جریان الکتریکی

به نسبت بار الکتریکی شارش شده به زمان جریان الکتریکی گفته می‌شود. (یکای آن آمپر A است).

به $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ جریان الکتریکی متوسط می‌گویند. $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

نکته ۱: اگر مقدار جریان ثابت و جهت آن عوض نشود جریان مستقیم نامیده می‌شود.

نکته ۲: الکترون‌ها در یک رسانا دارای حرکت کاتوره‌ای هستند. (در غیاب باتری)

نکته ۳: با حضور باتری و اعمال میدان الکتریکی در رسانا، الکترون‌ها در خلاف جهت میدان با سرعتی در حدود 1mm/s حرکت می‌کنند که به آن سرعت سوق گفته می‌شود.

نکته ۴: در یک مدار جهت قرارداری جریان برخلاف جهت سوق الکترون‌ها است.

نکته ۵: جهت قرارداری جریان از پایانه مثبت به پایانه منفی است (در یک مدار).

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

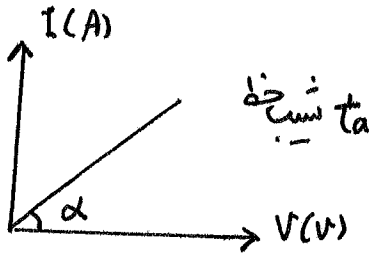
$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$

قانون اُهم: نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به جریان گذرنده از آن در دمای ثابت مقدار ثابتی است که آن را مقاومت الکتریکی می‌گویند.

$R = \frac{V}{I}$ ← اهم ; $V \longrightarrow V$; $I \longrightarrow A$

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

نکته ۶: نمودار I-V : خط راستی که شیب آن عکس مقاومت است.



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

$R \uparrow$ شیب کمتر

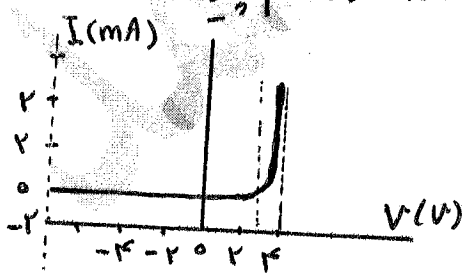
$R \downarrow$ شیب بیشتر

$V = IR$

نکته ۷: اغلب فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی در دمای ثابت از این قانون پیروی می‌کنند. (رساناها یا مقاومت‌های اُهمی)

نکته ۸: رساناهای غیراهمی: وسایلی که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند.

مثل دیود نورگسیل (LED)



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

I جریان (آمپر)، q بار (کولن)، t زمان (ثانیه)
V اختلاف پتانسیل (ولت)، R مقاومت (اهم Ω)

عوامل موثر بر مقاومت رساناهای فلزی دردمای ثابت

① طول رسانا (متر m)
② سطح مقطع رسانا (متر مربع)
③ جنس رسانا (ترکیب وساختار رسانا) (اهم-متر)

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

$R \propto L$

$R \propto \frac{1}{A}$

$R \propto \rho$

نکته ۹ : مساحت دایره $A = \pi r^2$ ، r شعاع سطح مقطع، D قطر $r = \frac{D}{2}$

$A = \pi (\frac{D}{2})^2$

نکته ۱۰ : روابط مقایسه‌ای :

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

$$\frac{A'}{A} = (\frac{r'}{r})^2 = (\frac{D'}{D})^2$$

نکته ۱۱ : اگر حجم سیمی را ثابت نگه داریم وطولش را n برابر کنیم، مساحتش $\frac{1}{n}$ برابر و مقاومتش n^2 برابر می‌شود.

$L' = nL \Longrightarrow R' = n^2 R \ , \ A' = \frac{A}{n}$

نکته ۱۲ : مقاومت ویژه (ρ) به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد.

نکته ۱۳ : مقاومت ویژه در :

رساناهای الکتریکی خوب ← ρ بسیار کم (برای رساناها)
عایق های خوب ← ρ بسیار زیاد (برای نارساناها)

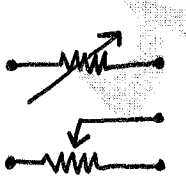
نیم رساناها ρ بین رسانا و نارسانا است. نیم رسانا مثل ژرمانیم وسیلیسیم

نکته ۱۴ : در رساناها : T زیاد شود، R زیاد می‌شود، I کم می‌شود. (ρ زیاد)

در نیم رساناها : T زیاد شود، R کم می‌شود، I زیاد می‌شود. (ρ کم)

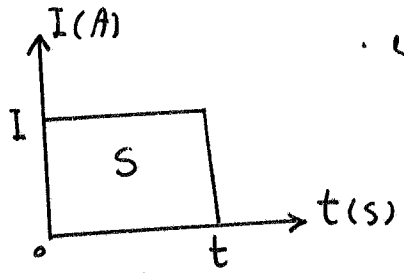
پدیده ابررسانایی : در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند. (در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند.)

رئوستا : رئوستا یک مقاومت متغیر است که از سیم با مقاومت ویژه زیاد که بر روی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده ساخته می‌شود که برای تنظیم وکنترول شدت جریان به کار می‌رود.



نکته ۱۵ : در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام پتانسیومتر نقش رئوستا را دارد.

نکته ۱۶ : مساحت زیر نمودار $I-t$ بیان‌گر بار شارش شده است .



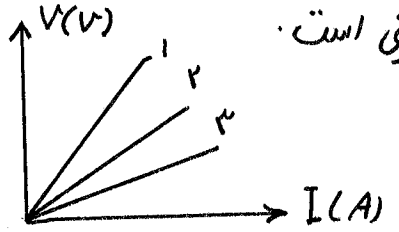
$$S = It = q$$

نکته ۱۷ : طبق رابطه $q = It$ اگر I برحسب آمپر و t برحسب ثانیه باشد ، بار برحسب کولن محاسبه می‌شود . $1C = 1A.S$

اگر زمان برحسب ساعت داده شود ، بار برحسب آمپرساعت بیان می‌شود .

نکته ۱۸ : یک آمپرساعت معادل $3600\ C$ کولن است : $1Ah = 1 \times A \times 3600\ S = 3600\ AS$

نکته ۱۹ : در نمودار $I-V$ ، شیب نمودار بیان‌گر مقاومت الکتریکی است .

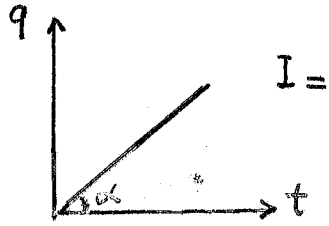


شیب بیشتر یعنی مقاومت بیشتر و برعکس
$\begin{cases} R \downarrow \text{ شیب کمتر} \\ R \uparrow \text{ شیب بیشتر} \end{cases}$

$$R_1 > R_2 > R_3$$

نکته ۲۰ : در نمودار $I-V$ و $V-I$ رساناهای اهمی ، نموداری که به V نزدیک‌تر باشد مقاومت بیشتری دارد .

نکته ۲۱ : شیب نمودار بار برحسب زمان ، جریان را نشان می‌دهد ... $I = \frac{q}{t}$



نکته ۲۲ : سرعت الکترون‌های آزاد 10^6 متر بر ثانیه است .

نکته ۲۳ : مقایسه مقاومت‌های هم جنس و هم حجم و یا مقایسه مقاومت یک سیم پس از تغییر طول و سطح مقطع (بدون تغییر حجم) با حالت اول :

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

برای مثال : سیمی به مقاومت ۲ اهم را از ابزاری عبور می‌دهیم تا بدون تغییر حجم طولش ۲ برابر شود ، مقاومتش چند اهم می‌شود ؟ ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

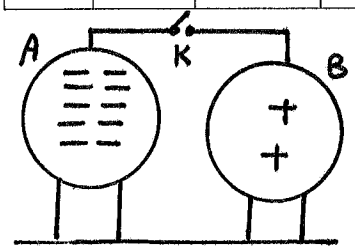
$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 = 2^2 \rightarrow R_2 = 8\ \Omega$$

گزینه ۴

به نام خدا

کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۴✓



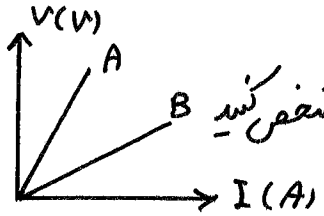
در شکل روبرو دو کره رسانای مشابه باردار روی پایه‌های عایق قرار دارند، ۱) الکترون‌ها در چه جهتی جابجا می‌شوند.

با بستن کلید: ۲) جهت قرارداد جریان الکتریکی چگونه است؟

۳) پس از برقراری تعادل تعداد و نوع بار هر کره چقدر می‌شود؟

$e=1.6\times10^{-19}C$

۴) با فرض اینکه هر منفی نمایندهٔ 10^6 الکترون و هر مثبت نیز یعنی 10^6 پروتون باشد، و در مدت ۱۲ نانوثانیه شارش بار صورت گیرد، جریان متوسط عبوری چند آمپر خواهد بود؟



با توجه به نمودار I-V مربوط به دو نوع رسانای A و B، با ذکر دلیل مشخص کنید مقاومت الکتریکی کدام بیشتر است.

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۴۸

○ دو سیم رسانا از جنس نقره و آلیاژ کروم و نیکل در دمای ثابت با سطح مقطع یکسان وجود دارند. اگر دمای ثابت، مقاومت دو سیم باهم برابر باشند، کدام یک طول بیش‌تری دارد؟ چرا؟

$\rho_{\text{کروم نیکل}} = 100 \times 10^{-8}\ \Omega m$ $\quad \rho_{\text{نقره}} = 1.59 \times 10^{-8}\ \Omega m$

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

○ مقاومت یک سیم ۳۰ متری (قطر ۰.۰۸cm) و مقاومت یک سیم ۷۰ متری (قطر ۰.۱۲cm) در دمای $20^\circ C$ حساب کنید. $\rho_{\text{مس}} = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega m$ تمرین کتاب

○ دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر 1mm است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی 2mm و شعاع داخلی 1mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟ تمرین کتاب

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد		✓		✓			✓	۲۹

تاثیر افزایش دما بر مقاومت ویژه

① مواد رسانا (فلزات) : موجب افزایش مقاومت ویژه می‌شود.

$\rho = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$ یا $R = R_0[1+\alpha(T-T_0)]$

ρ مقاومت ویژه در دمای مرجع T_0 (معمولاً $T_0 = 20^\circ = 293K$)

α ضریب دمایی مقاومت ویژه (برحسب $\frac{1}{^\circ C}$ یا $\frac{1}{K}$)

T دمای رسانا و ρ مقاومت ویژه در دمای T

* با افزایش دما، ρ افزایش می‌یابد، R افزایش می‌یابد و جریان کاهش می‌یابد. * (رابطه T و ρ تقریباً خطی است)

رسانا
$\uparrow T \Rightarrow \rho\uparrow \Rightarrow R\uparrow \Rightarrow I\downarrow$

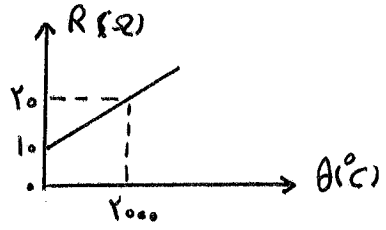
② مواد نیم رسانا ها (ژرمانیم، سیلیسیم و گرافیت) : موجب کاهش مقاومت ویژه، درنتیجه کاهش مقاومت نیم رسانا شده و رسانایی نیم رسانا ها، با افزایش دما، زیاد می‌شود.

نیم رسانا
$\uparrow T \Rightarrow \rho\downarrow \Rightarrow R\downarrow \Rightarrow I\uparrow$

بررسی بیشتر: در رسانا ها تعداد حاملان بار که الکترون های آزاد هستند، با افزایش دما، ثابت می‌ماند، ولی ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابد، درنتیجه الکترون‌ها (حاملان بار) بیشتر با شبکه اتمی رسانای فلزی برخورد می‌کنند، و مقاومت در برابر عبور جریان افزایش می‌یابد. ولی در نیم رسانا حاملان بار هم الکترون ها هستند و هم حامل های بار مثبتی هم وجود دارند، با افزایش دمای نیم رسانا، هم تعداد برخورد های حاملان بار با شبکه اتمی افزایش می‌یابد و هم تعداد حاملان بار افزایش می‌یابد. اثر افزایش تعداد حاملان بار بیشتر بوده پس موجب پایین آمدن مقاومت ویژه می‌شود.

* α ضریب دمایی
  1) برای رسانا ها مثبت است. یعنی دما زیاد شود ρ زیاد می‌شود.
  2) برای نیم رسانا ها منفی است یعنی دما زیاد شود ρ نیم رسانا کاهش می‌یابد.

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۴۰



◯ نمودار تغییرات مقاومت یک رسانا برحسب دما، مطابق شکل است.
ضریب دمایی این رسانا را در SI به دست آورید.

◯ مقاومت سیمی از آلیاژ کروم و نیکل در دمای ۲۰°C برابر ۱۰Ω است.
مقاومت این قطعه در چه دمایی برابر ۱۰/۴۲Ω می‌شود؟ ($\alpha = 0/0004\,K^{-1}$)

◯ مقاومت سیمی در دمای ۱۲۰۰°C برابر ۴۴Ω است. مقاومت این سیم در دمای ۲۰°C را حساب کنید. (از تغییر طول و قطر صرف نظر کنید.) $\alpha = 4\times10^{-4}\,1/K$ تمرین کتاب

◯ لامپ یک چراغ قوه معمولی با ولتاژ ۲/۹۷ کار می‌کند و در این حالت جریان ۰/۳A از آن می‌گذرد. اگر مقاومت رشته تنگستنی این لامپ در دمای اتاق ۲۰°C، برابر ۱۱Ω باشد، دمای این رشته وقتی که لامپ روشن است، چقدر می‌شود؟ تمرین کتاب

پورمحمد

به نام خدا

کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد		✓		✓			✓	۴۱

مقاومت‌ها

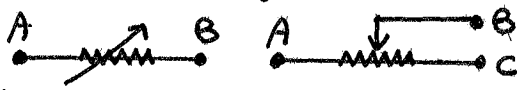
① **پیچه‌ای** : شامل پیچه‌ای از یک سیم نازک بلند برای بدست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و توان‌های بالا ، معمولاً از جنس آلیاژهایی مانند منگنین و منگانین ساخته می‌شوند .

رئوستا : از مقاومت‌های پیچه‌ای مشهور است ، که نوعی مقاومت متغیر است .

پتانسیومتر : مقاومت متغیری در مدارهای الکترونیکی است که همان نقش رئوستا را دارد .

نکته ۱ : رئوستا از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته می‌شود .

نکته ۲ : نماد رئوستا یا پتانسیومتر :



نکته ۳ : بیشینه‌ی توان الکتریکی که مقاومت‌های پیچه‌ای بی‌آنکه بسوزند ، می‌توانند تحمل کنند روی آنها نوشته می‌شود .

② **ترکیبی** : مقاومت‌هایی از جنس کربن یا برخی نیم‌رسانا‌ها و یا از لایه‌های نازک فلزی در اندازه‌های خاص استاندارد ساخته می‌شوند .

نکته ۴ : کدگذاری مقاومت‌های ترکیبی :

هر مقاومت چهار حلقه رنگی دارد ، هرکدام از رنگ‌ها دارای کدی است .

$R = (\text{رقم اول})(\text{رقم دوم}) \times 10^{(\text{رقم سوم})}$ Ω

تلرانس : مقدار مجاز انحراف یک مقاومت ترکیبی ، از مقدار دقیق مقاومت بر حسب درصد است که از روی حلقه چهارم که طلایی یا نقره‌ای رنگ مشخص می‌شود .

نکته ۵ : اگر نوار چهارم نباشد یعنی تلرانس ۲۰ درصد است . نقره‌ای ۱۰ درصد ، طلایی ۵ درصد

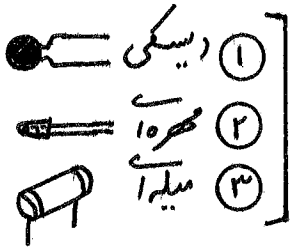
فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد		✓		✓			✓	۴۲

مقاومت های خاص و دیودها

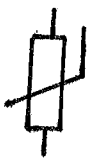
ترمیستور: نوعی مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما متفاوت از مقاومت های معمولی است.

نکته ۱: به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دما پاها و در دماسنج ها کاربرد دارد.

نکته ۲: رایج ترین شکل های مقاومت های ترمیستور:



نکته ۳: نماد ترمیستور در مدارهای الکتریکی



مقاومت های نوری LDR: (LDR): مقاومت نوری، نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد، به طوریکه با افزایش شدت نور، تعداد حاملان بار، افزوده می شود و در نتیجه از مقاومت آنها کاسته می شود.

نکته ۴: LDR (مقاومت نوری) در تاریکی می تواند چند مگا اهم مقاومت داشته باشد

نکته ۵: در یک نور مناسب مقاومت LDR نسبت به تاریکی کاهش می یابد تا چند صد اهم

نکته ۶: یکای LDR برحسب LUX است (برحسب شدت روشنایی)

نکته ۷: نماد LDR

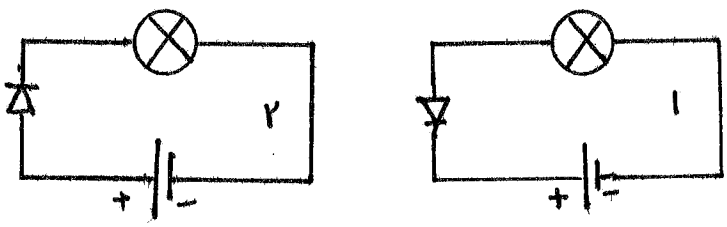
نکته ۸: کاربرد LDR ها در چشم های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل کننده های خودکار و چراغ های روشنایی خیابان ها .... است.

دیودها: یکسو کننده ای در مدار است که تنها جریان را از یک سو عبور می دهد و مقاومت آن در جهت سو ناچیز است.

نکته ۸: نماد دیود

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد		✓		✓			✓	۴۶

○ با توجه به نحوه قرارگرفتن دیود در مدار با ذکر دلیل مشخص کنید که آیا لامپ ها روشن می شوند یا خیر؟



پاسخ: لامپ مدار ۱ خاموش باقی می ماند، چون نحوه قرارگرفتن دیود، طوری است که جریانی از آن عبور نمی کند. لامپ مدار ۲ روشن می شود، چون طبق شکل در این حالت مقاومت دیود، ناچیز بوده و جریان از آن عبور می کند.

نکته: معروف ترین نوع دیود، دیود نورگسیل یا LED است.

نکته: نماد LED در مدار

نکته: با عبور جریان از دیود ها، LED از خود نورگسیل می کند، مقداری از انرژی الکتریکی به نور تبدیل می شود.

نکته: در دیودها از نیم رسانا ها استفاده می شود.

نکته: نوع نیم رسانا در رنگ نور گسیل شده از LED نقش دارد. نورگسیل شده از LED تا فرابنفش می تواند باشد.

نکته: مقایسه LED با لامپ روشنایی معمولی:
- LED: توان مصرفی کمتری دارد. نور بیشتری دارد. عمر طولانی تری دارند. انرژی گرمایی کمتری تولید می کنند.
- لامپ معمولی: توان مصرفی بیشتر، نور کمتر، عمر کوتاه تر و گرمای بیشتری تولید می کند ....

مهرداد پورمحمد

منبع نیروی محرکه الکتریکی (emf) : وسیله هایی (مانند باتری ها) که با انجام کار روی بار الکتریکی ، جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می کند .

نیروی محرکه الکتریکی (emf) : کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد. (ولت) $\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$ کار نیروی محرکه مولد / بار

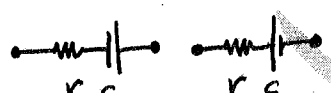
نکته ۲۴ : مفهوم نیروی محرکه باتری ۱٫۵ ولت است یعنی باتری روی هر کولن باری که از آن می گذرد ۱٫۵ ژول کار انجام می دهد، (یعنی ۱٫۵ ژول انرژی پتانسیل الکتریکی اش را افزایش می دهد)

نکته ۲۵ : منبع نیروی محرکه الکتریکی

- آرمانی : اختلاف پتانسیل پایانه های مثبت و منفی برابر نیروی محرکه الکتریکی است. $r = 0$ (وجود ندارد) $\boxed{\varepsilon = V}$ $\varepsilon = \Delta V$ یا V
- واقعی : دارای مقاومت درونی (داخلی) r هستند. $\boxed{V = \varepsilon - Ir}$

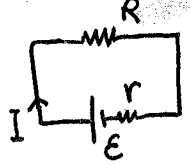
توجه : (بجای ΔV ، V به کار می بریم)

اختلاف پتانسیل الکتریکی



نکته ۲۶ : محاسبه جریان در مدارهای تک حلقه با یک مولد (باتری) :

$$I = \frac{\text{نیروی محرکه}}{\text{مجموع مقاومت ها} + r} \longrightarrow \boxed{I = \frac{\varepsilon}{\Sigma R + r}}$$



$V_\varepsilon = V_R = \frac{\varepsilon R}{R+r}$

انرژی الکتریکی مصرفی در یک رسانا (مقاومت) : $U = I^2Rt = IVt = \frac{V^2}{R}t$

توان الکتریکی : آهنگ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q هنگام عبور از مدار . $P = \frac{U}{t}$

توان الکتریکی مصرفی در مدار :

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

(برابر توان مفید مولد است. 😐)

نکته ۲۷ : طبق رابطه $U = Pt$ ، اگر P برحسب وات و t برحسب ثانیه باشد انرژی برحسب ژول می شود یعنی $1J = 1W.S$ و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت باشد انرژی برحسب کیلووات ساعت می شود .

نکته ۲۸ : یک کیلووات ساعت برابر

$$1Kwh = 1 \times 1000W \times 3600s = 3.6 \times 10^6 J$$

$$1Kwh = 3.6 \times 10^6 J$$

توان در مولد (باتری) :

① توان تولیدی مولد : $P = I\varepsilon$

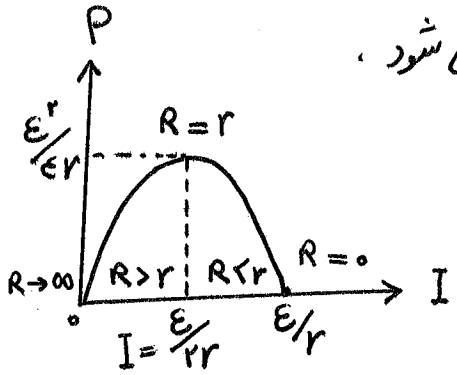
② توان مصرفی مولد : $P = I^2 r$

③ توان مفید مولد (خروجی) : $P = I(\varepsilon - Ir)$

$P_{\text{مفید}} = P_{\text{تولیدی}} - P_{\text{مصرفی}}$

چند نکته تخصصی تر : بیشینه توان خروجی باتری : ☹

نکته ۲۹ : P تابع درجه ۲ از I است و نمودار آن سهمی می شود .

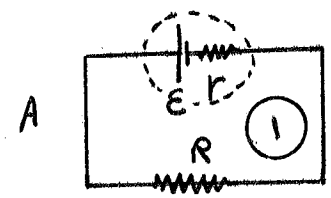


$P = I\varepsilon - I^2 r \Longrightarrow \begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon}{2r} \\ P_{max} = \dfrac{\varepsilon^2}{4r} \end{cases}$

شرط توان بیشینه $R = r$

نکته ۳۰ :

$P = 0 \Longrightarrow I\varepsilon - I^2 r = 0 \Longrightarrow \begin{cases} I = 0 \\ I = \varepsilon/r \end{cases}$



توجه : (اگر $P_{R_1} = P_{R_2}$ ← $r = \sqrt{R_1 R_2}$)

I_1 ↙ ↘ I_2

توان بیشینه در $V = \dfrac{\varepsilon}{2}$

$I = \dfrac{I_1 + I_2}{2}$ مربوط به توان max یا $\dfrac{\varepsilon}{2r}$

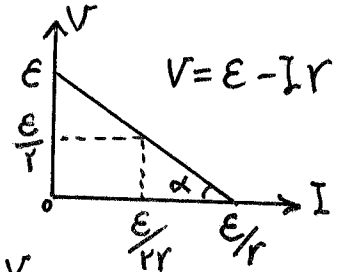
نکته ۳۱ : نمودار $V-I$ ، $V-R$ برای مدار شکل ① به صورت زیر است :

باتری

عرض از مبدا این نمودار ، نیروی محرکه ی مولد است .

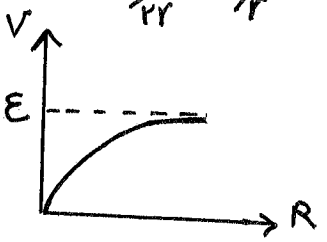
منفی شیب این نمودار برابر مقاومت درونی مولد است .

اندازه $\tan\alpha = r$



$V = \varepsilon - Ir$

اگر $R = 0$ باشد $V = 0$ می شود .



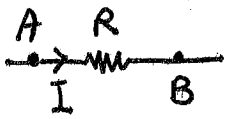
اگر R بسیار بزرگ باشد ، شبیه مدار باز عمل می کند $R \uparrow \Rightarrow I = 0$ خیلی زیاد

$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = \varepsilon$

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد								۴۶

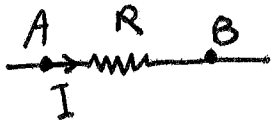
قانون ولتاژها : یا قاعده حلقه : در هر دور زدن کامل حلقه از مدار، جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های اجزای مدار صفر است.

نکته : اگر از یک مقاومت R یا r در جهت جریان عبور کنیم پتانسیل به اندازه $-IR$ یا $-Ir$ افت پیدا می‌کند.



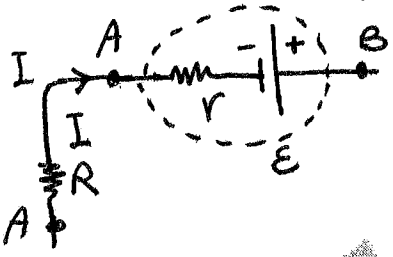
$$V_A - IR = V_B$$

نکته : اگر در خلاف جهت جریان از R یا r عبور کنیم پتانسیل به اندازه $+IR$ یا $+Ir$ افزایش می‌یابد.



$$V_B + IR = V_A$$

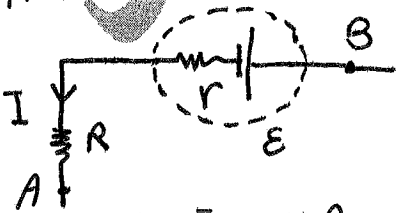
نکته : در یک مولد، در گذر از پایانه منفی به مثبت داریم :



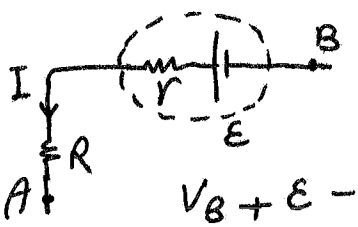
$$V_A - IR - Ir + \varepsilon = V_B$$

و سایر حالات :

$$V_A - IR - Ir - \varepsilon = V_B$$



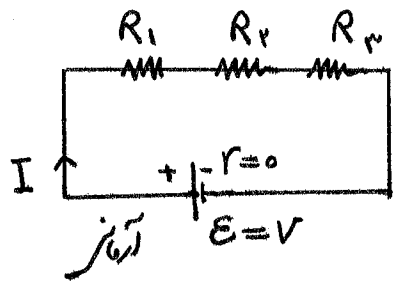
$$V_B - \varepsilon - Ir - IR = V_A$$
$$V_A + IR + Ir + \varepsilon = V_B$$



$$V_B + \varepsilon - Ir - IR = V_A$$
$$V_A + IR - \varepsilon + Ir = V_B$$

تهیه و تنظیم : مهرداد پورمحمد 09113833788

مقاومت معادل : مقاومتی که می توان بجای چند مقاومت در مدار قرار داد .



بهم بستن متوالی مقاومت ها :

از همه مقاومت ها جریان یکسانی عبور می کند .

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

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots$$

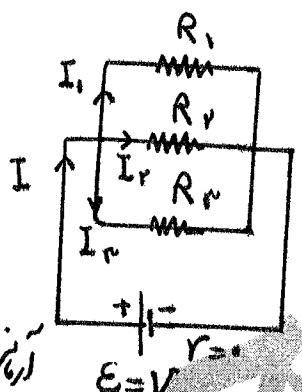
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

* نسبت توان‌ها متوالی : $\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$

نکته ۳۲ : در بستن متوالی مقاومت ها ، مقاومت معادل افزایش می یابد . یعنی مقاومت معادل بزرگتر از هریک از مقاومت ها می شود . $R_T > R_1$ یا R_2 ....

نکته ۳۳ : اگر n مقاومت مشابه R متوالی داشته باشیم مقاومت معادل از رابطه $R_T = nR$ محاسبه می شود .

بهم بستن موازی مقاومت ها :



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

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots$$

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

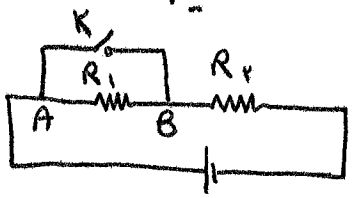
نسبت توان‌ها موازی : $\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$

نکته ۳۴ : در بستن موازی مقاومت ها ، مقاومت معادل کاهش می یابد . یعنی مقاومت معادل کوچکتر از هریک از مقاومت ها می شود . $R_T < R_1$ یا R_2 ....

نکته ۳۵ : اگر n مقاومت مشابه R موازی داشته باشیم ، مقاومت معادل از رابطه $R_T = \frac{R}{n}$ محاسبه می شود .

نکته ۳۶ : برای دو مقاومت موازی $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ برقرار است .

نکته ۳۷ : اتصال کوتاه : هرگاه دو نقطه از مدار را با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم ، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه صفر می‌شود .



با بستن کلید K ، R_1 حذف می‌شود و اتصال کوتاه بین A و B برقرار می‌شود . $V_{AB}=0$

نکته ۳۸ : تمام وسایل برق شهر به جز فیوز و کنتور به صورت موازی به برق متصل می‌شوند .

نکته ۳۹ : یک اتو با مشخصات (۱۰۰۰W, ۲۲۰V) دارای مقاومتی کمتر از یک لامپ (۱۰۰W, ۲۲۰V) است .

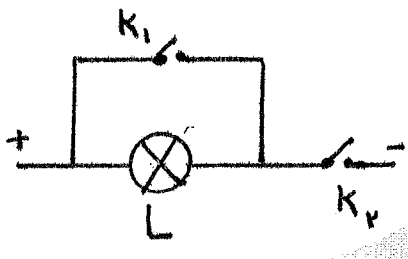
نکته ۴۰ : در بستن موازی (وسایل خانگی) : V ثابت فرض می‌شود پس $P=\frac{V^2}{R}$

$$\Longrightarrow \frac{P'}{P}=\frac{R}{R'}$$

نکته ۴۱ : اگر مقاومت را ثابت فرض کنیم و اختلاف پتانسیل را تغییر دهیم داریم : $R=$ ثابت

$$\hookrightarrow \frac{P'}{P}=\left(\frac{V'}{V}\right)^2$$

نکته ۴۲ : در مدار روبرو اگر :



K_1 و K_2 باز باشند ، لامپ خاموش می‌شود .

K_1 بسته ، K_2 باز ، لامپ خاموش می‌شود .

K_1 باز و K_2 بسته ، لامپ روشن می‌شود .

نکته ۴۳ : فیوز ۱۵ آمپر یعنی حداکثر ۱۵ آمپر را تحمل می‌کند .

نکته ۴۴ : چه مقاومت‌ها موازی و چه متوالی باشند داریم : $P_{کل}=P_1+P_2+P_3+\cdots$

وسایل اندازه‌گیری : جریان I ، اختلاف پتانسیل V

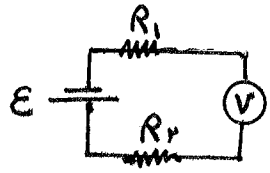
(۱) آمپرسنج
- (۱) وسیله اندازه‌گیری جریان الکتریکی است .
- (۲) مقاومت آمپرسنج ایده‌آل بسیار ناچیز است . (در حد صفر)
- (۳) آمپرسنج به صورت متوالی در مدار قرار می‌گیرد.

نکته ۴۵ : اگر آمپرسنج موازی بسته شود ، اشتباه است ، چون شبیه اتصال کوتاه عمل می‌کند و جریان زیادی از آن می‌گذرد و ممکن است بسوزد ....

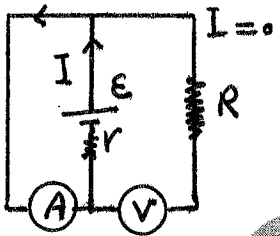
(۲) ولت‌سنج
- (۱) وسیله اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه است .
- (۲) مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد است . (در حد بی‌نهایت)
- (۳) از شاخه شامل ولت‌سنج جریانی عبور نمی‌کند . $I=0$
- (۴) ولت‌سنج به طور موازی در مدار قرار می‌گیرد.

نکته ۴۶ : اگر ولت‌سنجی به صورت اشتباهی ، متوالی بسته شود ، نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد. $I=0$ ، $V=\varepsilon$

* مطابق شکل روبرو



نکته ۴۷ : در مدار روبرو ولت‌سنج اشتباه بسته شده است ، هم چنین آمپرسنج هم اشتباه بسته شده است.



$I_A = \frac{\varepsilon}{r}$ (ولت‌سنج صفر را نشان می‌دهد.) در این شکل

$V = \varepsilon - Ir = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{r} \times r = 0$

نکته ۴۸ :

ولتاژ $V = IR = \varepsilon - Ir$

$\times I$ ↓

توان $IV = I^2R = I\varepsilon - I^2r$

$\times t$ ↓

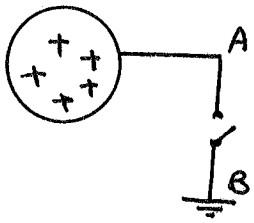
انرژی $IVt = I^2Rt = I\varepsilon t - I^2rt$

(تلف، افت، هدر) = مفید یا خروجی = کل (تولیدی) مصرفی (در مدار)

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم کانال تلگرام: @pormohammadfizik	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۵۰

دو کره رسانای فلزی کاملاً مشابه، اولی دارای بار $q_1 = +8\mu C$ و دومی دارای بار $q_2 = -10\mu C$ بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. این دو کره را با بستن کلید توسط سیم فلزی با مقاومت R به یکدیگر وصل می‌کنیم. 0.0015 طول می‌کشد تا دو کره هم پتانسیل شوند. جریان متوسطی که در این مدت از سیم می‌گذرد، چقدر است؟



بار الکتریکی کره‌ی رسانا در شکل مقابل $0.5C$ است. با بستن کلید در مدت 0.25 بار کره تخلیه می‌شود. شدت جریان متوسط در سیم AB را محاسبه کنید و جهت آن را مشخص کنید.

توسط یک باتری، اختلاف پتانسیل ۶ ولت را به دو سر یک رسانای فلزی اعمال می‌کنیم که باعث عبور جریان $0.5A$ از رسانا می‌شود.

۱) در مدت ۱ دقیقه چه مقدار بار الکتریکی از مقطع این رسانا عبور می‌کند؟

۲) در این مدت انرژی ای که باتری به مدار می‌دهد، چند ژول است؟

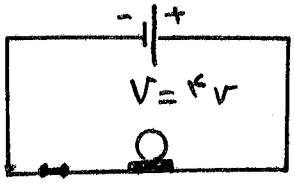
بار ذخیره شده در نوعی از باتری‌ها ۱۰۰۰ میلی آمپر-ساعت است. اگر این باتری در یک وسیله به کار گرفته شده و ۵ شبانه روز طول بکشد تا خالی شود، شدت جریان متوسط در این مدت چند آمپر بوده است؟

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم کانال تلگرام @pormohammadfizik	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۵۱

○ اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی ۳۷ باشد، جریان ۶۰۰mA در آن برقرار می‌شود. اگر اختلاف پتانسیل دو سر این رسانا یک ولت کاهش یابد. جریان آن چند میلی آمپر کاهش پیدا می‌کند؟

○ در یک آذرخش 10^9 J انرژی تحت اختلاف پتانسیل 5×10^7 V در بازه‌ی زمانی ۰٫۲ s آزاد می‌شود. ۱) مقدار کل بار منتقل شده بین ابر و زمین ۲) جریان متوسط در یک یورش آذرخش ۳) تعداد الکترون‌های آزاد شده در ۰٫۲ s را به دست آورید. تمرین کتاب



○ در مدار روبرو در مدت ۵ min چه تعداد الکترون از لامپ می‌گذرد؟ تمرین کتاب

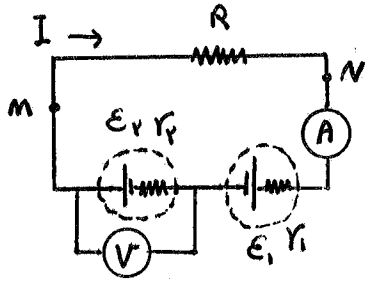
○ در مسأله ، انرژی الکتریکی مصرفی در ۲۰۰ ثانیه، در لامپ چند ژول است؟

○ در مسأله ، توان الکتریکی مصرفی لامپ چند وات است؟

○ در یک اتوی برقی که V = ۲۲۰ V و P = ۸۵۰ W روی آن نوشته شده؛ تمرین کتاب
۱) سیم‌های اتصال به برق آنها حداقل چه جریانی را از خود عبور می‌دهد؟
۲) مقاومت این اتو در زمان روشن بودن چقدر است؟

مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۵۲



در مدار شکل روبرو: ۱) اگر ولت سنج ۱۴ ولت را نشان دهد، آمپرسنج چه عددی را نشان می دهد؟ ۲) توان ورودی به باتری ε_1 چند وات است؟

$\varepsilon_1 = 3V$ $\varepsilon_2 = 15V$ $r_2 = r_1 = 1\Omega$

توان ورودی به باتری ε_2 در مسأله قبل چند وات است؟

توان خروجی مولدهای ε_1 و ε_2 در مسأله را محاسبه نمایید.

اختلاف پتانسیل دوسر مولد ε_1 را محاسبه نمایید. در مسأله

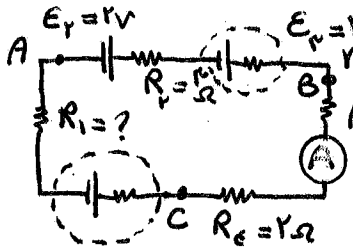
توان مصرفی در مقاومت R چند وات می‌شود؟ در مسأله

انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت R در مدت ۲۰۰ ثانیه چند ژول می‌شود؟ در مسأله

$V_M - V_N = ?$ در مسأله

توان تلف شده در مولدهای ε_1 و ε_2 در مسأله

مهرداد پورمحمد



در مدار شکل مقابل جریانی که از آمپرسنج می گذرد، ۲ آمپر است

۱) مقاومت R_1 چند اهم است؟

۲) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B ($V_B - V_A$) چند ولت است؟

۳) اختلاف پتانسیل دوسر مولد $\mathcal{E}_1$ ؟

۴) افت پتانسیل مولد $\mathcal{E}_3$ ؟

۵) توان مفید مولد $\mathcal{E}_1$ ؟

۶) اختلاف پتانسیل دوسر مولد $\mathcal{E}_3$ ؟

۷) توان مصرفی مولد $\mathcal{E}_3$ ؟

۸) انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت R_2 در مدت ۱۰۰ ثانیه؟

۹) جریان گذرنده از مقاومت R_4 ؟

۱۰) اختلاف پتانسیل بین $V_A - V_C$ چند ولت است؟

۱۱) توان تولیدی مولد $\mathcal{E}_2$ ؟

۱۲) اختلاف پتانسیل $V_C - V_B$ چند ولت است؟

مهرداد پورمحمد

به نام خدا

کانال تلگرام @pormohammadfizik 09113833788

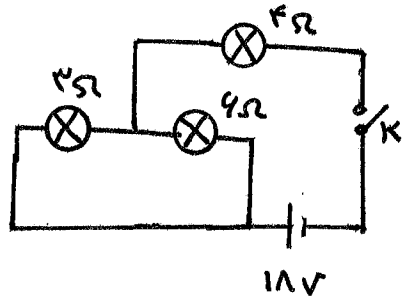
فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد		✓		✓	✓		✓	۵۴

تمرین کتاب

◯ سه مقاومت مشابه ۱۲ اُهمی را یک بار به طور متوالی و یک بار به طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

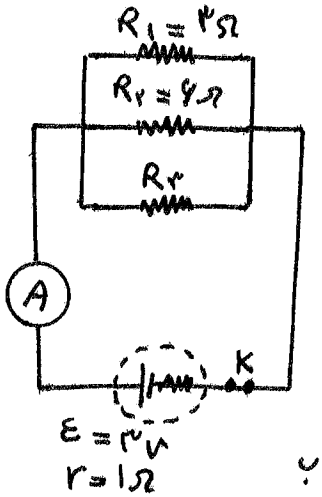
◯ دو مقاومت موازی ۶ اهمی و ۱۲ اهمی به طور متوالی به یک مقاومت ۲ اُهمی وصل شده است. اگر مقاومت ها را به دو سر یک باتری ۳۶ ولتی ببندیم. توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی را محاسبه کنید. تمرین کتاب

◯ در شکل زیر وقتی کلید بسته شود، چه جریانی از هر لامپ رشته‌ای می گذرد؟

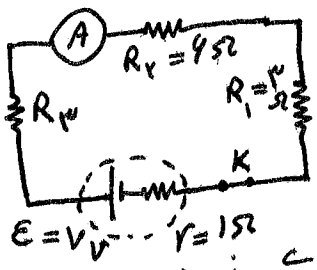


مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه وتنظیم	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	صفحه
34	مهرداد پورمحمد								۵۸



در شکل روبه‌رو سه مقاومت موازی به همراه یک آمپرسنج آرمانی به دو سر یک باتری وصل شده‌اند، اگر مقاومت معادل این ترکیب ۱٫۶Ω باشد، الف- مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد را به دست آورید. ج) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان‌های مصرفی مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 برابر است. تمرین متن کتاب

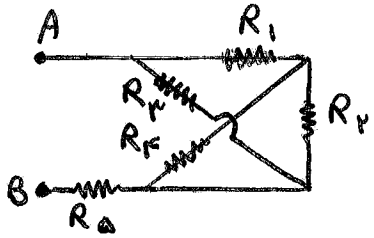


در شکل روبه‌رو سه مقاومت به همراه یک آمپرسنج به صورت متوالی به یک باتری وصل شده‌اند و مقاومت آمپرسنج صفر است. (آمپرسنج ایده‌آل). اگر مقاومت معادل مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 برابر ۱۲Ω باشد: الف) مقاومت R_3 چقدر است؟ ب) جریان آمپرسنج؟ ج) نشان دهید توان خروجی باتری با مجموع توان‌های مصرفی مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 برابر است. تمرین متن کتاب

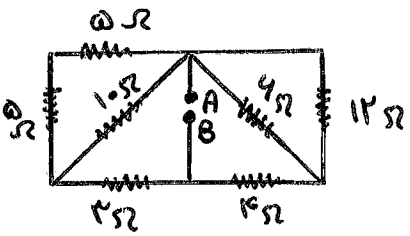
مهرداد پورمحمد

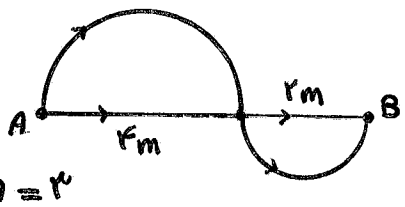
فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۵۶

در هریک از شکل‌های زیر مقاومت معادل مدار را حساب کنید :



$R_1 = 16\Omega$ $R_2 = 4\Omega$ $R_3 = 12\Omega$ $R_4 = 6\Omega$ $R_5 = 12\Omega$



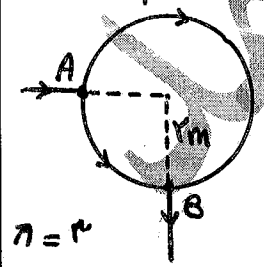


$n = 4$

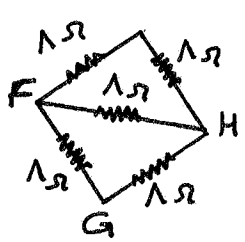
هر مترسیم : ۱۰ اهم مقاومت دارد.

$R_{AB} = ?$

هر مترسیم : ۱۰ اهم مقاومت دارد



$n = 4$

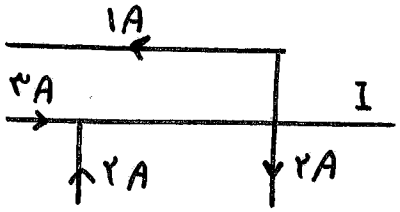


$R_{HF} = ?$

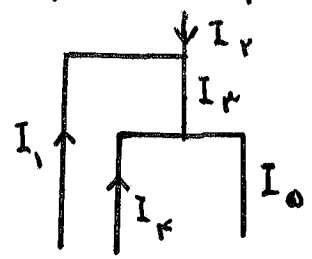
$R_{FG} = ?$

مهرداد پورمحمد

○ در شکل روبرو بزرگی و جهت جریان I را تعیین کنید.

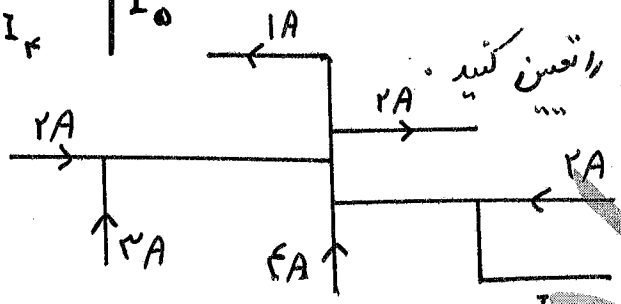


○ در شکل روبرو کدام رابطه زیر درست است؟

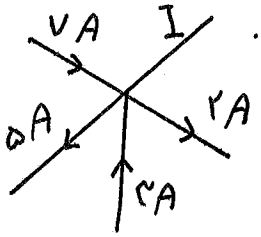


۱) $I_1 = I_3 + I_2$ ۲) $I_5 = I_4 + I_3$

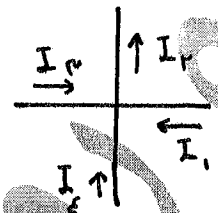
○ بزرگی و جهت I در شکل روبرو را تعیین کنید. (تمرین کتاب)



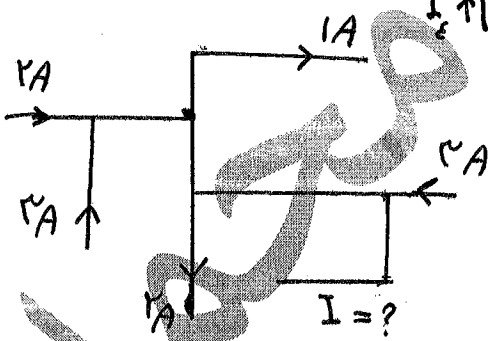
○ بزرگی و جهت جریان I را در بخشی از مدار داده شده زیر مشخص کنید.



○ در شکل روبرو رابطه بین جریان ها را بنویسید. (پرسش کتاب)



○ I چند آمپر و در چه جهتی است؟



مهرداد پورمحمد

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۵۸

درست یا نادرست

- ☐ الکترون ها در رسانا در جهت میدان الکتریکی جابه جا می شوند.
- ☐ سرعت حرکت کاتوره‌ای الکترون بسیار بیش‌تر از سرعت سوق الکترون است.
- ☐ طبق قرارداد، جهت جریان، خلاف جهت حرکت الکترون است.
- ☐ آمپر ساعت، یکای بار الکتریکی است.
- ☐ در رساناهای اهمی، نسبت $\frac{I}{V}$ متغیر است.
- ☐ اگر فقط سطح مقطع رسانا، افزایش یابد، مقاومت الکتریکی رسانا افزایش می یابد.
- ☐ در تمام مواد، افزایش دما باعث افزایش مقاومت رسانا می شود.
- ☐ یکای نیروی محرکه‌ی الکتریکی ژول بر کولن است.
- ☐ منبع نیروی محرکه الکتریکی واقعی، مقاومت درونی بسیار ناچیزی دارد.
- ☐ یکای افت پتانسیل مولد اُهم - متر می باشد.
- ☐ در مدار تک حلقه، با عبور جریان از مولد، مقدار جریان افزایش می یابد.
- ☐ در مدار تک حلقه، هرگاه در جهت جریان از یک نقطه به نقطه دیگری برویم، حتماً از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر رفته ایم.
- ☐ تفاوت یک باتری خشک نو و فرسوده عمدتاً در مقدار مقاومت داخلی آن است.
- ☐ اختلاف پتانسیل دوسر یک باتری واقعی هنگامی که از آن جریان برقرار است، کوچکتر از نیروی محرکه آن است.
- ☐ هر کیلو وات ساعت معادل $3/6 \times 10^6$ J است.
- ☐ توان اسمی و توان مصرفی لامپ همیشه برابر هستند.
- ☐ در اتصال موازی، مقاومت معادل از کوچکترین مقاومت، کوچک‌تر است.
- ☐ مقاومت معادل ۱۰ عدد مقاومت ۲۰Ω که موازی وصل شده‌اند، ۵Ω می شود.
- ☐ اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت های موازی با مقاومت رابطه عکس دارد.
- ☐ در اتصال موازی مقاومت ها، اختلاف پتانسیل کل برابر است با مجموع اختلاف پتانسیل مقاومت ها

فیزیک جزوه شماره	تهیه و تنظیم @pormohammadfizik کانال تلگرام	سال دهم	سال یازدهم	سال دوازدهم	رشته ریاضی	رشته تجربی	ویژه کنکور	آموزشی	فصل	صفحه
34	مهرداد پورمحمد 09113833788		✓		✓			✓	۲	۵۹

جای خالی

- ☐ با اعمال ..... در دو سر یک رسانا در درون آن یک ..... برقرار می گردد.
- ☐ در حضور میدان الکتریکی ، الکترون های آزاد یک فلز با سرعت متوسطی موسوم به ..... در خلاف جهت میدان رانده می شوند.
- ☐ افزایش دما باعث ..... مقاومت ویژه ی رسانای فلزی می شود.
- ☐ در آزمایشگاه برای تنظیم و کنترل جریان ..... مورد استفاده قرار می گیرد.
- ☐ در مقاومت های ترکیبی ، حلقه چهارم که طلایی یا نقره ای است ، ..... نامیده می شود.
- ☐ یکای ضریب دمایی مقاومت ویژه بر حسب ..... است.
- ☐ اگر تعداد مقاومت های موازی بیش تر شود ، مقاومت معادل ..... می یابد.
- ☐ جریان عبور از مقاومت های موازی با مقاومت رابطه ..... دارد.
- ☐ در مقاومت های متوالی ، توان مصرفی مقاومت با مقدار مقاومت رابطه ..... دارد.
- ☐ در مقاومت های موازی ، توان مصرفی مقاومت با مقدار مقاومت رابطه ..... دارد.
- ☐ جریان الکتریکی در مدار در ..... شارش الکترون ها است.
- ☐ سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً در حدود ..... متر بر ثانیه است.
- ☐ آمپر ساعت یکای ..... الکتریکی است.
- ☐ الکترون های آزاد درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی در مسیر ..... در خلاف جهت میدان سوق می یابند.
- ☐ یکای مقاومت الکتریکی در SI ..... است. (ولت بر متر - ولت بر آمپر)
- ☐ دیود نوری (LED) یک رسانای ..... است.
- ☐ مقاومت یک لامپ مهتابی هنگام روشن بودن و خاموش بودن ..... است.
- ☐ در ..... با افزایش دما ، مقاومت الکتریکی کاهش می یابد.
- ☐ کیلووات ساعت یکای ..... است.
- ☐ اگر جریان عبوری از مقاومت سه برابر شود ، توان مصرفی ..... برابر می شود.
- ☐ اگر دو سر یک مقاومت با سیم بدون مقاومت به هم وصل شوند ، مقاومت آسیب .....

مهرداد پورمحمد

مهرداد پورمحمد