

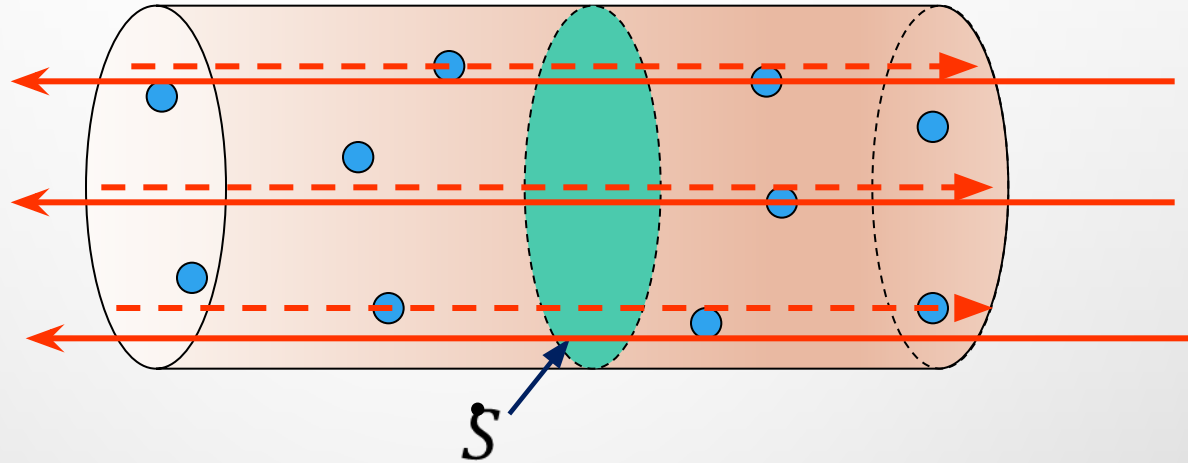


ЛЕКЦИЯ 4

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК



ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК



Электрический ток – упорядоченное движение заряженных частиц

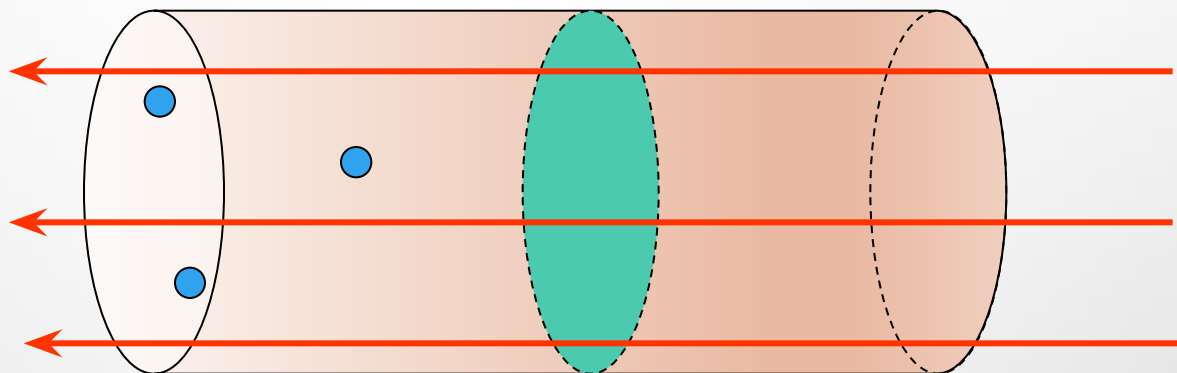
Сила тока

$$I = \frac{dq}{dt}$$

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.

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

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

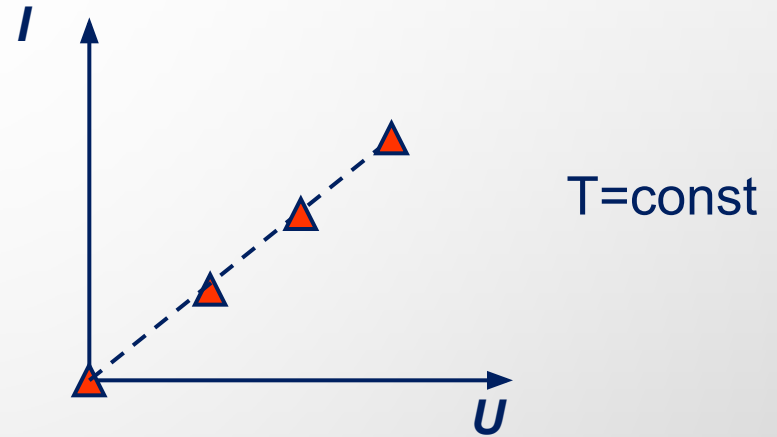
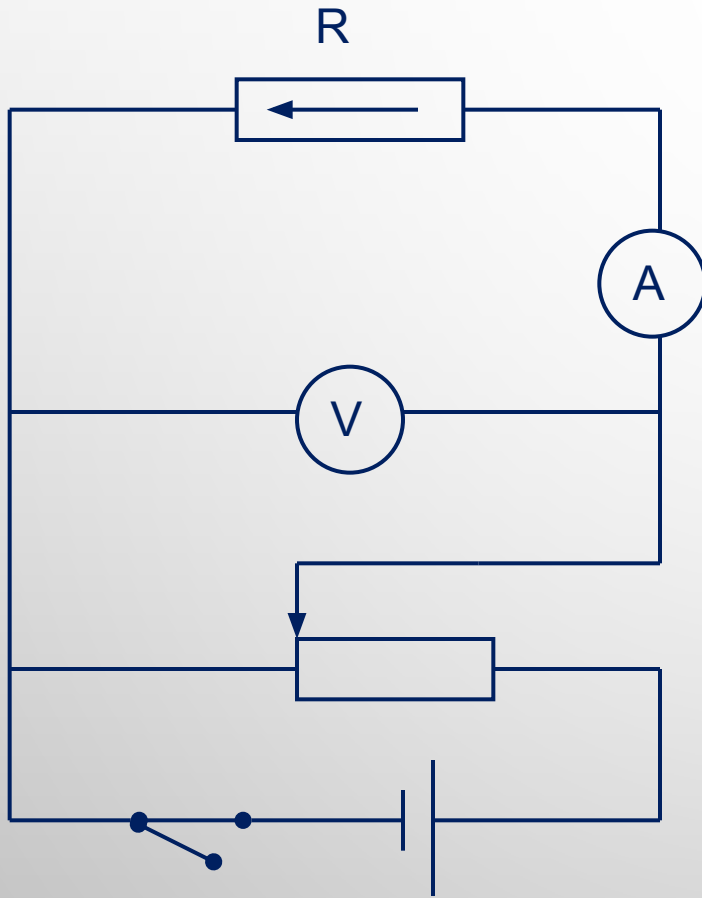


– Реостат



– Источник ЭДС

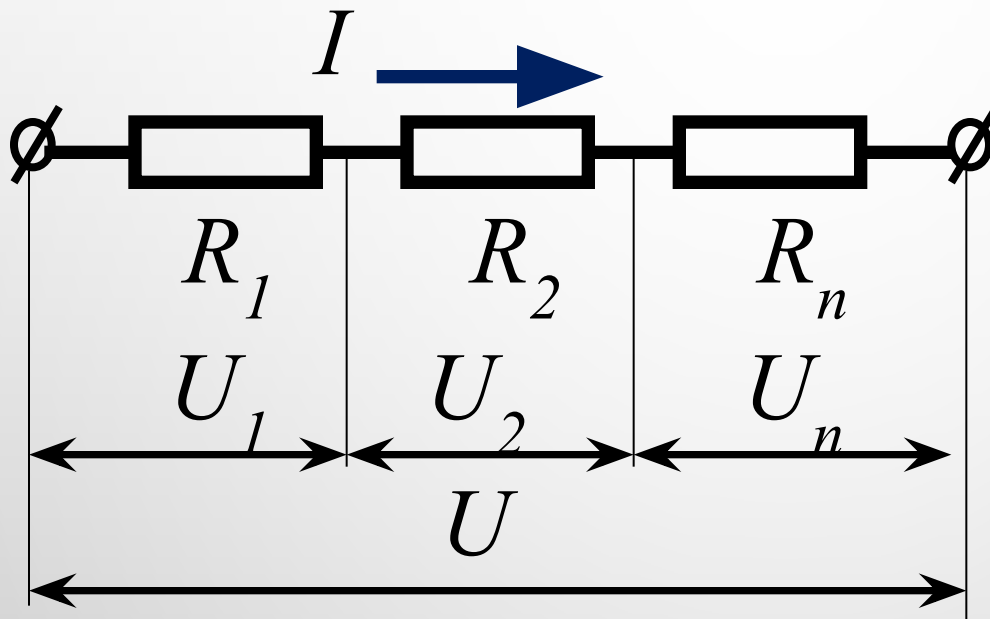
ЗАКОН ОМА



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

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

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ



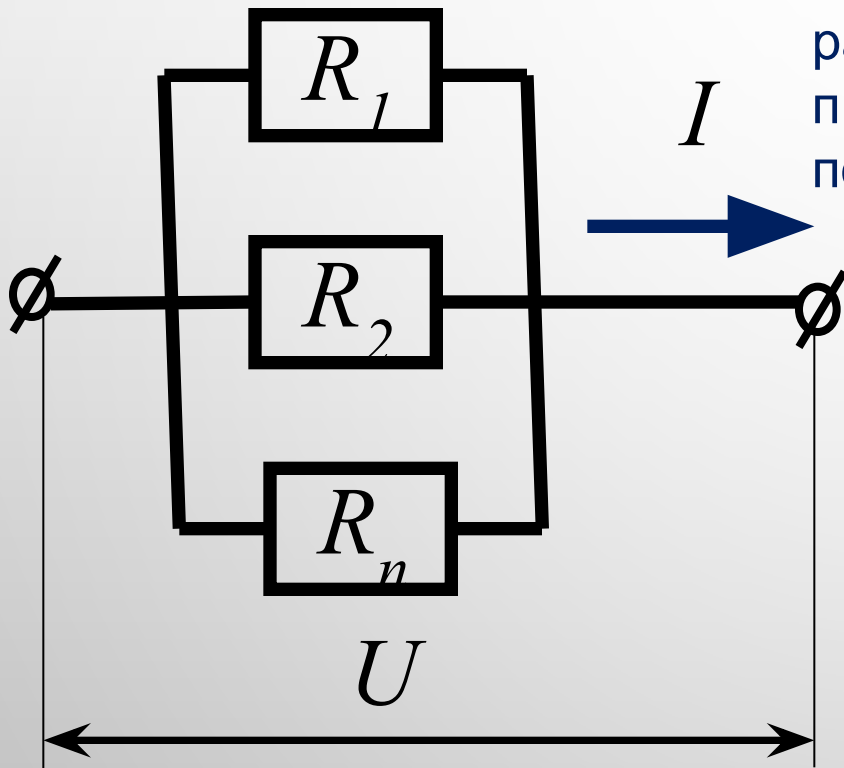
При последовательном соединении токи через все проводники *одинаковые*, а разности потенциалов (напряжения) *разные*

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n = I$$

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

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ



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

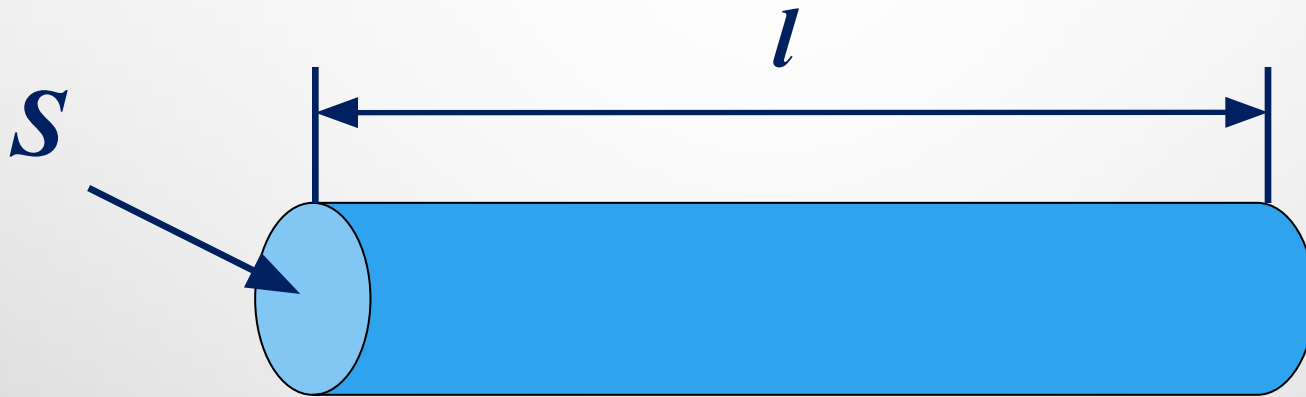
$$U_1 = U_2 = \dots = U_n = U$$

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

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

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

УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ



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

ЗАКОН ОМА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ФОРМЕ



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

$$\dot{I} = \frac{dI}{dS} \vec{n}$$

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

ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА

Интегральная форма

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

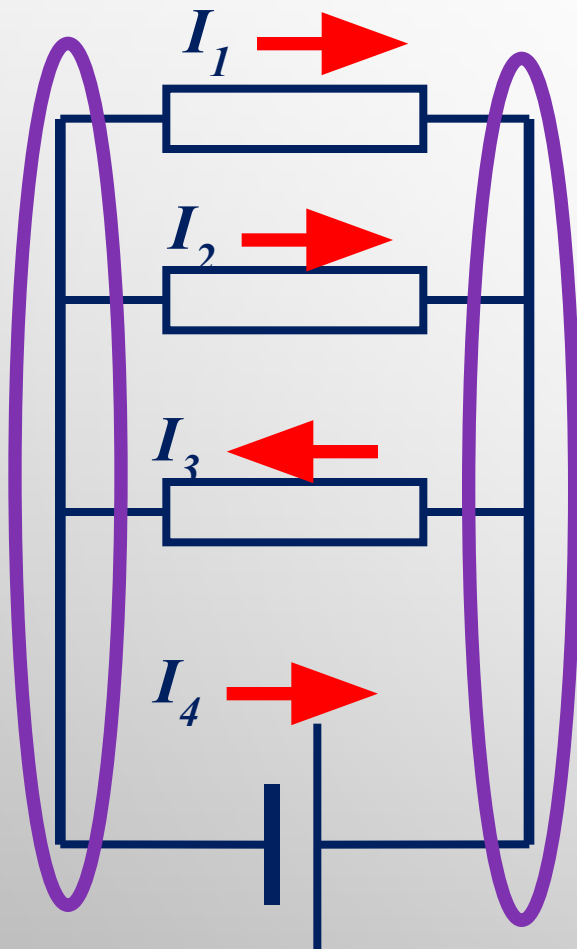
Мощность тока $P = \frac{A}{t} = I \cdot U$ $P = I^2 \cdot R$

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 М токов (ветвей) и N узлов, то пишется М – (N -1) уравнение для любых контуров.

