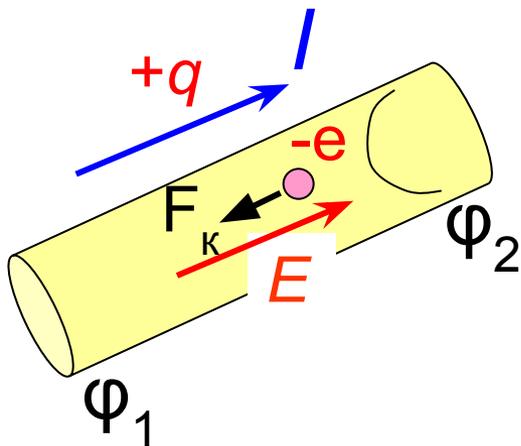


Постоянный ток -1

1. Эл. ток, сила и плотность тока

Эл. ток - упорядоченное движ-е эл. зар.

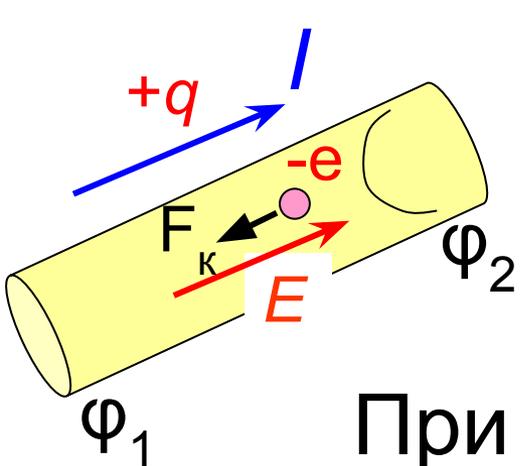
В проводниках носители тока – свободные электроны e .



При приложении $\Delta\varphi=U$ в пр-ке возникает эл. поле E , которое силой $F_k = e \cdot E$ действует на e .

Св. e перемещ-ся – течет эл. ток.

За направление тока I принимают направл-е движ. $+q$.



Ток ($+q$) течет вдоль напр. \vec{E} или в сторону убывания потенциала: $\vec{E} = -grad \varphi$.

При этом через ΔS пр-ка течёт заряд

Сила тока – физ. величина, равная q , протекающему через попереч. сечение пр-ка за ед. t

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

Если I с течением t измен-ся, то:

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

МГНОВЕННОЕ знач-е силы тока

$$[I] = \text{Кл/с} = [A] \text{ (Ампер)}$$

При силе тока 1А через попереч. сечение пров-ка за 1 с переносится заряд, равный 1 Кл.

$$I = \frac{q}{t} \quad \Rightarrow \quad q = I \cdot t \quad (\text{Для пост. тока})$$

Если ток I изм-ся с t : $dq = I \cdot dt \quad \Rightarrow$

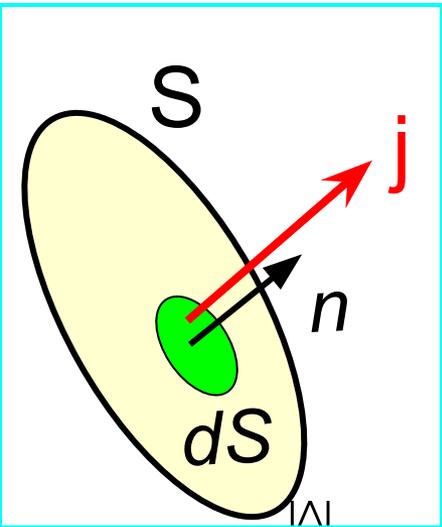
$$q = \int_{t_1}^{t_2} I dt$$

где $I = I(t)$.

$$\vec{j} = \frac{dI}{dS_{\perp}}$$

Плотность
тока, вектор.

$$[j] = A/m^2$$



Вектор \vec{j} численно равен току, протекающ. через ед. площади попереч. сечения пр-ка, \perp направл. тока.

$$dI = \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

Вектор \vec{j} направлен вдоль направления тока

$$I = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

Сила тока опред-ся как поток вектора \vec{j} через S .

где $j=j(s)$.

Чем опред-ся плотность тока

2. Закон Ома для участка цепи

Ом (Германия) установил: в пр-ке $I \sim U$

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

Закон Ома для участка цепи



$$U = I \cdot R$$

R – омическое сопротивление пр-ка. [Ом]

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

ρ – удельное сопротивление, l – длина,
 S – площадь попер. сеч. пр-ка.

Для меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

$$\sigma = 1/\rho$$

σ – удельная проводимость пр-ка.
[σ] = [Ом⁻¹·м⁻¹] (сименс/метр)

3. Сопротивление пр-ков и п/пр-ков

Омическое сопр. пр-ков:

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

ρ и R пр-ков увеличатся с ростом темп. измен. t из-за тепловых колеб. решётки, число e не изменится

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

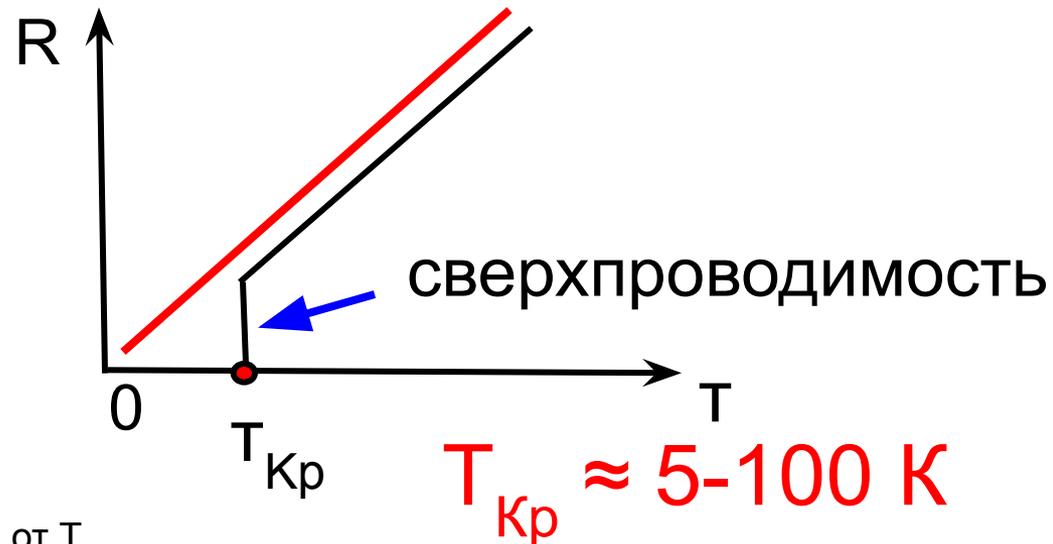
и

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

ρ и ρ_0 , R и R_0 – уд. сопр-е и R при t и 0°C , соотв.

$$\alpha \approx 1/273 \text{ K}^{-1}$$

- температурный
коэфф. сопротив-я



В полупр-ках носители тока **-e** и **дырки (+)**

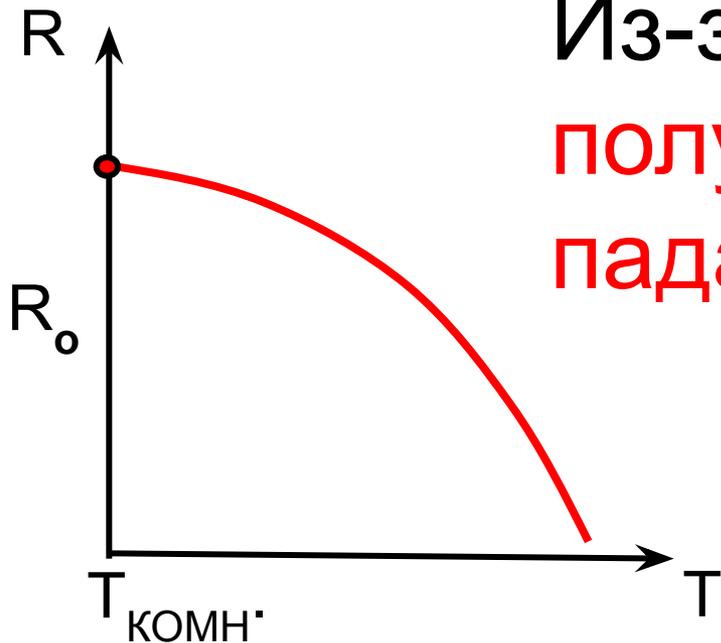
С повышением **T** в **п/пр-ках** концентрация (**n**) носителей тока **возрастает** по закону:

$$n = n_0 e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$$

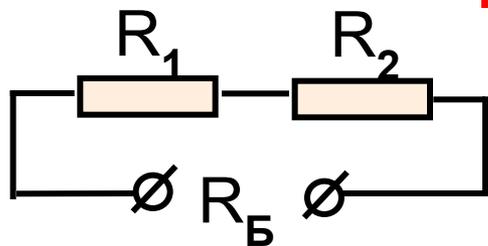
ΔE – энергия активации,
 kT – энергия тепл. движ. **e**

Из-за роста **n** **сопр-ние R** полупр-ков с повышен. **T** падает по закону:

$$R = R_0 e^{\frac{\Delta E}{kT}}$$



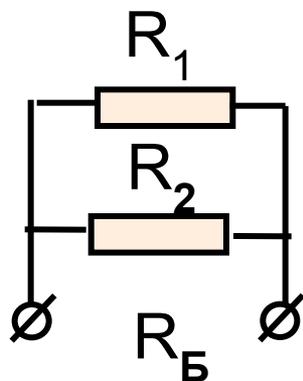
4. Включение сопр-ний



Последов-ное соедин-ние R :

$$U = U_1 + U_2, \quad I = \text{const}$$

$$R_B = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



Последов-ное соедин-ние R :

$$U = U_1 + U_2, \quad I = \text{const}$$

$$\frac{1}{R_B} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

5. Сторонние силы и ЭДС

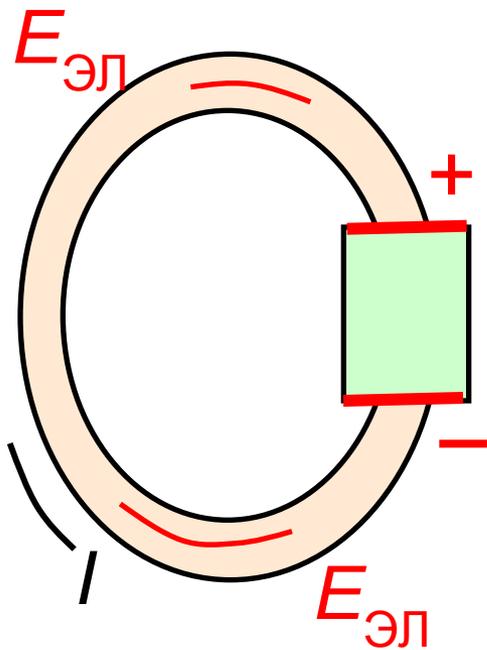
Чтобы ток в цепи шел долго, надо к концу пр-ка с большим φ_1 подводить, а от конца пр-ка с малым φ_2 -отводить эл. заряды (q).

В эл. цепи это делает **источник тока**, создающий $\Delta\varphi$ за счет сил **неэлектростатической природы**, т.е. за счет **сторонних сил**.

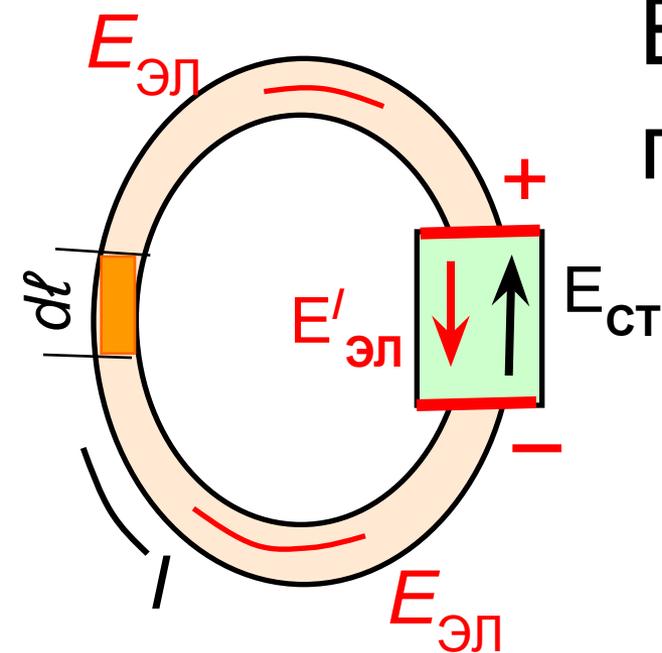
Природа сторонних сил - химическая, механическая, магнитная и т.д.

Аналог: на высоте бак - вода – насос.

Пусть ток течет в замкнутой эл. цепи,
содерж-й источн. тока.



В эл. цепи с источн. тока
электр-кие $F_{эл}$ через поле
 $E_{эл}$ переносят заряд по
внешн. цепи.



Внутри источн тока действ. поле $E'_{эл}$ против напр. тока

Ток в цепи поддерживает поле сторонних сил $E_{СТ}$, напр. по направл. тока.

Выделим отрезок $d\ell$ и найдем

работу A по перемещ-ю q по замкнутой цепи.

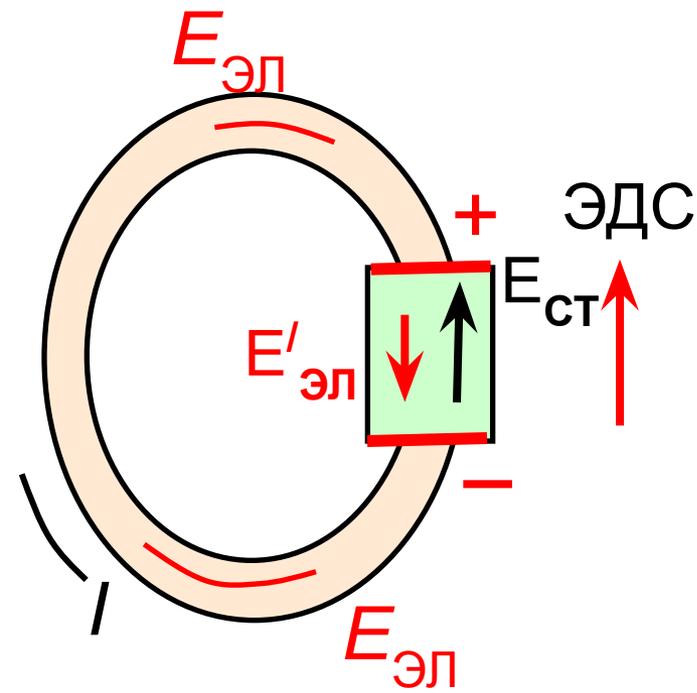
$$dA = \vec{F} d\vec{\ell} = q \vec{E} d\vec{\ell};$$

$$A = q \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} =$$

$$A_{СТ} = q \oint \vec{E}_{СТ} d\vec{\ell}$$

Работа по перемещению q в эл. цепи обеспеч-ся сторон-

-ними силами не электростатич-ой природы.



Сторонние силы создают в источн. тока **ЭДС** – **электро-**
движущую силу, которая
действует в цепи.
Направл-е **ЭДС** совпадает с
направ-ем эл. тока в цепи.

$$\xi = \frac{A_{СТ}}{q};$$

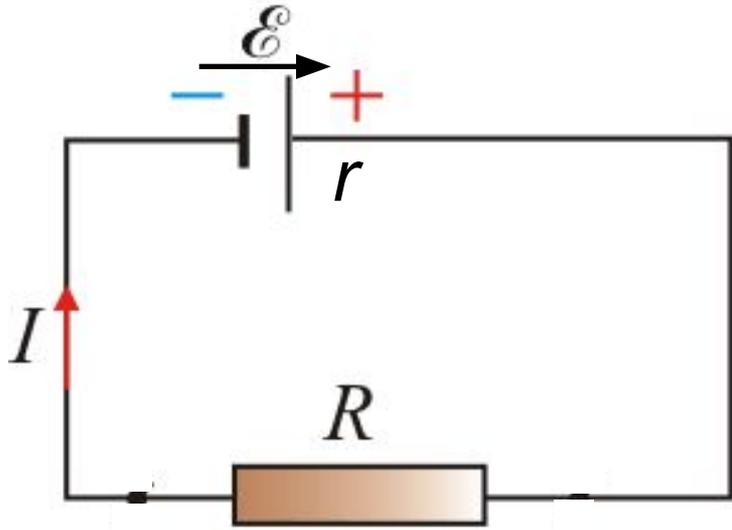
ЭДС (ξ)-физ. величина, равная
работе сторонних сил по
перемещ-ию в источ. тока
единичного +q.

ξ , \mathcal{E} (эбсилон)

$$\xi = \frac{A_{CT}}{q};$$

$$[\xi] = \frac{Джс}{Кл} = [В] \quad (\text{Вольт})$$

6. Закон Ома для замкнутой цепи



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

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

ξ - ЭДС источ. тока,
 R - сопр. внешней цепи,
 r - внутреннее сопр. источн. тока.

$$\xi = I(R + r) = \underbrace{IR}_{=U_R} + \underbrace{Ir}_{=U_r}$$

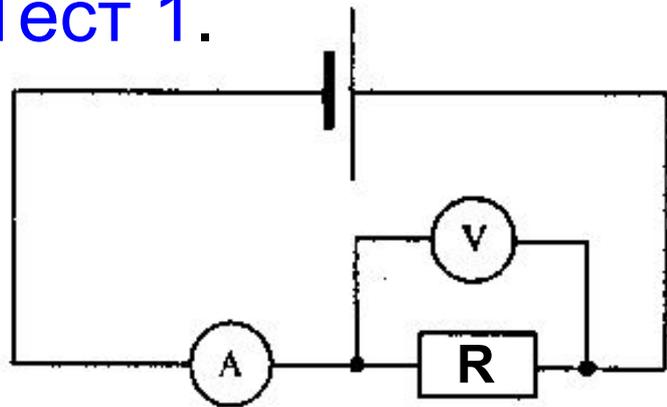
$$U_R = IR$$

- падение напряж. на R .

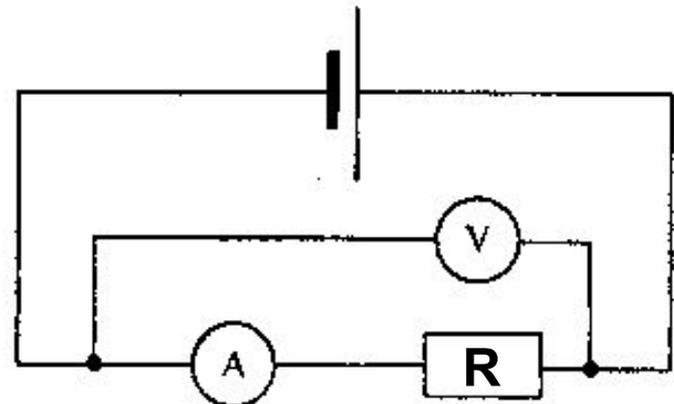
$$U_r = Ir$$

- падение напряж. внутри источ. тока

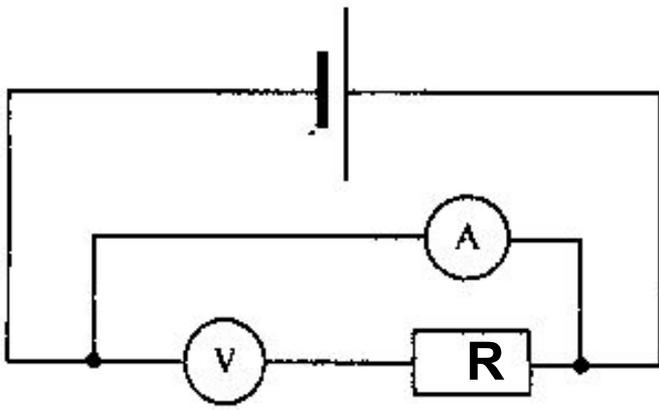
Тест 1.



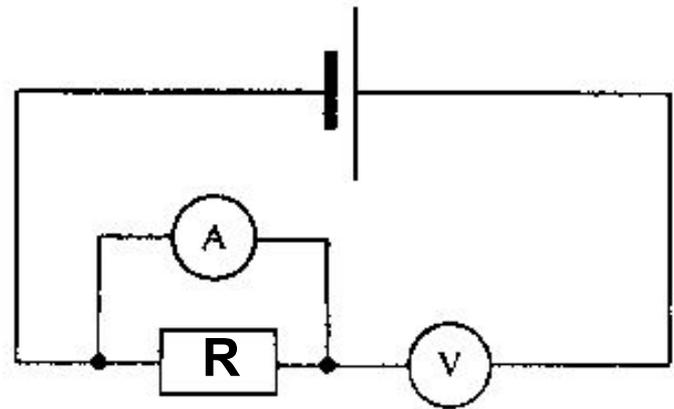
А



Б



В



Г

По какой схеме вольтметр правильно измеряет напряж. на резисторе R ?

По какой схеме амперметр правильно измеряет силу тока, текущего через резистор R ?