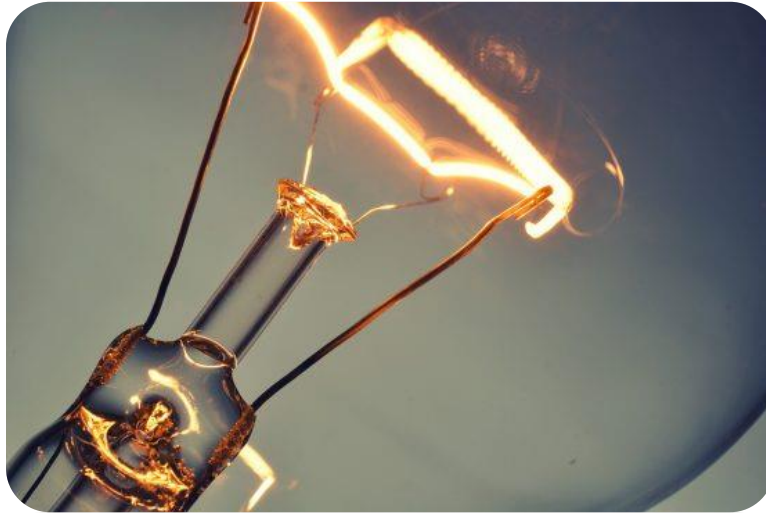


پیوست فصل الکتریسته...



جریان الکتریکی: به شارش، حرکت یا انتقال الکترون‌ها جریان الکتریکی می‌گویند.

یعنی تخلیه‌ی الکتریکی به صورت رعد و برق، صاعقه و ... نوعی جریان الکتریکی ولی از نوع موقتی هستند ولی جریان الکتریکی در مدارهای الکتریکی از نوع دائمی‌تر آن می‌باشند.

تجربه نشان داده که عامل تغییر در هر زمینه‌ای وجود تفاوت یک کمیت در دو جسم و یا در دو نقطه است. یک جسم باردار علاوه بر بار الکتریکی دارای انرژی پتانسیل الکتریکی نیز می‌باشد. اگر دو جسم باردار را به یک‌دیگر وصل کنیم، بار الکتریکی از یکی به دیگری شارش می‌کند.

تفاوت بار الکتریکی از نظر اندازه و نوع نیست.
علت شارش بار } تفاوت انرژی پتانسیل الکتریکی نیست.
بلکه اختلاف پتانسیل الکتریکی است.

پتانسیل الکتریکی «V»: مقدار انرژی که تولید یا مصرف می‌شود تا واحد بار الکتریکی مثبت از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل شود یا به عبارتی ساده‌تر:

نسبت انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده به بار الکتریکی جسم را پتانسیل الکتریکی می‌گویند.

$$\text{انرژی پتانسیل الکتریکی} = \frac{\text{پتانسیل الکتریکی}}{\text{بار الکتریکی}} \Rightarrow V_{(v)} = \frac{U_{e(J)}}{q_{(C)}} \begin{matrix} \text{ژول} \\ \text{کولن} \end{matrix}$$

ولت

اختلاف پتانسیل الکتریکی یک کره:

$$V_{(u)} = K \frac{q}{r}$$

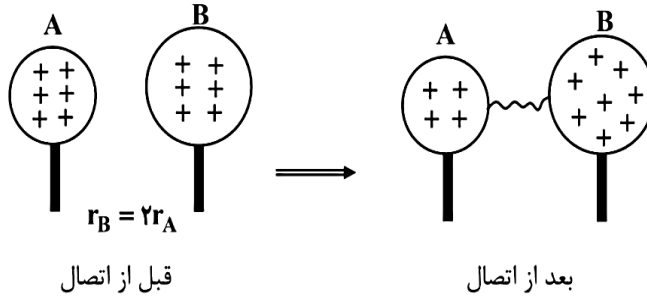
♦♦ واحد اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی ژول بر کولن ($\frac{J}{C}$) می‌باشد که به آن ولت «V» می‌گویند.

◀ **نکته ۱:** پتانسیل الکتریکی یک جسم رسانا به:

۱- نوع و اندازه‌ی بار الکتریکی ۲- شکل هندسی ۳- بزرگی و کوچکی آن بستگی دارد.

پیوست فصل الکتریسته...

به طور مثال طبق شکل اگر دو کره A و B را با سیمی به یک دیگر وصل کنیم:



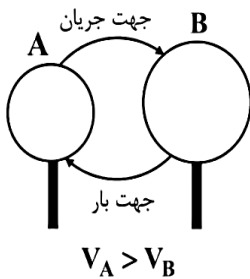
$$n = \frac{(+6) + (+6)}{3} = (+4)$$

با توجه به آنچه در فصل قبل آموختیم:

$$q'_A = 1 \times (+4) = +4$$

$$q'_B = 2 \times (+4) = +8$$

یعنی:



۱- تعدادی الکترون از B به A منتقل شده‌اند.

۲- جهت بار الکتریکی (جهت حرکت الکترون) از B به A می‌باشد.

۳- جهت جریان الکتریکی (جهت حرکت ذرات مثبت) از A به B می‌باشد.

۴- پتانسیل الکتریکی A از پتانسیل الکتریکی B بیش‌تر می‌باشد.



۱) عامل ایجاد جریان الکتریکی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو جسم یا دو قسمت از یک رسانا است.

۲) جهت جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر است که همان جهت حرکت ذرات (+) است.

«جهت قراردادی جریان»

۳) الکترون‌ها از پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر منتقل می‌شوند (جهت حرکت الکترون‌ها یا جهت واقعی

جریان).

نکته ۱: اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را با ΔV نمایش می‌دهند ولی در بیش‌تر مواقع از V

به عنوان اختلاف پتانسیل الکتریکی استفاده می‌شود.

نکته ۲: وقتی انرژی مصرف شده است یعنی بار مثبت از پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر رفته است و

بار منفی از پتانسیل بیش‌تر به کم‌تر و اگر انرژی آزاد شود یعنی بار مثبت از پتانسیل بیش‌تر به کم‌تر رفته و یا

بار منفی از پتانسیل کم‌تر به بیش‌تر رفته است.

پیوست فصل الکتریسیته...



مثال ۱: برای انتقال بار (+۲C) از نقطه A به B، ۲۰۰J انرژی مصرف شده است:

الف) پتانسیل الکتریکی کدام دو نقطه بیش‌تر است؟

ب) جهت جریان الکتریکی و جهت حرکت الکترون‌ها را تعیین کنید.

ج) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه چند ولت است؟

پاسخ:

الف) بار مثبت از A به B منتقل شده و انرژی مصرف شده یعنی طبق نکته‌ی ۳ پتانسیل A کم‌تر از B می‌باشد.

$$V_B > V_A$$

$$\Delta V \text{ یا } V = \frac{Ue}{q} \Rightarrow V = \frac{200}{2} = 100V$$

ب)

شدت جریان الکتریکی

شدت جریان الکتریکی «I» واحد آن در SI، آمپر «A» می‌باشد.

✓ مقدار بار الکتریکی منتقل شده در واحد زمان یا

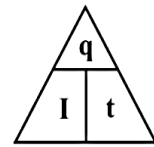
✓ آهنگ عبور بار الکتریکی از هر مقطع عرضی مدار یا

✓ سرعت شارش بار الکتریکی

$$\text{شدت جریان الکتریکی} = \frac{\text{مقدار بار الکتریکی}}{\text{زمان عبور بار}}$$

$$I_A = \frac{q}{t} \quad \begin{array}{l} \text{کولن } C \\ \text{ثانیه } s \end{array}$$

$$1A = 1 \frac{C}{s}$$



$$q = ne \rightarrow \left(\frac{1}{6} \times 10^{-19} C \right) \leftarrow \text{بار الکتریکی}$$

تعداد

از طرفی قبلاً داشتیم:

$$I = \frac{ne}{t} \text{ یا } It = ne$$

بنابراین:

مثال ۲: از مقطع یک مدار در مدت ۲۰ ثانیه، ۱۰۰ کولن بار الکتریکی عبور کرده است. شدت جریان مدار چند

آمپر است؟

پاسخ:

$$t = 20 \text{ Sec}$$

$$q = 100C$$

$$I = ?$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{100}{20} = 5A$$

مثال ۳: از یک مدار در مدت ۴۸ ثانیه تعداد $7/5 \times 10^{20}$ الکترون شارش شده است. شدت جریان این مدار چند

آمپر است؟

پاسخ:

$$t = 48 \text{ Sec}$$

$$n = 7/5 \times 10^{20}$$

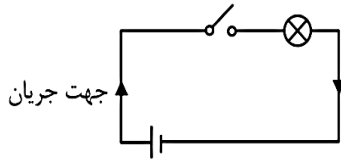
$$e = 1/6 \times 10^{-19} C$$

$$I = ? A$$

$$I = \frac{ne}{t} = \frac{7/5 \times 10^{20} \times 1/6 \times 10^{-19}}{48} = 2/5 A$$

پیوست فصل الکتریسیته...

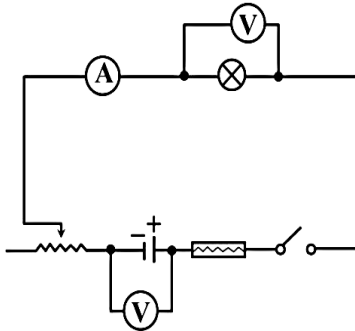
ساده‌ترین شکل مدار شامل:



۱- مولد (پیل، ژنراتور و ...) برای ایجاد اختلاف پتانسیل در دو سر مدار
۲- مصرف‌کننده (لامپ، موتور و ...) تبدیل انرژی الکتریکی به صورت‌های دیگر

۳- کلید: برای قطع و وصل جریان

۴- رابط: سیم مسی جهت ارتباط بین قطعات



«مدار با اجزای محافظ و تنظیمی و اندازه‌گیری»

نکته ۸ (مهم):

۱) جهت جریان (که قراردادی است) از قطب مثبت به قطب منفی است ولی درون باتری از منفی به مثبت است. ولی جهت بار (الکترن) از قطب منفی به مثبت است.

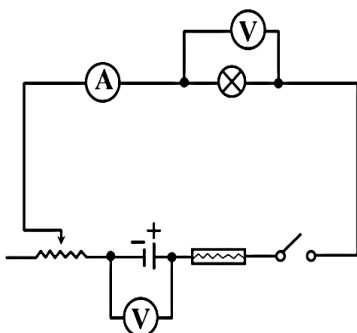
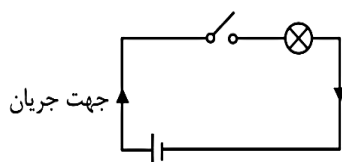
۲) مقاومت آمپرسنج بسیار کم است، پس اگر اشتباهاً به صورت موازی بسته شود تقریباً همه‌ی جریان از آن عبور کرده و می‌سوزد.

۳) مقاومت ولت‌سنج بسیار زیاد است پس اگر اشتباهاً سری بسته شود تقریباً جریانی از مدار عبور نکرده، یا قطع می‌باشد.

۴) اگر کلید با یک لامپ موازی بسته شود، اتصالی یا مدار کوتاه تشکیل می‌دهد و لامپ خاموش می‌شود.

پیوست فصل الکتریسیته...

ساده‌ترین شکل مدار شامل:



۱- مولد (پیل، ژنراتور و ...) برای ایجاد اختلاف پتانسیل در دو سر مدار

۲- مصرف‌کننده (لامپ، موتور و ...) تبدیل انرژی الکتریکی به صورت‌های دیگر

۳- کلید: برای قطع و وصل جریان

۴- رابط: سیم مسی جهت ارتباط بین قطعات

«مدار با اجزای محافظ و تنظیمی و اندازه‌گیری»

نکته‌ی ۸ (مهم):

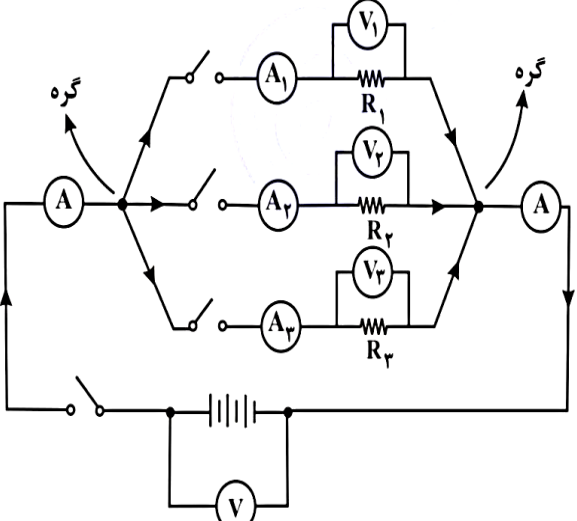
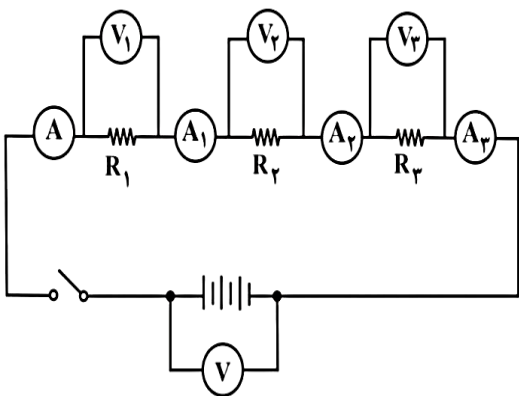
۱) جهت جریان (که قراردادی است) از قطب مثبت به قطب منفی است ولی درون باتری از منفی به مثبت است. ولی جهت بار (الکترن) از قطب منفی به مثبت است.

۲) مقاومت آمپرسنج بسیار کم است، پس اگر اشتباهاً به صورت موازی بسته شود تقریباً همه‌ی جریان از آن عبور کرده و می‌سوزد.

۳) مقاومت ولت‌سنج بسیار زیاد است پس اگر اشتباهاً سری بسته شود تقریباً جریانی از مدار عبور نکرده، یا قطع می‌باشد.

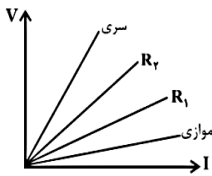
۴) اگر کلید با یک لامپ موازی بسته شود، اتصالی یا مدار کوتاه تشکیل می‌دهد و لامپ خاموش می‌شود.

انواع به هم بستن اجزای مدار و ویژگی‌های آن‌ها

(ب) موازی (انشعابی)	(الف) سری (متوالی)
(۱) بیش از یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد. (۲) هر شاخه کلیدی جداگانه دارد که موجب قطع و وصل همان شاخه می‌شود. (۳) از هر شاخه جریانی جداگانه عبور می‌کند و شدت جریان کل مدار طبق قانون گره، برابر با مجموع شدت جریان شاخه‌هاست. $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$	(۱) فقط یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد. (۲) همگی با یک کلید قطع و وصل می‌شوند. (اگر قطعه‌ای بسوزد یا باز شود جریان کل مدار قطع می‌شود). (۳) شدت جریان ثابت است یعنی جریانی که اجزای مدار عبور می‌کند یکسان است. $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$
(۴) اختلاف پتانسیل دو سر همه‌ی شاخه‌ها و باتری با هم برابر است. $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$	(۴) اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از اجزاء متفاوت است و اختلاف پتانسیل کل (اختلاف پتانسیل دو سر باتری) برابر با مجموع اختلاف پتانسیل‌هاست. $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$
(۵) عکس مقاومت کل برابر با مجموع عکس مقاومت‌هاست. $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ 	(۵) مقاومت معادل (کل) مدار برابر با مجموع مقاومت‌هاست. $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ 
✓ با توجه به شکل، همه‌ی ولت‌سنج‌ها عدد یکسانی را نشان می‌دهند ولی آمپرسنج‌ها اعداد متفاوتی را نشان می‌دهند. * یعنی شدت جریان با مقاومت نسبت عکس دارد. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2$	✓ همه‌ی آمپرسنج‌ها عدد یکسان را نشان می‌دهند ولی ولت‌سنج‌ها اعداد متفاوتی را نشان می‌دهند. * یعنی اختلاف پتانسیل با مقاومت نسبت مستقیم دارد. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}$

پیوست فصل الکتریسیته...

نکته ۱۲ (مهم):



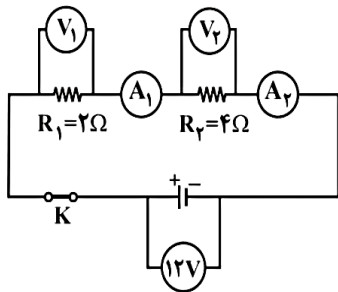
۱) در حالت سری مقاومت معادل از بزرگ‌ترین مقاومت نیز بزرگ‌تر است ولی در حالت موازی مقاومت معادل از کوچک‌ترین مقاومت کوچک‌تر است. به طور مثال اگر $R_1 > R_2$ باشد، خواهیم داشت.

۲) اگر n تا مقاومت مشابه و یکسان را به یک‌دیگر متصل کنیم.

$$\text{مقاومت معادل آن‌ها اگر} \begin{cases} \text{الف) سری باشند.} \\ \text{ب) موازی باشند.} \end{cases} \begin{cases} R_T = nR_1 \\ R_T = \frac{R_1}{n} \end{cases} \text{ می‌باشد.}$$

۳) در حالت موازی اگر فقط دو مقاومت داشته باشیم، مقاومت معادل آن‌ها را می‌توان از رابطه‌ی

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \text{ محاسبه کرد.}$$



مثال ۱۱: با توجه به نمودار مقابل به هر یک از موارد زیر پاسخ دهید.

الف) مقاومت معادل مدار چند اهم است.

ب) شدت جریان کل مدار چند آمپر است.

ج) هر یک از آمپرسنج‌ها و ولتسنج‌ها چه عددی را نشان می‌دهند.

پاسخ:

در مدارهای سری مقاومت معادل مجموع مقاومت‌هاست.

$$R = R_1 + R_2 \Rightarrow R = 2 + 4 = 6\Omega \quad \text{الف)}$$

$$I_{\text{کل}} = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2A \quad \text{ب)}$$

ج) از آن‌جا که در مدارهای سری شدت جریان ثابت است پس همه‌ی آمپرسنج‌ها ۲A را نشان می‌دهند ولی

اختلاف پتانسیل کل مدار بین دو مقاومت تقسیم می‌شود.

$$V_1 = R_1 \times I_1$$

$$V_1 = 2 \times 2 = 4V \quad \text{عددی که ولتسنج } V_1 \text{ نشان می‌دهد.}$$

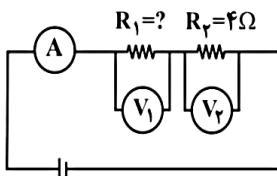
$$V_2 = R_2 \times I_2$$

$$V_2 = 4 \times 2 = 8V \quad \text{عددی که ولتسنج } V_2 \text{ نشان می‌دهد.}$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = 4 + 8 = 12V \quad \text{همان عددی که ولتسنج دو سر باتری نشان می‌دهند.}$$

مثال ۱۲: در مدار شکل زیر ولتسنج V_1 ، ۳ ولت و آمپرسنج ۰/۵ آمپر را نشان می‌دهد:



الف) مقاومت رسانای R_1 چند اهم است؟

ب) ولتسنج V_2 چند ولت را نشان می‌دهد؟

ج) اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟

پیوست فصل الکتریسیته...

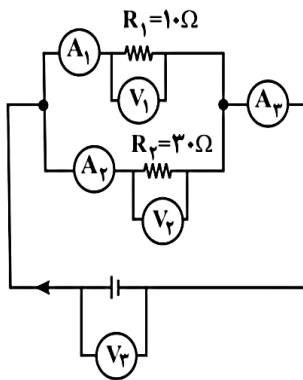
پاسخ:

مدار سری بسته شد پس شدت جریان در همه‌ی آن‌ها یکسان است؛ یعنی از هر دو مقاومت جریان $0.5A$ عبور می‌کند.

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{3}{0.5} = 6\Omega \quad (\text{الف})$$

$$V_r = R_r I_r = 4 \times 0.5 = 2V \quad (\text{ب})$$

$$\text{کل } V = V_1 + V_r = 3 + 2 = 5V \quad (\text{ج})$$



مثال ۱۳: در مدار شکل زیر ولت‌سنج V_r ، مقدار 60 ولت را نشان می‌دهد:

(الف) مقاومت کل مدار چند اهم است؟

(ب) هر یک از ولت‌سنج‌ها چه عددی را نشان می‌دهد؟

(ج) هر یک از آمپرسنج‌ها چه عددی را نشان می‌دهد؟

پاسخ:

مدار موازی است:

$$R = \frac{R_1 \times R_r}{R_1 + R_r} = \frac{10 \times 30}{10 + 30} = \frac{300}{40} = 7.5\Omega \quad (\text{الف})$$

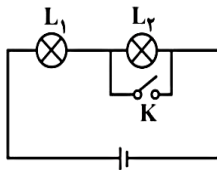
(ب) در مدارهای موازی اختلاف پتانسیل ثابت است یعنی ولت‌سنج‌ها V_1 ، V_r و V_3 عدد 60 ولت را نشان می‌دهند.

(ج)

طبق قانون گره:

$$\left. \begin{aligned} I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{60}{10} = 6A \quad \text{عددی که آمپرسنج } A_1 \text{ نشان می‌دهد.} \\ I_r = \frac{V_r}{R_r} = \frac{60}{30} = 2A \quad \text{عددی که آمپرسنج } A_r \text{ نشان می‌دهد.} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} I_3 = I_1 + I_r \\ I_3 = 6 + 2 = 8A \end{cases}$$

عددی که آمپرسنج A_3 نشان می‌دهد.



مثال ۱۴: در شکل زیر اگر کلید K بسته شود نور لامپ L_1 چه تغییری می‌کند؟

پاسخ:

اگر کلید K بسته شود در حقیقت دو سر L_2 اتصال کوتاه شده است و L_2 خاموش می‌شود یعنی لامپ L_2 از مدار حذف شده و مقاومت مدار کاهش می‌یابد و در نتیجه شدت جریان مدار افزایش یافته و نور لامپ L_1 بیش‌تر می‌شود.

تربو الکتریک

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

در این جدول مواد پایین تر، الکترون خواهی بیش تری دارند، یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون از ماده بالاتر جدول به ماده ای که پایین تر قرار دارد، منتقل می شود. مثلاً:

اگر ماده B را با ماده C مالش دهیم، الکترون کم تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده D مالش می دهیم، منتقل می شود.

انتهای مثبت سری

موی انسان

شمش

نایلون

پشم

موی گربه

سُرب

ابریشم

آلومینیم

پوست انسان

کاغذ

جوب

بارچه کتان

کهریا

برنج، نقره

پلاستیک، پلی اتیلن

لاستیک

تفلون

انتهای منفی سری