

# ELEKTROMOSSÁG

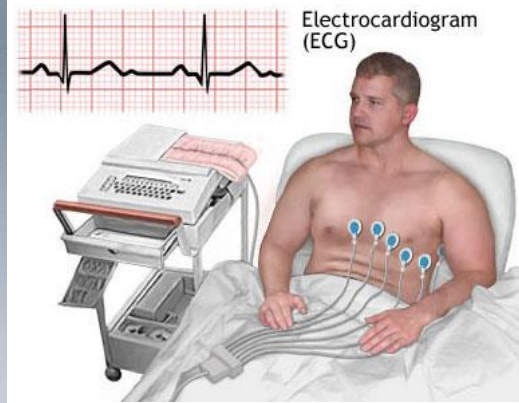
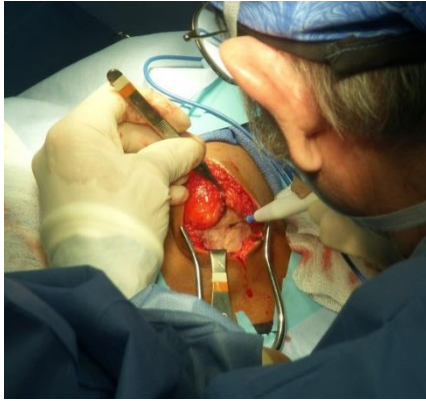
Dr. Kósa Nikoletta

Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

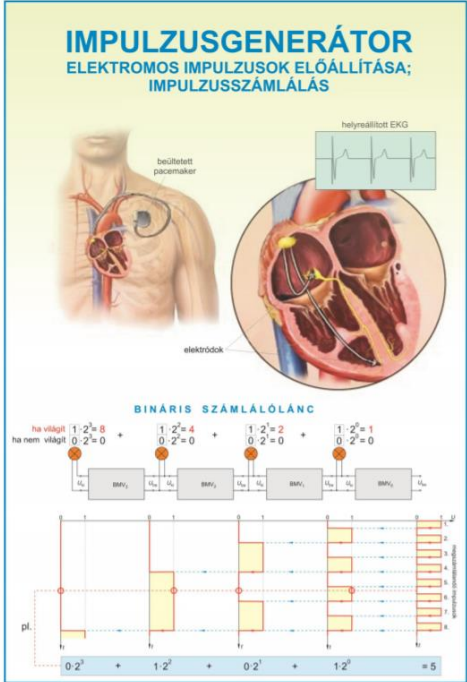
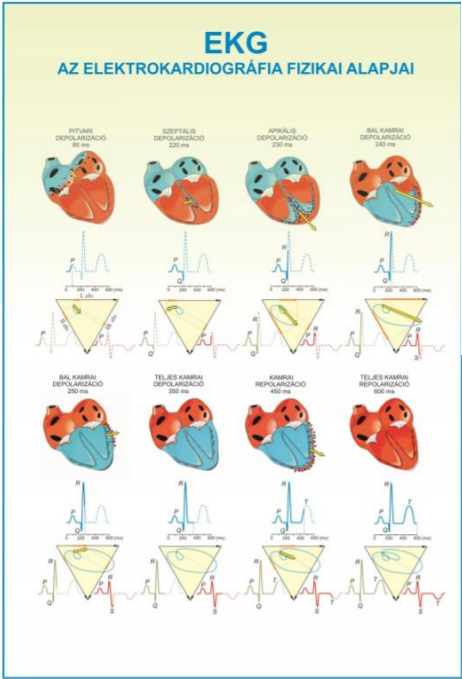
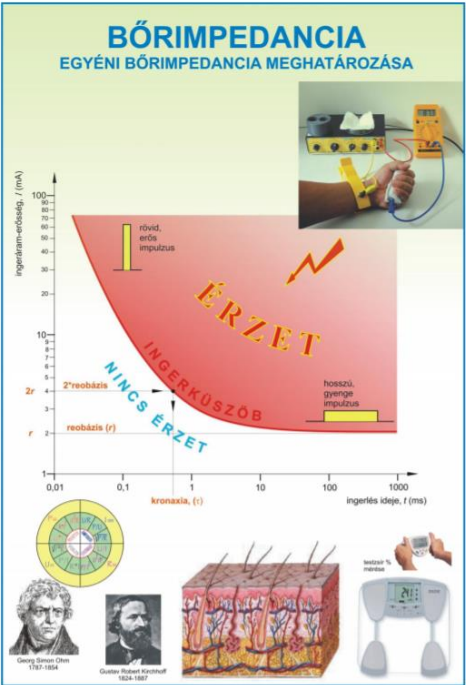
2023.09.25



SEMMELWEIS  
EGYETEM 1769

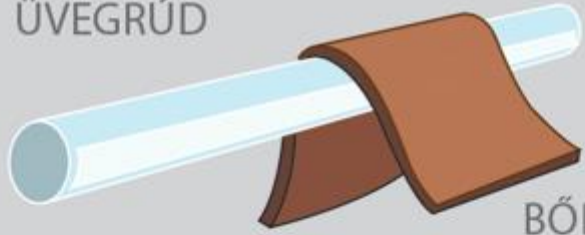


## Elektromosság orvosi és gyógyszerészeti felhasználása





ÜVEGRÚD



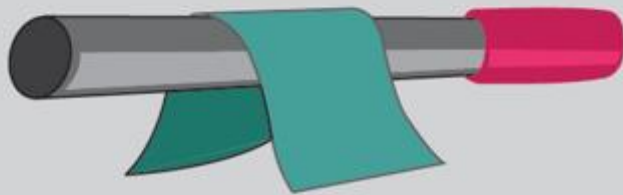
BŐR

MŰANYAG RÚD

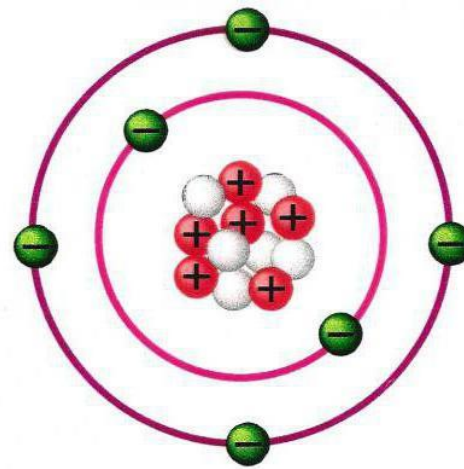


SZŐR

FÉMRÚD



SZÖVET



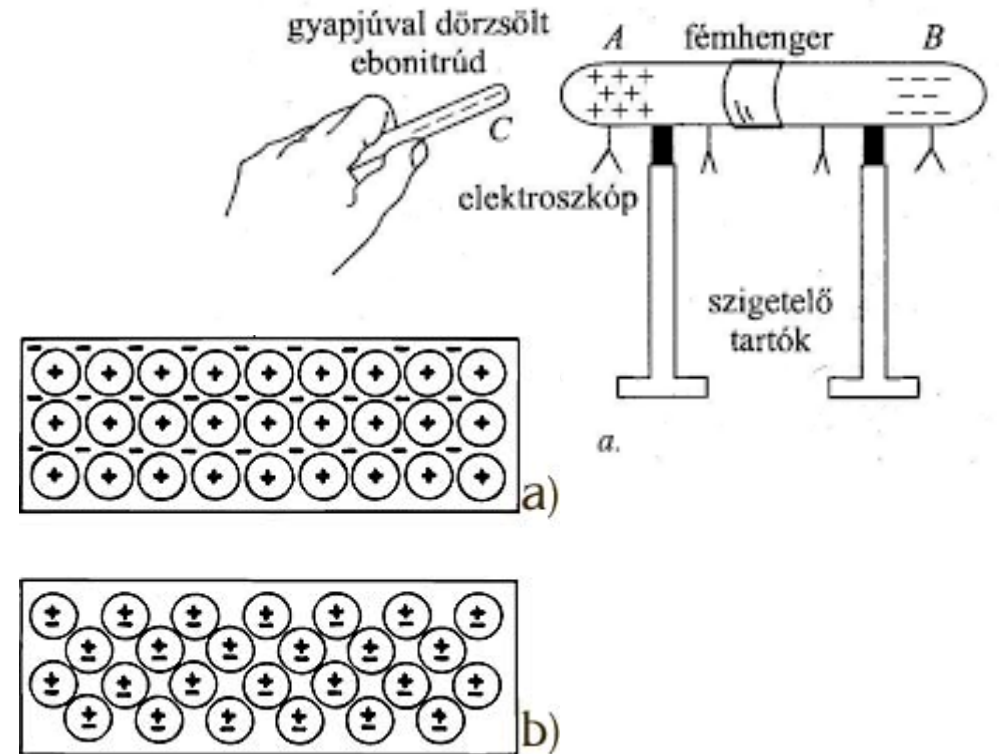
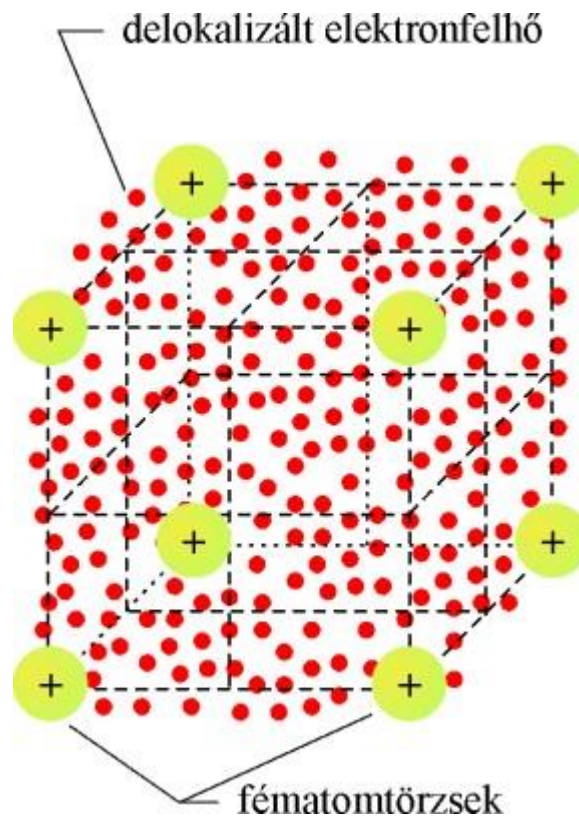
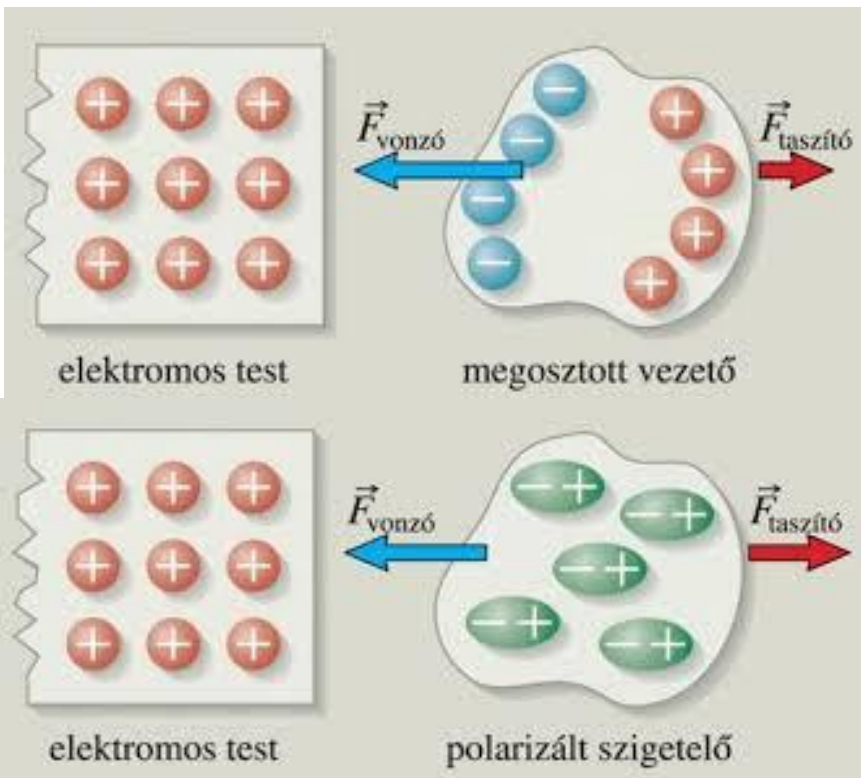
● - Electron

● - Proton

● - Neutron



# Elektromos megosztás



# Elektromos töltés

$q$  [C] *Coulomb*

**elemi töltés:**

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$q_{p^+} = e$$

$$q_{e^-} = -e$$

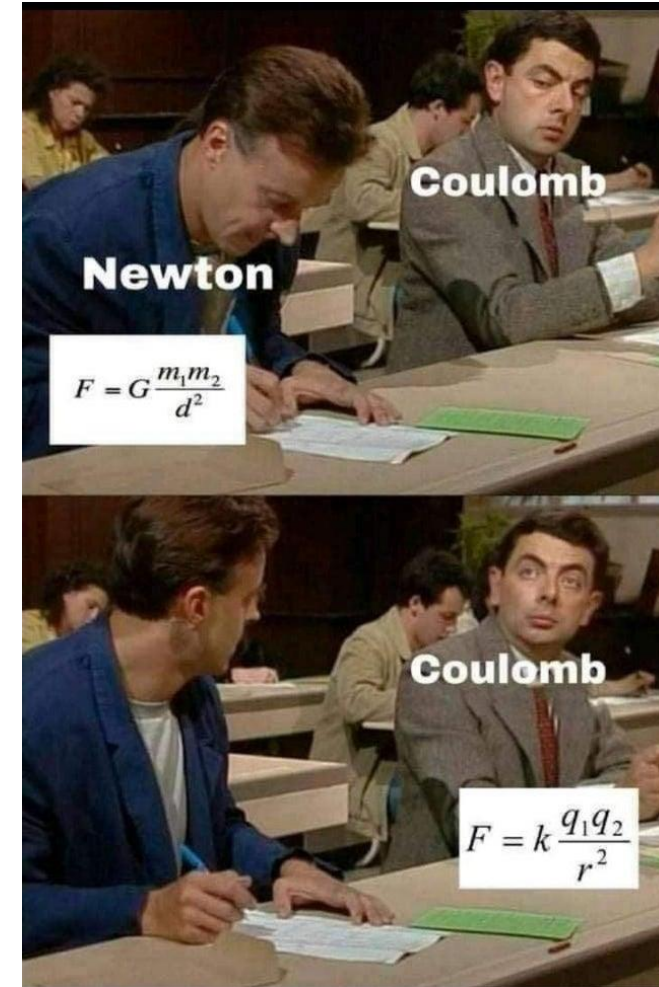


**Coulomb-törvény:**

Gravitáció törvénye:

$$(k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})$$

$$(\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2})$$



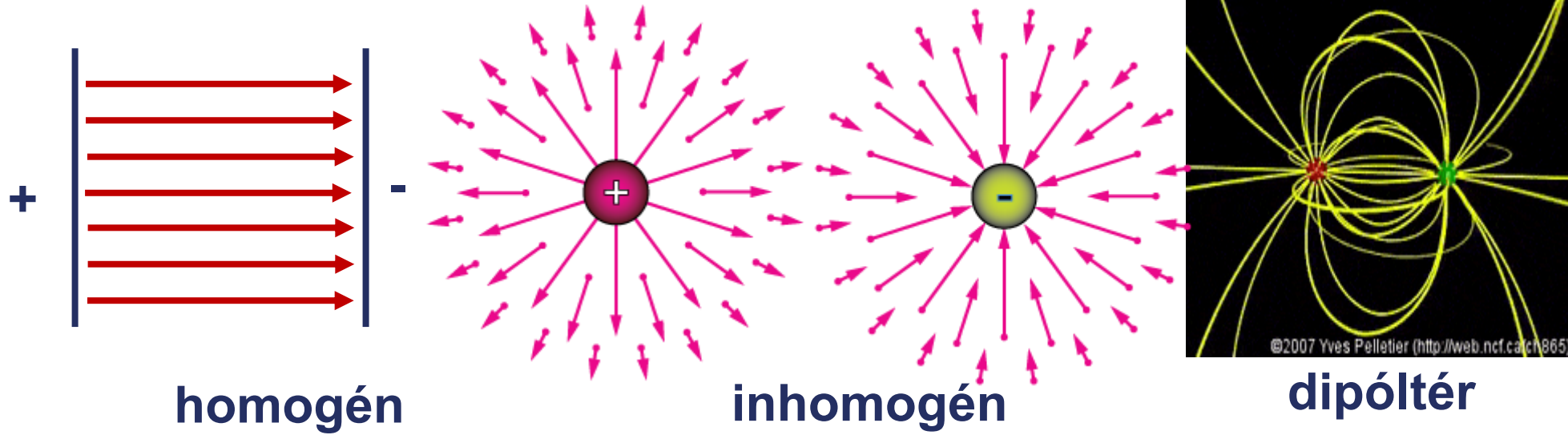
1. Egy  $1,6 \times 10^{-6}$  C és egy  $-8 \times 10^{-7}$  C pontszerű töltés egymástól 24 cm-re van. E töltések által meghatározott egyenesen hol van egyensúlyban egy  $10^{-8}$  C pontszerű töltés? Milyen egyensúlyi helyzet ez?

2. Két pontszerű test egyike, kétszer annyi töltést tartalmaz, mint a másik, és 10 cm távolságból, 15 mN nagyságú taszító erővel hatnak egymásra. Mekkora a töltések?

3. Egy fémgolyó +4 nC töltéssel rendelkezik, amelyet egy -6 nC töltésű rúddal érintünk meg, amelynek során  $8,2 \times 10^9$  db elektron kerül át a fémgolyóra. Ezek után mennyi lesz a fémgolyó és a rúd töltése?

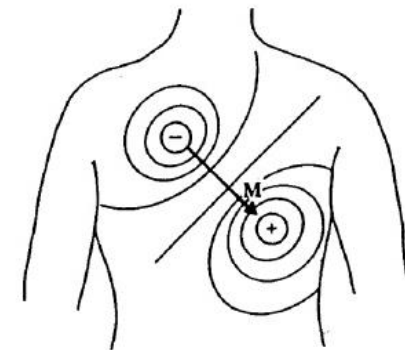
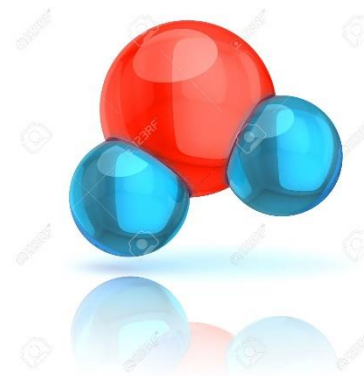


# Elektromos erőter



dipólusmomentum:

Debye:  $1D = 3,34 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$

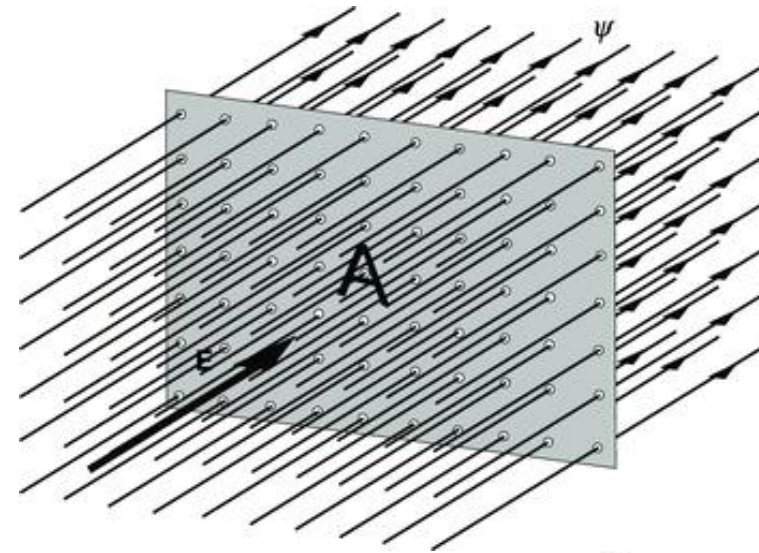




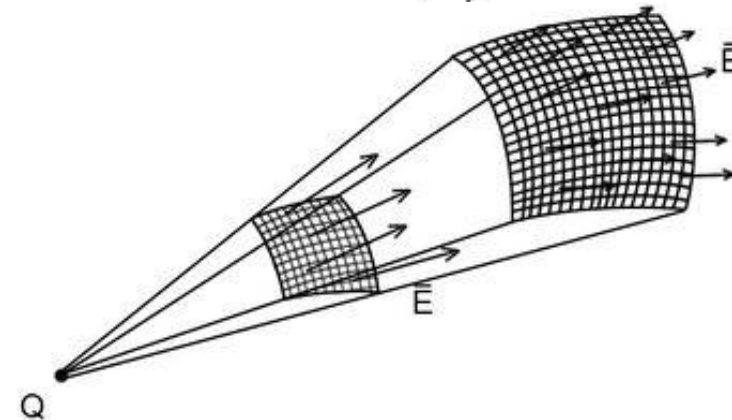
# Elektromos erőter

elektromos térerősség:

elektromos fluxus:



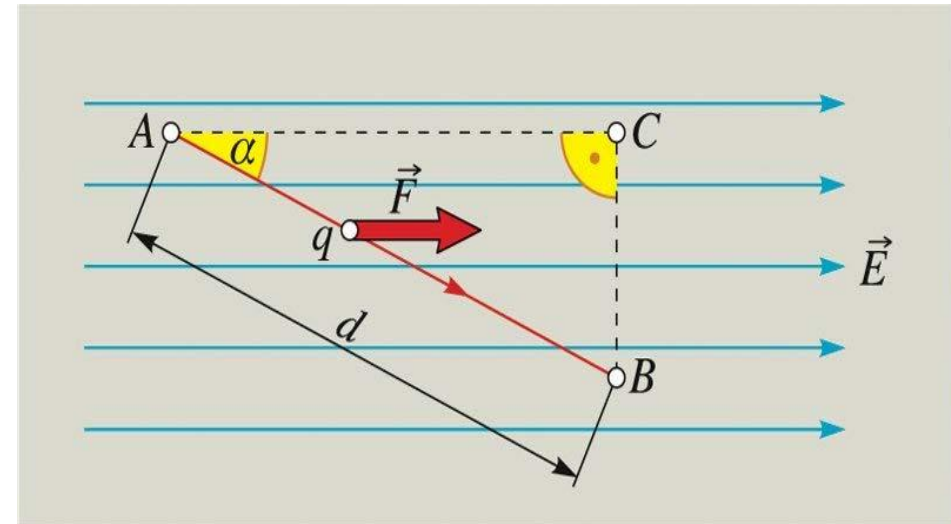
Szuperpozíció elv:

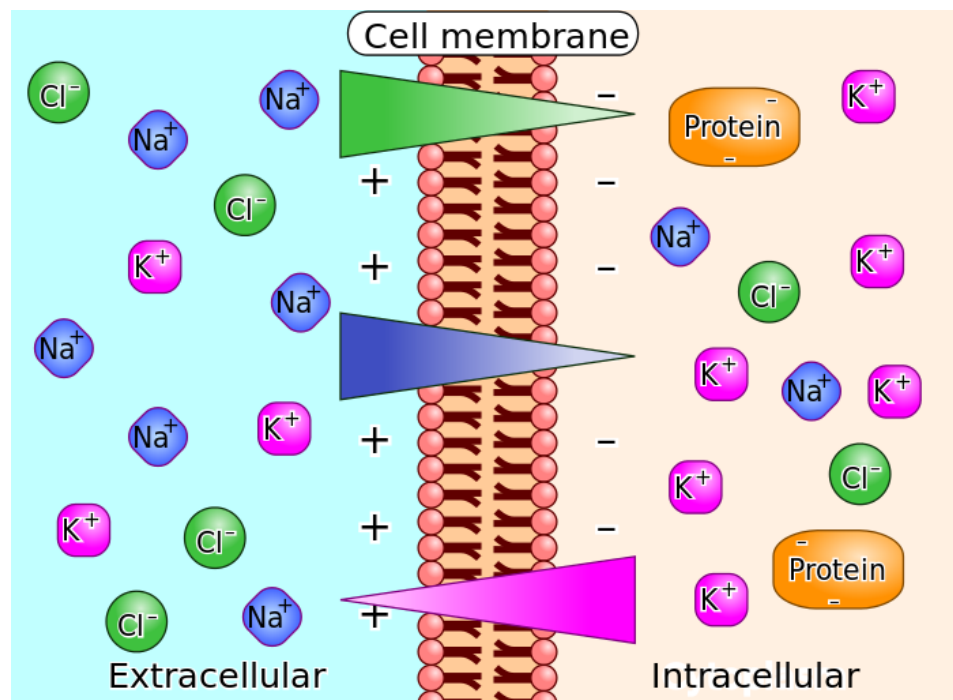


# Elektromos erőter

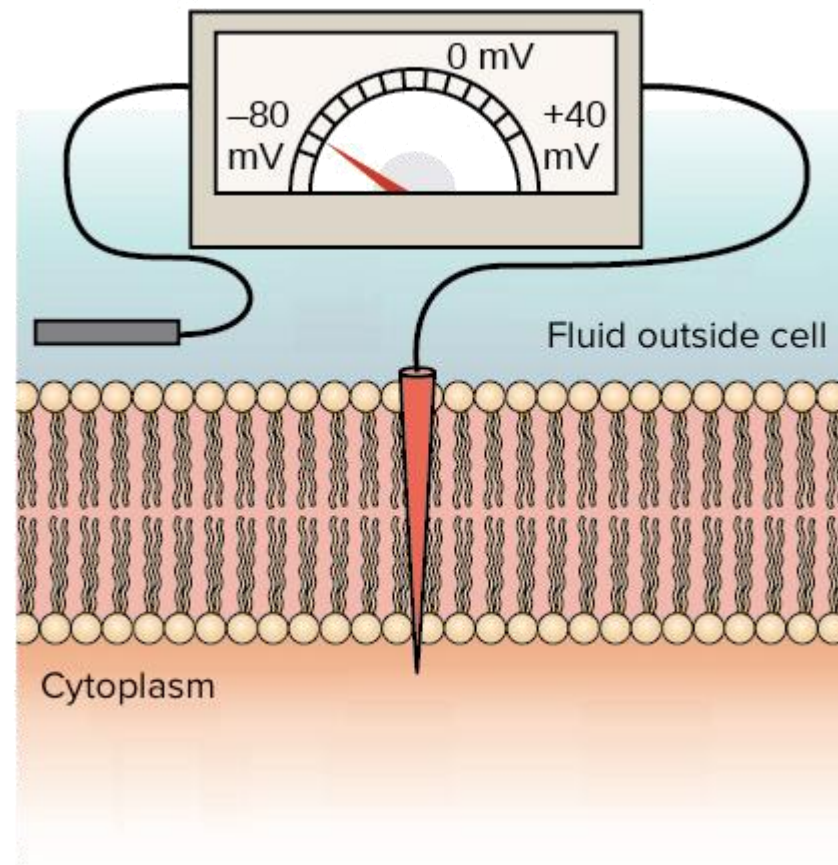
elektromos feszültség:

elektromos potenciál:



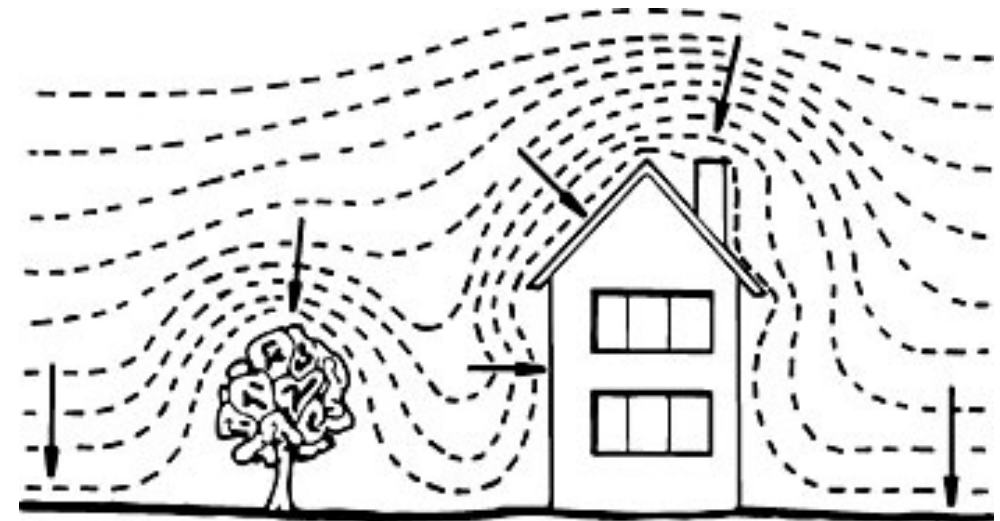
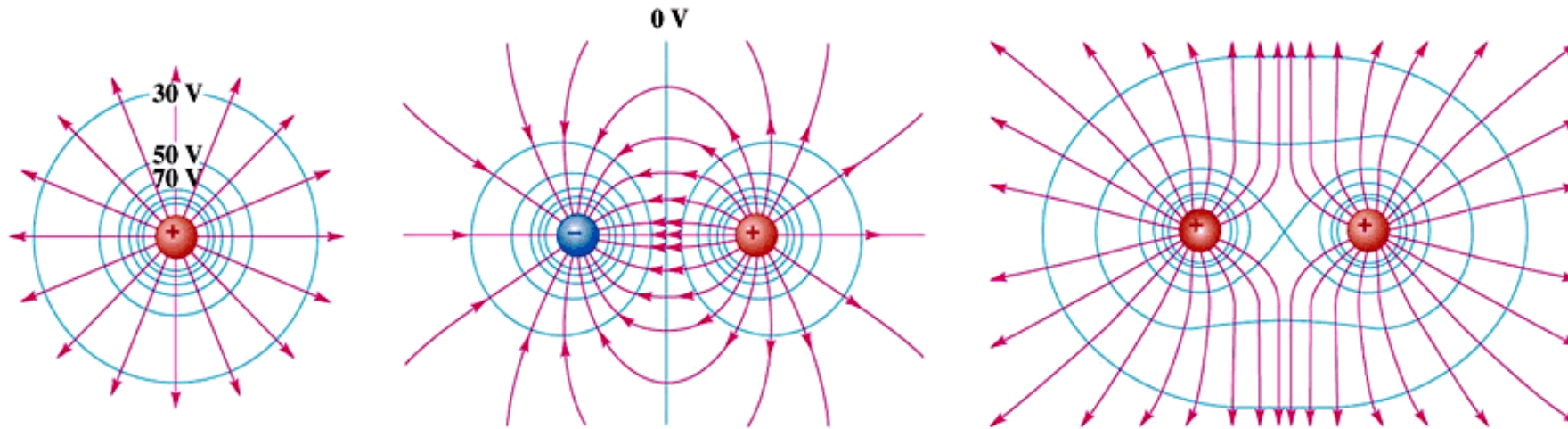


*nyugalmi feszültség*  
*nyugalmi potenciál(különbség)*



# Elektromos erőter

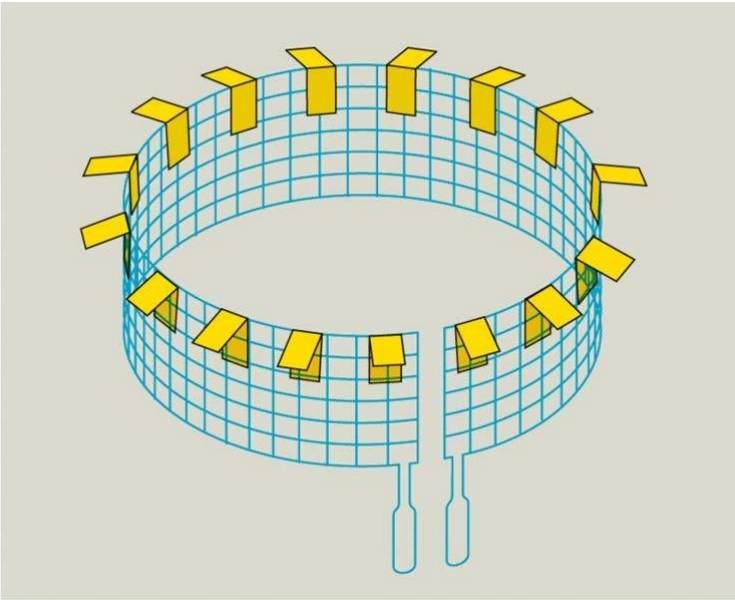
equipotenciális felületek:



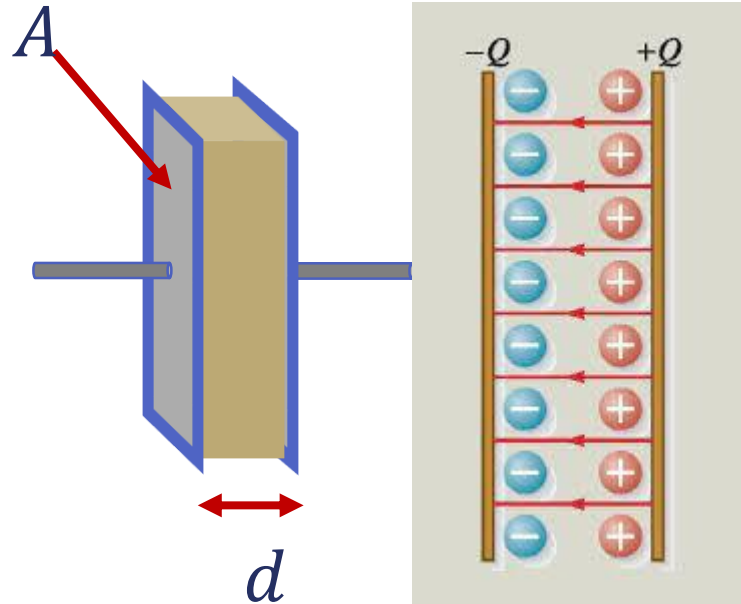


# Elektromos árnyékolás

A vezetőre vitt többlettöltés mindig a vezető külső felületén helyezkedik el, ott is minél távolabb a többi töltéstől. Ezért a csúcsokon nagyobb a töltéssűrűség.



# Kondenzátor

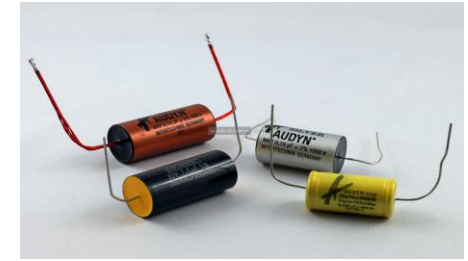


térerősség:

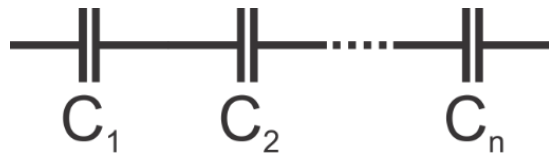
kapacitás:



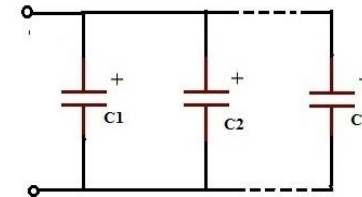
tárolt energia:



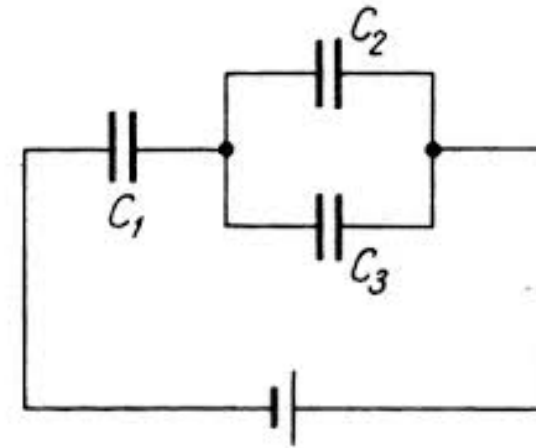
soros kapcsolás:



párhuzamos kapcsolás:



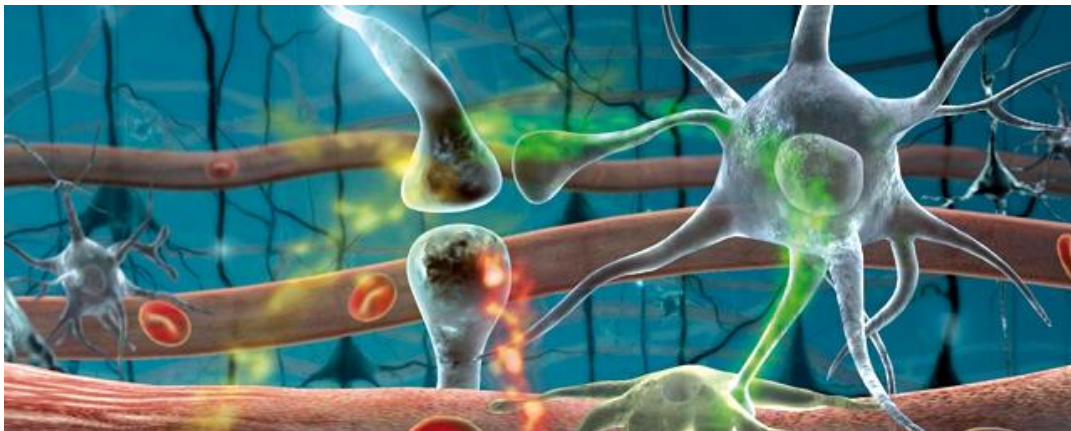
1. Három kondenzátort az ábra szerint rákapcsolunk egy  $U=12\text{ V}$  feszültségű telepre. Mekkora az egyes kondenzátorokon levő töltés?  
 $C_1= 1\mu\text{F}$ ,  $C_2= 2\mu\text{F}$ ,  $C_3= 3\mu\text{F}$



# Elektromos áram



*André-Marie  
Ampère  
1775-1836*





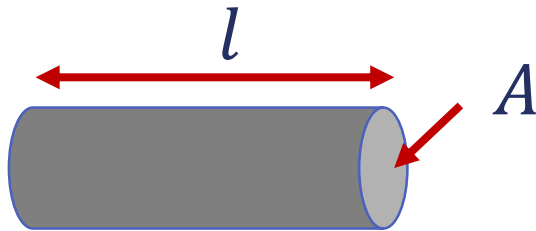


Georg Simon Ohm  
1789-1854

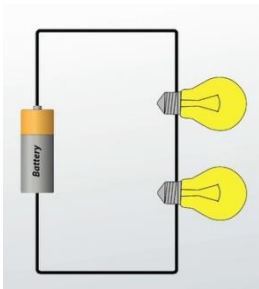
# Elektromos áram

*Ohm törvénye:*

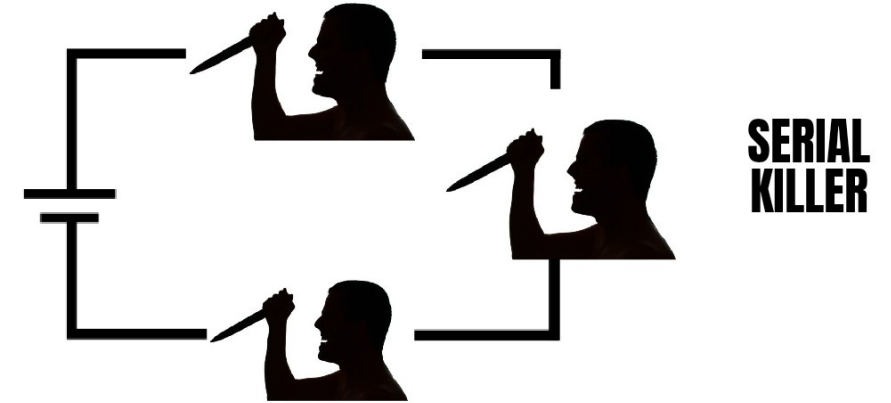
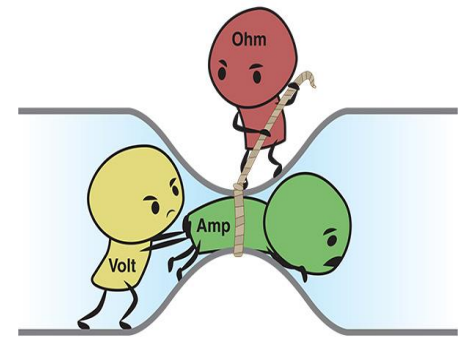
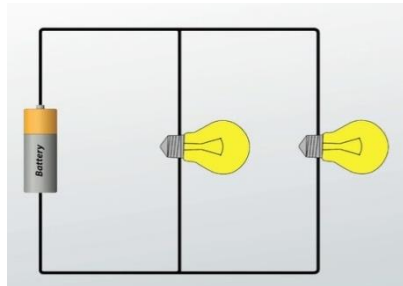
*Elektromos ellenállás:*



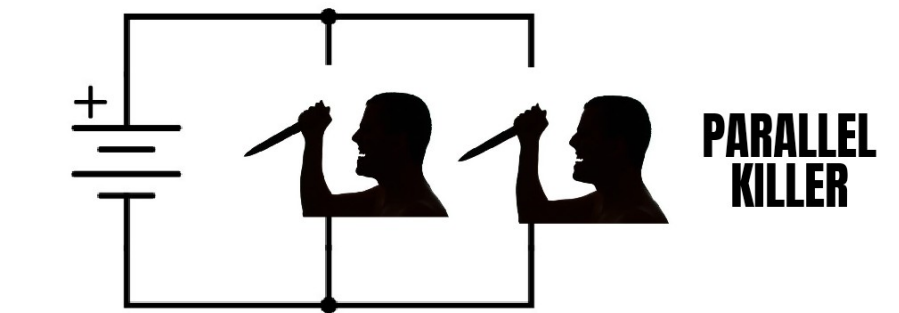
soros kapcsolás:



párhuzamos kapcsolás:



**SERIAL  
KILLER**



**PARALLEL  
KILLER**

MADE WITH ELECTRICITY

# Elektromos áram



Ernst Werner von  
Siemens  
1816-1892

Elektromos vezetőképesség:

*fajlagos vezetőképesség [S/m]*



# Elektromos áram

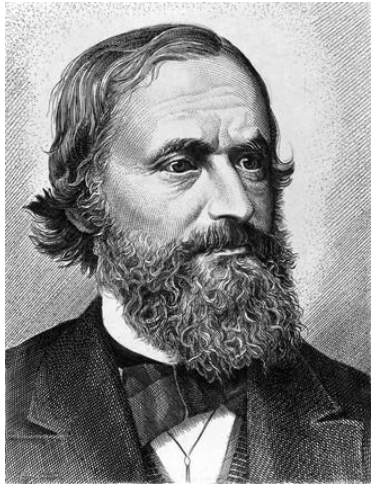


**Az áram munkája (Joule-féle hő):**



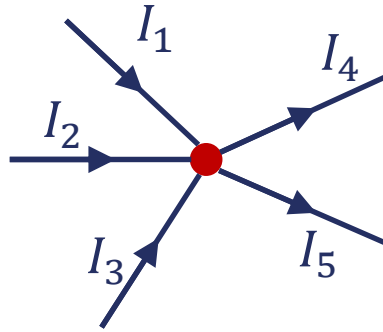
**Elektromos teljesítmény:**

# Elektromos áram



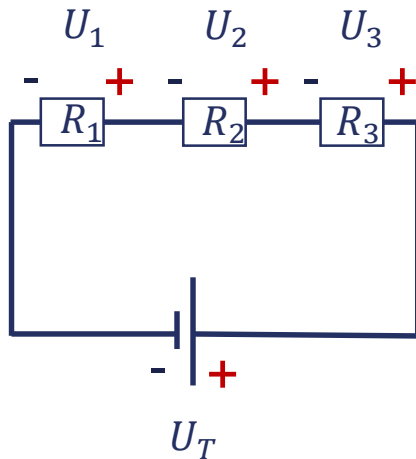
Gustav Robert  
Kirchhoff  
1824-1887

## Kirchhoff I. törvénye:



Egy csomópontba befolyó és onnan kifolyó áramok összege megegyezik. (Csomóponti törvény)

## Kirchhoff II. törvénye:

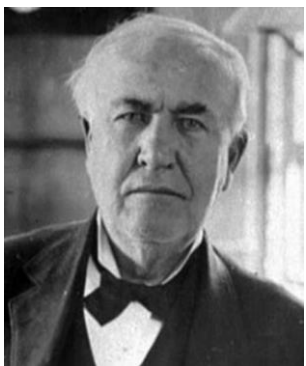
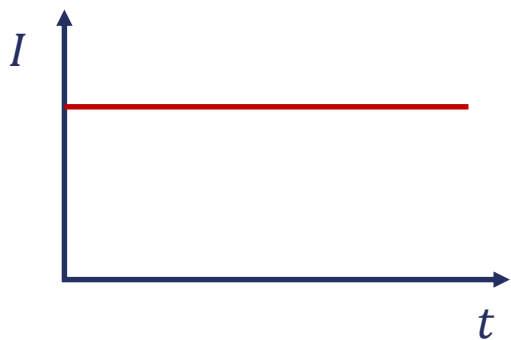


Zárt áramkörü hurok mentén haladva az áramkörü elemek feszültségeinek előjeles összege 0. (Huroktörvény)



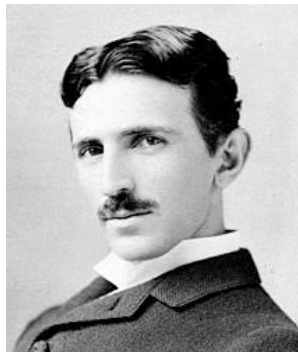
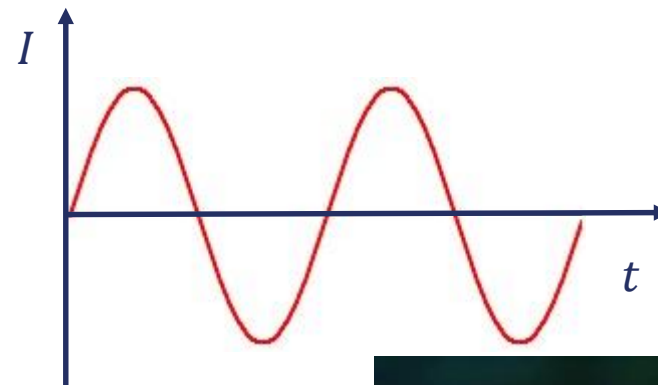
# Elektromos áram

egyenáram  
(direct current, DC)

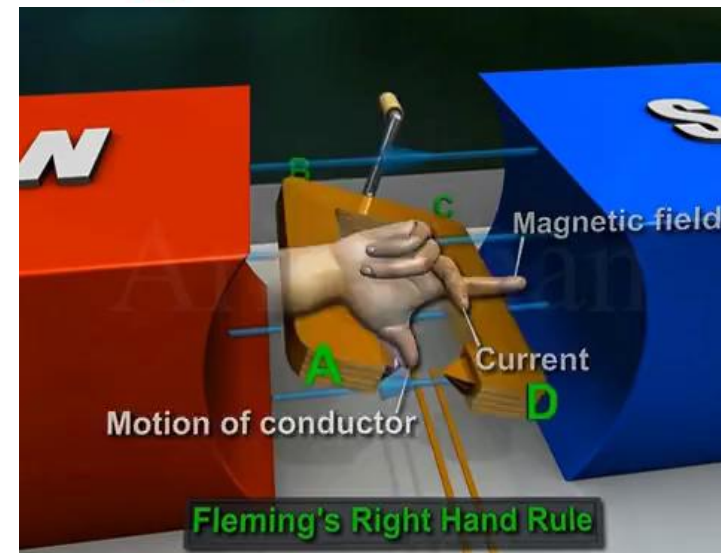


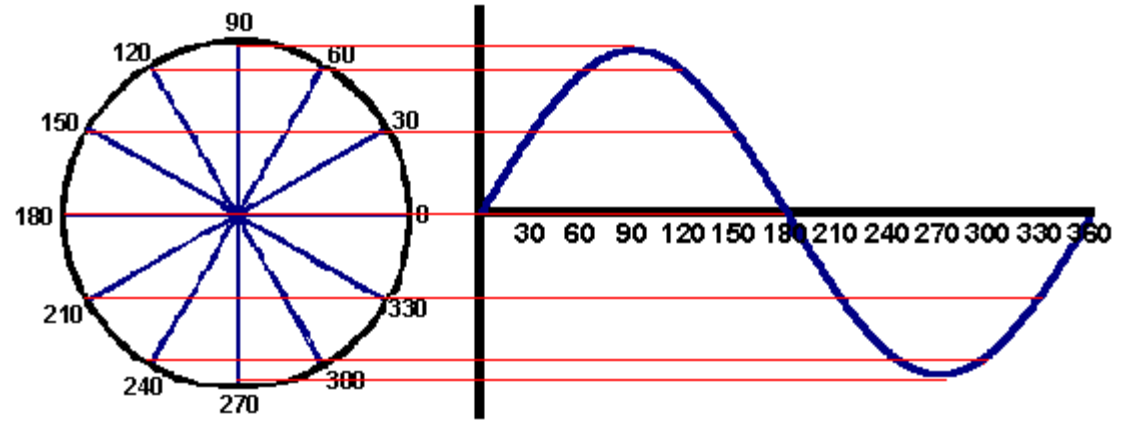
Thomas Alva  
Edison  
1847-1931

szinuszos váltóáram  
(alternating current, AC)



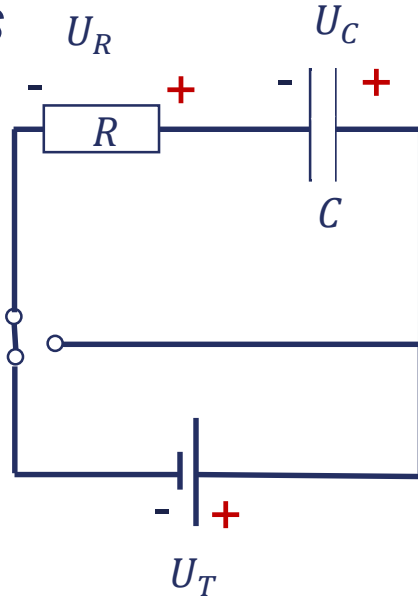
Nikola Tesla  
1856-1943



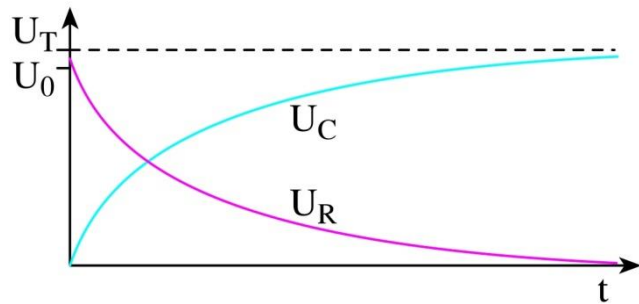


# Elektromos áram: RC kör (soros)

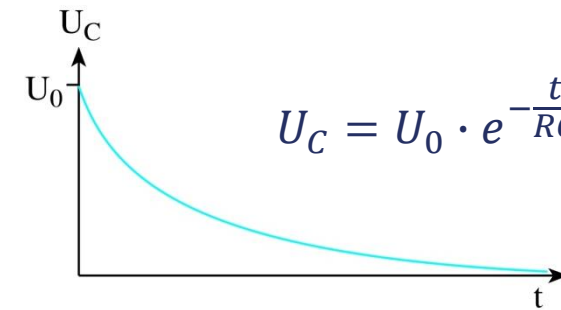
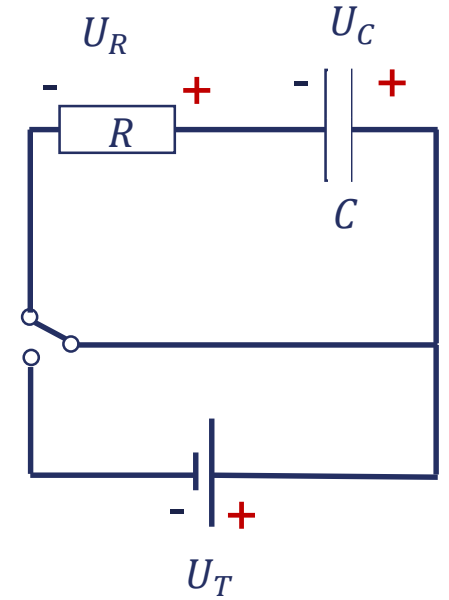
*feltöltés*



$$U_C = U_T \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

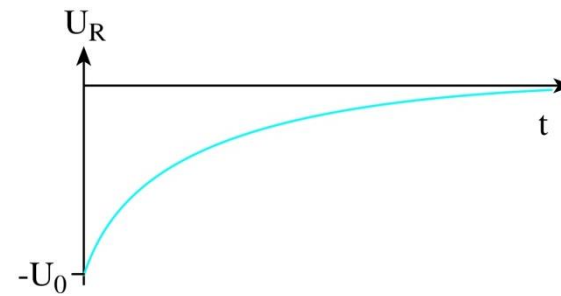


*kisülés*



$$U_C = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$\tau$ : időállandó



1. Adott egy RC-kör, amelynek az ellenállása  $10\text{M}\Omega$ , az időállandója pedig  $1\text{s}$ . A kondenzátor kisütjük  $2\text{s}$ -ig, mennyi a kondenzátor visszamaradt töltése a kiinduló töltéshez képest? Mennyi a kondenzátor kapacitása?

2. Egy RC-kör időállandója  $0,6\text{s}$ . Feltöltés során  $1\text{s}$ -t követően mennyi lesz a kondenzátor feszültsége, ha a telepfeszültség  $100\text{V}$ ? Mennyi időt vesz igénybe, hogy az így feltöltött kondenzátort a felére kisüssük?



# Elektromos áram

## Kondenzátor ellenállása váltóáramú áramkörben

Kapacitív ellenállás: 
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad [\Omega] \text{ Ohm}$$

**Impedancia:** ohmos és kapacitív ellenállásokat is tartalmazó váltóáramú kör eredő ellenállása.

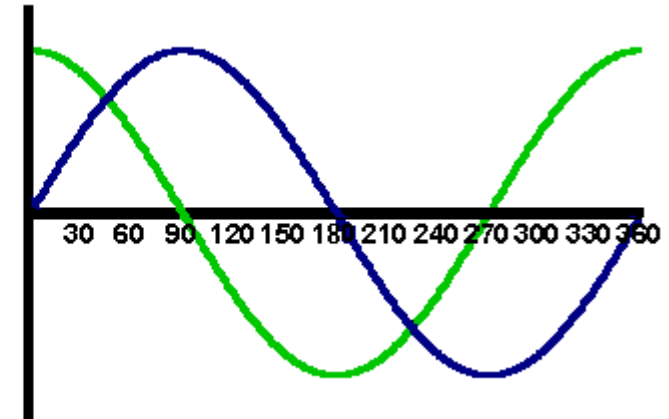
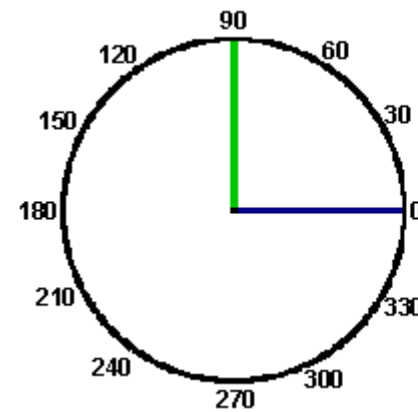
$$Z \quad [\Omega] \text{ Ohm}$$

soros RC körben:

$$Z^2 = R^2 + X_C^2$$

párhuzamos RC körben:

$$\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2$$



1. A Földet egy 6000 km sugarú gömbnek tekintve határozzuk meg a Föld töltését, ha az elektromos térerősség a Föld felületén 100 V/m és lefelé irányul. Határozzuk meg a Föld felületének potenciálját!

2. Mekkora a töltéssűrűség azon a gömbfelületen, amelynek sugara 15 cm, és a középponttól 20 cm távolságban a potenciál 150 V?

1. A hidrogén atomban lévő elektron és proton átlagos távolsága 53 pm.

a) Milyen és mekkora erő hat a két részecske között?

b) Mennyi a közöttük lévő gravitációs erő nagysága? Elektron tömege:  $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$   
töltése:  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , proton tömege:  $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . A gravitációs állandó  $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$ . Coulomb-törvényében szereplő állandó:  $9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

2. Mekkora távolságra tudná egymást megközelíteni két Tesla autó, ha mindegyik 1 C töltéssel rendelkezne? Mindegyik autó tömege 1 t, és a súrlódási tényező a talajon 0,5.



Kicsit leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy egy defibrillátor RC-körként működik. A készülékben alkalmazott kondenzátort ( $C = 20 \mu\text{F}$ ) kezelés előtt egy meglehetősen nagy feszültségre, pl. 5 kV-ra töltik fel, majd a két kezelő elektród segítségével a mellkasra kapcsolják. A kondenzátor a mellkason mint ellenálláson ( $R = 1200 \Omega$ ) keresztül kisül. a) Mekkora a feltöltött kondenzátorban tárolt energia? b) Mekkora a testen átfolyó áram erőssége az első pillanatban? c) Mekkora a kezelés során előálló RC-kör időállandója? d) Mekkora a kondenzátor feszültsége 0,1 s-al a kezelés megkezdése után? e) Mennyi idő múlva csökken a kondenzátor feszültsége az ezredrészére, azaz 5 V-ra?



Egy reumás beteg iontoforetikus kezelésénél (ionos gyógyszermolekulák bevitele a testbe egyenáram segítségével) 40 V feszültséget kapcsolnak a kezelt testrészre, amelynek ellenállása  $12\,500\,\Omega$ . a) Mekkora a kezelt testrészen átfolyó áram erőssége? b) Mennyi töltés áramlik át a kezelt testrészen egy 10 perces kezelés alatt? c) Mennyi gyógyszermolekula jut be a testbe a kezelés alatt, ha egyértékű ionok formájában kerülnek alkalmazásra? Adja meg a gyógyszermolekulák mennyiségét mólban is!

Egy 20 m hosszúságú hosszabbító rézvezetéke  $1,5\,\text{mm}^2$  keresztmetszetű. A réz fajlagos ellenállása  $1,78 \cdot 10^{-8}\,\Omega\text{m}$ . Határozza meg a) a vezeték ellenállását, b) a vezeték vezetőképességét és c) a réz fajlagos vezetőképességét!

Egy hagyományos villanykörteben lévő volfrámszál ellenállása — üzemi hőmérsékleten —  $529\,\Omega$ . A körtét a 230 V effektív feszültségű hálózatra kapcsoljuk. a) Mennyi hő keletkezik a körteben egy nap alatt? b) Mekkora a körte teljesítménye?

# Köszönöm a figyelmet!

