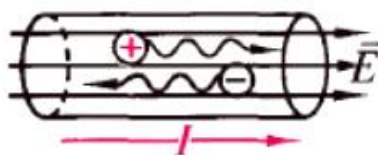


①

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц под действием электрического поля (за направление тока принято направление движения положительного заряда)

**Условия существования эл. тока**

- 1) наличие свободных заряженных частиц
- 2) наличие электрического поля (разность потенциалов на концах проводника)

**Действие электрического тока**

- 1) **тепловое** (проводник, по которому идет ток, нагревается)
- 2) **химическое** (электрический ток может изменять химический состав проводника)
- 3) **магнитное** (оказывает силовое воздействие на другие проводники с током и намагниченные тела)

② **СИЛА ТОКА**

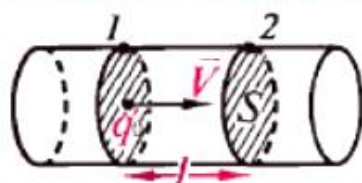
1)

**Сила тока**  
I [A]

скалярная физическая величина, численно равная заряду, который переносится за единицу времени через поперечное сечение проводника

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

2)

**Сила тока проводника**

$q_0$  — заряд, переносимый одной частицей  
 $N$  — число частиц:  $N = n \cdot V = n \cdot S \cdot l$   
 $I = \frac{q}{t}$      $q = N \cdot q_0$      $n$  — концентрация частиц  
 $S$  — площадь сечения  
 $V$  — скорость движения частиц (упорядоченного)

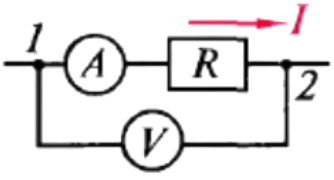
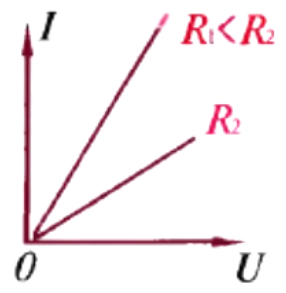
$$I = \frac{q}{t} = \frac{N \cdot q_0}{t} = \frac{n \cdot S \cdot l \cdot q_0}{t} = n S V q_0$$

$$I = q_0 \cdot n \cdot V \cdot S$$

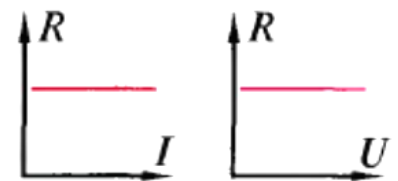
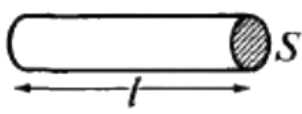
$$V = \frac{I}{q_0 n S}$$

$$V = 7 \cdot 10^{-5} \text{ м/с (медный проводник)}$$

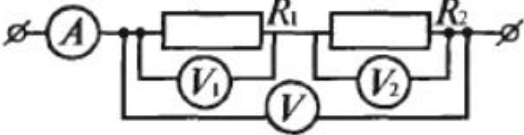
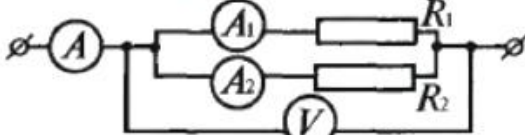
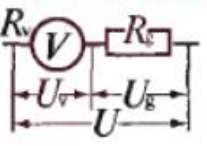

### ③ ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

 <p style="text-align: center;"><math>U = \varphi_1 - \varphi_2</math></p>	<p><b>На опыте (Г.Ом(нем.)):</b> сила тока прямо пропорциональна напряжению на данном участке цепи и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">I = \frac{U}{R}</math> </div>	
---	--	---

### ④ СОПРОТИВЛЕНИЕ

<p><b>Сопротивление</b></p> <p style="text-align: center;"><math>R [Ом]</math></p>	<p>физическая величина, характеризующая способность проводника противодействовать установлению электрического тока в нем</p>	
<p><b>Удельное сопротивление</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\rho [Ом \cdot м^2 / м] = Ом \cdot м</math></p>	<p>численно равно сопротивлению проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м<sup>2</sup></p>	 <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">R = \rho \frac{l}{S}</math> </div>

## 5 СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

последовательное	параллельное
	
1) $I_1 = I_2 = I$ (по закону сохранения $q$ )	1) $U_1 = U_2 = U$ (т. к. $A$ не зависит от формы пути)
2) $U = U_1 + U_2$ (т. к. работа $A = A_1 + A_2 \quad /:q$ )	2) $I = I_1 + I_2$ (т. к. $q = q_1 + q_2 \quad /:t$ )
$\left. \begin{aligned} U_1 &= I \cdot R_1 \\ U_2 &= I \cdot R_2 \\ U &= I \cdot R \end{aligned} \right\} \begin{aligned} IR &= IR_1 + IR_2 \\ \mathbf{R} &= \mathbf{R_1 + R_2} \end{aligned}$	$\left. \begin{aligned} I_1 &= U/R_1 \\ I_2 &= U/R_2 \\ I &= U/R \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{U}{R} &= \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \\ \mathbf{\frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \end{aligned}$
4) Для $N$ одинаковых проводников:	4) Для $N$ одинаковых проводников:
$\mathbf{R = N \cdot R_1}$	$\mathbf{R = \frac{R_1}{N}}$
<p><b>дробное сопротивление</b> — это сопротивление, которое включается в цепь последовательно вольтметру для расширения пределов его измерения (меняется шкала деления прибора)</p>  $n = \frac{U}{U_V} \quad \begin{aligned} U &= U_V + U_g \\ U_g &= U - U_V = nU_V - U_V \end{aligned}$ $I_V = I_g \Rightarrow \frac{U_V}{R_V} = \frac{U_g}{R_g} \quad R_g = \frac{R_V I_g}{U_V}$ $\mathbf{R_g = R_V (n - 1)}$	<p><b>шунт</b> — это сопротивление, которое подключается параллельно к амперметру для расширения пределов его измерения (меняется шкала деления прибора)</p>  $n = \frac{I}{I_A} \quad I = I_A + I_{sh} \Rightarrow I_{sh} = I - I_A = nI_A - I_A$ $U_{sh} = U_A \quad I_{sh} R_{sh} = I_A R_A \quad R_{sh} = \frac{I_A R_A}{I_{sh}}$ $\mathbf{R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1}}$

## 6 РАБОТА, МОЩНОСТЬ, КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ

а) Работа тока	$\left. \begin{aligned} A &= U \cdot q \\ q &= I \cdot t \end{aligned} \right\} \mathbf{A = U \cdot I \cdot t} \quad \left. \begin{aligned} I &= \frac{U}{R} \end{aligned} \right\} \mathbf{A = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t}$
б) Количество теплоты	<p>если проводник неподвижен: <math>A = Q</math> <math display="block">\mathbf{Q = I^2 R t}</math> — закон Джоуля–Ленца</p>
в) Мощность	$P = \frac{A}{t} \quad \mathbf{P = U \cdot I = I^2 R = \frac{U^2}{R}}$

## 7 ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ

1)

### Сторонние силы

Чтобы ток в цепи был постоянным, необходимо разделять положительные и отрицательные заряды в источнике тока

Это невозможно сделать кулоновскими силами, то есть нужны **сторонние силы** ( $\vec{F}_{ст}$ ) — это силы неэлектрического происхождения (некулоновские), разъединяющие положительные и отрицательные заряды



2)

### Электродвижущая сила (ЭДС)

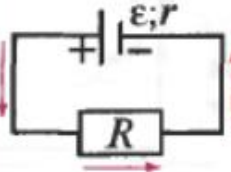
$$\varepsilon \text{ [В]}$$

(энергетическая характеристика источника тока)

физическая величина, равная работе сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда вдоль контура

$$\varepsilon = \frac{A_{ст}}{q}$$

3)



$\varepsilon$  — ЭДС источника тока  
 $r$  — внутреннее сопротивление источника тока  
 $R$  — внешнее сопротивление (цепи)

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

**Закон Ома для полной цепи**

Сила тока в цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи

$$A_{ст} = Q_{внеш} + Q_{внутр} \quad (\text{закон сохр. энергии})$$

$$A_{ст} = IRt + Irt$$

$$A_{ст} = q \cdot \varepsilon = I \cdot t \cdot \varepsilon$$

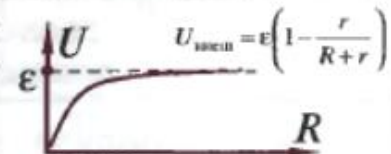
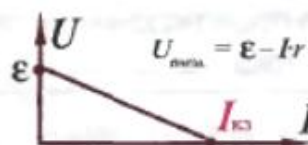
$$\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r$$

$$\varepsilon = U_{внеш} + U_{внутр}$$

ток короткого замыкания

при  $R = 0$

$$I_{к.з} = \frac{\varepsilon}{r}$$



4)

### Соединение источников тока

а) последовательное

$$\frac{\varepsilon}{r} \parallel \frac{\varepsilon}{r} \parallel \frac{\varepsilon}{r} \quad I = \frac{N \cdot \varepsilon}{R + N \cdot r}$$

б) параллельное

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

