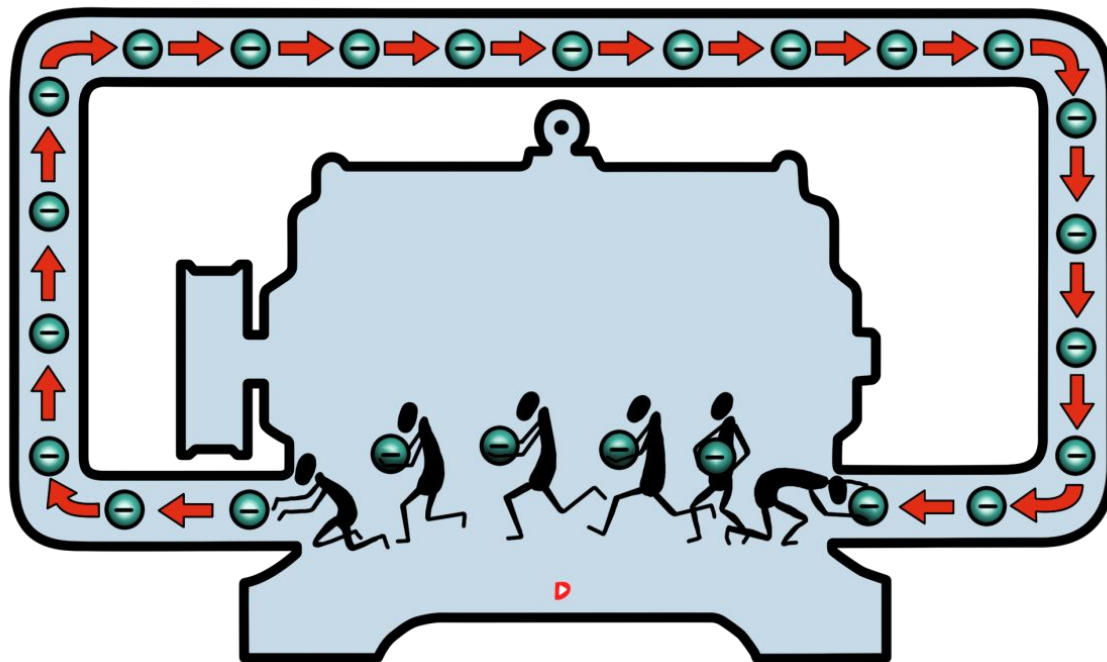
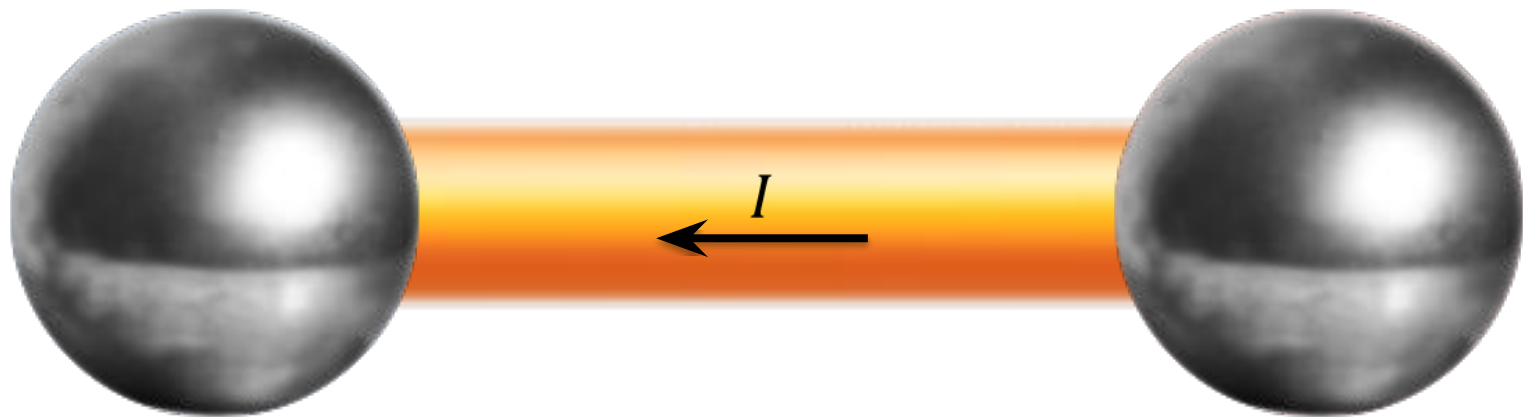


# Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи





Для поддержания электрического тока необходимо наличие сил неэлектрического происхождения.

# Сторонние силы

**Сторонние силы** — это любые силы, действующие на электрические заряды, которые при этом не являются силами электрического происхождения.

Работа кулоновских сил при перемещении зарядов по замкнутому контуру равна нулю, поэтому поддержание разности потенциалов должно быть обеспечено **сторонними силами**.



# ЭДС источника тока

**Источник тока** — это устройство для поддержания электрического тока.

**Сторонние силы** в источнике тока совершают работу по разделению зарядов.

Основной характеристикой источника тока является величина, которая называется **электродвижущей силой**.

**Электродвижущая сила (ЭДС)** — это отношение работы сторонних сил при перемещении заряда по замкнутому контуру к величине этого заряда:

$$\xi = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$$

$$[\xi] = \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right] = [\text{В}]$$

# Закон Ома для полной цепи

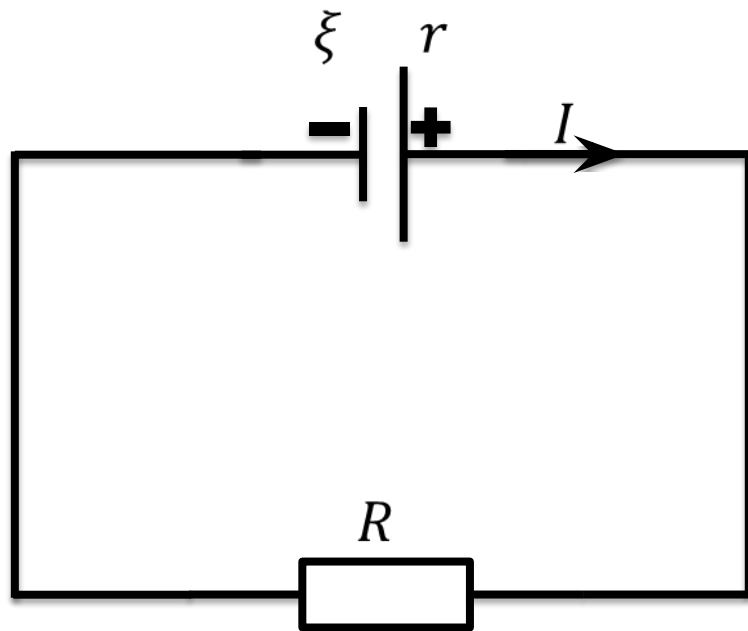
Закон Ома для полной цепи  
сила тока в замкнутой цепи  
равна отношению ЭДС  
источника тока к суммарному  
сопротивлению цепи.

$$\xi = I(R + r)$$

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

$$\xi = U_R + U_r$$

$$\xi = IR + Ir$$





# Закон Ома для полной цепи

Закон Ома для полной цепи:

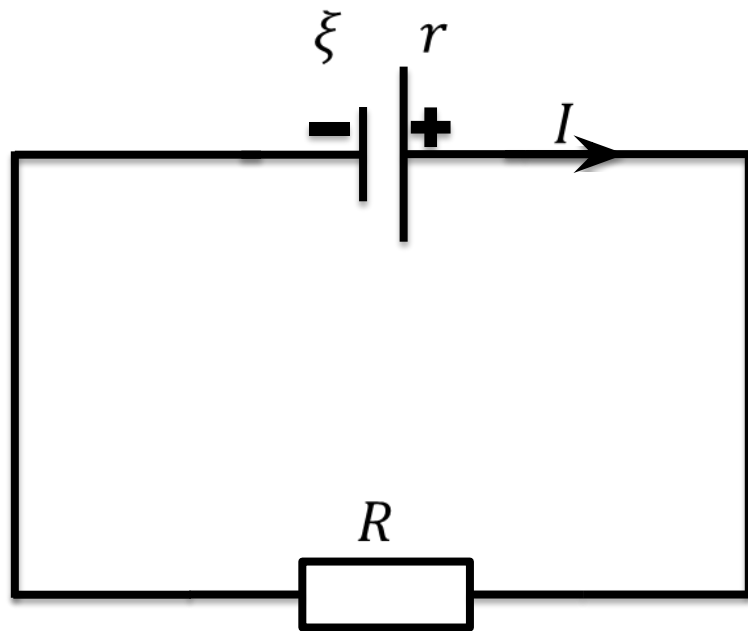
$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

Если  $r \ll R$ , то:

$$I \approx \frac{\xi}{R} \Rightarrow \xi \approx U_R$$

При коротком замыкании ( $R \approx 0$ ):

$$I \approx \frac{\xi}{r}$$



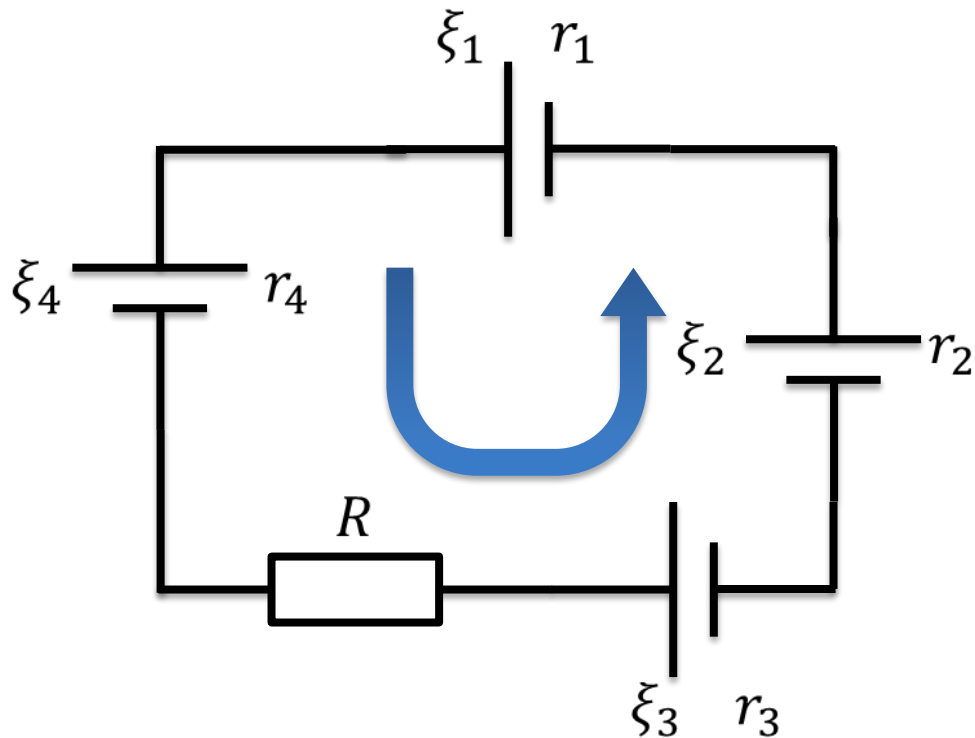
# Несколько источников тока

$$\xi_1 > 0; \xi_2 > 0$$

$$\xi_3 < 0; \xi_4 < 0$$

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 - \xi_3 - \xi_4$$

$$R_{\text{общ}} = R + r_1 + r_2 + r_3 + r_4$$



К источнику тока с внутренним сопротивлением **1 Ом** подключили резистор с сопротивлением **15 Ом**. После этого в цепь включили амперметр, который показал, что сила тока равна **5 А**. Найдите работу сторонних сил внутри источника, совершенную за **2 минуты**.

Дано:

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$R = 15 \text{ Ом}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

$$t = 2 \text{ МИН}$$

---

$$A_{\text{ст}} = ?$$

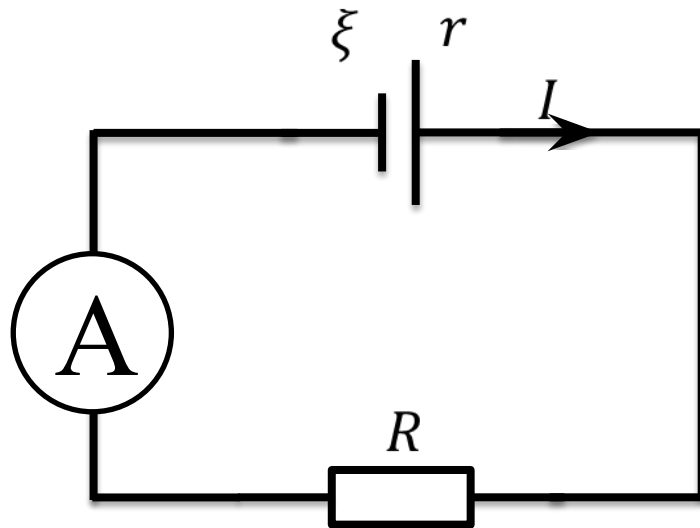
$$A_{\text{ст}} = \xi I t$$

$$I = \frac{\xi}{R + r} \Rightarrow \xi = I(R + r)$$

$$A_{\text{ст}} = I^2(R + r)t$$

$$A_{\text{ст}} = 5^2 \times (15 + 1) \times 120$$

$$A_{\text{ст}} = 48000 \text{ Дж} = 48 \text{ кДж}$$





На рисунке указана цепь, ток в которой равен **2 А**. Известно, что при коротком замыкании, ток становится равным **82 А**. Внешнее сопротивление равно **20 Ом**. Тогда какой источник нужно включить в эту цепь, чтобы увеличить в ней силу тока до **4 А** и полную ЭДС до **90 В**?

Дано:

$$I_1 = 2 \text{ А}$$

$$I_K = 82 \text{ А}$$

$$I_2 = 4 \text{ А}$$

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$\xi = 90 \text{ В}$$

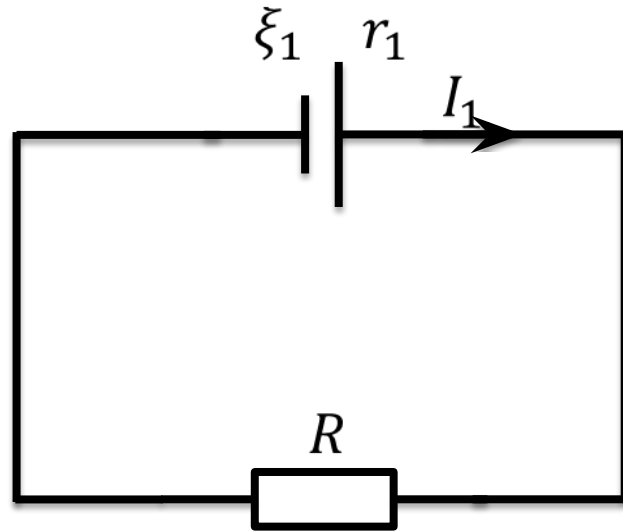
$$\xi_2, r_2 -$$

$$I_1 = \frac{\xi_1}{R + r_1} \quad I_K = \frac{\xi_1}{r_1}$$

$$\frac{I_K}{I_1} = \frac{\xi_1/r_1}{\xi_1/(R + r_1)}$$

$$\frac{I_K}{I_1} = \frac{R + r_1}{r_1} = \frac{R}{r_1} + 1$$

$$\frac{R}{r_1} = \frac{I_K}{I_1} - 1$$



На рисунке указана цепь, ток в которой равен 2 А. Известно, что при коротком замыкании, ток становится равным 82 А. Внешнее сопротивление равно 20 Ом. Тогда какой источник нужно включить в эту цепь, чтобы увеличить в ней силу тока до 4 А и полную ЭДС до 90 В?

Дано:

$$I_1 = 2 \text{ А}$$

$$I_K = 82 \text{ А}$$

$$I_2 = 4 \text{ А}$$

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$\xi = 90 \text{ В}$$

---

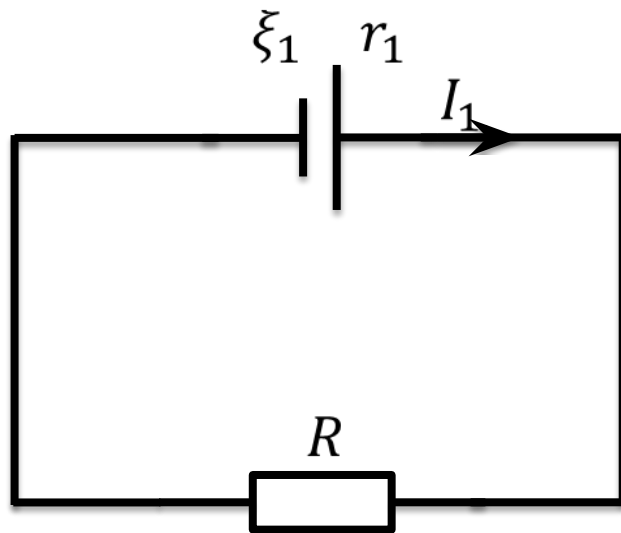

$$\xi_2, r_2 -$$

$$\frac{R}{r_1} = \frac{I_K}{I_1} - 1$$

$$r_1 = \frac{R}{\frac{I_K}{I_1} - 1} = \frac{20}{\frac{82}{2} - 1} = 0,5 \text{ Ом}$$

$$\xi_1 = I_1 (R + r_1)$$

$$\xi_1 = 2 \times (20 + 0,5) = 41 \text{ В}$$



На рисунке указана цепь, ток в которой равен 2 А. Известно, что при коротком замыкании, ток становится равным 82 А. Внешнее сопротивление равно 20 Ом. Тогда какой источник нужно включить в эту цепь, чтобы увеличить в ней силу тока до 4 А и полную ЭДС до 90 В?

Дано:

$$I_1 = 2 \text{ А}$$

$$I_{\text{к}} = 82 \text{ А}$$

$$I_2 = 4 \text{ А}$$

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$\xi = 90 \text{ В}$$

$$\xi_2, r_2 -$$

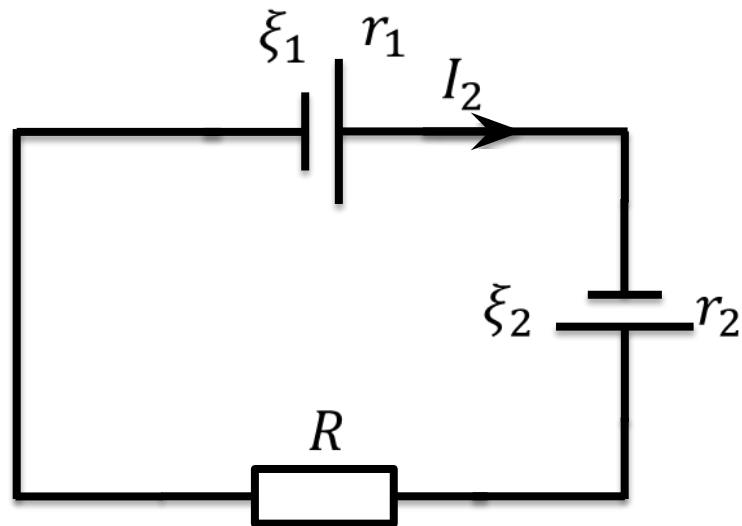
$$\xi = \xi_1 + \xi_2$$

$$\xi_2 = \xi - \xi_1 = 90 - 41 = 49 \text{ В}$$

$$I_2 = \frac{\xi}{R + r_1 + r_2}$$

$$r_2 = \frac{\xi}{I_2} - R - r_1$$

$$r_2 = \frac{90}{4} - 20 - 0,5 = 2 \text{ Ом}$$



# Основные выводы

- **Электродвижущая сила (ЭДС)** является главной характеристикой источника тока.
- **Электродвижущая сила** равна отношению работы сторонних сил при перемещении заряда к величине этого заряда:

$$\xi = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$$

- **Сторонние силы** — силы неэлектрического происхождения, действующие на электрические заряды.

# Основные выводы

- **Закон Ома для полной цепи:** сила тока в замкнутой цепи равна отношению ЭДС источника тока к полному сопротивлению цепи:

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

- **Полная цепь** — замкнутая цепь, включающая в себя источник тока.
- При последовательном подключении нескольких источников, полная ЭДС цепи равна алгебраической сумме ЭДС отдельных источников:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n$$