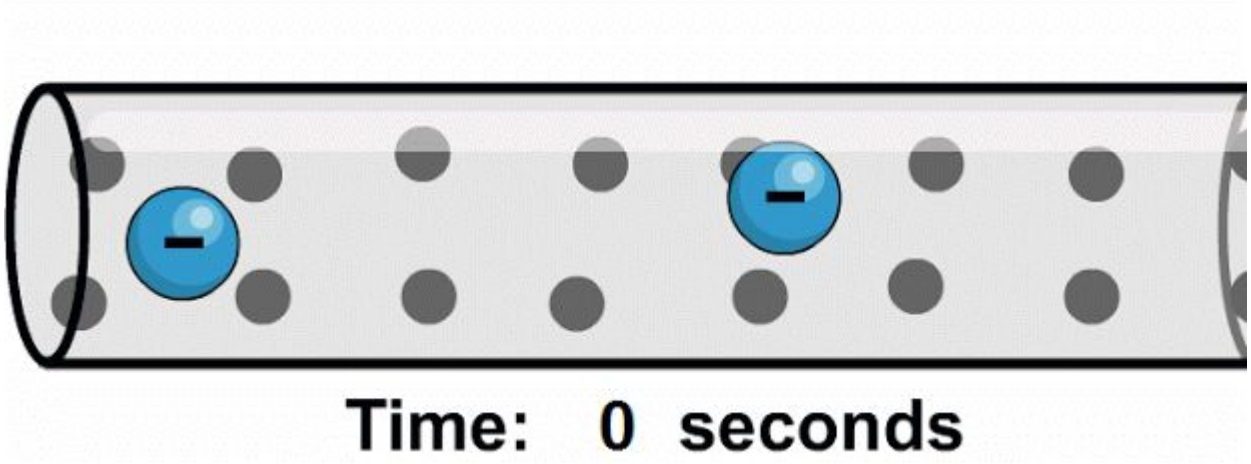
10.3А – Постоянный ток

Постоянный ток. Сила тока. ЭДС (электродвижущая сила)

Цели обучения

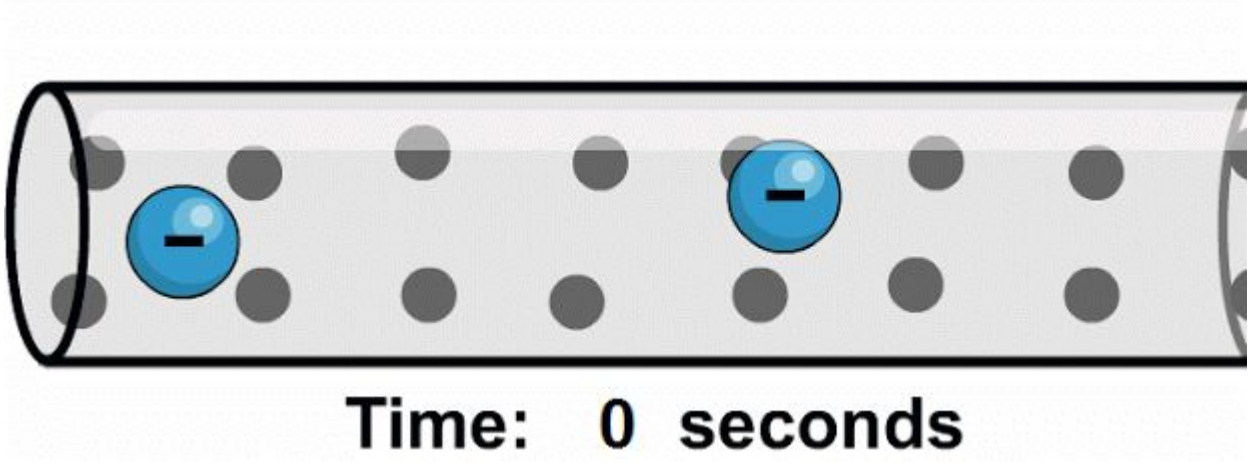
- 10.4.3.4 - объяснять физический смысл понятия «электродвижущая сила»
- 10.4.3.1 - знать и применять закон Ома для полной цепи;
- 10.4.3.3 - объяснять различия между ЭДС и падением напряжения во внешней цепи
- 10.4.3.4 - описывать влияние внутреннего сопротивления источника тока на падение напряжения во внешней цепи

Электрический ток

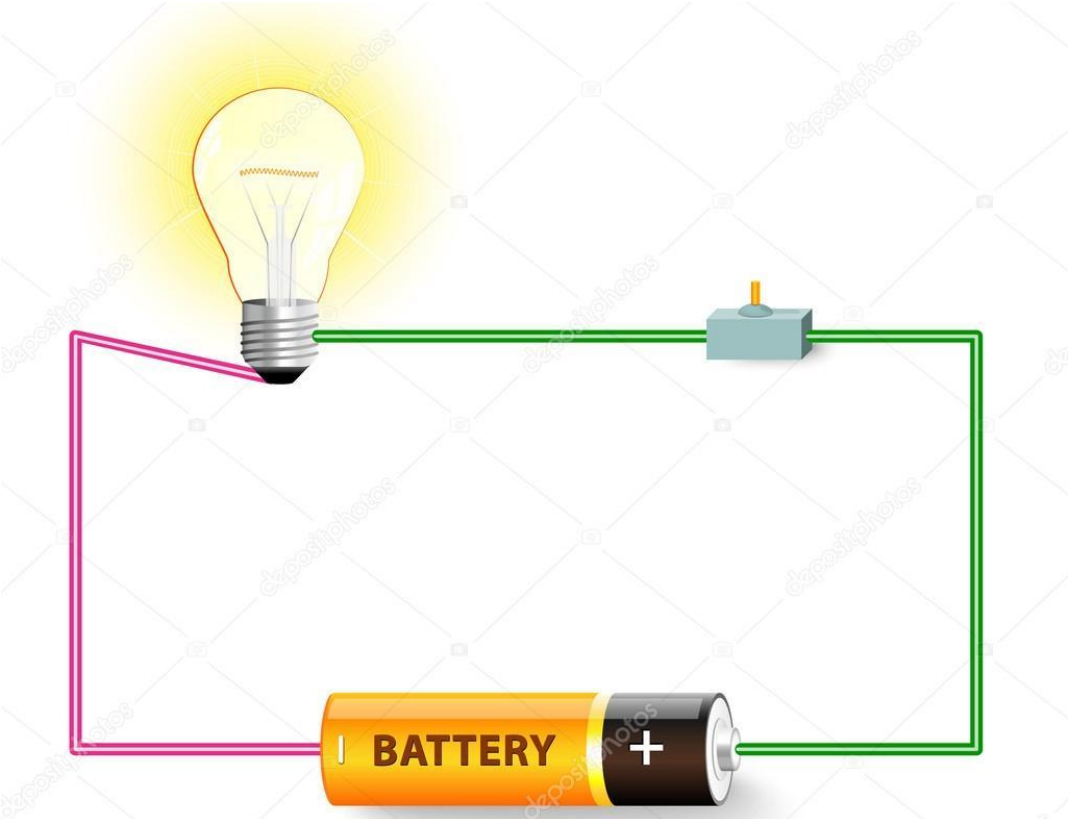


Что называют электрическим током?

Электрический ток



Электрический ток — направленное движение заряженных частиц



Что принимают за направление тока?

За направление электрического тока выбрано направление движения положительно заряженных частиц.

Какие условия необходимы для существования электрического тока?

Условия длительного протекания электрического тока

1. Наличие свободных носителей заряда

Металлы – электроны
Жидкости – положительные и отрицательные ионы
Газы – электроны и ионы
Полупроводники – электроны и дырки

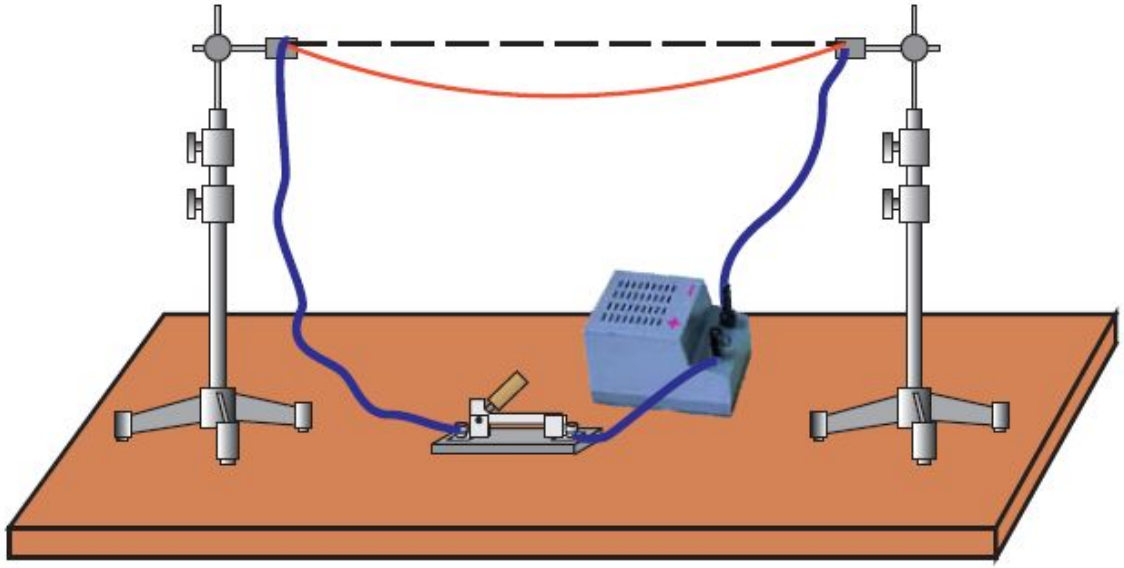
2. Наличие электрического поля (источник тока)

3. Замкнутая электрическая цепь

Какие действия может оказывать электрический ток?

Действия электрического тока

1. Тепловое действие (применение: электронагревательные приборы, лампа накаливания)

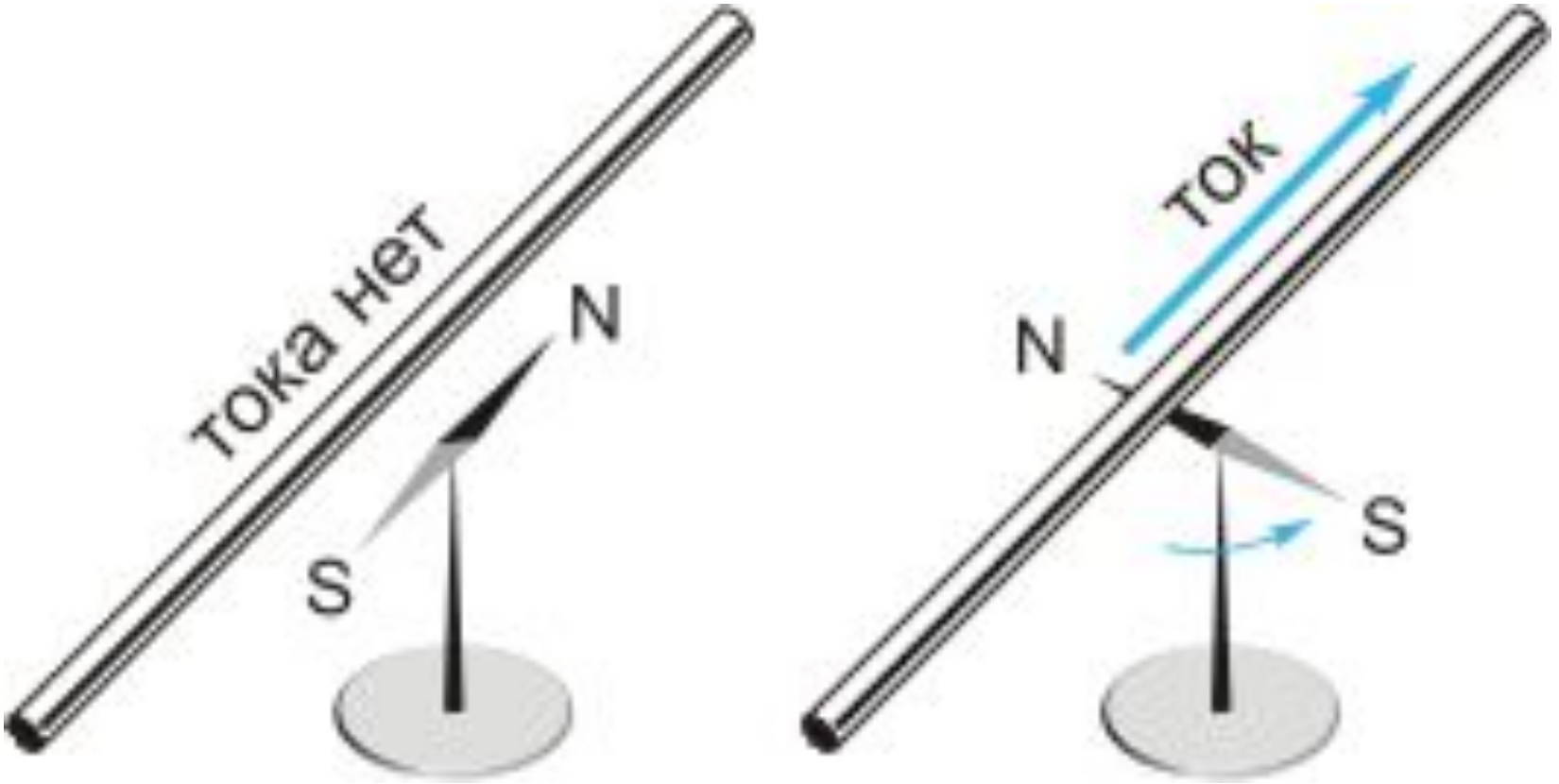


$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Закон Джоуля-Ленца

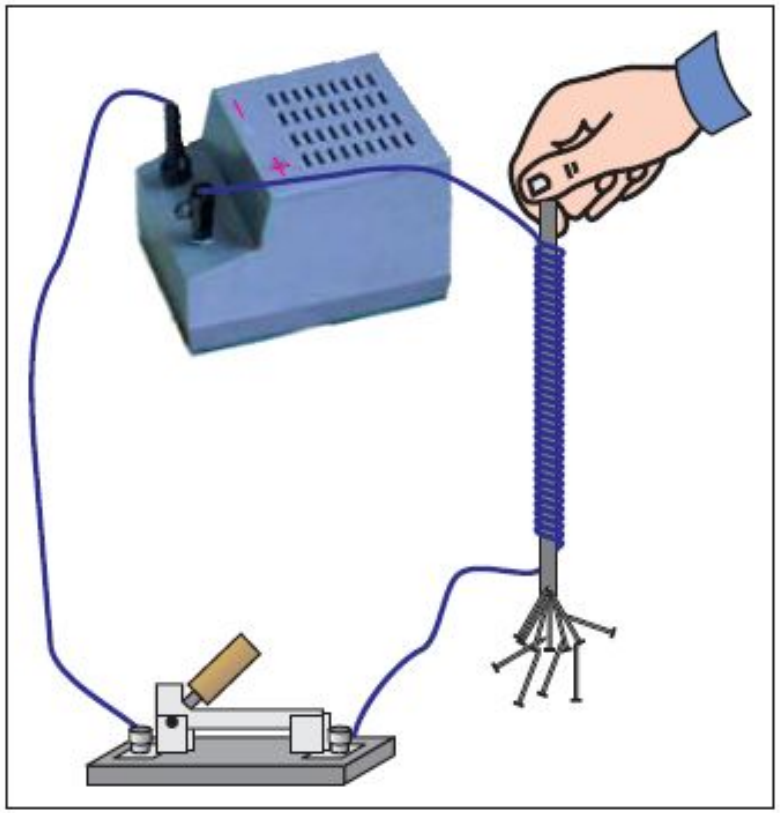
Действия электрического тока

2. Магнитное действие (применение: сортировка мусора, магнитные замки, электродвигатели, электромагнитные краны)



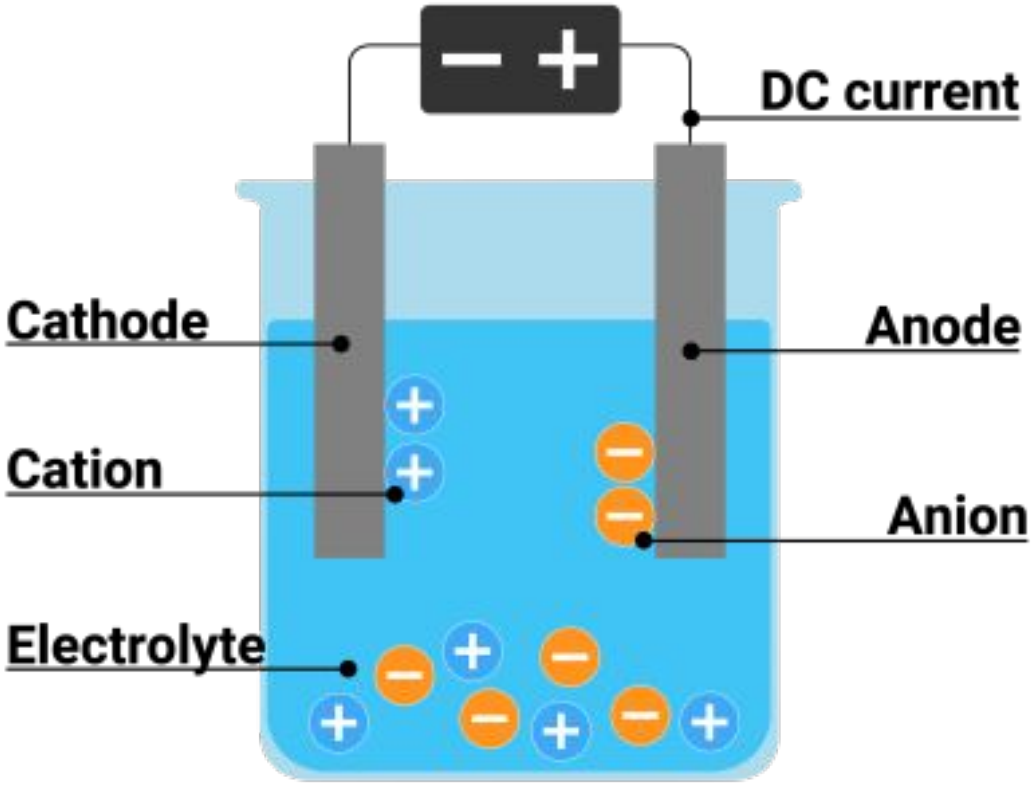
Действия электрического тока

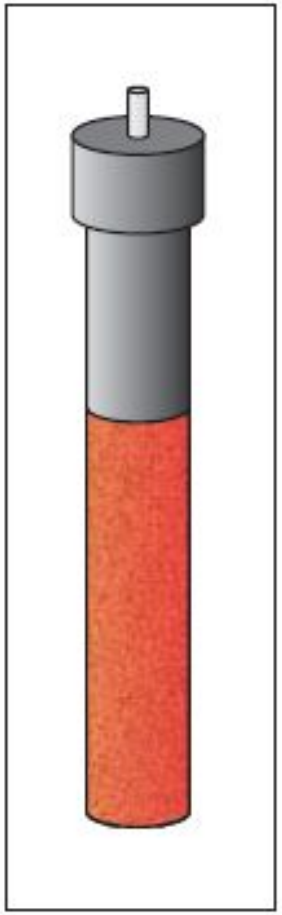
2. Магнитное действие (применение: сортировка мусора, магнитные замки, электродвигатели, электромагнитные краны)



Действия электрического тока

3. Химическое действие (применение: получение чистых металлов, получение тонких металлических покрытий)





Основные характеристики электрического тока

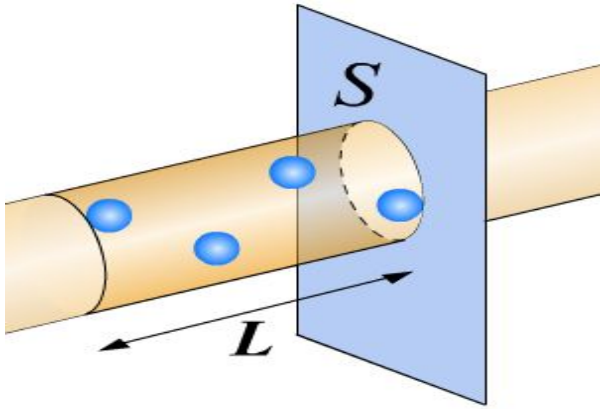
- Сила тока
- Сопротивление
- Напряжение

СИЛА ТОКА – это скалярная физическая величина, равная отношению заряда, переносимого через сечение проводника за малый промежуток времени, к этому промежутку времени.

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

Величина	Единицы измерения
	СИ
I	А (Ампер)

СИЛА ТОКА



$$n = \frac{N}{V}$$

$$\Delta q = N \cdot q_0$$

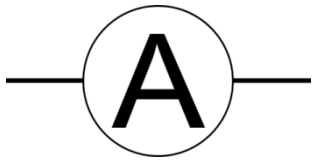
$$\Delta q = n \cdot \Delta V \cdot q_0$$

$$\Delta q = n \cdot S \cdot L \cdot q_0$$

$$\Delta q = n \cdot S \cdot \upsilon_{CP} \cdot \Delta t \cdot q_0$$

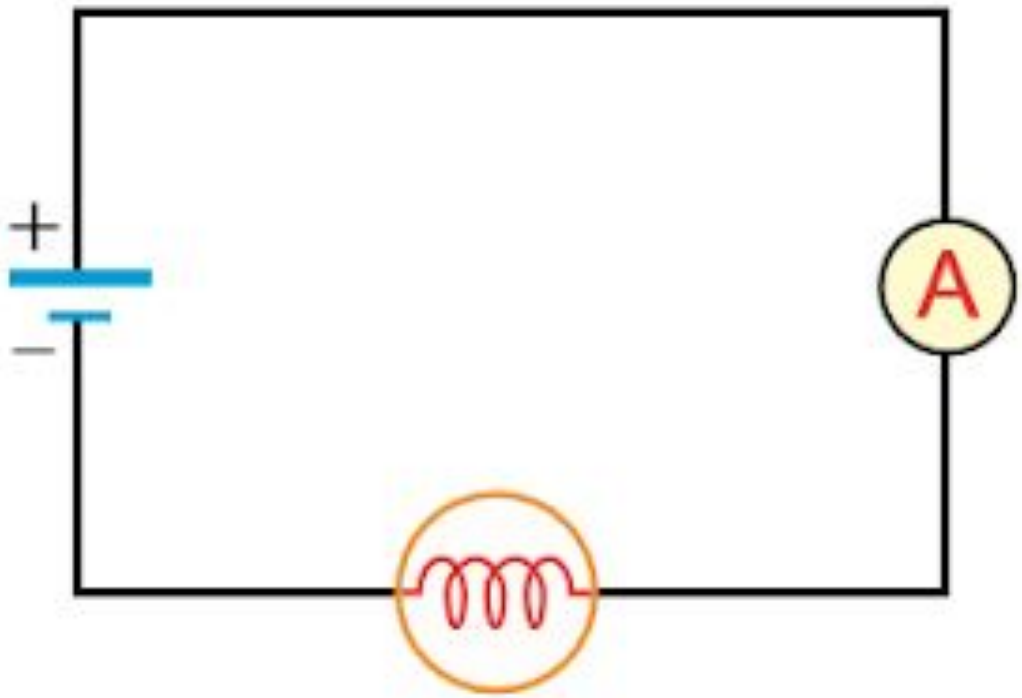
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n \cdot S \cdot \upsilon_{CP} \cdot \Delta t \cdot q_0}{\Delta t} = q_0 \cdot n \cdot S \cdot \upsilon_{CP}$$

$$\boxed{I = q_0 \cdot n \cdot S \cdot \upsilon_{CP}}$$



- амперметр

Амперметр подключается в разрыв цепи (**последовательно**).



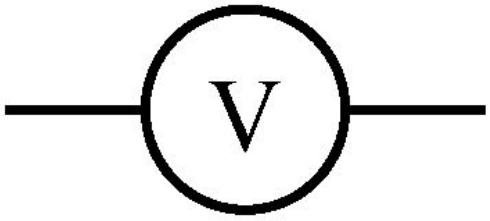
Напряжение - это скалярная физическая величина, характеризующая работу электрического поля по перемещению единичного заряда из одной точки поля в другую.

$$U = \frac{A}{q}$$

Величина	Единицы измерения
	СИ
U	В (Вольт)

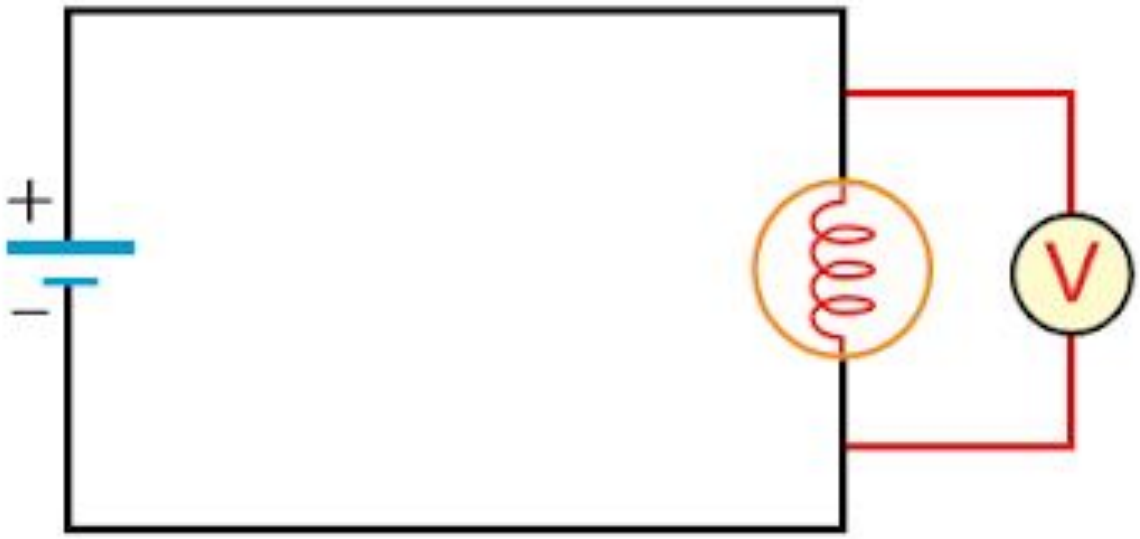
$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

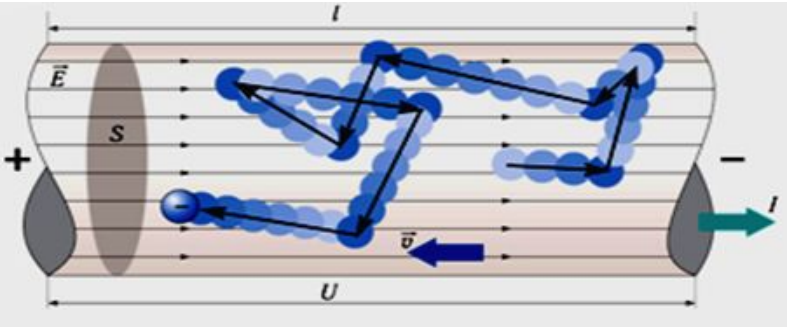


- вольтметр

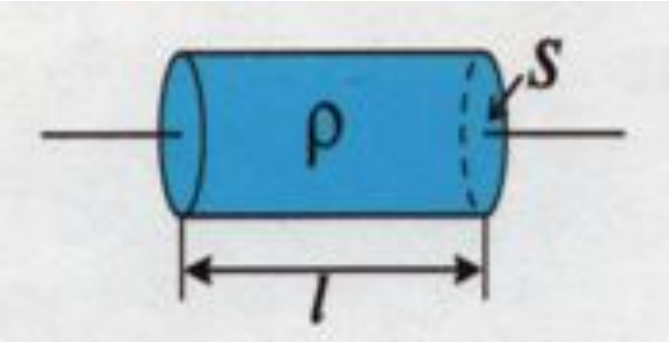
Вольтметр измеряет напряжение между двумя точками цепи и подключается к ним без разрыва цепи (**параллельно**).



СОПРОТИВЛЕНИЕ электрическое – это скалярная физическая величина, характеризующая противодействие проводника электрическому току.



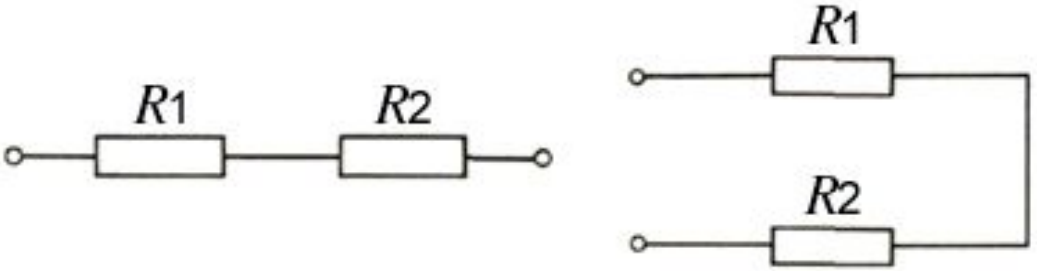
$$R = \rho \frac{l}{S}$$



Сопротивление зависит от материала проводника и его геометрических размеров.

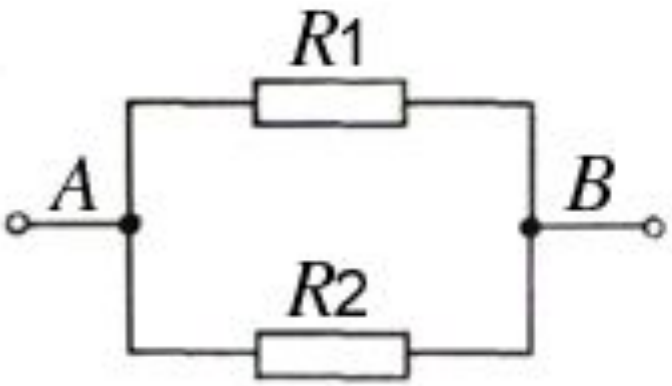
Величина	Единицы измерения
	СИ
R	**Ом**

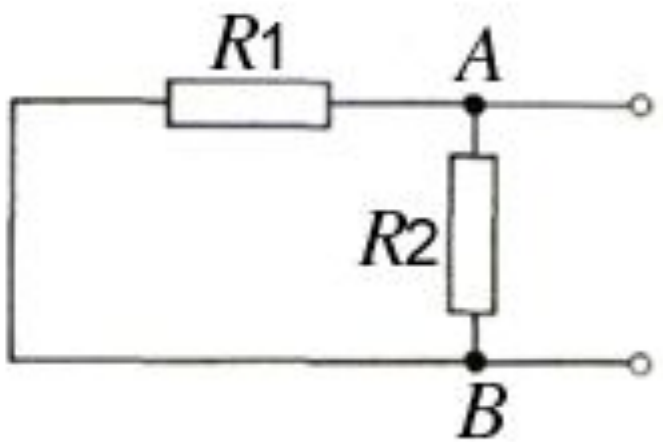
Последовательное соединение проводников



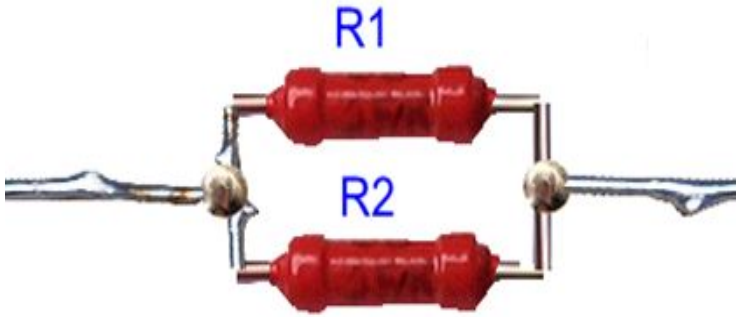
$$I = I_1 = I_2 \qquad U = U_1 + U_2 \quad IR = I_1R_1 + I_2R_2 \quad R = R_1 + R_2$$

Параллельное соединение проводников



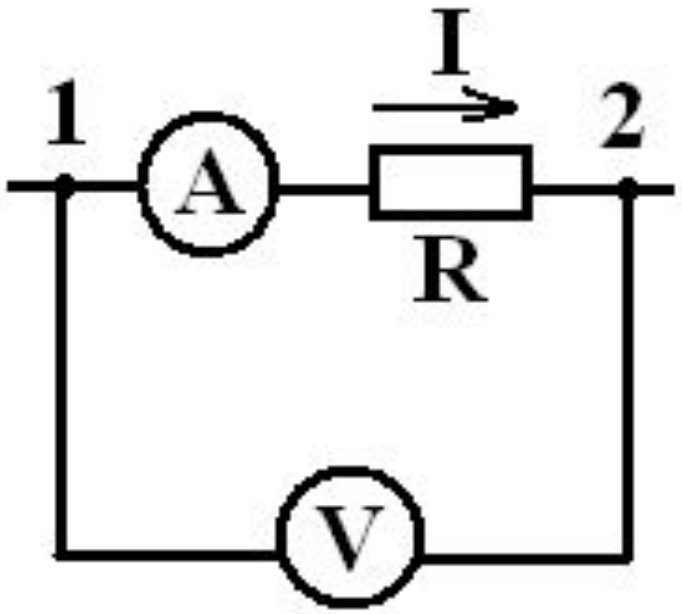


$$U = U_1 = U_2 \qquad I = I_1 + I_2 \qquad \frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}$$



ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

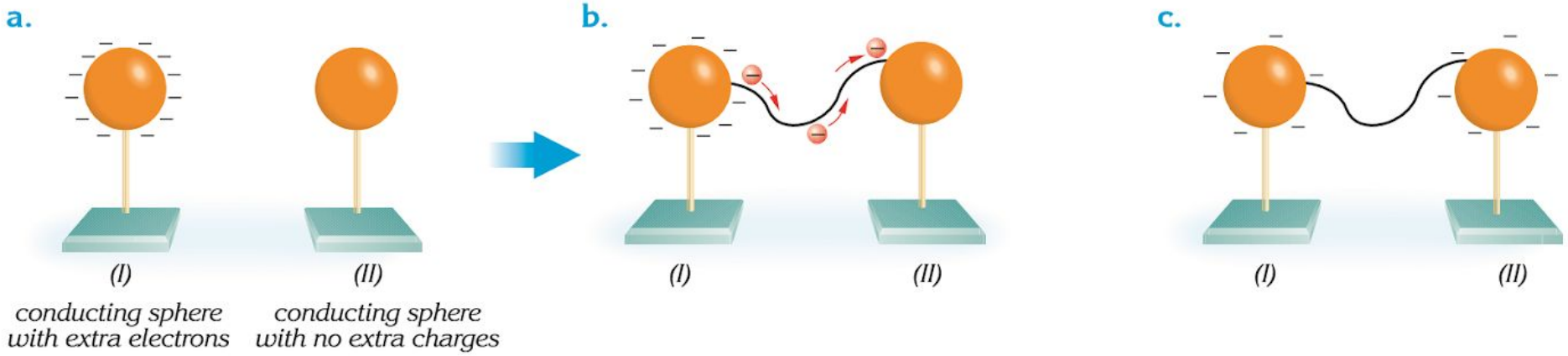
Формулировка: Сила тока на участке цепи равна отношению напряжения на его концах к сопротивлению этого участка.



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

Электродвижущая сила (ЭДС)

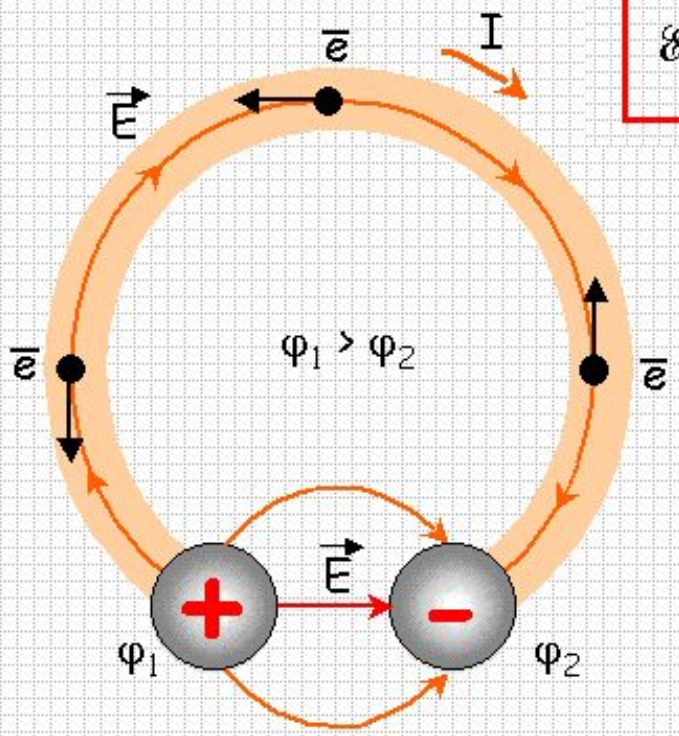
Если два металлических шарика, несущих заряды противоположных знаков, соединить металлическим проводником, то под влиянием электрического поля этих зарядов в проводнике возникает электрический ток.

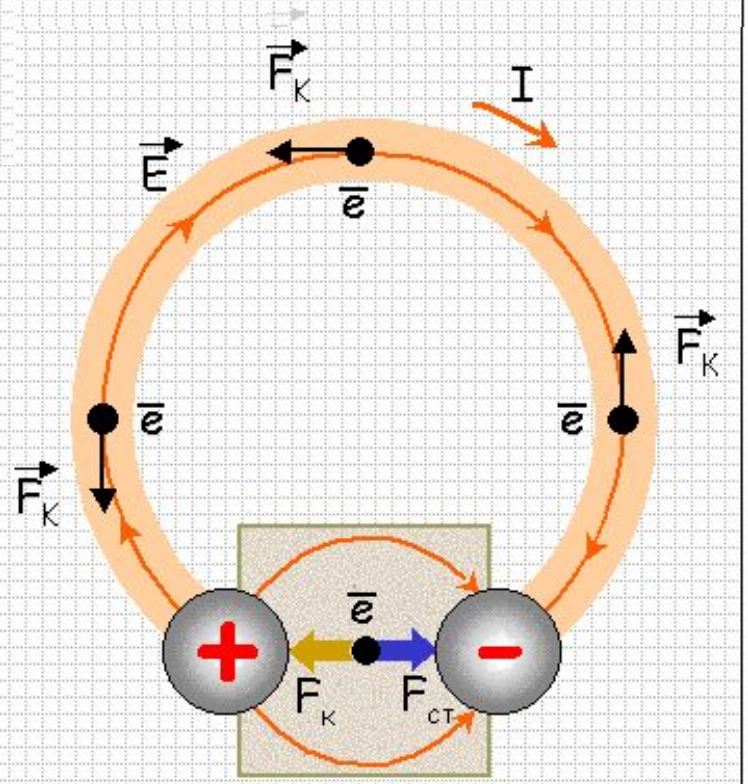


Но этот ток будет кратковременным. Как только потенциалы шариков станут одинаковыми электрическое поле исчезнет.

Электродвижущая сила.

$$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q}$$

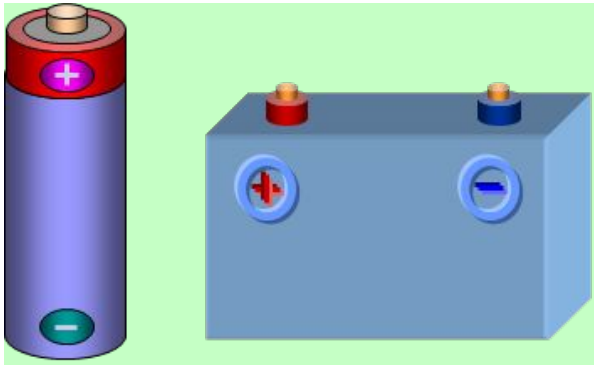




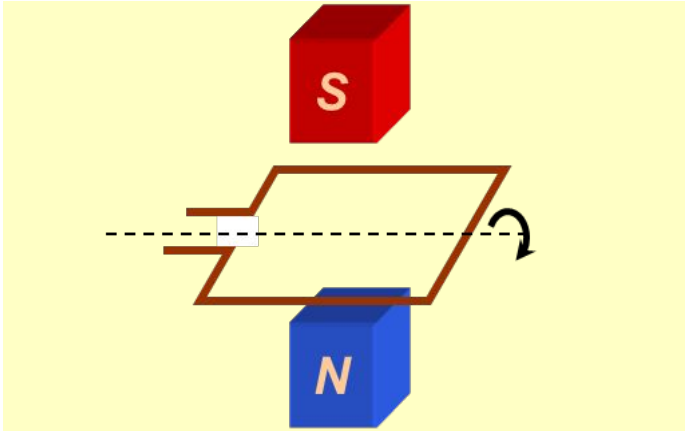
Любые неэлектростатические силы, действующие на заряженные частицы, принято называть **сторонними силами**. Т.о. на заряды внутри источника, помимо кулоновских, действуют сторонние силы и осуществляют перенос заряженных частиц против кулоновских.

Сторонние силы – это силы, действующие на заряженные частицы, не электрического происхождения.

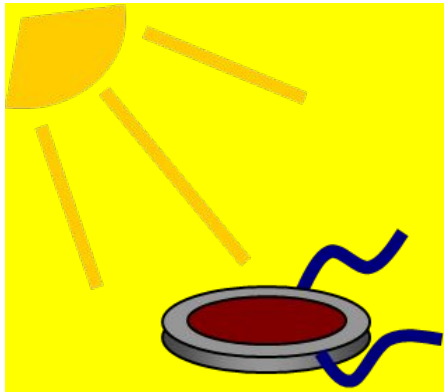
Природа происхождения таких сил может быть разной, например:



химические реакции



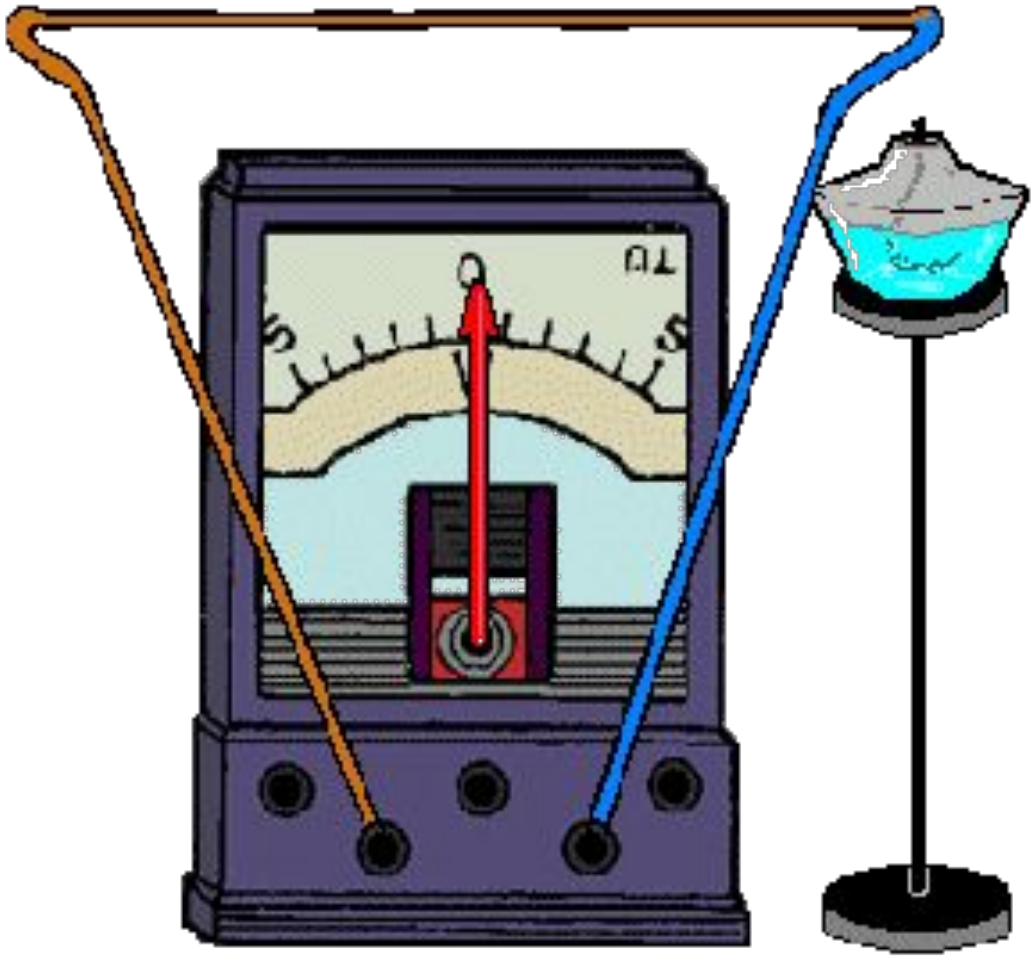
механическая и энергия магнитного поля



солнечная энергия

1. Механические (электрофорная машина, генераторы)

2. Тепловые (термоэлемент)



3. Световые (солнечная батарея)

4. Химические (батарейка, аккумулятор)

Действие сторонних сил характеризуется физической величиной – **электродвижущей силой (ЭДС).**

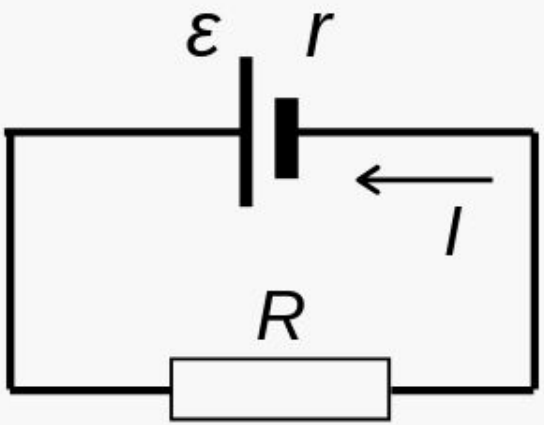
Сторонние силы, перемещая заряды внутри источника, совершают работу, которую называют **работой сторонних сил.**

ЭДС – физическая величина, численно равная отношению работы сторонних сил по перемещению заряда внутри источника к величине этого заряда:

$$\varepsilon = \frac{A_{ст}}{q}$$

$$[\varepsilon] = \frac{1\,Дж}{1\,Кл} = 1\,В$$

Закон Ома для полной цепи



R - внешнее сопротивление

ε - ЭДС

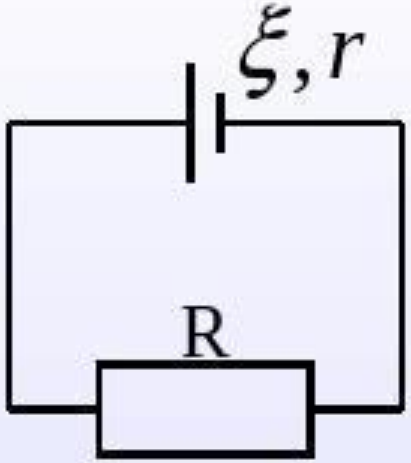
r - внутреннее сопротивление источника тока

R + r - полное сопротивление цепи

Сила тока, идущего по цепи, прямо пропорциональна ЭДС источника, и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Закон Ома для полной цепи



$$A_{cm} = \xi \Delta q$$

$$\Delta q = I \Delta t$$

$$A_{cm} = \xi I \Delta t$$

$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

$$Q = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t$$

$$A_{cm} = Q$$

$$\xi I \Delta t = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t$$

$$\xi = IR + Ir$$

$$\xi = IR + Ir$$

$$IR = U$$

$$\xi = U + Ir$$

PPt4WEB.ru

1. Если R>>r, то $\mathcal{E} = U$. Измеряют $\mathcal{E}$ вольтметром при разомкнутой внешней цепи.

2. Если R<<r, то ток - максимальный ток для данной цепи (**ток короткого замыкания**). Опасно, т.к. $Q=I^2rt$ - возрастает

$$I_{кз} = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Падение напряжения

На каждом сопротивлении при прохождении тока I возникает напряжение $U=I \cdot R$, которое называется обычно **падением напряжения на этом сопротивлении.**

Если в цепи имеются два сопротивления R1 и R2, соединенные последовательно, то сумма напряжений на сопротивлениях $U1=I \cdot R1$ и $U2=I \cdot R2$ т. е. падений напряжения, равна напряжению источника: $U_{ист}=U1+U2$.

Под **падением напряжения** также понимают величину на которую меняется потенциал при переходе из одной точки цепи в другую.

Задачи:

1. **По спирали электролампы проходит 540 Кл электричества за каждые 5 мин. Чему равна сила тока в лампе?**

2. **Вычислите сопротивление нихромовой проволоки, длина которой 150 м, а площадь поперечного сечения 0,2 мм^2 . ($\rho=110*10^{-8}$ Ом*м)**

3. **Электрический утюг включен в сеть с напряжением 220 В. Какова сила тока в нагревательном элементе утюга, если сопротивление его 48,4 Ом.**

4. **Через проводник длиной 12 м и сечением 0,1 мм^2, находящийся под напряжением 220 В, протекает ток 4 А. Определите удельное сопротивление проводника.**

Ответы к задачам

№ задачи	
1	1.8 А
2	825 Ом
3	4,54 А
4	4,7 Ом

Задачи:

1. **Два проводника сопротивлением 200 Ом и 300 Ом соединены параллельно. Определить полное сопротивление участка цепи.**
2. **Два резистора соединены параллельно. Сила тока в первом резисторе 0,5 А, во втором — 1 А. Сопротивление первого резистора 18 Ом. Определите силу тока на всем участке цепи и сопротивление второго резистора.**
3. **Две лампы соединены параллельно. Напряжение на первой лампе 220 В, сила тока в ней 0,5 А. Сила тока в цепи 2,6 А. Определите силу тока во второй лампе и сопротивление каждой лампы.**

Ответы к задачам

№ задачи	
1	120 А
2	1,5 А 9 Ом
3	2,1 А 440 Ом 105 Ом