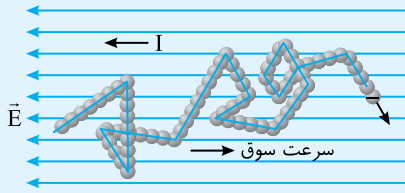
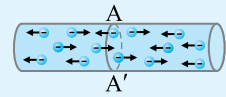


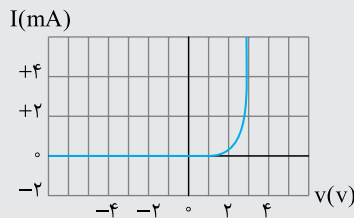
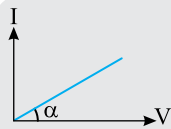
جریان الکتریکی



الکترون‌ها در یک رسانا دارای حرکت کاتوره‌ای هستند. با اتصال سیم رسانا به باتری و برقراری اختلاف پتانسیل به دو سر سیم در آن بار شارش می‌کند و جریان برقرار می‌شود. با حضور باتری و اعمال میدان الکتریکی در رسانا، الکترون در خلاف جهت میدان با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق که حدود $1 \frac{mm}{s}$ است حرکت می‌کند.

به نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ جریان الکتریکی متوسط گویند $(\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t})$ و یکای جریان آمپر است.

قانون اهم



نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به جریان گذرنده از آن در دمای ثابت مقدار ثابتی است که آن را مقاومت الکتریکی می‌گویند. $R = \frac{V}{I}$
نمودار $I-V$ خط راست است. شیب این نمودار وارون مقاومت است: $\tan \alpha = \frac{1}{R}$
این قانون برای اغلب فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی در دمای ثابت برقرار است. وسیله‌هایی مانند دیود نورگسیل (LED) از قانون اهم پیروی نمی‌کنند و نمودار جریان بر حسب ولتاژ آن‌ها خطی نیست.

الکتریسیته جاری

عوامل مؤثر بر مقاومت

مقاومت الکتریکی به طول و سطح مقطع رسانا و نیز ترکیب و ساختار آن بستگی دارد.

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

طول سیم، A سطح مقطع سیم $A = \pi \frac{D^2}{4}$ و D قطر سیم $\left\{ \begin{aligned} R_2 &= \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \frac{A_1}{A_2} \end{aligned} \right.$
 ρ مقاومت ویژه و یکای آن $\Omega \cdot m$

هرگاه یک رسانای فلزی را از یک حدیده بگذرانیم تا با افزایش طول، سطح مقطع آن کاهش یابد به دلیل ثابت ماندن حجم $A_1 l_1 = A_2 l_2$ است و $\frac{A_2}{A_1} = \frac{l_1}{l_2}$ خواهد بود.

نیم رسانا ← مقاومت ویژه‌ای از مواد بین مقاومت ویژه‌ی رساناها و نارساناهاست این مواد را نیم رسانا گویند.

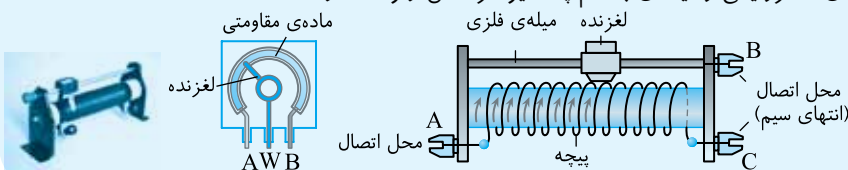
تأثیر دما بر مقاومت ← مقاومت ویژه‌ی رساناهای فلزی با افزایش دما افزایش می‌یابد.

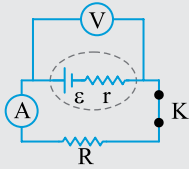
مقاومت ویژه‌ی نیم رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد.

ابرنسانایی ← در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند. این پدیده را ابررسانایی گویند.

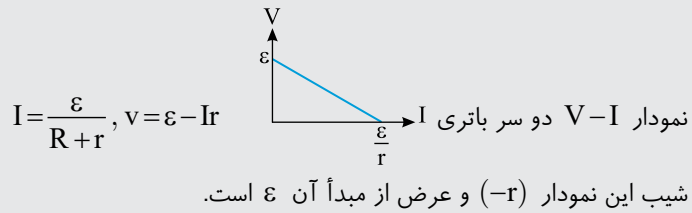
رئوستا ← رئوستا یک مقاومت متغیر است که از سیم با مقاومت ویژه زیاد که بر روی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده ساخته می‌شود.

در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام پتانسیومتر نقش رئوستا دارد.





در مدار روبه‌رو با باز بودن کلید ولت سنج نیروی محرکه باتری (ε) را نشان می‌دهد. با بستن کلید و برقراری جریان افت پتانسیل (Ir) در باتری رخ می‌دهد و ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد و ولت‌سنج V را نمایش می‌دهد.

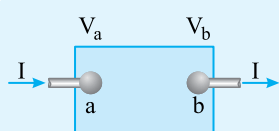


$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}, \quad V = \varepsilon - Ir$$

مقاومت درونی ناچیز است. اگر با باز کردن و بستن کلید عدد ولت‌سنج تغییر نکند و $V = \varepsilon$ باشد، آن‌گاه مقاومت خارجی R بسیار بزرگ است.

ظرفیت باتری مقدار باری که باتری می‌تواند به مدار دهد و یکای آن Ah است. اگر ظرفیت باتری $12Ah$ باشد به معنای آن است که با جریان $1A$ ، باتری می‌تواند $12h$ کار کند ($Q = It$).

نیروی محرکه‌ی الکتریکی در مدارها



توان الکتریکی، آهنگ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q هنگام گذر از این بخش مدار است.

$$P = \frac{\Delta U}{t} = \frac{q\Delta V}{t} \Rightarrow P = I\Delta V$$

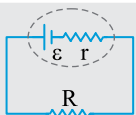
$$P = VI = \frac{V^2}{R} = RI^2$$

$$U = Pt \Rightarrow U = RI^2 t = \frac{V^2}{R} t = VIt \quad \text{انرژی مصرفی (گرما) در مقاومت:}$$

$$1kWh = 3.6 \times 10^6 J \quad \text{انرژی الکتریکی مصرفی بر حسب کیلو وات ساعت:}$$

توان در مدارهای الکتریکی

الکتریسته جاری



در مدار روبه‌رو توان خروجی باتری (یا توان مصرفی در مقاومت خارجی مدار) $P = VI$ است.

$$P = VI = (\varepsilon - Ir)I \Rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$$

εI : توان تولیدی باتری

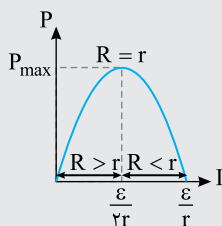
rI^2 : اتلاف توان در مقاومت درونی باتری

P تابع درجه ۲ از I است و نمودار آن سهمی است.

$$I = \frac{-b}{2a} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

$$R = r \quad \Leftarrow \quad I = \frac{\varepsilon}{R+r}, \quad I = \frac{\varepsilon}{2r}$$

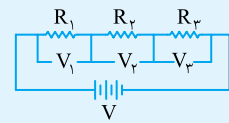
با تغییر مقاومت خارجی مدار نمی‌توان در مورد چگونگی توان مصرفی در مدار خارجی اظهار نظر کرد.



توان خروجی باتری

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \leftarrow IR = IR_1 + IR_2 + IR_3 \leftarrow \begin{matrix} V = V_1 + V_2 + V_3 \\ I = I_1 = I_2 = I_3 \end{matrix}$$

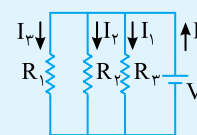
سری (متوالی)



به هم بستن مقاومت‌ها

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \leftarrow \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \leftarrow \begin{matrix} V = V_1 = V_2 = V_3 \\ I = I_1 + I_2 + I_3 \end{matrix}$$

موازی



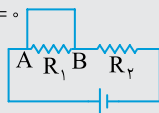
$$R = \frac{R_1}{n}$$

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

مقاومت معادل مقاومت‌های موازی از کوچک‌ترین مقاومت موازی کوچک‌تر است.

مقاومت کمتر «جریان عبوری بیشتر» جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

(اتصال کوتاه) $V_{AB} = 0$



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

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

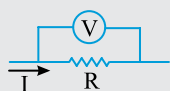
در مقاومت‌های سری که جریان‌ها برابر است توان با مقاومت نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

در مقاومت‌های موازی که ولتاژها برابر است توان با مقاومت نسبت وارون دارد.

تمام وسایل برق شهر به جزء فیوز و کنتور به صورت موازی به برق متصل می‌شوند.

اتصال به برق شهر یک اتو با مشخصات (۱۰۰۰W, ۲۲۰V) دارای مقاومت الکتریکی کمتری نسبت به یک لامپ با مشخصات (۱۰۰W, ۲۲۰V) است.



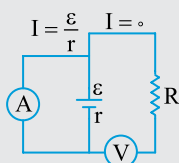
وسایلهای برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد است و از شاخه شامل ولت‌سنج جریان نمی‌گذرد.



ولت‌سنج به طور موازی در مدار قرار می‌گیرد. اگر ولت‌سنج در مداری مطابق شکل، متوالی بسته شود نیروی محرکه‌ی باتری را نمایش می‌دهد.



وسایلهای برای اندازه‌گیری جریان مقاومت آمپر‌سنج ایده‌آل ناچیز است. آمپر‌سنج به طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد. اگر آمپر‌سنج به طور موازی در مدار قرار گیرد شبیه اتصال کوتاه عمل می‌کند و جریان زیادی از آن می‌گذرد و ممکن است آسیب ببیند.



در مدار روبه‌رو ولت‌سنج و آمپر‌سنج اشتباه بسته شده و اگر آمپر‌سنج آسیب نبیند عدد $I = \frac{\epsilon}{r}$ و ولت‌سنج عدد صفر را نمایش می‌دهد.

الکتریسیته‌ی جاری

وسایل اندازه‌گیری

ولت‌سنج

آمپر‌سنج