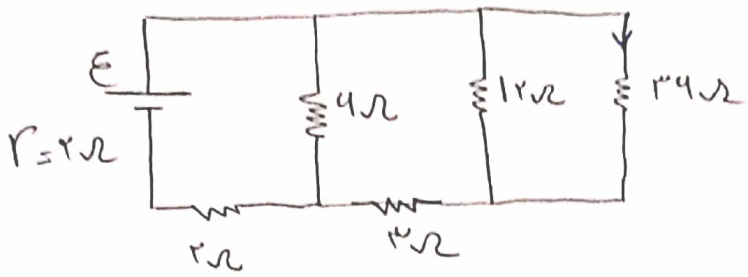
$$V = \varepsilon - \underbrace{Ir}_{\text{کاهش}} \rightarrow V \uparrow$$

مسئله ۳۹

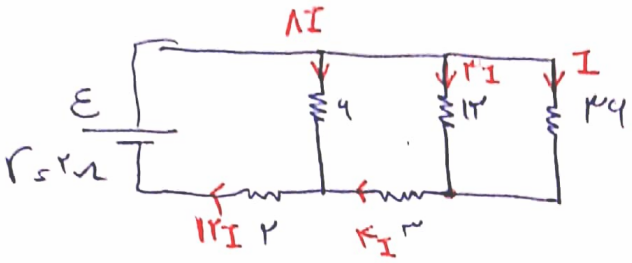
در مدار زیر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیش‌ترین توان در آن تلف می‌شود ۱۲ ولت است

ε چند ولت است؟

۱۲	۱۸
۲۰	۲۴



$P = I^2 R$



توان مقاومت اول ← $P = I^2 \times 36$

توان مقاومت دوم ← $P = 9I^2 \times 12$

توان مقاومت ۳ اهمی ← $P = 14I^2 \times 3$

توان مقاومت ۴ اهمی ← $P = 4\Sigma I^2 \times 4$ (Max)

توان مقاومت ۲ اهمی ← $P = 1\Sigma\Sigma I^2 \times 2$

اختلاف پتانسیل مقاومت

لذا اختلاف پتانسیل ۴ اهمی را داده ←

$V = IR$

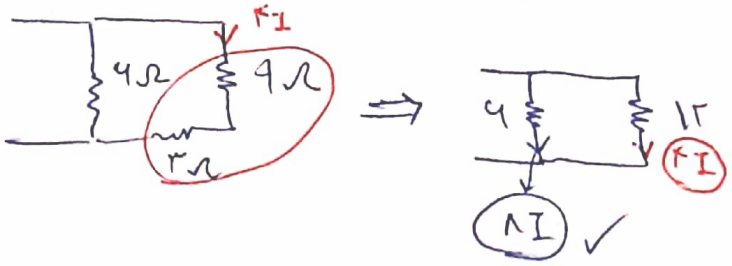
$12 = 8I \times 4 \rightarrow I = \frac{1}{\Sigma} A$

$I_T = 12I \Rightarrow 12I = 12 \times \frac{1}{\Sigma} = 3A$ ← جریان کل

$I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + 2} \Rightarrow 3 = \frac{\varepsilon}{4+2} \rightarrow \varepsilon = 24V$

---

۳۶ , ۱۲ ← موازی ← $\frac{36}{\frac{36}{12}+1} = 9$

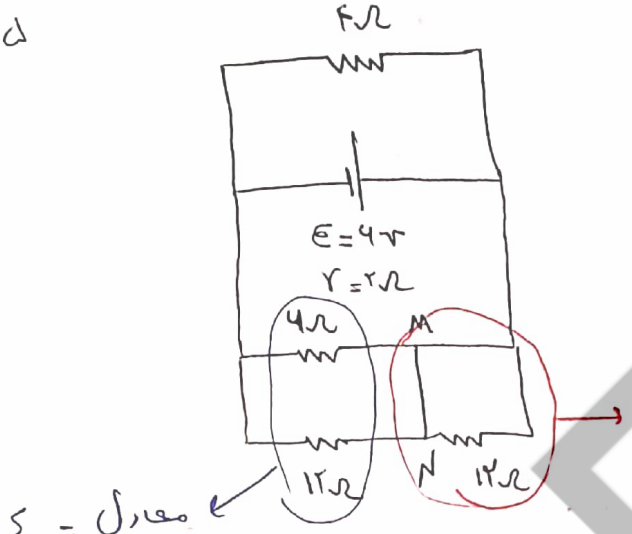


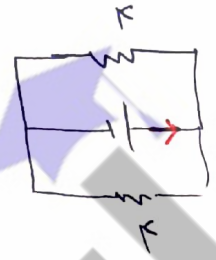
تجربی ۹۸

سؤال ۴۰

در مدار زیر جریان الکتریکی که از سیم رابط MN می‌گذرد چند آمپر است؟

۰/۵۰	(۰/۲۵)
۱/۵	۰/۷۵

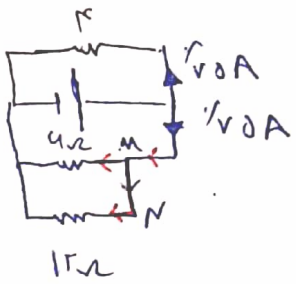




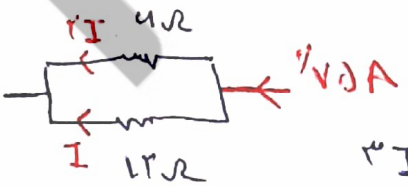
$R_T = \frac{۴}{۲} = ۲$

$I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow I_T = \frac{۴}{۱+۲} = ۱/۵\,A$

حال جریان ۱/۵A چون مقاومت بالا و پایین برابر است تقسیم می‌شود یعنی ۰/۷۵A پایین می‌آید و ۰/۷۵A بالا می‌رود

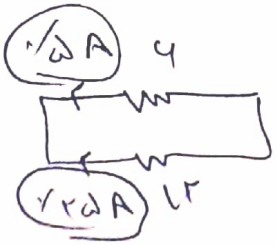


$\downarrow$ ۰/۷۵ A



$۳I = ۰/۷۵$

$\Rightarrow I = ۰/۲۵\,A$



جریان گذرنده از MN همان جریان گذرنده از ۱۲Ω می‌باشد

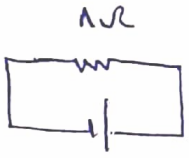
تجربی ۹۸ خ

ست ۴۱

ولت‌سنجی آرمان اختلاف پتانسیل دوسرمیک باتری را که به مداری وصل نیست ۱۲ ولت نشان می‌دهد حال اگر یک مقاومت ۸ اهمی را به دوسر آن ببندیم، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دوسر باتری را ۹٫۶ ولت نشان می‌دهد مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

۲	۱
۴	۳

$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = \varepsilon = 12$ ولت $\Rightarrow V = IR$



$9,6 = I \times 8$

$\Rightarrow I = 1,2\,A$

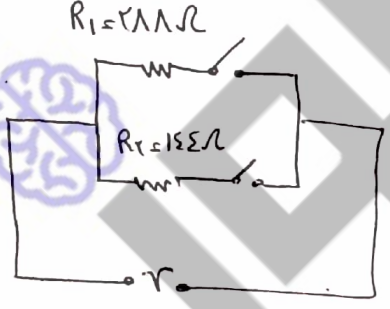
$V = \varepsilon - Ir$

$9,6 = 12 - 1,2r \Rightarrow 9,6 - 12 = -1,2r$

$2,4 = 1,2r \rightarrow r = 2\Omega$

تجربی ۹۸ خ

در مدار زیر با بستن هر دو کلید یا یکی از آن‌ها می‌توان ۳ توان مصرفی در مدار ایجاد کرد نسبت بیش‌ترین توان مصرفی به کمترین توان مصرفی کدام است؟



۲	۱٫۵
۴	③

اگر کلید R_1 بسته شود $\Rightarrow P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P = \frac{V^2}{288} \rightarrow min$

اگر R_2 بسته شود $\Rightarrow P = \frac{V^2}{144}$

اگر هر دو بسته شوند $\Rightarrow P = \frac{V^2}{R_T} = \frac{V^2}{96} \rightarrow max$

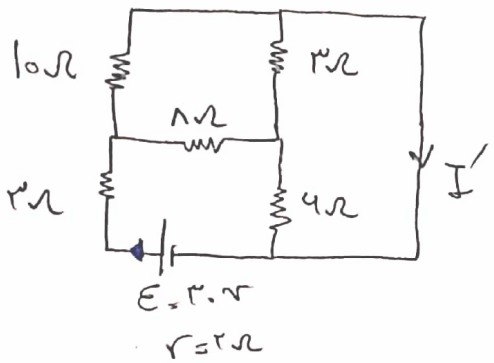
$R_T = \frac{288}{\frac{288}{144}+1} = \frac{288}{3} = 96$

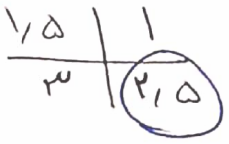
$\Rightarrow \frac{\frac{V^2}{96}}{\frac{V^2}{288}} = \frac{288}{96} = 3$

تجربی ۹۸ خ

مسئله ۴۲

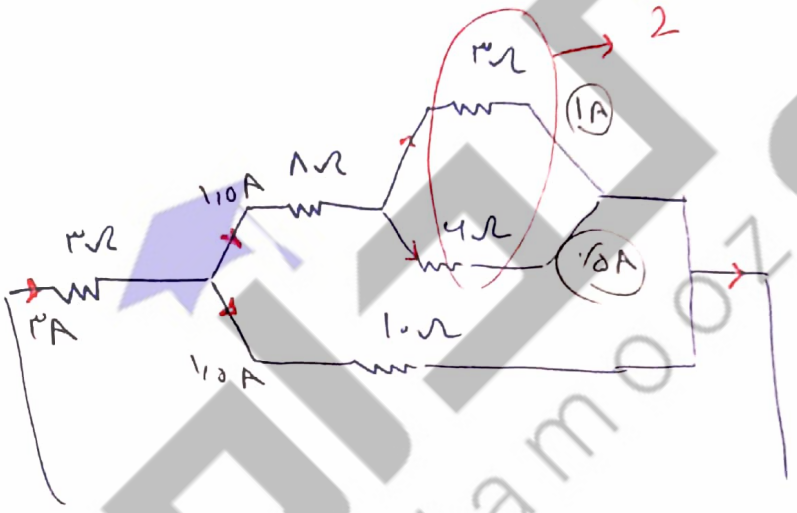
در مدار روبرو جریان I' چند آمپر است؟

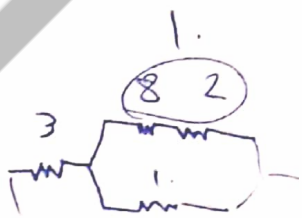




از باتری جریان را کنترل می‌کنیم. جریان کل از ۳Ω عبور می‌کند و به ۲Ω خورده ۸ و ۱۰ می‌رود

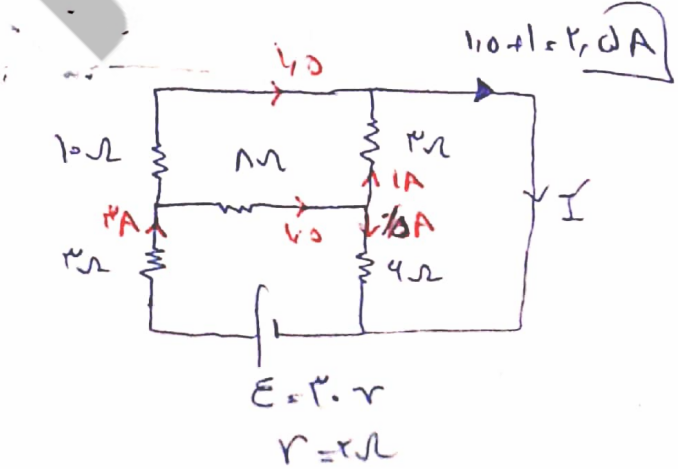
چون مقاومت ۳Ω و ۶Ω هردو به هم بدون مقاومت متصل‌اند با هم موازی‌اند





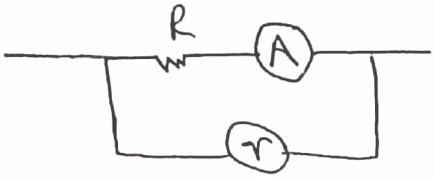
$$R_{eq} = ۳ + \frac{۱۰}{۲} = ۸\Omega$$

$$I_T = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \Rightarrow I_T = \frac{۳۰}{۸+۲} = ۳A$$



ریاضی ۹۷

در شکل زیر ولت‌سنج ۲kΩ و مقاومت آمپرسنج ۵Ω است. اگر ولت‌سنج و آمپرسنج به ترتیب ۱۲V و ۱۰۰mA را نشان دهند توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟



۱٫۵	(۱٫۱۵)
۱۵	۱۱٫۵

شاخه‌ای $\Rightarrow \quad 12 = (R \times 0.1) + 5 \times 0.1 \xrightarrow{\times 10} 120 = R + 5$

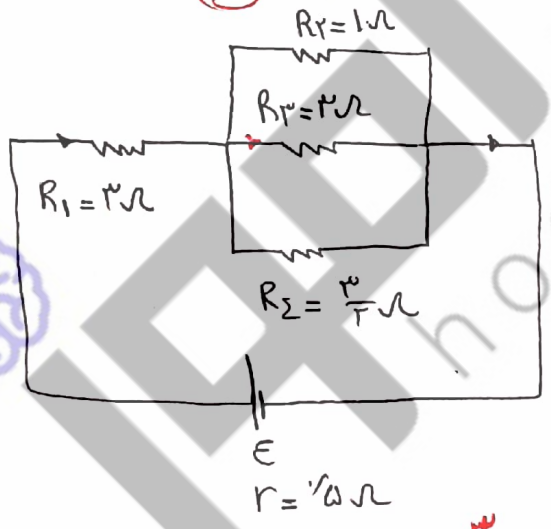
$R = 115\Omega$

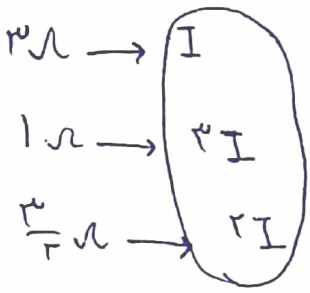
$P = I^2R = 115 \times 0.1^2 = 1.15\,W$

ریاضی ۹۷ خ

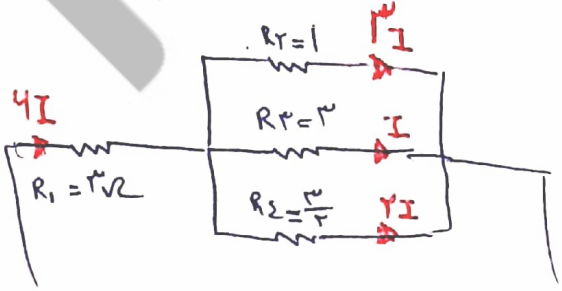
در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است توان مصرفی مقاومت R_1 چند برابر توان مصرفی مقاومت R_3 است؟

۹	۱
(۳۶)	۹





$4I = 6 \Rightarrow$



$P_{R_1} = I^2R_1 = (4I)^2 \times 3 = 36 \times 3 I^2$

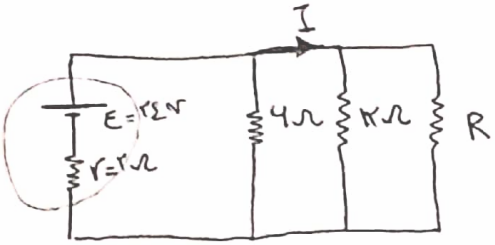
$P_{R_3} = I^2 \times 3$

$\frac{P_{R_1}}{P_{R_3}} = \frac{36 \times 3 \times I^2}{I^2 \times 3} = 36$

ریاضی ۹۷

در مدار زیر R چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد بیشترین شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟

۳ و ۴٫۸	۱۲ و ۵
۳ و ۲٫۴	۴٫۴



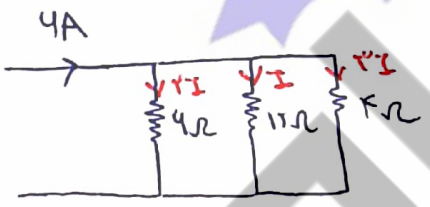
شرط این‌که توان خروجی مولد بیشتر شود $R = r$

$$R_T = \frac{۱۲ \times ۴}{۴ + ۱۲} = ۳$$

$$\Rightarrow R_T = r$$

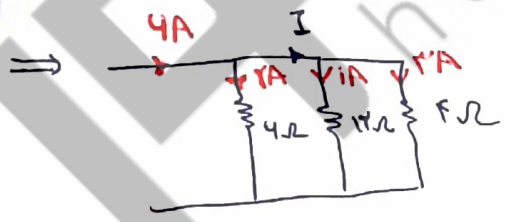
$$\frac{۴ \times R}{۴ + R} = ۲ \Rightarrow ۸ + ۲R = ۴R \Rightarrow R = ۴$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} \Rightarrow I = \frac{۲۴}{۲ + ۲} = ۶A$$



۱۲ → I
۶ → ۲I
۴ → ۴I

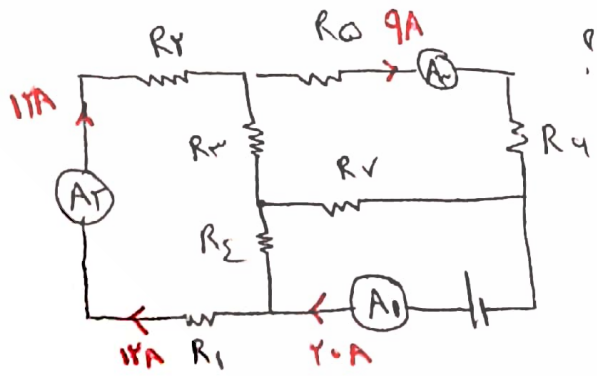
$$۶I = ۶ \rightarrow I = ۱A$$



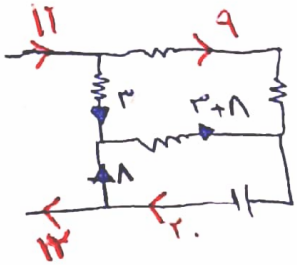
$$I = ۱ + ۳ = ۴A$$

ریاضی ۹۷

در مدار زیر آمپرسنج‌های A_1، A_2، A_3 به ترتیب جریان‌های ۲۰A، ۱۲A و ۹A را نشان می‌دهند. از مقاومت R_7 جریان چند آمپر عبور می‌کند؟



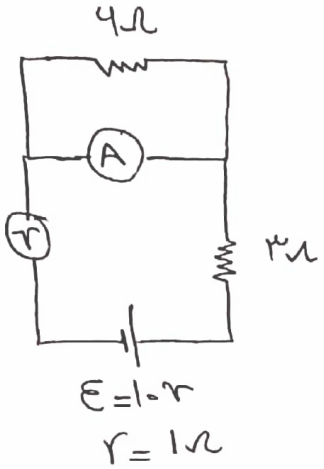
۴	۳
(۱۱)	۸



ریاضی ۹۷ خ

ص ۴۵

در مدار روبرو آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



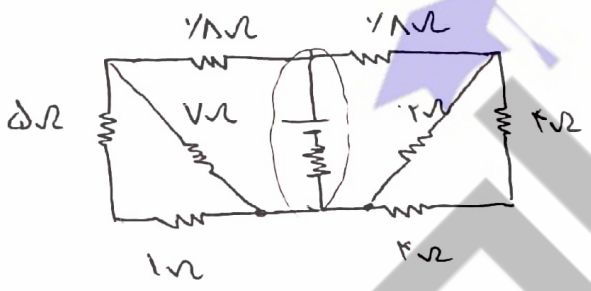
صفر-صفر	صفر-۱۰V
۹V-۱A	۱۰V-۱A

آمپرسنج موازی بسته شده لذا $I=0$

$V=\varepsilon-\cancel{Ir} \Rightarrow V=\varepsilon=10V$

تجربی ۹۷

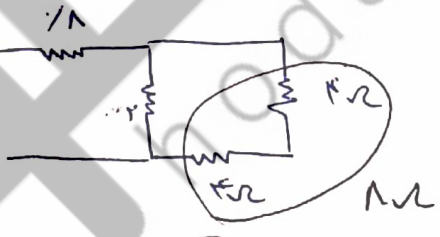
در شکل زیر کدام توان مصرفی مقاومت ۲ اهمی برابر ۸ وات با شش اختلاف پتانسیل دوسرش چند ولت است؟

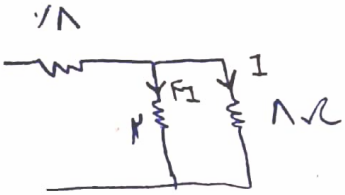


۱۲	۹
۹	۸

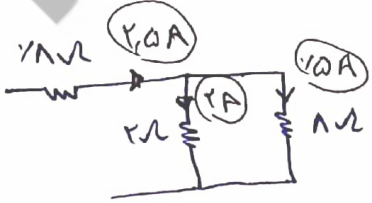
$P=I^2R$

$8=I^2\times 2 \rightarrow I^2=4 \rightarrow I=2A$





$4I=2 \rightarrow I=\frac{1}{2}$



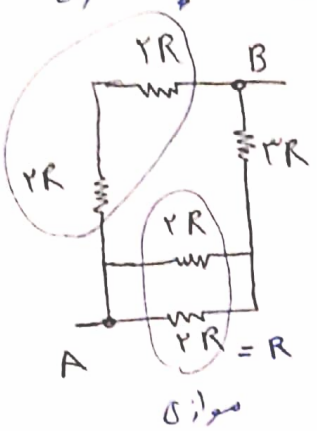
$\Rightarrow$

$\Rightarrow R_T=2,4$

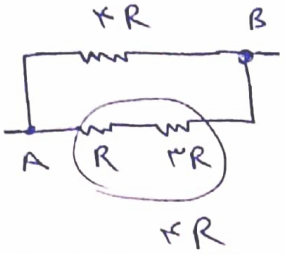
$V=IR \Rightarrow 2,5\times 2,4=6V$

ریاضی ۹۹ خ

در شکل روبرو مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند R است؟

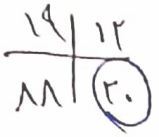


پاسخ:



تجربی ۹۹

روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده است و باهم ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟



پس از ۱۰۰٪، ۱۹٪ کم کرده

$$P_2 = (100-19)\%\, P_1 = 81\%\, P_1$$

$$\boxed{P_2 = \%81\, P_1}$$

فرض می‌کنیم دمای لامپ ثابت و در نتیجه تغییر مقاومت آن قابل چشم‌پوشی است.

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

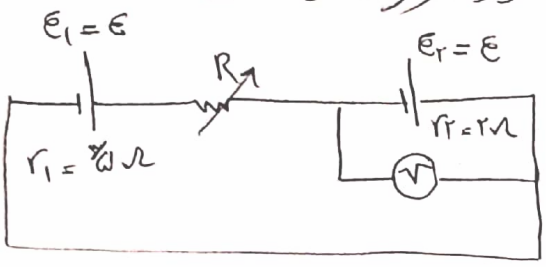
$$\frac{\%81\, P_1}{P_1} = \left(\frac{V_2}{200}\right)^2 \Rightarrow V_2^2 = \%81 \times 200^2 \Rightarrow$$

$$V_2 = \frac{9}{10} \times 200 = \boxed{180\ V}$$

$$\Delta V = 200 - 180 = \boxed{20 \text{ ولت}}$$

تجربی ۹۶

در مدار روبرو مقاومت R چند اهم شود تا ولت‌سنج عدد صفر را نشان دهد؟



۱٫۲۵	۱٫۵
۲٫۵	۳

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

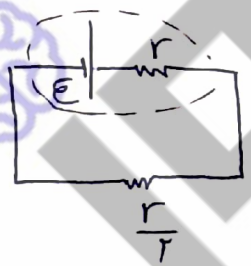
$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{V=0} \varepsilon = Ir \Rightarrow \varepsilon = 2I \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{2}$$

$$\frac{\varepsilon}{2} = \frac{2\varepsilon}{2{,}5 + R} \Rightarrow 4 = 2{,}5 + R \Rightarrow R = 1{,}5\Omega$$

ریاضی ۸۱

دو قطب یک باتری به مقاومت درون 2Ω را به دو سر سیمی به مقاومت $\frac{2}{3}\Omega$ می‌بندیم. اختلاف پتانسیل در این حالت چند برابر نیروی محرکه آن است؟

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$



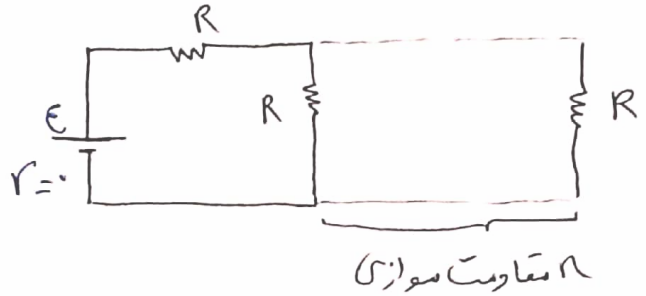
$$I = \frac{\sum \varepsilon}{R_{eq} + r}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + \frac{r}{2}} = \frac{\varepsilon}{\frac{3}{2}r} = \frac{2}{3}\frac{\varepsilon}{r}$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری $= \varepsilon - Ir = \varepsilon - \frac{2}{3}\frac{\varepsilon}{r} \times r = \frac{1}{3}\varepsilon$

صـ ۴۸

در مدار روبرو اگر n به $n+1$ تبدیل شود شدت جریان عبوری از باتری $\frac{14}{15}$ برابر می‌شود. n کدام است؟



۴	۵
۲	۳

اگر n مقاومت موازی داشته باشیم مقاومت معادل $\frac{R}{n}$

$n+1$ ← $\frac{R}{n+1}$

با توجه به فرمول $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ داریم

$I_2 = \frac{14}{15} I_1$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\left(\frac{\varepsilon}{R_T+r}\right)_2}{\left(\frac{\varepsilon}{R_T+r}\right)_1} \Rightarrow$$

$$\frac{14}{15} = \frac{\frac{\varepsilon}{R+\frac{R}{n+1}}}{\frac{\varepsilon}{R+\frac{R}{n}}} \Rightarrow \frac{14}{15} = \frac{\varepsilon}{R+\frac{R}{n+1}} \times \frac{R+\frac{R}{n}}{\varepsilon}$$

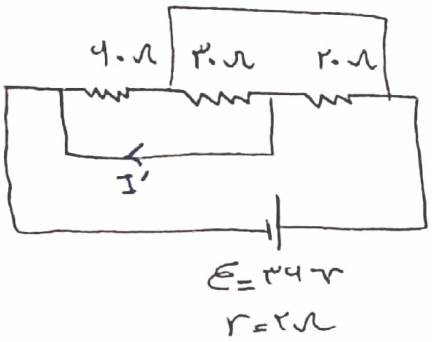
$$\frac{14}{15} = \frac{\frac{Rn+R}{n}}{\frac{Rn+R+R}{n+1}} \Rightarrow \frac{14}{15} = \frac{Rn+R}{n} \times \frac{n+1}{Rn+2R}$$

$$\frac{14}{15} = \frac{R(n+1)\times(n+1)}{(n)(R)(n+2)} \Rightarrow \frac{14}{15} = \frac{(n+1)^2}{n(n+2)} \Rightarrow n = 4$$

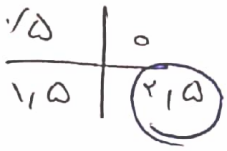
$$\frac{4\times4}{3\times5} = \frac{(n+1)^2}{n(n+2)}$$

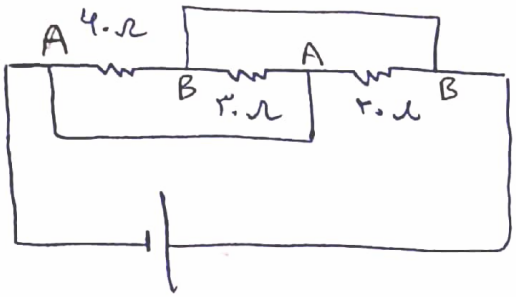
۴۹

ریاضی ۹۲



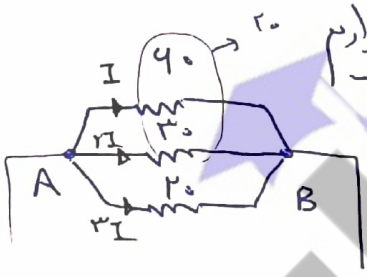
در مدار روبرو 'I چند آمپر است؟





A ∘ ∘ B

مقاومت ۳۰ و ۶۰ و ۲۰ هر ۳ بین A و B قرار گرفته اند لذا داریم

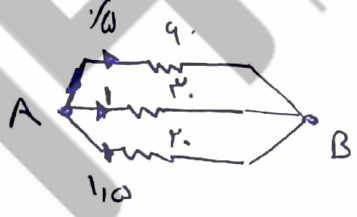


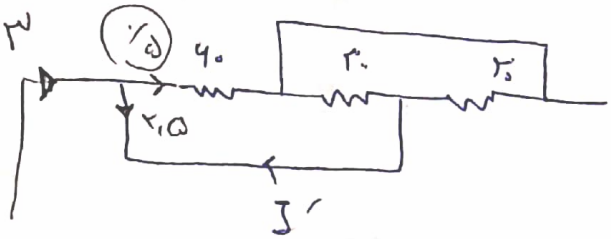
$R_T = 10$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{36}{10+2} = 3A$$

$$60 = 6I$$

$$6I = 3 \rightarrow I = 0/5$$



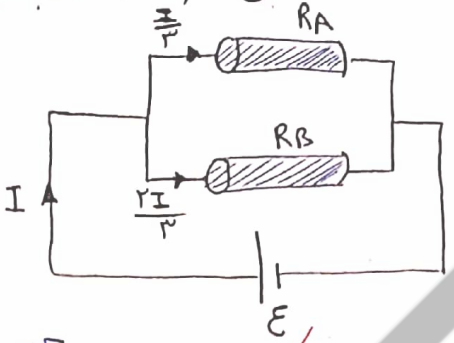


۵۰

تجربی ۹۵ خ

مطابق شکل مقابل دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژه سیم A سه برابر مقاومت ویژه سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟

$\frac{۴}{۳}$	$\frac{۳}{۲}$
۶	۲



$\rho_A = ۳\rho_B$

R_A و R_B موازی‌اند $\Rightarrow V_A = V_B \Rightarrow \frac{I}{۳} \times R_A = \frac{۲I}{۳} \times R_B$

$$R_A = ۲R_B$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\frac{R_B}{۲R_B} = \frac{\rho_B}{۳\rho_B} \times ۱ \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۳} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{۳}{۲}$$

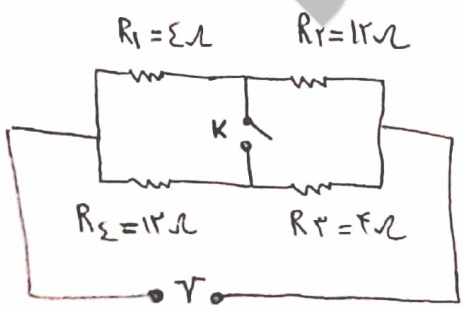
ریاضی ۹۱

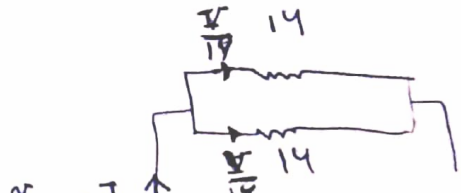
در مدار روبرو در صورتی که کلید باز باشد از مقاومت R_1 جریان I می‌گذرد و وقتی کلید بسته است از همان مقاومت جریان I' عبور می‌کند نسبت $\frac{I'}{I}$ کدام است؟

۲	۱
$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۳}{۲}$

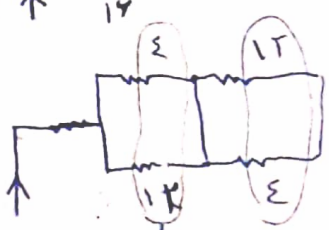
وقتی کلید باز است

$I = \frac{V}{R_T} = \frac{۷}{۸}$

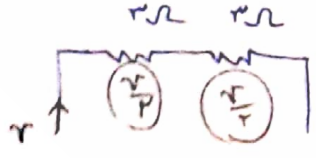




کلید بسته



موازی موازی



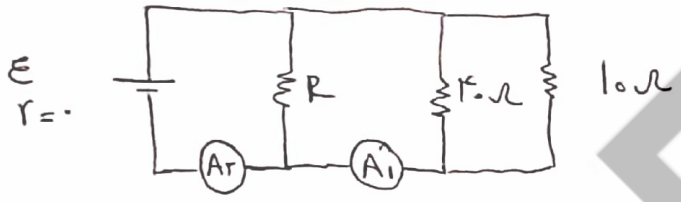
$\Rightarrow \frac{I}{R_1} = \frac{\frac{۷}{۲}}{۴} = \frac{۷}{۸}$

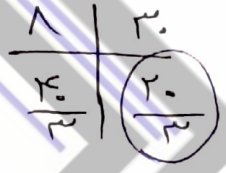
ص ۵۱

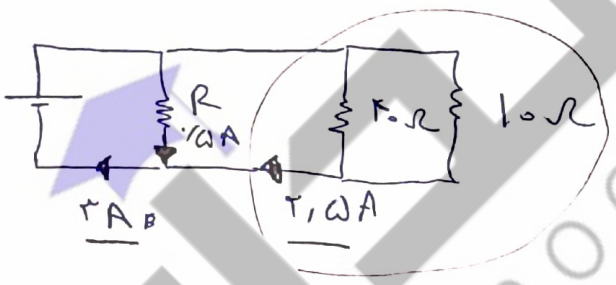
$$\frac{I'}{I} = \frac{\frac{۲}{۸}}{\frac{۲}{۱۲}} = ۳$$

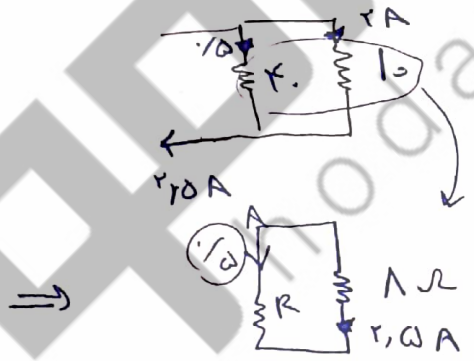
تجربی ۸۸

در مدار روبرو آمپرسنج‌های A_1 و A_2 به ترتیب عددهای ۲٫۵A و ۳A را نشان می‌دهند. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ (آمپرسنج‌ها ایده‌آل هستند)









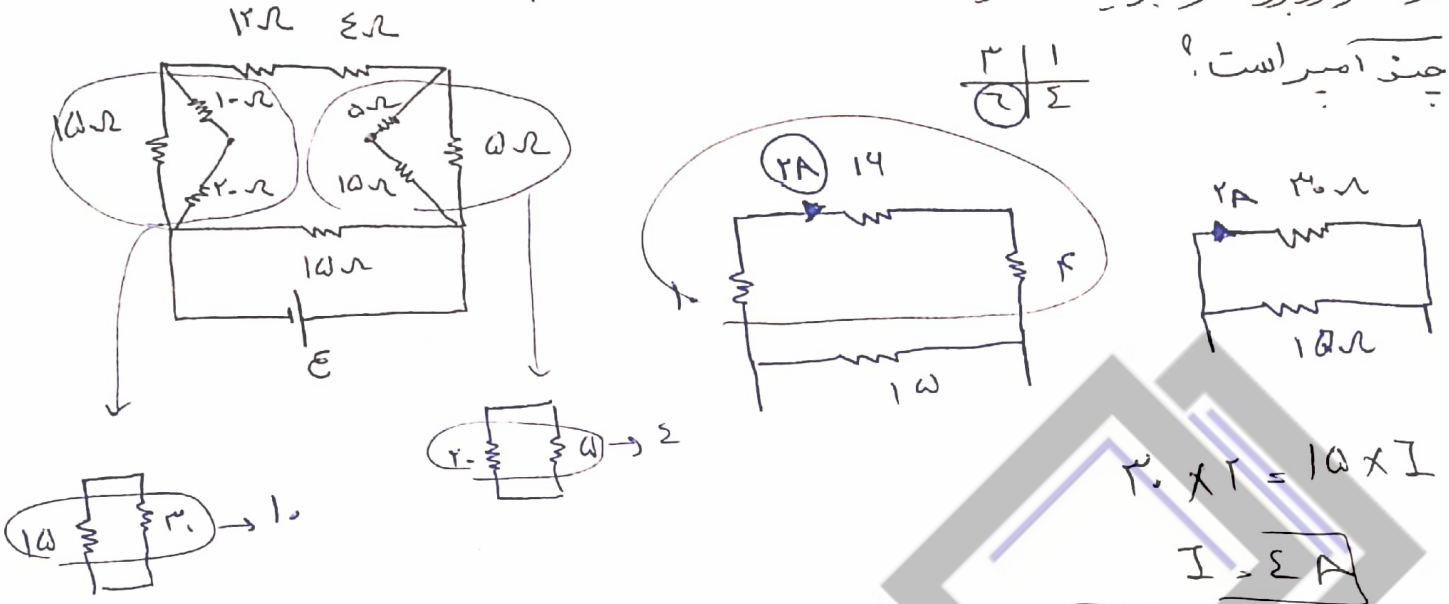
$$۴۰ \longrightarrow I$$
$$۱۰ \longrightarrow ۴I$$
$$۵I = ۲٫۵$$
$$I = ۰٫۵$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow ۰٫۵ \times R = ۸ \times ۲٫۵$$
$$R = ۴۰\Omega$$

$$R_T = \frac{۸ \times ۴۰}{۸ + ۴۰} = \frac{۳۲۰}{۴۸} = \frac{۲۰}{۳}$$

تجربی ۹۰

در مدار روبرو اگر جریانی که از مقاومت ۴ اهمی می‌گذرد برابر ۲A باشد جریانی که از مولد می‌گذرد چند آمپر است؟



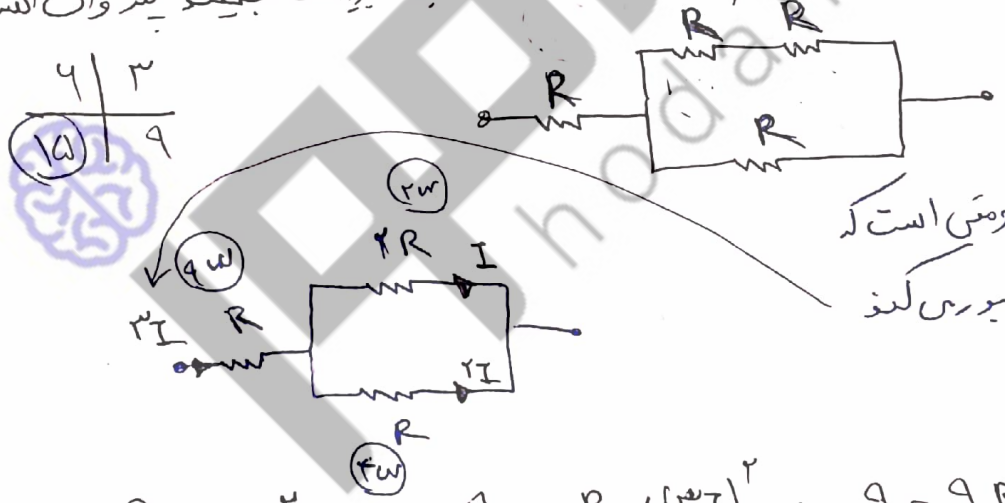
$۳۰ \times ۲ = ۱۵ \times I$

$I = ۴A$

$۴A + ۲A = \boxed{۶A}$

ریاضی ۷۹

حداکثر توان قابل تحمل هریک از مقاومت‌های یکسان در شکل مقابل برابر ۹W است حداکثر توانی را که می‌توان از این مدار گرفت تا هیچ کدام از مقاومت‌ها آسیب نبینند چند وات است؟



بیش‌ترین توان مربوط به مقاومتی است که بیش‌ترین جریان از آن عبور می‌کند

$P = RI^۲ \Rightarrow ۹ = R \times (۳I)^۲ \Rightarrow ۹ = ۹RI^۲ \Rightarrow \boxed{RI^۲ = ۱}$

شاخه (بالا) $P = RI^۲ = ۱W$

شاخه (پایین) $P = RI^۲ = R \times (۲I)^۲ = ۴I^۲R = \boxed{۴}W$

$۹ + ۲ + ۴ = \boxed{۱۵W}$

ریاضی ۸۷

یک باتری با نیروی محرکه ۶ V را که مقاومت درونی آن ۲ است به مقاومت R می بندیم. جریان به شدت ۰/۲ A از آن عبور می‌کند. افت پتانسیل در مقاومت درونی $\frac{1}{9}$ افت پتانسیل در مقاومت خارجی است مقدار R چند اهم است؟

۲۰	۱۵
۳۰	۲۷

$$I r = \frac{1}{9} I R \Rightarrow r = \frac{1}{9} R$$

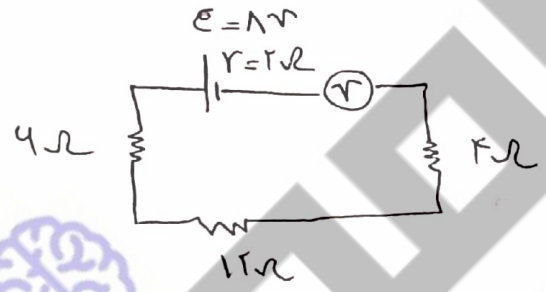
$$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{۶}{R + \frac{1}{9}R} \Rightarrow ۱/۲ = \frac{۶}{\frac{۱۰}{9}R} \Rightarrow$$

$$\frac{۲}{۱۰} \times \frac{۱۰}{9} R = ۶ \Rightarrow R = \frac{۹ \times ۶}{۲} = \boxed{۲۷\,\Omega}$$

تجربی ۹۱

در مدار مقابل ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می دهد؟

۴	(A)
۰	۷٫۳

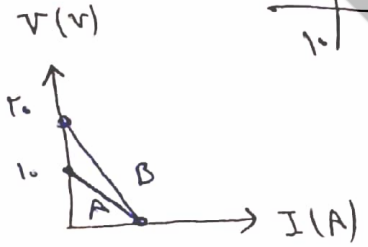


مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بی نهایت است و اجازه عبور جریان را از خود به مدار نمی دهد بنابراین ولت‌سنج نیروی محرکه مولد را نشان می دهد.

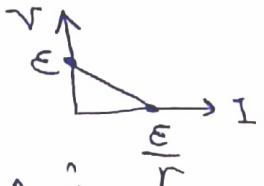
ریاضی ۸۷ خ

نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدها A و B برحسب شدت جریانی که از آن‌ها می گذرد مطابق شکل است مقاومت درونی مولد B چند برابر مقاومت درونی مولد A است؟

(B)	۱
۱۰	$\frac{۱}{۲}$



می دانیم که



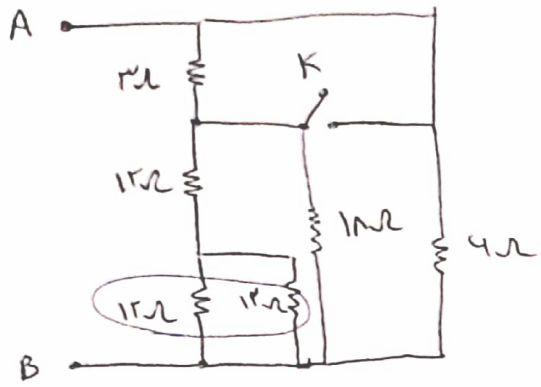
$$\text{شیب } B = ۲ \times \text{شیب } A$$

$$r_B = ۲ \times r_A \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = ۲$$

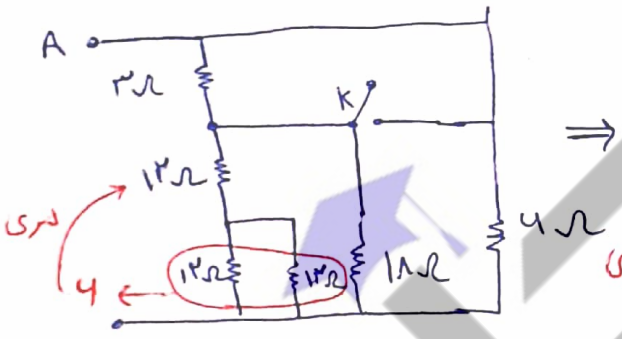
۵۴

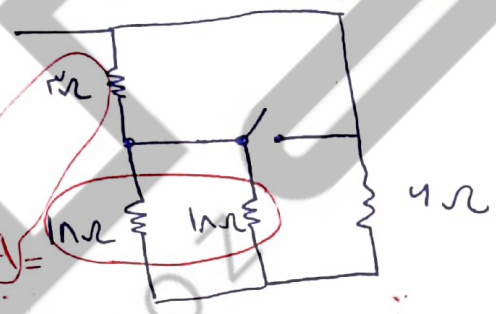
ریاضی خ ۹۲

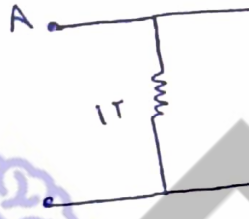
در مدار مقابل ابتدا کلید باز می باشد. اگر کلید بسته شود مقاومت معادل بین A و B چه اندازه تغییر می کند؟



۲	٪۴
۴	۲,۶

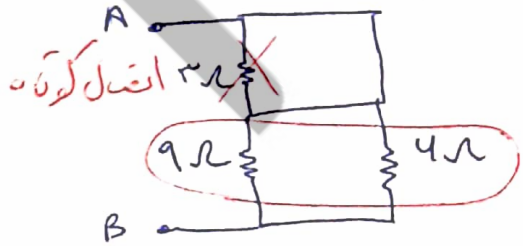






$\Rightarrow R_T = \frac{۱۲}{\frac{۱۲}{۳}+۱} = ۴\Omega$

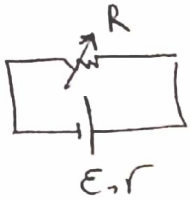
کلید K بسته شود مقاومت ۳ اهمی اتصال کوتاه می گردد



موازی $\frac{۹\times۶}{۹+۶} = ۳,۶$

$۳,۶ - ۴ = -٪۴\Omega$

منبعی با نیروی محرکه ε و مقاومت درونی r را به یک مقاومت متغیر R متصل کرده‌ایم با تغییر R مقدار جریان تغییر می‌کند نمودارهای زیر را رسم کنید.



الف) توان تولیدی منبع برحسب جریان ب) توان اتلافی منبع برحسب جریان

پ) جریان برحسب مقاومت R ت) اختلاف پتانسیل دوسرمنبع برحسب مقاومت R

ث) افت پتانسیل منبع برحسب مقاومت R ج) توان مصرفی مقاومت برحسب اندازه مقاومت R

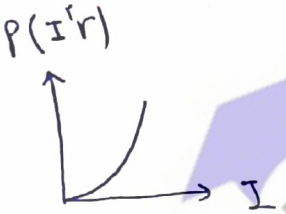
الف)

$P = \varepsilon I$

$y = ax$

$\therefore$ نمودار بصورت خطی

ب)

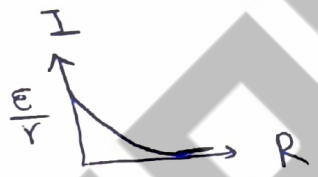


$P = rI^2$

$y = ax^2$

نمودار بصورت سهمی

پ)



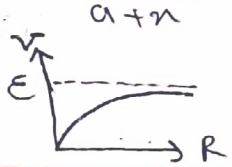
$I = \dfrac{\varepsilon}{R+r}$ $\quad y = \dfrac{b}{a+x}$

$R = 0 \rightarrow I = \dfrac{\varepsilon}{R}$

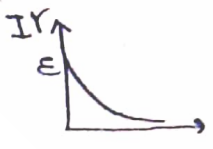
$R \rightarrow \infty \rightarrow I \rightarrow 0$

ت) $V = \varepsilon - Ir = \varepsilon - \dfrac{\varepsilon}{R+r} r = \dfrac{\varepsilon(r+R-r)}{r+R} = \dfrac{\varepsilon R}{r+R}$

$$\begin{cases} V = \dfrac{\varepsilon R}{r+R} \\ y = \dfrac{bx}{a+x} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R = 0 \rightarrow V = 0 \\ R \rightarrow \infty \rightarrow V \rightarrow \varepsilon \end{cases}$$



ث) $Ir = \dfrac{\varepsilon r}{r+R} \Rightarrow \begin{cases} R = 0 \Rightarrow Ir = \varepsilon \\ R \rightarrow \infty \Rightarrow Ir \rightarrow 0 \end{cases}$

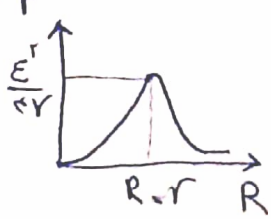


ج) $P = RI^2 = \dfrac{R\varepsilon^2}{(r+R)^2}$ P

$R = 0 \rightarrow P = 0$

$R = r \rightarrow P_{max} = \dfrac{\varepsilon^2}{4r}$

$R \rightarrow \infty \Rightarrow P \rightarrow 0$



تجربی ۹۹:

یک ولت‌سنج با مقاومت ۹۰ kΩ را به دو سر یک باتری با نیروی محرکه ۶ ولت و مقاومت درونی ۳Ω می‌بندیم. مرتبهٔ بزرگی تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه از این ولت‌سنج می‌گذرد تقریباً چقدر است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

10^{17} | 10^{19}

10^{19} | 10^{18}

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{6}{90 \times 10^3 + 3} = \frac{6}{6 \times 10^4} = 10^{-4}\ A$$

(۳ را بی‌خیال)

$$q = I.t$$
$$q = ne \Longrightarrow ne = I.t \Longrightarrow n = \frac{I.t}{e}$$

$$n = \frac{10^{-4} \times 60}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{6 \times 10^{-3}}{16 \times 10^{-20}}$$

$$= \frac{6}{16} \times 10^{17} = \frac{60}{16} \times 10^{16} = 3.75 \times 10^{16}$$

برای بدست آوردن مرتبه بزرگی اعداد را بصورت نماد علمی می‌نویسیم پس اگر ۵، ۵ یا بیشتر بود به جای آن 10^1 می‌نوشتیم و برای مقادیر کمتر از ۵ $\rightarrow 10^0$ قرار می‌دادیم.

9×10^n
$\downarrow$
۱،۲۵،۲۹

تجربی ۹۹: یک مقاومت ۲۵ اُهمی را به یک باتری می‌بندیم جریان ۲A از آن عبور می‌کند اگر یک مقاومت ۱۰۰ اُهمی را با مقاومت ۲۵ اُهمی موازی ببندیم جریانی که در این حالت از مقاومت ۲۵ اُهمی عبور می‌کند ۱،۹۲ A می‌شود توان خروجی باتری در مدار دوم چند وات بیشتر از توان خروجی باتری در مدار اول است؟

۴،۸ | ۲

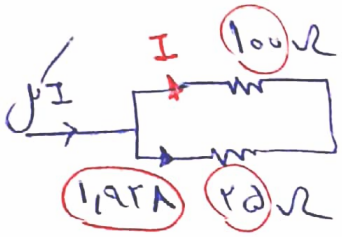
۲۴ | ۱۵،۲

۵۷

توان خروجی باتری در حالت اول $\mathcal{E}I - rI^2 = R_T I_T^2$

$\begin{cases} R_T = ۲۵\,\Omega \\ I_T = ۲\,A \end{cases} \Rightarrow R_T I_T^2 = ۲۵ \times ۲^2 = \boxed{۱۰۰\,W}$

در حالت دوم یک مقاومت ۱۰۰ اُهمی با ۲۵ اُهمی موازی می‌شود



$R_T = \frac{۱۰۰ \times ۲۵}{۱۰۰ + ۲۵} = \frac{۱۰۰ \times ۲۵}{۱۲۵} = \boxed{۲۰\,\Omega}$

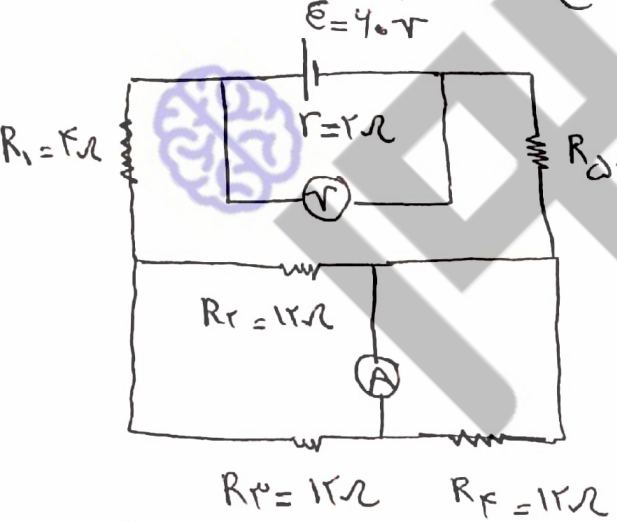
$۱٫۹۲ \times ۲۵ = ۱۰۰ \times I$

$I = \frac{۱٫۹۲}{۵} = ٪۳۸\,A$

$I_T = ٪۳۸ + ۱٫۹۲ = ۲٫۴$ $\quad R_T I_T^2 = ۲۰ \times ۲٫۴^2 = \boxed{۱۱۵٫۲\,W}$

$۱۱۵٫۲ - ۱۰۰ = \boxed{۱۵٫۲\,W}$

تجربی ۹۹: در مدار زیر ولت‌سنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



۱٫۵A ، ۵۵ V	۱٫۵A ، ۵۴ V
۳A ، ۵۵ V	۳A ، ۵۴ V

مقاومت R_4 اتصال کوتاه می‌گردد و از مدار حذف می‌شود

$R_T = \frac{۱۲ \times ۱۲}{۱۲ + ۱۲} + ۴ + ۸ = ۱۸$

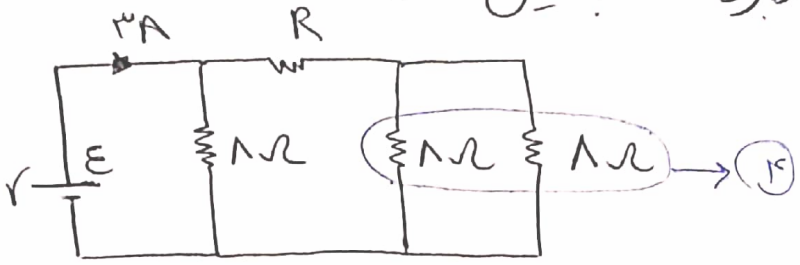
$I_T = \frac{۹۰}{۱۸ + ۲} = \frac{۹۰}{۲۰} = \boxed{۳\,A}$

$V = \mathcal{E} - Ir = ۹۰ - (۳ \times ۲) = ۵۴\,V$

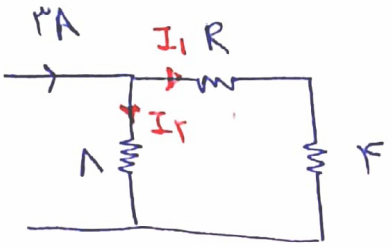
تجربی ۹۹:

در شکل روبرو اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R، ۱۲ ولت است. R چند اهم است؟

۶	۴
۱۲	۸



روش اول: ساده سازی مدار



صورت سوال ← $I_1 R = 12$ (۳)

$3 = I_1 + I_2$

ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر است لذا

$8I_2 = (R+4)I_1$

$8I_2 = RI_1 + 4I_1 \Rightarrow 8I_2 = 12 + 4I_1$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = 3 \\ -4I_1 + 8I_2 = 12 \end{cases} \quad (+4)$$

$$\begin{cases} +4I_1 + 4I_2 = +12 \\ -4I_1 + 8I_2 = 12 \end{cases}$$

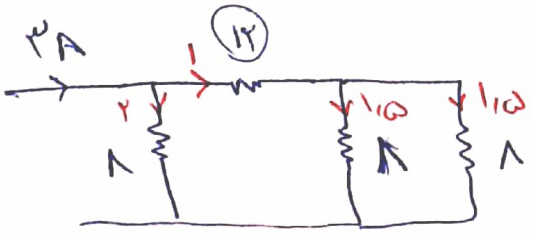
$12I_2 = 24$

$I_2 = 2A \Rightarrow I_1 = 1A$

$I_1 R = 12 \Rightarrow 1 \times R = 12$

$R = 12\Omega$

روش دوم تست گزینه‌ها می‌باشد:



$R = 12 \Rightarrow$ جریان 1A

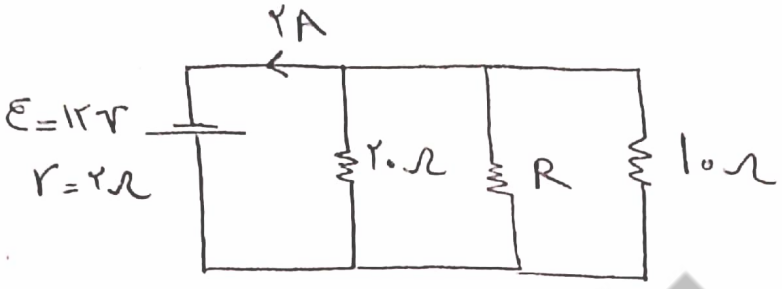
باقی از R عبور کند

۵۹

تجربی ۹۹ خ : در شکل زیر در مقاومت R در هر دقیقه چند ژول انرژی مصرف می‌شود؟

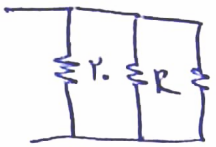
۵۲۶ | ۴۴۸

(۳۸۴) | ۴۷۲

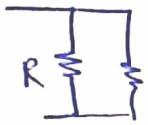


$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow 2 = \frac{12}{R_T + 2} \Rightarrow 2R_T + 4 = 12$$

$$R_T = 4\Omega$$

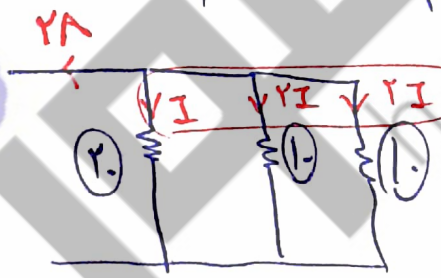


$$10 \parallel 20 \rightarrow \frac{10 \times 20}{10 + 20} = \frac{200}{30} = \frac{20}{3}$$



$$\frac{\frac{20}{3} \times R}{\frac{20}{3} + R} = 4 \Rightarrow \frac{80}{3} + 4R = \frac{20}{3}R$$

$$\Rightarrow \frac{8}{3}R = \frac{80}{3} \Rightarrow R = 10\Omega$$



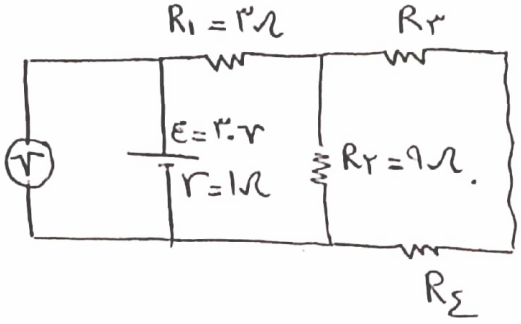
$$5I = 2 \rightarrow I = \frac{2}{5} = 0.4A$$

$$U = I^2 R t = \left(\frac{4}{10}\right)^2 \times 10 \times 400$$

$$= \frac{16}{100} \times 4000 = 384J$$

تجربی ۹۹ خ: در مدار زیر ولت‌سنج آرمانی ۲۷ ولت را نشان می‌دهد. توان مصرفی مقاومت R_4 برابر ۶ وات باشد، اندازه مقاومت R_3 چند اهم است؟

۹	۶
۱۸	۱۲



$$V = \varepsilon - Ir$$

$$27 = 30 - I(1) \Rightarrow I = 3A \Rightarrow \begin{cases} R_1 = 3\Omega \\ I_1 = 3\Omega \end{cases} \Rightarrow V_1 = 9V$$

$$V_2 = V_{3,4} = 18V$$

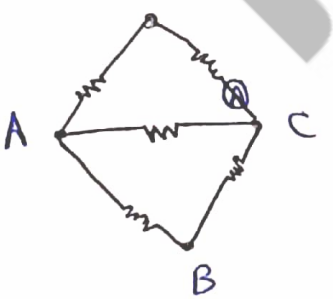
$$\begin{cases} R_2 = 9 \\ V_2 = 18 \end{cases} \longrightarrow I_2 = 2A \longrightarrow I_{3,4} = I_3 = I_4 = 1A$$

$$P_4 = V_4 I_4 \Rightarrow 6 = V_4 \times 1 \Longrightarrow V_4 = 6V \longrightarrow V_3 = 12V$$

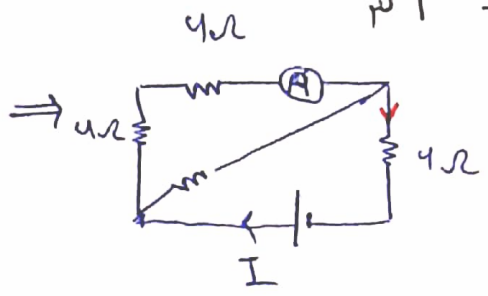
$$R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{12}{1} = 12\Omega$$

تجربی ۹۹ خ: در شکل زیر هر یک از مقاومت‌ها، ۶ اهمی‌اند. یک باتری آرمانی یکبار بین دو نقطه A و B و بار دوم بین دو نقطه A و C بسته می‌شود، جریانی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟

$\frac{5}{2}$	$\frac{1}{3}$
۳	$\frac{5}{3}$



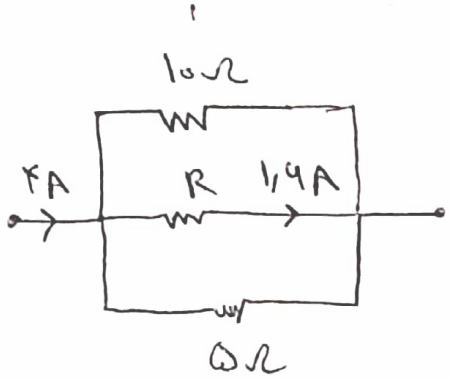
$\Rightarrow$



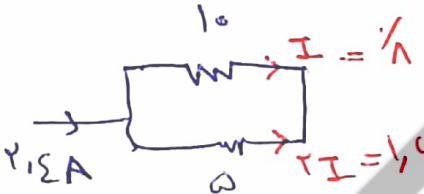
باتری ایده‌آل $\leftarrow r = 0$

ریاضی ۹۹: شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲۵ دقیقه در مقاومت R مصرف می‌شود، چند کیلوژول است؟

۹,۶	۴,۸
۲۷,۴	۱۹,۲



$I_{10\Omega} + I_{5\Omega} = 4 - 1,9 = 2,1A$



$^{۳}I = ۲,۴ \Longrightarrow I = ۰,۸A$

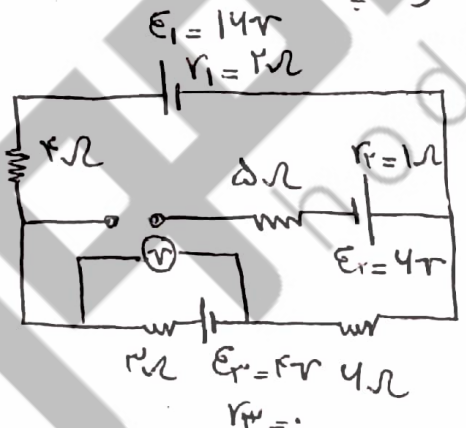
$U = I^{۲}Rt = ۱,۴^{۲} \times R \times ۲۵ \times ۴۰ = ۱۹۲۰۰j$

$= ۱۹,۲kj$

درمقاومت‌ها موازی ولتاژها برابرند $\Longrightarrow ۱۰ \times \frac{۸}{۱۰} = ۱,۴ \times R \Longrightarrow ۸ = ۱,۶R \Rightarrow R = \frac{۸}{۱,۶} = ۵\Omega$

ریاضی ۹۹: در مدار روبرو ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟

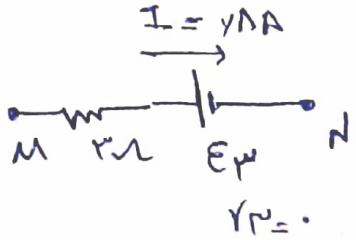
۲,۴	۰,۶
۶,۴	۵,۲



از شاخه‌ی با جریان عبوری کمتر.

جریان عبوری از حلقه بزرگ $I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{۴+۴+۳+۲+۰} = \frac{۱۴-۴}{۱۵} = ۰,۸A$

جهت پادساعتگرد

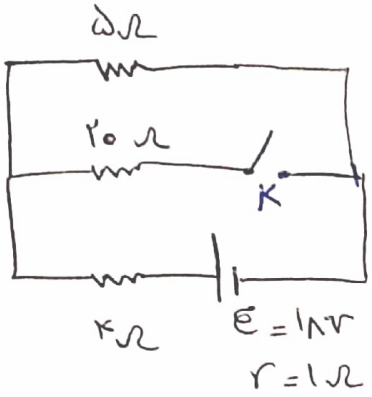


$V_M - ۳ \times ۰,۸ - ۴ = V_N$

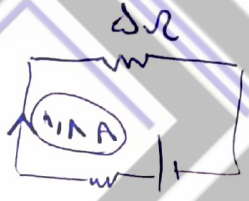
$V_M - V_N = ۴,۴$

ریاضی ۹۹: در مدار زیر با بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اُهمی چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۸ ولت کاهش می‌یابد
۲) ۸ ولت افزایش می‌یابد
۳) یک ولت کاهش می‌یابد ✓
۴) یک ولت افزایش می‌یابد

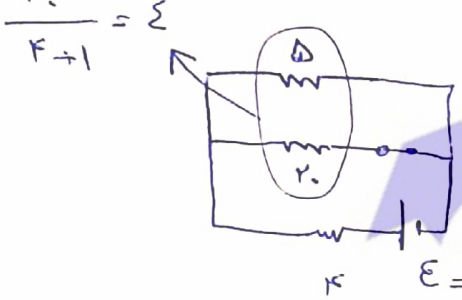


K باز باشد $\Rightarrow I = \frac{18}{5+4+1} = 1.8\ A$

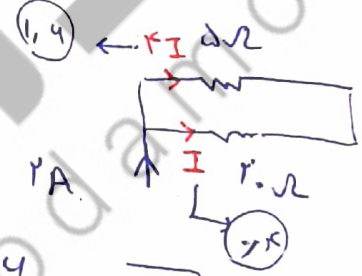


$V_5 = 1.8 \times 5 = 9\ V$

$\frac{20}{4+1} = 4$



K بسته $\rightarrow I = \frac{18}{4+14+1} = \frac{18}{9} = 2A$



$5I = 2$

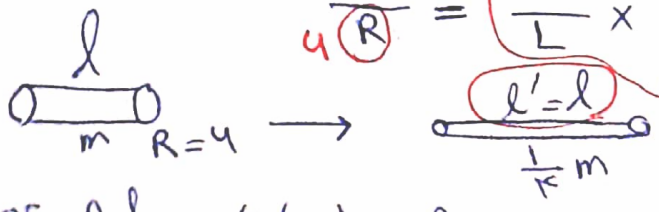
$I = 1.4$

$V = 5 \times 1.6 = 8\ V$

ریاضی ۹۹: مقاومت الکتریکی سیمی ۹Ω است. $\frac{3}{4}$ سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و $\frac{1}{4}$ باقی مانده را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا آن را کمی نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برسانند. با ثابت ماندن دما مقاومت سیم جدید چند اُهم می‌شود؟

۱) ۱۲ ۲) ۹ ۳) ۲۴ ۴) ۱۸

$\frac{R'}{R} = \frac{L'}{L} \times \frac{A}{A'} \times \frac{\rho'}{\rho} = 1 \times \frac{1}{\frac{1}{4}} \times 1 = 4 \rightarrow R' = 36$

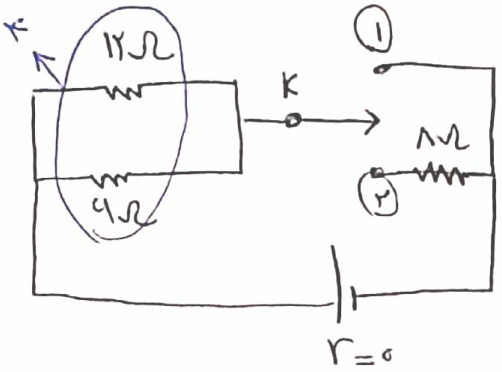


$m' = \frac{1}{4} m \Rightarrow \rho V' = \frac{1}{4} \rho V$

$V = Al \rightarrow A'l' = \frac{1}{4} Al \Rightarrow A' = \frac{1}{4} A$

ریاضی ۹۹ خ : در مدار زیر کلید ابتدا در حالت ① قرار دارد و توان خروجی باتری P_1 است اگر کلید در حالت ② قرار گیرد توان خروجی باتری P_2 می‌شود $\frac{P_2}{P_1}$ چه قدر است؟

$\frac{2}{3}$	2
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$



$P_{مولد} = \varepsilon I - I^2 r \xrightarrow{r=0} P = \varepsilon I \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{4}$

$\Rightarrow P_1 = \frac{\varepsilon^2}{4}$

حالت (۲) $\Rightarrow R_{eq} = 4 + 8 = 12\,\Omega$ $\quad I_2 = \frac{\varepsilon}{12}$ $\quad P_2 = \frac{\varepsilon^2}{12}$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{12}}{\frac{\varepsilon^2}{4}} = \frac{\varepsilon^2}{12} \times \frac{4}{\varepsilon^2} = \frac{1}{3}$$

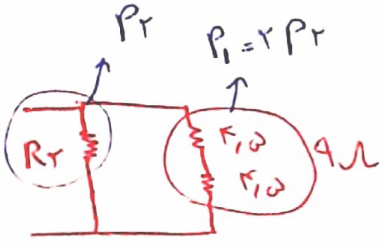
ریاضی ۹۹ خ : در مدار زیر توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها یکسان است جریان عبوری از مقاومت R_2 چند آمپر است؟

2	①
4	3

R_3, R_4 سری $\longrightarrow I_3 = I_4 = \checkmark$ $\quad P_3 = P_4 \Rightarrow$

$I_3^2 R_3 = I_4^2 R_4 \longrightarrow$

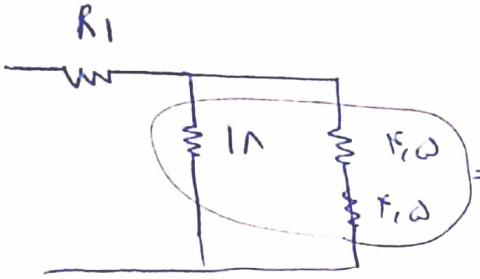
$R_4 = 4\,\Omega$



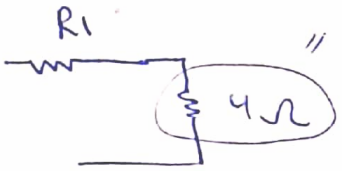
$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} \times \frac{V_2^2}{V_1^2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{9}{R_2}$

$\Rightarrow R_2 = 18\,\Omega$

۴۴



$\Rightarrow R_{معادل} = 4\Omega$

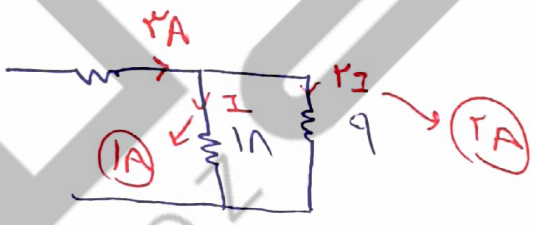


$P_1 = P''$

$$\frac{P_1}{P''} = \frac{I_1^{\prime 2}}{I''^2} \times \frac{R_1}{R''} \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{R_1}{4}$$

$$\Rightarrow R_1 = 4\Omega$$

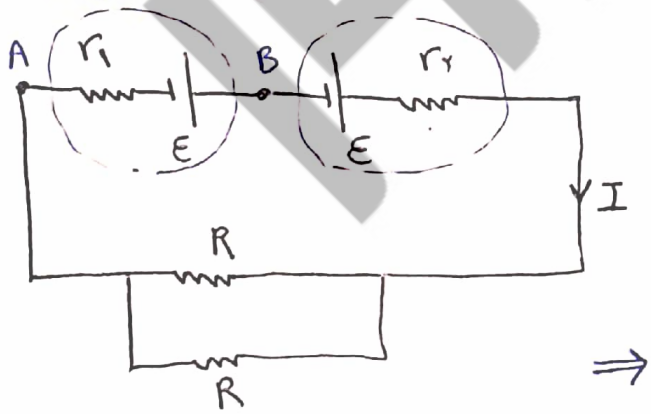
$$I = \frac{24}{8+0} = 3A$$



$$3I = 3 \rightarrow I = 1A \checkmark$$

ریاضی ۹۹: در مدار زیر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر صفر است کدام مورد درست است؟

✓ $R = 2(r_1 - r_2)$	$R = 2r_1 = 2r_2$
$R = r_1 - r_2$	$R = r_1 = r_2$



$$V_B - \varepsilon + Ir_1 = V_A \xrightarrow{V_B - V_A = 0}$$

$$\Rightarrow Ir_1 = \varepsilon \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r_1}$$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon + \varepsilon}{\frac{R}{2} + r_1 + r_2} = \frac{2\varepsilon}{\frac{R}{2} + r_1 + r_2}$$

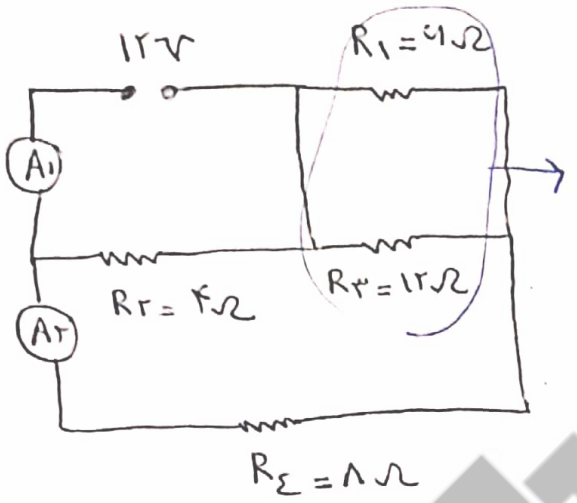
$$\xrightarrow{\times 2} \frac{4\varepsilon}{R + 2r_1 + 2r_2} = I$$

$$\frac{\varepsilon}{r_1} = \frac{4\varepsilon}{R + 2r_1 + 2r_2}$$

$$4r_1 = R + 2r_1 + 2r_2 \Rightarrow R = 2r_1 - 2r_2$$

ریاضی ۹۹ خ : در مدار زیر آمپرسنج‌های آرمانی A_1 و A_2 به ترتیب چند آمپر را نشان می‌دهند؟

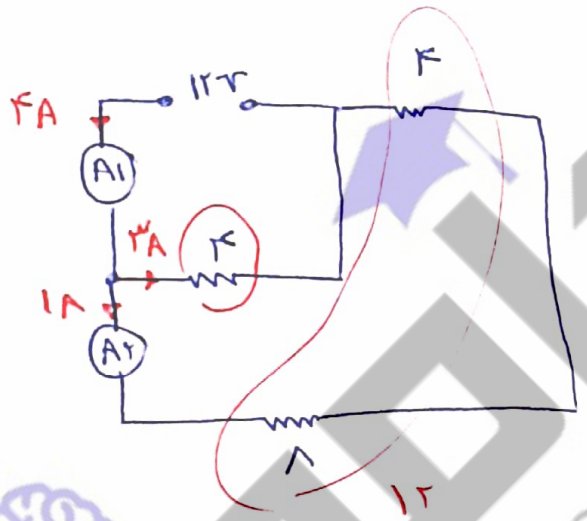
۱٫۳	۱٫۵ ، ۳
۱٫۴	۱٫۵ و ۴

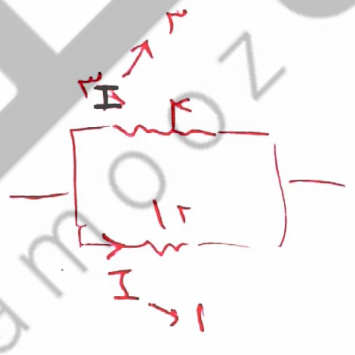


$\frac{12}{3} = 4\Omega$

$4 + 8 = 12$

$R_T = \frac{12}{4} = 3\Omega$ $\quad I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} = \frac{12}{3 + 0} = 4A$





$4I = 4$

$I = 1A$

تجربی ۱۴۰۰ در پدیدهٔ ابررسانایی مقاومت ویژهٔ جسم با کاهش دما :

① با شیب ثابتی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز صفر می‌ماند

② کاهش می‌یابد و در دمای خاصی، ناگهان به مقدار زیادی افزایش می‌یابد

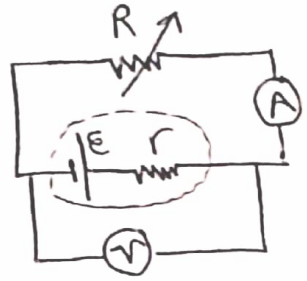
③ در دمای خاصی به‌صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و با ادامه کاهش دما، دوباره افزایش می‌یابد

④ در دمای خاصی به‌صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند. ✓

تجربی ۱۴۰۰ : در مدار زیر توان خروجی باتری به ازای جریان های ۳A و ۵A یکسان است. در حالتی که ولت‌سنج عدد صفر را نشان می دهد آمپرسنج چند آمپر را نشان می دهد؟

ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی فرض شوند.

۲	۰
۸	٤



$$P = \varepsilon I - I^2 r \Longrightarrow P_{3A} = P_{5A} \Longrightarrow 3\varepsilon - 9r = 5\varepsilon - 25r$$

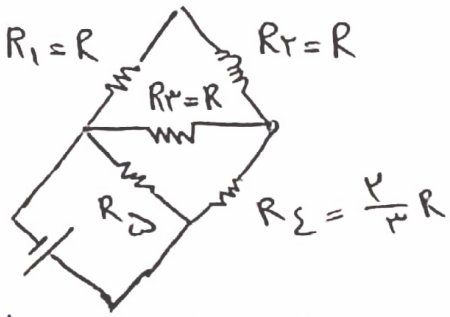
$$\rightarrow 2\varepsilon = 16r \rightarrow \boxed{\varepsilon = 8r}$$

$$\not{V} = \varepsilon - Ir \rightarrow \varepsilon = Ir \Longrightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{8r}{r} = \boxed{8}\ A$$

تجربی ۱۴۰۰ : در مدار زیر توان مصرفی مقاومت R_3، $\frac{1}{3}$ توان مصرفی مقاومت R_5 است. مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟

$\frac{2}{3}$	$\frac{8}{3}$
$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{3}$

$$P_3 = \frac{1}{3} P_5$$



در مقاومت‌های سری چون جریان مقاومت‌ها برابره طبق رابطه $P = RI^2$ توان با مقاومت رابطه مستقیم دارد. در مقاومت‌های موازی چون اختلاف پتانسیل مقاومت‌ها برابره طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ توان با مقاومت رابطه عکس دارد. مقاومت R_1 با R_2 سری می باشد و معادل آن‌ها با R_3 موازی می باشد و معادل آن‌ها با R_4 سری و معادل آن‌ها با R_5 موازی است.

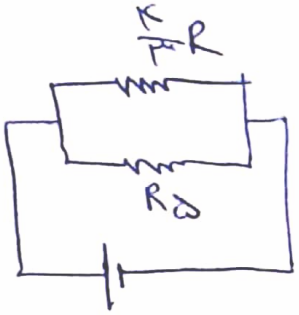
چون توان مقاومت معادل ۴ تا ۴ با توان مقاومت ۵ برابره پس مقاومت‌هاشون هم برابره

$$R_5 = \frac{4R}{3} \rightarrow R_T = \frac{2R}{3}$$

R_1, R_2 سری $\longrightarrow 2R$

R_3 با R_1R_2 موازی $\longrightarrow \frac{2}{3}R$

معادل 1و2و3 با R_4 متوالی است $\longrightarrow \frac{4}{3}R$



$$P_3 = \frac{1}{5} P_5$$

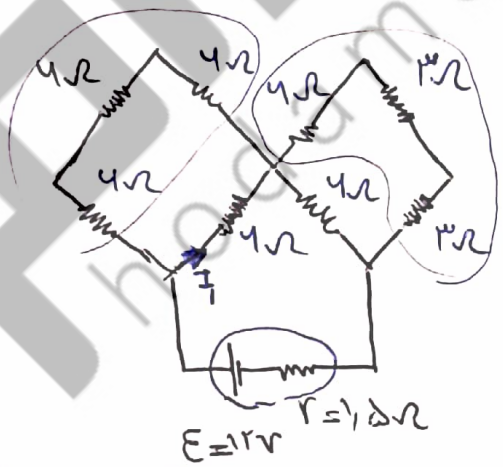
$$\frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} = \frac{1}{3}\frac{V^2}{R_5}$$

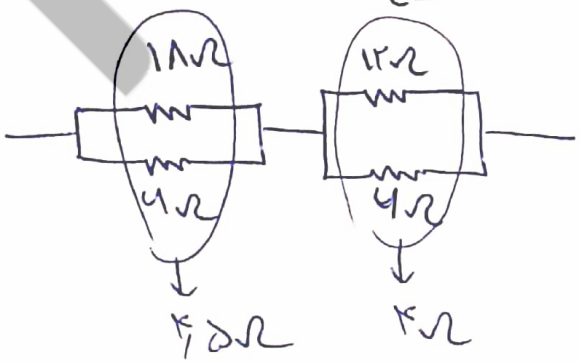
$$\Rightarrow \frac{V^2}{4R} = \frac{1}{3}\frac{V^2}{R_5} \Rightarrow R_5 = \frac{4}{3}R$$

$$R_T = \frac{2}{3}R$$

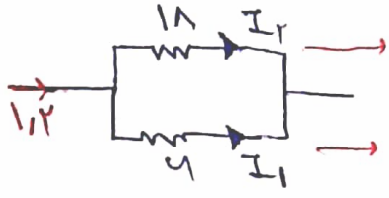
تجربی ۱۴۰۰: در مدار مطابق شکل زیر I_1 چند آمپر است؟

۰٫۶	۰٫۳
۱٫۲	۰٫۹





$$I = \frac{12}{4{,}5 + 1{,}5 + 4} = 1{,}2A$$

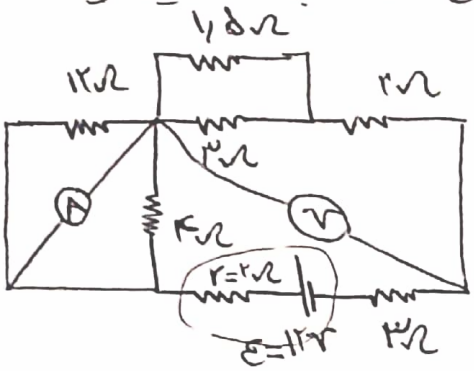


$6I = 1{,}2 \rightarrow I = 0{,}2$

$I_1 = 3(0{,}2) = 0{,}6A$

۶۸

تجربی ۱۴۰۰ خ دیمار روبرو آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی چه عددهایی را نشان می‌دهند؟

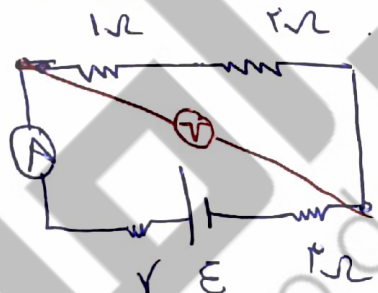


۳٫۴۲ و ۰٫۸A	۴٫۸۲ و ۰٫۸A
۴٫۵۲ و ۱٫۵A	۶۲ و ۱٫۵۸

با توجه به سوزی بستن آمپرسنج مقاومت‌های ۴Ω و ۱۲Ω اتصال کوتاه می‌شوند (جریانی از آن‌ها عبور نمی‌کند) لذا ولت‌سنج به ۲ سر باتری متصل شده است

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{۱۲}{۳+۲+۳} = \frac{۱۲}{۸} = ۱٫۵A$$

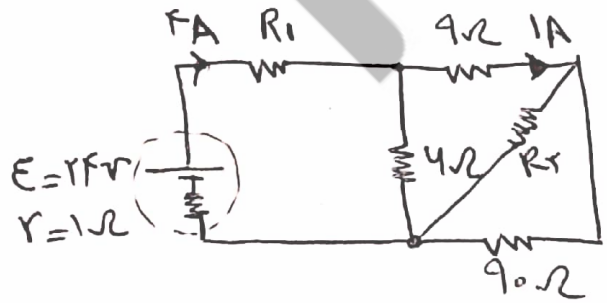
$$۱٫۵\Omega \,||\, ۳\Omega \rightarrow ۱\Omega \xrightarrow{۲\Omega} ۳\Omega$$

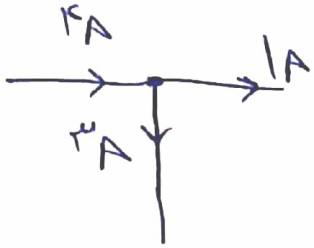


$$V = IR = ۱٫۵ \times ۳ = ۴٫۵V$$

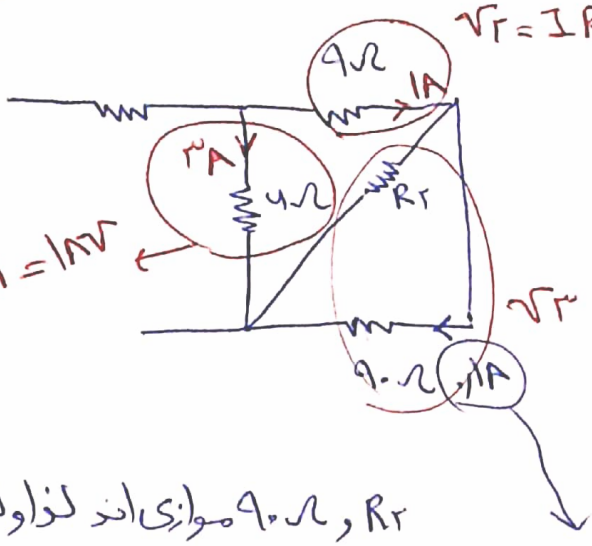
تجربی ۱۴۰۰ خ : در شکل روبرو توان مصرفی مقاومت R_2 چند وات است؟

۹٫۸	۸٫۱
۷٫۲	۳٫۶





۴۹



$V_2 = IR = 9 \times 1 = 9V$

$V_1 = 3 \times 6 = 18V$

$V_1 = V_2 + V_3$

$18 = 9 + V_3 \rightarrow \boxed{V_3 = 9V}$

R_2 و 90Ω موازی‌اند لذا ولتاژ هردو $9V$ است.

$V = IR \rightarrow 90 \times I = 9$

$\Rightarrow \boxed{I = 0/1A}$

لذا از بقیه شاخه $R_2 \leftarrow 1 - 0/1 = 0/9A$

$V = IR \Longrightarrow 9 = 0/9 \times R \rightarrow \boxed{R = 10\Omega}$

$P = \frac{V^2}{R} = \frac{9^2}{10} = \frac{81}{10} = \boxed{8/1W}$

تجربی ۱۴۰۰ خارج: در مدار زیر با بستن کلید اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. R_1 چند اهم است؟

$\frac{6}{18} \quad \frac{3}{12}$

$V = \varepsilon - Ir$

$V_2 = 0/6 V_1$

$12 - 4I_2 = 0/6(12 - 4I_1)$

$4I_2 - 2/4I_1 = 4/8$

با بستن کلید $\rightarrow I_2 = \frac{12}{4+4} = 1/5A \longrightarrow I_1 = 0/5A$

با بستن کلید مقاومت‌های 6Ω، R_1 و 12Ω اتصال کوتاه می‌شوند

$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow 0/5 = \frac{12}{20 + R} \rightarrow \boxed{R = 12\Omega}$

روش دوم :

$$I_2 = 0.6\, I_1$$

$$\frac{(Req)_2}{(Req)_2 + 4} = 0.6\, \frac{(Req)_1}{(Req)_1 + 4}$$

$$(Req)_1 = \frac{4R_1}{R_1+4} + 12 + 4 \qquad (Req)_2 = 4$$

$$\Longrightarrow \quad \frac{4}{4+4} = \frac{0.6\,x}{x+4}$$

$$4x + 16 = 4.8x \longrightarrow 0.8x = 16$$

$$\boxed{x = 20}$$

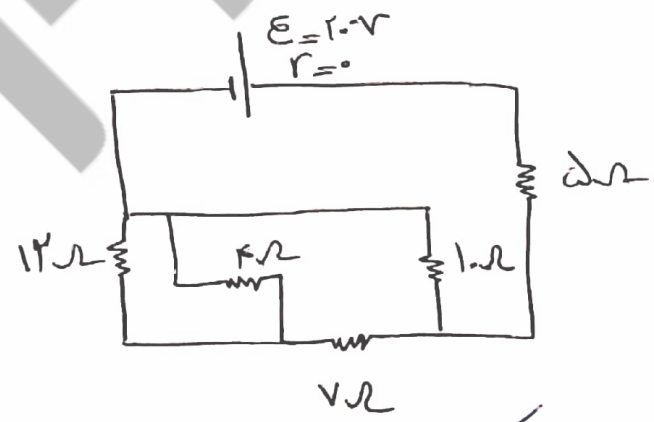
$$x = Req_1 \Rightarrow 20 = \frac{4R_1}{R_1+4} + 16$$

$$4 = \frac{4R_1}{R_1+4} \longrightarrow 4R_1 + 16 = 4R_1 \longrightarrow 2R_1 = 24$$

$$\boxed{R_1 = 12\,\Omega}$$

تجربی ۱۴۰۰ خ : در مدار روبرو شدت جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی چند آمپر است؟

$\frac{3}{4}$	1
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$



جریان کل از مقاومت ۵Ω عبور می‌کند و پس به ۲ شاخه ۱۰Ω و ۷Ω وارد می‌شود

جریان شاخه ۷Ω به ۲ شاخه ۴Ω و ۱۲Ω وارد می‌شود لذا ۴Ω موازی ۱۲Ω

$۴\Omega \parallel ۱۲\Omega \Rightarrow \frac{۴\times ۱۲}{۴+۱۲} = \frac{۴۸}{۱۶} = ۳\Omega$

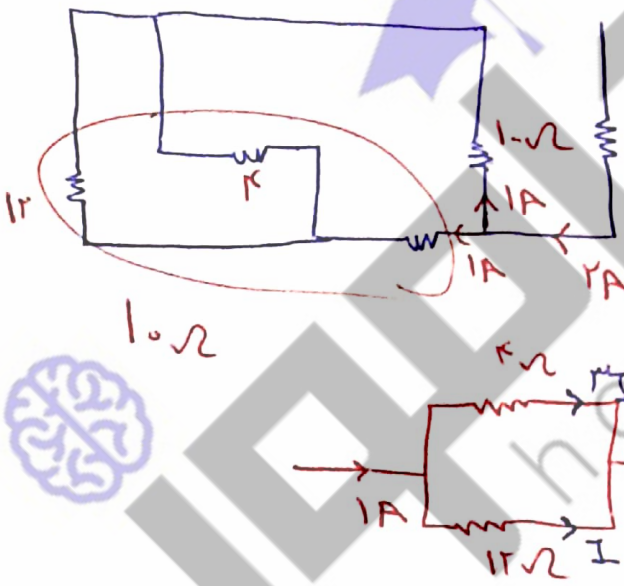
سری $\longrightarrow$ ۴Ω ,۱۲Ω با ۷Ω

$۳+۷=۱۰\Omega$

موازی $\longrightarrow$ ۱۰Ω با ۱۰Ω $\longrightarrow$ ۵Ω

سری $\longrightarrow$ ۵Ω با ۵Ω $\longrightarrow$ ۱۰Ω

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} = \frac{۲۰}{۱۰+۰} = ۲A$



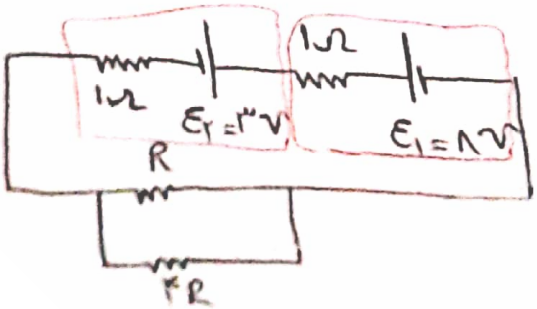
$\frac{۳}{۴}A$

$۴I = ۱ \longrightarrow I = \frac{۱}{۴}$

ریاضی ۱۴۰۰ در مدار زیر اختلاف پتانسیل ۳ امر باتری $\mathcal{E}_۲$ برابر با ۳٫۵ ولت است

۲٫۵	۱٫۹
۱٫۵	۳٫۲

توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟

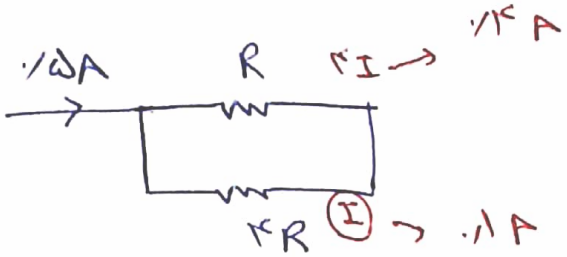


$۳٫۵ = ۴ + I \longrightarrow I = ۰٫۵A$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + r} \Rightarrow$

ص ۷۲

$$0.5 = \frac{8-3}{\frac{4R}{5}+2} \longrightarrow R = 10\,\Omega$$

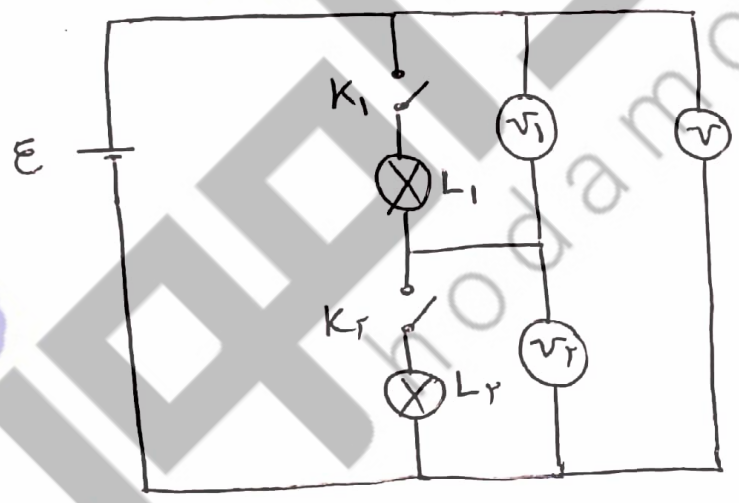


$$5I = 0.5 \longrightarrow I = 0.1\,A$$

$$P = RI^2 \Longrightarrow P = 10 \times (0.4)^2 = 10 \times \frac{16}{100} = 1.6\,W$$

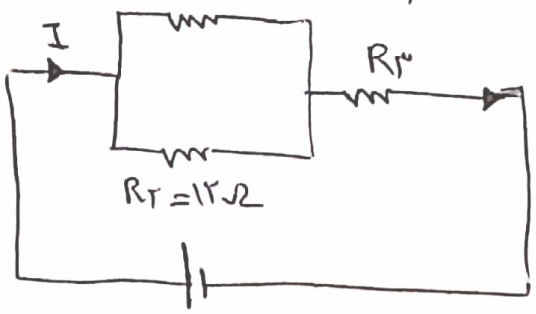
ریاضی ۱۴۰۰: در شکل زیر ولت‌سنج‌ها آرمانی هستند و هر دو لامپ روشن است. اگر کلید K_1 را قطع کنیم کدام یک از ولت‌سنج‌ها صفر را نشان می‌دهد؟

V_2	V_1
V_2 و V	V_1 و V



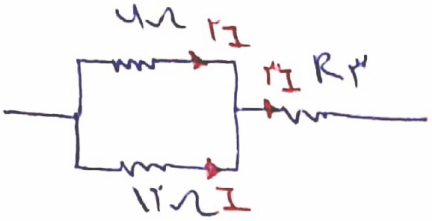
وقتی کلید K_1 قطع شود ولت‌سنج V_1 در مدار متوالی می‌شود و چون مقاومت بی‌نهایت دارد جریان مدار را صفر می‌کند و جریانی از لامپ L_2 عبور نمی‌کند و ولتاژ دوسرآن صفر می‌شود و V_1 و V و ε را نشان می‌دهند.

ریاضی ۱۴۰۰ : شکل زیر یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی مقاومت R_3 ۶ برابر توان مصرفی مقاومت R_2 باشد، R_3 چند اهم است؟



۱۲	۱۸
۶	۸

$P_{R_3} = 6 P_{R_2}$

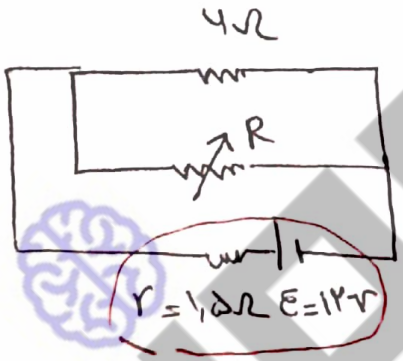


$(2I)^2 \times R_3 = 6 \times 12 \times I^2$

$9I^2 R_3 = 72 I^2$

$R_3 = 8$

ریاضی ۱۴۰۰ : در شکل زیر اگر مقاومت متغیر از صفر به ۱۸Ω افزایش یابد اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲ سر باتری از چند ولت به چند ولت تغییر می‌کند؟



۱۲ به ۶	۹ به ۱۲
۶ به ۵	۹ به ۵

$R = 0 \rightarrow R_T = 0 \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{12}{0 + 1.5} = 8A$

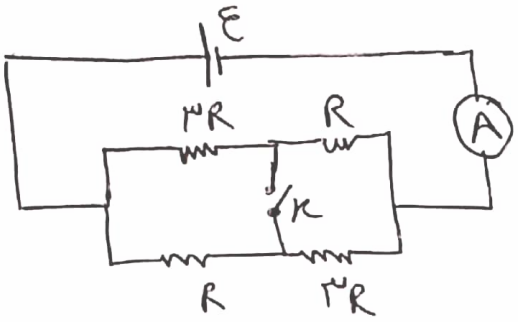
$V = \varepsilon - Ir = 12 - 8 \times 1.5 = 0$

حالت دوم ۱۸,۶ موازی $\frac{18}{\frac{18}{6}+1} = 4.5 \rightarrow I = \frac{12}{4.5+1.5} = 2A$

$V = \varepsilon - Ir = 12 - 1.5 \times 2 = 9V$

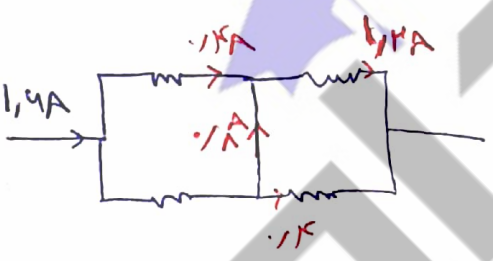
ریاضی ۱۴۰۰ خ : در مدار شکل زیر آمپرسنج آرمان ۱٫۲ آمپر را نشان می‌دهد اگر کلید را وصل کنیم از مقیاس کلید جریان الکتریکی چند آمپر می‌گذرد؟

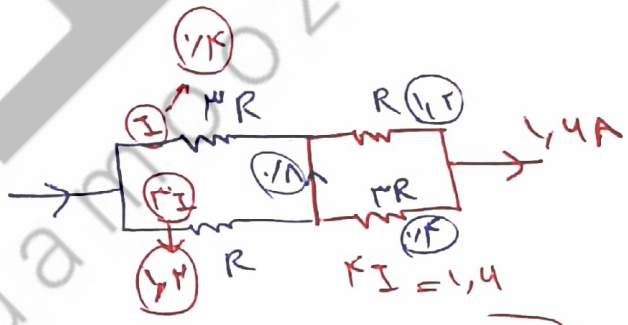
۰٫۴	۰٫۲
۰٫۸	۰٫۶



کلید باز $\Longrightarrow R_{eq} = 2R \rightarrow \frac{\varepsilon}{2R} = 1,2 \rightarrow \frac{\varepsilon}{R} = 2,4$

کلید بسته $\longrightarrow R_{eq} = \frac{3}{2}R \rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{\frac{3}{2}R} = \frac{2}{3} \times 2,4 = 1,6A$

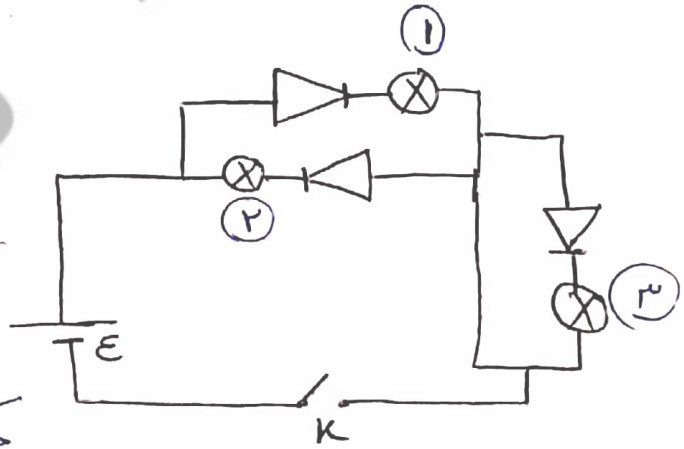




I = ۰٫۴A

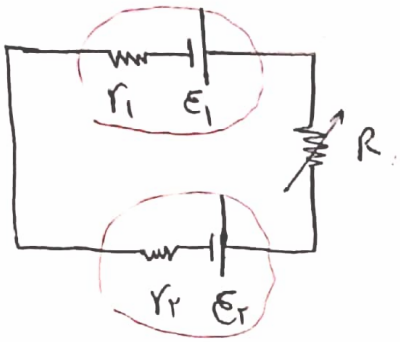
ریاضی ۱۴۰۰ خ : در مدار زیر با بستن کلید کدام لامپ روشن می‌شود؟

۲	۱
۲٫۳	۱٫۳



با توجه به مفهوم دیود (یکسو کننده جریان) جریان خروجی از باتری در مسیر نشان داده شده حرکت می‌کند (لامپ ۳ اتصل کوتاه می‌شود)

ریاضی ۱۴۰۰ خ : در مدار زیر $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$ است در این مدار با کاهش مقاومت R اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری ① و توان ورودی باتری ② به ترتیب چگونه تغییری می‌کند؟



کاهش ـ افزایش	کاهش ـ کاهش
افزایش ـ کاهش	افزایش ـ افزایش

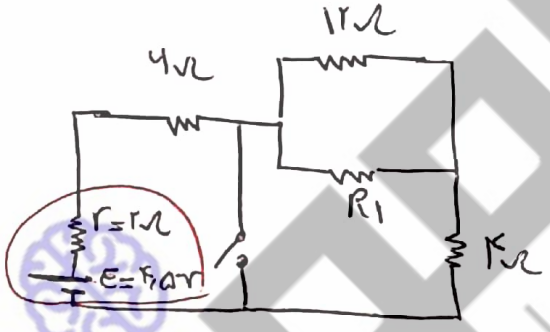
با کاهش مقاومت R جریان مدار افزایش می‌یابد

$$\uparrow i = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R\downarrow}$$

$$\downarrow V_1 = \varepsilon_1 - i r_1 \uparrow$$ V_1 کاهش

$$V_2 = -\varepsilon_2 - i r_2 \rightarrow \uparrow P_2 = -\varepsilon_2 i\uparrow - r_2 i^2\uparrow$$

ریاضی ۱۴۰۰ خ : در شکل زیر با بستن کلید اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶ اهمی دوبرابر می‌شود R_1 چند اهم است؟



۳	۲٫۴
۸٫۲	۶

$$V = RI \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_2}{I_1} = 2$$

از آن‌جا که $I = \frac{\varepsilon}{2 + R_{eq}}$ یعنی با بستن کلید مقاومت $2 + R_{eq}$ نصف می‌شود

از طرفی با بستن کلید مقاومت‌های ۴ و R_1 و ۱۲ حذف می‌شوند

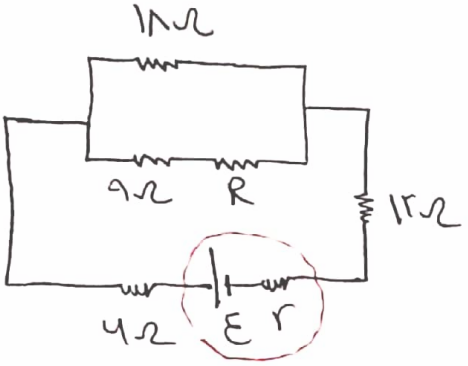
$$\text{کلید بسته} \longrightarrow 2 + R_{eq} = 2 + 6 = 8$$

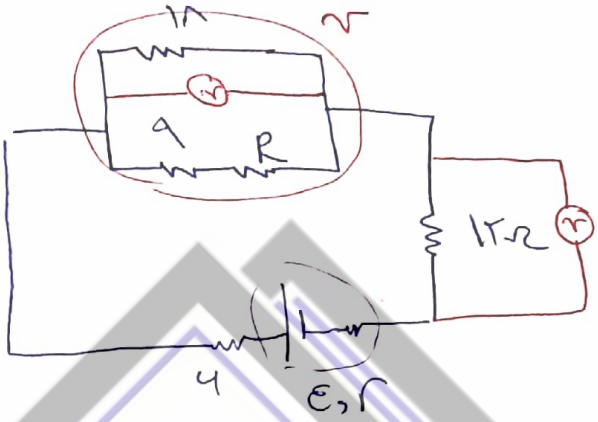
$$\text{کلید باز} \longrightarrow 2 + R_{eq} = 16 \rightarrow 2 + \left(6 + 4 + \frac{12R_1}{12 + R_1}\right) = 16$$

$$\frac{12R_1}{12 + R_1} = 4 \longrightarrow 8R_1 = 48 \rightarrow R_1 = 6\Omega$$

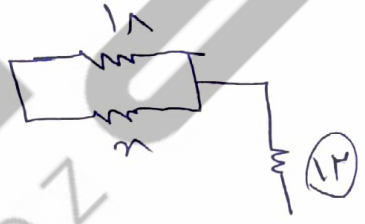
تجربی ۱۴۰۱: در شکل زیر اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت‌های ۱۸Ω و ۱۲Ω باهم برابر است. R چند اُهم است؟

۲۷	۳۶
۱۲	۱۸





ولتاژ قسمت بالایی مدار با ولتاژ ۱۲ولت یکی است و از طرفی چون جریان کل از مقاومت ۱۲Ω و قسمت بالایی مدار می‌گذرد لذا باید مقاومت‌ها یکسان باشند

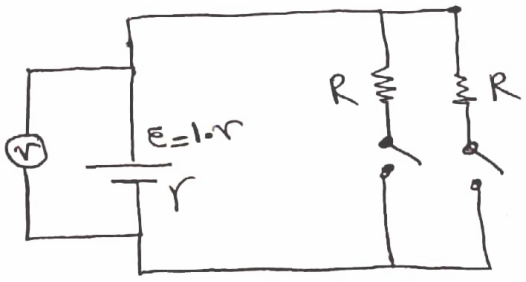


$$\frac{18 \times x}{18+x} = 12 \Rightarrow 36 + 2x = 3x$$

$$x = 36 \Rightarrow 9 + R = 36 \Rightarrow R = 27\Omega$$

تجربی ۱۴۰۱: در مدار زیر هنگامی که فقط یکی از کلیدها بسته باشد ولت‌سنج آرمانی عدد ۶ ولت را نشان می‌دهد. اگر هر دو کلید بسته باشند ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

۸	۳
۳۰/۷	۱۵/۷



$$V = \varepsilon - Ir$$

$$6 = 10 - Ir \rightarrow \boxed{Ir = 4}$$

$$V = RI \rightarrow \boxed{RI = 6}$$

$$\Rightarrow \frac{RI}{rI} = \frac{6}{4} \Rightarrow \boxed{R = 1.5\Omega}$$

حالت دوم:

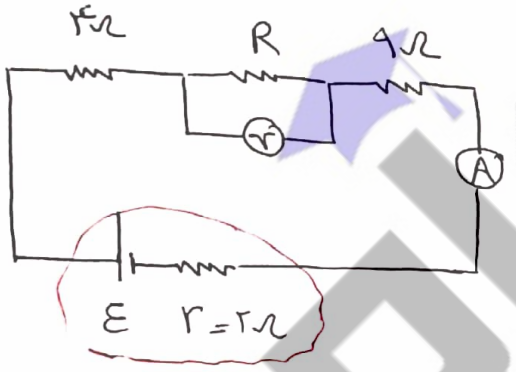
$$V_2 = \varepsilon - I_2 r$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{10}{\frac{R}{2} + r} = \frac{10}{\frac{15}{2} + r} = \frac{10}{\frac{4}{4}r + r}$$

$$= \frac{10}{\frac{7}{4}r} = \frac{40}{7r}$$

$$\rightarrow V_2 = 10 - \frac{40}{7r} \times r = \frac{30}{7}$$

تجربی ۱۴۰۱: در شکل زیر ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی به ترتیب ۱۲ ولت و ۰/۸ آمپر را نشان می‌دهند. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟



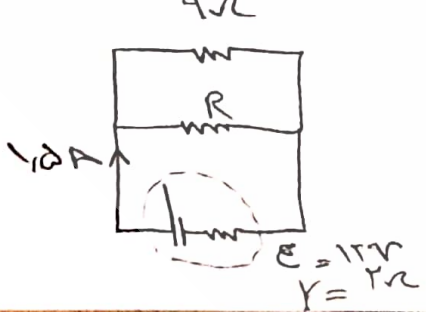
۲۴	۳۶
۱۶	۱۸

$$V = IR \Rightarrow 12 = 0/8 \times R \Rightarrow R = 15\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow 0/8 = \frac{\varepsilon}{(4+15+9)+2}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{30}{10} \times 8 = 24V$$

تجربی ۱۴۰۱: در شکل زیر توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟

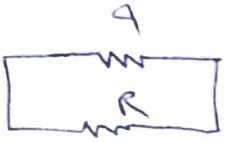


۹	۴/۵
۱۸	۱۳/۵

۷۸م

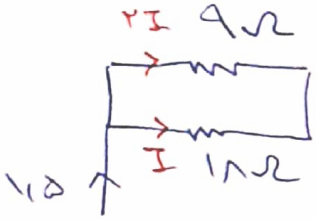
$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow 1{,}5 = \frac{12}{R_T + 2}$$

$$1{,}5R_T + 3 = 12 \Longrightarrow 1{,}5R_T = 9 \rightarrow R_T = 6\,\Omega$$



$$\rightarrow \quad \frac{9R}{9+R} = 6 \rightarrow 54 + 6R = 9R$$

$$3R = 54 \rightarrow R = 18\,\Omega$$



$$3I = 1{,}5 \rightarrow I = 0{,}5 \Rightarrow$$

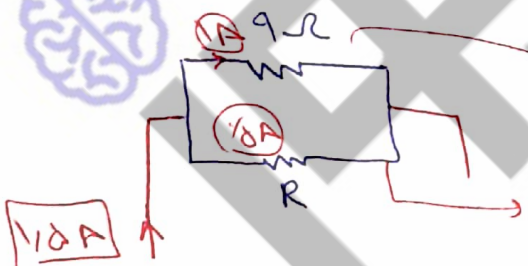
$$P = I^2R = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 18$$

$$= \frac{18}{4} = 4{,}5\,W$$

روش دوم

استفاده از ولتاژها

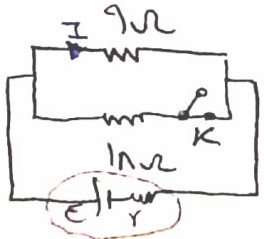
$$V = \varepsilon - Ir \Longrightarrow 12 - 2(1{,}5) = 9\,V$$



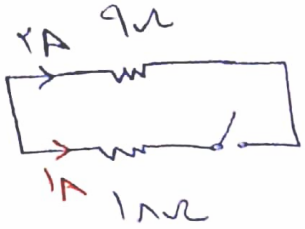
$$V = RI \rightarrow 9 = 9I \rightarrow I = 1\,A$$

$$P = VI = 9 \times 0{,}5 = 4{,}5\,W$$

تجربی ۱۴۰۱ خ : در شکل زیر I برابر ۲A است. اگر کلید را قطع کنیم جریان الکتریکی عبوری از مقاومت ۹ اُهمی، ۰/۲۵A افزایش می‌یابد مقاومت درونی مولد چند اُهم است؟



۳	۲
۳	۳
۳	۲



$\Rightarrow I_T = ۳A$

$R_T = \frac{۱۸}{۱۸/۹ + ۱} = ۶$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + ۲} \Rightarrow ۳ = \frac{\mathcal{E}}{۶ + ۲}$

$\mathcal{E} = ۱۸ + ۳۲$

حالت دوم کلید باز

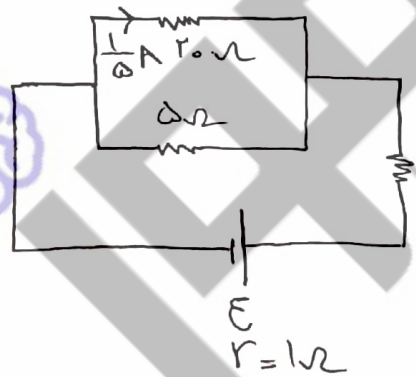
$I_T = ۲ + ۰/۲۵ = ۲/۲۵ A$

$۲/۲۵ = \frac{\mathcal{E}}{۹ + ۲} \Rightarrow ۲/۲۵ = \frac{۱۸ + ۳۲}{۹ + ۲}$

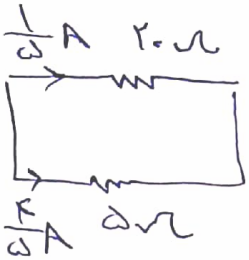
$۲۰/۲۵ + ۲/۲۵۲ = ۱۸ + ۳۲$

$۲/۲۵ = ۰/۷۵۲ \rightarrow \boxed{۲ = ۳Ω}$

تجربی ۱۴۰۱ : اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت R در مدار زیر برابر ۳V است. نیروی محرکه باتری چند ولت است؟



۵	۴
۸	۷



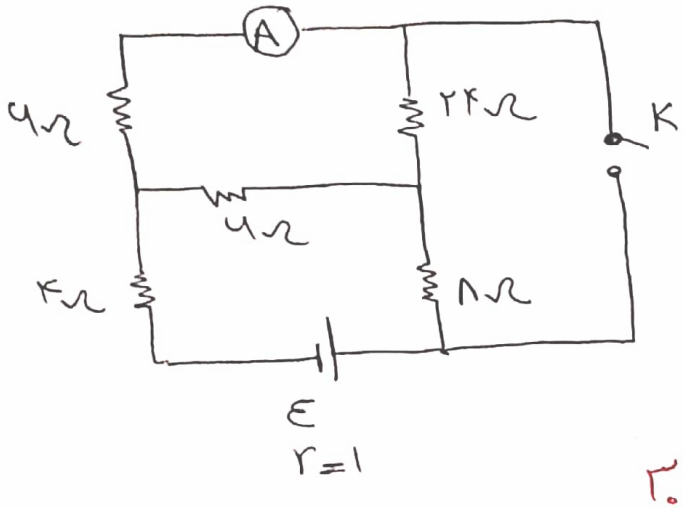
$\rightarrow I_T = ۱A$

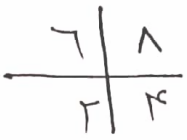
$V = IR \rightarrow ۳ = ۱R \rightarrow R = ۳Ω$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T + ۲} \Rightarrow ۱ = \frac{\mathcal{E}}{(۴ + ۳) + ۱} \rightarrow \mathcal{E} = ۸V$

$R_T = \left(\frac{۲۰ \times ۵}{۲۰ + ۵}\right)^{۴} + ۳ = ۷Ω$

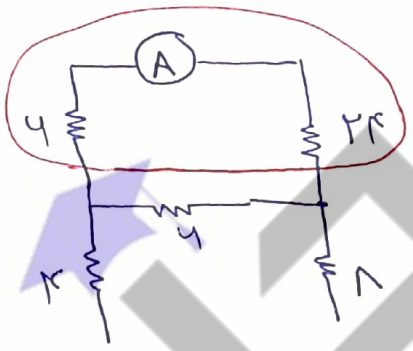
تجربی خ ۱۴۰۱: در مدار زیر با بستن کلید عددی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد چند برابر می‌شود؟



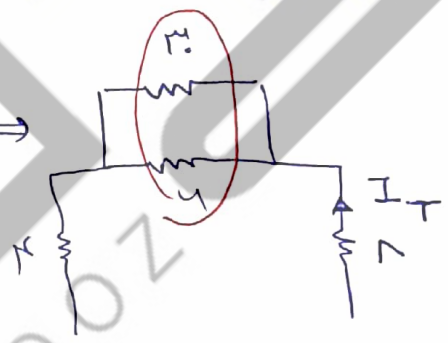


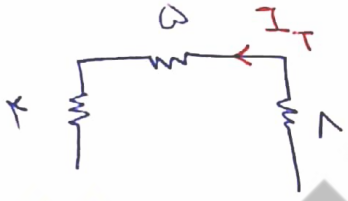
۲۰

حالت اول
کلید باز

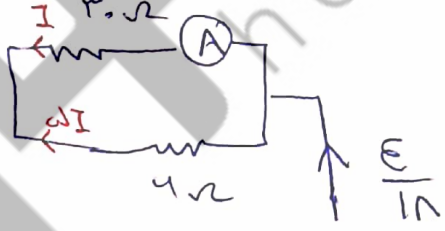


$\Omega = \frac{۲۰ \times ۶}{۲۰ + ۶}$



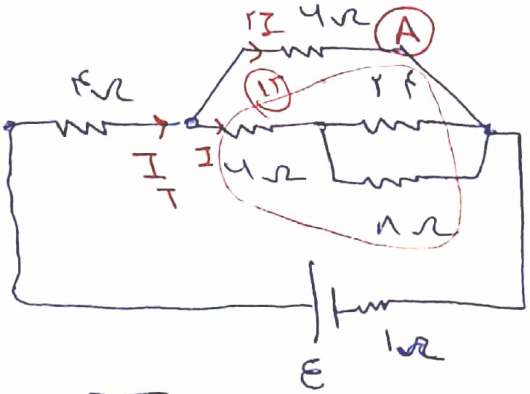


$I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{۱۰+۲} = \frac{\varepsilon}{۱۲}$



$۶I = \frac{\varepsilon}{۱۲} \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{۶ \times ۱۲}$

کلید بسته شود



$I_۲ = \frac{\varepsilon}{۹}$

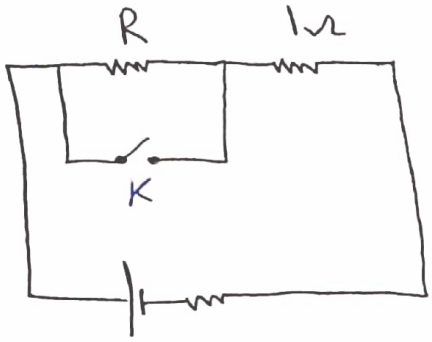
$۳I = \frac{\varepsilon}{۹}$

$I = \frac{\varepsilon}{۲۷}$

A → $\frac{۲\varepsilon}{۲۷}$ ⟹ $\frac{\frac{۲\varepsilon}{۲۷}}{\frac{\varepsilon}{۶ \times ۱۸}} = ۸$

تجربی خ ۱۴۰۱ : در شکل زیر با قطع یا وصل کلید توان خروجی باتری ثابت می‌ماند مقاومت R چند اهم است؟

۳	۴
۱	۲



کلید بسته شود $\Rightarrow R_{eq}=1 \Rightarrow I=\frac{\varepsilon}{2+R_{eq}}=\frac{12}{1+2}=4A$

$P_{خروجی}=R_{eq}I^2=1\times 4^2=16W$

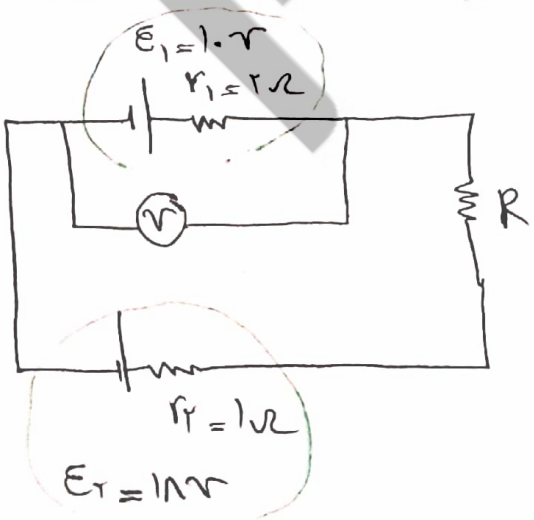
قطع کردن کلید $\Rightarrow R_{eq}=1+R \rightarrow I'=\frac{12}{3+R} \Rightarrow$

$P=R_{eq}I^2 \Rightarrow 16=(1+R)\left(\frac{12}{3+R}\right)^2$

$\Rightarrow \boxed{R=3\Omega}$

ریاضی ۱۴۰۱ : در مدار زیر ولت‌سنج آرمانی ۱۴V را نشان می‌دهد. اختلاف پتانسیل ۲Ω مقاومت R چند ولت است؟

۳	۴
۱	۲



$V_1=\varepsilon_1+Ir_1$

$14=10+2I$

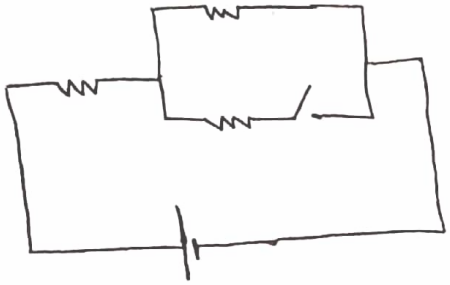
$\rightarrow I=2A$

$V_R=V_2-V_1=\varepsilon_2-Ir_2-14$

$V_R=18-2-14=\boxed{2V}$

ریاضی ۱۴۰۱ : در شکل زیر هر ۳ مقاومت مشابه اند اگر کلید را وصل کنیم توان مصرفی مدار ۹ وات تغییر می کند هریک از مقاومت ها چند اهم است ؟

۱۲	۱۸
۶	۹



کلید باز $\Rightarrow Req = 2R \rightarrow P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P_1 = \frac{18^2}{2R}$

کلید بسته $\Rightarrow Req = \frac{3}{2}R \rightarrow P_2 = \frac{18^2}{\frac{3}{2}R}$

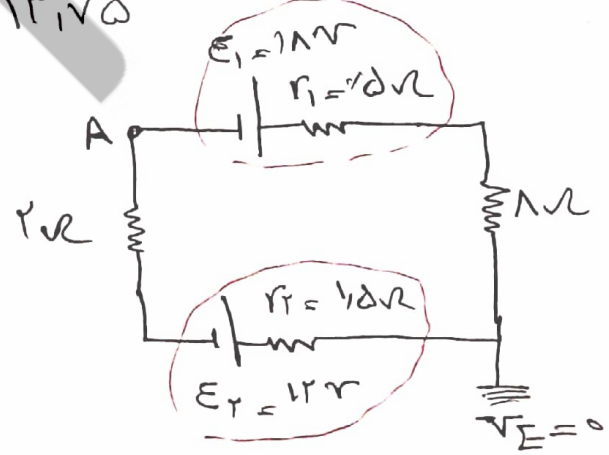
$P_2 - P_1 = 9W \Rightarrow \frac{18\times18\times2}{3R} - \frac{18\times18}{2R} = 9$

$\frac{18\times12}{R} - \frac{18\times9}{R} = 9 \quad \div 9 \quad \frac{24}{R} - \frac{18}{R} = 1$

$\frac{6}{R} = 1 \Rightarrow R = 6\Omega$

ریاضی ۱۴۰۱ : در مدار زیر پتانسیل نقطه A چند ولت است ؟

-۱۳٫۷۵	-۲۲٫۲۵
۲۲٫۲۵	۱۳٫۷۵

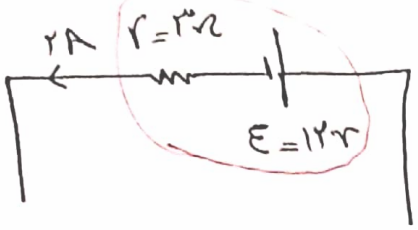


$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_T + r}$

$I = \frac{18-12}{12} = 0.5A$

$V_A + 18 - 0.5\times0.5 - 8\times0.5 = 0 \rightarrow V_A = -13.75$

ریاضی ۱۴۰۱ : شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی است. توان ورودی باتری چند وات است؟

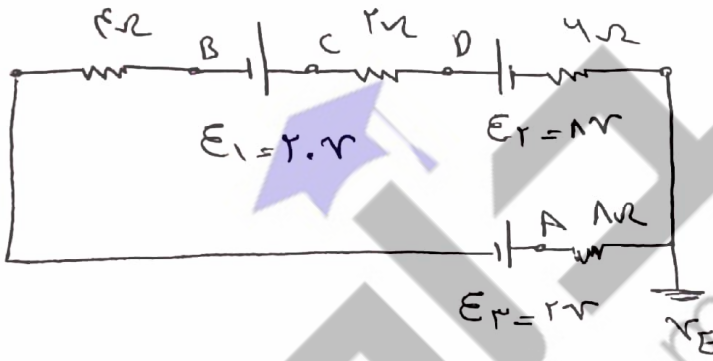


۱۸	۱۲
۳۶	۲۴

$$P = \varepsilon I + RI^2$$
$$= 12\times 2 + 3\times 4 = 36\ W$$

ریاضی خ ۱۴۰۱ : با توجه به مدار الکتریکی زیر پتانسیل کدام نقطه بیشتر است؟

A	B
C	D

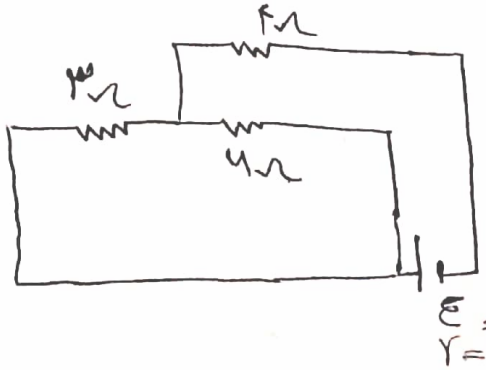


$\varepsilon_1 > \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \Rightarrow$ انرژی مدار توسط مولد ε_1 تأمین می‌شود

بنابراین هرچه نقطه مورد نظر در جهت جریان به مولد نزدیک‌تر باشد دارای پتانسیل الکتریکی بالاتری است (جریان قراردادی از پتانسیل بیش‌تر به کم‌تر است) بنابراین نقطه C چون در جهت جریان به مولد نزدیک‌تر است پتانسیل بالاتری دارد.

ریاضی خ ۱۴۰۱ : در مدار زیر به‌جای مقاومت ۳Ω، مقاومت ۱۲Ω قرار گیرد توان تولیدی باتری چندرات تغییر می‌کند؟

$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{12}$
$\frac{100}{3}$	$\frac{100}{9}$



$$R_T = 4\Omega \Longrightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{5}{4+6} = 0.5\,A$$

$$\text{تولیدی } P = \varepsilon I = 5 \times 0.5 = 2.5\,W$$

مقاومت ۱۲Ω موازی می‌گیرد $\Rightarrow R_{\text{موازی}} = \frac{4 \times 12}{16} = 3$ ، $R_T = 3 + 5 = 8\Omega$

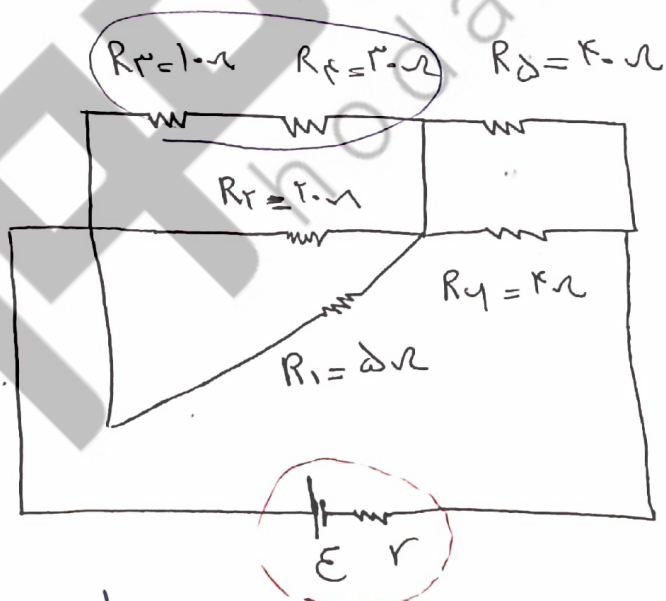
$$I' = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{5}{8+4} = \frac{5}{12}\,A$$

$$P' = \varepsilon I' = 5 \times \frac{5}{12} = \frac{25}{12}$$

$$\Delta P = \frac{25}{12} - \frac{5}{2} = \frac{5}{12}\,W$$

ریاضی خارج ۱۴۰۱: در مدار شکل زیر توان مصرفی کدام مقاومت بیشتر است؟

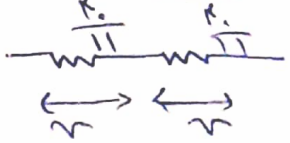
R_4	R_3
R_6	R_5



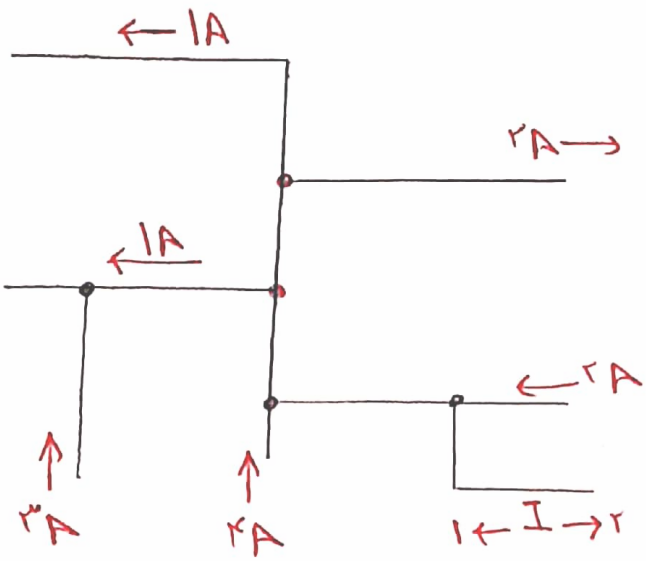
باتوجه به یکسان بودن مقاومت‌ها مقاومتی P_{max} و در کل R_{min} داشته باشد ← R_6

$$\frac{1}{R'_1} = \frac{1}{40} + \frac{1}{20} + \frac{1}{5} = \frac{11}{40} \longrightarrow R'_1 = \frac{40}{11}$$

$$R'_T = \frac{40 \times 4}{40 + 4} = \frac{40}{11}$$



ریاضی خ ۱۴۰۱ : شکل زیر بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می دهد بزرگی جریان I چند آمپر و جهت جریان کدام است؟



(۱)	۲	(۲)	۲
(۱)	۶	(۲)	۶