

РАБОТА НА ЕЛЕКТРИЧЕН ТОК. ЗАКОН НА ДЖАУЛ-ЛЕНЦ.

Лектор: проф. д-р Т. Йовчева

Електроизмервателни уреди

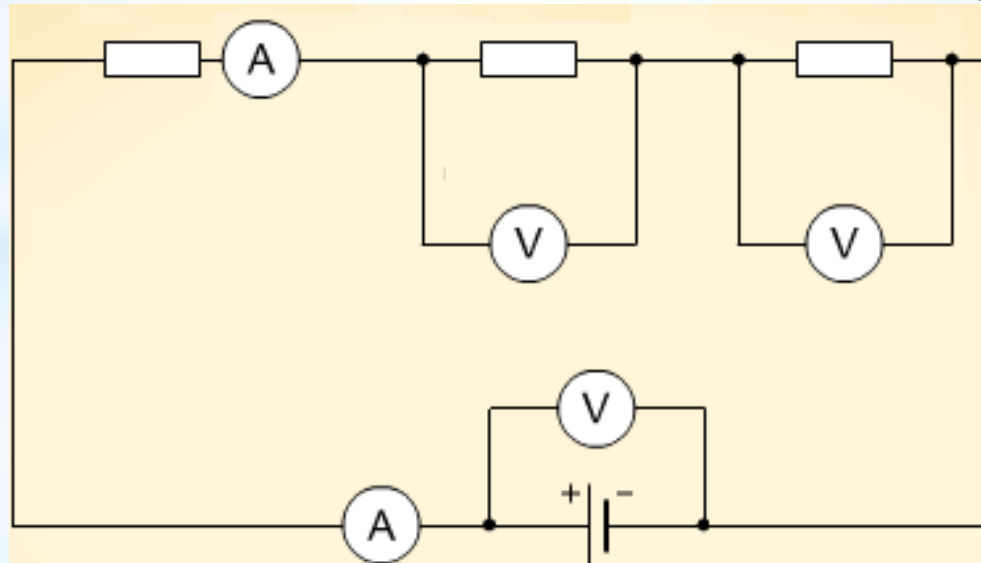


Амперметър

- Измерва големината на тока.
- Свързва се последователно в електричната верига
- Има много малко собствено съпротивление.

Волтметър

- Измерва големината на напрежението.
- Свързва се успоредно в електричната верига
- Има много голямо собствено съпротивление.



Работа на електричен ток

При протичане на електричен ток в електрична верига, електричната енергия се преобразува в друг вид енергия.

Почти винаги една част от енергията се превръща в топлина (вътрешна енергия).

Нагревател



Топлинна енергия

Фенер



Светлинна енергия и топлинна енергия

Радио



Акустична енергия

Асансьор



Кинетична енергия и потенциал на енергия

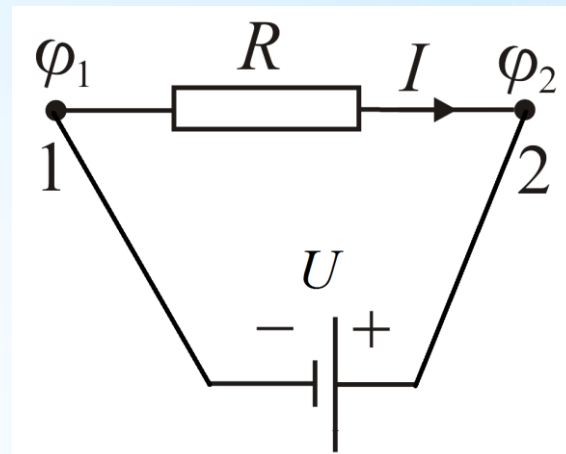
Електрокар



Кинетична енергия

Консуматорът превръща електричната енергия в друг вид енергия, за сметка на извършената работа от електричния ток.

Електрична верига, съдържа консуматор със съпротивление R , свързан към батерия с напрежение U .



По веригата тече постоянен електричен ток I и зарядът, пренесен по проводника за време t , е $q = It$.

Работата за пренасяне на заряд q по участъка от т. 1 до т. 2 или работата на електричния ток, протичащ през консуматора R е:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU = IU t$$

Закон на Джаул-Ленц

При протичането на постоянен електричен ток по проводника, работата A на електричните сили отива изцяло за повишаване на вътрешната енергия на проводника.

Проводникът се загрява и започва да отдава топлина на околната среда.

Предаденото количество топлина е Q и е равно на работата A .

$$Q = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

Закон на Джаул-Ленц - количеството топлина, отделено в проводник, по който тече ток, е равно на произведението от квадрата на тока, съпротивлението на проводника и времето за протичане на тока.

Мощност на електричен ток

Работата на електричния ток, извършена за единица време, се нарича *мощност на електричния ток*:

$$P = \frac{A}{t}$$

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

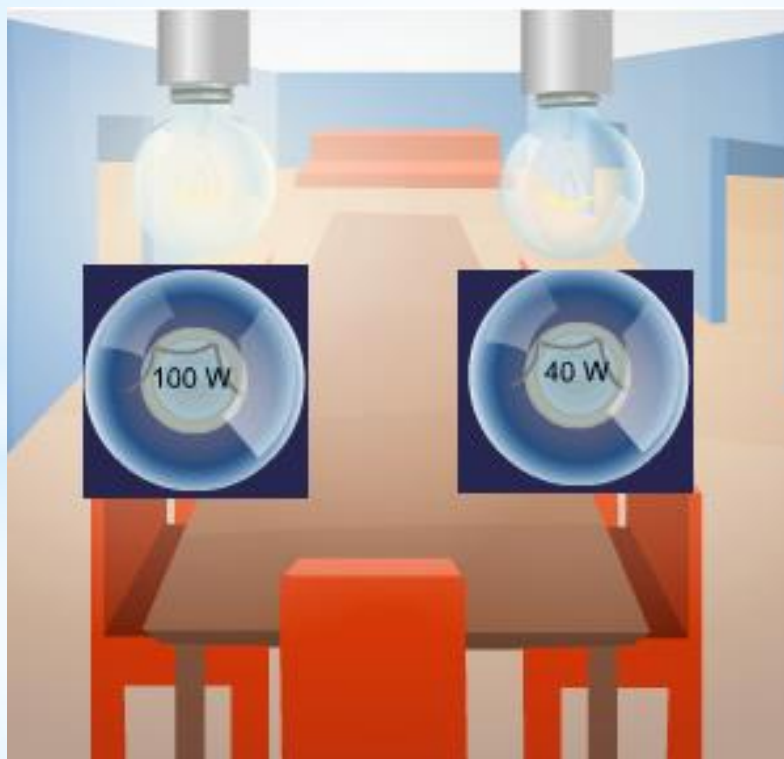
Мощността на тока, протичащ през един електроуред, се нарича мощност на уреда.

Две различни лампи са свързани към 230 V.

Токът през първата лампа е по-голям от тока през втората.

По-големият ток извършва повече работа за същото време и затова първата лампа светее по-силно.

Мощността на първата лампа е по-голяма от тази на втората.



Ако знаем мощността на даден уред, ние можем да пресметнем електрическата енергия, консумирана от уреда за определено време:

$$W = P t$$

Мощността на един уред се изразява в *киловати - kW*, времето, през което работи - в *часове - h*, а резултантното количество енергия се изразява в *киловатчаса - kWh*.

$$1kWh = 1000W \cdot 3600s = 3,6 \cdot 10^6 J = 3,6MJ$$

Ако знаем каква е цената на 1 kWh, ние можем да пресметнем цената на работа на всяко устройство.

Колко струва да гледаш телевизия?

Мощността на телевизора е около 200 W.

Текущата цена на 1 kWh електроенергия е 0.1 euro.

Колко ще платите за ток, ако гледате телевизия средно по:
0.5; 2; 6 часа на ден?

2 часа на ден

- за 1 ден – 0.04 Euro
- за 1 седмица – 0.28 Euro
- за 1 месец (30 дни) – 1,2 Euro

Колко можете да спестите, като използвате енергоспестяваща лампа?

Енергоспестяваща лампа с мощност 11W, осветява толкова ярко, колкото нормална лампа с мощност 60W.



Ако лампите са включени средно по 5 часа на ден, за месец те ще консумират следното количество енергия:

нормална: 9 kWh;

енергоспестяваща: 1,65 kWh

Ако приемем, че 1kWh енергия струва 0.1 euro, разходите за използване на лампите са:

нормална: 0.9 euro;

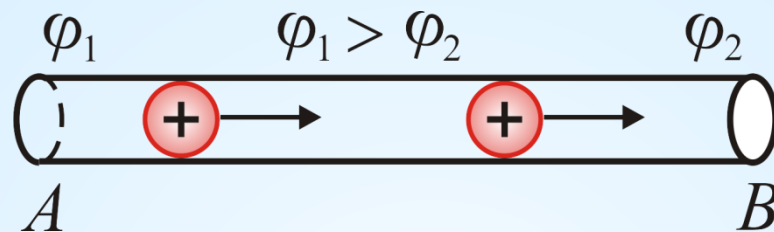
енергоспестяваща: 0.17 euro

Източници на електродвижещо напрежение

Източниците на електродвижещо напрежение са необходими за поддържането на електричния ток в затворена верига, чрез преобразуване на някакъв вид енергия в електрична енергия.

Така например:

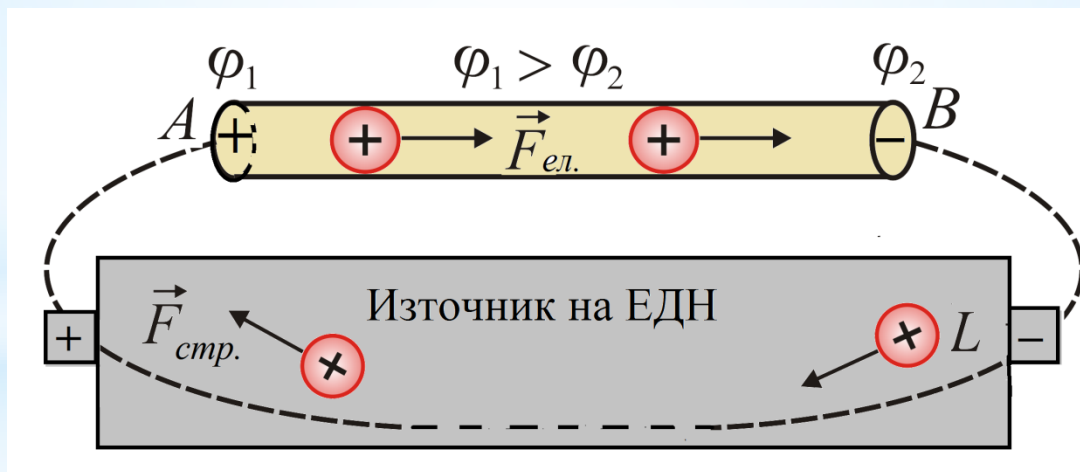
- сухите елементи (батериите) и акумулаторите преобразуват химичната енергия в електрична,
- генераторите – механичната енергия в електрична,
- слънчевите батерии – светлинната енергия в електрична.

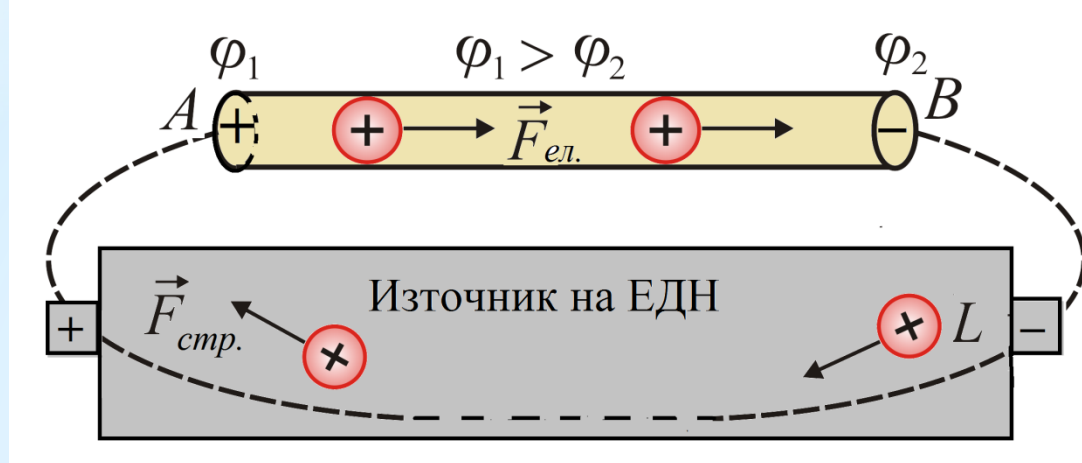


Ако в краищата на еднороден проводник е създадена потенциална разлика $\varphi_1 - \varphi_2$ (например чрез наелектризиране) и се отстрани пораждащата я причина, която задържа зарядите $+q$ и $-q$ в краищата на проводника, то в резултат на Кулоновите сили за кратко време приблизително 10^{-19} s ще протече електричен ток.

В резултат на това големините на зарядите и на потенциалите в двата края на проводника ще се изравнят, т.е. $+q = -q$ и $\varphi_1 = \varphi_2$.

За да протича постоянен електричен ток, трябва да се поддържа постоянна потенциалната разлика $\varphi_1 - \varphi_2$, т.е. необходимо е от края с по-малък потенциал φ_2 да се отнемат заряди и да се пренесат в края с по-висок потенциал φ_1 . Необходимо е да се осъществи кръговрат на зарядите по затворен път L .





- Работата, която извършват електростатичните сили за пренасянето на електричен заряд по затворен контур е нула.
- Затова пренасянето на заряди се извършва от неелектростатични сили, наречени **странични сили**.
- Природата им е различна – химична, механична и др.
- Източникът на тези сили се нарича **източник на електродвижещо напрежение (ЕДН)**.
- Той пренася заряд от точка с по-нисък потенциал към точка с по-висок потенциал (пунктирана линия).

При всяко пълно завъртане на заряда $+q$ по затворения контур L , източникът на ЕДН извършва работа:

$$A_{\text{стр.}} = q\mathcal{E}$$

Електродвижещото напрежение се дефинира като работата, която извършват страничните неелектрични сили $F_{\text{стр.}}$ за пренасяне на единичен положителен заряд ($+1\text{C}$) по затворен контур:

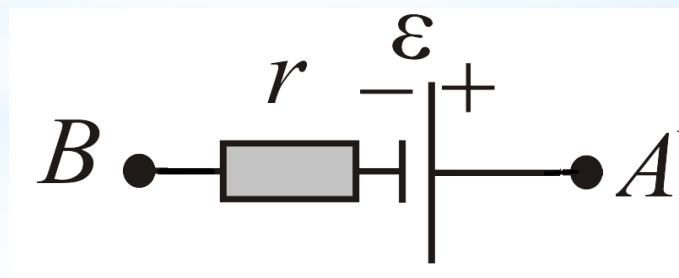
$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{стр.}}}{q}.$$

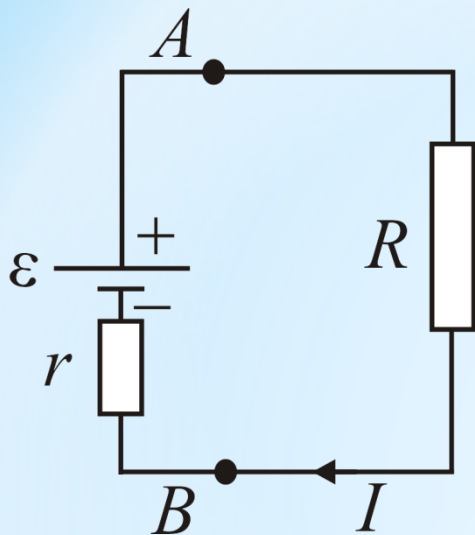
Страничните сили характеризират ЕДН и се дефинират:

$$\vec{F}_{\text{стр.}} = q\vec{E}_{\text{стр.}},$$

където $\vec{E}_{\text{стр.}}$ е интензитетът на полето на страничните сили.

- При протичане на електричен ток в затворена верига топлина се отделя както в консуматорите, така и в източника (батерията се нагрива при работа).
- Източниците също имат електрично съпротивление. То се нарича *вътрешно съпротивление на източника на ЕДН* и се бележи с r .
- В електрическата схема вътрешното съпротивление r се представя като допълнителен резистор, свързан последователно на източника.





Закон на Ом за цялата верига

Веригата се разделя на две части:

външна част – R и съединителните проводници

вътрешна част – източникът на ЕДН с ε и r .

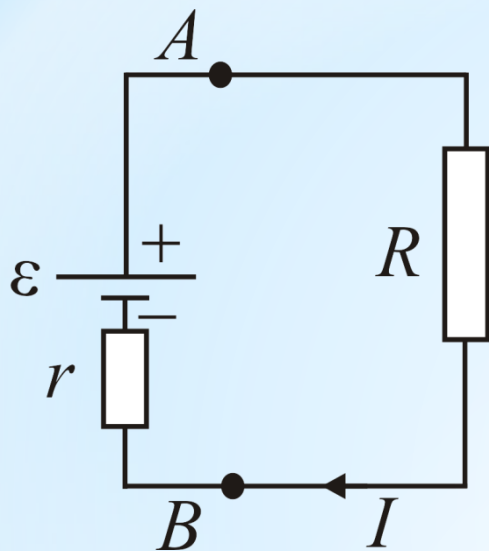
От закона за запазване на енергията: $Q = A_{\text{стр.}}$

$$Q = I^2 R t + I^2 r t$$

$$A_{\text{стр.}} = \varepsilon I t$$

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

Закон на Ом за цялата верига - токът I в една затворена електрична верига е равен на отношението на електродвижещото напрежение ε на източника към пълното съпротивление $R + r$ на веригата.



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

$$IR + Ir = \mathcal{E}$$

- Напрежението на външната част на веригата $U=IR$ е по-малко от ЕДН на източника \mathcal{E} . Двете напрежения могат да се изравнят само, ако вътрешното съпротивление на източника е $r = 0$.
- Ако във веригата не е свързан консуматор, това свързване се нарича свързване на късо. Протичащият ток тогава ще е много силен и се нарича ток на късо съединение: $I = \mathcal{E} / r$