

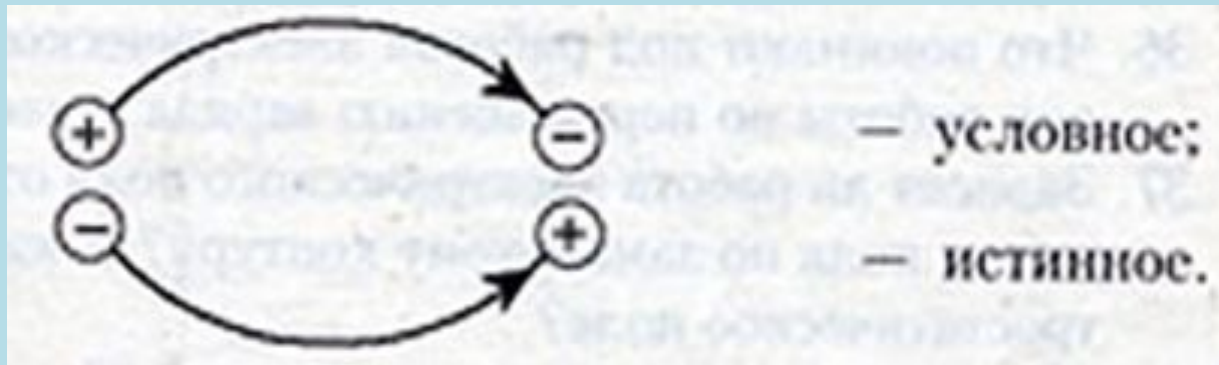
Постоянный электрический ток.  
Сила тока. Электродвижущая сила

# Электрический ток —

- это упорядоченное движение заряженных частиц (свободных электронов или ионов). При этом через поперечное сечение проводника переносится электрический заряд (при тепловом движении заряженных частиц суммарный перенесенный электрический заряд = 0, т.к. положительные и отрицательные заряды компенсируются).

# Направление электрического тока

Условно принято считать направление движения положительно заряженных частиц ( от + к - ).



- Условия существования электрического тока в проводнике:
  - наличие свободных заряженных частиц;
  - наличие электрического поля.

# Важно!

- Напряженность электрического поля должна быть постоянной.
- Цепь постоянного тока должна быть замкнутой.
- Тепловое движение заряженных частиц нельзя назвать электрическим током, так как оно беспорядочное.

# Электрический ток можно обнаружить по его действиям:

- тепловому – при протекании тока проводник нагревается;
- химическому – изменяется состав вещества при прохождении электрического тока (электролиз);
- магнитному – электрический ток создает магнитное поле.

# Сила тока –

это скалярная физическая величина, равная отношению заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени, за которое этот заряд переносится.

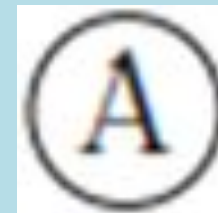
# Сила тока

- Обозначение –  $I$ , единица измерения в СИ – ампер (А) (является основной).
- Вычисляется по формуле:

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



- Если за одинаковые промежутки времени через поперечное сечение проводника проходит одинаковый заряд, то ток постоянный.
- Для измерения силы тока используют *амперметр*.
- Условное обозначение на схемах:



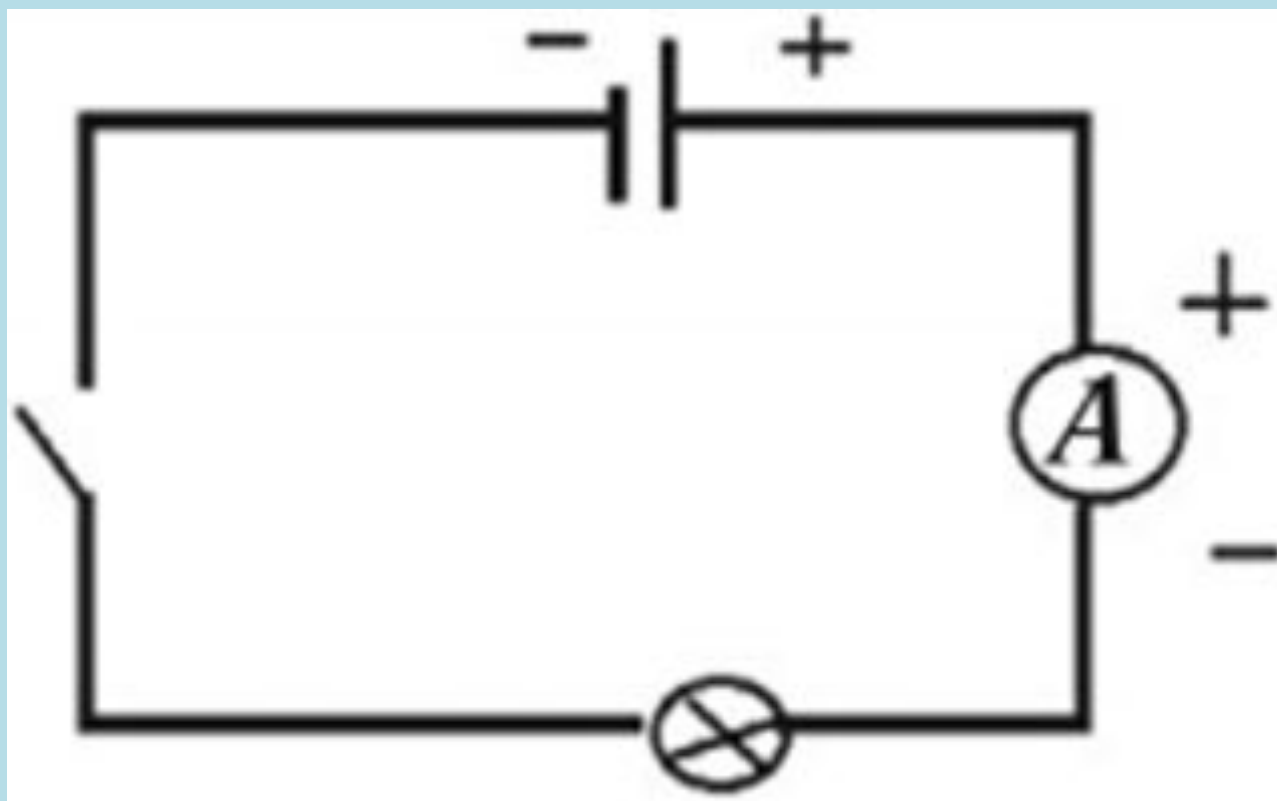
# Амперметр —

измерительный прибор для определения силы тока в электрической цепи.

При измерении силы тока амперметр включают в цепь последовательно с тем прибором, силу тока в котором измеряют, и с соблюдением полярности.

Клемму амперметра со знаком «+» нужно обязательно соединять с проводом, идущим от положительного полюса источника тока.

# Электрическая цепь



# Важно!

- Работая с электрическими цепями надо знать, что для человеческого организма безопасной считается сила тока до 1 мА.
- Сила тока больше 100 мА приводит к серьезным поражениям организма.

# Электрическое напряжение –

скалярная физическая величина, равная отношению работы по перемещению электрического заряда между двумя точками цепи к величине этого заряда.

Обозначение –  $U$ , единица измерения в СИ – вольт (В).

Формула для вычисления:

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

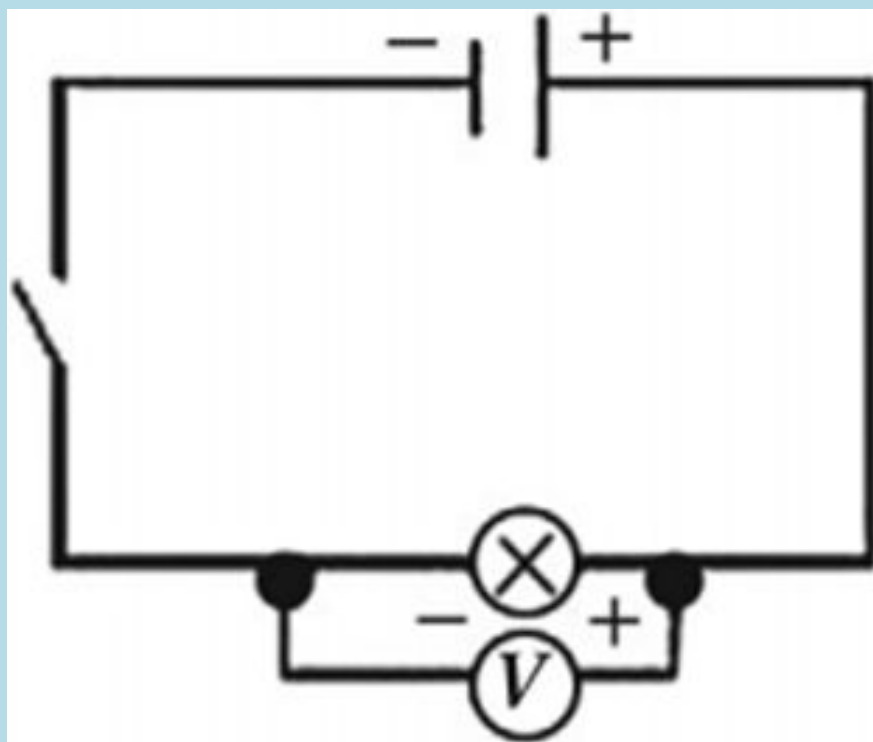
Напряжение равно разности потенциалов только в том случае, если рассматриваемый участок цепи не содержит источник тока ( $\mathcal{E}ДС = 0$ ).

Измеряют напряжение *вольтметром*.

Изображение вольтметра на схеме:

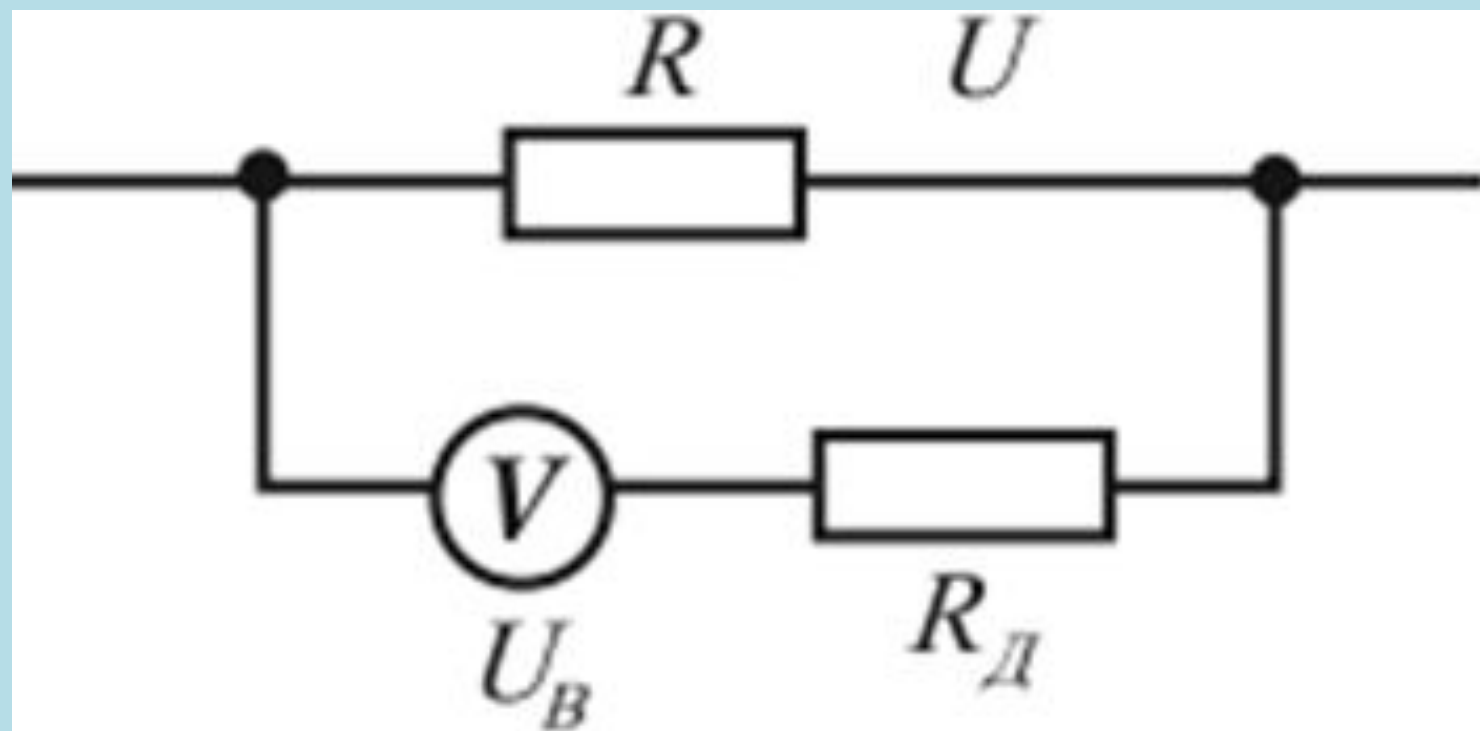


# Электрическая цепь



- Для измерения напряжения больше, чем допустимое для данного вольтметра, используют добавочное сопротивление – *резистор*, включаемый последовательно с вольтметром.





# Величина добавочного сопротивления

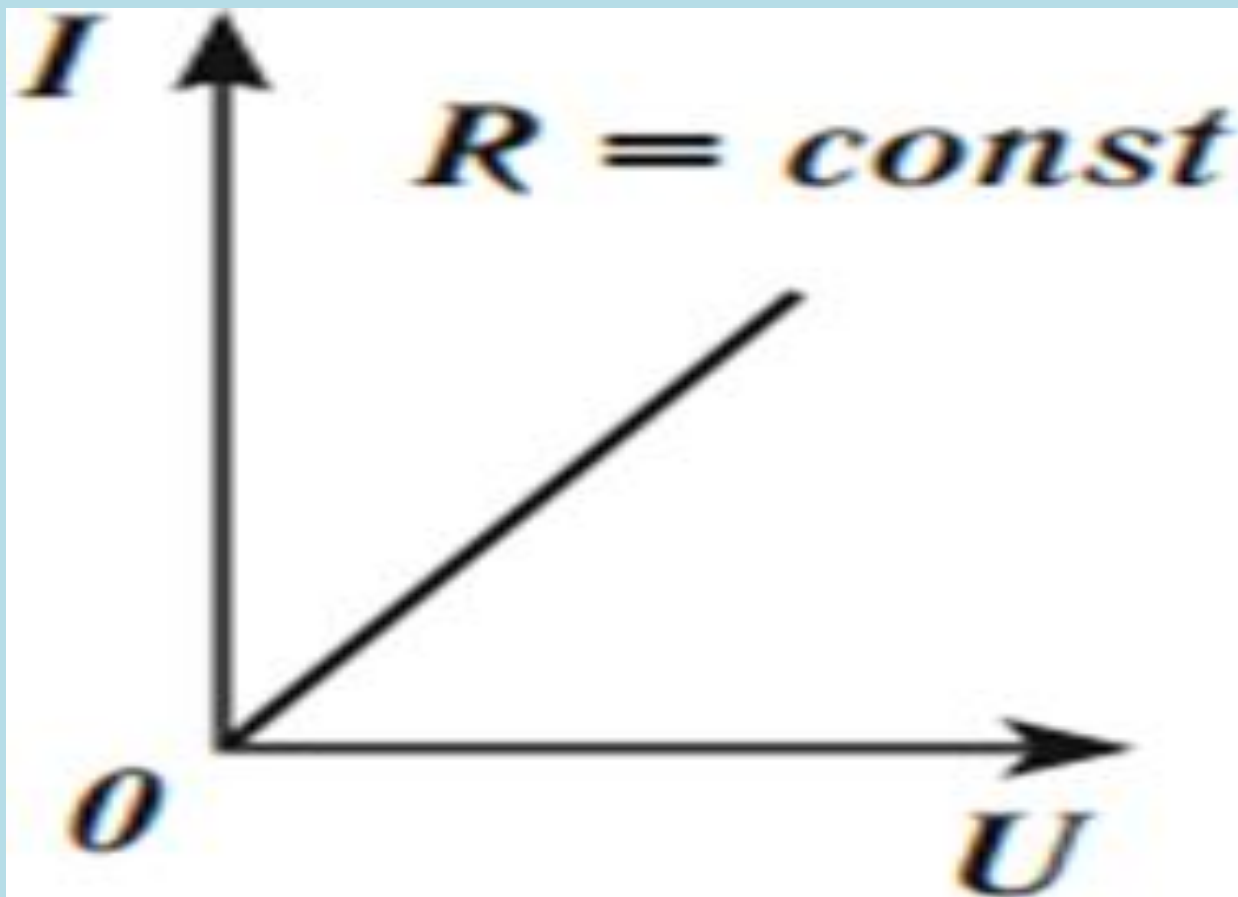
$$R_{Д} = \frac{U - U_{В}}{U_{В}} R_{В} = (n - 1) R_{В},$$

# Закон Ома для участка цепи

Сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка и обратно пропорциональна его сопротивлению:

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

# *Вольт-амперная характеристика*



- Проводник с такими свойствами называется резистором.
- Угол наклона графика к оси напряжений зависит от сопротивления проводника. Тангенс угла наклона графика равен проводимости резистора.

# Электрическое сопротивление —

Это свойство материала проводника препятствовать прохождению через него электрического тока.

Обозначение —  $R$ , единица измерения в СИ — Ом.

Чем больше сопротивление проводника, тем хуже он проводит электрический ток.

# Удельное сопротивление

Для характеристики электрического сопротивления различных материалов введено понятие так называемого удельного сопротивления.

**Удельным сопротивлением** называется сопротивление проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м<sup>2</sup>.

Обозначение –  $\rho$ , единица измерения в СИ – Ом·м.

Каждый материал, из которого изготавливается проводник, обладает своим удельным сопротивлением.

Электрическое сопротивление проводника прямо пропорционально длине проводника и обратно пропорционально площади поперечного сечения проводника.

Формула для вычисления:

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



# Электродвижущая сила (ЭДС)

Для создания электрического поля в проводниках используют источник тока. Внутри источника тока происходит перераспределение зарядов, в результате которого на полюсах источника возникает избыток зарядов разных знаков.

# Виды источников тока

- электрофорная машина;
- термopара;
- фотоэлемент;
- аккумулятор;
- гальванический элемент.

Когда проводник соединяют с полюсами источника, то на внешнем участке цепи заряженные частицы движутся под действием электростатической силы. А внутри источника на заряды действуют сторонние и электростатические силы.

*Сторонними* называются силы неэлектрической природы, действующие внутри источника тока.

Под действием этих сил внутри источника происходит перемещение положительных зарядов от отрицательного полюса источника к положительному. Это перемещение происходит до тех пор, пока сторонние силы не станут равными электростатическим

# Электродвижущей силой (ЭДС)

называется отношение работы сторонних сил по перемещению положительного заряда к величине этого заряда.

Обозначение –  $\varepsilon$ , единица измерения в СИ – вольт (В).

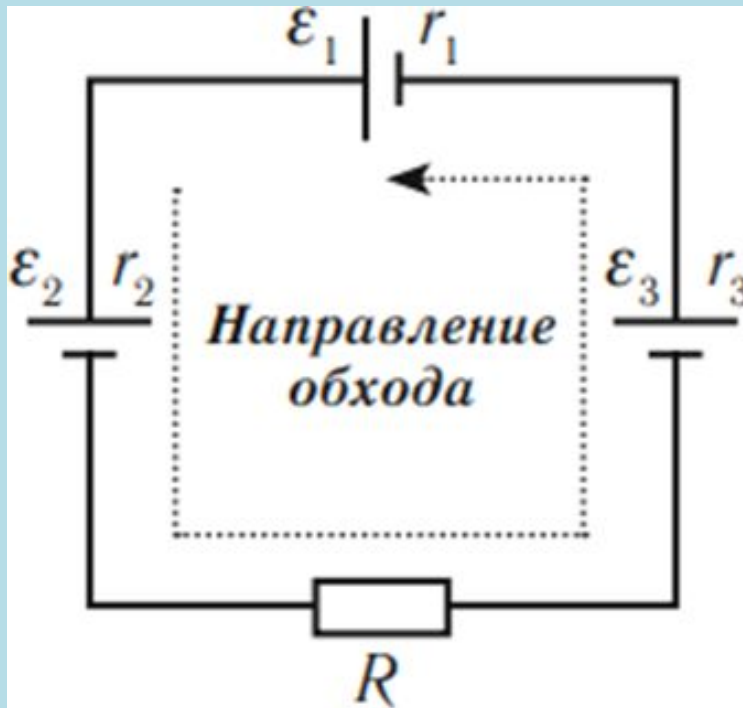
где  $\Delta q$  – модуль перенесенного заряда.

$$\varepsilon = \frac{A_{ст}}{\Delta q},$$

Если электрическая цепь содержит несколько источников тока с ЭДС  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ , то суммарная ЭДС  $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$ .

ЭДС считается положительной, если направление обхода цепи против часовой стрелки совпадает с переходом внутри источника тока от отрицательного полюса источника к положительному полюсу.

- На рисунке:  $\varepsilon_1 > 0, \varepsilon_2 < 0, \varepsilon_3 > 0$ .
- Суммарная ЭДС:  $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3$ .



Сопротивление источника тока  
называется **внутренним сопротивлением**.

Обозначение внутреннего сопротивления

–  $r$ . Единица измерения в СИ – Ом.



Полная электрическая цепь состоит из источника тока и проводников, представляющих внешнее сопротивление.

# Закон Ома для полной электрической цепи

Сила тока в полной цепи прямо пропорциональна ЭДС, действующей в цепи, и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи:

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

Полное сопротивление – это сумма внутреннего сопротивления источника и сопротивления внешней цепи. Во внешней цепи ток идет по направлению электрического поля, внутри источника тока – против поля.

# Важно!

Если цепь разомкнута, то ток внутри источника не проходит и  $\varepsilon=U$ .

ЭДС численно равна напряжению на зажимах источника тока (разности потенциалов на полюсах источника).

Сопротивление внешней цепи больше внутреннего сопротивления источника.

Если сопротивление внешней цепи мало ( $R=0$ ), то возможно короткое замыкание. Сила тока короткого замыкания:  $I_{кз}=\varepsilon/r$  Возрастание силы тока приводит к резкому увеличению количества теплоты и может стать причиной пожара. Для предотвращения возгорания в электрическую цепь последовательно включают предохранители.

# Соединение источников тока

Источники тока можно соединять между собой последовательно и параллельно.

- При *параллельном соединении* положительные полюсы элементов соединяют между собой, отрицательные – между собой. Если ЭДС источников одинаковы, то общая ЭДС  $\varepsilon = \varepsilon_1$  ( $\varepsilon_1$  – ЭДС одного источника). Величина, обратная общему внутреннему сопротивлению, равна сумме величин, обратных внутренним сопротивлениям элементов:  $1r = 1r_1 + 1r_2 + \dots$ . Если внутренние сопротивления источников одинаковы, то  $r_{\text{общ}} = r_1 / n$ , где  $r_1$  – сопротивление одного источника,  $n$  – число источников. Сила тока:  $\varepsilon R + rn$ .

- При *последовательном соединении* положительный полюс источника соединяется с отрицательным полюсом следующего. Общая ЭДС батареи  $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots$ , а общее внутреннее сопротивление равно сумме внутренних сопротивлений отдельных источников:  $r = r_1 + r_2 + \dots$ . Если внутренние сопротивления источников одинаковы, то  $r_{\text{общ}} = nr_1$ . Сила тока:  $I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}$ .