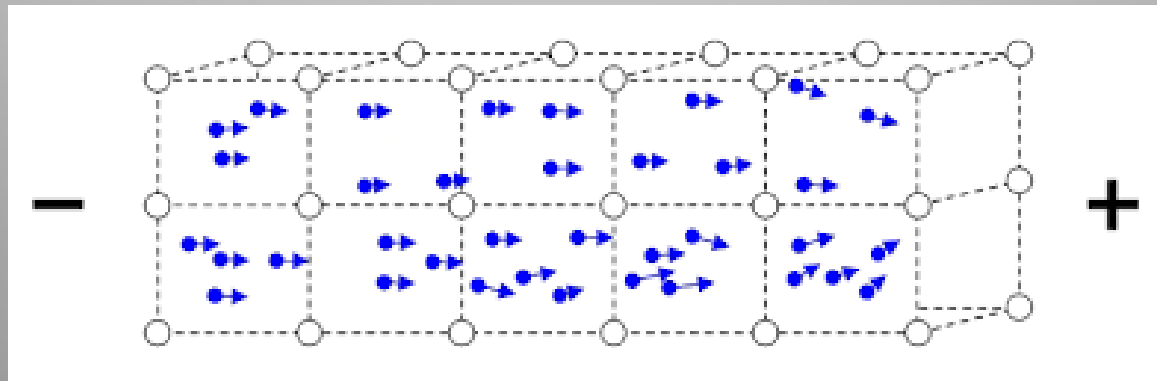


***Megmozdulnak a
töltéshordozók!***

Elektromos áram



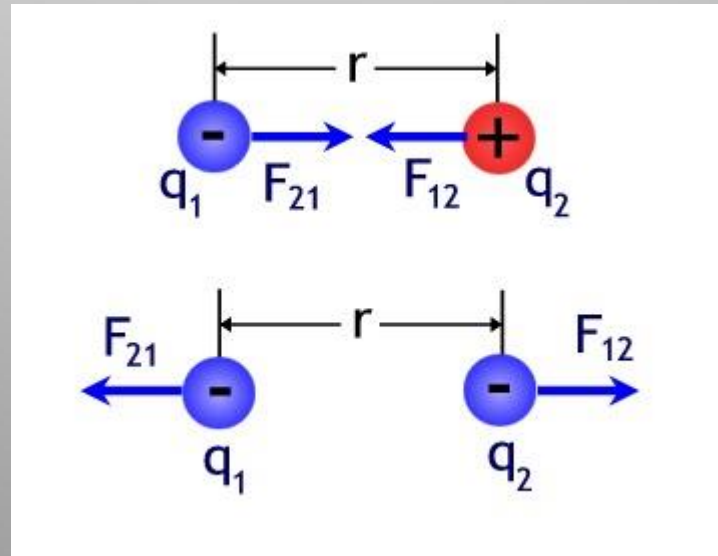
Mit értünk 1 coulomb alatt?

- A coulomb az elektromos töltés mértékegysége (jele: C), amelyet **Charles Augustin Coulomb** (1736–1806) francia fizikus emlékére nevezték el.



Mit értünk 1 coulomb alatt?

- 1 C nagyságú az a töltés, amelyik egy vele egyenlő nagyságú, tőle egy méter távolságra lévő töltésre $9 \cdot 10^9$ N (newton) erővel hat.



Milyen nagy az 1 C töltés?

- 1 C igen nagy töltés.
Összehasonlításképpen: egy elektron töltése $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Elektromos áram

- **Elektromos áram:**

az elektromos töltések rendezett mozgása
+ és/vagy – töltések mozgása hozza létre

- **Áram iránya:**

a pozitív töltéshordozók mozgásának
iránya



André-Marie Ampère (1776 – 1836) francia fizikus

Áramerősség:

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

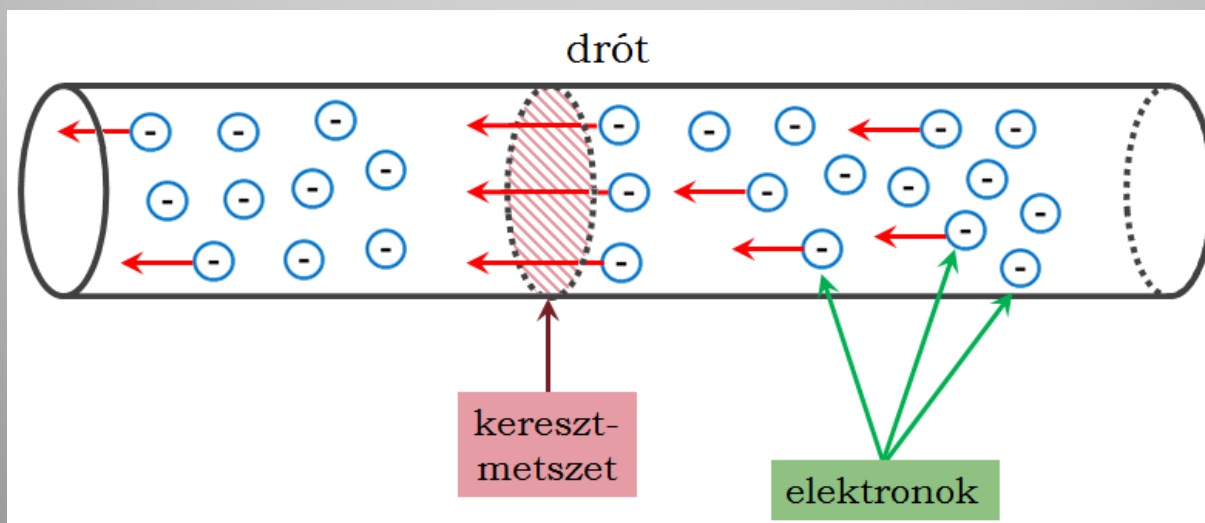
Mértékgysége: A (ampere)

Egyenáram (stacionárius áram): $I = \text{állandó}$

$$Q = It$$

Mit értünk 1 amper alatt?

- A amper esetén 1 másodperc alatt 1 coulomb töltés halad át egy adott felületen. Képlettel leírva: $1 A = 1 \frac{C}{s}$



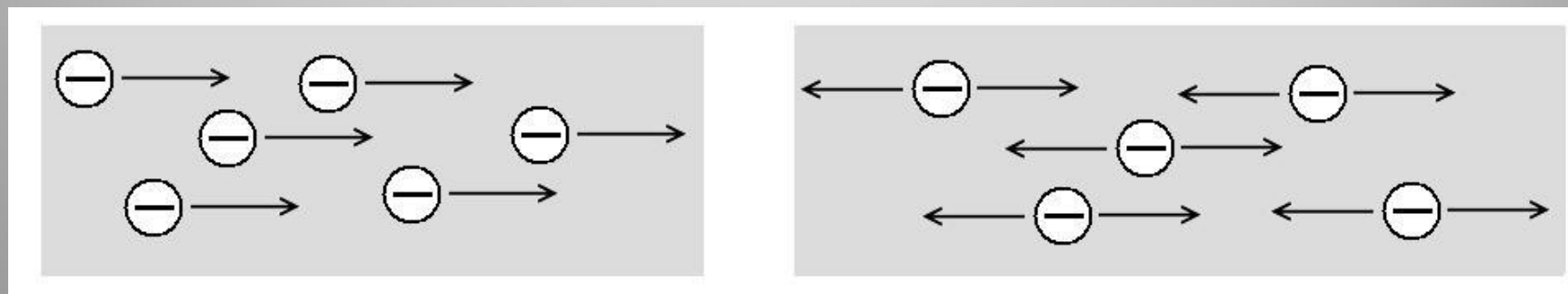
Mit értünk egyenáram alatt?

- Egyenáramról beszélünk akkor, amikor az elektromos töltéshordozók egy irányba haladnak.
- A modern számítógépek, elektronikus eszközök nagy része egyenárammal működik.

Mit értünk váltakozó áram alatt?

- Váltakozó áram esetén a töltéshordozók nem folyamatosan egy irányba haladnak, hanem elindulnak egy irányba, majd visszafordulnak és ezt a mozgást újra és újra ismétlik.

Egyen- és váltakozó áram



Néhány eszközön üzemelése közben átfolyó áram erőssége

- Izzólámpa: 0,1 – 0,6 A
- Vasaló: 2 A
- Villanybojler: 10 A
- Autó önindítója: 200 – 400 A
- Villanymozdony: 2000 A

Minek hatására mozdulnak el az elektromos töltéshordozók?

Elektromos feszültség

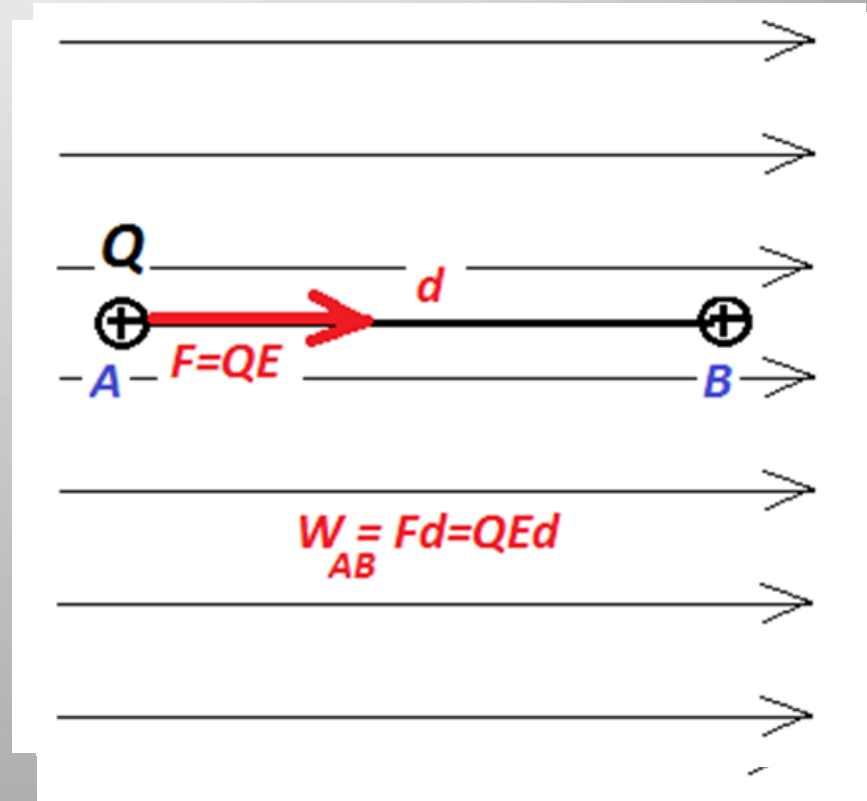
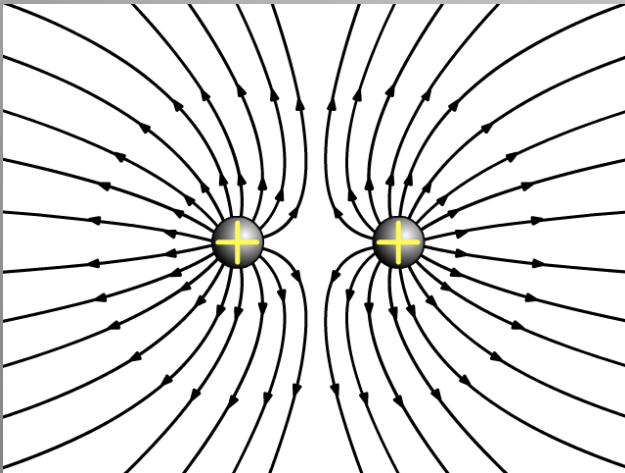
Azt a mennyiséget, amelyik az elektromos mezőt **munkavégzés szempontjából jellemzi**, feszültségnek nevezzük.

Elektromos mező munkája

- Mikor mozdul el egy elektromos töltés?

Akkor, ha az elektromos mező erőt fejt ki rá!

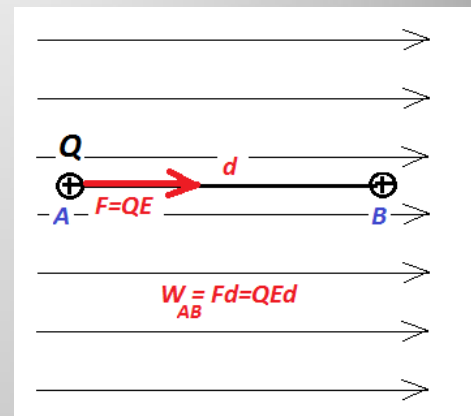
- Történik-e munkavégzés?
Igen! Mert a töltés elmozdul!



W_{AB} azt a munkát jelenti, amely révén az elektromos tér a Q töltést az A pontból a B-be juttatja.

Az elektromos feszültség meghatározása

Az elektromos mező a benne lévő töltésre erőt fejt ki. Ha a töltés elmozdul a mező munkát végez. Az elmozduló töltésen végzett munka nem csak a mezőtől, hanem a töltéstől is függ.



Az ábrán W_{AB} a Q töltés A-ból B-be mozgatásakor végzett munka. U_{AB} az A és B pont közötti feszültség. Meghatározása az alábbi:

$$\text{feszültség}(U_{AB}) = \frac{\text{töltésen végzett munka } (W_{AB})}{\text{elmozdított töltés nagysága } (Q)}$$

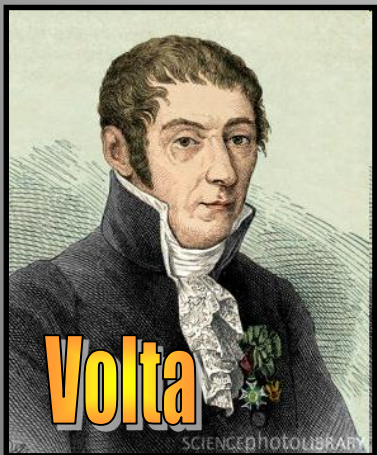
$$\text{Kiszámítása : } U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

$$\text{Mértékegysége : } \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{V (volt)}$$

Mit értünk 1 V feszültség alatt?

- A feszültség mértékegysége megadja, hogy mennyi munkát képes végezni a mező, miközben az egységnyi próbatöltés az A pontból a B pontba jut.
- A feszültség mértékegysége Alessandro Volta (1745-1827) itáliai fizikus emlékére volt, jele V.

$$[U] = \frac{J}{C} = V$$



1 volt (V) a feszültség két pont között, ha az 1 coulomb (C) töltés egyik pontból a másikba való juttatásához 1 joule (J) munka szükséges.

Feszültségforrások



12 Volt



230 V



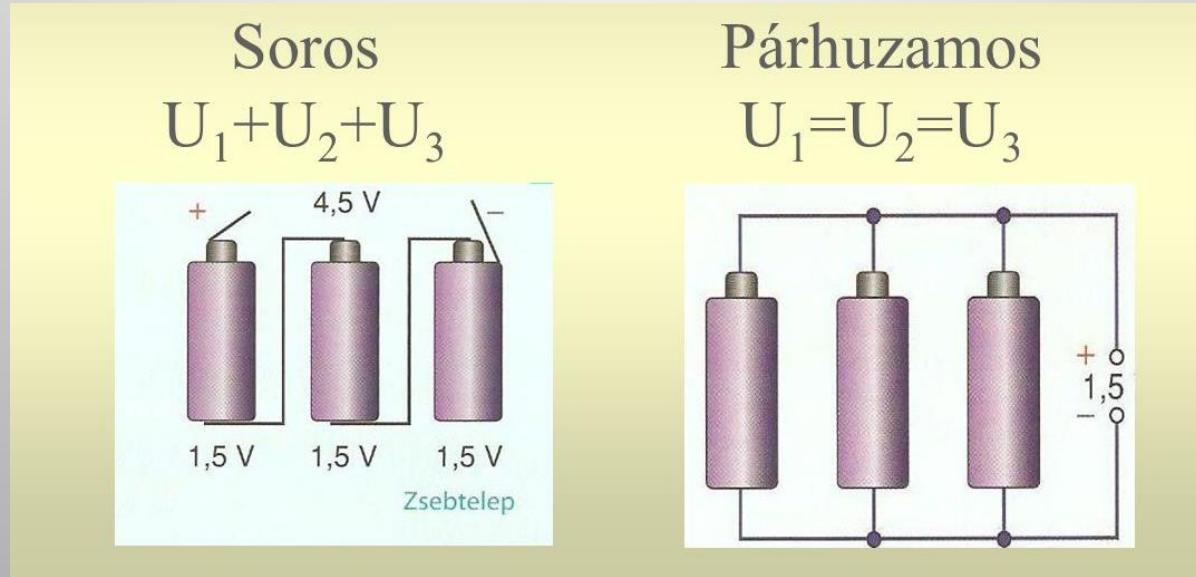
1,5 Volt



3-5 Volt

Minél nagyobb a feszültség két pont között, annál nagyobb munkavégzésre lehet számítani.

Áramforrások kapcsolása



- Ha elemeket ellentétes pólusaikkal kötjük egymás után, akkor az elemeket sorosan kapcsoltuk.
- A sorba kapcsolt áramforrások feszültsége összeadódik.

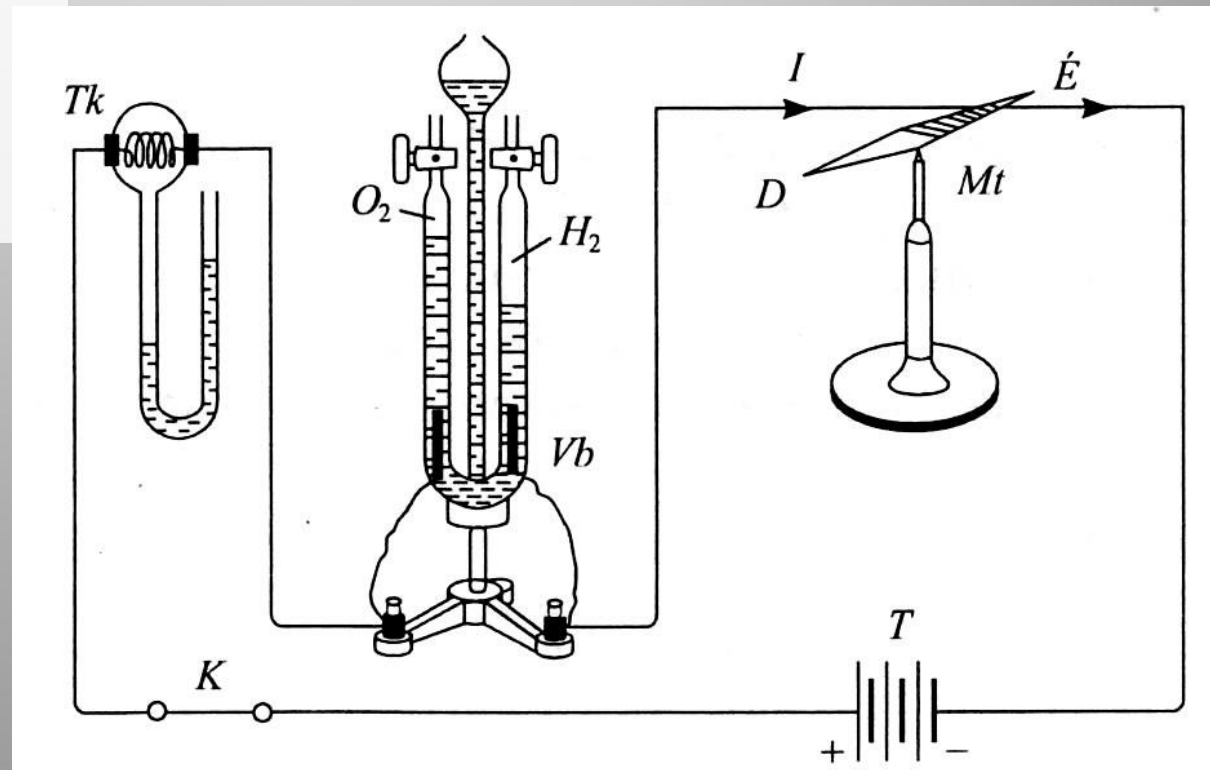
Ha egyező feszültségű elemeket azonos pólusaikkal kötjük össze, akkor az elemeket párhuzamosan kapcsoltuk.

A kapott feszültség ugyanakkora, mint egyetlen elemé.

Ezt a kapcsolást ritkán használják.

Az elektromos áram hatásai

- hőhatás
- kémiai hatás
- mágneses hatás
- fényhatás
- ...

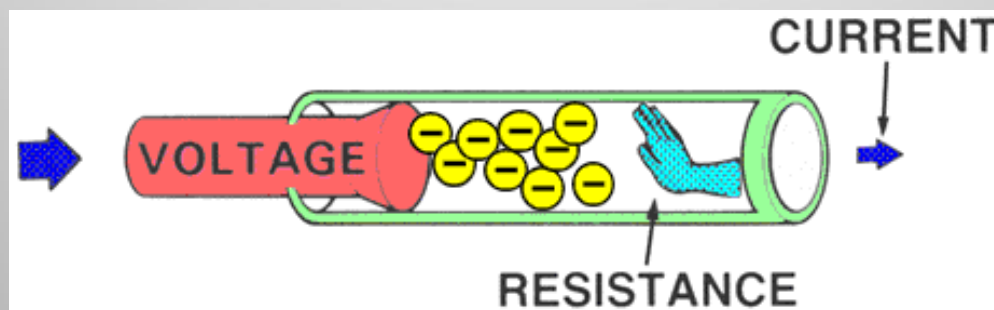


Ellenállás, Ohm törvénye

Fogyasztók kapcsolása

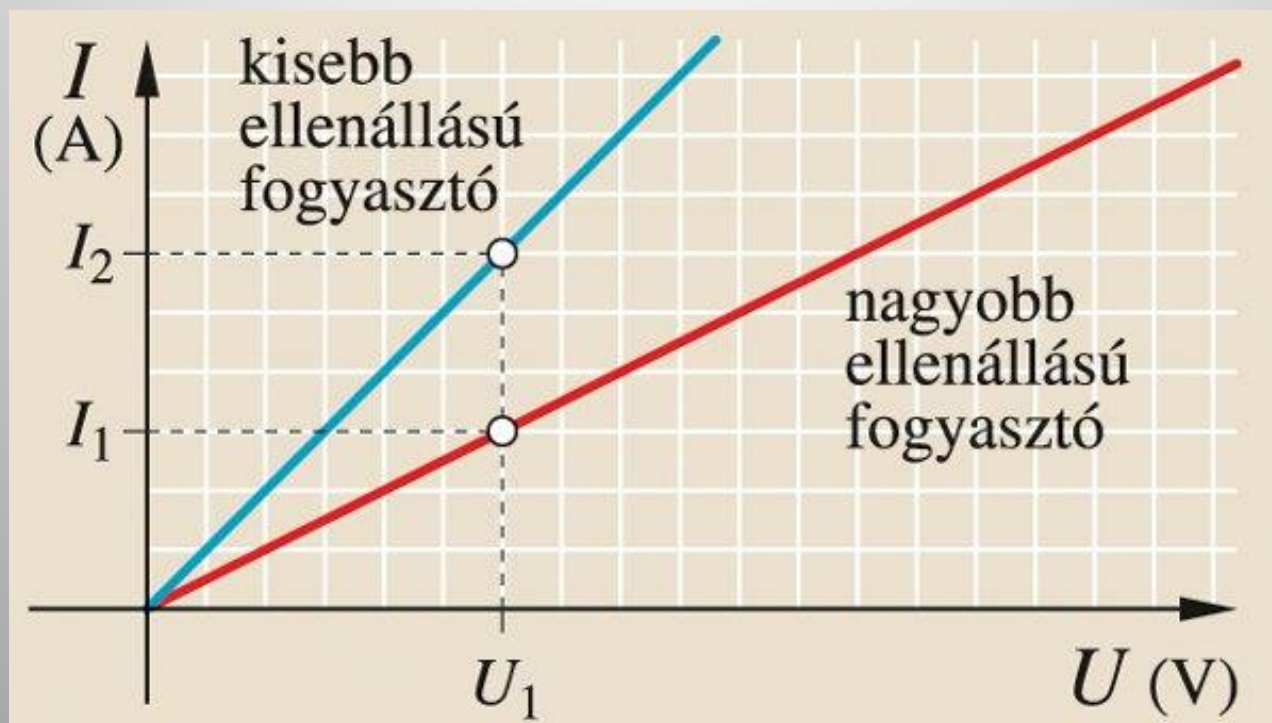
Ellenállás fogalma

- Az egyes fogyasztókon áthaladó töltéshordozók mozgása kisebb-nagyobb mértékben **akadályozva van**.



- **Az ellenállás a fogyasztónak az a tulajdonsága, amely megszabja, hogy adott feszültség mellett mekkora lesz az átfolyó áram erőssége.**
- **Adott feszültség esetén nagy ellenállású fogyasztó esetén kicsi, kis ellenállás esetén nagy az áthaladó áram erőssége.**

Ohm törvénye



A fogyasztón áthaladó áram erőssége egyenesen arányos a fogyasztóra kapcsolt feszültséggel.

$$I \sim U$$

Ellenállás, jele, mértékegysége

- Az ellenállás **jele: R** (a latin resistencia szóból)
- Az ellenállás **mértékegysége: ohm.** Georg Simon Ohm emlékére.
- Az ohm jele: Ω (görög abc-ből a nagy omega)

Mit értünk 1 ohm alatt?

Adott fogyasztó esetén az $\frac{U}{I}$ hányados állandó, ez a fogyasztó ellenállása.

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

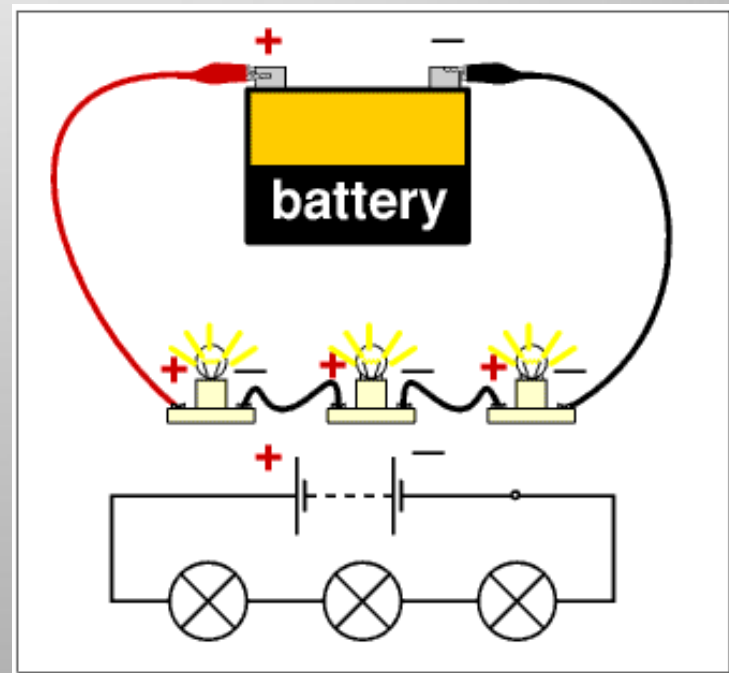
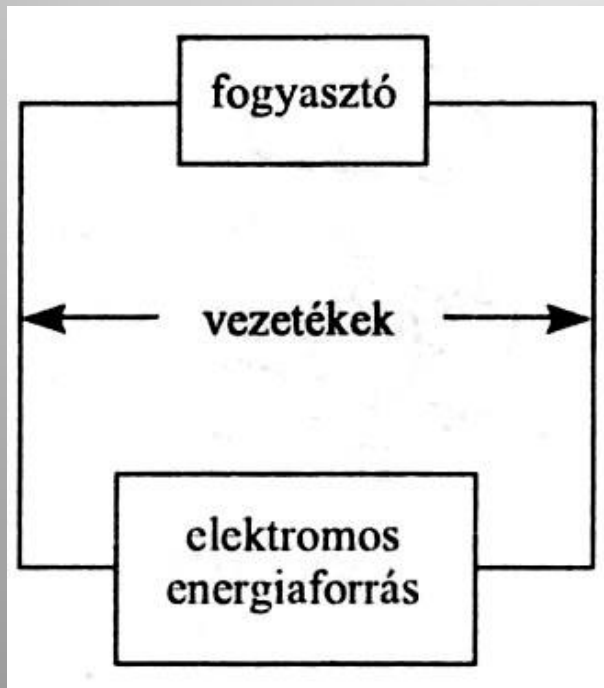
R : ellenállás, egysége: ohm (Ω) $1 \Omega = 1 \frac{V}{A}$

1 ohm az ellenállása annak az áramköri elemnek, amelyen 1 V feszültség hatására 1 amper erősségű áram halad át.

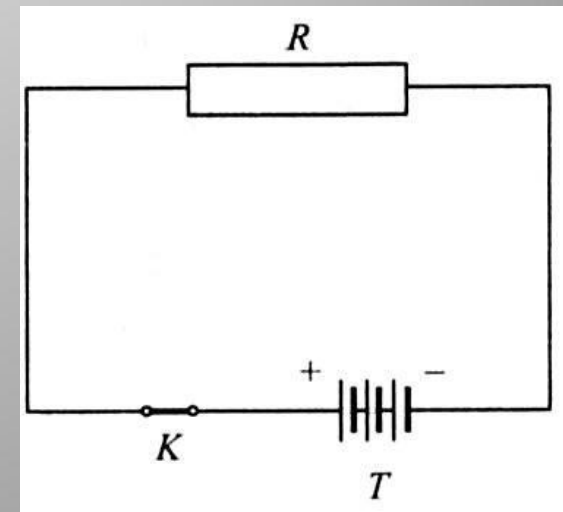
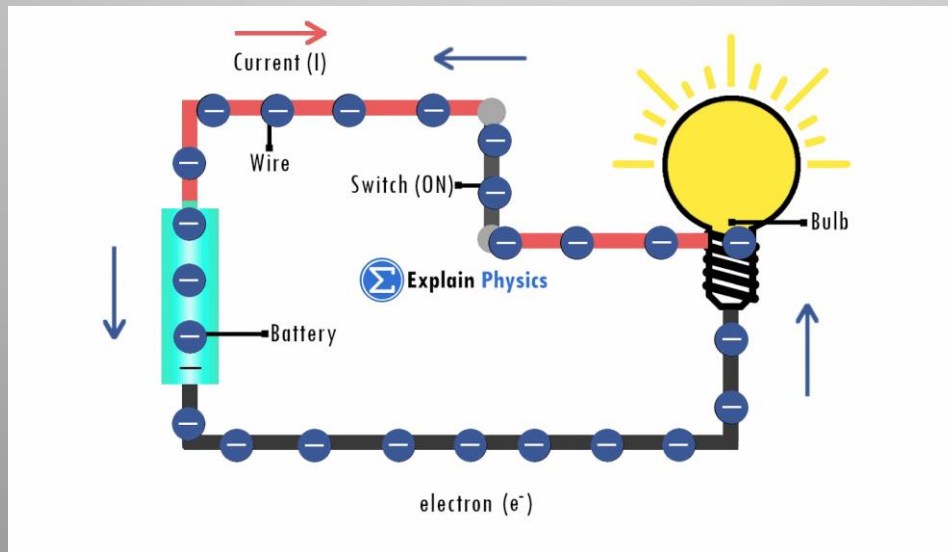
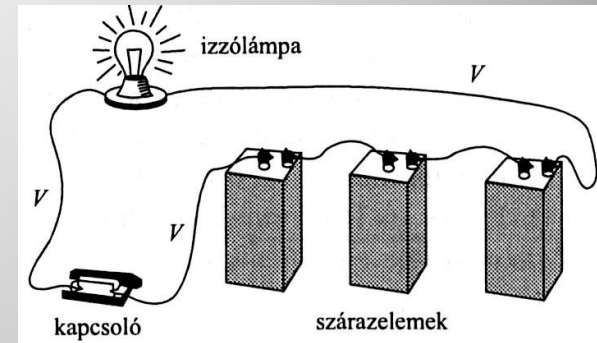
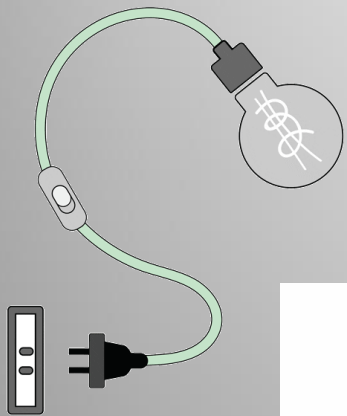


Georg Simeon Ohm
(1787 – 1854)


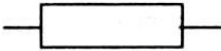

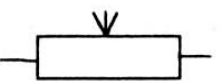




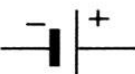



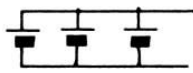
Egyszerű áramkör



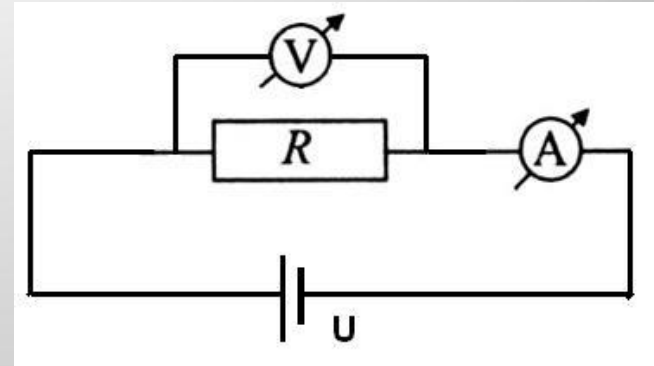
Egyszerű áramkör



Rajzjelek

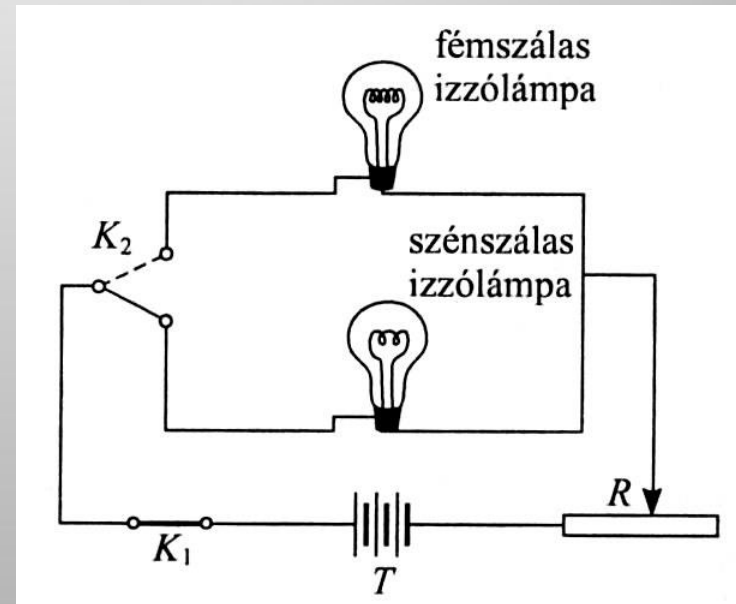
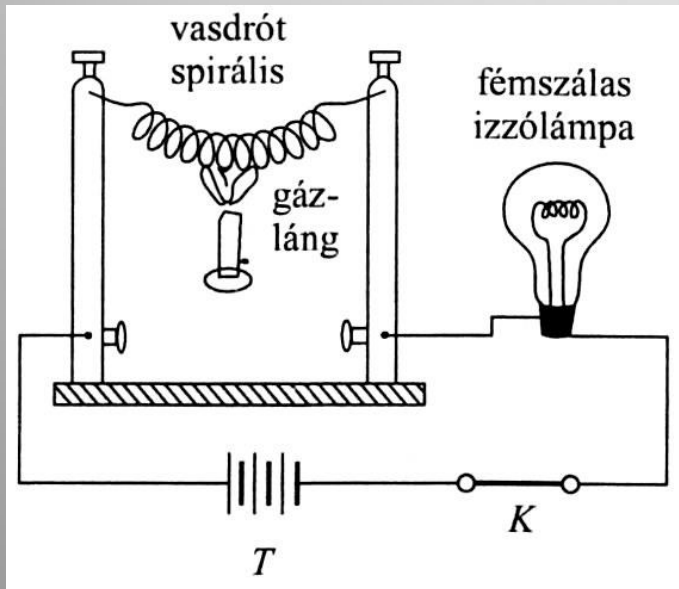
Rajzjel	Elnevezés	Rajzjel	Elnevezés
	elektromos vezeték		állandó ellenállás
	elágazó vezeték		változtatható ellenállás
	a vezetékek között nincs elektromos kapcsolat		potenciométer
	elektromos kapcsoló		ampermérő
	elem (cella)		galvanométer
	telep (sorba kapcsolt elemek)		voltmérő
	telep (párhuzamosan kapcsolt elemek)		

Árammérők és feszültségmérők



- **Árammérő (ampermérő)**
 - sorba kötjük
 - jól vezeti az áramot, **kicsi az ellenállása**
- **Feszültségmérő (voltmérő)**
 - párhuzamosan kötjük
 - alig vezeti az áramot, **nagy az ellenállása**

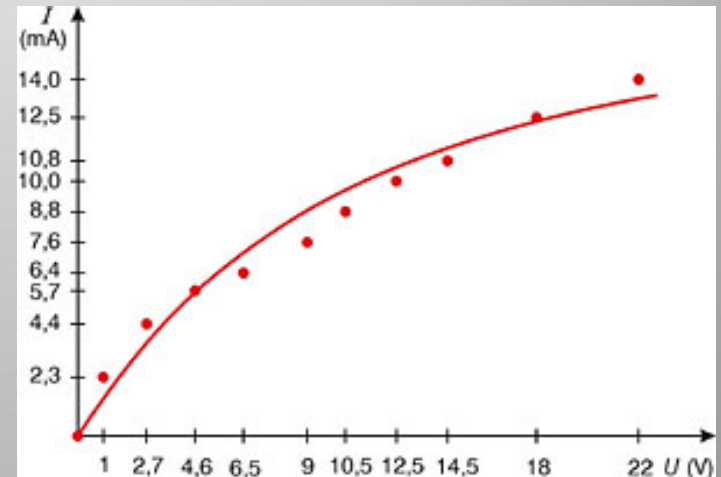
Az ellenállás hőmérsékletfüggése



Fémes vezető ellenállásának hőmérsékletfüggése

Fémek: t nő $\rightarrow R$ nő

Az Ohm-törvényre vonatkozó mérés elvégezhető úgy, hogy az áramkörbe egy 220 V-os izzólámpát kapcsolunk, majd ábrázoljuk az áramerősség-feszültség függvényt! A feszültség növelése közben óvatosan többször megérintve az izzó üvegburáját megállapíthatjuk, hogy az egyre forróbbá válik. A legnagyobb feszültségnél az izzószál már sötétvörösen izzik. Ez azt mutatja, hogy hőmérséklete jelentősen megnőtt.

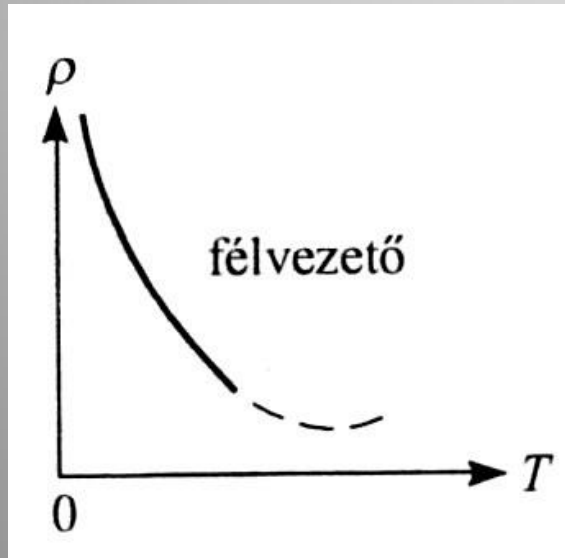


A fémes vezetők ellenállása függ a hőmérséklettől. Magasabb hőmérsékleten a fémkristály kötött részecskéinek erőteljesebb rezgése nagyobb akadályt jelent az áramló elektronok számára.

Az ellenállás hőmérsékletfüggése speciális anyagok esetében

**Szén, félvezetők,
elektrolitok:**

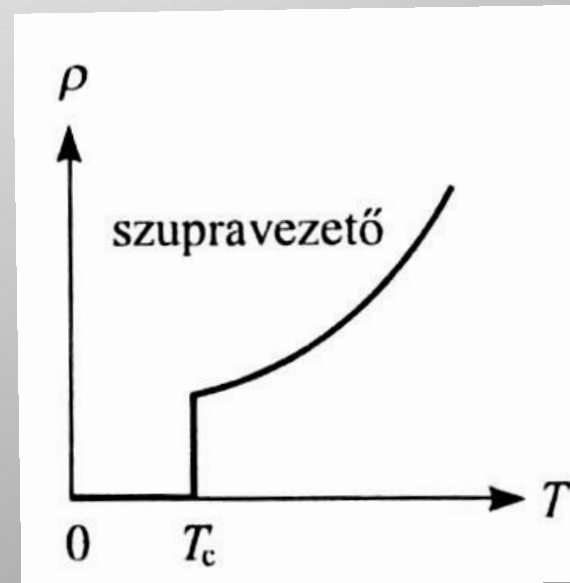
T nő $\rightarrow R$ csökken



A félvezetők ellenállása a hőmérséklet növelésével erőteljesen csökken.

Szupravezetők:

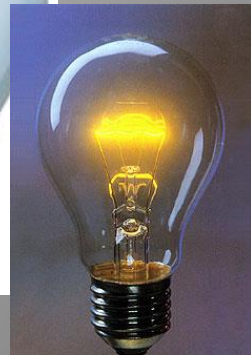
T_c kritikushőmérséklet $\rightarrow R = 0$



A szupravezetők ellenállása egy bizonyos kritikus hőmérséklet alatt nullává válik.

Néhány fogyasztó ellenállása

FOGYASZTÓ	ELLENÁLLÁS
izzólámpa	300 – 3000 Ω
vasaló	30 – 80 Ω
villanytűzhely	28 – 80 Ω



Elektromos munka

Ha a fogyasztón U a feszültség és Q az átáramló töltés, akkor a feszültség definíciója alapján az elektromos mező munkája:

$$W=Q \cdot U$$

Tudjuk, hogy $Q=I \cdot t$

A fogyasztón végzett elektromos munka

$$W=U \cdot I \cdot t$$

Az elektromos munka SI mértékegysége:

$$1J = 1V \cdot A \cdot s$$

Stacionárius (időben állandó) áram teljesítménye

A teljesítmény a munka és idő hányadosa: $P = \frac{W}{t}$

Így az elektromos teljesítmény:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t}$$

$$P = U \cdot I$$

A teljesítmény

*mértékegysége: $1W=1V \cdot A$
(1 watt=1 volt·amper)*

A feszültséget $U=I \cdot R$ összefüggéssel behelyettesítve:

$$P = I^2 \cdot R$$

Az áramerősséget $I = \frac{U}{R}$ összefüggéssel behelyettesítve:

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

A gyakorlatban a teljesítmény mértékegységének többszörösei is használatosak:

1 mW (=1 milliwatt) = 0,001 W

1 kW (=1 kilowatt) = 1000 W

1 MW (=1 megawatt) = 10^6 W

1 GW (=1 gigawatt) = 10^9 W.

Hogyan számol az elektromos szolgáltató?

Az elektromos készülékek (fogyasztók) használata közben végzett elektromos fogyasztásnak is szokás nevezni.

(A lakásban váltakozó áramot használunk, de klasszikus fogyasztóknál a munka számításának elve hasonló.)

Az elektromos szolgáltatók nem az SI szerinti Joule-t használják az elektromos munka mértékegységének hanem a kilowattórát (kWh).



$$1 \text{ kWh} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ J} = 3600 \text{ kJ}$$

Elektromos fogyasztók jellemzői

Egyes háztartási készülékek teljesítményigénye				
Készülék	Fogyasztás (Watt)			Üzemóra/hét
	Minimális	Átlagos	Maximális	
Hűtőszekrény	40	80	125	168
Fagyasztóláda	40	80	125	168
Villanytűzhely	1000	6500	7100	21
Főzőlap	1000	1000	1500	28
Sütő	2000	2000	2500	7
Mikrosütő	700	800	900	3
Teafőző	900	2200	2400	1
Kenyérpirító	1400	800	600	1
Turmixgép	190	300	400	1
Mosógép	690	900	1200	2
Mosogatógép	800	1000	1240	7
Vasaló	250	1900	2400	2
Hajszárító	1100	1800	2000	1
Porszívó	1400	1800	2000	1
Számítógép	40	125	200	28
Televízió	50	80	100	28
Izzólámpa	20	20	100	35

kávéfőző	700 – 1100 W
hőszugárzó	600 – 4000 W
vasaló	1200 – 1800 W
vízmelegítő	1400 – 2400 W
villanytűzhely	3 – 10 kW
villamos mozdony	1600 – 7000 kW

Elektromos fogyasztók jellemzői

	Fogyasztás W	
	Készlenléti	Használati
Epson SX510W nyomtató	2,7	12,5
Samsung 2233BW monitor		
Kikapcsolva	0,4	
Készlenlétkben	0,4	
100 Fényerővel		39
50 Fényerővel		33
0 Fényerővel		18
Lg W1946 monitor		
Kikapcsolva	0	
Készlenlétkben	0	
100 Fényerővel		22
50 Fényerővel		17
0 Fényerővel		13
Logitech Z5300 hangfal		
Kikapcsolva	4,4	
Bekapcsolva némán		22,6
~15% hangerőn		24
~25% hangerőn		36
Edimax Gigabit router		4,1

	Fogyasztás W	
	Készlenléti	Használati
Samsung 40" LDC Tv	2,2	
Max fényerőn		99
Nagy fényerőn		62
Közepes fényerőn		50
Alacsony fényerőn		38
Samsung 22" LDC Tv	1	
Közepes fényerőn		40
Philips színes led lámpa	1,5	
Max fényerőn		10,5
Min fényerőn		1,2
UPC HD mediabox	17,8	26
Philips hálózati hord. Tel.		2,3

Fényforrások összehasonlítása

WATT vs. LUMEN ENERGIA MEGTAKARÍTÁS

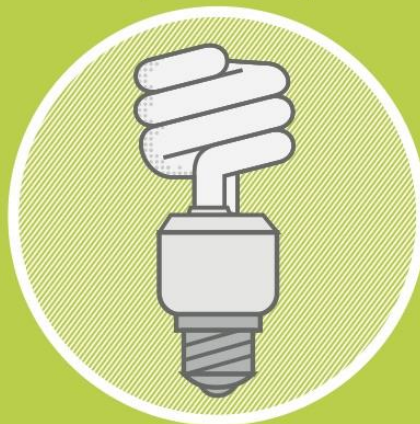
Izzólámpa



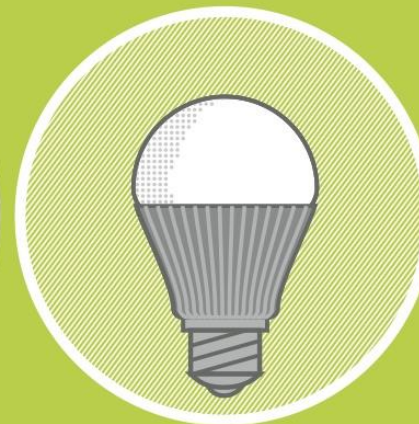
Halogén lámpa



Kompakt fénycső



LED



Megtakarítás: 0%

Watt	Lumen
25 W	220 lm
40 W	415 lm
60 W	710 lm
75 W	935 lm
100 W	1340 lm

Megtakarítás: 30%

Watt	Lumen
18 W	170 lm
28 W	345 lm
42 W	360 lm
35 W	840 lm
70 W	1200 lm

Megtakarítás: 80%

Watt	Lumen
5 W	270 lm
8 W	505 lm
12 W	741 lm
15 W	970 lm
20 W	1220 lm

Megtakarítás: akár 90%

Watt	Lumen
4 W	250 lm
5,5 W	470 lm
9 W	806 lm
10,5 W	1055 lm
13,5 W	1521 lm

Feladat



Egy 500 W-os merülőforralót 5 percig működtetünk.

- Mennyibe kerül ez ha 1 kWh 40 Ft?
- Mennyi a merülő forraló ellenállása?

a) Megoldás

- Teljesítmény: $500 \text{ W} = 0,5 \text{ kW}$
- Idő: $5 \text{ perc} = 1/12 \text{ óra}$

Végzett munka: $0,5 \text{ kW} \cdot 1/12 \text{ h} = 0,042 \text{ kWh}$

Ár: $0,042 \text{ kWh} \cdot 40 \text{ Ft/kWh} = 1,68 \text{ Ft}$

Feladat



Egy 500 W-os merülőforralót 230 V-os hálózatra tervezték.

b) Mennyi a merülő forraló ellenállása?

b) Megoldás

Ohm törvénye alapján: $I = \frac{U}{R}$

$$P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{U^2}{P} \quad R = \frac{(230 \text{ V})^2}{500 \text{ W}} \quad R = 105,8 \, \Omega$$

Feladat

- Egy 24 V-os feszültségről működtetett izzó teljesítménye 100 W.
- Mennyi az izzó ellenállása?

$$\bullet \quad R = \frac{U^2}{P}$$

$$R = \frac{(24 \text{ V})^2}{100 \text{ W}}$$

$$R = 5,76 \text{ } \Omega$$

Feladat

- Egy 1200 W-os mosógépet egy hónapban átlagban 30 órát használunk. Mennyibe kerül egy havi mosás ha 1 kWh 40 Ft?
- Teljesítmény: $1200\text{ W} = 1,2\text{ kW}$
- Idő: 30 óra
- **Végzett munka:** $1,2\text{ kW} \cdot 30\text{ h} = 36\text{ kWh}$
- **Ár:** $36\text{ kWh} \cdot 40\text{ Ft/kWh} = 1440\text{ Ft}$