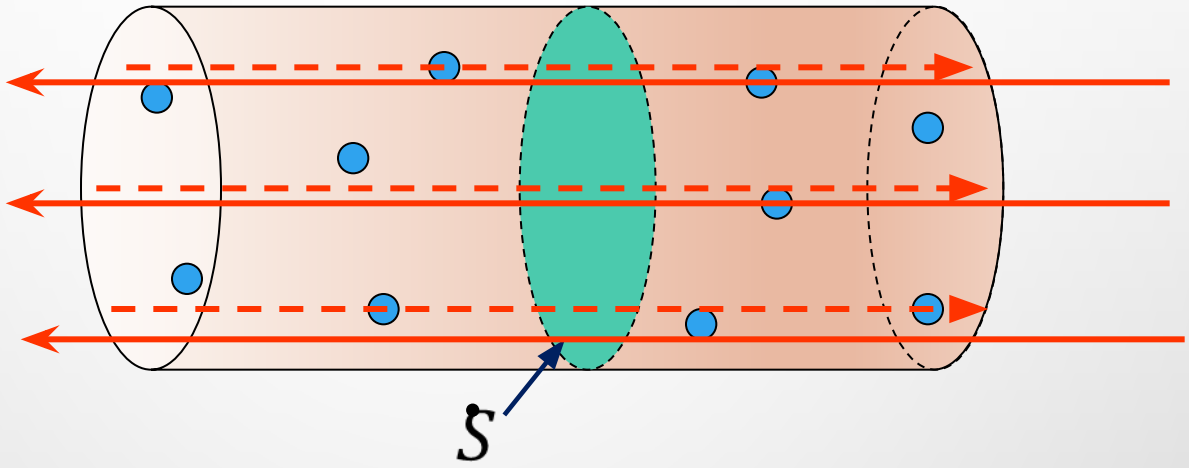
ЛЕКЦИЯ 4

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

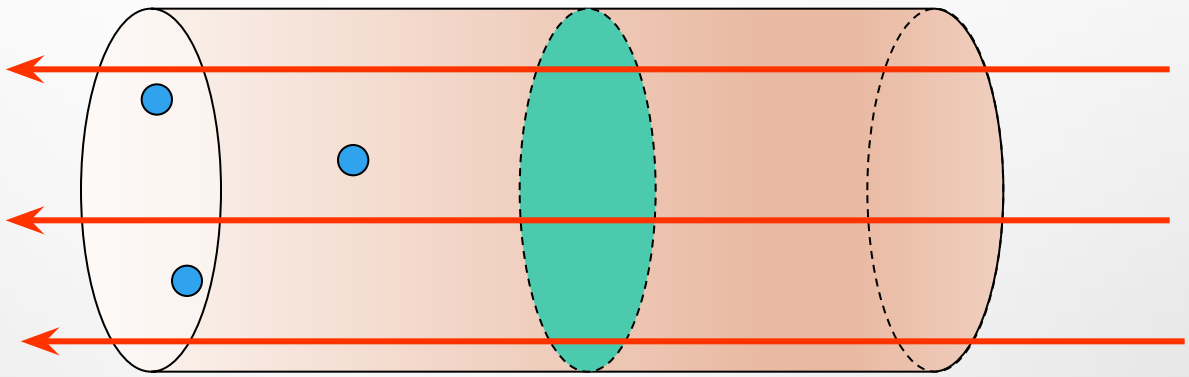


Электрический ток – упорядоченное движение заряженных частиц

Сила тока $$I = \frac{dq}{dt}$$

Плотность тока $$\vec{j} = \frac{dI}{dS}\vec{n}$$

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК



Сторонние силы – любые силы не электростатической природы, действующие на заряды.

Электродвижущая сила (ЭДС) – работа сторонних сил по переносу единичного положительного заряда.

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{стор.}}}{q}$$

НАПРЯЖЕНИЕ

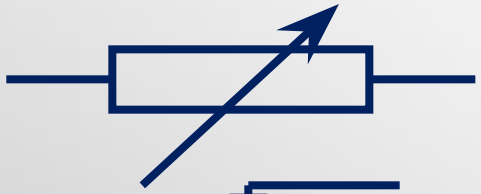
– работа всех сил по переносу единичного положительного заряда

$$\dot{U} = \Delta\phi + \varepsilon$$

ОБОЗНАЧЕНИЯ НА СХЕМАХ

– Идеальный проводник

– Резистор с постоянным электрическим сопротивлением

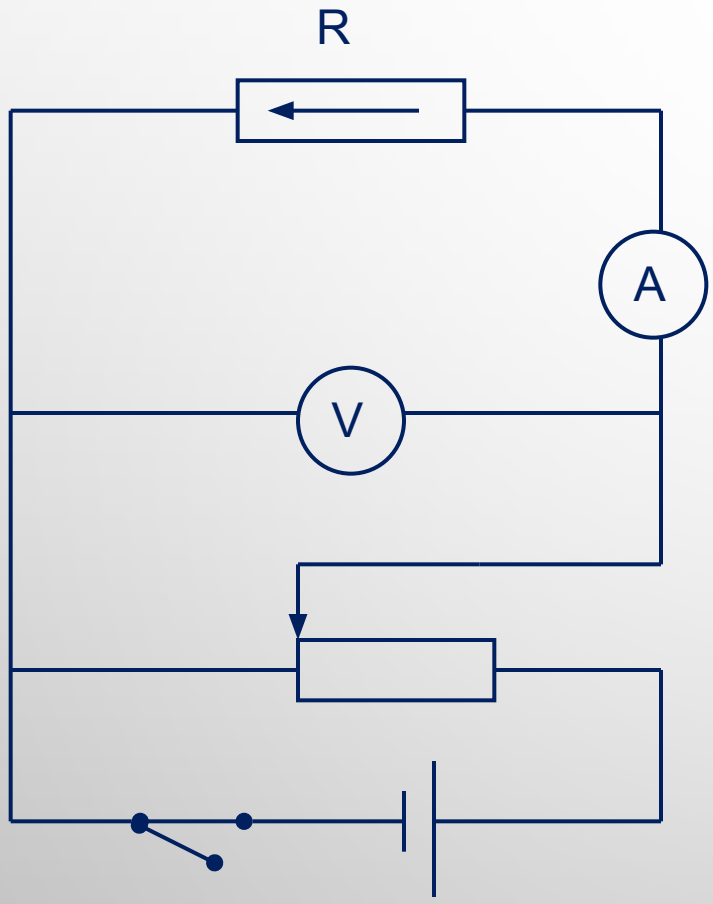


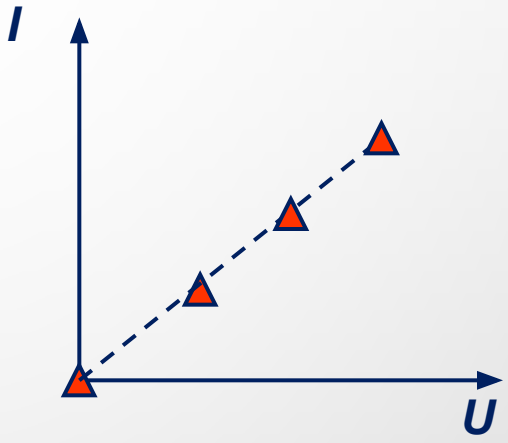
– Резистор с переменным электрическим сопротивлением

– Реостат

– Источник ЭДС

ЗАКОН ОМА



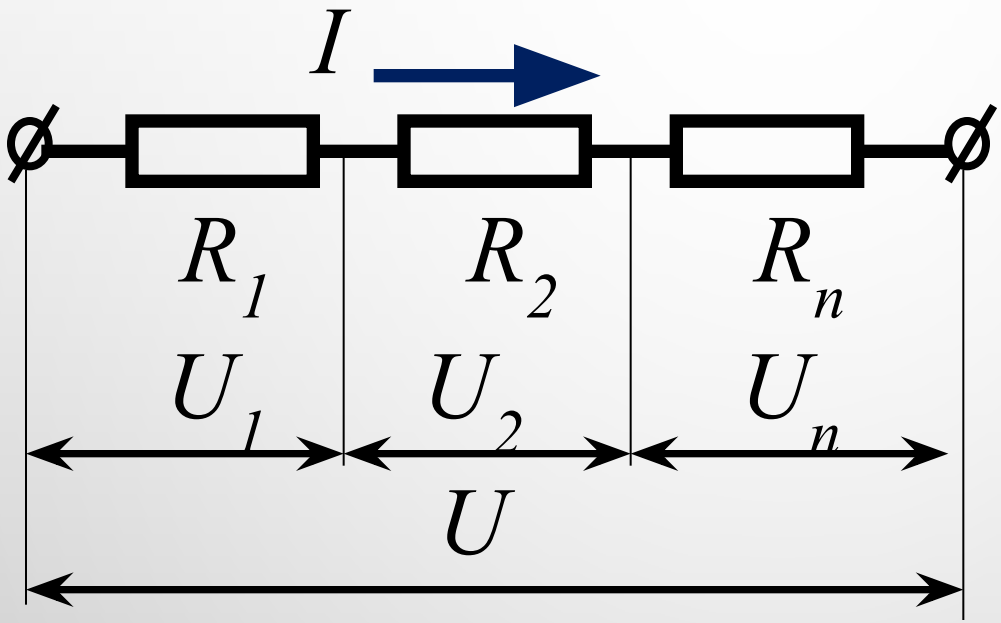


T=const

$$I = \frac{1}{R}U \qquad R = \rho\frac{l}{S}$$

$$I = \frac{1}{R}U = \sigma \cdot U$$

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ



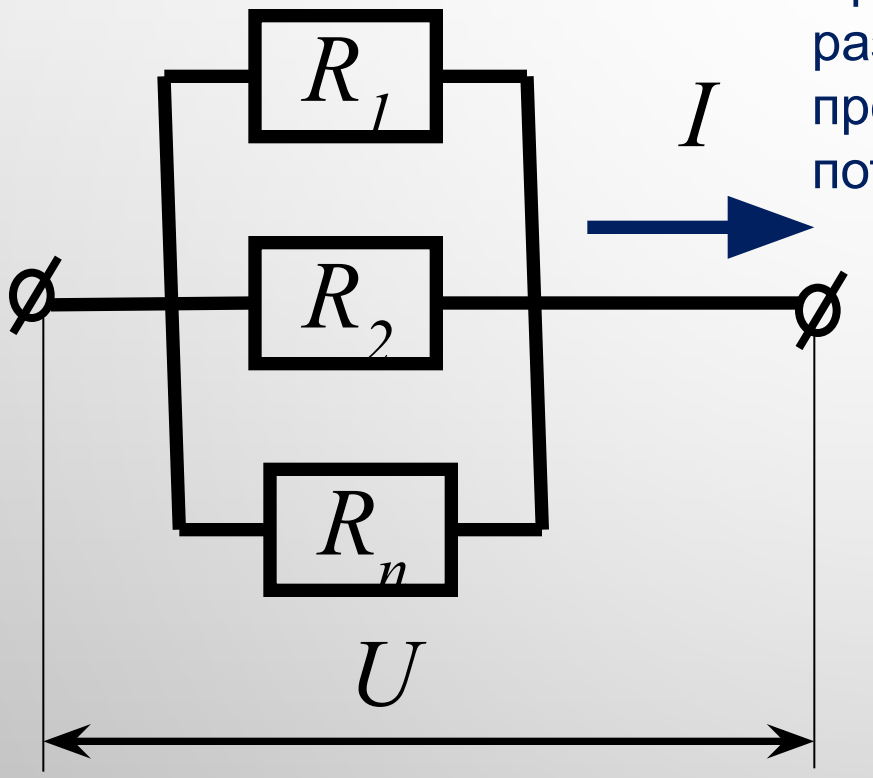
При последовательном соединении токи через все проводники *одинаковые*, а разности потенциалов *(напряжения) разные*

$$I_1 = I_2 = \ldots = I_n = I$$

$$U = U_1 + U_2 + \ldots + U_n = R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 + \ldots + R_n \cdot I_n = I \cdot (R_1 + R_2 + \ldots + R_n) = I \cdot R_{общ}$$

$$R_{общ} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$$

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ



При последовательном соединении разности потенциалов на всех проводниках *одинаковые*, а токи потенциалов *разные*

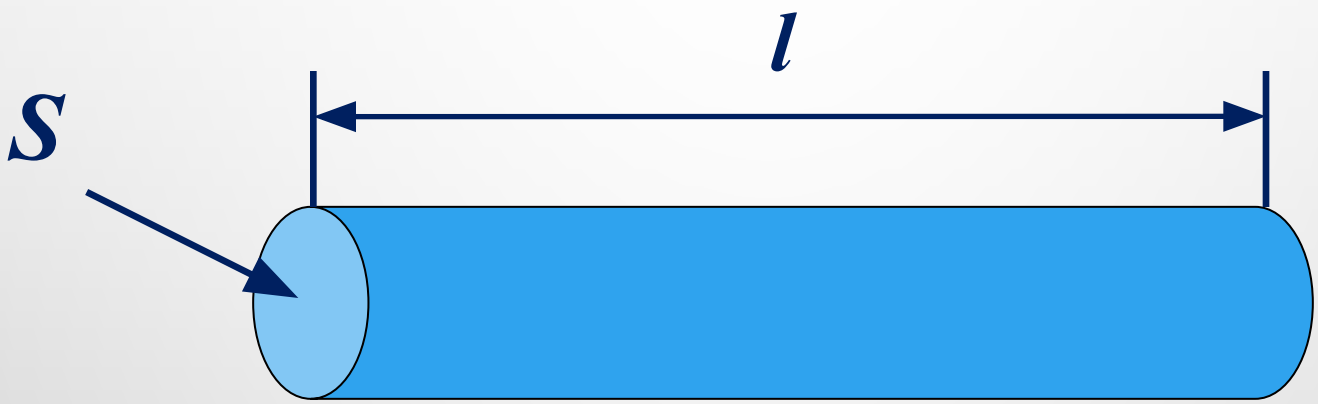
- $U_1 = U_2 = \ldots = U_n = U$

$$I = I_1 + I_2 + \ldots + I_n =$$

$$= \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \ldots + \frac{U_n}{R_n} =$$

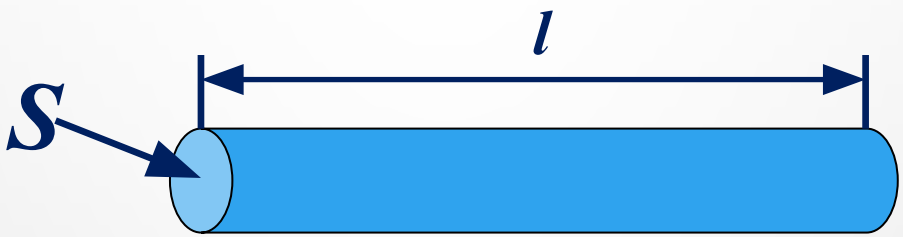
- $$\frac{1}{R_{\text{ОБЩ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$

УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ



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

ЗАКОН ОМА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ФОРМЕ



- $I = \frac{U}{R} = \frac{E \cdot l}{R} = \frac{E \cdot l \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{E}{\rho} \cdot S$

- $\vec{j} = \frac{dI}{dS}\vec{n}$

$$\boxed{\vec{j} = \frac{1}{\rho}\vec{E} = \sigma\vec{E}}$$

ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА

Интегральная форма

Работа тока $A = q \cdot U = I \cdot U \cdot t$

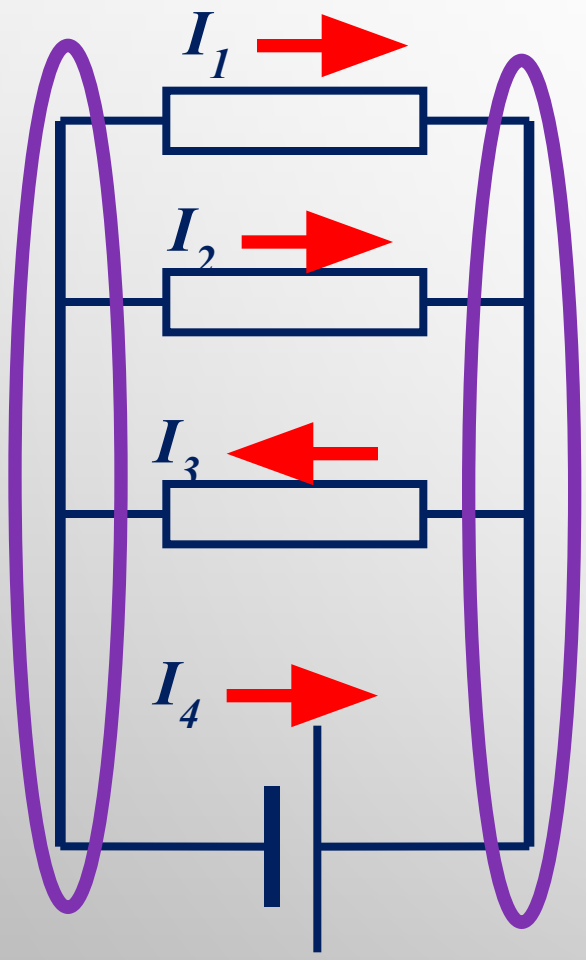
Мощность тока $P = \frac{A}{t} = I \cdot U$ $P = I^2 \cdot R$

Тепло, выделяемое в проводнике $Q = I^2 R t$

$$Q_{\text{уд}} = \frac{Q}{V \cdot t} = \frac{I^2 \cdot R \cdot t}{V \cdot t} = \frac{j^2 \cdot S^2 \cdot \rho \cdot l}{S \cdot S \cdot l}$$

Дифференциальная форма $Q_{\text{уд}} = \rho \cdot j^2 = \sigma E^2$

ПРАВИЛА КИРХГОФФА



Электрическая цепь, содержащая в себе ***узлы***, называется ***разветвленной***. *Узел* – место в цепи, где сходятся три или более проводников

Первое правило: алгебраическая сумма всех токов, сходящихся в узле равна нулю:

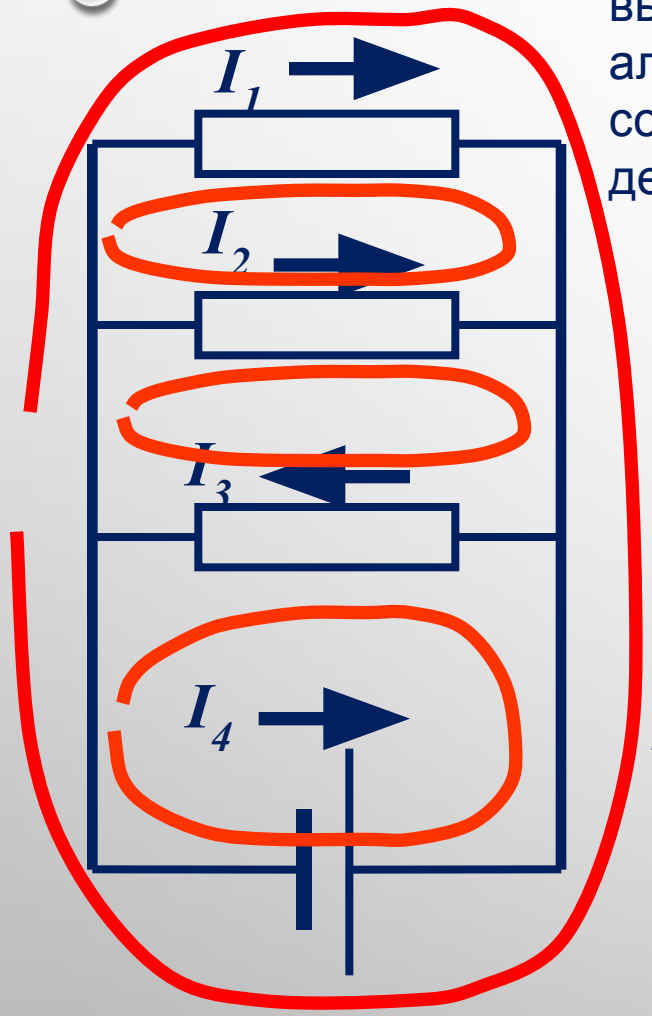
$$\sum_{i=1}^{n}(\pm I_i) = 0$$

Плюс – если ток втекает в узел, минус – если ток вытекает из узла.

Первое правило Кирхгофа является следствием закона ***сохранения заряда*** в применении к узлу, через который протекают постоянные токи.

Если в цепи имеется N узлов, то пишется N -1 уравнение для любых узлов.

ПРАВИЛА КИРХГОФФА



Второе правило: для любого замкнутого контура, выделенного внутри разветвленной цепи, алгебраическая сумма падений напряжений на сопротивлениях равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом контуре:

$$\sum_{i=1}^{n}(\pm I_i R_i) = \sum_{k=1}^{m}(\pm \varepsilon_k)$$

Плюс – если направление тока совпадает с направлением обхода.

Плюс – если направление от минуса к плюсу совпадает с направлением обхода.

Второе правило Кирхгофа является следствием *равенства нулю циркуляции электростатического поля по замкнутому контуру*, то есть следствием его ***потенциальности***.

Если в цепи имеется M токов (ветвей) и N узлов, то пишется M – (N -1) уравнение для любых контуров.