

هوالمعلل

آزوء فزفك هنرستاك

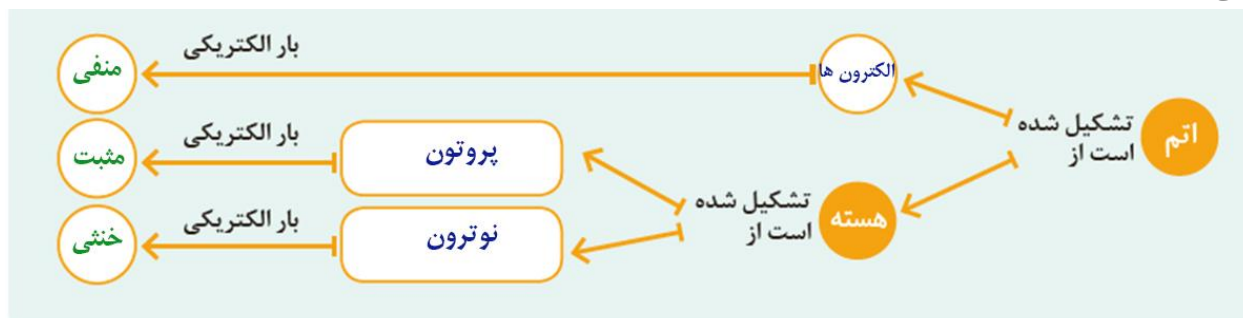
شاكه‌هال فنى و حرفه‌ال و كاردانش

ءورة ءوم مءوسطه

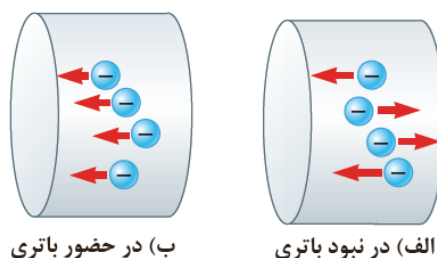
فصل پنجم

آرفان و مءارهال الكءرفك

در علوم سال هشتم با ساختار اتم آشنا شدید. رساناها دارای الکترون آزاد هستند که درون رسانا حرکت کاتوره‌ای (نامنظم) دارند. اگر دو طرف رسانا را به دو پایانه مثبت و منفی باتری وصل کنیم حرکت بارها در یک جهت ظاهر می‌شوند و در نتیجه جریان الکتریکی در رسانا ایجاد می‌شود.



**** الکترون آزاد:** الکترون‌های لایه آخر، بدون آنکه به اتم خاصی وابسته باشند آزادانه درون ماده حرکت می‌کنند و پیوسته از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شوند. بنابراین به آن‌ها الکترون آزاد می‌گویند.



حرکت الکترون‌های آزاد درون رسانا

در الکتریسیته انتقال انرژی از یک سر رسانا به سر دیگر آن با سرعت نور ($3 \times 10^8 \frac{m}{s}$) انجام می‌شود، اما الکترون‌ها با سرعت خیلی کمتری ($10^{-5} \frac{m}{s}$) این مسیر را طی می‌کنند.

- حامل‌های بار در رساناها الکترون‌ها هستند. درحالی‌که در محلول‌های یونی یا نیم‌رساناها، حامل‌های بار متفاوت‌اند؛ مثلاً در محلول‌های یونی که الکترولیت نامیده می‌شوند یون‌های منفی و مثبت حامل‌های بار هستند.
- شدت جریان الکتریکی متوسط را با نماد I نشان می‌دهند و یکای آن آمپر (A) است.

**** شدت جریان الکتریکی متوسط:** به مقدار بار الکتریکی خالصی که از یک مقطع رسانا، در زمان معینی عبور

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\text{مقدار بار جابه‌جا شده بر حسب کولن (C)}}{\text{زمان بر حسب ثانیه (s)}}$$

می‌کند، شدت جریان الکتریکی متوسط گویند.

- در رابطه $\Delta q = \bar{I}(\Delta t)$ اگر $\bar{I}$ برحسب آمپر و Δt برحسب ساعت باشد، یکای Δq آمپرساعت می‌شود.
- باتری خودروها یا گوشی‌های همراه عموماً با آمپرساعت آن‌ها مشخص می‌شود و هر چه آمپرساعت یک باتری بیشتر باشد، حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به‌طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

* مثال:

هنگامی که یک ماشین حساب جیبی روشن می‌شود از باتری آن جریان 15 mA می‌گذرد. اگر این ماشین حساب ۱۰ دقیقه روشن باشد، چه مقدار بار خالص از مدار ماشین حساب عبور می‌کند؟

راه‌حل: ابتدا زمان (دقیقه) را به ثانیه تبدیل می‌کنیم. سپس در هنگام محاسبه، میکرو آمپر (mA) را به آمپر (A) تبدیل می‌کنیم.

$$\Delta t = 10 \times 60 = 600 \text{ s} \text{ و } \bar{I} = 15 \text{ mA} \text{ و } \Delta q = ?$$

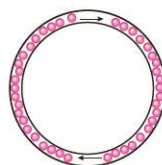
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = \frac{15}{100} \times 10^{-3} \text{ A} \times 600 \text{ s} = 9 \times 10^{-2} \text{ A.s} \text{ یا } 9 \times 10^{-2} \text{ C}$$

**** مدار الکتریکی:** اگر بخواهیم الکترون‌ها در یک جهت خاص و از مکان معینی شارش کنند، باید مسیر مناسبی برای حرکت آن‌ها ایجاد کنیم، این مسیر باید یک مسیر بسته باشد که آن را مدار الکتریکی می‌گویند.

➤ در مدارهای الکتریکی برای اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی از وسیله‌ای به نام **آمپرسنج** استفاده می‌شود.



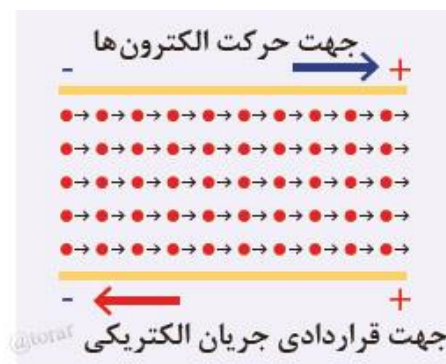
قطع شدگی در مدار



مسیر بسته برای عبور جریان (مدار)

**** اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ):** اختلاف پتانسیل الکتریکی جهت جریان را نشان می‌دهد، جریان از پتانسیل بیشتر (پایانه مثبت باتری) به سمت پتانسیل کمتر (پایانه منفی باتری) شارش می‌کند. همواره اختلاف پتانسیل بین دو نقطه باعث به وجود آمدن جریان الکتریکی می‌شود.

➤ هرگونه قطع‌شدگی در مدار، مانع حرکت الکترون‌ها می‌شود.



**** مقاومت الکتریکی:** در مسیر حرکت الکترون‌ها درون مواد مواعی وجود دارد (اتم‌های جسم ماده، الکترون‌های آزاد دیگر و ...). هرچه این مواع کمتر باشند عبور جریان بهتر صورت می‌گیرد و می‌گوییم جسم مقاومت کمتری دارد و رسانای بهتری است. **مقاومت** را با نماد R نشان می‌دهیم و یکای آن **اُهم** است که با حرف یونانی Ω نشان داده می‌شود. $R = \frac{V}{I}$

قانون اهم

قانون اهم: نسبت ولتاژ دو سر مقاومت به شدت جریان گذرنده از آن در دمای ثابت مقداری ثابت است

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{که این مقدار همان مقاومت الکتریکی است.}$$

➤ مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت به طول، سطح مقطع و جنس رسانا بستگی دارد. مقاومت ویژه رسانا که فقط به جنس رسانا و دمای آن بستگی دارد.

➤ اگر سطح مقطع سیم در تمام طول آن یکسان باشد، مقاومت سیم از رابطه مقابل به دست می‌آید: $R = \frac{\rho L}{A}$

که در آن L طول سیم بر حسب متر (m)، A مساحت مقطع سیم بر حسب مترمربع (m^2) و R مقاومت الکتریکی سیم بر حسب اهم (Ω) است.

ρ کمیتی به نام **مقاومت ویژه**، **رساناست** که برای رساناهایی که از قانون اهم پیروی می‌کنند فقط به جنس رسانا و دمای آن بستگی دارد.

مثال:

سیمی از جنس تنگستن با مقاومت ویژه تقریباً $5/6 \times 10^{-8} \Omega m$ به طول $31/4 m$ و به قطر $0/4 mm$ را در نظر بگیرید. الف) مقاومت الکتریکی سیم چقدر است؟ ب) اگر اختلاف پتانسیل (ولتاژ) $224V$ در دو سر سیم برقرار شود چه جریانی از سیم می‌گذرد؟

پاسخ:

$$\rho = 5/6 \times 10^{-8} \Omega m, \quad L = 31/4 m, \quad r = 0/2 mm, \quad V = 224v, \quad R = ?, \quad I = ?$$

(الف)

$$A = \pi r^2 = 3/14 \times (0/2 \times 10^{-3})^2 = 12/56 \times 10^{-8} m^2$$

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{5/6 \times 10^{-8} \Omega m \times 31/4 m}{12/56 \times 10^{-8} m^2} = 14 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{224V}{14 \Omega} = 16A$$

(ب)

مقاومت‌های ثابت

مقاومت‌های متغیر

انواع مقاومت:

مقاومت‌های ثابت:

در مقاومت‌هایی که توان بالایی دارند، عدد مقاومت بر روی بدنه نوشته می‌شود. ولی در مقاومت‌هایی که توان کمتر از ۲ وات، به دلیل ساخته شدن آن‌ها در ابعاد کوچک، جایی برای نوشتن مقدار مقاومت روی بدنه وجود ندارد. به همین منظور برای تشخیص مقدار مقاومت، بر روی بدنه آن‌ها معمولاً از ۴ نوار رنگی استفاده می‌کنند. (نوار چهارم درصد خطا را نشان می‌دهد). هر نوار با توجه به رنگ خود، مبنی یک کد یا عدد است.

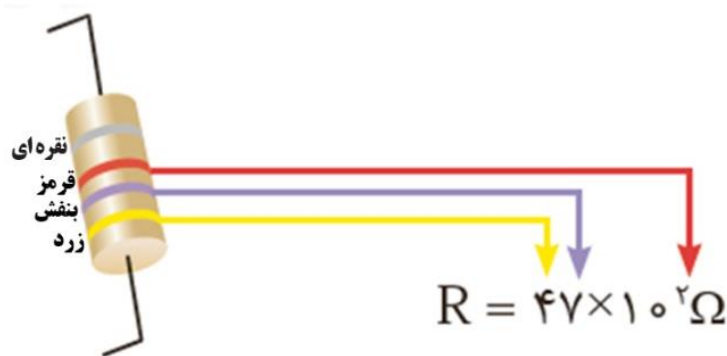
کدهای رنگی مقاومت‌ها

رنگ	کد رنگ	درصد خطا
سیاه	۰	-
قهوه‌ای	۱	۱ درصد
قرمز	۲	۲ درصد
نارنجی	۳	۳ درصد
زرد	۴	۴ درصد
سبز	۵	-
آبی	۶	-
بنفش	۷	-
خاکستری	۸	-
سفید	۹	-
طلایی	-	۵ درصد
نقره‌ای	-	۱۰ درصد

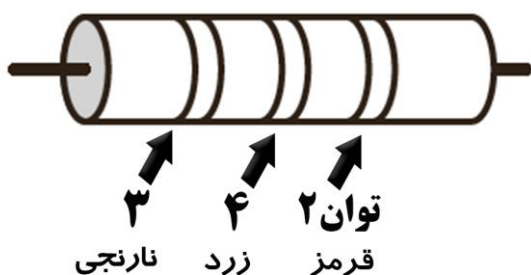
نحوه خواندن مقاومت رنگی



مثال: با توجه به کد هر رنگ، مقاومت زیر چند اهم است؟



مثال: اگر مقدار مقاومت نمایش داده شده در شکل، ۳۴۰۰ اهم باشد، رنگ نوارها را تعیین کنید.



$$R = 34 \times 10^2 \Omega$$

مقاومت‌های متغیر:

مقاومت‌هایی هستند که مقدار آن‌ها را می‌توان توسط عوامل مختلف مانند تغییر مشخصه مکانیکی (متغیر معمولی)، یا تغییر نور (تابع نور) و حرارت (متغیر وابسته) تغییر داد.

مقاومت‌های متغیر معمولی مقاومت‌هایی هستند که مقدار مقاومت آن‌ها را می‌توان با تغییر مکان یا تغییر زاویه محور متحرکی که دارند تنظیم کرد. یکی از انواع مشهور این نوع از مقاومت‌ها، رئوستا نام دارد که در مدارهای الکترونیکی پتانسیومتر نامیده می‌شود.

**** توان مصرفی:** توان به معنی سرعت تبدیل انرژی است. مقدار انرژی تقسیم بر مدت زمانی که آن انرژی تبدیل شده است.

$$P = RI^2 \quad \text{و} \quad P = \frac{U}{t}$$

انرژی الکتریکی مصرفی:

مقدار گرمایی که در یک رسانا ایجاد می‌شود به عوامل زیر بستگی دارد:

- مقاومت رسانا
- مجذور شدت جریان عبوری از رسانا
- مدت زمان عبور جریان

$$U = RI^2 t$$

مثال:

روی یک آسیاب برقی دو عدد 800 W و 200 V نوشته شده است. این آسیاب برقی را به اختلاف پتانسیل 200 V وصل می‌کنیم.

الف) شدت جریانی که از آن می‌گذرد چند آمپر است؟ ب) انرژی الکتریکی مصرفی ماهانه این دستگاه در صورتی که هفته‌ای دو بار و هر بار به مدت ۲۰ دقیقه مورد استفاده قرار گیرد چند ژول و چند کیلو وات ساعت است؟

پاسخ:

$$\text{الف) } P = VI \rightarrow 800 = 200 \times I \rightarrow I = 4\text{ A}$$

$$\text{ب) } t = 4 \times 2 \times 20 \times 60 = 9600\text{ s} \approx 2/7\text{ h}$$

$$P = \frac{U}{t} \rightarrow 800\text{ W} = \frac{U}{9600} \rightarrow U = 7/68 \times 10^6\text{ J}$$

$$800\text{ W} = \frac{U}{2/7\text{ h}} \Rightarrow U = 2160\text{ Wh} = 2/16\text{ kWh}$$

نحوه به هم بستن مقاومت ها:

الف) روش سری:

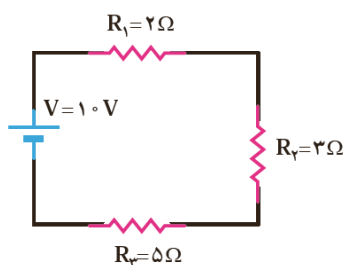
اتصال متوالی یا سری به معنی بسته شدن مقاومت ها یکی پس از دیگری است به طوری که هیچ انشعابی بین آنها وجود نداشته باشد.

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V_{\text{معادل}} = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{و} \quad I_{\text{معادل}} = I_1 + I_2 + I_3$$

مقاومت معادل به مقاومتی گفته می شود که با جایگزینی اش به جای مقاومت ها، اثری مشابه و معادل با آن مقاومت ها در مدار از خود نشان می دهد.

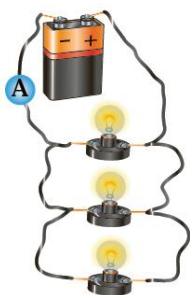
* مثال: مقاومت معادل مدار مقابل چقدر می شود؟



$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 3 + 5 = 10\Omega$$

ب) روش موازی:

در این حالت دو سر مقاومت ها مستقیماً به هم وصل می شود و اختلاف پتانسیل یکسان به دو سر مقاومت ها اعمال می شود.



$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

• در مدارهای موازی بیش از یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد، بنابراین جریان به نسبت مقاومت ها تقسیم می شود.

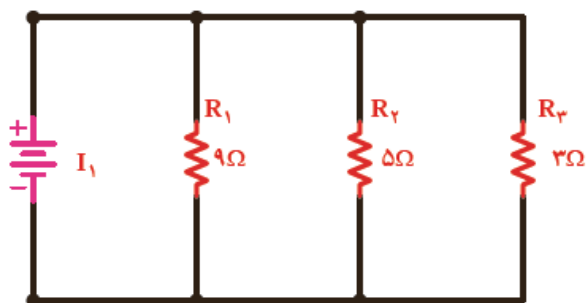
$$I_{\text{معادل}} = I_1 + I_2 + I_3$$

• مقاومت معادل در این مدارها از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

* مثال:

در مدار روبه‌رو مقاومت معادل را به‌دست آورید.



پاسخ:

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{1}{9} + \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{1}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{5+9+15}{45} = \frac{1}{R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = \frac{45}{29} \Omega$$