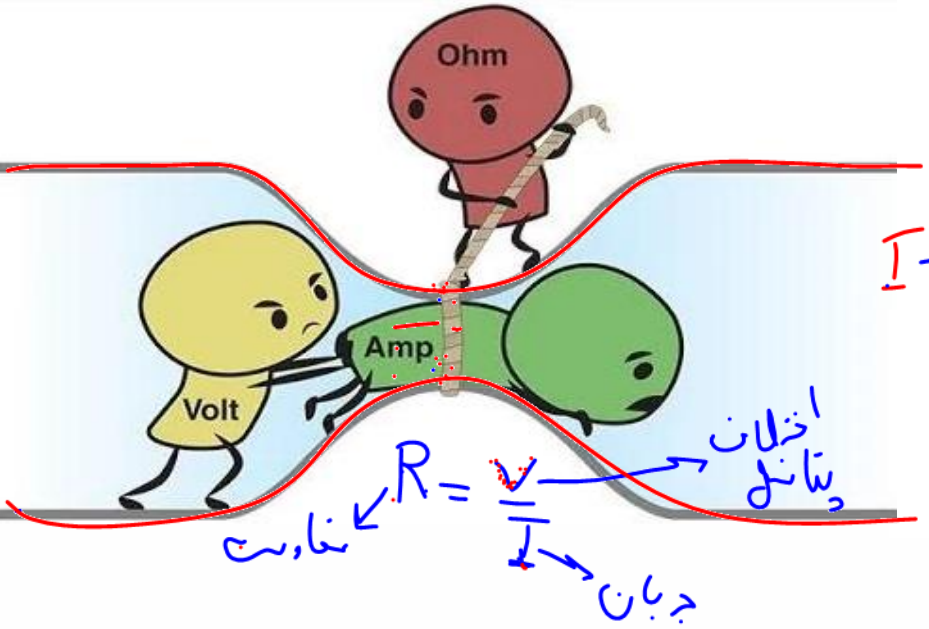
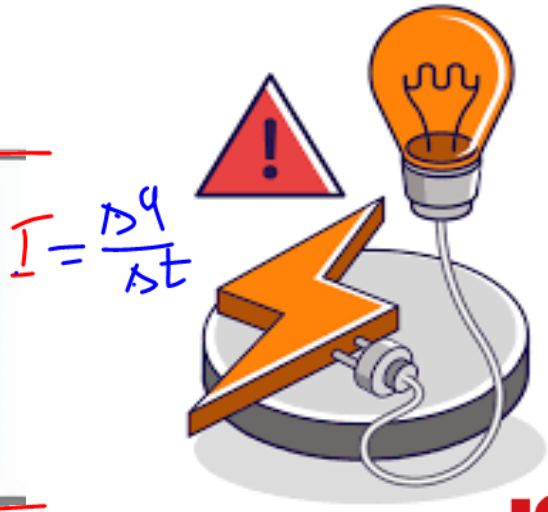




کارنامه خرد

جریان الکتریکی و مدارهای جریان

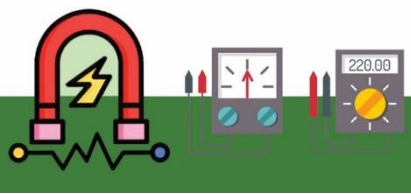
مهندس مهدی باباخانی

سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲

کارنامه خرد

www.karnamehkherad.com

استفاده از این جزوات فقط برای دانش آموزانی که در کلاسهای آنلاین یا حضوری بنده در موسسه کارنامه خرد ثبت نام نموده اند.
استفاده از این جزوه برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام میباشد



آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

جریان الکتریکی و مدارهای جریان

(الکتریسیته جاری)

در فصل قبل (الکتریسیته ساکن) به بررسی بر هم‌کنش‌های بارهای الکتریکی در حالت سکون پرداختیم . در این فصل به بررسی جریان‌های الکتریکی می‌پردازیم که با شارش بارهای الکتریکی از یک ناحیه به ناحیهٔ دیگر به وجود می‌آید. در این فصل، دربارهٔ جریان‌های الکتریکی و مدارهای الکتریکی بحث می‌کنیم (حالت جاری بودن بار).

در واقع اینکه جریان الکتریکی بوجود آید باید یک انتقال خالص بار از یک سطح معین رخ دهد که به این منظور نیاز به یک مولّد الکتریکی از قبیل باتری داریم تا با ایجاد یک میدان الکتریکی، بارها را در راستای معینی به حرکت درآورد.

سرعت سوق : اگر به دو سر سیم یک باتری وصل کنیم، یک اختلاف پتانسیل در دو سر سیم و میدانی الکتریکی درون آن ایجاد می‌شود و باعث حرکت الکترون‌های آزاد در سیم و ایجاد جریان می‌شود در واقع وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال می‌کنیم، الکترون‌ها حرکت کاتوره ای خود را قدری تغییر می دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق (**drift velocity**) در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته ای سوق پیدا می کنند که این موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.

جریان الکتریکی : اگر بار خالص Δq در بازهٔ زمانی Δt از مقطعی از رسانا می گذرد .نسبت $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می‌گوییم.

نکته۱: همان‌طور که از فصل گذشته به یاد داریم، بار از رابطه $q = \pm ne$ محاسبه می‌شود.

۱

نکته۲: جریان الکتریکی از روابط روبرو محاسبه می‌شود

لحظه ای $I = \frac{dq}{dt}$

متوسط $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

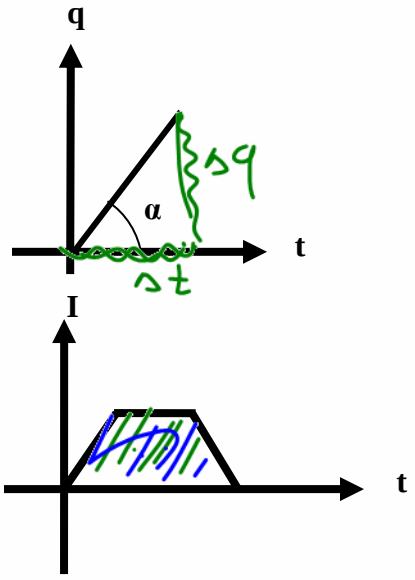
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

تست: معادله بار شارش شده از هر مقطع یک رسانا بر حسب زمان در SI به‌صورت $q = t^2 + t$ است.
جریان الکتریکی متوسط در ثانیه سوم چند برابر جریان الکتریکی متوسط در ۳ ثانیه اول است؟

$I_{\text{در ثانیه سوم}}$: $\begin{cases} t=2 \Rightarrow q_1 = 6 \\ t=3 \Rightarrow q_2 = 12 \end{cases} \xrightarrow{\frac{3}{2}\ (2} I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{12-6}{3-2} \xrightarrow{1\ (4} 6 \xrightarrow{\frac{2}{3}\ (1} 6 \xrightarrow{\frac{7}{4}\ (3} \frac{3}{2}$

$I_{\text{در سه ثانیه اول}}$: $\begin{cases} t=0 \Rightarrow q_1 = 0 \\ t=3 \Rightarrow q_2 = 12 \end{cases} \Rightarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{12-0}{3-0} = 4$

نکته ۳: اگر از معادله بار – زمان مشتق بگیریم به شدت جریان لحظه‌ای می‌رسیم، بدیهی است که انتگرال جریان – زمان بار را به ما می‌دهد و انتگرال همان مساحت زیر نمودار است.



نمودار q-t :

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

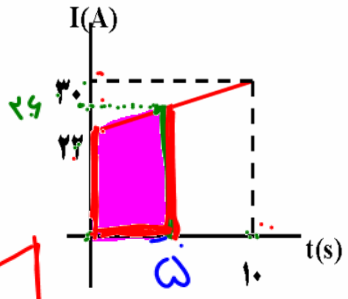
نمودار I-t :

$$I = \frac{\text{مساحت}}{\Delta t}$$

$$\text{مساحت} = \Delta q$$

تست: نمودار جریان الکتریکی عبوری از مقطع یک سیم رسانا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. در ۵ ثانیه اول چند آمپر – ساعت بار الکتریکی از مقطع این سیم عبور کرده است؟

۱) $\frac{13}{360}$ ۲) ۱۲۰ ۳) $\frac{1}{30}$ ۴) ۱۳۰



$\Delta q = \text{مساحت} = \frac{26+22}{2} \times 5 = 120\ A.s$

$120\ A.s \div 3600 \rightarrow ?\ A.h$

$\frac{120}{3600} = \frac{1}{30}\ A.h$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ آخر ← ثانیه

$\Delta q = A.s$

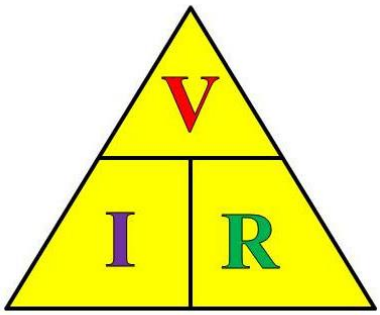
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

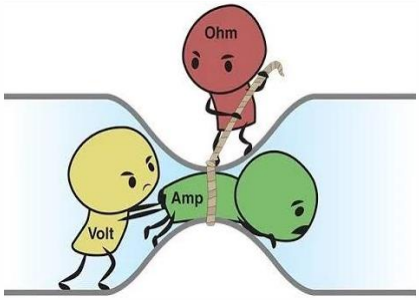
نکات مربوط به مقاومت:

وقتی در مداری الکتریکی کلید را میبندیم، یک اختلاف پتانسیل در دو سر سیم ایجاد میشود و باعث حرکت الکترونهای آزاد در سیم مدار میشود. این الکترونها با اتمهای رسانا که در حال نوساناند برخورد میکنند و این موضوع باعث گرم شدن رسانا میشود در واقع الکترونهای آزاد هنگام حرکت در رسانا همیشه با نوعی مقاومت روبهرو هستند. اصطلاحا میگوییم رسانا دارای مقاومت الکتریکی است

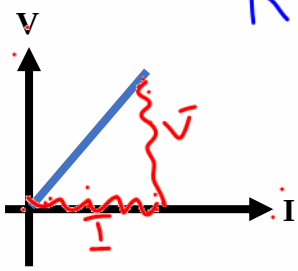
تحت یک اختلاف پتانسیل یکسان، دو سیم با مقاومت الکتریکی متفاوت، جریانهای مختلفی را از خود عبور میدهند؛ بهطوری که سیم با مقاومت کمتر، جریان بیشتری از خود عبور میدهد و بالعکس

قانون اهم : نسبت اختلاف پتانسیل دوسر یک رسانا به جریان عبوری از آن مقدار ثابتی است که به آن مقاومت الکتریکی می‌گویند.

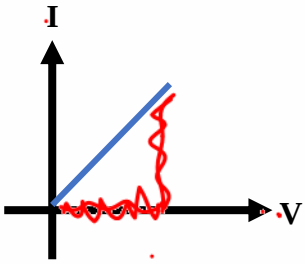




طبق قانون اهم مقاومت الکتریکی به‌صورت $R = \frac{V}{I}$ تعریف می‌شود و در یک رسانای اهمی نمودارهای I و V به صورت های زیر است.



R=tanα



R=cot α

دقت کنید که در رابطه قانون اهم، مقاومت الکتریکی(R) و Vبرحسب ولت و I برحسب آمپر است و به پاس خدمات علمی آقای اهم این نام بر روی این قانون گذاشته و واحد اندازه‌گیری مقاومت نیز میباشد

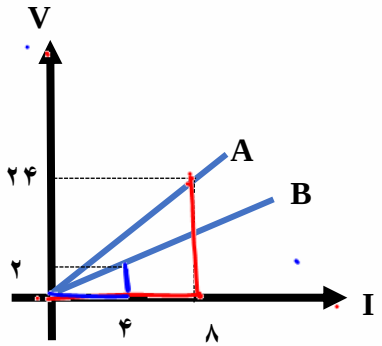
توجه نمایید که اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف (در دمای ثابت،) مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته میشود آن وسیله از قانون اهم پیروی میکند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اهمی مینامند این قانون برای فلزات و بسیاری از رساناهای غیر فلزی در دمای ثابت برقرار است با این حال وسیله‌های زیادی نیز یافت میشود که از این قانون پیروی نمیکنند (همانند دیود نورگسیل LED)

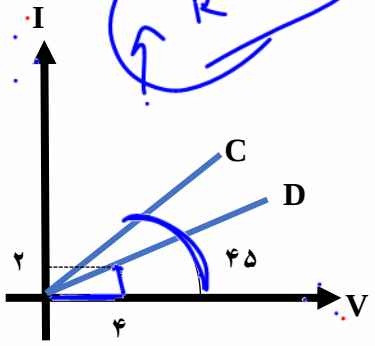
تست : سیمی مسی به سطح مقطع ۴ میلیمتر مربع و مقاومت الکتریکی ۲ اهم موجود است.اگر از هر میلیمتر مکعب آن در مدت t ثانیه در اثر اعمال اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولتی جریان I (تعداد ۴×۱۰^{۲۰}) الکترون گذر کند، دراینصورت سرعت متوسط حرکت الکترونها در این مدت زمان تقریبا چند متر بر ثانیه بوده است؟

۱) ۴×۱۰^{-۴} ۲) ۵۰
۳) ۳×۱۰^{-۴} ۴) ۲۵

تست : با توجه به نمودار زیرحاصل عبارت $\frac{R_A}{R_B}+\frac{R_C}{R_D}$ کدامست؟

۶/۵ ۵/۵ ۲/۴ هیچکدام





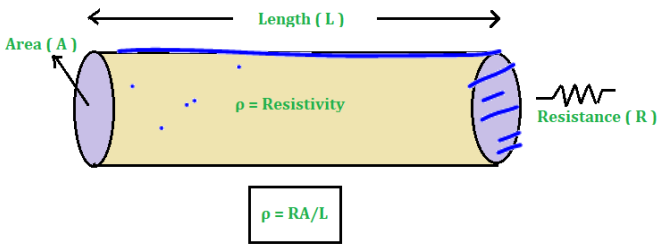
آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

عوامل موثر بر روی مقاومت الکتریکی اجسام:

مقاومت یک جسم اهمی، با تغییر V یا I تغییر نمی‌کنند و فقط زمانی تغییر می‌کند که جنس یا طول یا مساحت سطح مقطع یا دمای جسم تغییر نماید و از رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ محاسبه می‌شود در این فرمول L طول و A مساحت سطح مقطع و کمیت ρ که به آن مقاومت ویژه گفته می‌ُ شود برحسب اهمـــمتربیان میشود عددی است که به جنس ماده بستگی دارد (مقاومت ویژه یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد)

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

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



تست: ولتاژ دوسر یک رسانای A دوبربر می‌شود (در دمای ثابت) و در رسانای B سیم را به طور یکنواخت آنقدر می‌کشیم تا طولش ۲ برابر شود و در رسانای C سیمی را به طور یکنواخت آنقدر می‌کشیم تا قطر سطح مقطع آن نصف شود،به ترتیب از راست به چپ مقاومت هر سیم چند برابر میشود؟

۱) یک برابر - چهار برابر - شانزده برابر
۲) یک برابر - دو برابر - شانزده برابر
۳) دو برابر - دو برابر - چهار برابر
۴) یک برابر - چهار برابر - چهار برابر

A → $R = \frac{V}{I}$ = ۱

B → $R = \frac{\rho L}{A}$ = ۴ برابر

C → $R = \frac{\rho L}{A}$ = ۱۶

تست: سیمی A را به طور یکنواخت آنقدر می کشیم تا طولش ۳ برابر شود و همزمان در دمای ثابت اختلاف پتانسیل دو سر آن را ۲ برابر می‌کنیم، همچنین در دمای ثابت سیم B را به طور یکنواخت آنقدر می کشیم تا قطر سطح مقطع آن یک‌سوم کاهش یابد. در اینصورت مقاومت سیم‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

۱) ۹ - ۹
۲) ۹ - ۱۸
۳) ۹ - $\frac{۸۱}{۱۶}$
۴) ۳ - $\frac{۸۱}{۱۶}$

$(\frac{۳}{۲})^۴ = \frac{۸۱}{۱۶}$

اثر دما رو مقاومت

وقتی دمای یک رسانای فلزی افزایش می‌یابد، ارتعاشات کاتوره ای اتم‌ها و یون‌های آن نیز افزایش می‌یابد و موجب افزایش برخورد الکترون‌های آزاد با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی می‌شود و به این ترتیب، مقاومت رسانا در برابر عبور جریان زیاد می‌شود.ولی در اجسام نیم رسانا افزایش دما باعث کاهش مقاومت می‌شود.

مقاومت ثانویه بعد از تغییر دما از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

مقاومت ویژه در حالت جدید $\rho_2 = \rho_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

مقاومت در حالت جدید $R_2 = R_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

که : ضریب دمایی α برای اجسام رسانا عددی مثبت و برای اجسام نیم رسانا عددی منفی است.

$$\text{درصد تغییر مقاومت} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \times 100$$

$$\text{درصد تغییر مقاومت} = \alpha\Delta\theta \times 100$$

دماسنج مقاومتی چیست؟

دماسنج‌های مقاومتی می‌توانند در دماهای بسیار بالا یا بسیار پایین که دماسنج‌های معمولی کار نمی کنند، دما را اندازه بگیرند .در واقع از تغییر مقاومت الکتریکی با دما برای ساختن این دماسنج‌های دقیق استفاده می‌شود .معمولا در این دماسنج‌ها از پلاتین استفاده می کنند .زیرا پلاتین تقریبا دچار خوردگی نمی شود و نقطهٔ ذوب بالایی دارد.

تست : دمای سیمش A را از ۲۸۳ درجه کلوین به ۲۱۰ درجه سانتی گراد، میرسانیم در اثر این کار مقاومت به اندازه ۰/۹ مقدار اولیه‌اش می‌شود، همچنین : سیم رسانا B به ضریب دمایی $\alpha = 4 \times 10^{-3}$ موجود است ، اگر دمای آنرا از از ۱۰ به ۶۰ درجه سانتی گراد برسانیم.

به ترتیب از راست به چپ ضریب دمایی و نوع جنس سیم A کدامست؟ و مقاومت سیم B چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) $-\frac{1}{2000}$ و رسانا و ۲۰ درصد

۲) $+2000$ و رسانا و ۲۵ درصد

۳) $-\frac{1}{2000}$ نیمرسانا و ۲۵ درصد

۴) $-\frac{1}{2000}$ نیمرسانا و ۲۰ درصد