موضوع: _____ تاریخ: / /

جریان الکتریکی متوسط: بار عبور کرده در واحد زمان را شدت جریان الکتریکی متوسط گوییم و آن را با نماد I نشان می‌دهیم.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \frac{\Delta q \to C}{\Delta t \to s}$$

یکای I ← $\frac{C}{s}$ که به آمپر (A) معروف است.

برخی از مقادیر تجربی جریان حال قدر بدانید:

- $1\,\mu A$ ← نورون‌های مغز
- $1\,mA$ ← تامین انرژی غاشیه گوش صدا
- $1\,A$ ← لامپ‌های حبابی $100\,W$
- $100\,A$ ← استارت خودرو
- $10\,kA$ ← فورش آذرخش نوری
- $15\,kA$ ← دربادهای خورشیدی

نکته: در این فصل با جریان‌هایی هستیم سروکار داریم که جریان کمیت جریان با زمان تغییر نمی‌کند و مقدار جریان ثابت است.

جریان متوسط آبی $2A$ است یعنی چه؟

یعنی به طور متوسط در هر ثانیه از هر مقطع این سیم براساس رابطه $q = It$ ← دو کولن بار الکتریکی عبور کرده‌اند.

نکته: اگر در مدت t ثانیه تعداد n الکترون از مقطعی از مدار بگذرد شدت جریان

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

به ازای هر الکترون بار ← $e = 1.6 \times 10^{-19}\,C$

سؤال) ← ولتاژ تقریباً معادل یک نوع ماشین حساب ۳V است. وقتی ماشین حساب روشن است.

این باعث عبور جریان ۰/۱۷mA در آن می‌شود. اگر این ماشین حساب بدون ساعت روشن بماند

الف) در این مدت چه مقدار بار از روی صفحه عبور می‌کند؟

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I(\Delta t) \rightarrow$$

$$\rightarrow 0/17 \times 10^{-3} \times 3/6 \times 10^{4} = \boxed{0/61C}$$

سؤال) در رابطه $\Delta q = I\Delta t$ اگر I برحسب A و Δt برحسب ساعت باشد یکای

Δq محاسبه ساعت می‌شود. باتری‌های خودرو با mAh. هرچه آمپر ساعت بیشتر باشد عمر

باتری بیشتر می‌تواند از صفحه عبور دهد تا به طور امن تخلیه شود و بیشتر است.

الف) باتری آمپر ساعت خودروی $50Ah$ است اگر این باتری جریان متوسط $5A$ را فراهم

سازد چقدر طول می‌کشد تا خالی شود؟

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{50}{5} = 10\ h$$

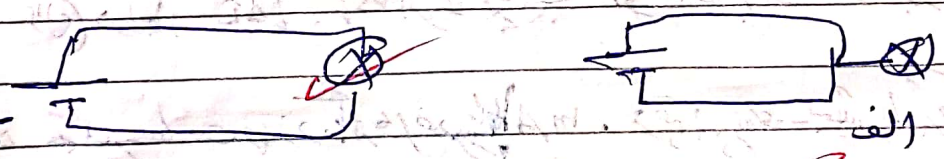
موضوع: _____ تاریخ: / /

ب) آمپرساعت عبارت از باتری‌های قلمی ۱۰۰۰mA است. اگر این باتری‌ها به وسیله جریان ۱۰۰μA برق را هم‌زمان در حد رهل می‌کنند تا خالی شوند؟

$$\frac{\Delta q}{t} = \Delta t \rightarrow \frac{1000\times10^{-3}}{100\times10^{-6}} = 1\times10^{4}\,h$$

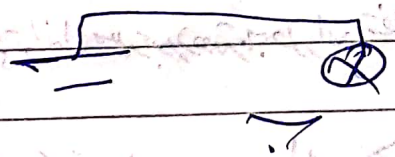
این زمان کمی بیش از یک سال است. مثلاً یک باتری قلمی تقریباً در حین مدتی از عمر دنیا یک ساعت دیوار را تأمین می‌کند.

سؤال) در کدام شکل لامپ روشن می‌شود؟



الف

فقط به درست اشتباه نیست و ابهام جریان الکتریکی ایجاد می‌کند.



ب

مقاومت الکتریکی ← به طور مشخص مربوط به عبور جریان الکتریکی می‌گویند.

وقتی اختلاف پتانسیل در دو سر سیم ایجاد می‌شود و باعث حرکت الکترون‌های آزاد در سیم

مدار می‌رود. این الکترون‌ها جا لم حال رسانا که در حال نوسان هستند بدون برخورد می‌شوند و این موضوع باعث

ایجاد مقاومت می‌شود. در واقع الکترون‌ها آزادانه تمام حرکت در رسانا با نیروی مقاومت

روبه‌رو هستند. اصلاً خاصیت رسانا داشتن مقاومت الکتریکی است. از این جهت توان

پیش‌بینی کرد مقاومت الکتریکی به ابعاد هندسی یعنی طول و سطح مقطع رسانا بستگی دارد

و همچنین جنس ماده رسانا و دمای آن بر مقاومت الکتریکی اثر دارد.

فاکتور اهم ← درجه ثابت نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا

به شدت جریان عبور کننده از آن مقدار ثابتی است که آن را می‌گوییم مقاومت الکتریکی و با R

نشان می‌دهند.

$$R = \frac{V}{I} = \underset{(V)}{V} = \underset{(A)}{I}\,R \rightarrow (\Omega)$$

نکته ← رابطه تناسبی اهم ←

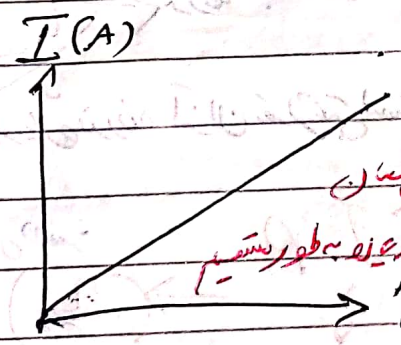
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{I_1}{I_2}$$

در بانکی شود $\frac{V}{A}$ که به این مقدار اهم ← به نام اهم نامگذاری شد و با نماد اهم نشان می‌دهند.

موضوع: _____ تاریخ: / /

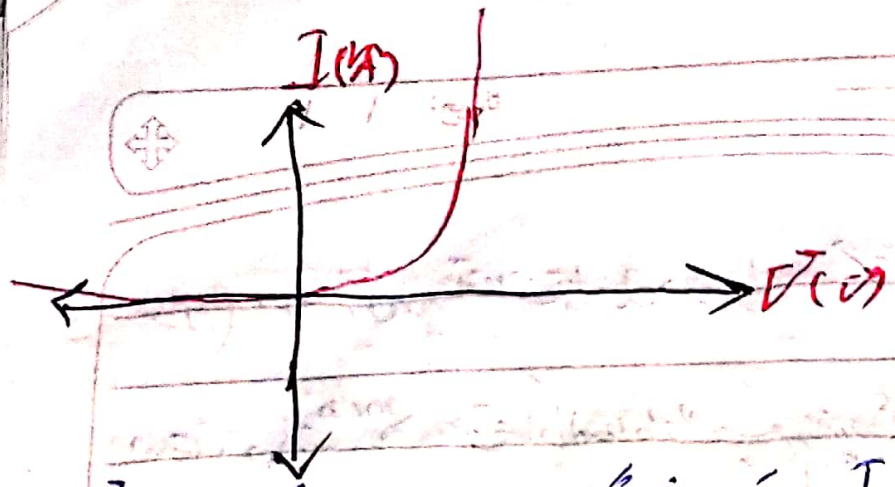
از مقاومت جهت کنترل جریان و ولتاژ در مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود. رسانایی دارای مقاومت الکتریکی است. اصطلاحاً آن را مقاومت می‌خوانند و با علامت ~~~~ نشان می‌دهند.

① رسانای اهمی ← قانون اهم در باره رسانایی برقرار است که مقاومت مشکل به ولتاژ اعمال شده و جریان بستگی نداشته باشد و جریان و ولتاژ به طور مستقیم و تناسبی با یکدیگر متناسب هستند. از قانون اهم پیروی می‌کنند، رسانای اهمی می‌گویند. مثل اغلب فلزات به شرط آن از رسانا مثل نیمه‌هادی در دمای ثابت.



نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل نشان می‌دهد برای این رسانا اهمی جریان به طور مستقیم با ولتاژ افزایش می‌یابد.

② رسانای غیراهمی ← برای این وسیله رابطه جریان و ولتاژ غیرخطی است. یکی از این وسیله‌ها دیود نورانی (LED) است.

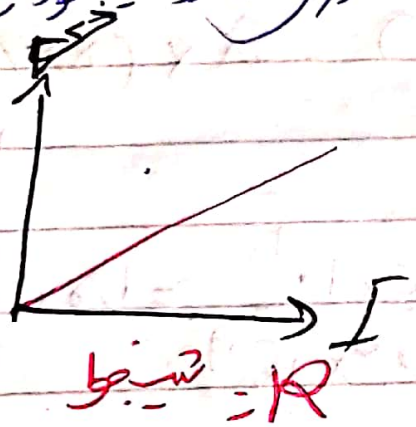


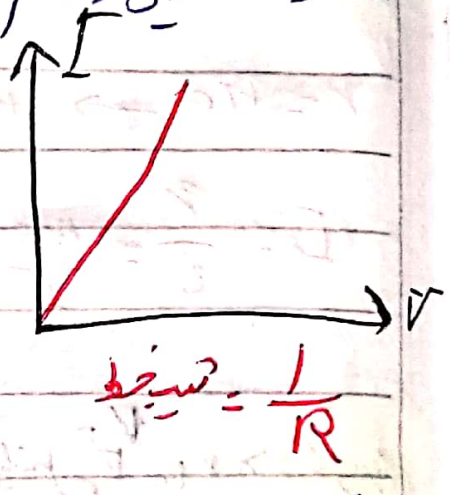
نکته ← نمودار I-V و V-I برای یک رسانا به شکل های زیر می شود شیب نمودار I-V

مقاومت الکتریکی رسانا بزرگ به طوری که هر چه شیب بیشتر باشد مقاومت الکتریکی رسانا نیز بیشتر می باشد

و شیب نمودار V-I به عکس مقاومت الکتریکی رسانا بزرگ به طوری که هر چه شیب نمودار بیشتر باشد

مقاومت الکتریکی رسانا کم تر می شود.





سوال) بررسی کنید آیا در شکل مقابل دو رسانا به هم متصل اند یا نه و چگونه متصل اند؟

به نظر می رسد شکل کتاب مشخص است. در وضعیت (الف) جریان از طریق بدن عبور می کند و در صورتی که

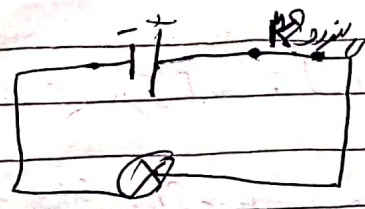
شخص به طریقی به زمین متصل باشد جریان کمتر و بیشتر می شود در حالی که در وضعیت (ب) جریان از طریق

هم اتصال زمین، به زمین می رود که به معنای علاوه بر پرسال فاز و نول هم متصل به زمین نیز وجود دارد

بنابراین در شکل ب به خلاف الف دچار شک نمی شویم زیرا هم متصل به زمین هستیم و مقاومت بدن مطابق جریان زمین ایجاد کرده

موضوع: _____ تاریخ: / /

سؤال) در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۴V و مقاومت آن ۵Ω است. در مدت ۵h چه تعداد الکترون از لامپ عبور می‌کند؟



$q = ne \quad / \quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad / \quad R = \frac{V}{I}$

$I = \frac{V}{R} = \frac{4}{5} = 0.8A$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I(\Delta t) = 0.8 \times (5 \times 60) = 2.4 \times 10^{2} C$

$q = ne \rightarrow n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{2.4 \times 10^{2}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.5 \times 10^{21}$ الکترون

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

سؤال) حرکت آذرخش نقدی $1 \times 10^{9} J$ انرژی تحت اختلاف پتانسیل $5 \times 10^{7} V$ در بازه زمانی $20 s$ از آن آزاد می‌شود.

الف) مقدار کل بار منتقل شده بین ابر و زمین

$q = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{1 \times 10^{9}}{5 \times 10^{7}} = 20C$

ب) جریان متوسط در یک آذرخش چقدر

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \frac{20}{0.2} = 100A$

ج) توان الکتریکی آزاد شده در ۲۰s چقدر

$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{1 \times 10^{9}}{0.2} = 5 \times 10^{9} W = 5GW$

Scanned by CamScanner

مثال) یک لامپ چراغ قوه کوچک از یک باتری ۱/۵ V و جریانی برابر ۳A می‌کشد. مقاومت

رشته لامپ یک رسانا است (الف) مقاومت آن چقدر است؟

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow \frac{1.5}{0.3} = 5\,\Omega$$

ب) اگر باتری ضعیف شود و ولتاژ به ۱/۲ V افت کند جریان چقدر می‌شود؟

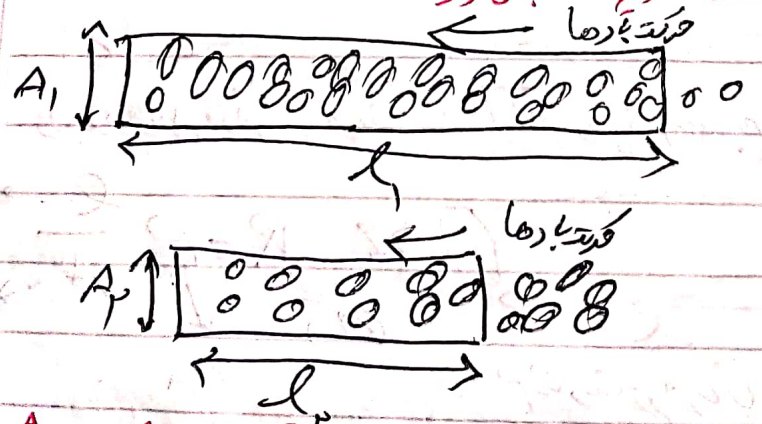
$$I = \frac{V}{R} \rightarrow \frac{1.2}{5} = 0.24\,A$$

با توجه به اینکه مقاومت تغییر نمی‌کند.

عامل مؤثر در مقاومت رسانا فلز ← مقاومت یک رسانا با اختلاف پتانسیل آن و با برقراری

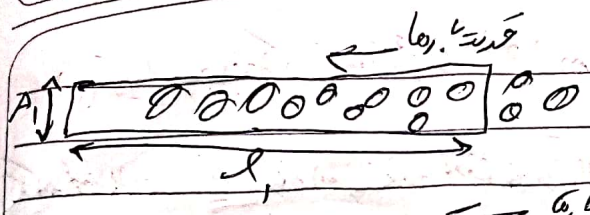
آن در رشته آن بستگی ندارد در دمای ثابت به طول L و مساحت سطح مقطع A و یک خاصیت

ذاتی ماده رسانا به نام مقاومت ویژه ρ بستگی دارد.



$A_2 = A_1$ $\quad \rho_2 = \rho_1$ و $l_1 > l_2 \rightarrow R_1 > R_2$

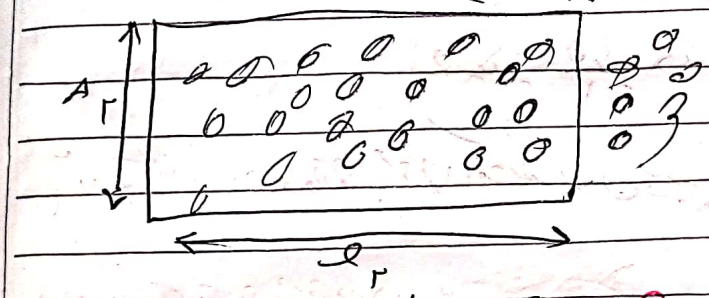
موضوع: _____ تاریخ: / /



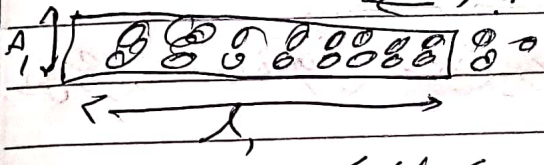
$l_1 = l_2$

$\rho_2 = \rho_1$

$A_2 > A_1$

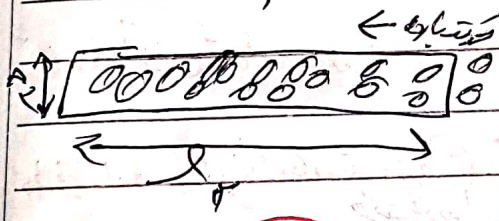


$R_2 < R_1$



$l_1 = l_2$

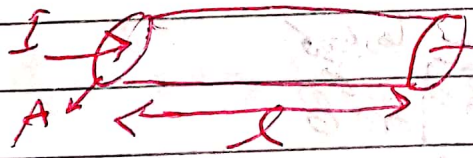
$A_2 = A_1$



$\rho_2 < \rho_1$

$R_2 < R_1$

رابطه‌ی دوم عامل مؤثر در مقاومت رسانا ها فلز را می‌توان به صورت زیر نوشت.



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

$l \to m$

$A \to m^2$

$R \to (\Omega)$

$\rho \to \Omega m$

ρ مقاومت ویژه رسانا می‌باشد / یکای آن

SI در اهم متر (Ωm) است.

موضوع: تاریخ: / /

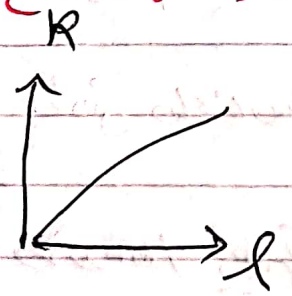
مقاومت ویژه ← مقاومت قطعه‌ای از رسانا است به طول 1m و سطح مقطع آن یک متر مربع است.

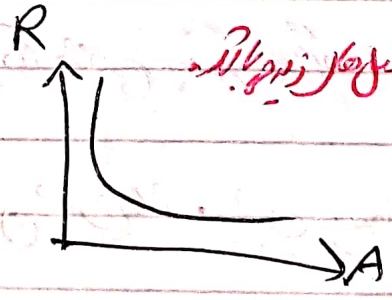
مقاومت ویژه رسانا به جنس جسم و نه مقدار آن رسانا بستگی دارد.

نکته ← برای مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم رسانا داریم: (با استفاده از مشخصات هندسی)

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

نکته ← طبق رابطه $R = \frac{\rho l}{A}$ مقاومت یک سیم، با طول آن نسبت مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد. بنابراین نمودار یک سیم به جنس ثابت برحسب طول آن و با سطح مقطع آن به صورت شکل‌های زیر می‌باشد.





نکته ← مقاومت در مدار خاموش را با وسیله‌ای به نام اهم‌سنج (متر) اندازه می‌گیرند. این وسیله همراه ولت‌سنج و آمپرسنج یک دستگاه را تشکیل می‌دهند که آوومتر نامیده می‌شود.

موضوع: ——— تاریخ: / /

مواد از نظر رسانایی الکتریکی:

① رسانا ← به مواد که مقاومت ویژه الکتریکی بسیار کم دارند (در حدود $10^{-8}\Omega m$) دارند گفته می‌شود.

② نارسانا ← به مواد که گفته می‌شود که مقاومت الکتریکی بسیار زیادی (در حدود $10^{8}\Omega m$) دارند گفته می‌شود.

③ نیم رسانا ← به مواد در دمای اتاق مقاومت ویژه الکتریکی بین مقاومت ویژه رسانا‌ها و نارسانا‌ها دارند مثل Si و Ge گفته می‌شود.

نکته ← مقاومت ویژه رسانا‌های فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود در حالی که مقاومت ویژه نیم رسانا‌ها با افزایش دما کاهش می‌یابد. در برخی مواد مثل جیوه و چلع با کاهش دما مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دما‌های پایین‌تر همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.

سؤال) سیم کشی خانه‌ها معمولاً با سیم‌هایی مسی صورت می‌گیرد که قطر برابر ۲/۰۳۲ دارد و مقاومت ۱۰۰m از این سیم‌ها در دمای اتاق چقدر است؟

$\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega m$

$d = 2.032\ mm$

$l = 100\ m$

$\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega m$

$A = \pi r^2 \rightarrow \pi \frac{d^2}{4}$

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

$$= 3.14 \times \frac{(2.032 \times 10^{-3})^2}{4} = 3.24 \times 10^{-6}\ m^2$$

$$R = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{3.24 \times 10^{-6}}$$

$$\boxed{R \simeq 0.52\ \Omega}$$

سئوال) طول و قطر سیم مسی A به ترتیب دو برابر طول و قطر سیم مسی B است. مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B می باشد؟

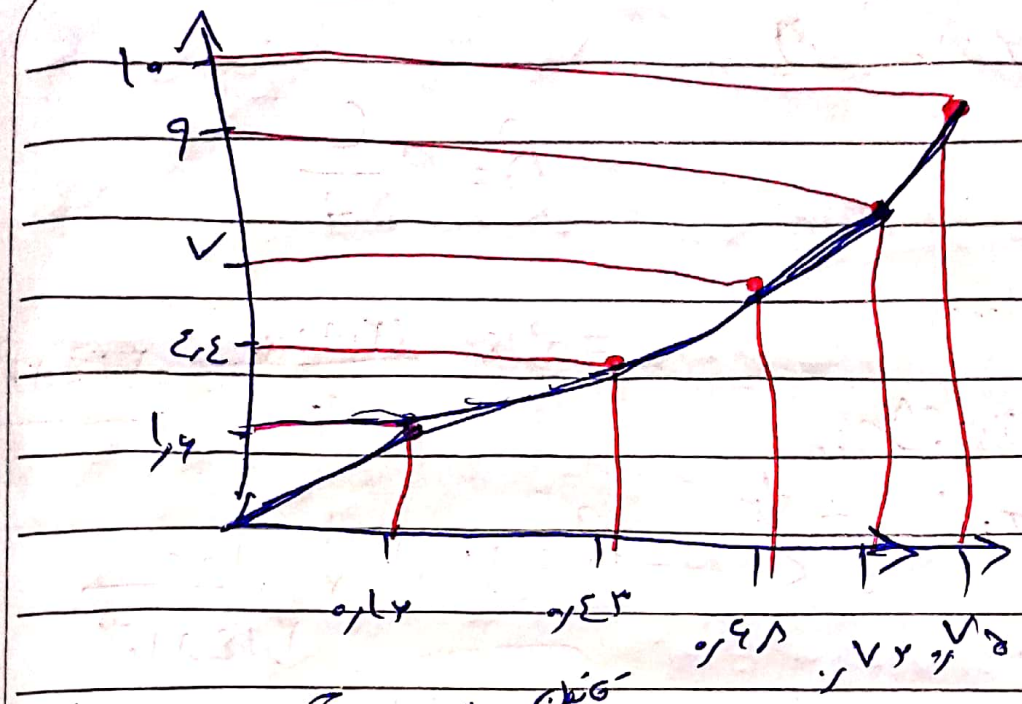
$\rho_A = \rho_B$

$l_A = 2 l_B$

$d_A = 2 l_B \rightarrow r_A = 2 r_B \xrightarrow{A = \pi r^2} A_A = 4 A_B$

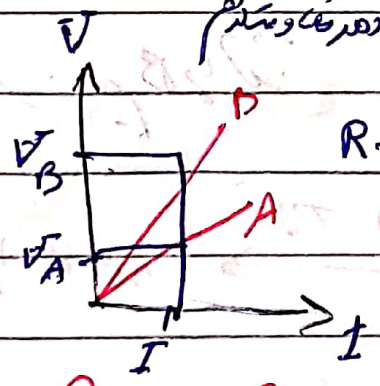
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{l_A}{l_B} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{1}{2}$$

تمرین) در آزمایش تحقیق قانون اهم جدول ص ۶۲ تمرین ۵ به دست آورید مقدار مقاومت و تغییر جنس جریان را رسم کنید و با فرض ثابت ماندن دما تعیین کنید در چه محدوده ای از مقاومت این قانون را نمی توان به کار برد



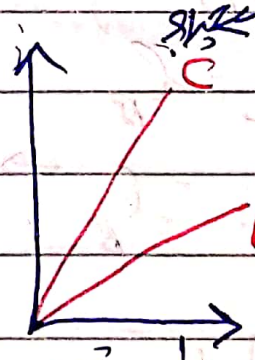
با شکل بازه سوم از هم چیزی و توان جدا نیست!

سؤال) شکل زیر نمودار I-V برای دو رسانا A و B نشان می‌دهد. کدام بیشتر است؟ چرا؟



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

$R =$ شیب



$\frac{1}{R} =$ شیب

$I_A = I_B = I \Rightarrow V_B > V_A$

$\Rightarrow R = \frac{V}{I} \longrightarrow R_B > R_A$

$I_C = I_D = I \Rightarrow V_D > V_C \xrightarrow{R = \frac{V}{I}} R_D > R_C$

Scanned by CamScanner

مثال) دو رشته سیم فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رشته A به شکل توپری به قطر 1mm و رشته B لوله‌ای توخالی به قطر 2mm و ضخامت دیواره 1mm است. مقاومت رشته A چند برابر مقاومت رشته B است؟

$r_A = 0.5\,mm$

$r_B = 0.5\,mm$

$R_B = 1\,mm$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow A = \pi r^2$$

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

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\pi (R_B^2 - r_B^2)}{\pi r_A^2} = \frac{(1 - 0.25)}{0.25} = 3$$

سوال) در ماشین‌های چمن‌زنی برقی برای قسمت‌های جداکننده ۳۵mm تا ۳۵mm از سیم‌های مسی نمره ۲۰ (قطر ۰/۸mm) و برای قسمت‌های طولانی‌تر از سیم‌های ضخیم‌تر تا نمره ۱۶ (قطر ۱/۳mm) استفاده می‌کنند.

الف) مقاومت یک سیم ۳۰ متری ماشین چمن‌زنی چقدر است؟

ب) مقاومت یک سیم ۷ متری ماشین چمن‌زنی چقدر است؟

موضوع: _____ تاریخ: / /

الف) $R = \rho \frac{L}{A}$ $A = \pi r^2$

$d = 0.8\ cm \rightarrow r = 0.4\ cm \rightarrow 4 \times 10^{-4}\ m$

$L = 30\ m$ $\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega m$

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (4 \times 10^{-4})^2 = 5.02 \times 10^{-7}\ m^2$

$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{5.02 \times 10^{-7}} \approx 1.02\ \Omega$

$d = 1.3\ cm \rightarrow r = 0.65\ cm \rightarrow 6.5 \times 10^{-4}\ m$

$L = 70\ m$ $\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega m$

$A = \pi r^2 \rightarrow 3.14 (6.5 \times 10^{-4})^2 \approx 1.33 \times 10^{-6}\ m^2$

$R = \rho \frac{L}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{70}{1.33 \times 10^{-6}} \approx 0.9\ \Omega$

~~نیروی محرکه (emf)~~ ← وسایلی که جریان الکتریکی را روی یک مدار الکتریکی جریان ثابتی از بار الکتریکی در یک مدار ایجاد می‌کنند، منبع نیروی محرکه الکتریکی می‌گویند.

مثلاً منبع مدار نیروی محرکه الکتریکی (مثل باتری) با افزایش انرژی پتانسیل بار، الکتریکی هنگام عبور از منبع جریان ثابتی را در مدار برقرار می‌کند.

* اختلاف پتانسیل یا ولتاژ (ΔV) نیز ضبط آرمانی

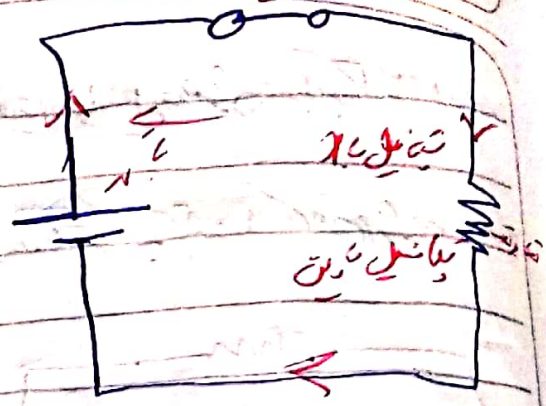
برابر نیروی محرکه الکتریکی ($\mathcal{E}$) آن است.

منحنی نیروی محرکه الکتریکی

واقعی

مجموعه اختلاف پتانسیل پایانه‌های باتری (دستگاه)

را به منظور با دو پایانه پتانسیل نیز نیروی محرکه الکتریکی (ΔV) پایانه



نکته ← انرژی لازم برای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر منبع نیروی محرکه الکتریکی با سازوکارهای مختلفی

به دست می‌آید. مثلاً باتری‌ها این انرژی را از طریق واکنش‌های شیمیایی در آنها فراهم می‌کنند مولدهای مختلف

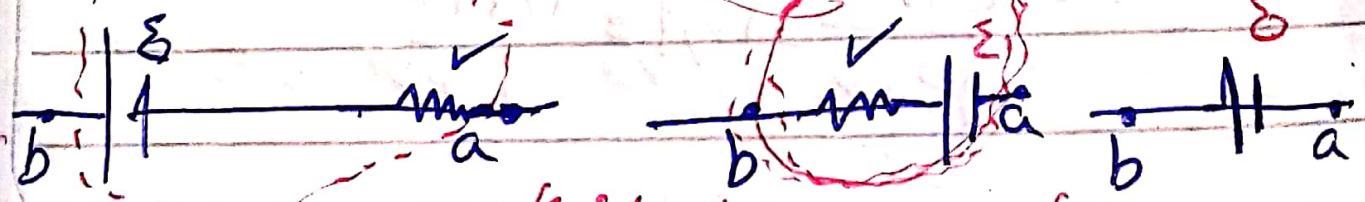
پیل سوختی مولدهایی که خورشیدی و مولدهای الکتریکی نمونه‌های دیگری از منبع‌های نیروی محرکه الکتریکی است.

نکته ← انرژی که مولد به واحد بار الکتریکی (کولن) می‌دهد تا مدار خارجی نیروی محرکه الکتریکی مدار را تأمین کند

اگر مولد کار ΔW و روی بار Δq انجام بدهد آنگاه از پایانه منفی به پایانه مثبت (در مقابله نیروی الکتریکی از

پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیشتر) منتقل شود ← نیروی محرکه آن از رابطه زیر به دست می‌آید ←

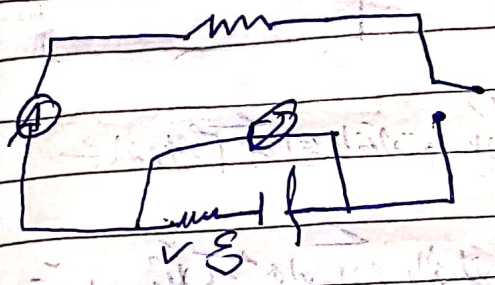
$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} = \frac{U}{q}$$



در مدل‌های الکتریکی منبع نیروی محرکه الکتریکی را گاهی به شکل (الف) و در حالت واقعی به شکل (ب) رسم

موضوع: _____ تاریخ: / /

سوال) یک باتری را در نظر بگیرید که نیروی محرکه ی آن برابر ۱۲V است. نیروی محرکه ی یک ولت سنج ۱۰Ω به این باتری بسته شده و ولت سنج ۱۰V را نشان می دهد. مقاومت داخلی باتری چقدر است؟



$\varepsilon = V = 12V$

$V = 10.9\ V$

$R = 10\Omega$

$r = ?\ \Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow V = \varepsilon - rI$

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

$I = \frac{V}{R} = \frac{10.9}{10} = 1.09\ A$

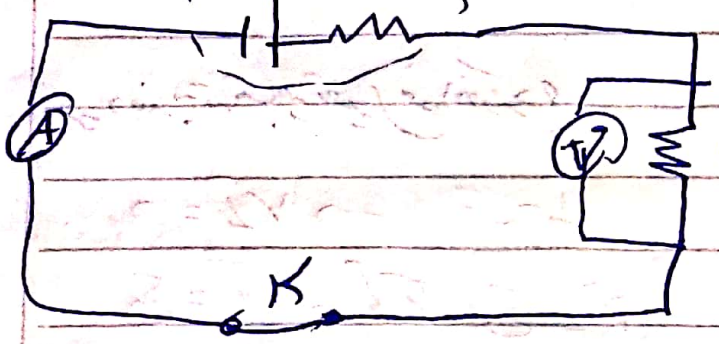
$V = \varepsilon - rI \rightarrow 10.9 = 12 - r \times 1.09$

$r = \frac{12 - 10.9}{1.09} \simeq 1\Omega$

$V = \frac{\varepsilon . R}{R+r} = 10.9 = \frac{12 \times 10}{10+r}$

$r \simeq 1\Omega$

در شکل زیر آمپرسنج و ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهند؟



$\mathcal{E} = V = 6V$

$r = 0,5\Omega$

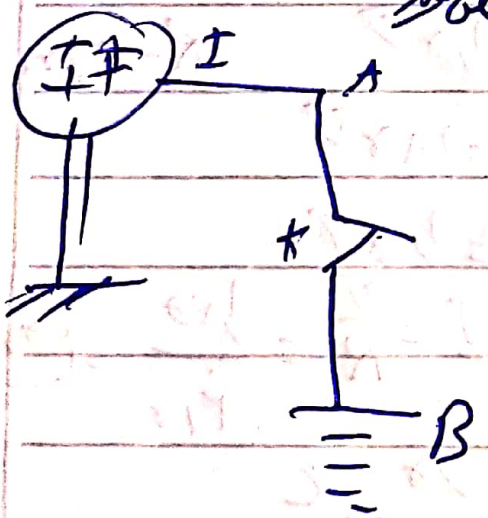
$R = 1,5\Omega$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{6}{1,5+0,5} = 3A$

$V = RI \rightarrow 1,5 \times 3 = 4,5V$

با راکتیویی که رسانا در شکل زیر دارد است. با بستن کلید K در مدت 0,02s بار چه شکلی می‌شود

مدت بار متوسط در سیم AB را محاسبه کنید و جهت آن را مشخص کنید.



$q_1 = 0,5C$ $q_2 = 0C$

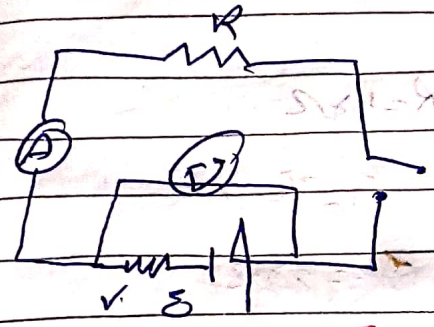
$t = 0,02s$

$|\Delta q| = |0 - 0,5| = 0,5C$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q}{t} = \frac{0,5}{0,02} = 25A$

موضوع: _____ تاریخ: / /

مثال) در مدار شکل زیر با بستن کلید عددهایی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب چه تغییری خواهد کرد؟



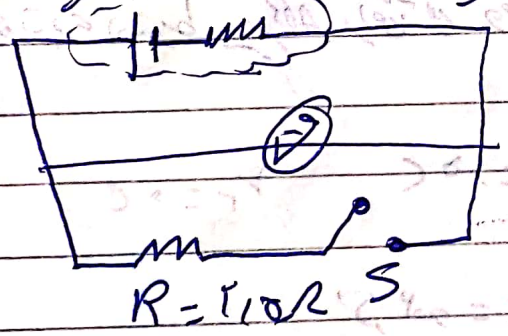
$I = 0 \rightarrow rI = 0$

$V = \varepsilon - rI = V = \varepsilon$

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

$V = \varepsilon - rI = rI \uparrow \rightarrow V \downarrow$ کاهش

مثال) در مدار شکل زیر، وقتی کلید باز است، ولت‌سنج ۱۵ ولت و وقتی کلید بسته شود، ولت‌سنج ۱۲٫۵ ولت را نشان می‌دهد. نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت درونی مولد را حساب کنید.



$V_1 = 15V$ $R = 2.5\Omega$

$V_2 = 12.5V$

$\varepsilon = V_1 = 15V$

$V = RI = I = \frac{V}{R} = \frac{12.5}{2.5} = 5A$

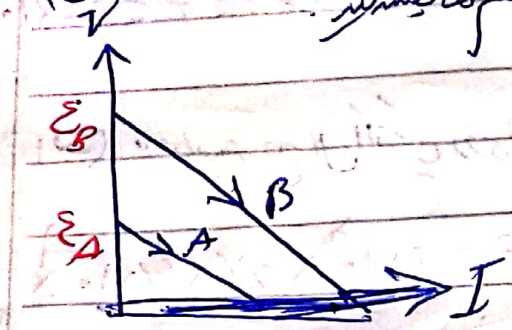
$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = 5 = \frac{15}{2.5+r} = r = 0.5\Omega$

$V = \varepsilon - rI = 12.5 = 15 - r \times 5 = r = 0.5\Omega$

$V = \frac{\varepsilon \cdot R}{R+r} = 12.5 = \frac{r \times 15}{2.5 \times r} = r = 0.5\Omega$

سؤال ۴) نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدها A و B به حسب شدت جریان، مطابق شکل زیر است. نیروی محرکه و مقاومت درونی مولد را با هم مقایسه کنید.

(خط A و B موازی اند)



$\mathcal{E}_B > \mathcal{E}_A$

$V = \mathcal{E} - Ir$

$V = -Ir + \mathcal{E}$

$y = +am + b$

$\rightarrow -r = a =$ شیب خط

$\rightarrow r = |$ شیب خط $| \rightarrow r_A = r_B$

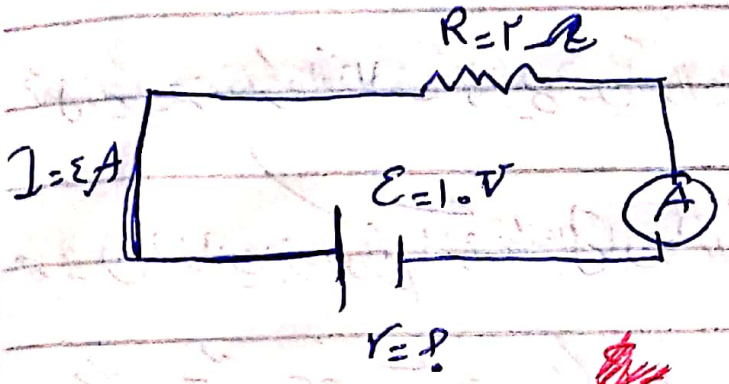
سؤال ۵) دو سر یک سیم نقره‌ای به طول ۶۲۸ m و به قطر ۴ mm را به یک باتری ۱۰V وصل می‌کنیم. جریان عبوری از آن چقدر است؟

$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow 1.6 \times 10^{-8} \times \frac{628}{\pi (2 \times 10^{-3})^2} = 0.8\,\Omega$

$R = \frac{V}{I} = 0.8 = \frac{10V}{I} \rightarrow I = \frac{10}{0.8} = 12.5\,A$

موضوع ..... تاریخ / /

سؤال) با توجه به مدار شکل مقابل، مقدار مقاومت درونی چند اهم است؟

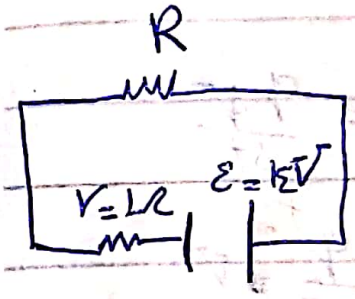


$$I = \frac{\varepsilon}{r+R}$$

$$4A = \frac{10V}{r+2}$$

$$\rightarrow \boxed{r = 0.5\,\Omega}$$

سؤال) در مدار شکل زیر جریان مدار ۰٫۲A آمپر است.



الف) مقاومت این لامپ در حالت روشن چند اهم است؟

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow 0.2 = \frac{14V}{R+1} \rightarrow R = 69\,\Omega$$

ب) چرا اندازهٔ مقاومت در حالت روشن و خاموش با هم متفاوت است؟

در حالت روشن مقاومت بیشتر است زیرا در اثر عبور جریان الکتریکی از آن بخشی از انرژی بار الکتریکی به گرما تبدیل و دمای لامپ افزایش می‌یابد و افزایش دما باعث افزایش مقاومت می‌شود.

سؤال) نیرو محرکه ε و مقاومت داخلی r یک باتری را در اختلاف پتانسیل دو سر آن.

به ازای $I_1 = 1A$ برابر $8V$ و به ازای $I_2 = 2A$ برابر $6V$ است محاسبه کنید.

$$\begin{cases} 8V = \varepsilon - r \\ 6V = \varepsilon - 2r \end{cases} \rightarrow -2V = -r \rightarrow \boxed{r = 2\,\Omega}$$

$$6 = \varepsilon - 4 \rightarrow \boxed{\varepsilon = 10V}$$

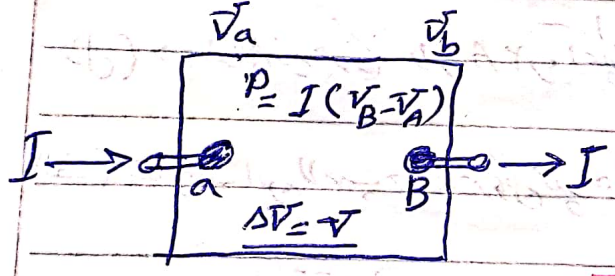
قانون اول

Scanned by CamScanner

توان در مدار که الکتریکی P

شکل زیر یک جزء مدار که اختلاف پتانسیل بین دو سر آن برقرار است را نشان می‌دهد. در جهت جریان از این جزء کم شده انرژی پتانسیل آن به اندازه $\Delta U = q\Delta V$ کاهش می‌یابد.

توان الکتریکی به آهنگ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی با q هنگام عبور از این بخش از مدار است:



$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{q\Delta V}{\Delta t} \rightarrow \frac{q}{\Delta t} \cdot V$$

$$\rightarrow \boxed{P = IV}$$

اگر $P>0$ در نتیجه این جزء به بقیه مدار انرژی می‌دهد

اگر $P<0$ در نتیجه این جزء از مدار انرژی می‌گیرد

نکته: رابطه ($P = IV$) را می‌توان برای منبع نیرو محرکه الکتریکی (مثلاً) (باتری) یا برای وسیله مصرف کننده (مثلاً مقاومت و مقاومت دستگاه الکتریکی) و یا .....

موضوع _____ تاریخ / /

* توان خروجی مولد ← با توجه به رابطه $V = \mathcal{E} - IV$

$$\boxed{P = IV = \mathcal{E} I - I^2 r}$$

* توان الکتریکی مصرفی در یک مقاومت ← انرژی الکتریکی مصرف شده در واحد زمان را.

توان مصرفی مدار می‌گوییم و در رابطه توان با قرار دادن $V = RI$ ، توان الکتریکی

مصرفی در یک مقاومت از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\boxed{\overset{(W)}{P} = \frac{\overset{(J)}{U}}{\underset{(s)}{t}} = IV = RI^2 = \frac{V^2}{R}}$$

نکته ← از رابطه فوق $U = Pt$ ، اگر P برحسب kW و t برحسب ساعت باشد

انرژی مصرفی برحسب $kW.h$ به دست می‌آید که واحد تجاری انرژی الکتریکی مصرف شده است.

$$\boxed{1\,kW.h \rightarrow 3.6 \times 10^6\,J}$$

Scanned by CamScanner

انرژی الکتریکی صرف شده در مقاومت الکتریکی

فضایی که بار مثبت q در جهت میدان الکتریکی یکنواخت حرکت می‌کند انرژی پتانسیل آن به اندازه $\Delta U = q\Delta V$ کاهش می‌یابد. به همین ترتیب اگر بار q از یک مقاومت عبور کند انرژی پتانسیل آن به اندازه $\Delta U = q\Delta V$ کم می‌شود. در اثر آن ← این کاهش انرژی صرف افزایش انرژی جنبشی یاخته‌ها می‌شود. در اثر برخورد آنها با اتم‌ها این انرژی به اتم‌های رسانا منتقل می‌شود و انرژی درونی رسانا را افزایش می‌دهد. در نتیجه رسانا گرم می‌شود.

← اگر جریان ثابت I در مدت t ثانیه از سیمی به مقاومت R عبور کند انرژی پتانسیل الکتریکی که به انرژی درونی رسانا تبدیل می‌شود از رابطه $U = Pt$ به دست می‌آید.

بنابراین ←

$$U = Pt \rightarrow RI^2t \rightarrow VIt$$

$$\rightarrow \frac{V^2}{R}t \rightarrow \frac{Rq^2}{t}$$

Scanned by CamScanner

سوال) وقتی دو سر یک بخاری به برق را به اختلاف پتانسیل $220V$ وصل شد جریان $10A$ از آن می‌گذرد.

الف) توان این بخاری چقدر است؟

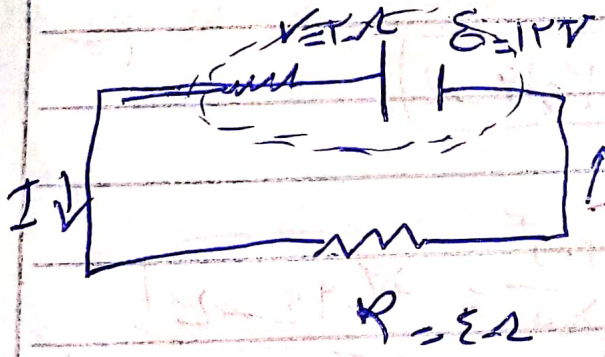
$P = VI = 220V \times 10A = 2.2kW$

ب) اگر این بخاری به مدت $3h$ در روز کار کند و قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات ساعت تومان ۵۰ باشد هزینه برق یک ماه مصرف این بخاری چقدر می‌شود؟

$W = Pt \rightarrow 2.2 \times 30 \times 3 = 198 kW.h$

$W \rightarrow 198 \times 50 = 9900$ تومان

سوال) برای مدار شکل زیر داده شده مطلوبست الف) توان مصرفی در مقاومت و ب) توان خروجی باتری را محاسبه کنید.



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

$P = I^2R = (2)^2 \times 4 = 16W$

$P = IV = 2A(12 - 2(2)) = 16W$

سؤال) بر روی وسیله‌های الکتریکی، اعداد مربوط به ولتاژ و توان نوشته می‌شود. برای دو وسیله زیر

الف) سیم‌های اتصال به برق آنها باید بتواند حداقل چه جریانی از خود عبور دهد؟

ب) مقاومت الکتریکی هر وسیله در حالت روشن چقدر است؟

وسایل
- کتری برقی
  - ۲۴۰۰ W
  - ۲۲۰ V
- اتو برقی
  - ۸۵۰ W
  - ۲۲۰ V

الف) ←

$P_{\text{کتری}} = IV \rightarrow 2400\,W = I \times 220\,V \Rightarrow I \approx \boxed{10.9\,A}$

$P_{\text{اتو}} = IV \rightarrow 850\,W = 220\,V \times I \Rightarrow I \approx \boxed{3.86\,A}$

ب)

$P_{\text{کتری}} = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{(220)^2}{2400} = \boxed{20.16\,\Omega}$

$P_{\text{اتو}} = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{(220)^2}{850} = \boxed{56.94\,\Omega}$

Scanned by CamScanner

سؤال) مطلوبست در یکی از لامپ های خانه خود را در نظر بگیرید و فرض کنید که هر کدام روزانه هشت ساعت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰V روشن بشند.

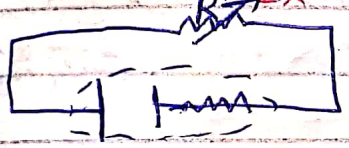
الف) انرژی الکتریکی مصرفی هر کدام در یک دوره یک ماهه چند kwh است؟

$$P\,t \rightarrow 100 \times 30 \times 8 = 24000\,wh = \boxed{24\,kwh}$$

ب) اینها برق مصرفی هر کدام از قرار هر kwh ۵۰ تومان در یک دوره یک ماهه چقدر می‌شود؟

$$\rightarrow 24 \times 50 = 1200 \text{ تومان}$$

سؤال) در شکل زیر:



الف) نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = 5A$ برابر $9,5W$ و به ازای $I_2 = 7A$ برابر $12,6W$ است محاسبه کنید.

$$P = IV \rightarrow V = \frac{P}{I}$$

$$V_1 = \frac{9,5}{5} = 1,9\,V$$

$$V_2 = \frac{12,6}{7} = 1,8\,V$$

$$\begin{cases} 1,9 = -\varepsilon + 5r \\ 1,8 = \varepsilon - 7r \end{cases}$$

$$\rightarrow -0,1 = -2r \rightarrow \boxed{r = 0,05\,\Omega} \xrightarrow{\text{جایگذاری}} \boxed{\varepsilon = 2,15\,V}$$

به هم بستن مقاومت‌ها

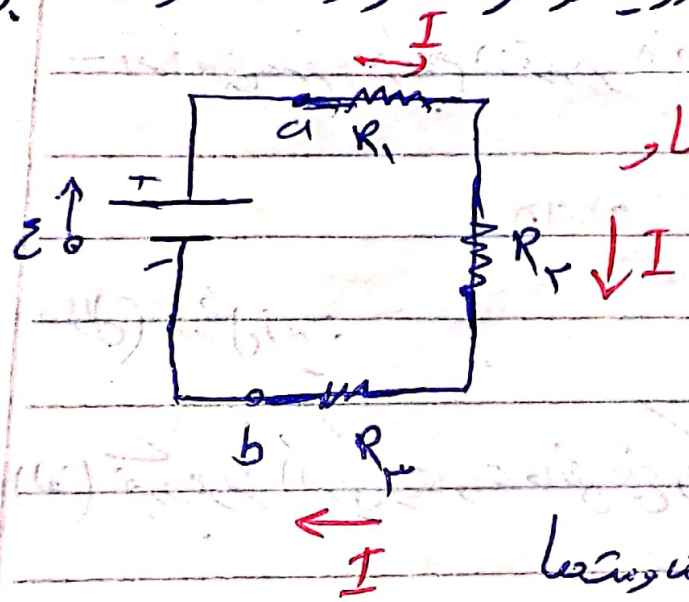
ترکیب مقاومت‌ها ممکن است بسیار ساده یا پیچیده باشد

اما ما در کل با دو نوع از آنها سروکار داریم:

- مقاومت‌های متوالی
- مقاومت‌های موازی

① به هم بستن متوالی مقاومت‌ها

در این اتصال هر مقاومت با مقاومت بعدی در یک سر مشترک است و از نقطه اشتراک انشعابی نشده



شدت جریان گذرنده از هر یک از مقاومت‌ها و شدت جریان گذرنده از منبع اصلی آنها یکسان است.

* مقاومت معادل مجموعه از مقاومت‌ها R_{eq}

مقاومتی است که اگر به جای آنها به همان اختلاف پتانسیل متصل شود همان شدت جریانی از آن عبور می‌کند که از مجموعه مقاومت‌ها عبور کرده است. پس در اتصال متوالی مقاومت‌ها داریم:

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Scanned by CamScanner

$$\rightarrow R_{eq} I = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

$$\cancel{I}(R_{eq}) = (R_1 + R_2 + R_3)\cancel{I}$$

$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3}$$

نکته ← مقاومت معادل دو مقاومت سری باید از تک تک مقاومت‌ها بزرگتر باشد.

نکته ← در این اتصال ولتاژها به نسبت مقاومت‌ها در مدار تقسیم می‌شوند.

$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_3}{R_3} = \cdots$$

نکته ← در این حالت توان مصرفی مقاومت‌ها نسبت مستقیم با اندازه مقاومت‌ها دارد ←

$$I_1 = I_2 \rightarrow P = RI^2 = \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

ویژگی‌های مدار متوالی

۱) فقط یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد.

۲) اگر یکی از المان‌ها بسوزد و یا باز شود مدار قطع می‌شود.

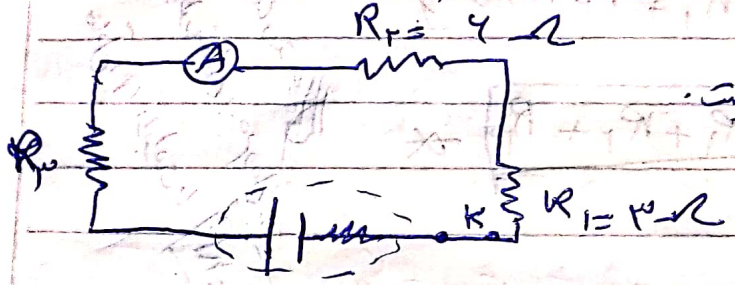
۳) شدت جریان برای تمام قسمت‌های مدار یکسان است.

نکته ← اگر n مقاومت مساوی به هم موازی شوند مقاومت معادل آنها برابر است با $R_{eq} = nR$

Scanned by CamScanner

سوال) در شکل زیر سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی بسته شده (آمپرسنج ایده‌آل)

اگر مقاومت معادل مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 برابر 13Ω باشد:



الف) مقاومت R_3 چقدر است.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow 13 = 3 + 6 + R_3$$

$$\rightarrow R_3 = 4\Omega$$

ب) شدت جریانی را که آمپرسنج نشان می‌دهد را بدست آورید.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow \frac{7}{13 + 1} = 0.5\,A$$

پ) توان خروجی باتری چقدر است؟

$$P = I^2 R_{eq} = 0.25 \times 13 = 3.25\,W$$

Scanned by CamScanner

تمرین) سه مقاومت متوالی مطابق شکل زیر به یک مولد واقعی وصل شده اند که

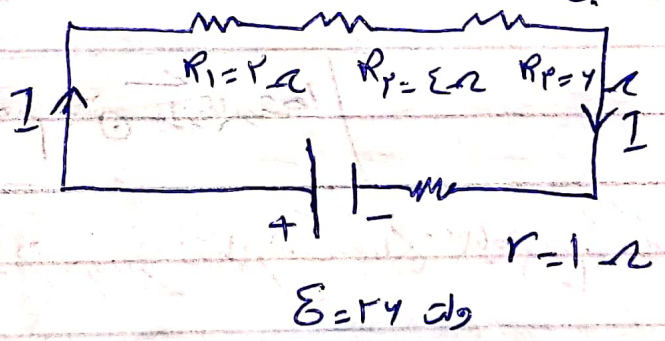
الف) جریان مدار را حساب کنید.

ب) اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت را حساب کنید.

ج) توان مصرفی در مقاومت R_2 و R_3 را حساب کنید.

ت) انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت R_2 را در مدت $\Delta t = 1min$ حساب کنید.

ه) توان خروجی مولد را حساب کنید.



الف)

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \rightarrow I = \frac{26}{12+1} = \boxed{2A}$$

ب) متوالی هستند ← $I = I_1 = I_2 = I_3$

$$V_1 = R_1 I \rightarrow V_1 = 2 \times 2 = 4$$

$$V_2 = R_2 I \rightarrow V_2 = 4 \times 2 = 8$$

$$V_3 = R_3 I \rightarrow V_3 = 6 \times 2 = 12$$

$P_1 = R_1 I^2 = 2 \times (2^2) = 8\,W$ ج)

$P_2 = R_2 I^2 = 6 \times (2)^2 = 24\,W$

$U_2 = Pt \rightarrow RI^2 t \rightarrow t = 5 \times 60 = 300$ د)

$\rightarrow 4 \times (2)^2 \times 300 = 4800\,J$

$P_{\text{مصرفی}} = P_{\text{خروجی}} = R_{eq} I^2 \rightarrow (2)^2 \times 12 = 48\,W$ ه)

قاعدهٔ انشعاب و به هم بستن سه‌گانه مقاومت‌ها

یک نقطهٔ انشعاب یا گره در مدار نقطه‌ای است که در آن ۳ یا چند سیم به یکدیگر متصل شده‌اند.

مراتعالی بین ۲ نقطهٔ انشعاب در مدار شاخه نامیده می‌شود. یک شاخه می‌تواند شامل هر

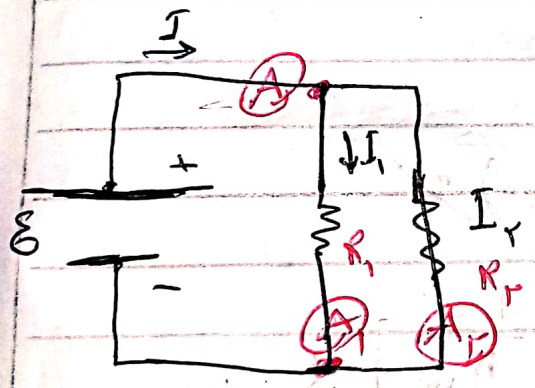
تعداد از اجزای مختلف مدار و سیم‌ها بین آنها باشد. از هر شاخه یک جریان می‌گذرد.

قاعدهٔ انشعاب یا شدت جریان‌ها | در یک گره (انشعاب) مجموع جریان‌های ورودی به آن

با مجموع جریان‌های خروجی از آن گره برابر است.

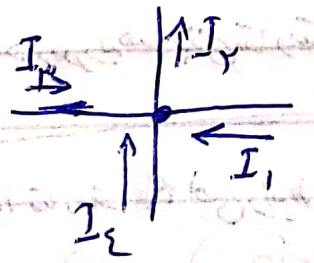
نکته ← قاعدهٔ انشعاب در واقع مبتنی بر پایستگی بار الکتریکی است و اینکه هیچ بار اضافی نمی‌تواند در یک نقطهٔ انشعاب جمع شود. بنابراین مجموع بار وارد شده در واحد زمان برابر مجموع بار خارج شده در واحد زمان است که با همان واحد زمان همان جریان I می‌باشد ← پس بنابراین با پایستگی بار ← قاعدهٔ انشعاب جریان‌ها نیز ادامه دارد.

سؤال) مدارهای مانند شکل زیر را نظر بگیرید و در هر شاخه آن یک آمپرسنج قرار دهید با خواندن آمپرسنج‌ها رابطه بین جریان‌ها را بررسی کنید.



$$I = I_1 + I_2$$

سؤال) برای نقطهٔ انشعاب داده شده در شکل زیر رابطهٔ جریان‌ها را بنویسید.

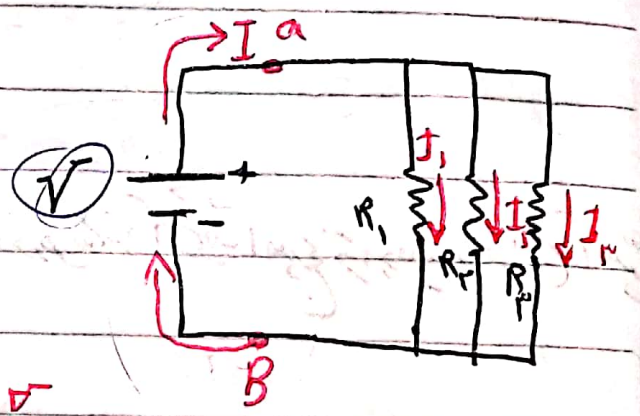


$$I_1 + I_3 = I_4 + I_2$$

به هم بستن موازی مقاومت ها

در این اتصال یک سر همه مقاومت ها به یک نقطه (مثلاً A) و سر دیگر آن نیز به یک نقطه (مثلاً B) متصل هستند. بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر همه مقاومت ها یکسان است و داریم:

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\cancel{V}\frac{1}{R_{eq}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)\cancel{V}$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

* چند نکته در مورد به هم بستن مقاومت ها بصورت موازی

① اگر n تا مقاومت R اهمی را به طور موازی ببندیم مقاومت معادل آنها از رابطه زیر بدست می آید:

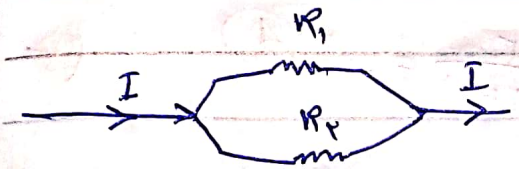
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2R}{R^2} = ② = \frac{1}{2}/ \quad R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{R}{2}$$

$$2 \times \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

موضوع ..... تاریخ / /

۲) مقاومت معادل چند مقاومت موازی همواره از کمترین مقاومت که به هم موازی بسته شده اند کمتر است.

۳) برای مقاومت معادل دو مقاومت موازی می توان از فرمول زیر استفاده کرد:



$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

تمرین) ۳ مقاومت موازی $R_1 = 4\Omega$ و $R_2 = 6\Omega$ و $R_3 = 12\Omega$ به یک مولد واقعی با نیروی محرکه ۱۲V و مقاومت 1Ω متصل شده اند.

الف) مدار مورد نظر را رسم کنید.

ب) جریان مدار را بدست آورید.

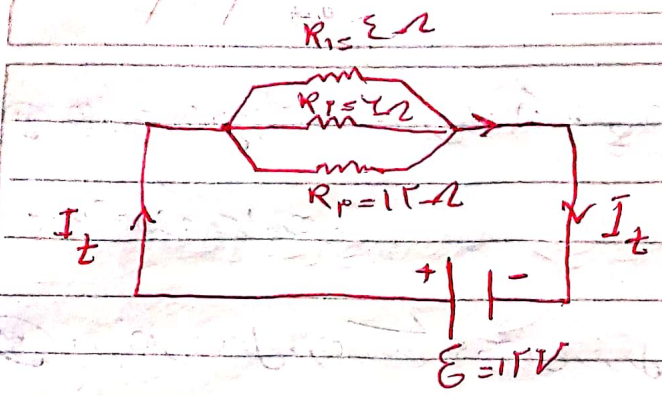
ج) اختلاف پتانسیل دو سر مولد را حساب کنید.

ت) جریان عبوری از هر مقاومت را بدست آورید.

ه) توان خروجی مولد را حساب کنید.

ج) انرژی الکتریکی که مقاومت R_3 در مدت 20min مصرف می کند چند ژول است؟

الف)



ب)

$$I_t = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2+1} = 4A$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{3+2+1}{12}$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}} \rightarrow \boxed{R_{eq} = 2}$$

ج)

$$V = \mathcal{E} - Ir = 12 - 4\times 1 = \boxed{8}\,V$$

* چون اتصال موازی است پس ۸V هر سه مقاومت با هم برابر و همگی برابر ۸ (اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت)

د)

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{8}{4} = 2A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}A$$

Scanned by CamScanner

هـ) $P = \varepsilon I - I^2 r = 12\times 4 - 1\times 4^2 = 32W$

توان تولیدی — تلف شده — خروجی مولد

ج) $U_3 = R_3 I_3^2 t = 12 \times (\frac{2}{3})^2 \times 1200$

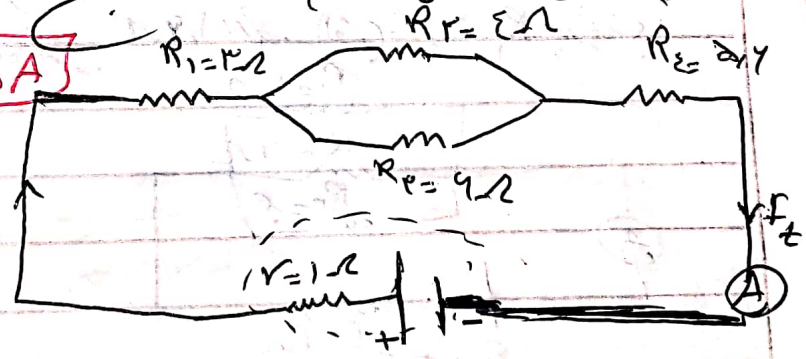
$t = 60 \times 20 = 1200 s$

$U_3 \simeq 6400 J$

تمرین متوالی متوازی متساوی

تمرین) در مدار زیر متساوی (مدار روبرو) اگر آمپرسنج ایده‌آل باشد، نشان دهید.

$I_t = \frac{12}{11+1} = 1.5A$



$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{24}{10} = 2.4\Omega$

$R_{eq} = R_1 + R_{23} + R_4 = 3 + 5.6 + 2.4 = 11\Omega$

ب) اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت را بدست آورید.

$I_1 = I_4 = I_2 = 1.5\,A$ ← (متوالی)

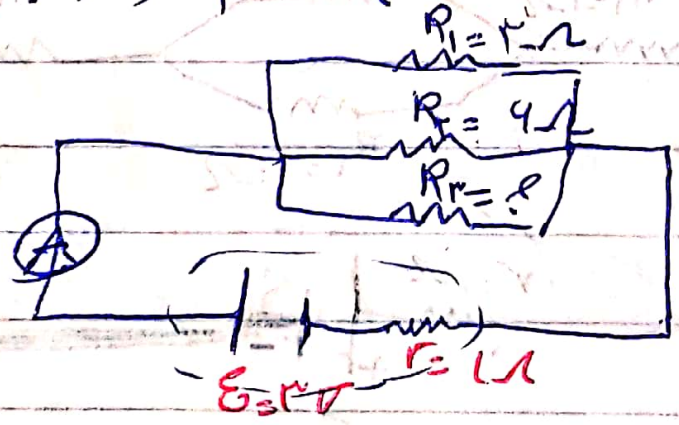
(موازی) ←

$V_1 = I_1 R_1 = 3 \times 1.5 = 4.5\,V$

$V_4 = R_4 I_4 = 5.6 \times 1.5 = 8.4\,V$

$V_2 = V_3 = R_{23} I_2 = 2.4 \times 1.5 = 3.6\,V$

سؤال) در شکل زیر ۳ مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج ایده‌آل به ۲ سر باتری وصل شده‌اند. اگر مقاومت معادل این ترکیب $1.6\,\Omega$ باشد. الف) مقاومت R_3 چقدر است؟



$$\frac{1}{1.6} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_3} = \underbrace{\frac{1}{1.6}}_{0.625} - \underbrace{\frac{1}{3}}_{0.333} - \underbrace{\frac{1}{6}}_{0.166} = \frac{1}{0.165} = R_3 \approx 6.9\,\Omega \approx$$

Scanned by CamScanner

روش دوم

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{12} = \frac{18}{9} = 2 \longrightarrow R_{eq} = \frac{R_{12} R_3}{R_{12} + R_3}$$

$$1.6 = \frac{2 R_3}{2 + R_3} = 3.2 + 1.6 R_3 = 2 R_3$$

$$3.2 = 0.4 R_3$$

$$\rightarrow R_3 = \frac{3.2}{0.4} = \boxed{8\,\Omega}$$

پ) جریانی که از مولد نیرو متحرک می‌دهد را محاسبه کنید.

$$I_{eq} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{3}{1.6 + 1} = \approx \boxed{1.15\,A}$$

ت) توان خروجی باتری چند است؟

توان خروجی = توان مصرفی $\rightarrow P_{مصرفی} = R_{eq} I^2 = 1.6 \times (1.15)^2$

$$\approx \boxed{2.13\,W}$$

راه دوم $\rightarrow P_{خروجی} = IV_{مولد} = \varepsilon I - I^2 r$

$$\rightarrow P_{خروجی} = (3 \times 1.15) - (1 \times 1.15^2) \approx 2.13\,W$$

Scanned by CamScanner

* دلایل بسته شدن مدار جریان ماشین به صورت موازی

۱) آمپر از لامپ‌ها یا اجزای مدار به صورت اجزای دیگر می‌شد

۲) اتصال موازی باعث می‌شود که بیشترین روشنایی حاصل شود زیرا در اتصال موازی ΔV دو سر همه لامپ‌ها یکسان است ولی در متوالی که به نسبت مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

سؤال) در شکل مقابل به تعداد لامپ‌ها به صورت موازی به هم بسته شده‌اند و هر لامپ با یک جریان همراه است.

بررسی کنید با بستن کلیدها کدام یک از دیگر بعد دهایی که در اختیار دارند در دستگاه تغییری می‌کند؟

هر چه کلیدها بیشتر بسته شود مقاومت‌های موازی بیشتر وارد مدار می‌شوند با افزایش تعداد شاخه‌های موازی مقاومت مدار کم و در نتیجه جریان عبوری زیاد می‌شود.

$$\Rightarrow R_{eq} \downarrow \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \Rightarrow \boxed{I \uparrow}$$

$$\Rightarrow I \uparrow \xrightarrow{V=\varepsilon - Ir} Ir \uparrow \rightarrow \boxed{V \downarrow}$$

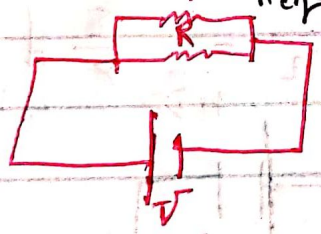
سوال ۲) دو لامپ با مقاومت‌های یکسان R را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به صورت موازی به پتانسیل بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ V وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

$$\frac{P_{\text{موازی}}}{P_{\text{متوالی}}} \rightarrow \boxed{P_{\text{موازی}} = \frac{V^2}{R}}$$

متوالی $R'_{eq} = 2R$ / موازی $R_{eq} = \frac{R}{2}$ ثابت V

$$\frac{P'_{\text{متوالی}}}{P_{\text{موازی}}} = \frac{R'_{eq}}{R_{eq}} = \frac{2R}{\frac{R}{2}} = 4$$

$$\frac{V^2}{R_{eq}} \times \frac{R'_{eq}}{V^2} = \frac{R'_{eq}}{R_{eq}} \quad (*)$$

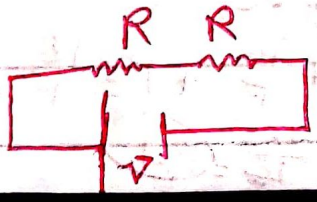


$$\rightarrow R_{eq} = \frac{R^2}{2R}$$

روش دوم

$$\frac{R^2}{2R} \times \frac{2R}{R^2}$$

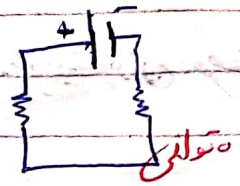
$$\rightarrow P_{\text{موازی}} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{1} \times \frac{2R}{R^2} = \frac{V^2\, 2R}{R^2}$$



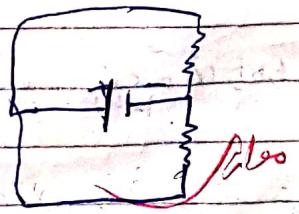
$$= R_{eq} = 2R \rightarrow \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{1} \times \frac{1}{2R} = \frac{V^2}{2R}$$

سؤال) در شکل‌های زیر متوالی یا موازی بودن مدار را مشخص کنید

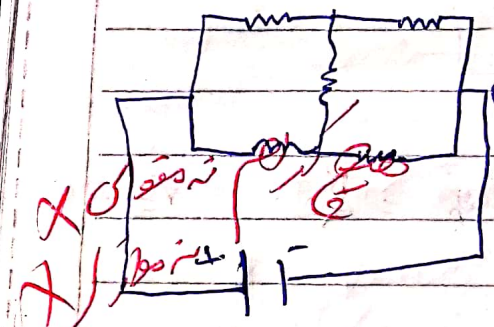
الف)



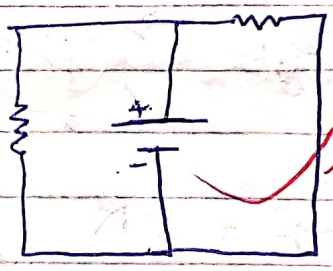
ب)



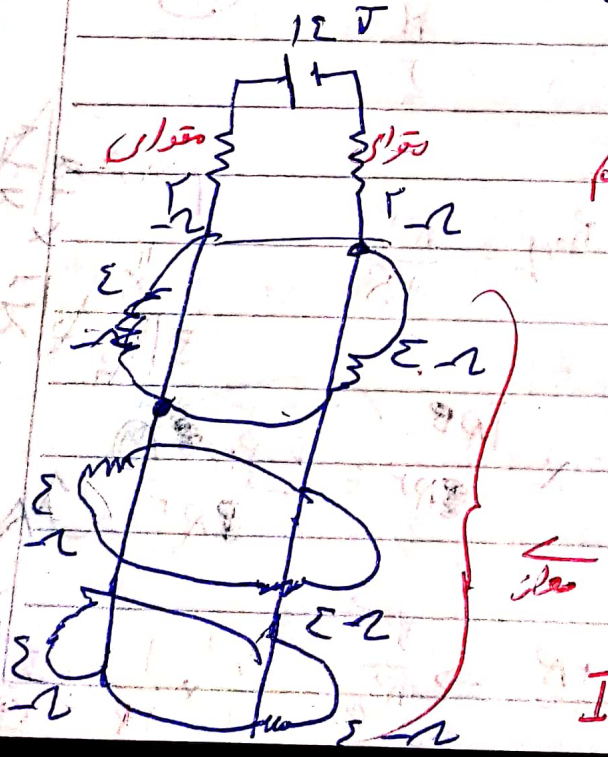
ج)



د)

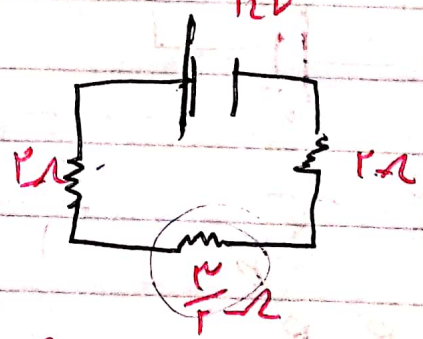


سؤال) چه تعداد از منبع فیدو و مقاومت‌ها در یک از مقاومت‌های شکل روبه‌رو قرار دارد



چقدر است؟

$R' = \frac{R}{n} = \frac{4}{6} = \frac{3}{2}\,\Omega$



$R_{eq} = 2 + \frac{3}{2} + 2 = \frac{14}{3}\,\Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{14}{\frac{14}{3}} = 3A$

→ جمع جریان های ۶ مقاومت متصل به باتری برابر ۳A می باشد.

$\rightarrow 6I' = 3 \rightarrow I' = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = 0.5A$

$I' = \frac{I}{n} = \frac{3}{6} = 0.5A$

سؤال) یک لامپ رشته ای ۱۰۰W، یک فلاش ۲۰۰۰W، یک دستگاه پخش صوت ۲۰۰W و یک سشوار ۲۲۰۰W مطابق شکل به پریزهای یک مدار کم تنش خانگی ۲۲۰V وصل می باشد.

— اگر فیوز آن ۱۵A باشد آیا فیوز خواهد پرید؟

$P = IV \Rightarrow I = \frac{P}{V}$

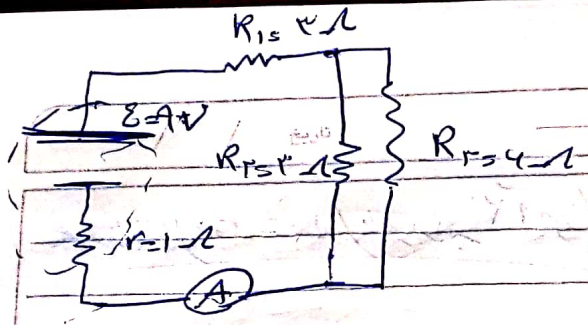
$I_1 = \frac{100}{220} = 0.455A$

$I_2 = \frac{2000}{220} = 9.09A$

$I_3 = \frac{200}{220} = 0.909A$

$I_4 = \frac{2200}{220} = 10A$

$\rightarrow I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 20.45A > 15A$



سؤال) در مدار شکل روبرو

الف) مقاومت معادل؟

الف) $R_{23} = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\,\Omega$

ب) جریانی که از مولد خارج می‌شود؟

$R_{eq} = R_{23} + R_1$

$2+3 = 5\,\Omega$

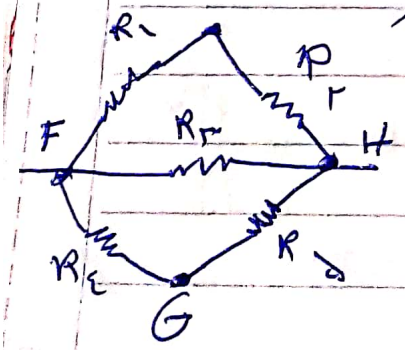
ج) جریان گذرنده از مقاومت‌های R_1 و R_2؟

د) $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{9}{6} = 1.5$

ج) $V_2 = V_3 = V_{23} = R_{23}\times I = 2\times 1.5 = 3V$

$I_1 = I = 1.5A$ $\qquad$ $I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{3}{3} = 1A$

سؤال) در شکل زیر ۵ مقاومت هشت اهمی را نشان می‌دهد.



الف) مقاومت معادل بین نقطه‌های F و H؟

$R_{12} = R_1 + R_2 = 8 + 8 = 16\,\Omega$

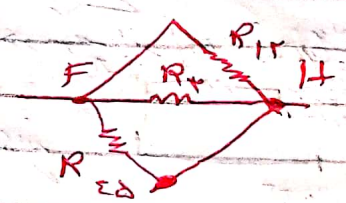
$R_{45} = R_4 + R_5 = 8 + 8 = 16\,\Omega$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{45}} + \frac{1}{R_3}$

Scanned by CamScanner

$$\rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{۱۲} + \frac{1}{۱۲} + \frac{1}{۸} = \frac{۱+۱+۲}{۱۲} = \frac{۱}{۴}$$

$$\rightarrow R_{eq} = ۴$$



$$R_{۱۲,۴۵} = \frac{R}{n} = \frac{۱۲}{۲} = ۶$$

روش دوم

$$\rightarrow R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{۶}{۲} = ۳\,\Omega$$

ب) مقاومت معادل بین نقطه‌های F و H را بیابید.

$$R_{۱۲} = ۸ + ۸ = ۱۶\ \Omega$$

$$R_{۱و۲و۳} = \frac{۱۶ \times ۸}{۱۶+۸} = \frac{۱۶}{۳}\ \Omega$$

$$R_{۱و۲و۳و۴و۵} = \frac{۱۶}{۳} + ۸ = \frac{۴۰}{۳}\ \Omega$$

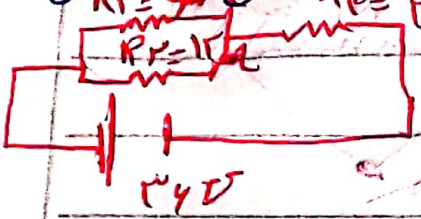
$$R_{eq} = \frac{\frac{۴۰}{۳} \times ۸}{\frac{۴۰}{۳} + ۸} = \frac{۳۲۰}{۶۴} = ۵\ \Omega$$

سؤال) دو مقاومت موازی ۶ اهمی و ۱۲ اهمی به طور متوالی به یک مقاومت ۲ اهمی

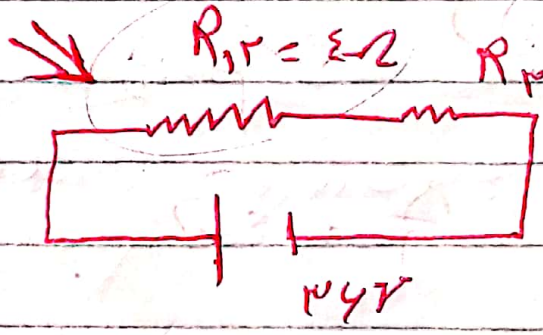
و مولد ۳۶ ولتی آمپرسنج باتری

$R_1 = 6\Omega$ $R_3 = 2\Omega$

$R_2 = 12\Omega$



می بندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی را محاسبه کنید



$P = IV = RI^2 = \frac{V^2}{R}$

$R_{12} = \frac{6 \times 12}{6+12} = \boxed{4\Omega} \rightarrow R_{eq} = R_{12} + R_3$

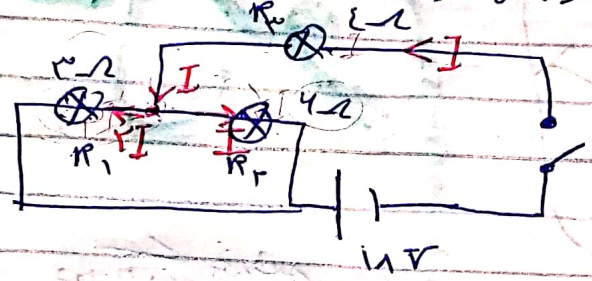
$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{36}{6} = \boxed{6A}$

$V_1 = V_2 = V_{12} = R_{12} \times I = 4 \times 6 = 24V$

$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(24)^2}{6} = \boxed{96W}$

Scanned by CamScanner

سؤال) در شکل زیر وقتی کلید بسته می‌شود چه جریانی از هر رشته لامپ می‌گذرد؟



$R_{12} = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\Omega$

$R_{eq} = R_{12} + R_3$

$2+4 = \boxed{6\Omega}$

$I_3 = I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{18}{6} = 3A$

$V_1 = V_2 = V_{12} \Longrightarrow R_{12} I = 2\times 3 = \boxed{6V}$

$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6}{3} = \boxed{2A}$

$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{6} = 1A$

پاسخ سؤال ۲۴ | امتحان فصل ۲

قبل از بسته شدن کلید

$V_A = V_B = V_C = \frac{\varepsilon}{3}$

$V_C = 0 \longrightarrow$ اتصال کوتاه

پس از بسته شدن کلید

$V_A' = V_B' = \boxed{\frac{\varepsilon}{2}}$

فرنیه‌های الف و ب ← غلط ✗

فرنیه‌های د و ت ← درست ✓

$\frac{V_A'}{V_A} = \frac{V_B'}{V_B} = \frac{\frac{\varepsilon}{2}}{\frac{\varepsilon}{3}} = 1.5 \longrightarrow V_A' = 1.5 V_A$, $V_B' = 1.5 V_B$

Scanned by CamScanner

فصل سوم

مغناطیس

- پرواز با کشور مغناطیسی
- توپی قطار
- مغناطیس و رایانه
- کاربردهای مغناطیس و آهنربا
- ظبط صوت و نوار بلندگو
- قطع و وصل صدا و تصویر در مدارهای مغناطیسی
- ذخیره اطلاعات به صورت حفره و کیف
- دستگاه تصویربرداری تشدید مغناطیسی MRI
- بلندگوها
- آهنربای الکتریکی صنعتی
- کندی شیج ها ← شکل کندی شیج و چرخه های مسابقه
- اندازه گیری میدان مغناطیسی تولید شده در مغز توسط مغناطیس سنج اکسوید
- کارشناسی مغناطیسی و کارشناسی ها
- مولد الکتریکی

Scanned by CamScanner

موضوع ..... تاریخ / /

آهنربا ← ماده‌ای است که ذرات آهن و برخی ذرات از جنس Ni و Co و آلیاژهای آن را به سمت خود جذب می‌کند و به سمت قدیم به آنها نیروی ربایشی وارد می‌کند.

سنگ ← آهن رنگ طبیعی دستکم ۲۵۰۰ سال پیش در تکه‌هایی از سنگ آهن شناخته شده در نزدیکی شهر مگنیسیا مشاهده شد. این تکه‌ها نمونه‌هایی هستند از چیزی که امروزه آهنربا می‌خوانیم.

تالس ← که اغلب از او به عنوان پدر علم یونان یاد می‌شود ماده‌ای را مگنتیت Fe_3O_4 و آهن‌ربایی داشت می‌شناخت

Scanned by CamScanner