

# Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи

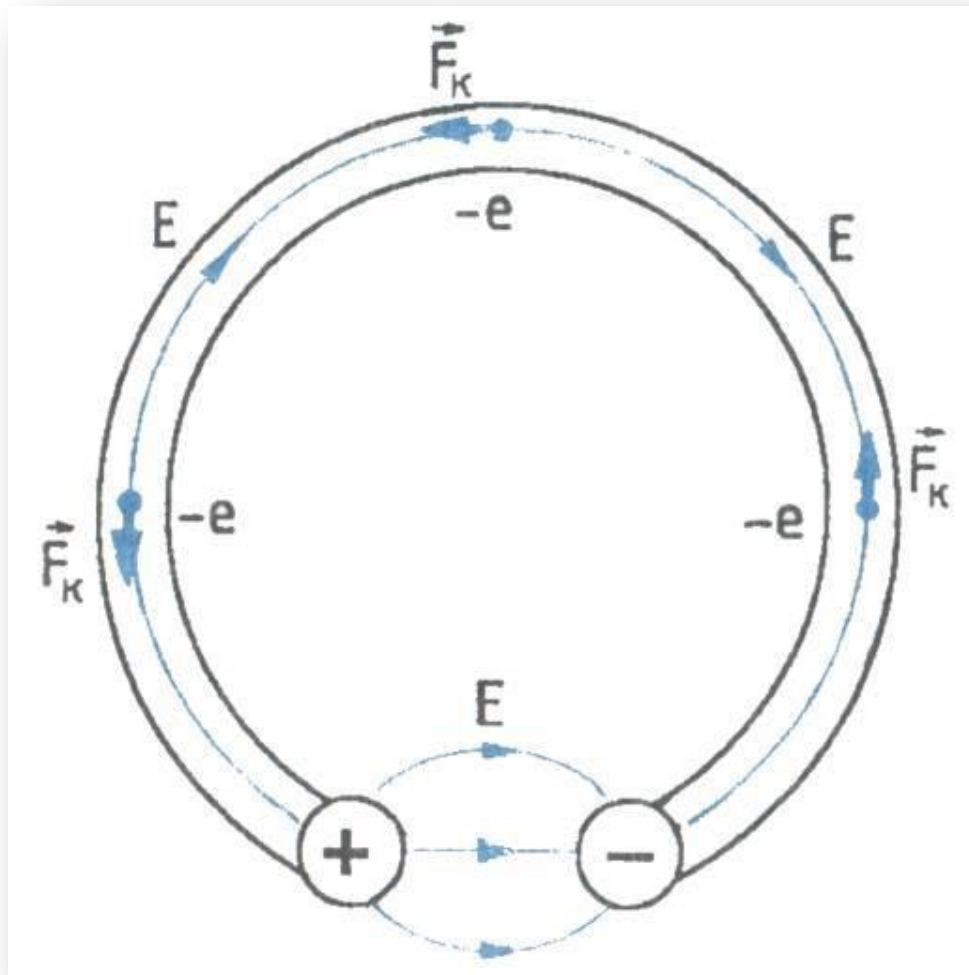
Физика, 10 класс

© Рахматуллин Радик Акрамович, учитель физики МОУ  
«Александровская СОШ»

с. Александровка Александровского района Оренбургской области, 2011



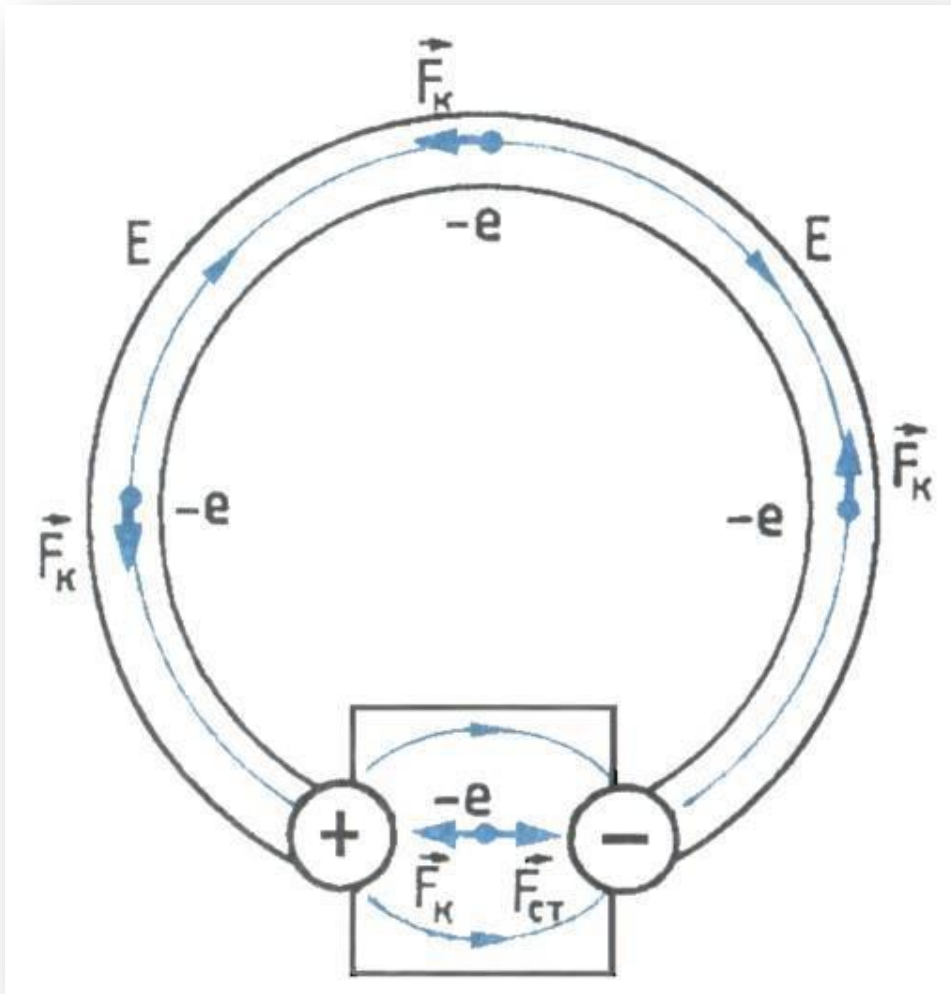
Любой источник тока характеризуется электродвижущей силой (ЭДС). Так, на круглой батарейке для карманного фонарика написано: 1,5 В. Что это значит?



Соединим проводником два металлических шарика, несущих заряды противоположных знаков. Под влиянием электрического поля этих зарядов в проводнике возникает электрический ток.

Но этот ток будет очень кратковременным. Заряды быстро нейтрализуются, потенциалы шариков станут одинаковыми, и электрическое поле исчезнет.

# Сторонние силы



Для того чтобы ток был постоянным, надо поддерживать постоянное напряжение между шариками.

Для этого необходимо устройство (источник тока), которое перемещало бы заряды от одного шарика к другому в направлении, противоположном направлению сил, действующих на эти заряды со стороны электрического поля шариков.

В таком устройстве на заряды, кроме электрических сил, должны действовать силы неэлектрического происхождения.

***Одно лишь электрическое поле заряженных частиц (кулоновское поле) не способно поддерживать постоянный ток в цепи.***

Сторонние силы приводят в движение заряженные частицы внутри всех источников тока: в генераторах на  $\varepsilon$  в гальванических элементах, аккумуляторах и т.

Д.

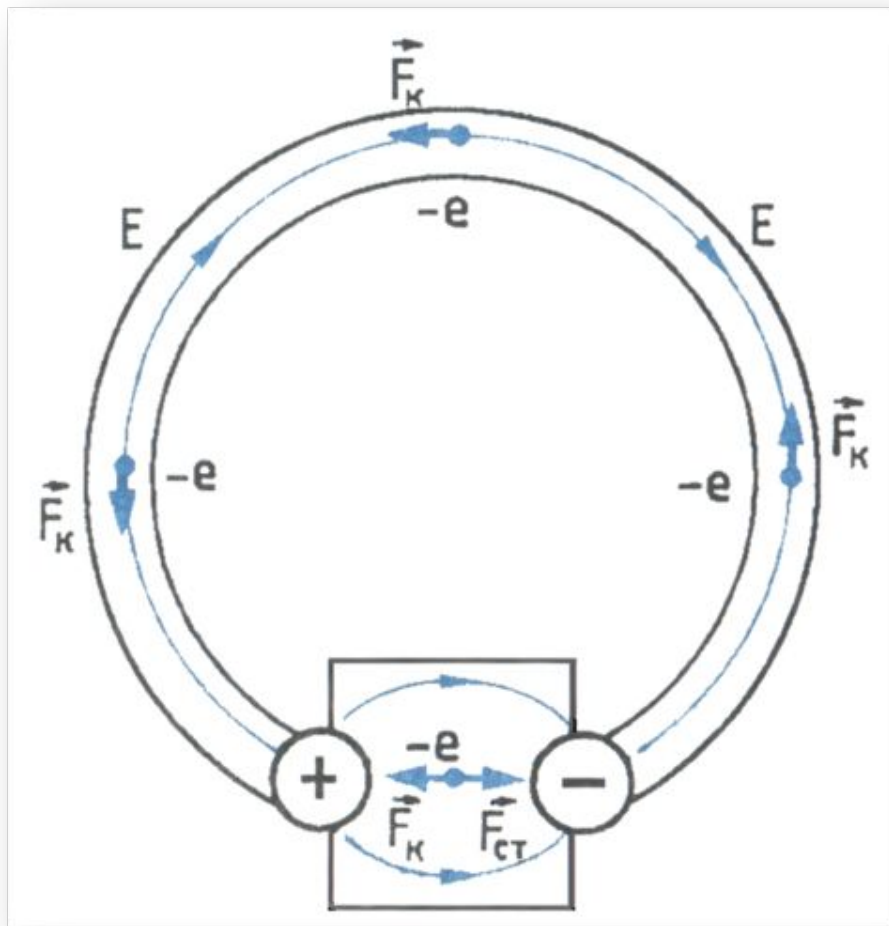
*Генератор  
переменного  
тока,  
Россия*



*Гальванические  
элементы,  
СССР*



*Аккумулятор  
, Тюмень*



При замыкании цепи создаётся электрическое поле во всех проводниках цепи.

**Внутри источника тока заряды движутся под действием сторонних сил против кулоновских сил (электроны от положительного заряженного электрода к отрицательному), а во всей остальной цепи их приводит в движение электрическое поле.**

# Природа сторонних сил

Источники тока	Сторонняя сила
Генератор электростанции	Сила, действующая со стороны магнитного поля на электроны в движущемся проводнике
Гальванический элемент (элемент Вольта)	Химические силы, растворяющие цинк в растворе серной кислоты

# Электродвижущая сила

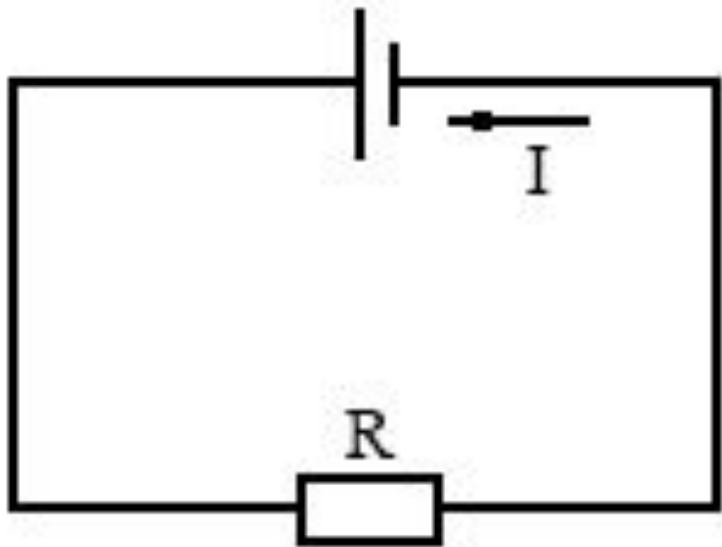
Действие сторонних сил характеризуется важной физической величиной, называемой электродвижущей силой (сокращённо **ЭДС**).

**Электродвижущая сила в замкнутом контуре представляет собой отношение работы сторонних сил при перемещении заряда вдоль контура к заряду:**

$$\varepsilon = \frac{A_{ст}}{q}$$

ЭДС выражают в вольтах:  $[\varepsilon] = \text{Дж/Кл} = \text{В}$





Рассмотрим простейшую полную (замкнутую) цепь, состоящую из источника тока и резистора сопротивлением  $R$ .

$\mathcal{E}$  – ЭДС источника тока,

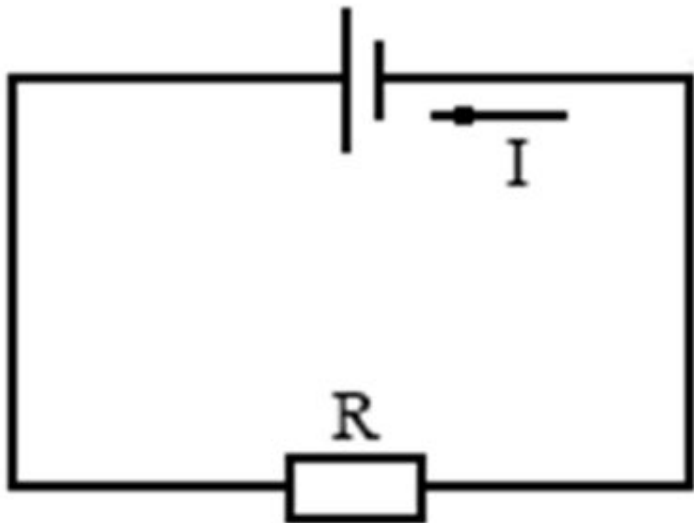
$r$  – внутреннее сопротивление источника тока,

$R$  – внешнее сопротивление цепи,

$R + r$  – полное сопротивление цепи.

Закон Ома для замкнутой цепи связывает силу тока в цепи, ЭДС и полное сопротивление  $R + r$  цепи.

Установим эту связь теоретически пользуясь законами сохранения энергии и Джоуля – Ленца.



Пусть за время через поперечное сечение проводника пройдёт электрический заряд.

$$A_{\text{ст}} = \varepsilon \cdot \Delta q$$

$$\Delta q = I \cdot \Delta t \quad \rightarrow \quad A_{\text{ст}} = \varepsilon \cdot I \cdot \Delta t$$

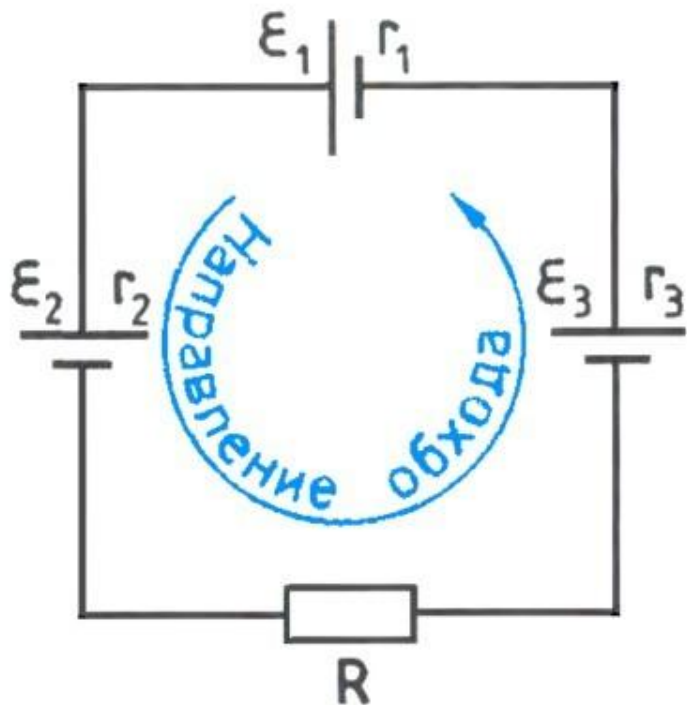
При совершении этой работы на внутреннем и внешнем участках цепи выделяется количество теплоты, равное согласно закону Джоуля – Ленца:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t + I^2 \cdot r \cdot \Delta t$$

$$A_{\text{ст}} = Q \quad \rightarrow \quad \varepsilon = I \cdot R + I \cdot r \quad \rightarrow \quad \varepsilon = I \cdot (R + r)$$

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

**Сила тока в полной цепи равна отношению ЭДС цепи к её полному сопротивлению.**



Если цепь содержит несколько последовательно соединённых элементов с ЭДС  $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3$  и т.д., то полная ЭДС цепи равна алгебраической сумме ЭДС отдельных элементов.

Для определения знака ЭДС выберем положительное направление обхода контура.

Если при обходе цепи переходят от «-» полюса к «+», то ЭДС  $\mathcal{E} > 0$ .

Для данной цепи:  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3$  и  $R_n = R + r_1 + r_2 + r_3$

Если  $\mathcal{E} > 0$ , то  $I > 0 \rightarrow$

направление тока совпадает с направлением обхода контура.

# Список использованных источников

- <http://forum.fonarevka.ru/attachment.php?attachmentid=10315&stc=1&d=1300053619>
- [http://www.evroins.ru/images/rub\\_2\\_5/10518\\_b.jpg](http://www.evroins.ru/images/rub_2_5/10518_b.jpg)
- <http://avto-generator.ru/img/9402.3701.jpg>
- [http://oldradio.onego.ru/IMAGES/TSIFR/batt\\_mal\\_b.jpg](http://oldradio.onego.ru/IMAGES/TSIFR/batt_mal_b.jpg)
- [http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTKzScF8hq-c5jkh\\_e5VkJa5kgVpJ8kc4zZP7BUp5YBwShZ60LDBLQ5gA](http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTKzScF8hq-c5jkh_e5VkJa5kgVpJ8kc4zZP7BUp5YBwShZ60LDBLQ5gA)