

ELEKTROMOSSÁGTAN :

elektrosztatika

Thales, i.e. 600 : gyapjúval megdörzsölt borostyán apró testeket vonz magához

ma : műanyag vonalzó, száraz hajhoz dörzsölni, ebonitrudat szőrmével, üvegrudat bőrrel,... megdörzsölni, papírdarabokat, stb... vonz (majd érintkezés után eltaszít)

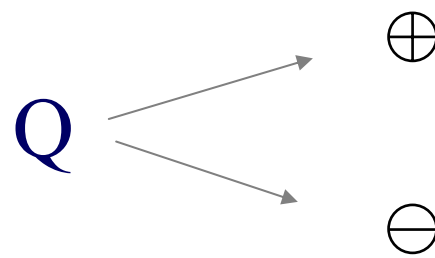


elektromos állapot
elektromos töltés



2 üveg v. 2 ebonit (egyforma töltés) taszítja egymást
de ebonit és üveg vonzza egymást

→ 2 féle töltés :



egyforma töltések taszítják } egymást
azonosak vonzzák

üveg – bőr } vonzzák egymást, egyforma
szőrme – ebonit } nagyságú töltés halmozódik fel
rajtuk



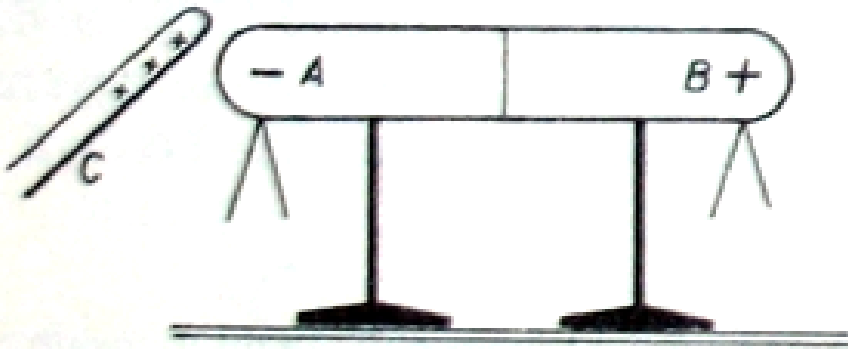
töltés-szétválasztás

vezetők – szigetelők :

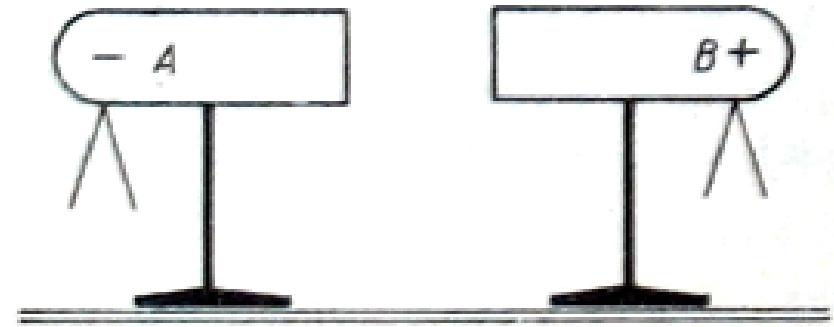
fémet nem lehet dörzsöléssel elektromossá tenni, csak ha szigetelő nyélen van

szigetelő nyélen fém \rightarrow egy pontjához érintve
töltött testet, az egész fém
töltött lesz !

elektromos megosztás:



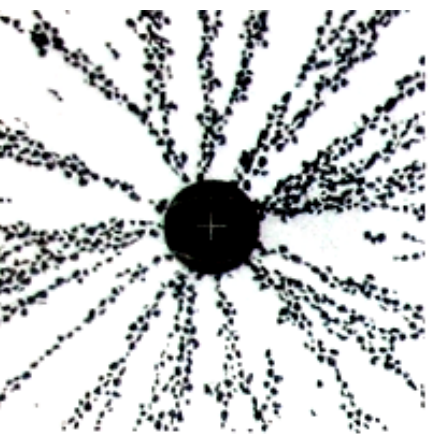
töltés-szétválasztás :



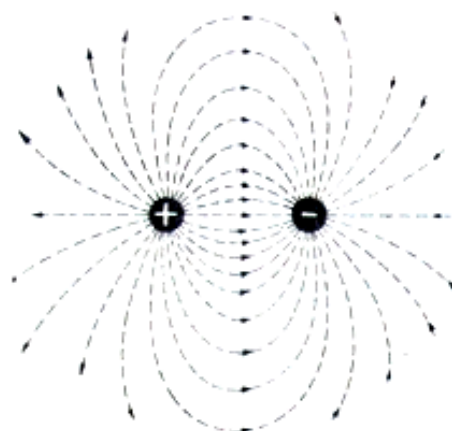
Coulomb-törvénye: $F \approx \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \rightarrow F \approx \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \vec{r}^0$

elektromos tér: $\vec{E} \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right] = \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right] \quad \vec{F} = Q \cdot \vec{E}$

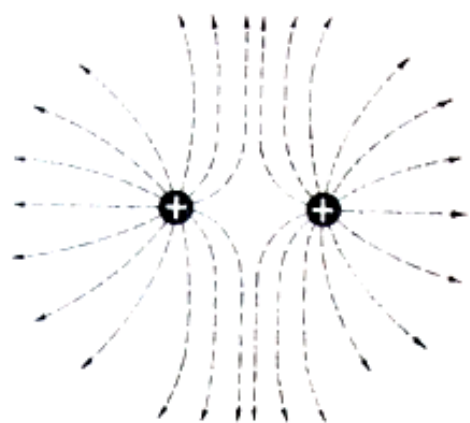
szemléltetése erővonalakkal :



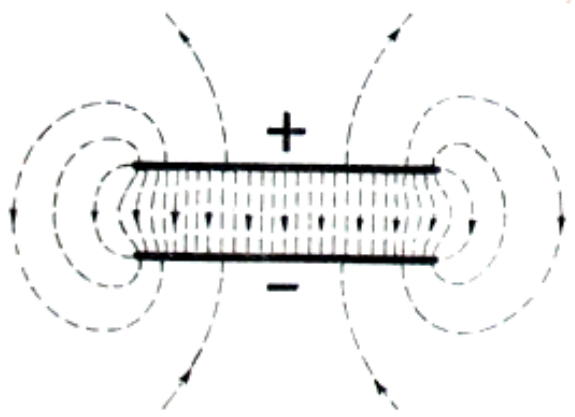
a



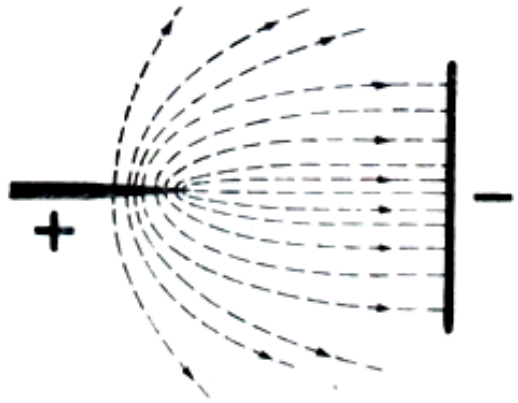
b



c

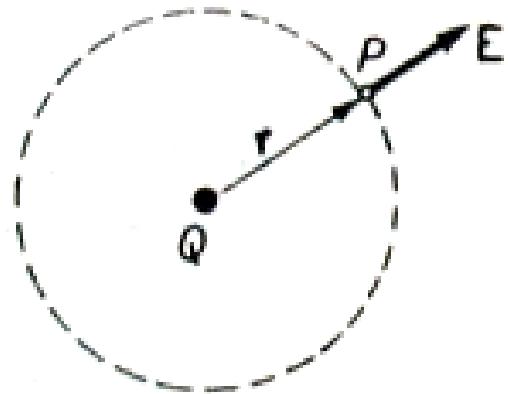


d

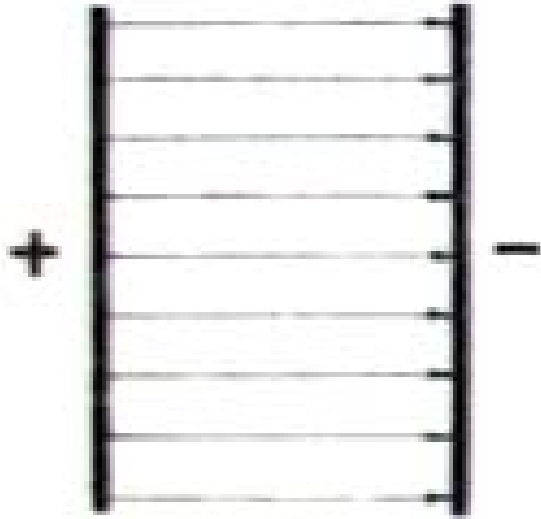


e

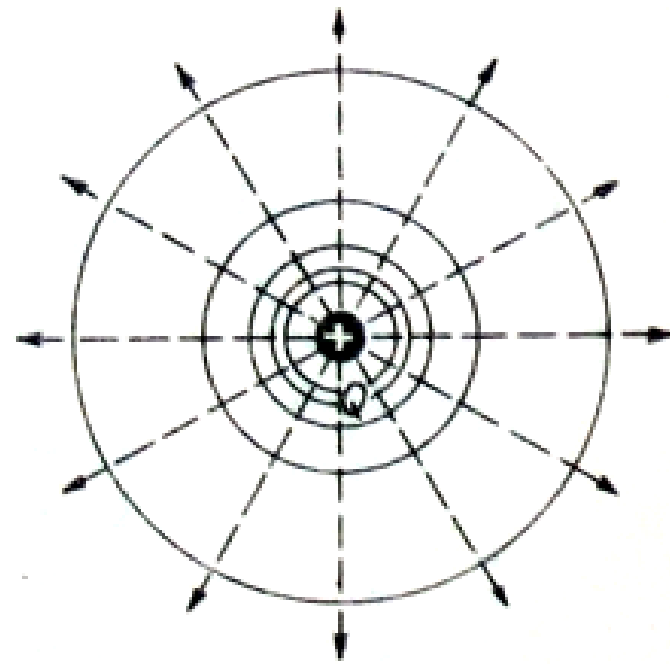
ponttöltés :



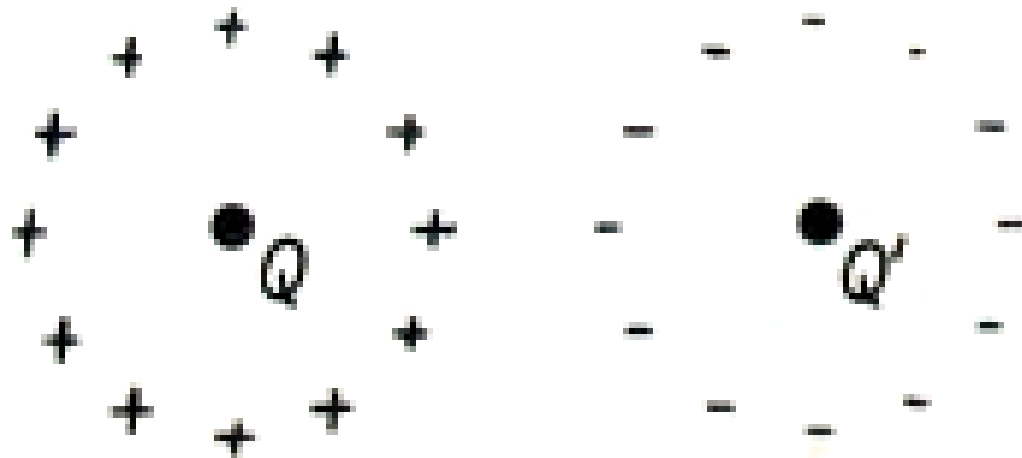
homogén tér



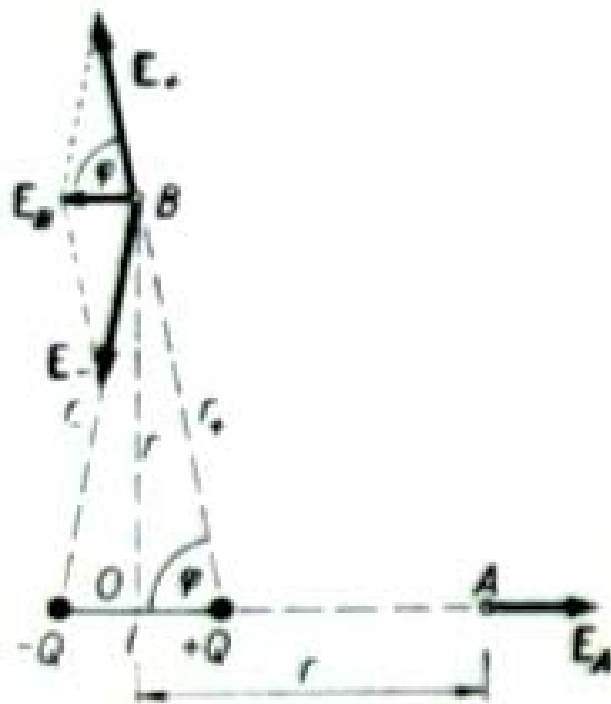
centrális tér



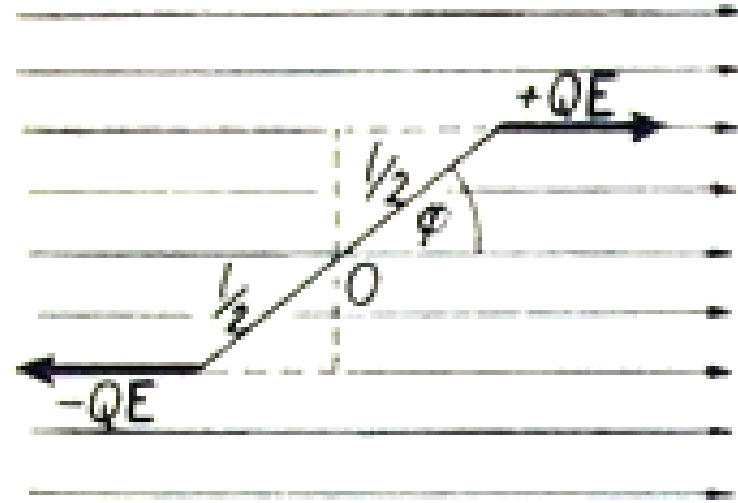
töltésközéppont (elektromos súlypont) :



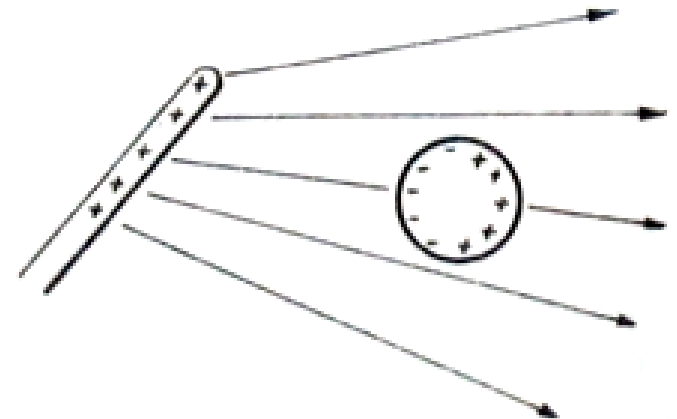
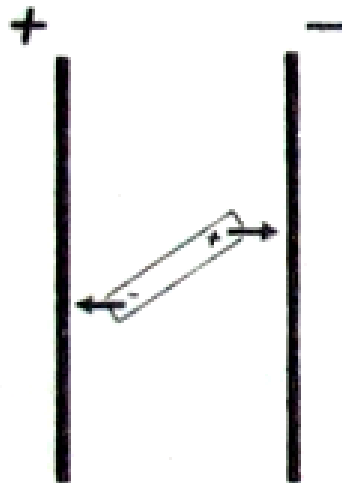
dipólus tere :



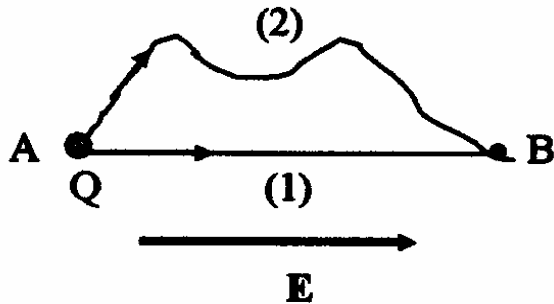
dipól elektr. térben :



töltetlen vezető elektr. térben :



az elektromos tér munkája, elektr. potenciál, feszültség :



munka

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}, \left[1 \frac{J}{C} = 1V \right]$$

Az elektromos tér munkája nem függ a munkavégzés útjától, csak a kezdeti és végállapottól.

KONZERVATÍV ERŐTÉR → tetszőleges nullpont választható.

Elektromos potenciál (U_p)

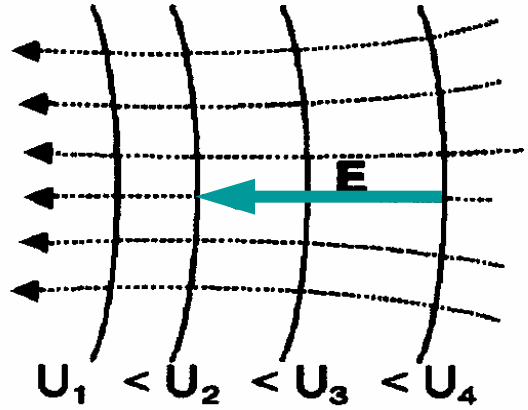
$$U_p = \frac{W_{po}}{Q} \quad U_{AB} = U_{AO} - U_{BO}$$

Elektromos potenciális energia:

$$E_{\text{pot}} = Q \cdot U_p$$

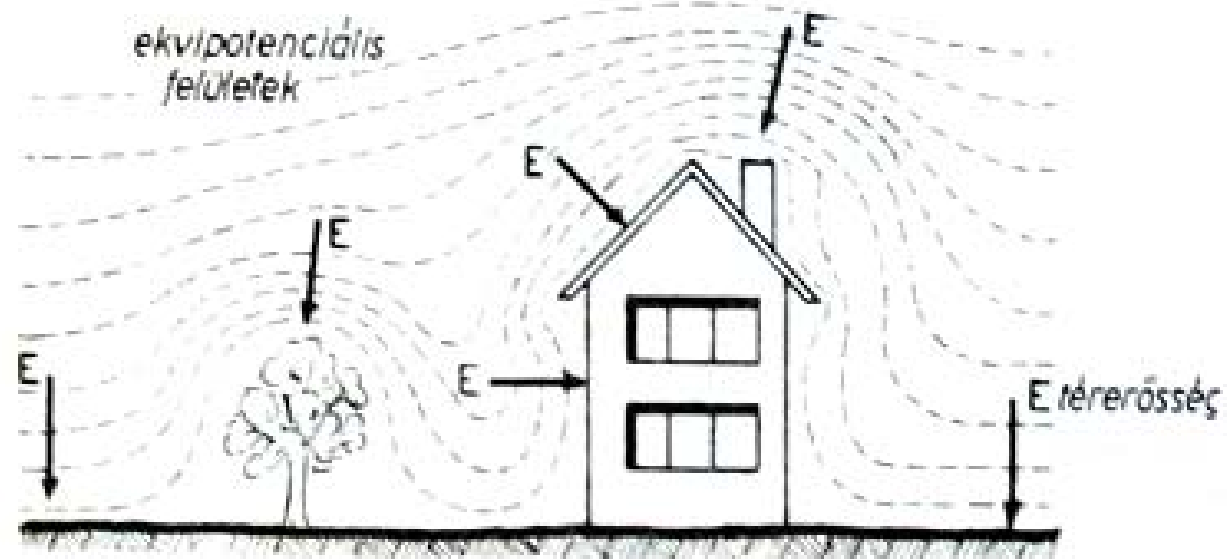
Ekvipotenciális felület :

az azonos potenciálú pontok összessége a térben



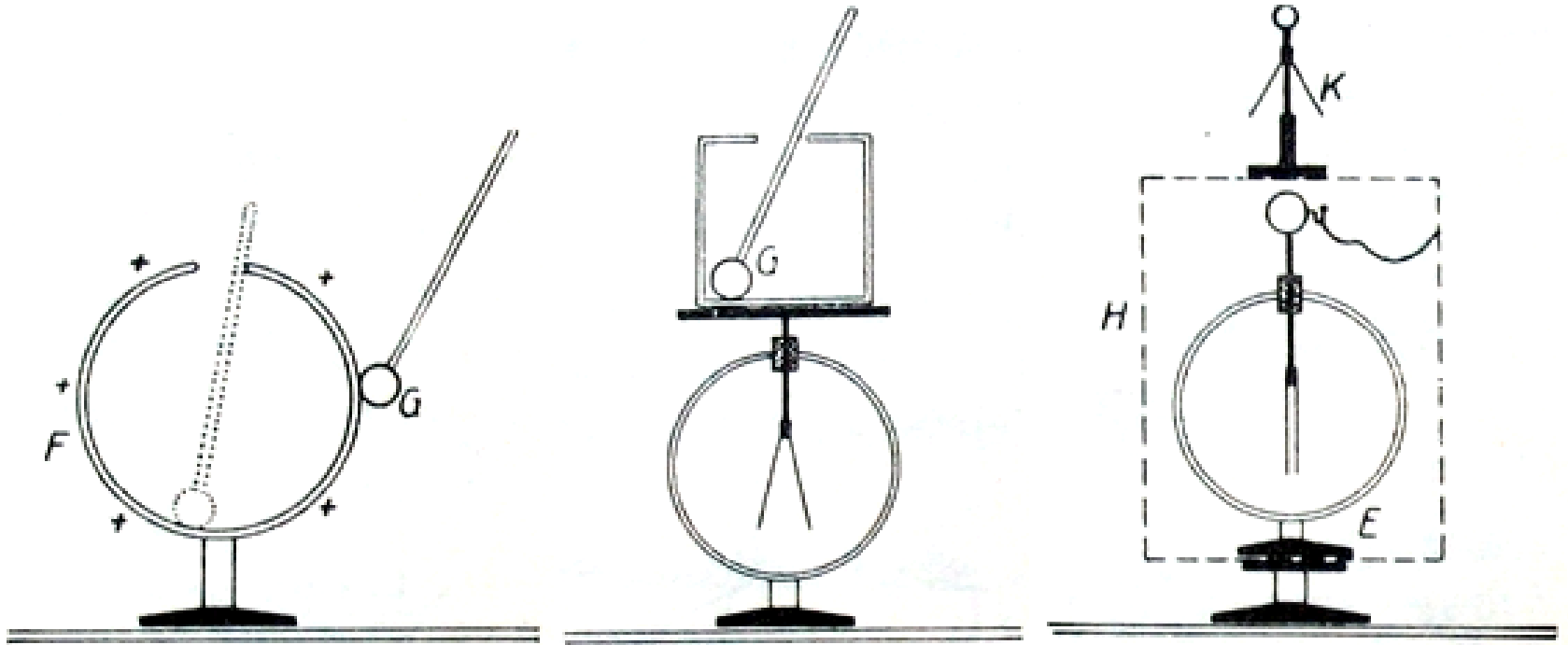
A térerősség merőleges az ekvipotenciális felületekre és a csökkenő potenciál irányába mutat.

villámcsapás
villámhárító...



töltés elhelyezkedése a vezetõn :

a vezetõ külsõ felületén helyezkedik el:



Kísérlet :

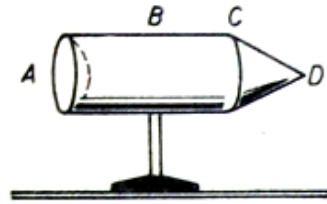
Faraday-kalitka



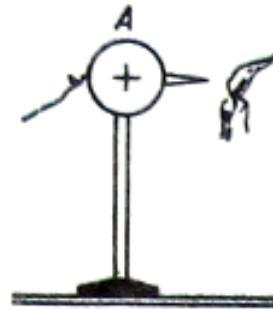
autóban ülve nem veszélyes a villámcsapás
→ elektromos árnyékolás

a töltéseloszl. a vezető felületén ált. NEM egyenletes :

függ a görbülettől :



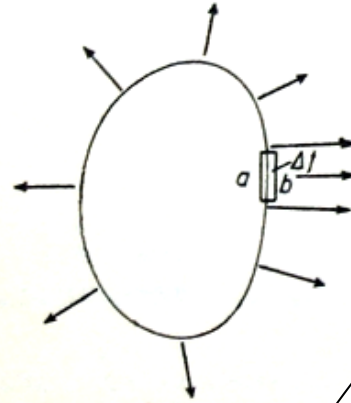
158,5. ábra



158,7. ábra



158,8. ábra

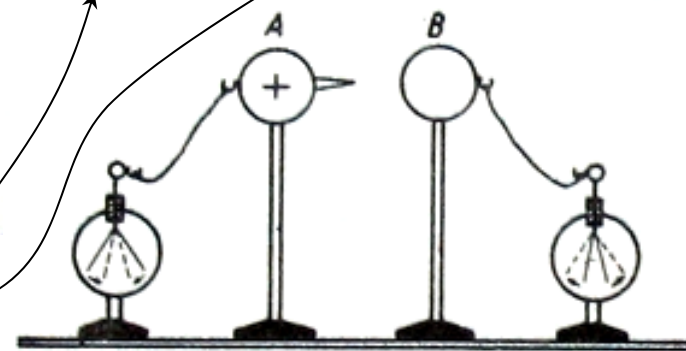


Kísérlet : csúcshatás :

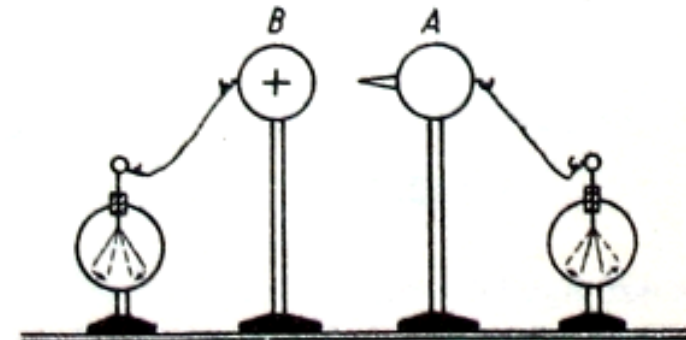
gyertyát elfújja (= elektromos szél),
elektr. Segner-kerék,
csúcs (A) közelében másik test (B)
feltöltődik,
csúcsok szívóhatása

↓
elektrosztatikai gépek...

villámhárító

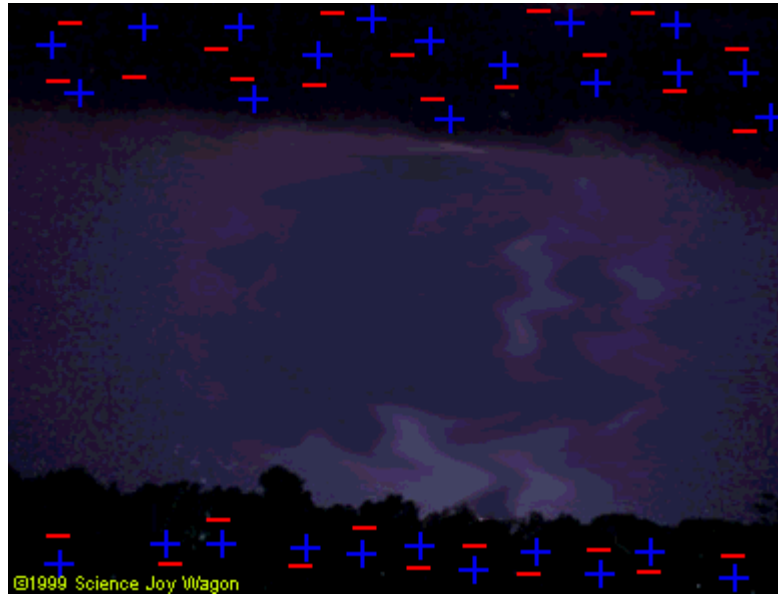


158,9. ábra

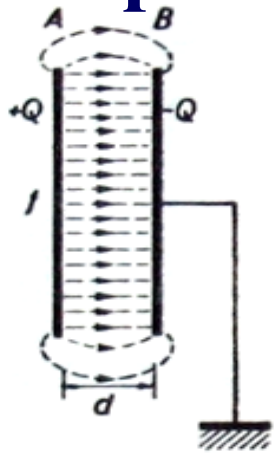








kapacitás, kondenzátorok :



$$Q \sim U$$

$$Q = C \cdot U \rightarrow \text{„kucu-törvény”}$$

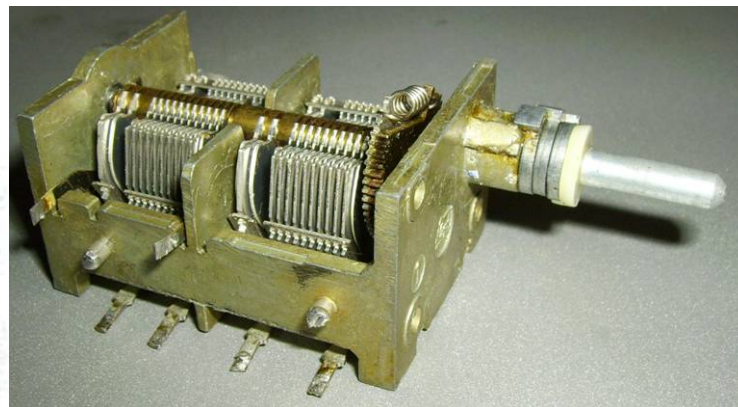
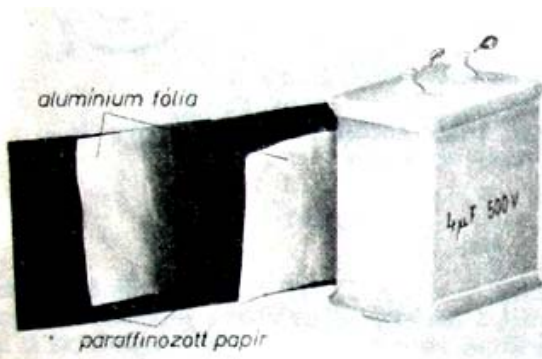
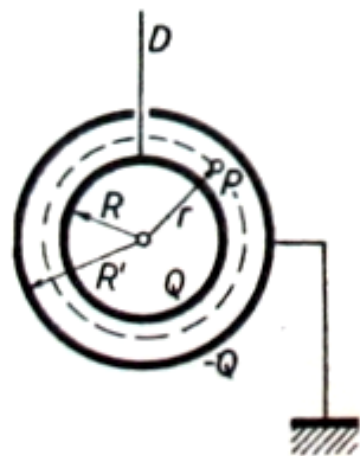
kapacitás [F] :

a kond. geometriájától függ, pl. síkkond. esetén f és d , valamint a fegyverzetek közötti anyagtól (vákuum v. dielektrikum)

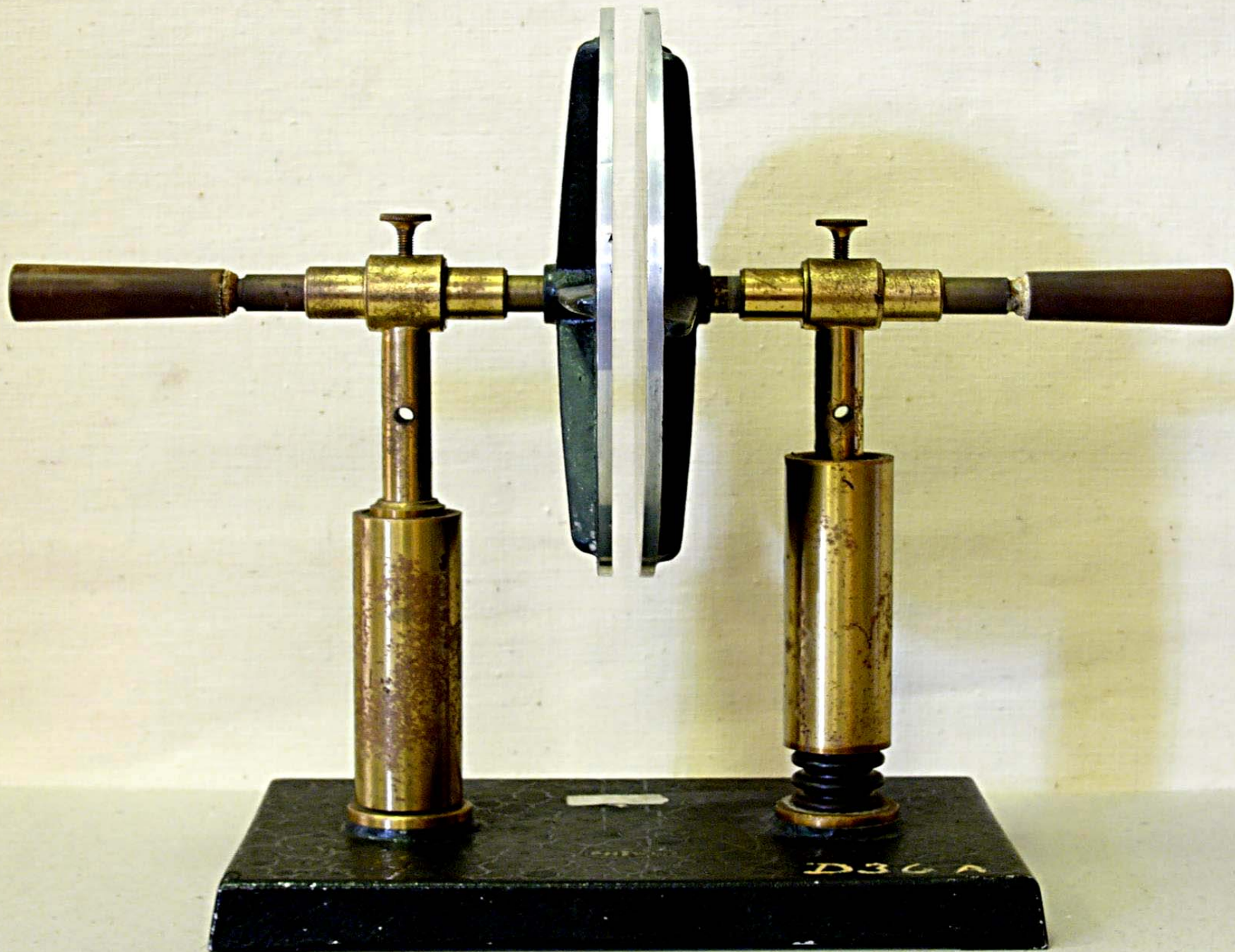
$$\mu F = 10^{-6} F, \quad nF = 10^{-9} F, \quad pF = 10^{-12} F.$$



ld. később...



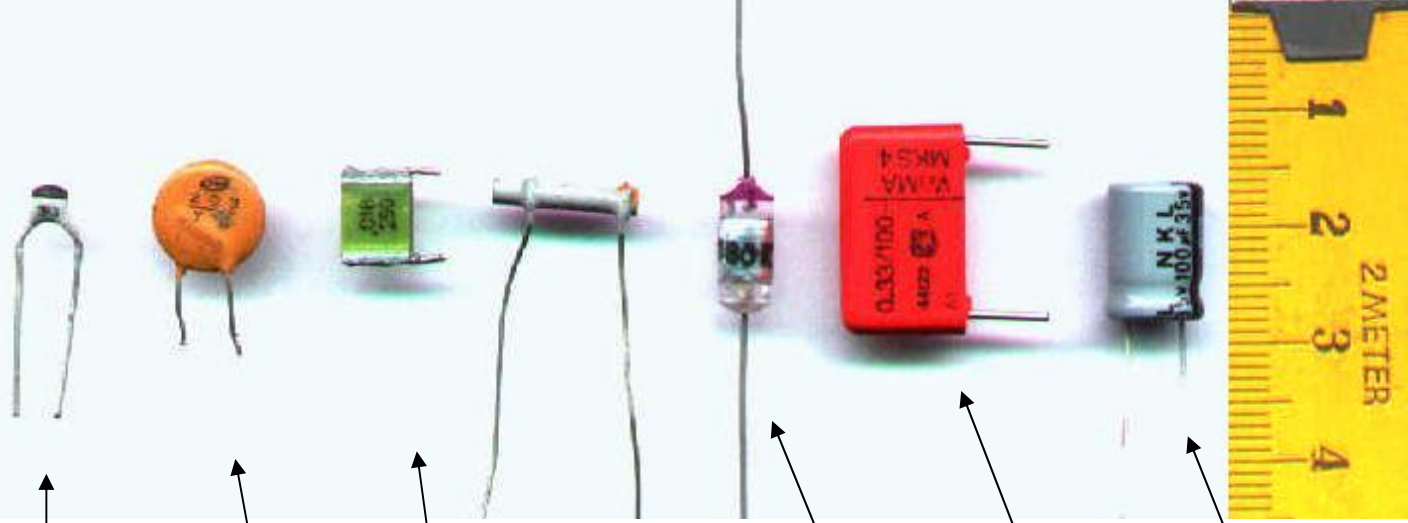
villanymotor,
fénycső,
elektronika,...



Leideni palackok







↑
multiréteg
kerámia

↑
kerámia
korong

↑
multiréteg
poliészter film, cső

↑
kerámia polystyrene

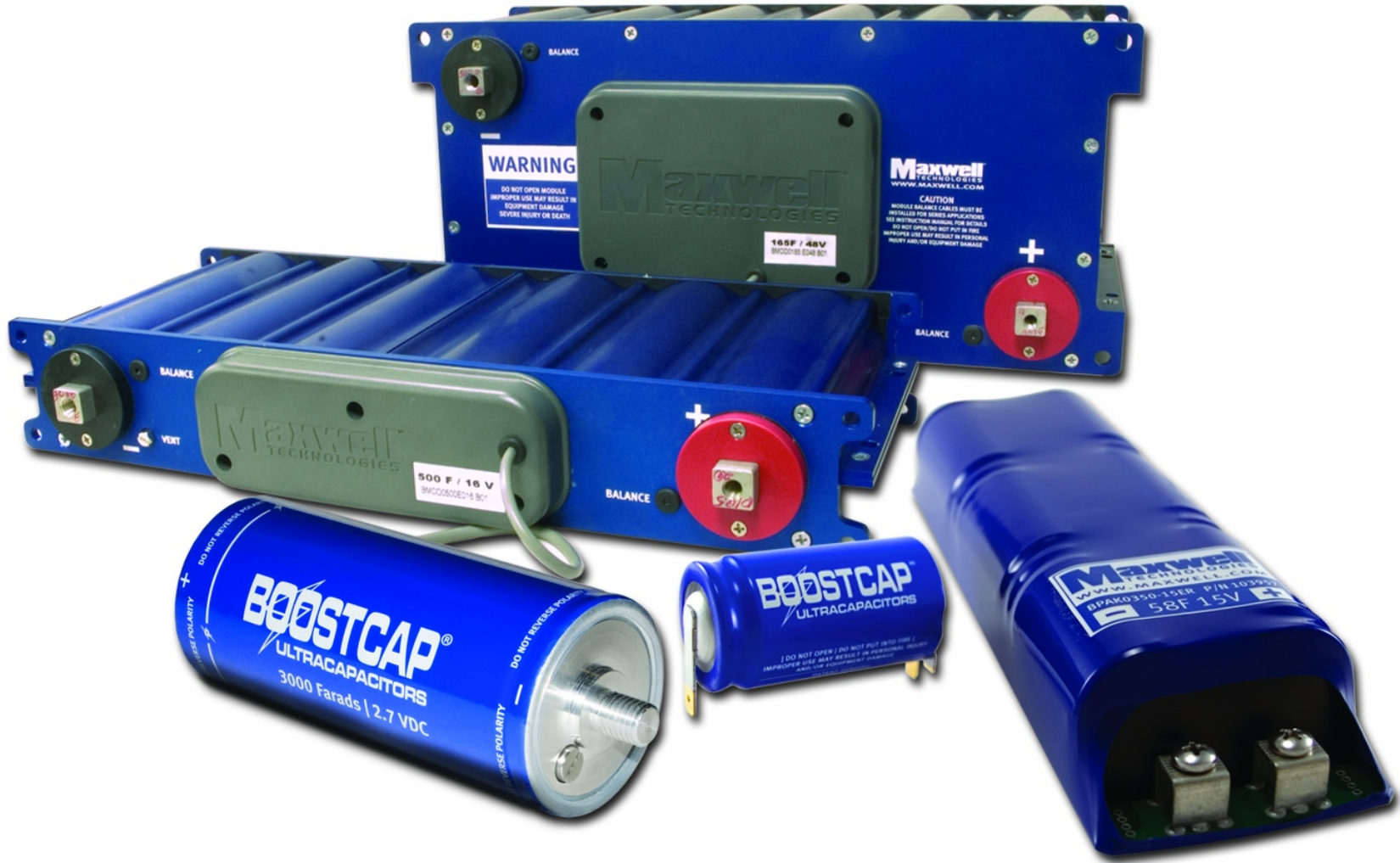
↑
metalized
poliészter film

↑
aluminum
elektrolit

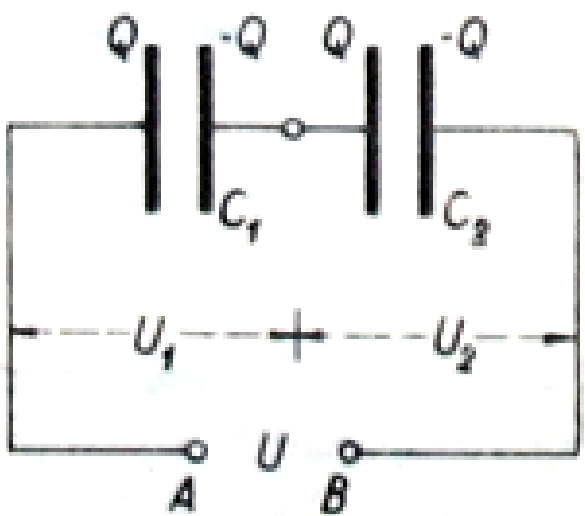
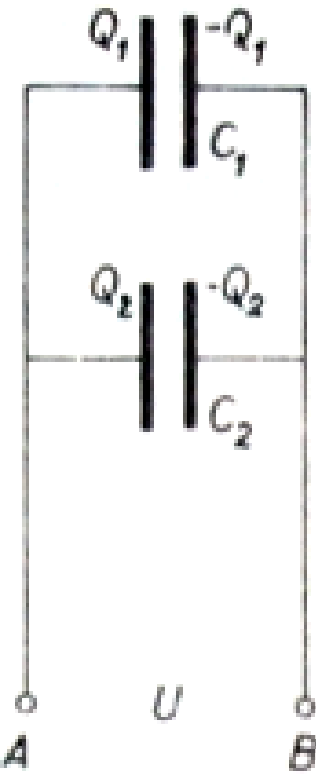


12 pF, 20 kV

ultranagy kapacitások:



kond.-k összekapcsolása :

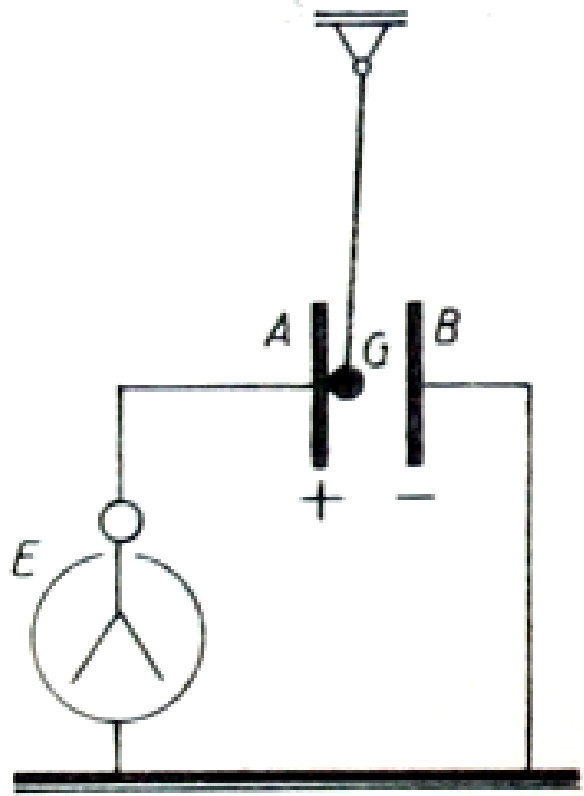


$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

kond. energiája :

Kísérlet :



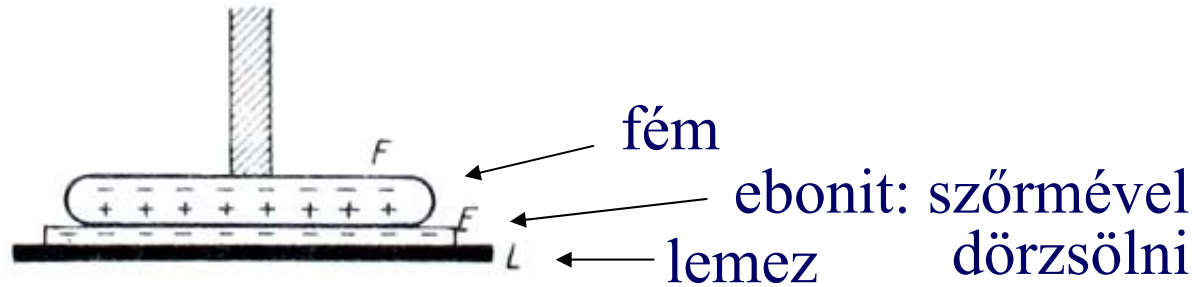
$$E_{\text{kond}} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

a golyó pattog (=mozog)
 → munkavégzés

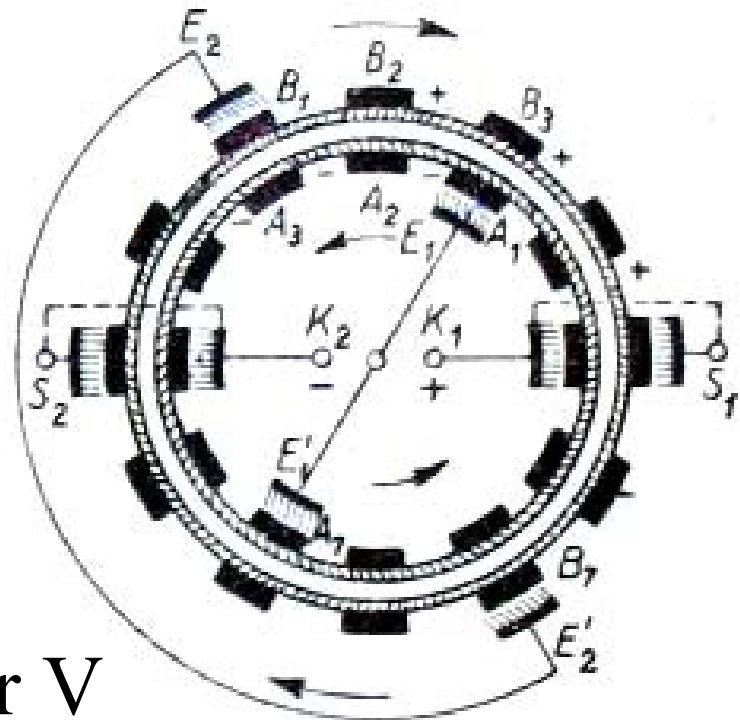
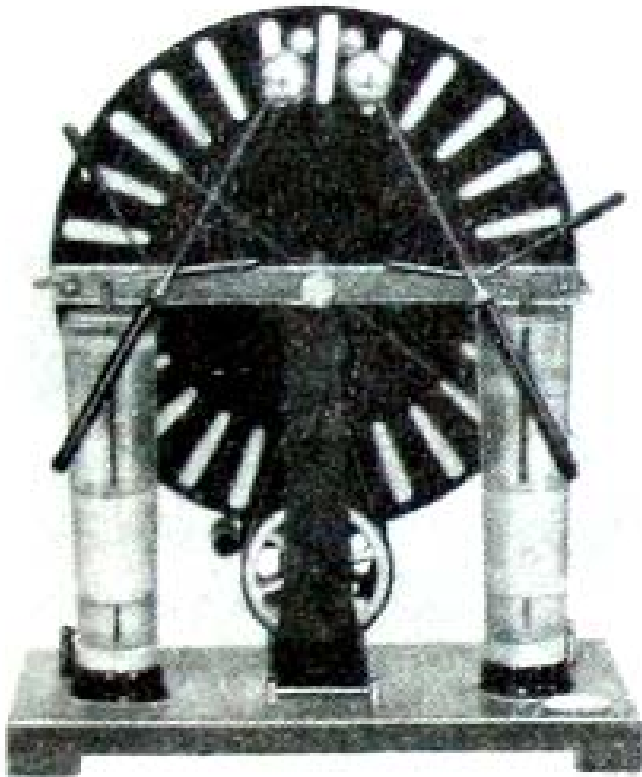
elektrosztatikai gépek :

dörzselektromos gép (Guericke, 1672)

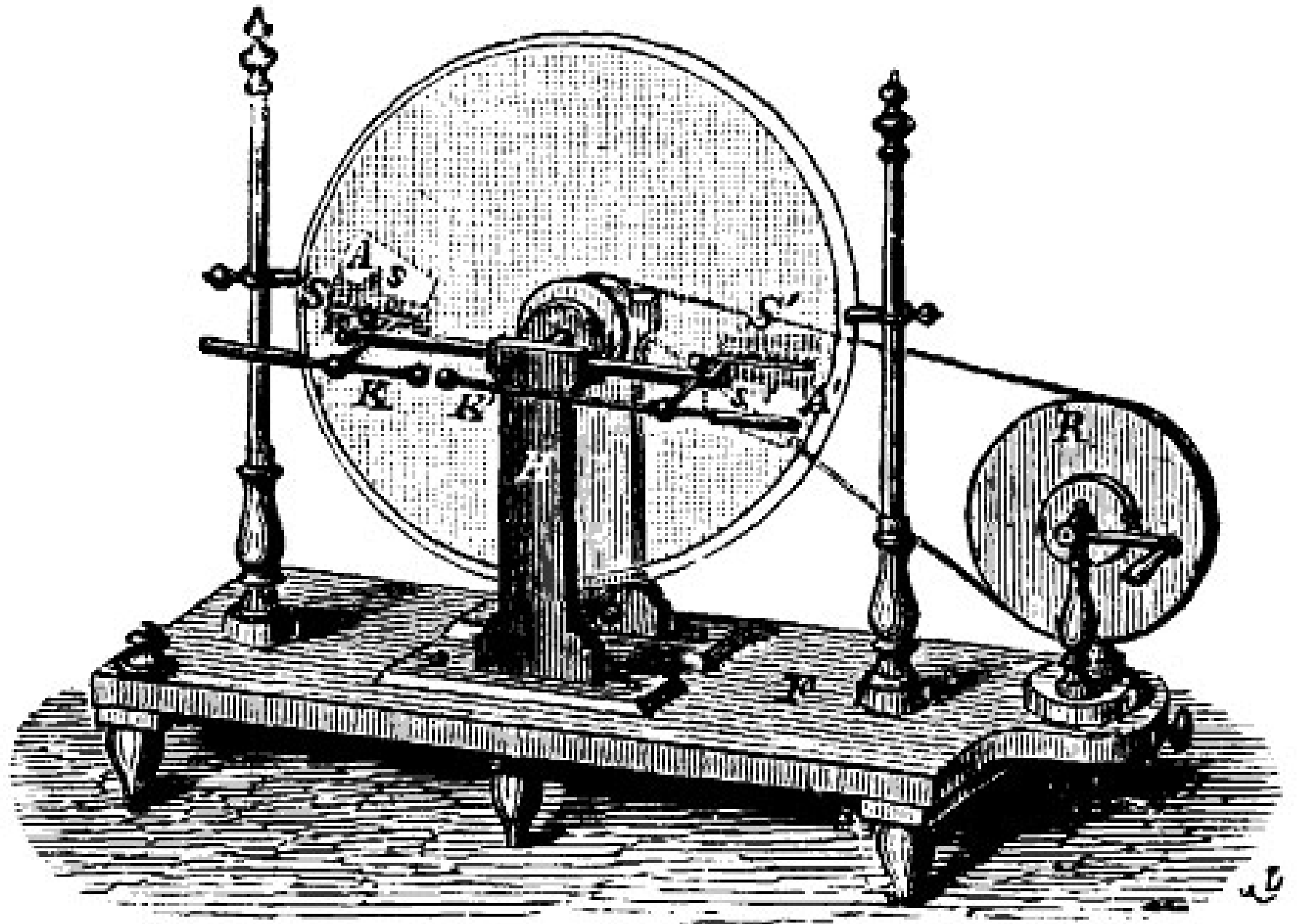
elektrofor (Volta) :



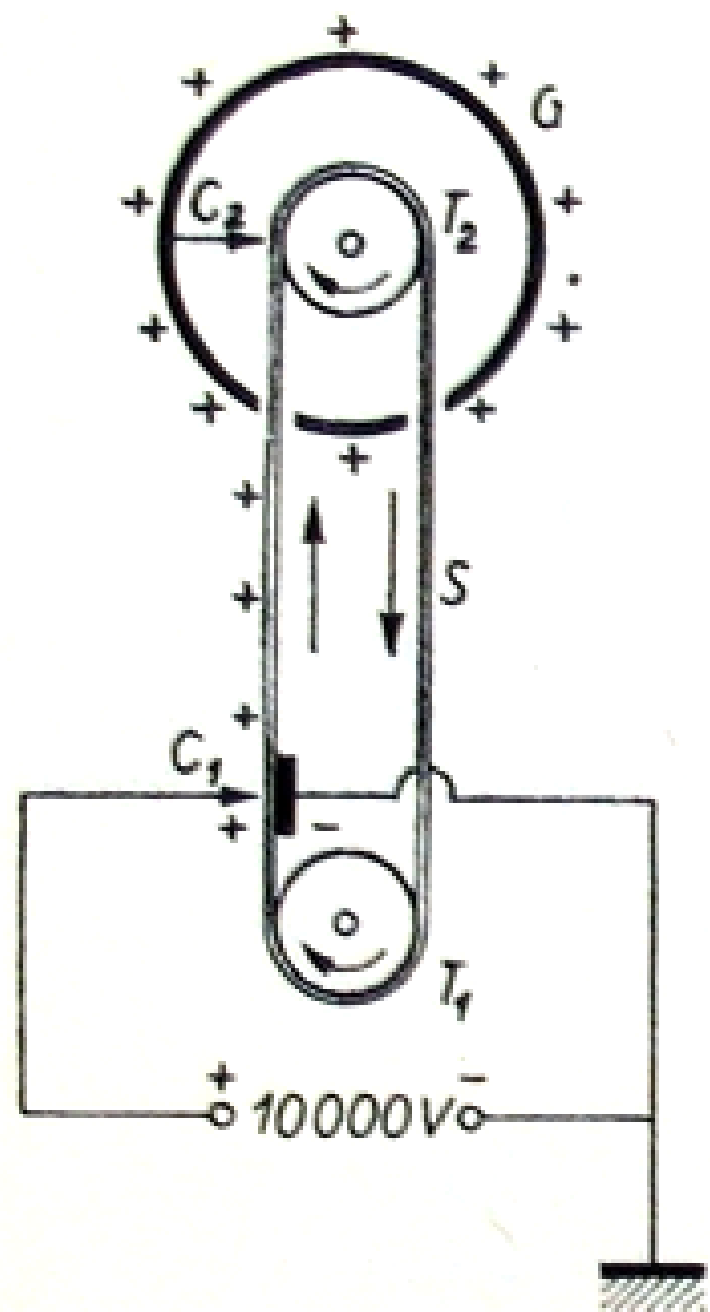
influenziagép :



$U \approx 100\text{ezer V}$



Van de Graaf generátor:

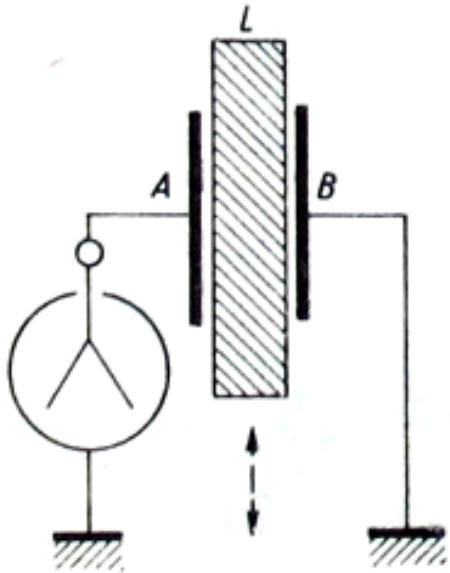


$U > 1$ millió V !!!

el.sztat. tér szigetelőkben (dielektrikumban) :

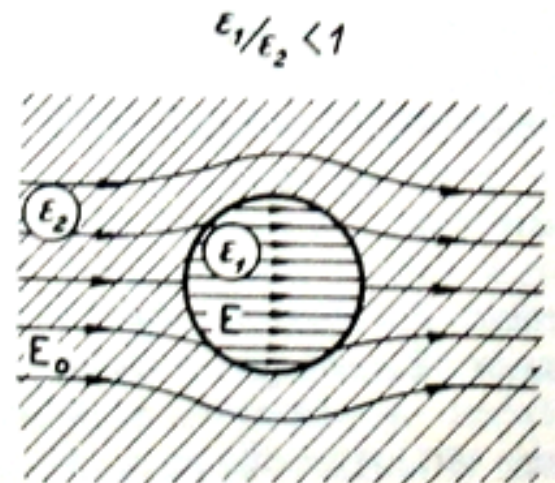
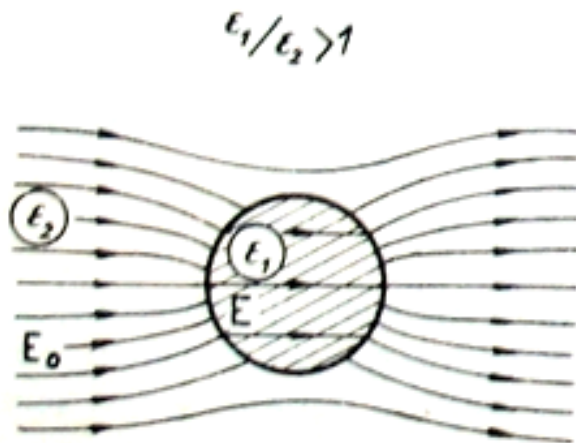
a szigetelő betolásával U csökken

→ C növekszik, kihúzva fordítva



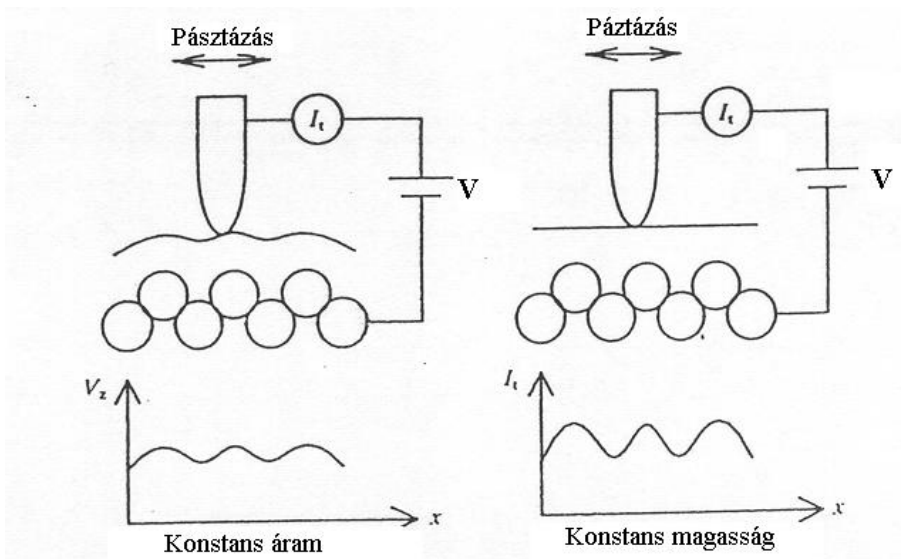
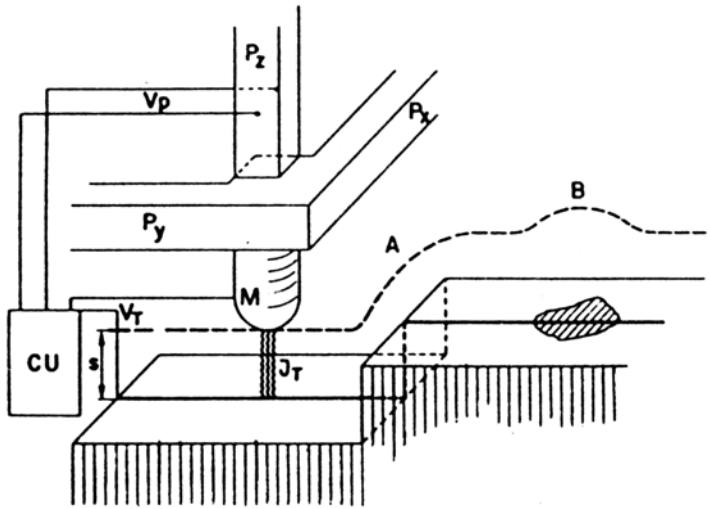
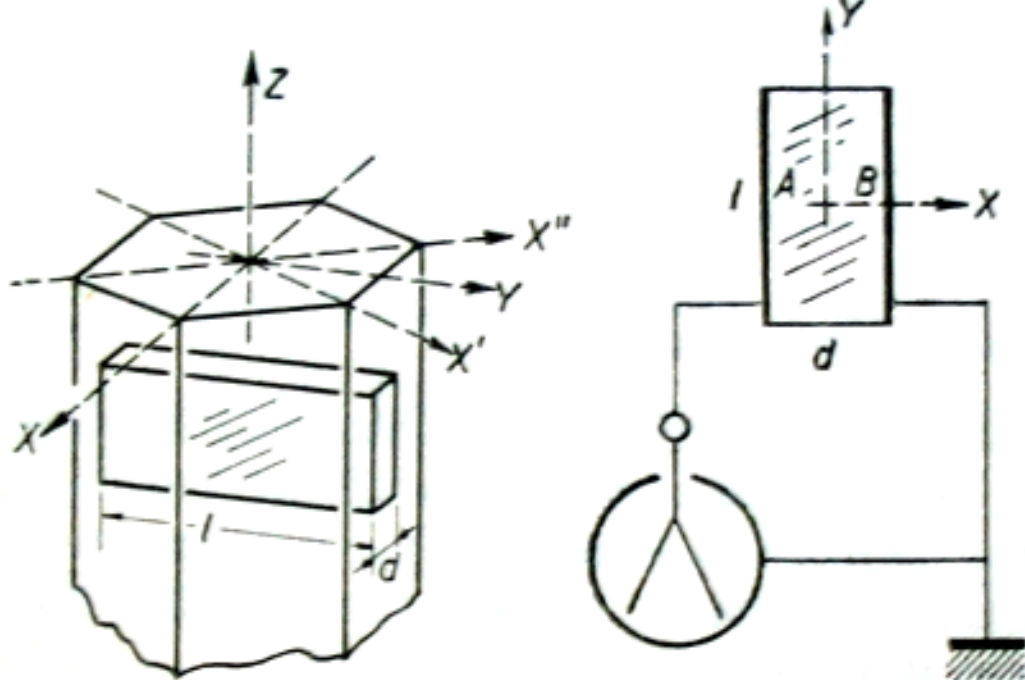
dielektromos állandó : $\varepsilon = \frac{C}{C_0}$

az elektr. tér behatol a szigetelőbe is, csak benne más lesz az erővonal-sűrűség :



piezoelektromosság :

alkalmazások:
mérlegek, STM, AFM,
injektor szelepek,...



érintkezési elektromosság :

2 kül. anyag érintkezése
(pl. ebonit+szőrme)



rajtuk kül. töltések



$\approx 1\text{V}$ potenciálkül.



$\approx 10^4\text{-}10^5\text{ V}$

(az erővonalak széthúzása miatt)

fémek érintkezése



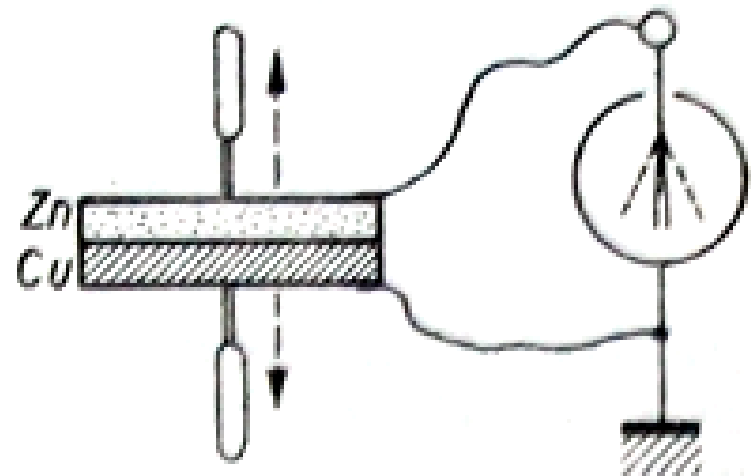
Volta :

széthúzás után :

a Zn + lesz, a Cu -

(a Zn-ről e^- - k mennek Cu-re)

itt is $1\text{V} \rightarrow 10\text{-}100\text{V}$ lesz



az 1 és 2 fémek a levegővel is érintkeznek (f , f_1 , f_2 felületek)



3 érintkezési feszültség:

$$U_{01}, U_{12}, U_{20}$$

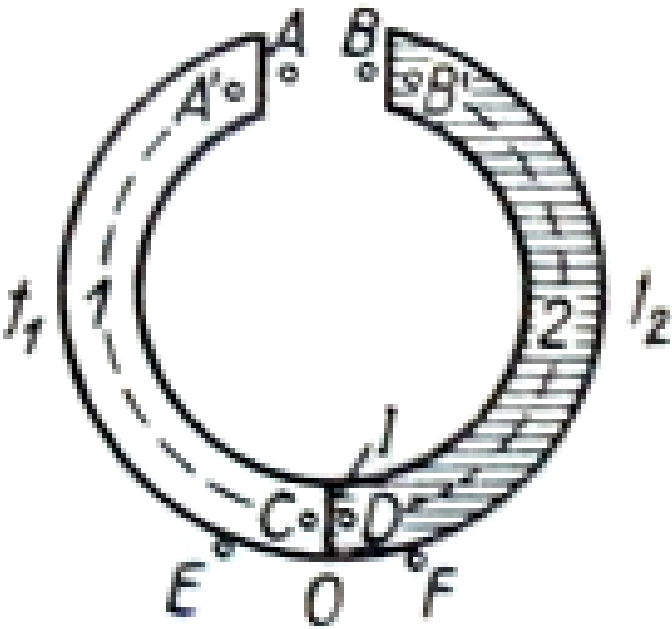
$$U_{G,12} = U_{12}$$

$$U_{V,12} = U_{01} + U_{12} + U_{20}$$

fémek anyagi minőségétől, hőm.-től és a szigetelők anyagától is függ

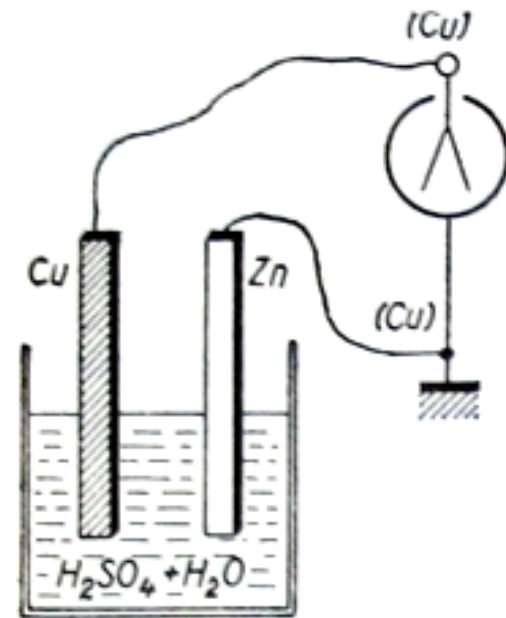
fém – folyadék érintkezése:

galvánelem



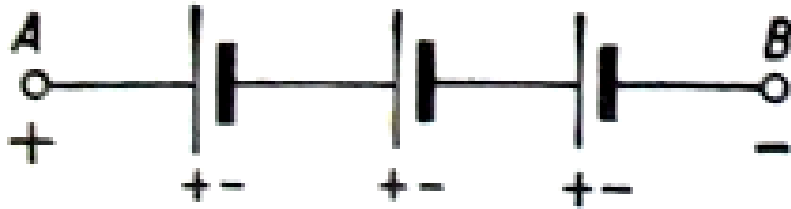
fém – folyadék érintkezése:

galvánelem →



nyitott pólusok → e.m.e. $\approx 1-2$ V

zárt áramkör → kapocsfeszültség \neq



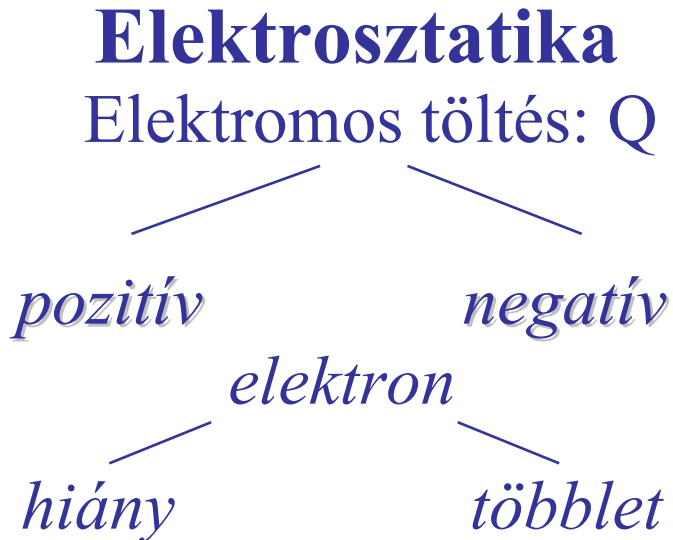
→ tetsz. nagy e.m.e. kapható

az elektrosztatikai- és a magnetosztatikai tér :

Statikus tér: a térre jellemző fizikai mennyiségek időben állandóak.

Homogén tér: a térre jellemző fizikai mennyiségek a helytől sem függenek.

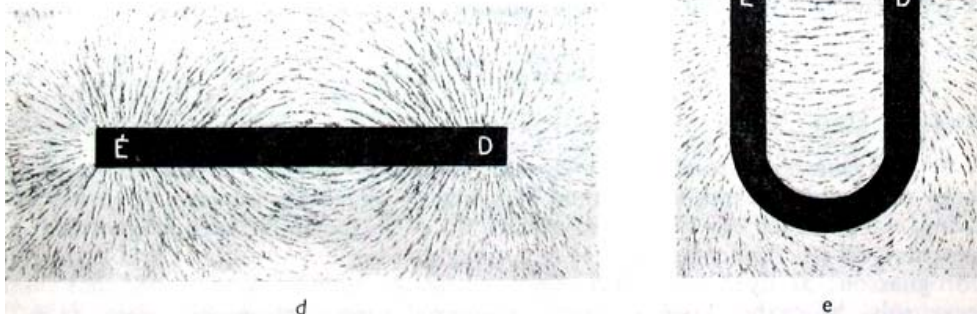
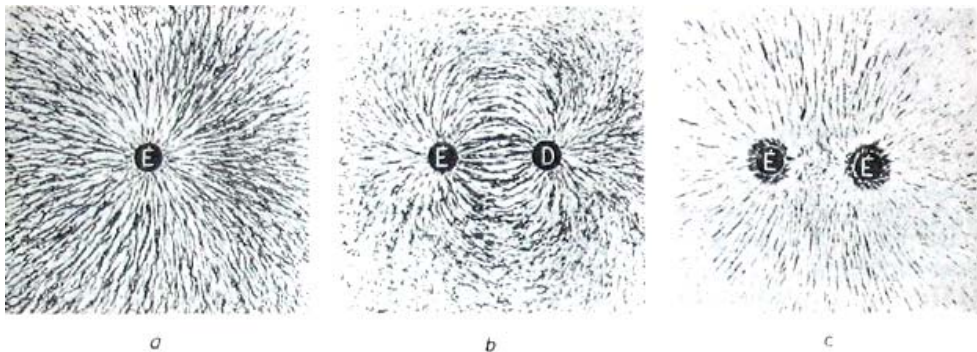
elektrosztat. és magnetosztat. analóg

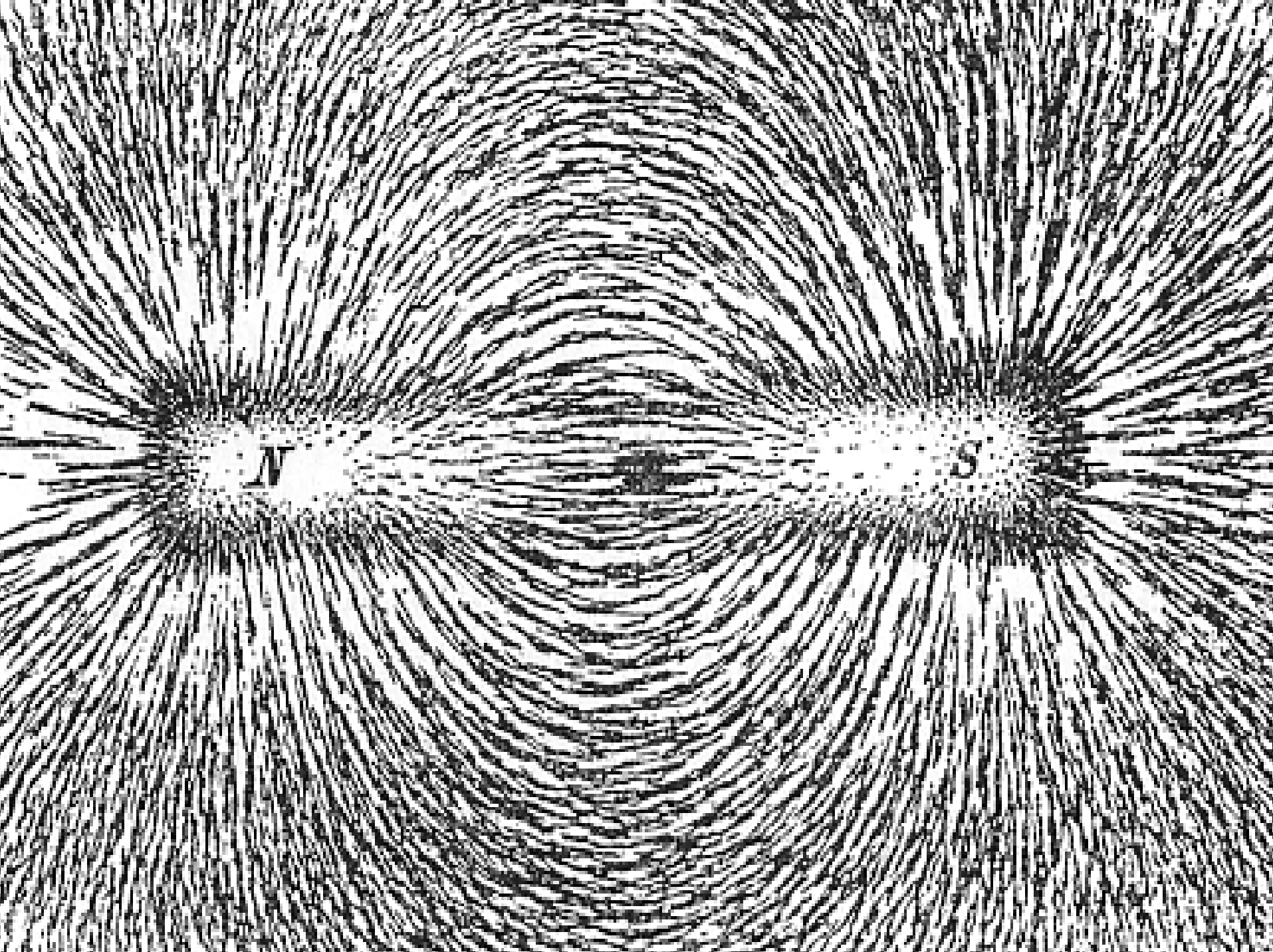


elektron
 hiány többlet

*Semleges test
 a pozitív és negatív
 töltések algebrai
 összege zérus*

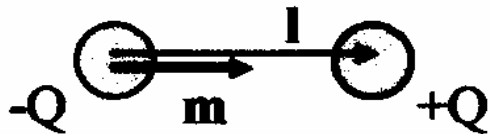
pólusok
 északi déli





*Dipólmomentum: **m*****Elektrosztatika***Elektromos dipólus:*

$$\mathbf{m} = Q \cdot \mathbf{l}$$



Az elektromos dipólust alkotó töltések fizikailag különválaszthatók.

Magnetosztatika*Permanens mágnes:*

$$\mathbf{m} = p \cdot \mathbf{l}$$

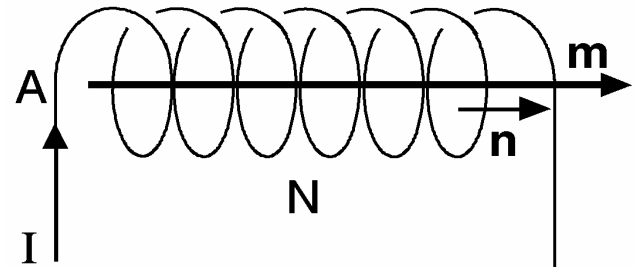


A permanens mágnes pólusai egymástól nem választathatók el.

Dipólmomentum: \mathbf{m}

Magnetosztatika

I erősségű árammal átjárt A irányított felületű hurok



$$\mathbf{m} = \mu\mu_0 NIA$$

Erőhatások

Elektrosztatika

*Elektromos töltések között
fellépő erő*

vonzó

taszító

*A semleges testeket a töltéssel
rendelkező testek vagy
vonzák vagy taszítják.*

Magnetosztatika

*Mágneses pólusok
között fellépő erő*

vonzó

taszító

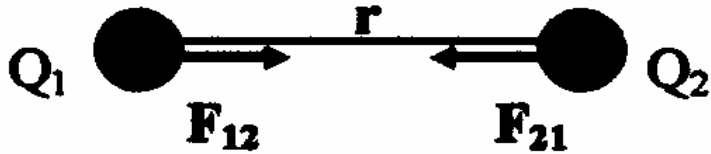
*A testek mágneses térben anyagi
minőségüktől függően különböző
képpen viselkednek.*

Erőhatások

Coulomb törvény

Elektrosztatika

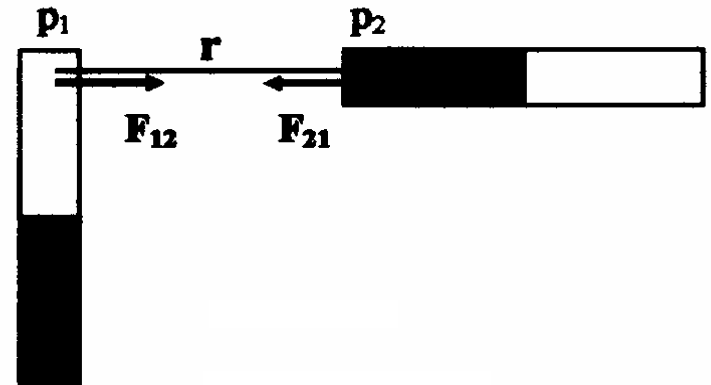
Pontszerű elektromos töltések között fellépő erő



$$\vec{F} = k \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

Magnetosztatika

Mágneses pólusok között fellépő erő



$$\vec{F} = C \cdot \frac{p_1 p_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

Elektrosztatikai tér

Magnetosztatikai tér

létrehozása

Nyugvó elektromos töltés

*Nyugvó permanens mágnes,
ill. stacionárius áram*

szemléltetése

erővonalakkal

indukcióvonalakkal

jellemzése

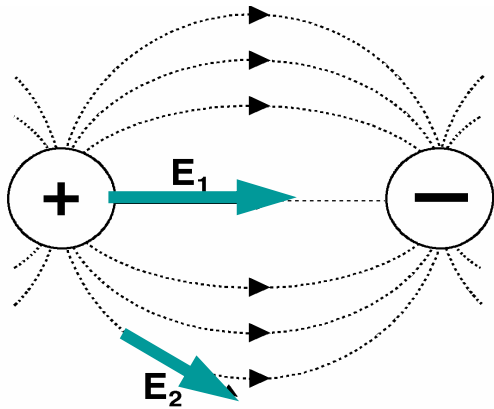
***E** térerősségvektorral
(**D** megosztási vektorral)*

***H** térerősségvektorral
(**B** indukció vektorral)*

Elektrosztatikai tér

Elektromos
térerősségvonalak

Érintőik a térerősségvektorok

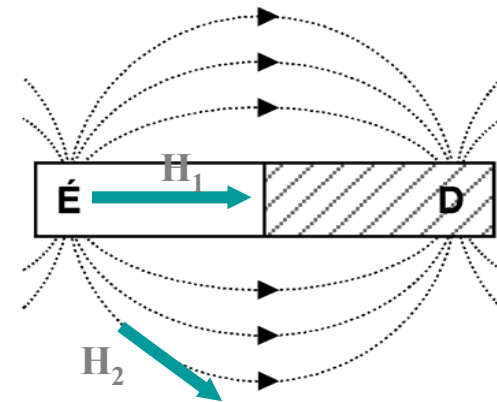


Az elektrosztatikus tér
forrásos, örvénymentes

Magnetosztatikai tér

Mágneses
térerősségvonalak és
indukcióvonalak

*Érintőik a térerősségvektorok
vagy indukcióvektorok.*



A permanens mágnes tere
forrásos, örvénymentes.

*A stacionárius áram mágneses tere
örvényes, forrásmentes.*

Elektrosztatikai tér

Elektromos térerősség (E)

Az elektromos tér egy adott pontját jellemző vektormennyiség

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}, \left[1 \frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

Megosztási vektor (D)

$$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \cdot \vec{E}, \left[1 \frac{\text{As}}{\text{m}^2} \right],$$

ε_0 a vákuum, ε a szigetelő (anyagi minőségére jellemző) dielektromos állandója

Magnetosztatikai tér

Mágneses térerősség (H)

A mágneses tér egy adott pontját jellemző vektormennyiség

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{p}, \left[1 \frac{\text{N}}{\text{Wb}} \left(\frac{\text{newton}}{\text{weber}} \right) \right]$$

Indukcióvektor (B)

$$\vec{B} = \mu \mu_0 \cdot \vec{H}, \left[1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1 \text{T (Tesla)} \right]$$

μ_0 a vákuum, μ a közeg (anyagi minőségére jellemző) mágneses permeabilitása.

Magnetosztatikai tér

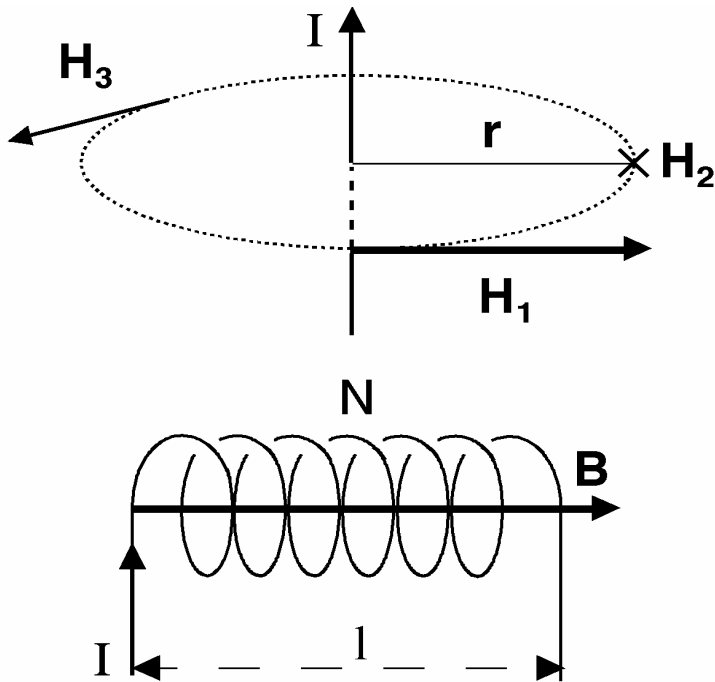
térerősség *indukció*

hosszú egyenes áramjárta
vezető terében

$$H = \frac{I}{2r\pi}, \text{ ill.} \quad B = \mu\mu_0 \frac{I}{2r\pi}$$

szoleonid belsejében

$$H = \frac{NI}{l}, \text{ ill.} \quad B = \mu\mu_0 \frac{NI}{l}$$



Megosztás (polarizáció)

Elektromos megosztás

Vezetők

Elektronok elmozdulása

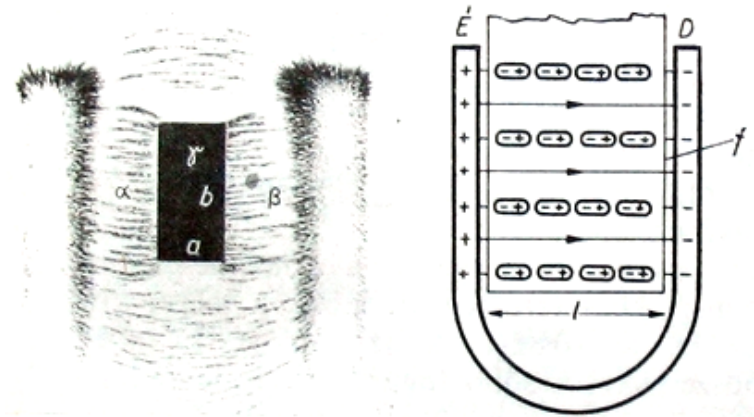
*Szigetelők
deformáció
(Bohr-modell)*



Mágneses megosztás

Ferromágneses

Fe, Ni, Co, bizonyos ötvözetek



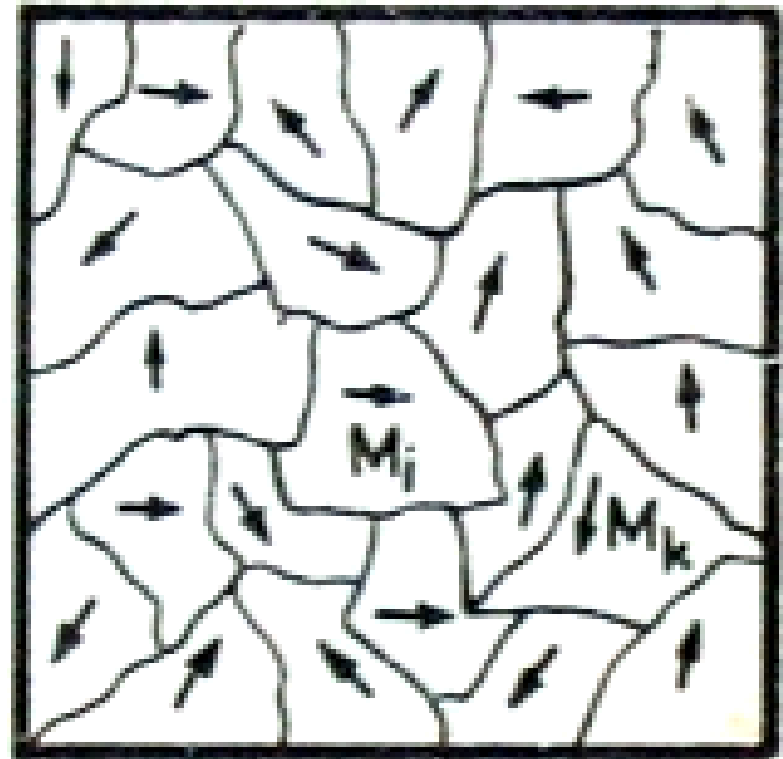
Paramágneses

*Bizmut, higany, réz, víz,
etilalkohol, nitrogén,
hidrogén*

Diamágneses

*palládium, króm, platina,
alumínium, oxigén, levegő*

doménszerkezet :



AZ ELEKTROMOS ÁRAM

ÉS

A MÁGNESES TÉR

Elektromos töltéssel rendelkező részecskék mozgása :

Az elektromos áram

Konduktív

Vezetőkben
*elektromos tér
hatására*

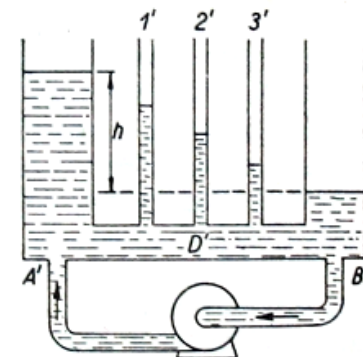
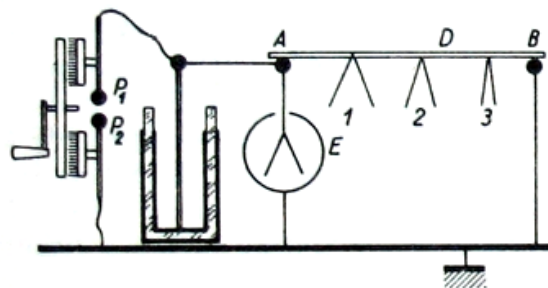
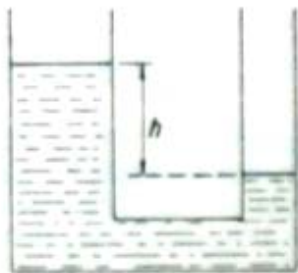
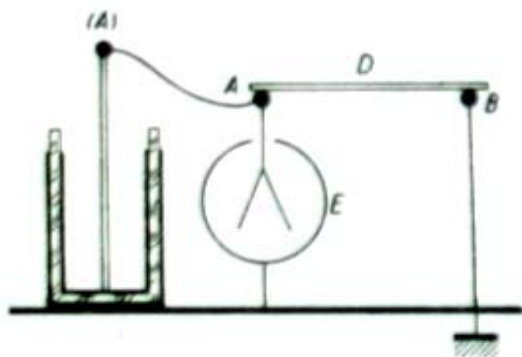
Feltétel: **feszültség**

Konvektív

Szállítási
*mechanikai
úton
mozgatjuk*

Áramlási
*ionok
mozgása
gázokban*

Feltétel: **feszültség**



az elektromos áram jellemzése :

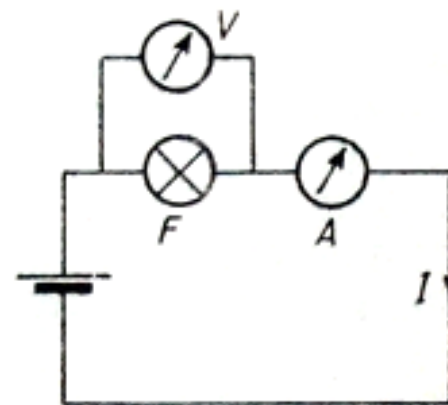
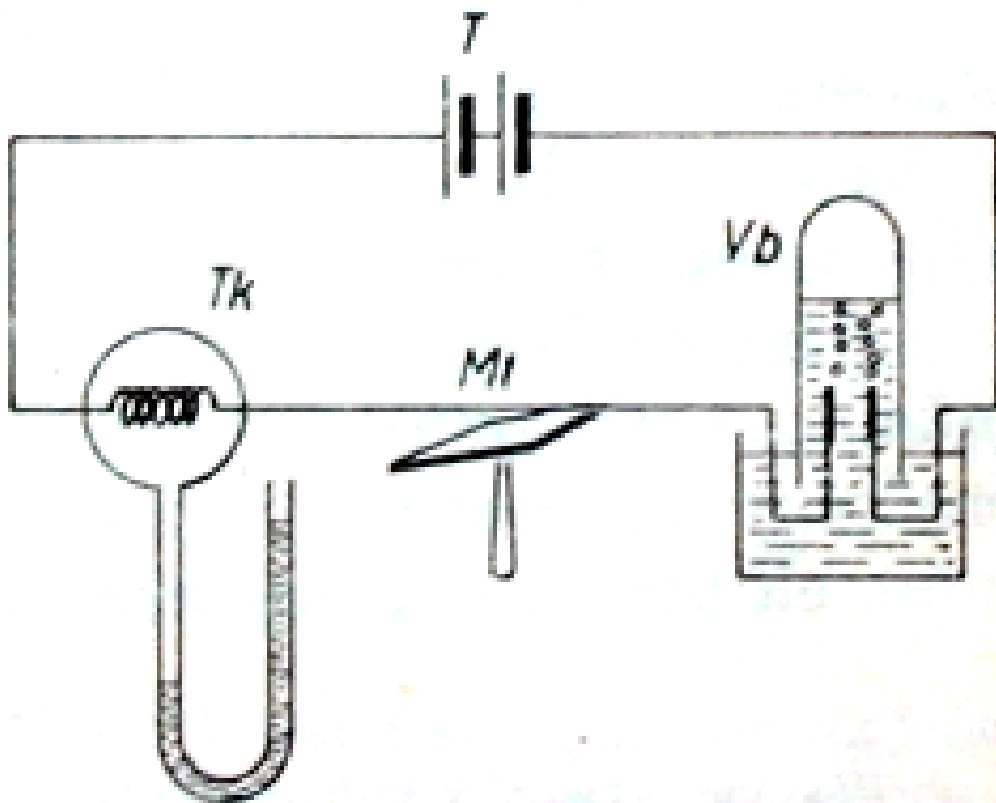
Elektromos áramerősség: I

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

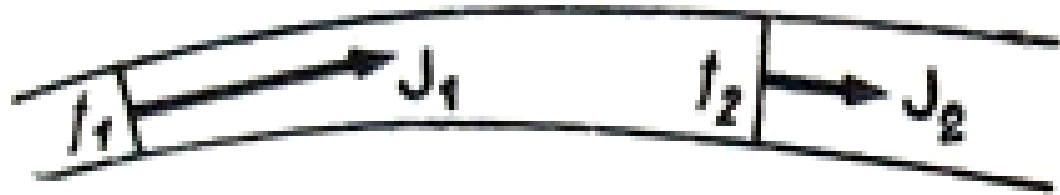
$$\left[1\text{A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}} \right]$$

skalár mennyiség, de van iránya: a pozitív töltések haladási iránya

az áram hatásai:



áramsűrűség :



Elektromos áram

állandó

**egyenáram
stacionárius**

változó

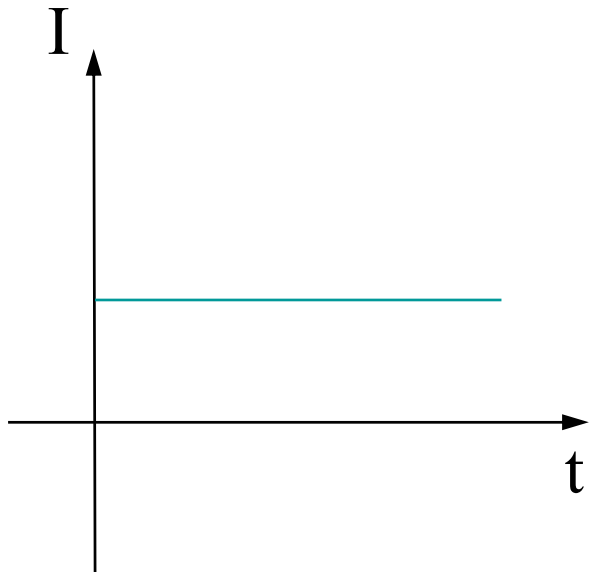
Nagysága
(változó)

Nagysága és iránya
(váltakozó)

**szinuszos
váltakozó
áram**

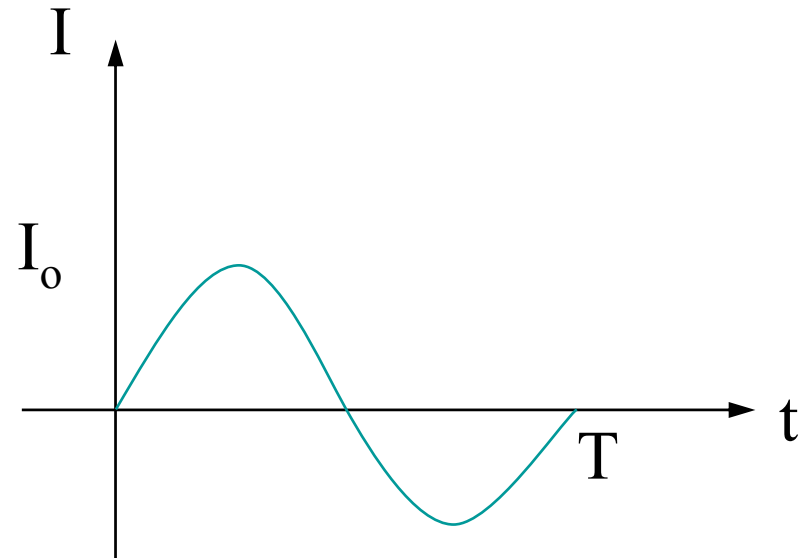
nem szinuszos
váltakozó áram

egyenáram



$$I = \frac{Q}{t} = \text{áll.}$$

szinuszos váltakozó áram

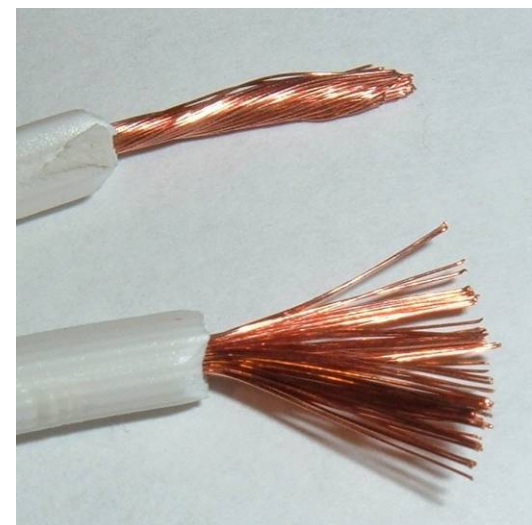
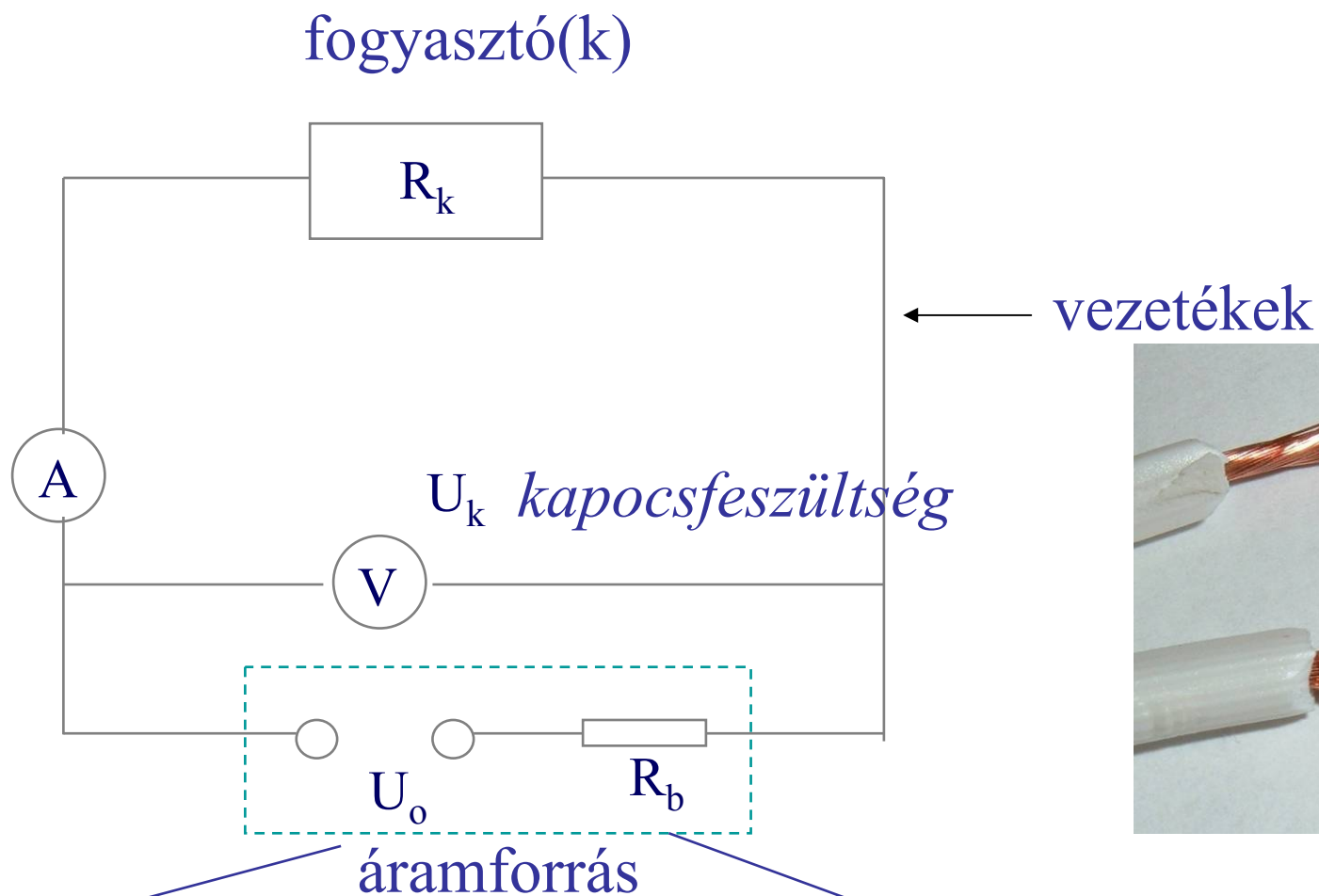


$$I = I_0 \sin 2\pi vt$$

a váltakozó áram **effektív értéke:**

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

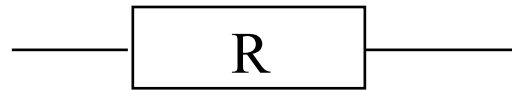
Elektromos áramkörök törvényei



üresjárási feszültség

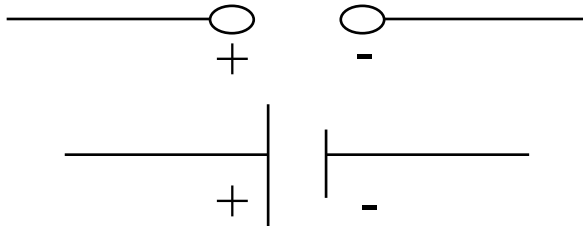
belső ellenállás

fogyasztó (ellenállás)



áramforrás

egyenáramú



váltakozó áramú

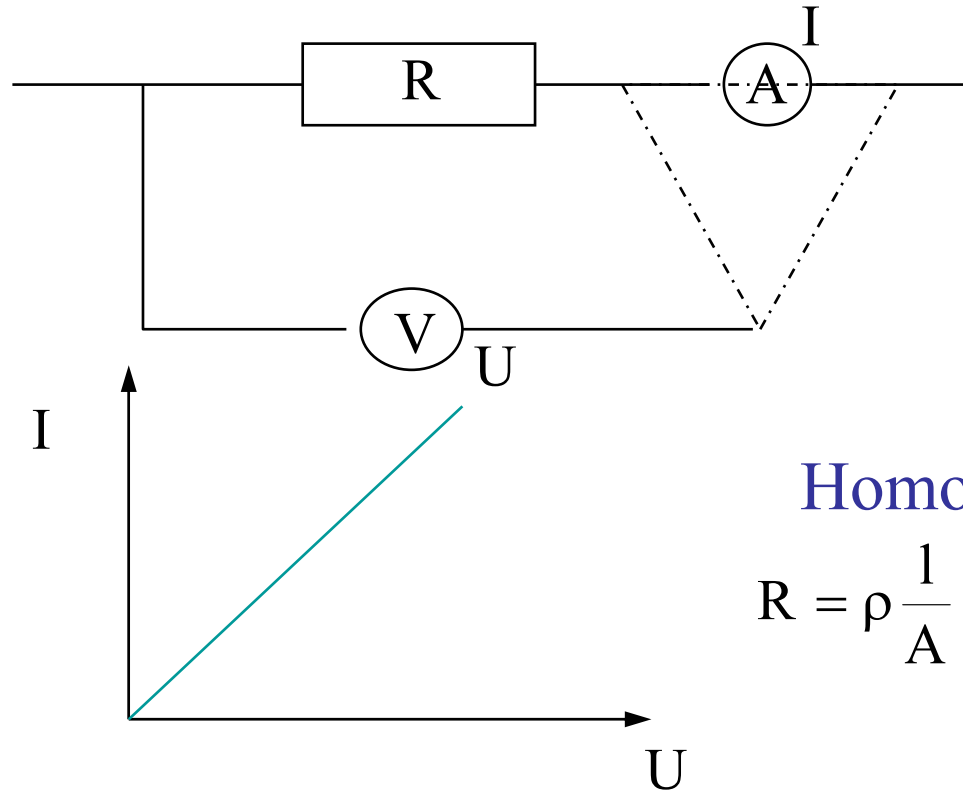


üresjárási feszültség

$$U_0 > U_k$$

kapocsfeszültség

Ohm törvénye vezető szakaszra :



Feltétel: $T = \text{áll.}$

$$U = R \cdot I \quad \left[1\Omega = 1 \frac{\text{V}}{\text{A}} \right]$$

Homogén vezetős szakasz ellenállása:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

l : hossz

A : keresztmetszet

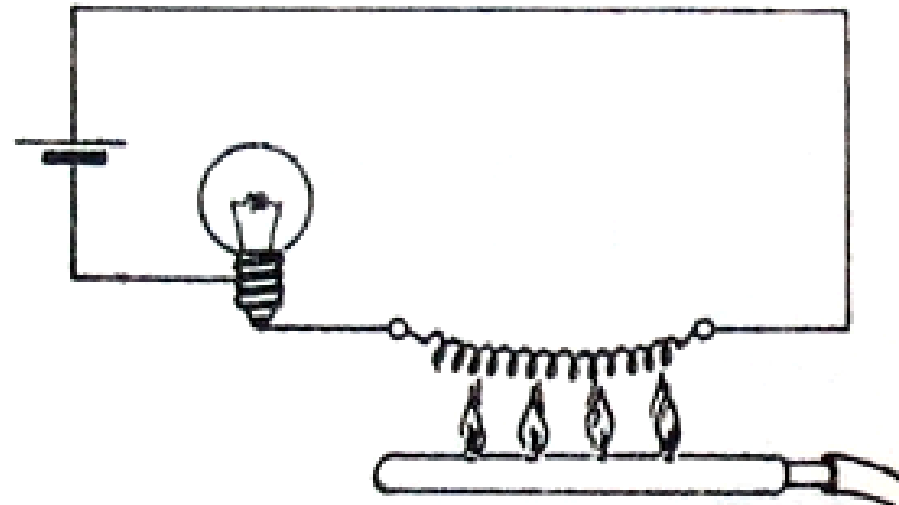
ρ : fajlagos ellenállás

Ha $T \neq \text{állandó}$:

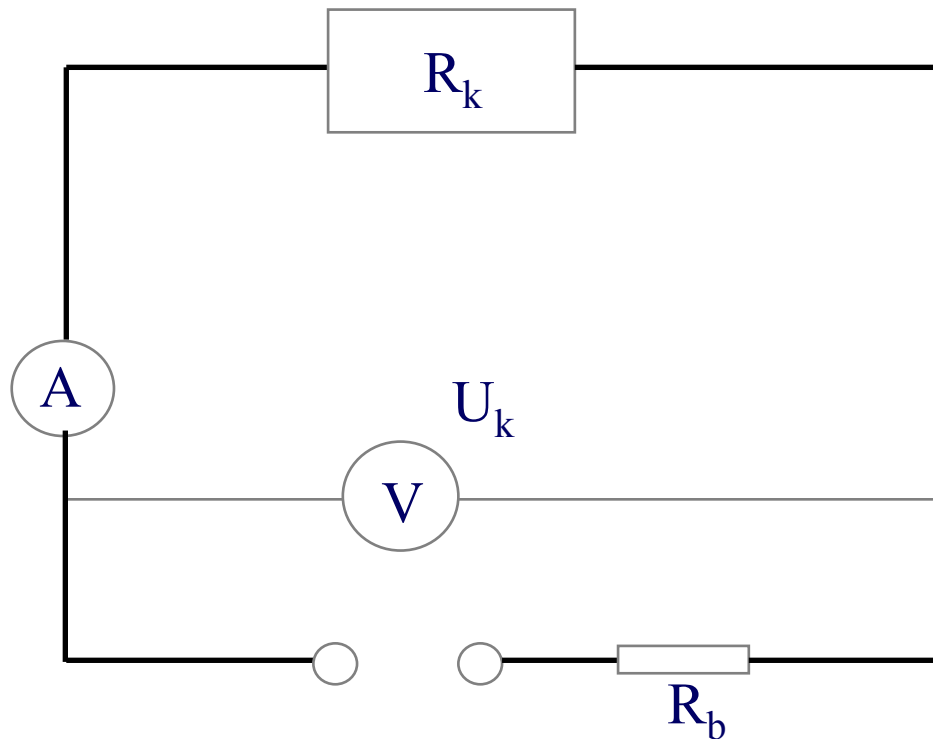
$$R_t \approx R_o [1 + \alpha(t - t_o)]$$

α : hőmérsékleti tényező

Kísérlet : üveg vezetése



Ohm törvénye teljes áramkörre :



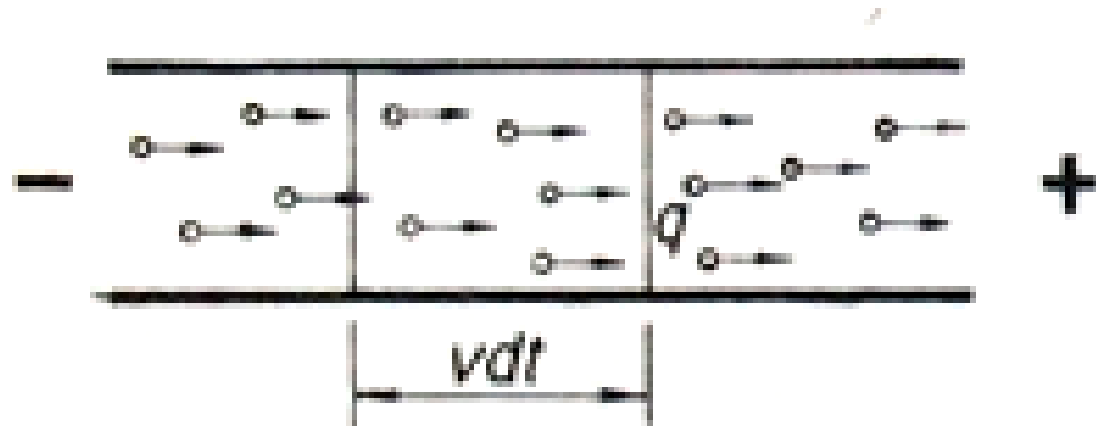
$$I = \frac{U_o}{R_k + R_b}$$

R_b kicsi



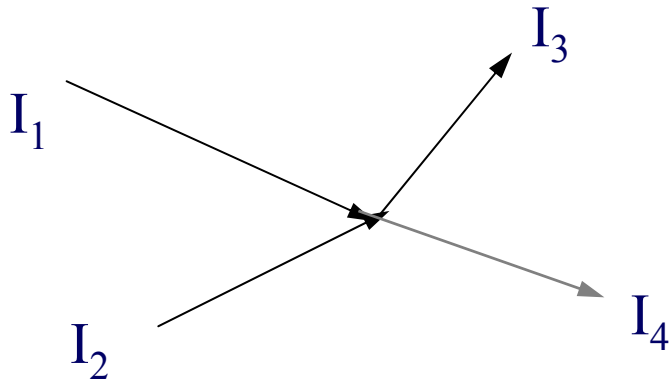
Ne zárd rövidre az áramforrást!

$v =$ állandó, de kicsi !
de bekapcsoláskor
mégis azonnal
felgyullad a villany
???



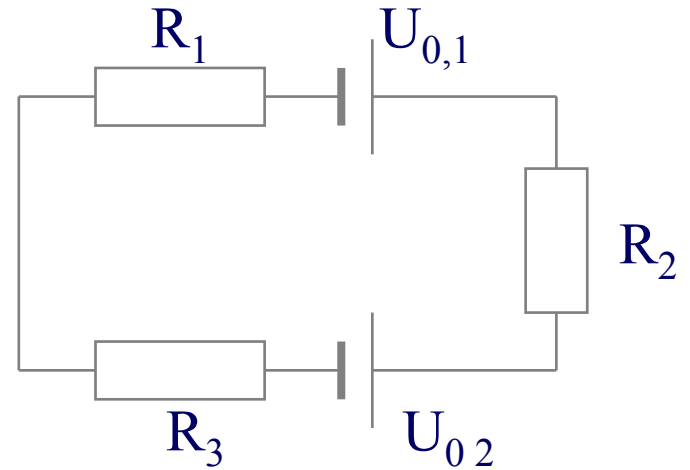
Kirchhoff törvényei :

I. Csomóponti törvény



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

II. Huroktörvény



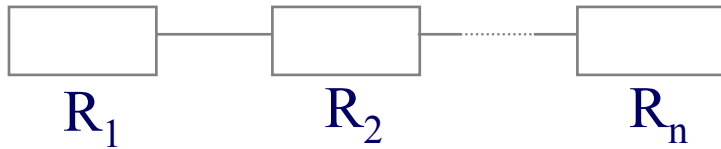
$$IR_1 + IR_2 + IR_3 - U_{0,1} + U_{0,2} = 0$$



ellenállások soros- és párhuzamos kapcsolása

Ellenállások kapcsolása :

Soros kapcsolás



$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Párhuzamos kapcsolás

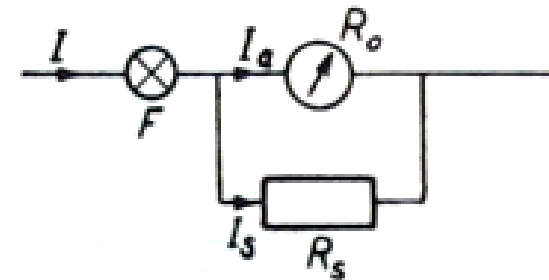
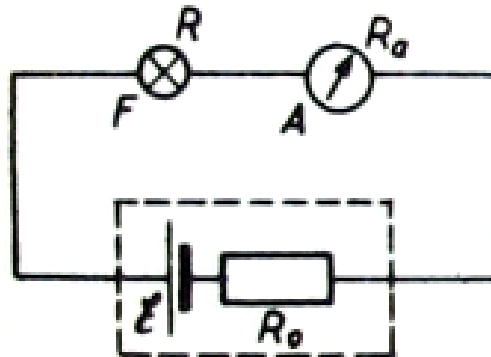


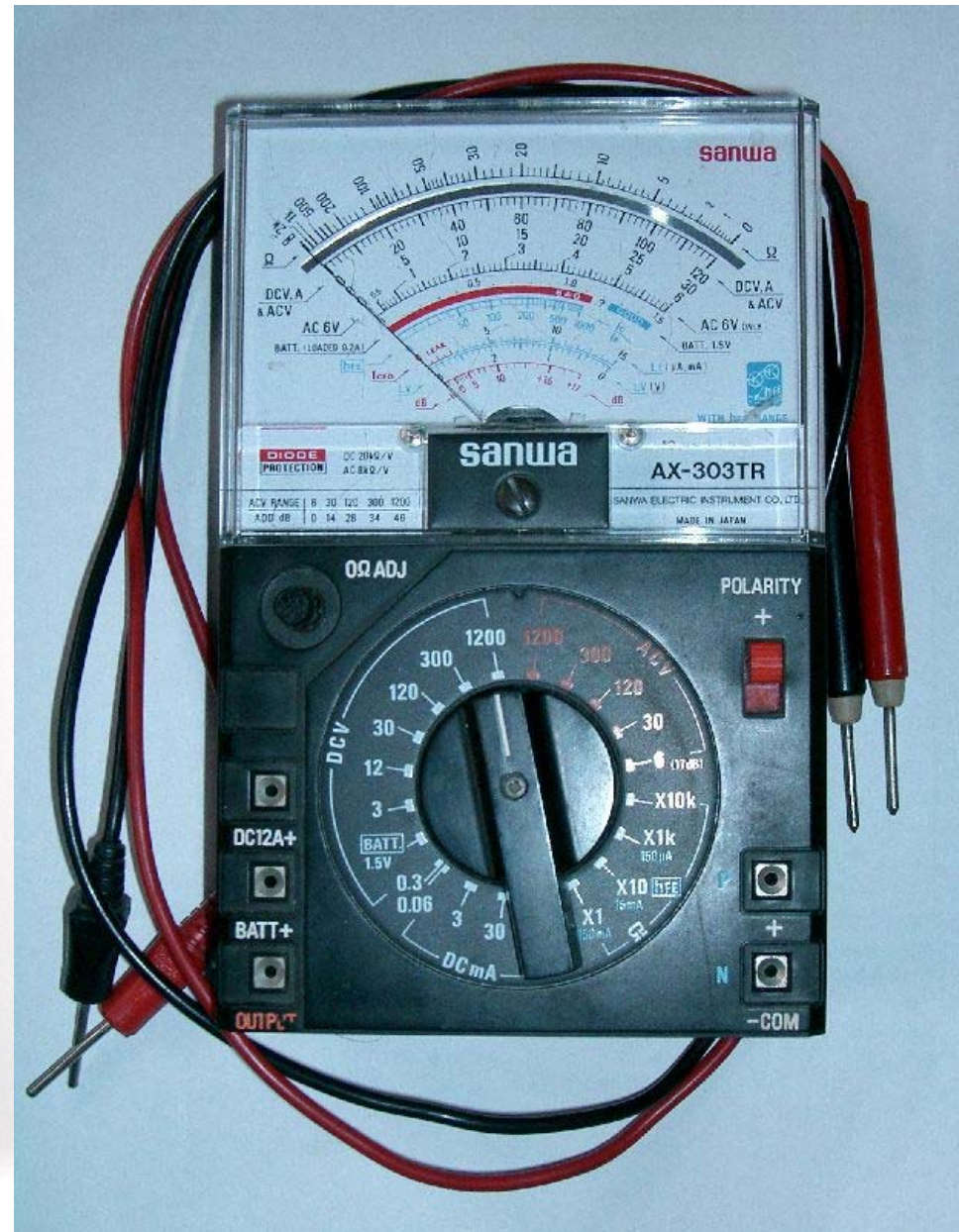
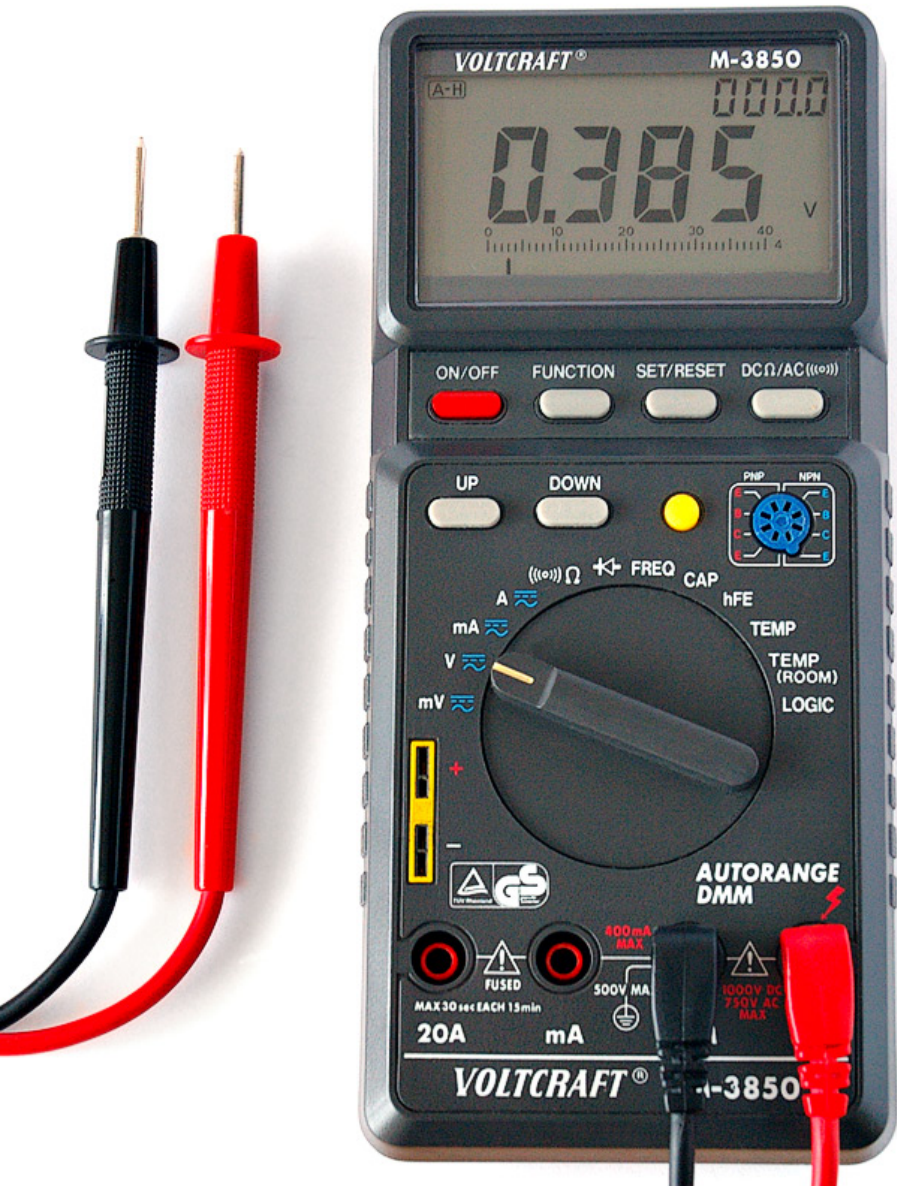
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

áram- és feszültségmérők :

pl nagy áram mérése : sönt :

nagy feszültség
mérése:
előtét ellenállás





Az elektromos áram hőhatása (Joule-hő), munka, teljesítmény :

Az elektromos árammal átjárt vezető felmelegszik.

Nagy fajlagos ellenállás

Elektromos melegítő berendezések :

rezsó, kályha, hőszugárzó, merülőforraló, vasaló, forrasztópáka

túláram ellen védő biztosítékok : *olvadó, bimetálos automata*

izzólámpa (*Edison, Bródi Imre*)



Joule törvénye :

Az elektromos tér munkát végez \Rightarrow Hőmennyiség fejlődik
(+ egyéb, pl. fény)

$$W = U \cdot I \cdot t \quad [1J = 1VAs]$$

Teljesítmény : $P = U \cdot I$ $[1W = 1VA]$

A fogyasztókon feltüntetik:

névleges teljesítmény, megengedett áramerősség, ill. feszültség

Az elektromos áram kémiai hatása :

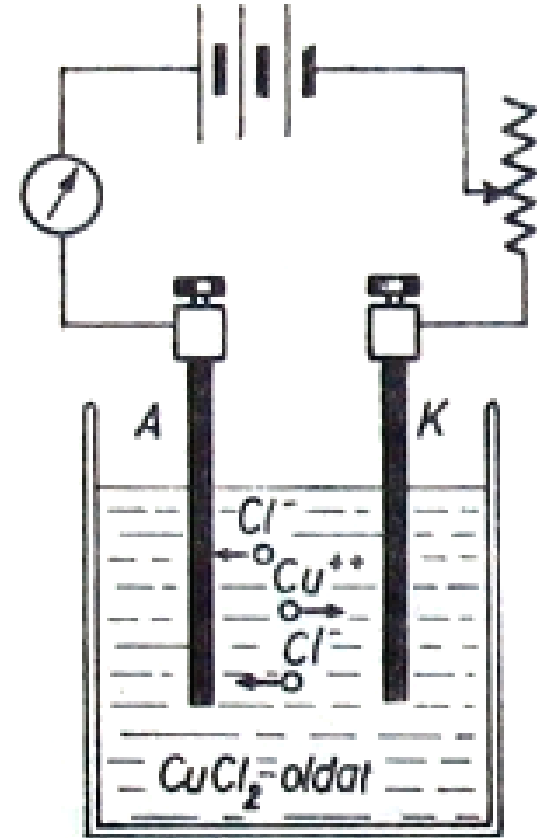
elektrolitok (sók, savak, bázisok)

elektrolitos disszociáció

elektródok

pozitív és negatív ionok mozgása

akkumulátorok : $(Pb + H_2SO_4 \rightarrow \text{kisüléskor } PbSO_4)$



Faraday első törvénye:

$$m = k \cdot Q, \quad \text{ill.} \quad m = k \cdot I \cdot t,$$

k: elektrokémiai egyenérték

Faraday második törvénye :

Egy mol egy vegyértékű anyag kiválásához 96500 C töltésre van szükség

Az elektrolízis gyakorlati alkalmazása :

Galvanizálás : *korrózió vagy kopás elleni védelem, díszítés*

Galvanoplasztika : *hanglemez fémnegatívja, varratmentes rézcsövek*

Elektrometallurgia : *Fémek ipari méretekben való előállítása és tisztítása*

Nátronlúg, kálilúg, klór, hidrogén, oxigén előállítása

Az elektromos áram élettani hatása

kémiai hatás

hőhatás

*A testfolyadékokban elektrolízis játszódik le,
ha a test két pontja között feszültség van.*

Biológiai elváltozások,

Égés,



A hatás függ

az áram útjától

frekvenciától

az áram erősségétől

a hatás időtartamától

4k Ω ellenállású emberi testen

15mA – es áramerősség még nem okoz maradandó változásokat

42 V – os feszültség érintése nem veszélyes

Elektromos berendezéseket érintésvédelmi célból földeléssel látják el. + fi relé

Az érintési feszültség kisebb legyen 65 V-nál, ill. a biztosíték azonnal oldjon ki.

kettős szigetelés

villanyt szerelni csak 1 kézzel (jobb kézzel) szabad !!!

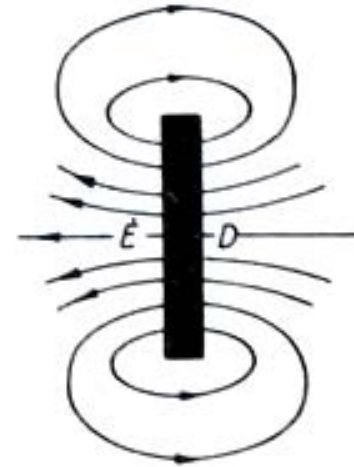
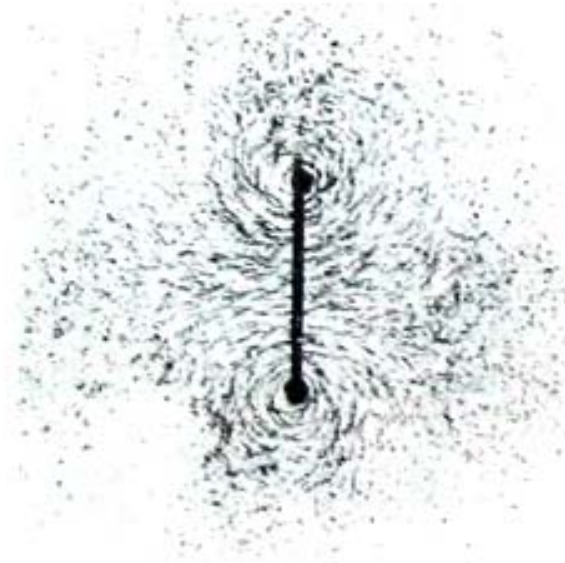
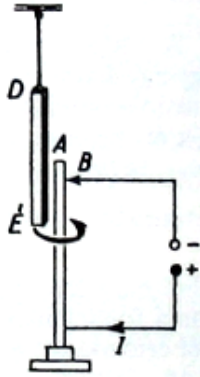
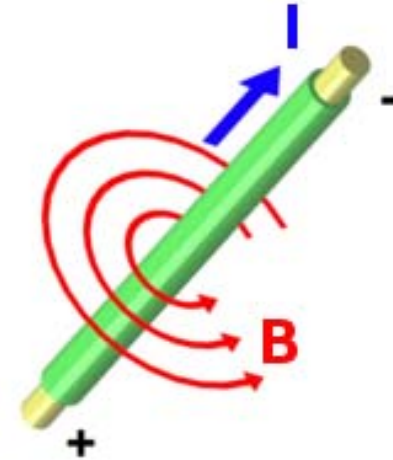
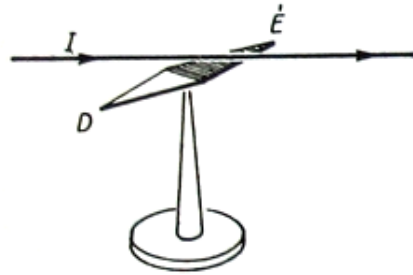
Fizioterápia és kozmetika

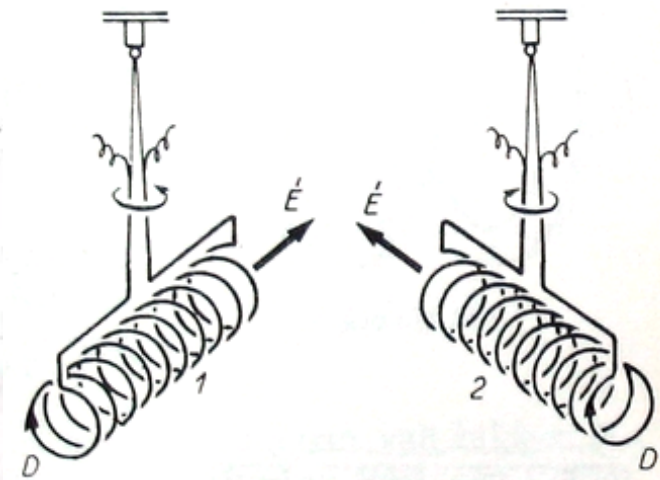
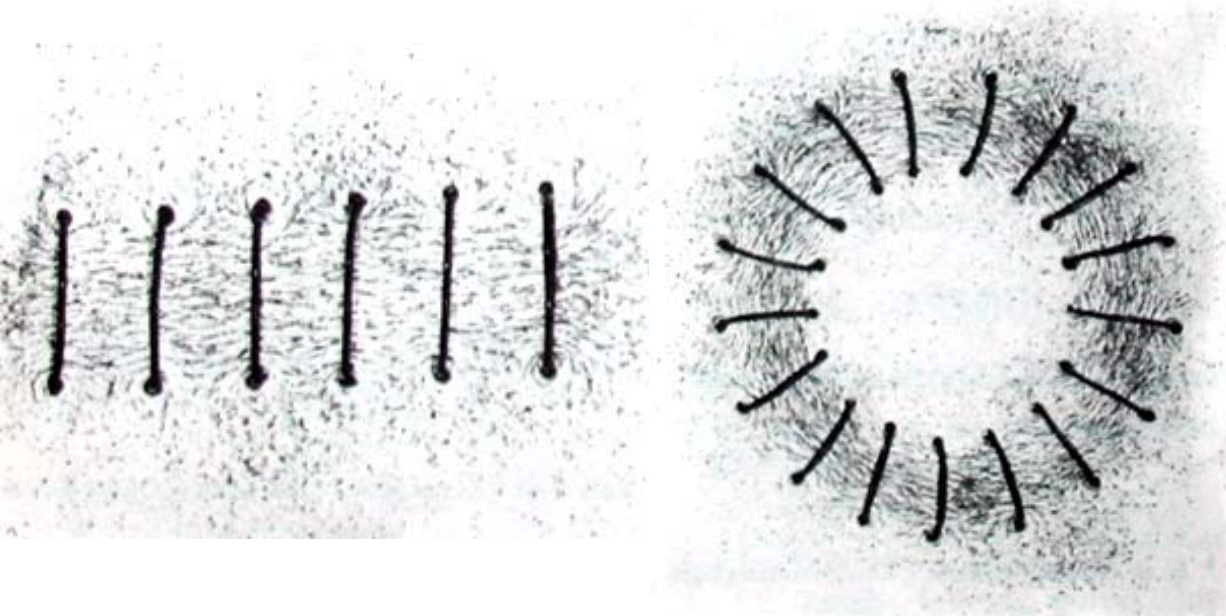
Bőrön át juttathatnak a testbe nyomelemeket, vitaminokat, gyógyszereket.

Az elektromos áram és a mágneses tér :

a mozgó töltés mágneses teret kelt maga körül :

a stacionárius áram
maga körül statikus
mágneses teret kelt

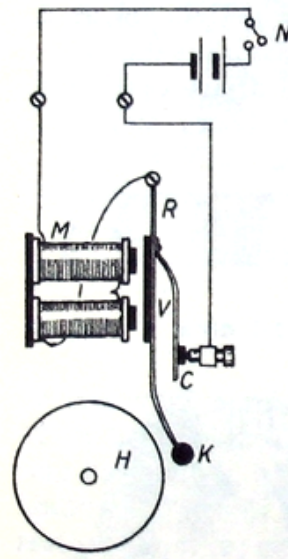
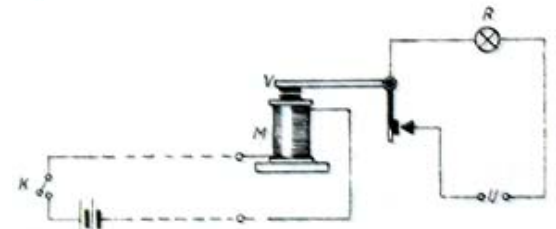
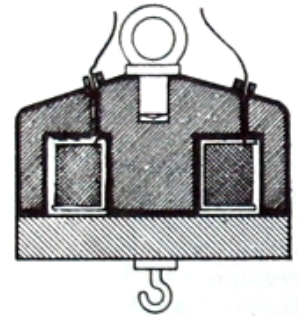
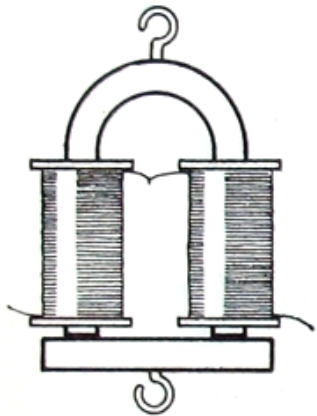
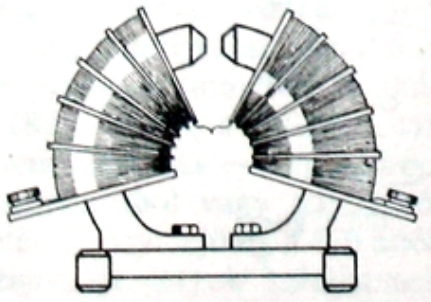




teheremelő mágnes, relé, elektromos csengő, Morse-távíró, fülhallgató, lágyvasas ampermérő stb. :



186,1. ábra



A mágneses tér hat a benne mozgó töltésekre

Mágneses térben mozgó töltésre erő hat: **Lorentz erő**

A sebesség és az indukció síkjára merőleges



alkalmazások :

TV-készülék, oszcilloszkóp, elektronmikroszkóp
tömegspektrográf

Mágneses térben elhelyezett áramvezetőre erő hat.

ha az áramvezető zárt felületet ölel körül



mágneses térben elfordulhat



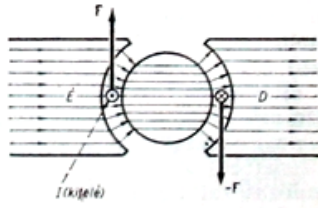
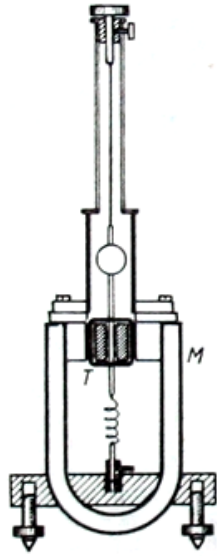
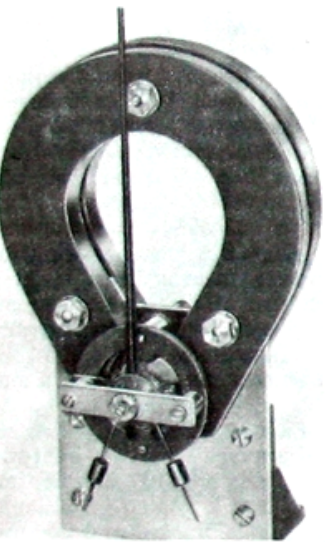
forgatónyomaték :

$$M = N \cdot I \cdot A \cdot \sin \alpha$$

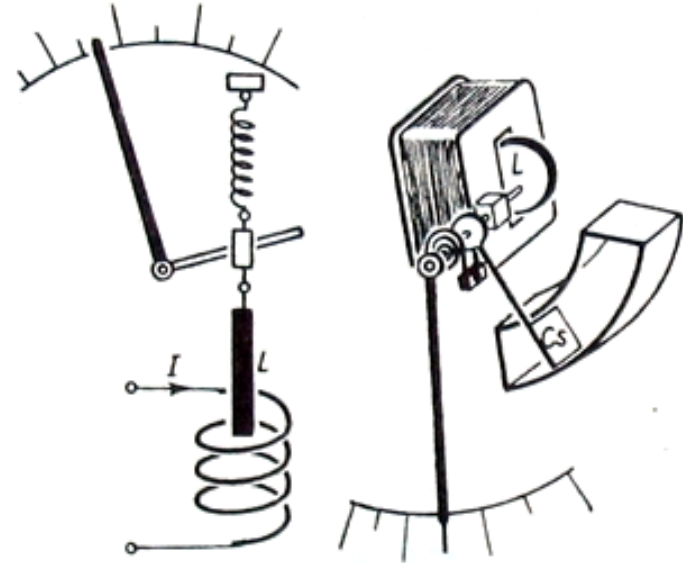
Gyakorlati alkalmazások :

*Áramerősség, és feszültségmérő műszerek,
wattmérő, villanyóra, magnetométer*

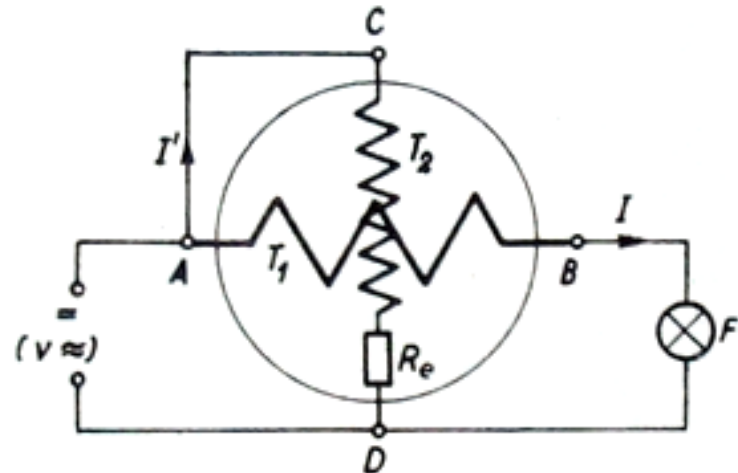
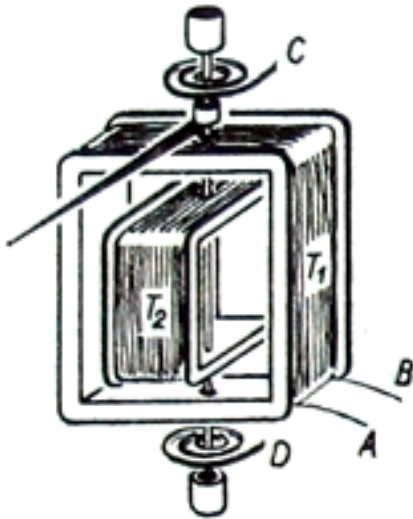
forgótekerceses műszer (Deprez)



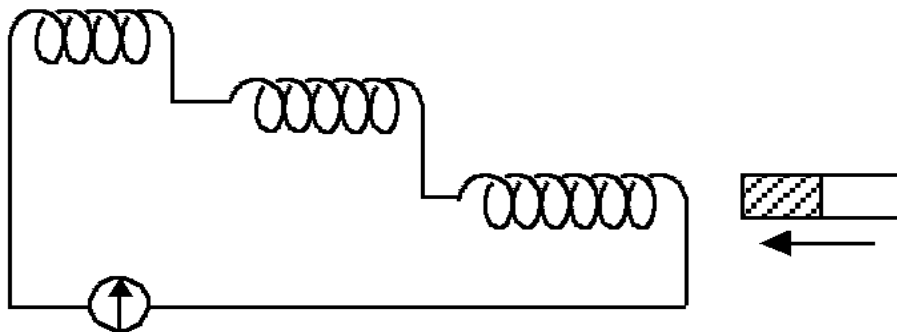
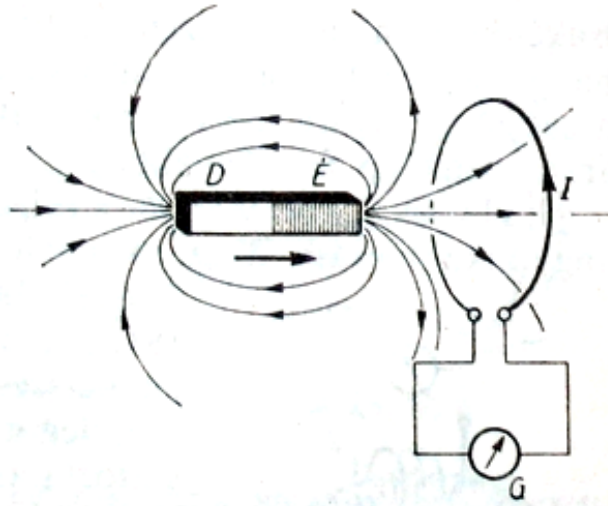
lágúvasas műszerek



elektrodinamikus műszerek



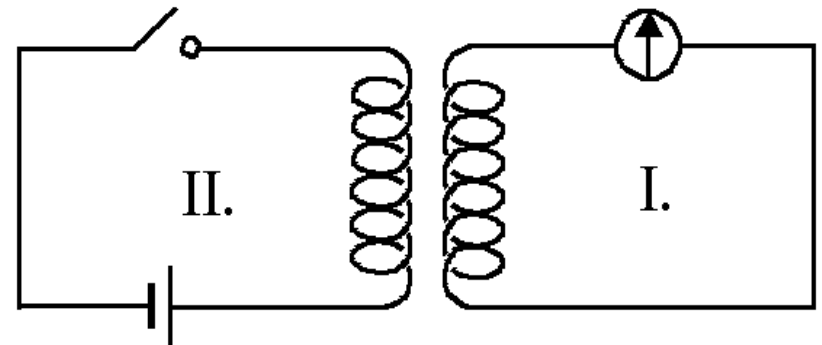
AZ ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ :



Tekercset és mágnes rudat
állandó sebességgel egymáshoz
közelítünk és távolítunk



Váltakozó áramú generátor



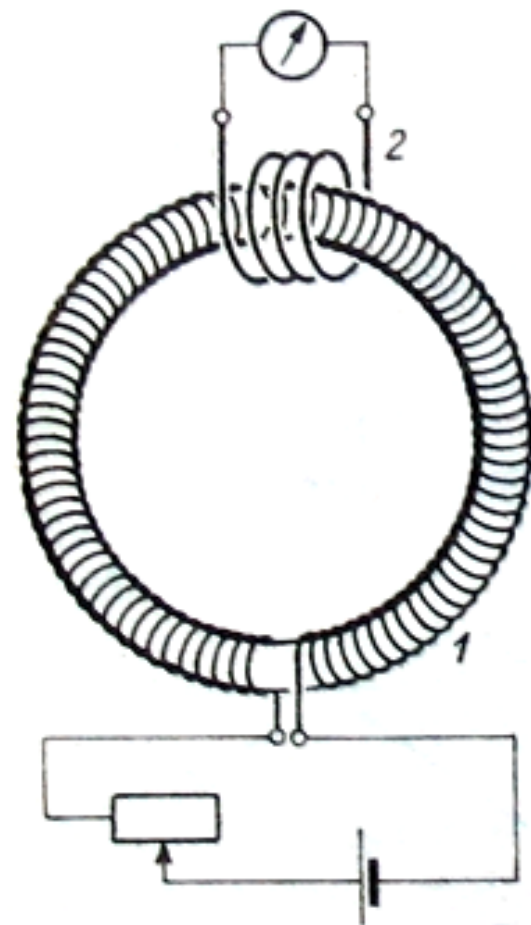
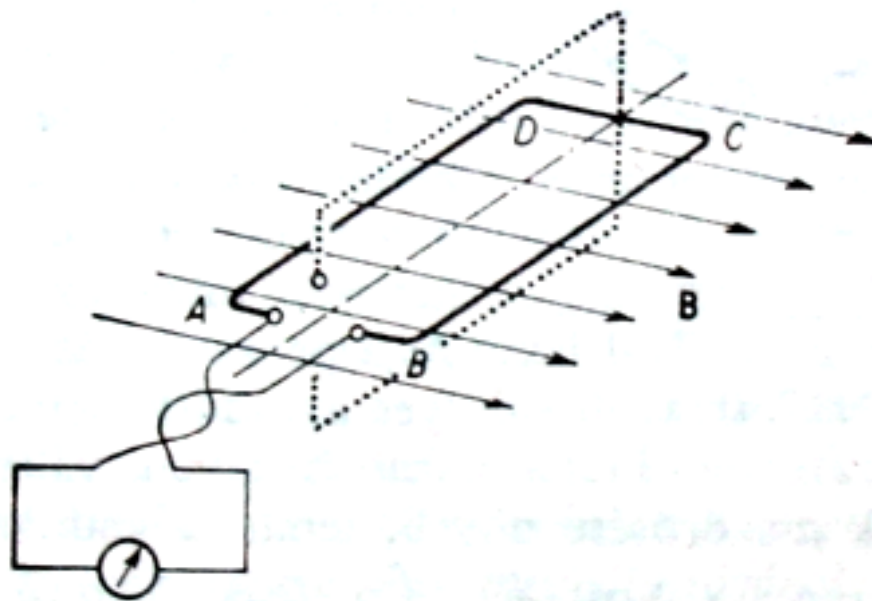
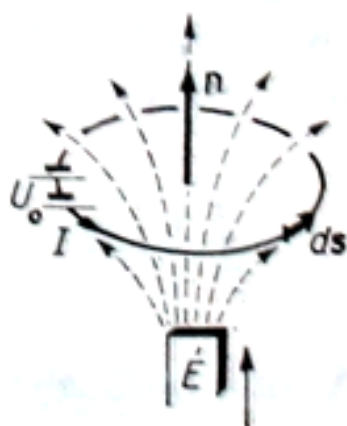
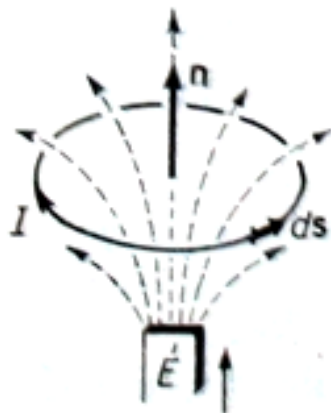
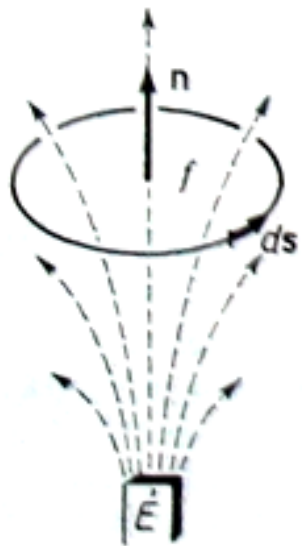
Az I. tekercs kapcsaihoz
feszültségmérőt csatlakoztatunk,
a II. tekercsben változtatjuk az
áram erősségét



Transzformátor

mágneses fluxus = adott felületnek, és a rajta átmenő mágneses indukciójonalak számának szorzata :

$$\Phi = \int_A B \cos \alpha \cdot dA$$



mágneses fluxus = adott felületnek, és a rajta átmenő mágneses indukciójonalak számának szorzata :

$$\Phi = \int_A B \cos \alpha \cdot dA$$

változása előidézhető a **B** mágneses indukció vagy az **A** felület nagyságának, ill. kölcsönös helyzetüknek (α) a megváltoztatásával:

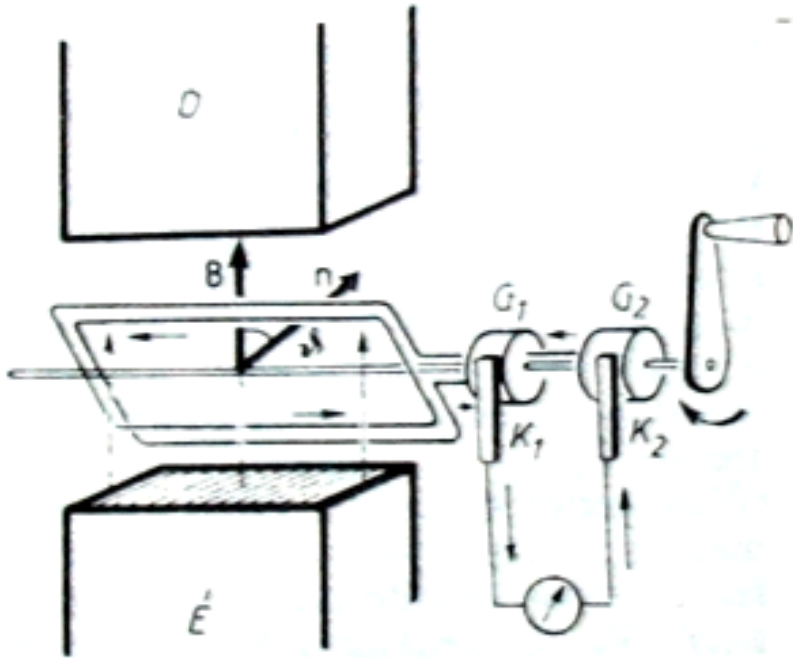


Faraday–féle indukciós törvény : $U_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

Lenz törvénye :

Az indukált feszültség által létrehozott indukált áram olyan irányú, hogy mágneses tere akadályozza az őt létrehozó változást.

Váltakozó áramú generátor



Indukálódott feszültség:

$$U_i = U_o \sin \omega t$$

B indukciójú elektromágnes

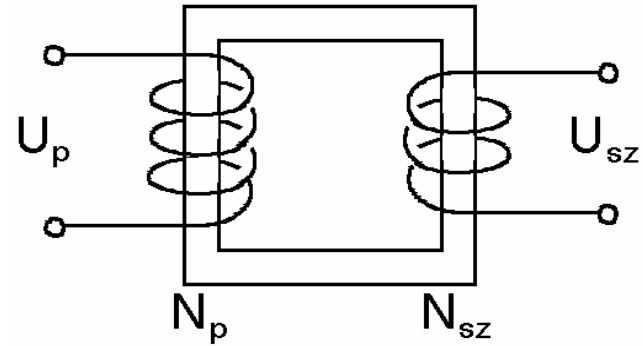
Ω szögsebességgel forog

N menetszámú

A keresztmetszetű tekercspár előtt

$$U_i = U_o \sin \omega t \quad \rightarrow \quad U_o = NAB\omega$$

Transzformátor



Primer tekercs

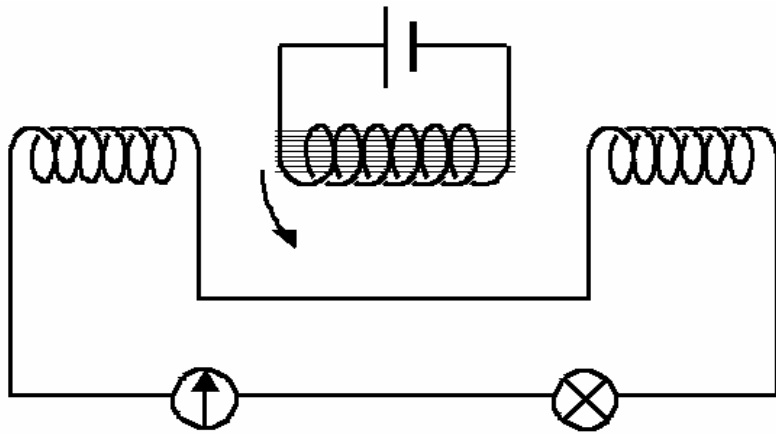
Szekunder tekercs

$$\frac{U_p}{U_{sz}} = \frac{N_p}{N_{sz}}$$

Bláthy-Déri-Zipernovszky

1885

egyfázisú generátor

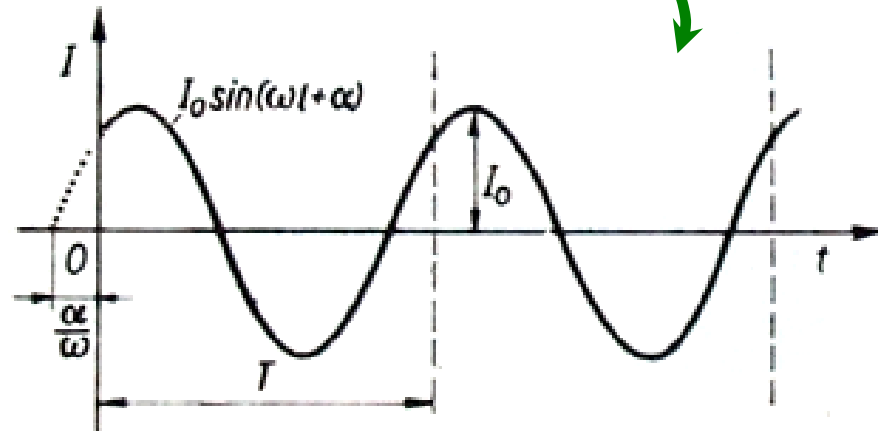


$$U_i = U_o \sin \omega t$$

transzformátor áttétele

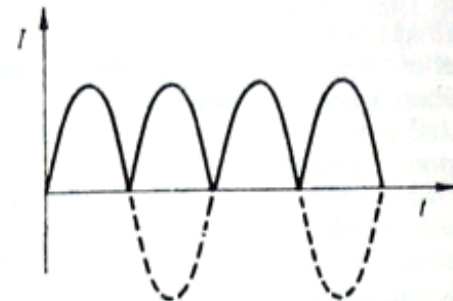
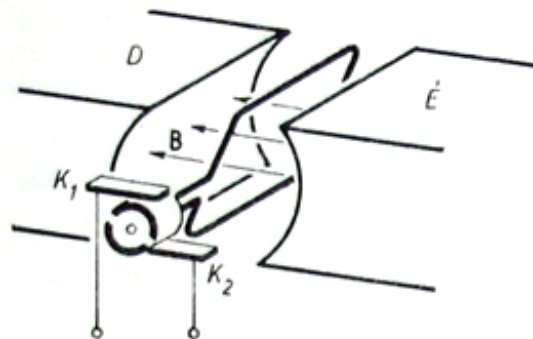
Hatásfok 90 % fölött van

teljesítmény : $I_p U_p = I_{sz} U_{sz}$

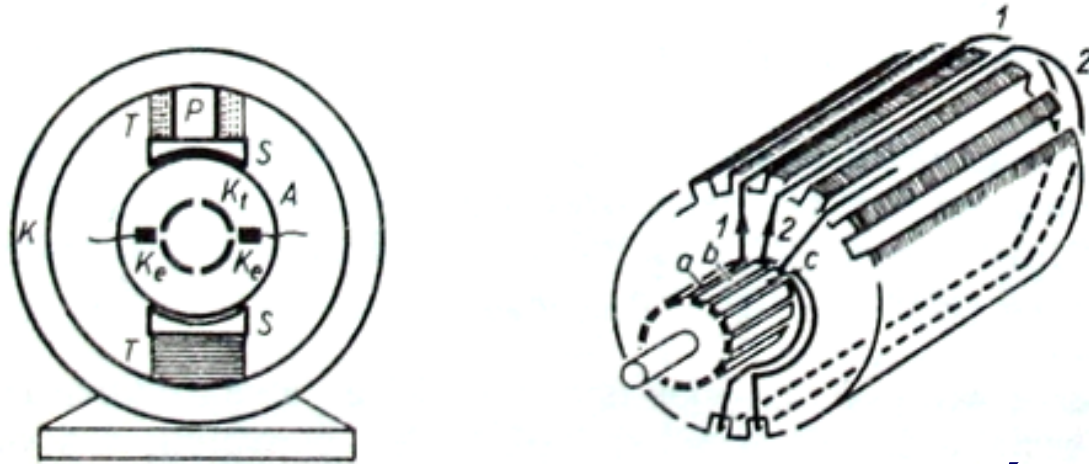


→ egyenirányítás :
kommutátorral (kollektor) :

egyenáramú generátor



egyenáramú generátor :



öngerjesztő generátor = dinamó, Jedlik Ányos, 1861 :
a külső mágnes helyett elektromágnes, amit saját maga állít elő

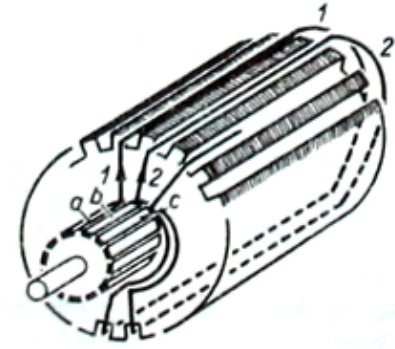
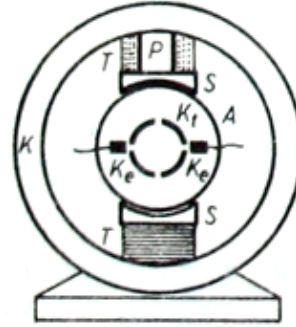
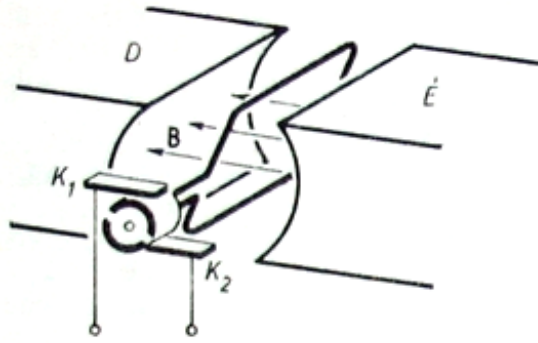
háromfázisú áramrendszerek :

3, egymással 120° szöget bezáró tekercs...
erőművek

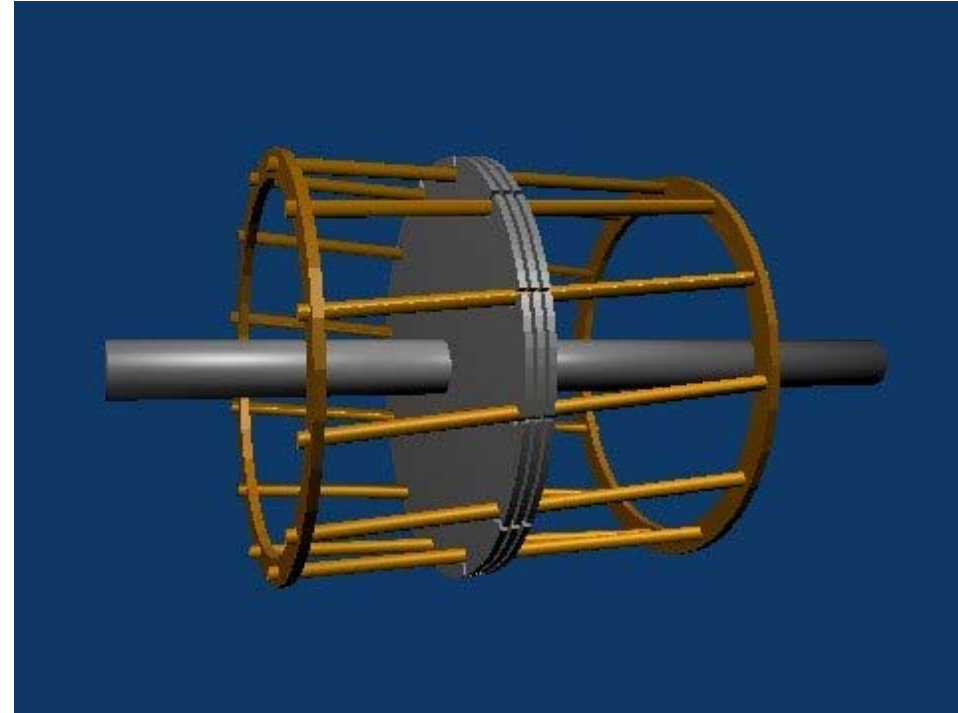
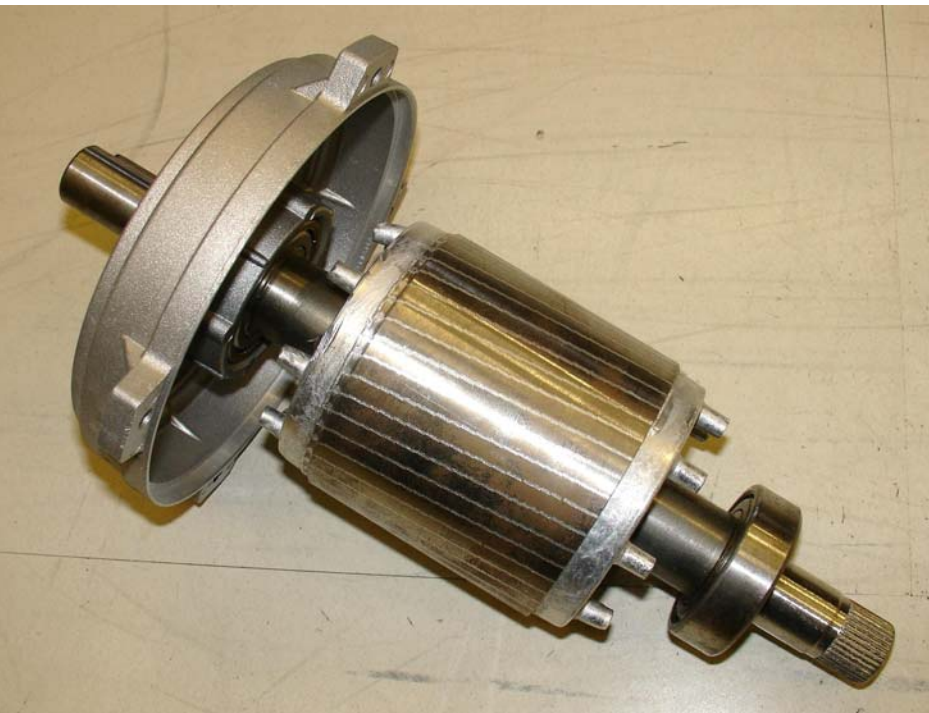
háztartásban ebből csak 1 fázis van (fázis
+ nulla + védőföldelés)

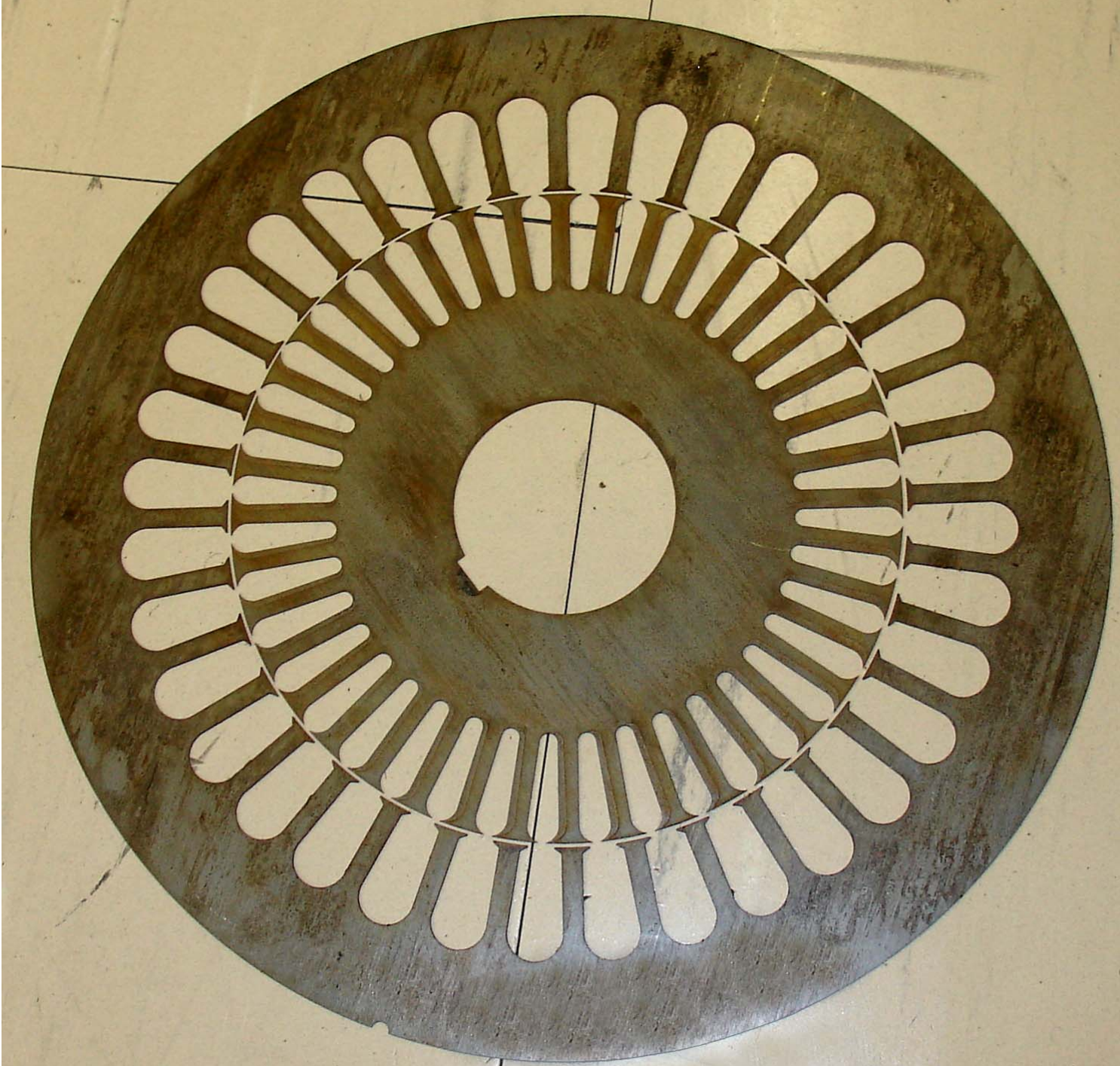
villanymotorok :

\approx a generátor megfordítása



egyenáramú – váltóáramú motorok



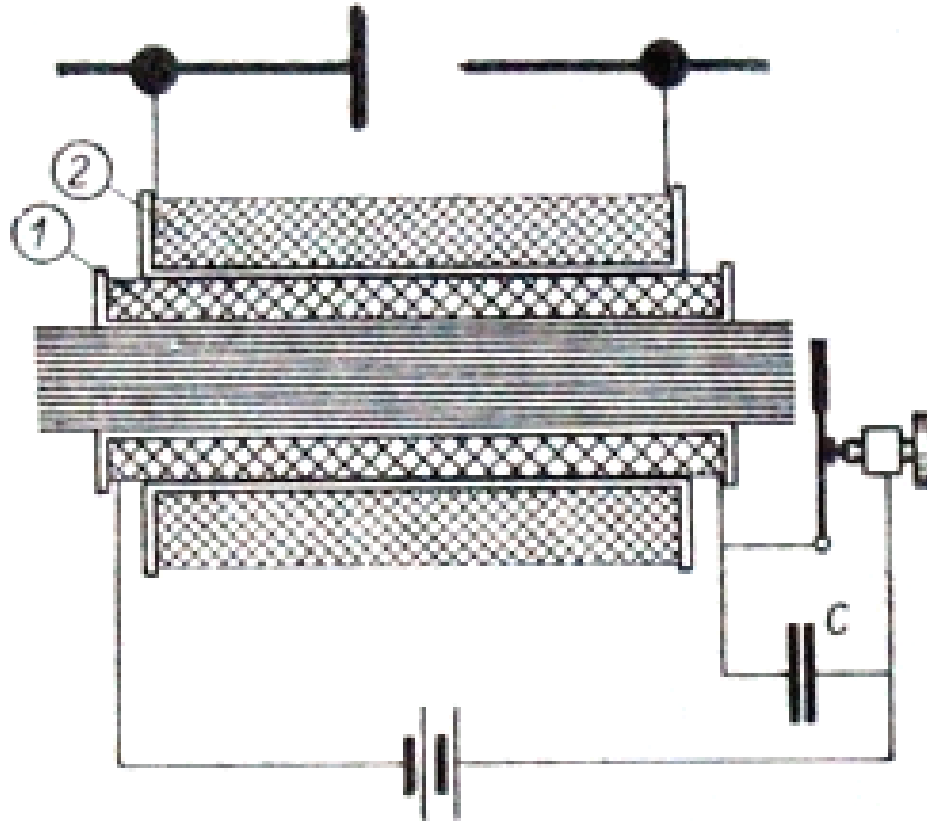


elektromos energia szállítása:

Nagy távolságra úgy szállíthatjuk gazdaságosan az elektromos energiát, hogy a generátornál nagyfeszültségre (750 kV,...) transzformáljuk, így az áram erőssége szállítás közben kicsi lesz és viszonylag kevés lesz a fejlődő Joule-hő (=veszteség).

A felhasználás helyén aztán a kívánt feszültségre transzformáljuk (villanyoszlopok, transzformátorházak, olajhűtés)

transzformátor → szikrainduktor :



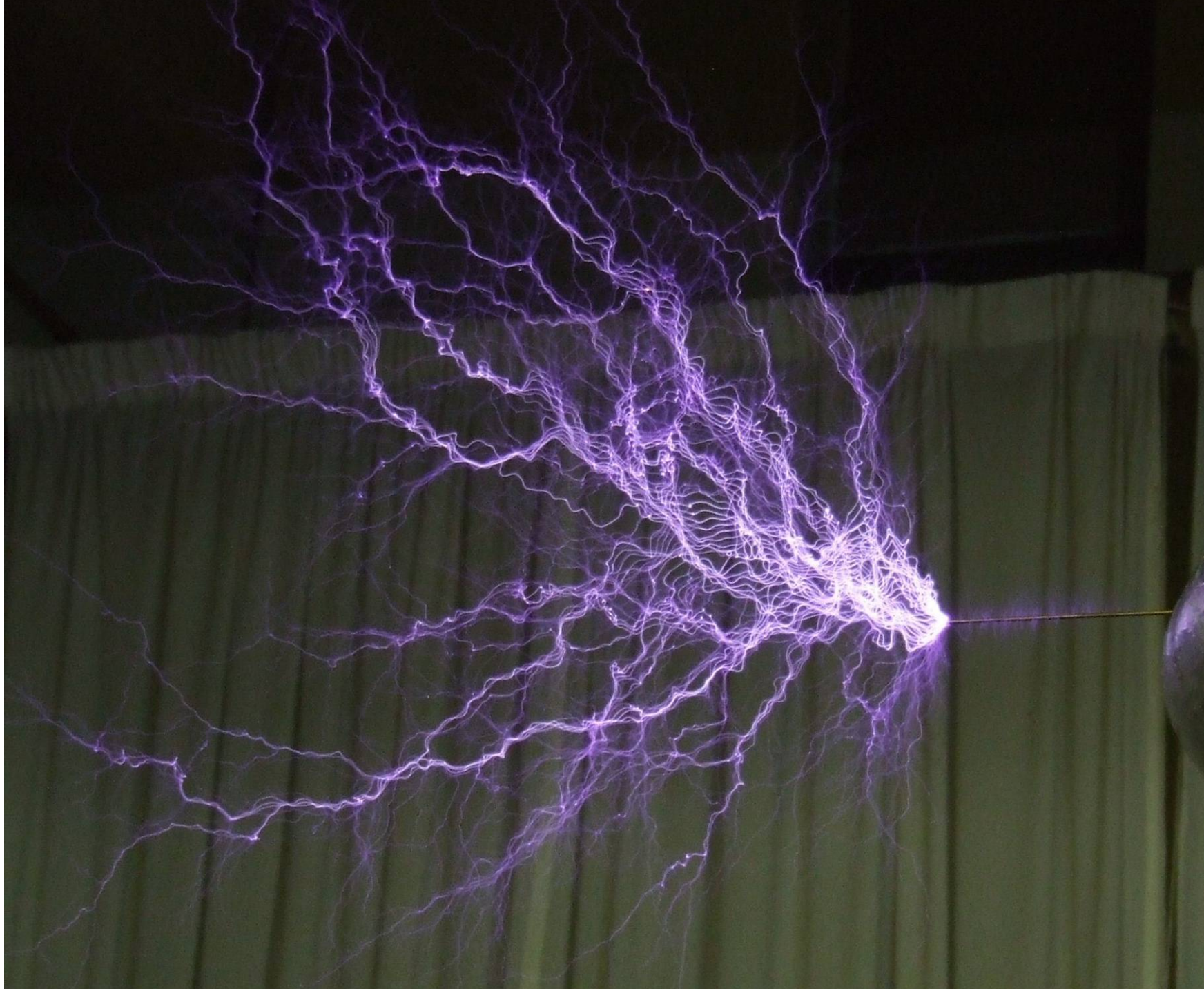
100 kV



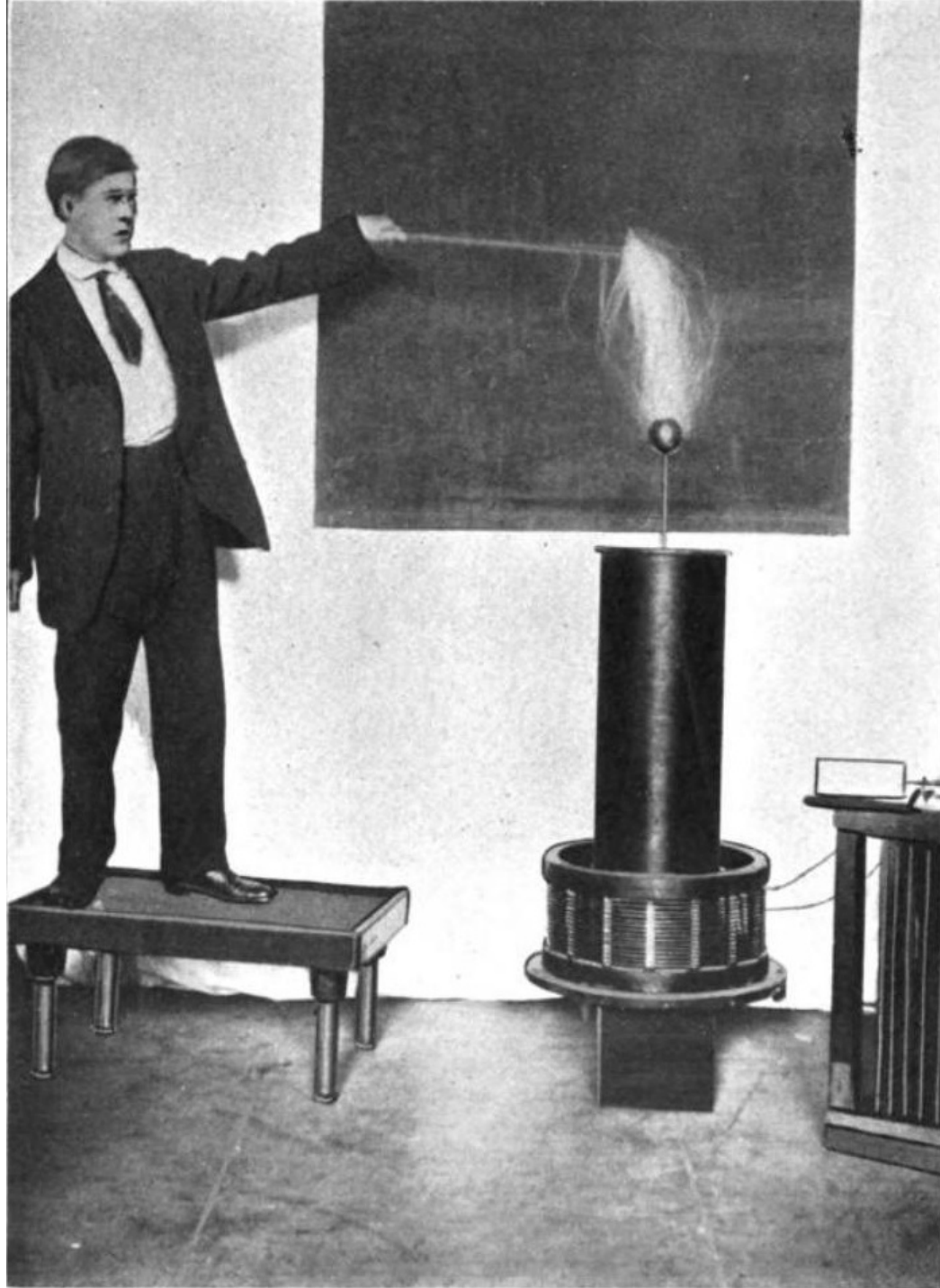
1m-es szikra !!!

Tesla-transzformátor:



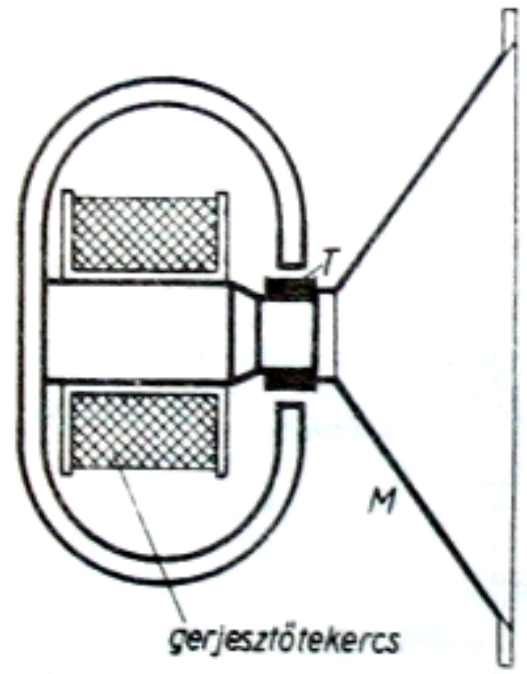
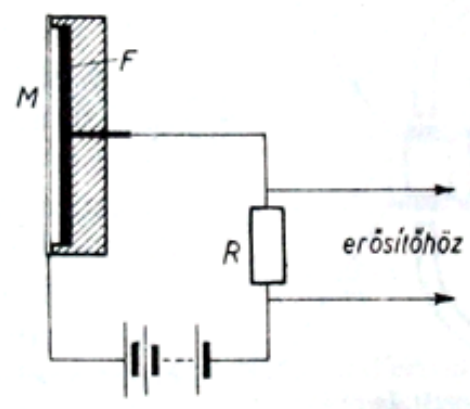
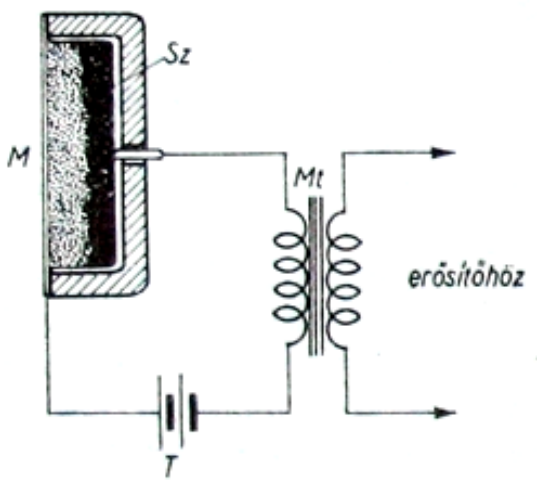


a nagyfrekv. nem káros az
egészségre



elektroakusztikai eszközök:

mikrofonok, hangszórók ...



Váltakozó áramú ellenállások

Egyenáramú áramkörben

Váltakozó áramú áramkörben

Az ohmos fogyasztó

Az ohmos ellenálláson áthaladó áram, és a kapcsain mért feszültség azonos fázisban van.

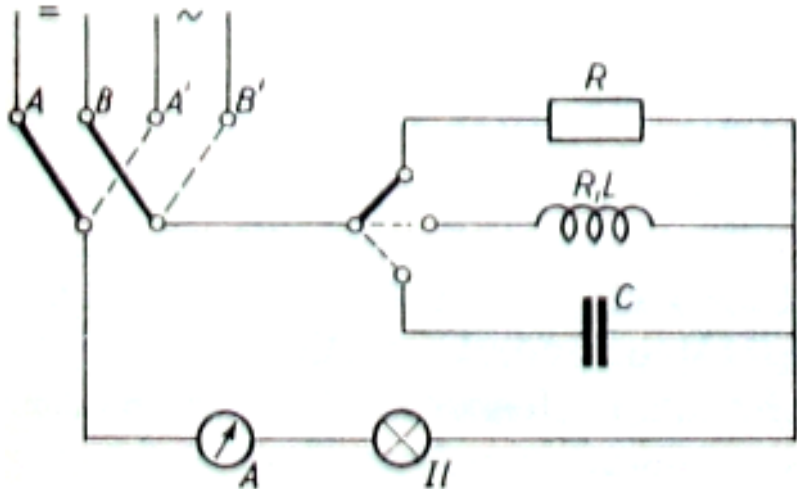
A kondenzátor

Végtelen nagy ellenállást képvisel

Annál kisebb ellenállást képvisel, minél nagyobb a frekvencia és a kapacitás:

$$X_c = \frac{1}{C \omega}$$

A feszültség 90° -ot késik az áramerősséghez képest.



A tekercs

Ugyanakkora ellenállást képvisel,
mint az ohmos ellenállás

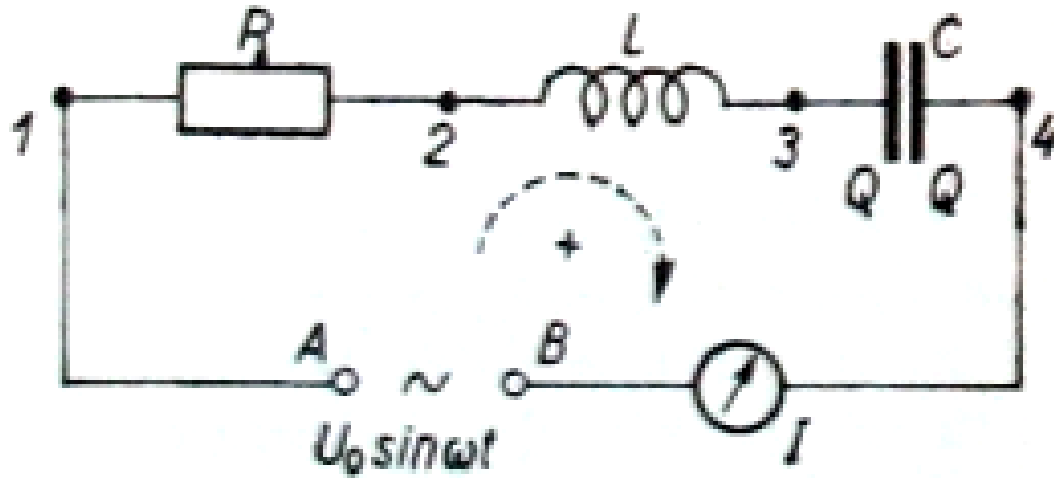
Annál nagyobb ellenállást
képvisel, minél nagyobb a
frekvencia, ill. a tekercs
induktivitása.

$$X_L = L \cdot \omega$$

$$L = \mu\mu_0 \frac{NN^2}{l}$$

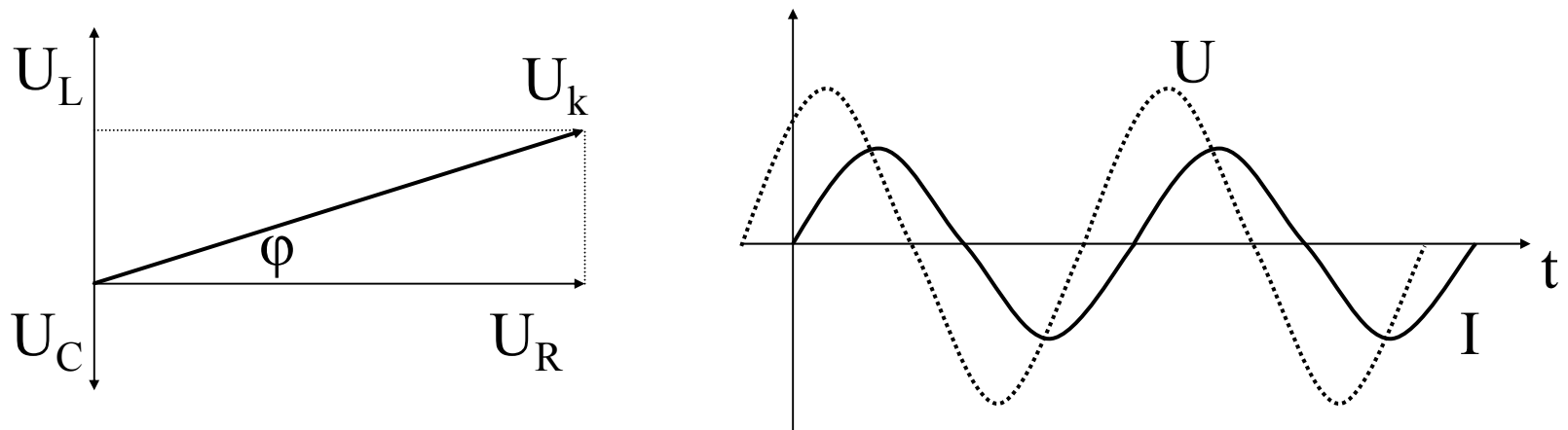
A tekercs önindukciós
együtthatója

az ohmos ellenállást, kondenzátort és tekercset tartalmazó váltakozó áramú soros RLC-körben tartósan áram folyik, az áram és a feszültség között φ fáziskülönbség van :

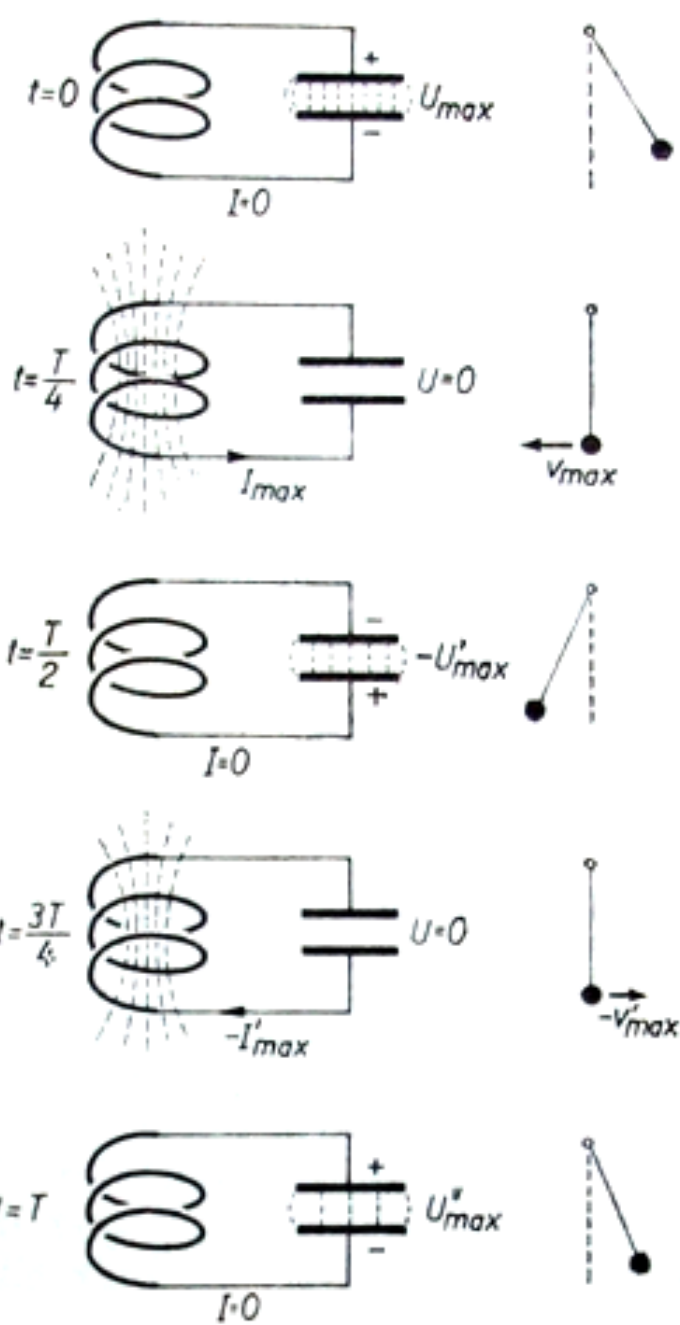
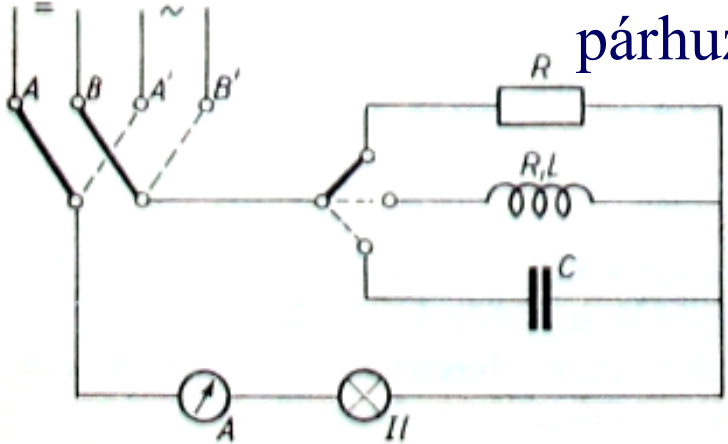


$$I(t) = I_0 \sin \omega t$$

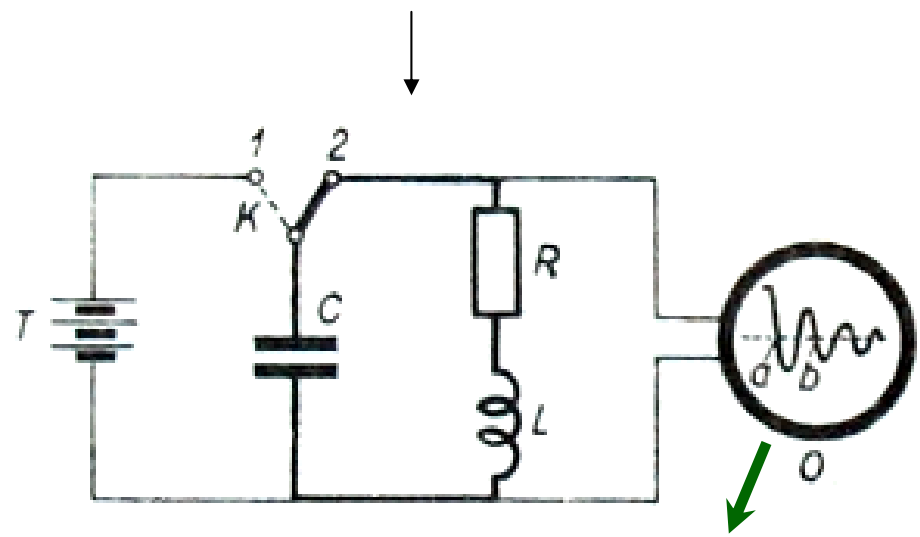
$$U(t) = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$$



párhuzamos RLC-kör...

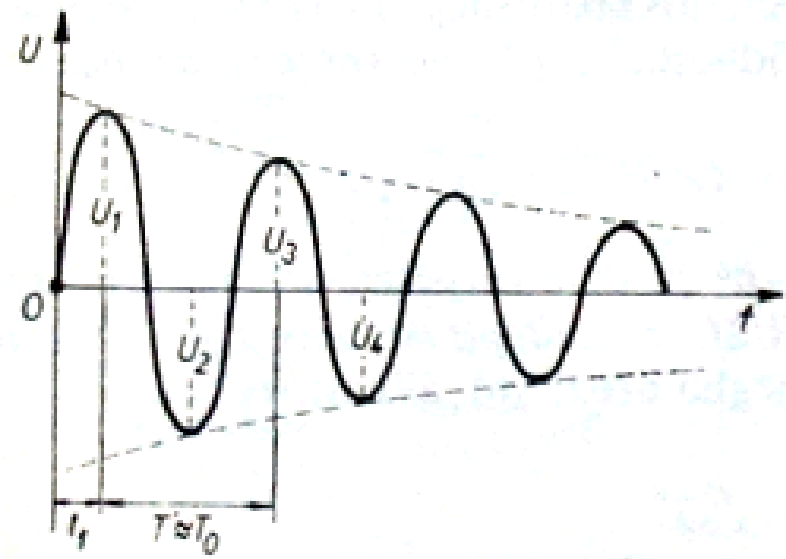


elektromágneses rezgések :
kondenzátor kisülése tekercsen át

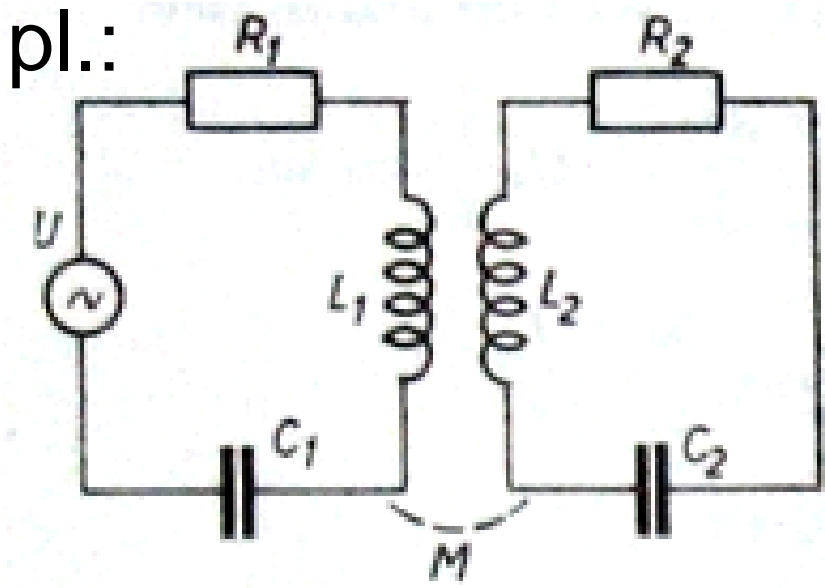


csillapodó elektromágns.rezgés

csillapodó elektromágn.rezgés:

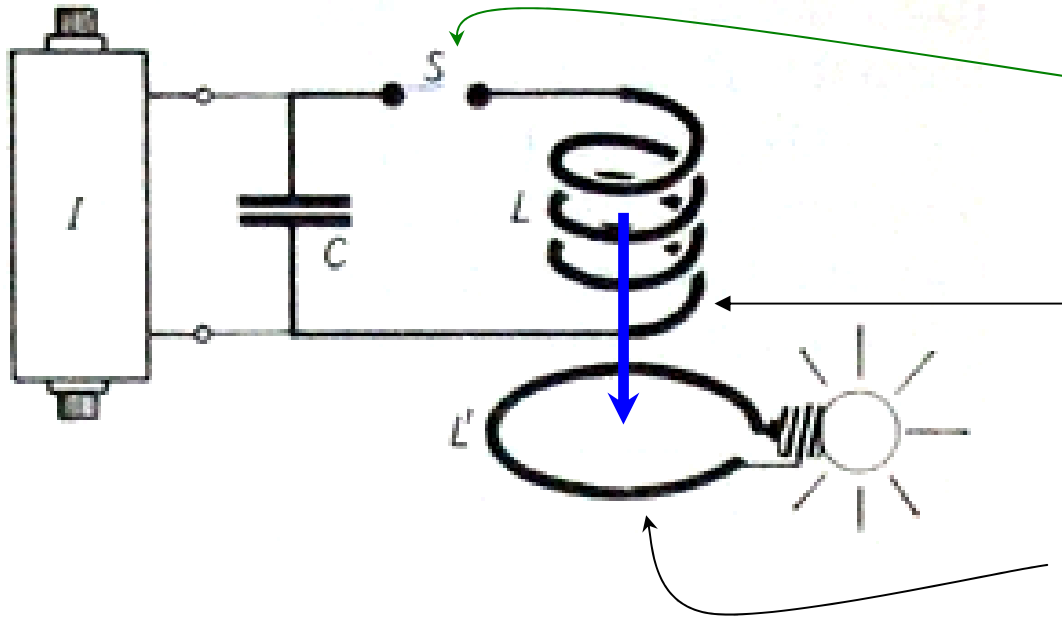


csatolt rezgőkörrel kényszerrezgést lehet csinálni :



nem fog csillapodni !

rezgéseket szikrakisüléssel is lehet csinálni :



szikraköz

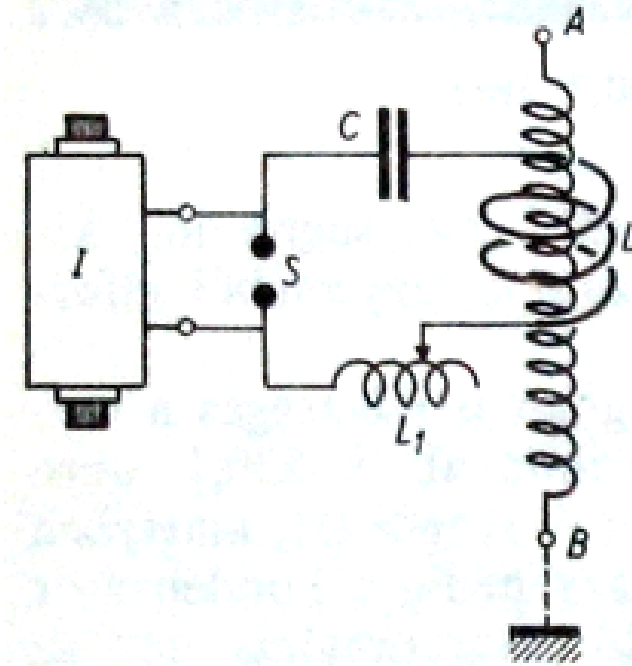
indukció
a lámpa világít

egyetlen menet is elég

Tesla-transzformátor :

A és B között nagy szikrák
(több 100 kV)

ha B-t földeljük → A-ból több m-es
szikrák indulnak



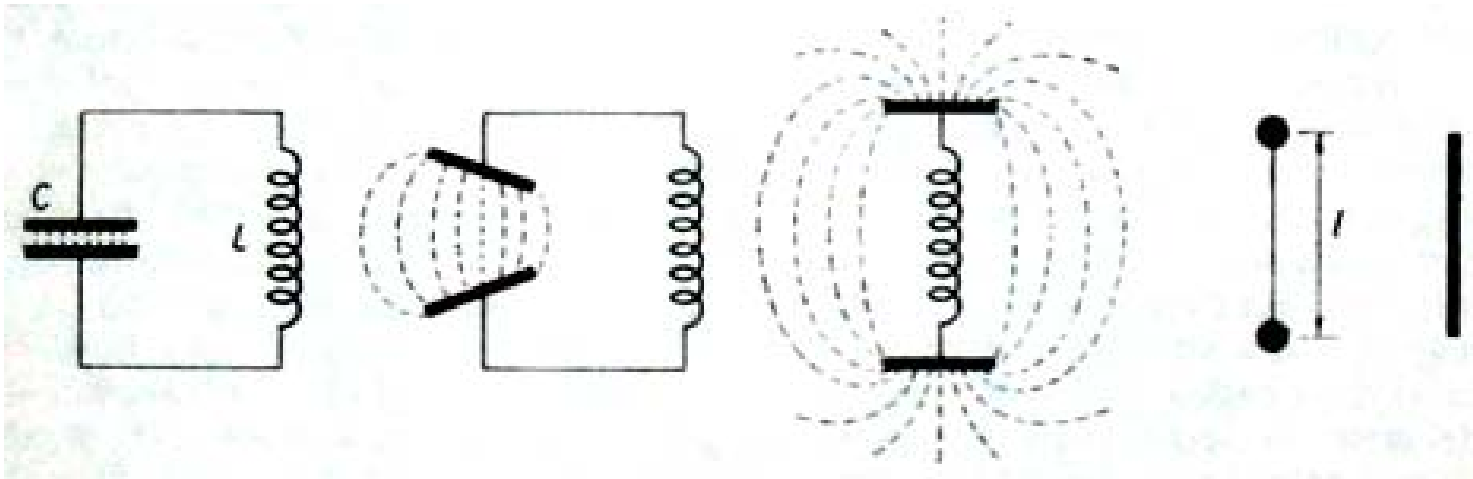


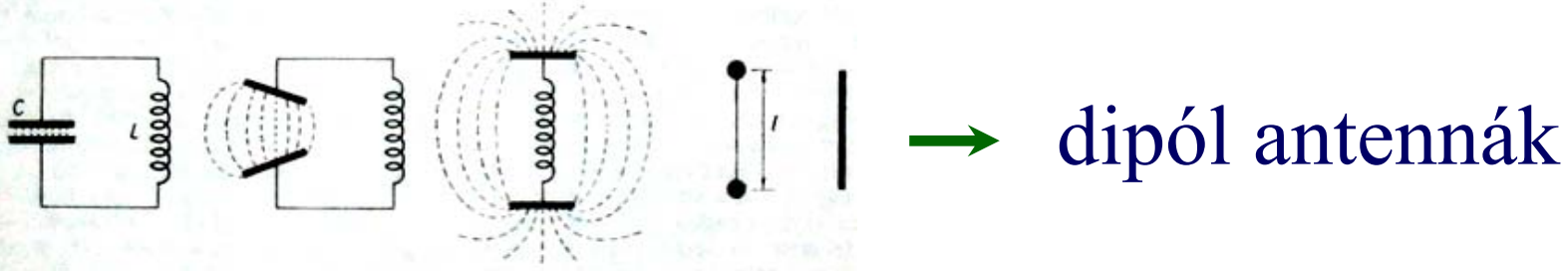
- neoncső világít a tekercs mellett
- izzólámpa egyik drótját kézben tartva a másikat A-hoz érintve a lámpa világít



fiziológiai hatás : nem káros az emberre

szabad elektromágn. hullámok, dipólus sugárzása :





dipól antennák

kísérletek el.mágn.hullámokkal (Hertz) :

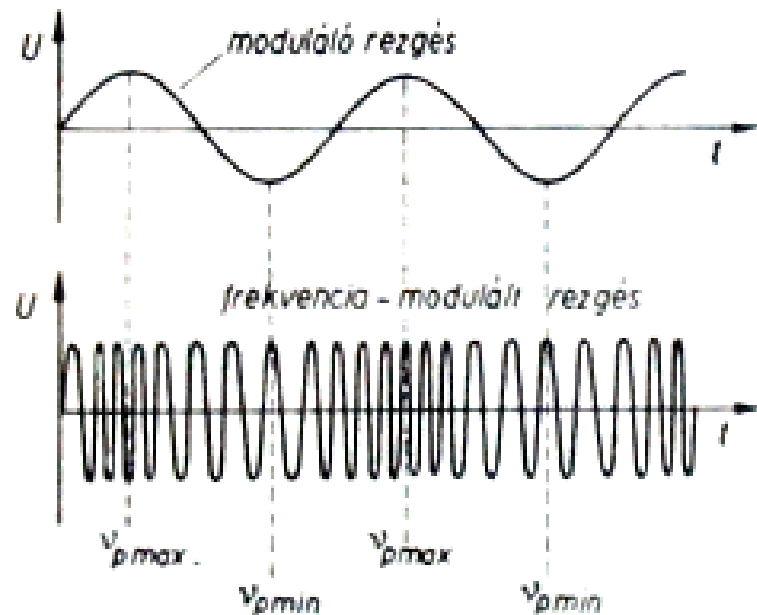
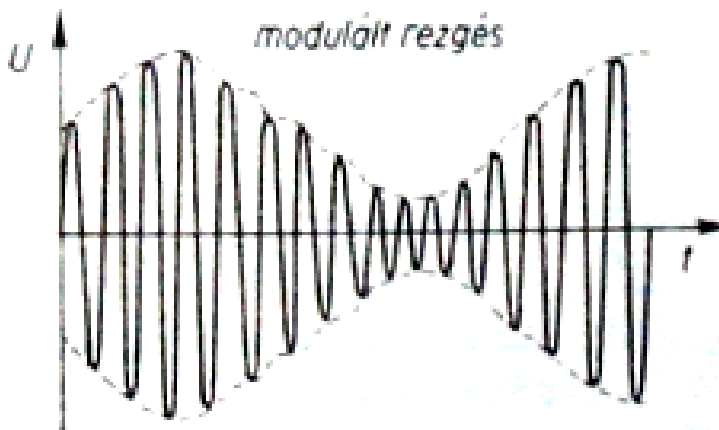
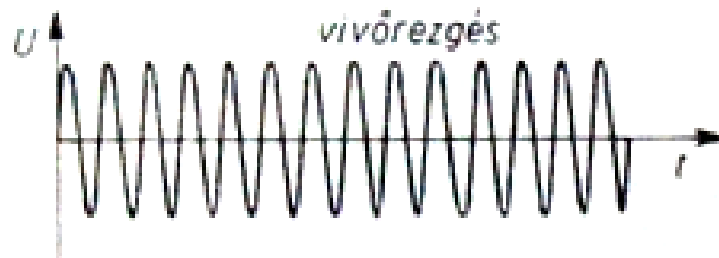
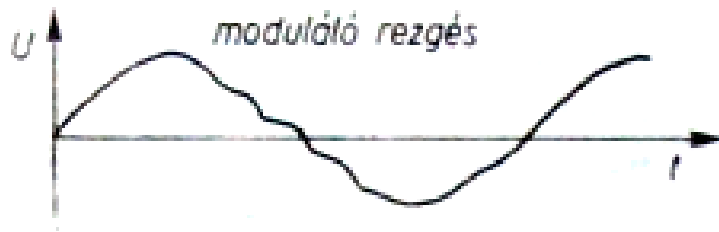


a térben energia terjed =
= elektromágneses hullámok
(hullámjelenségek:
törés, visszaverődés, stb... bemutathatók)

hosszú hullámok, rövid hullámok terjedése
rádió,... adások vétele...

rádió adó és vevő :

csillapítatlan sin-rezgést kell kelteni (vivő frekv.)
+ moduláció :



mikrohullámok :

hullámhossz $< 30\text{cm}$ (\rightarrow GHz frekv.)



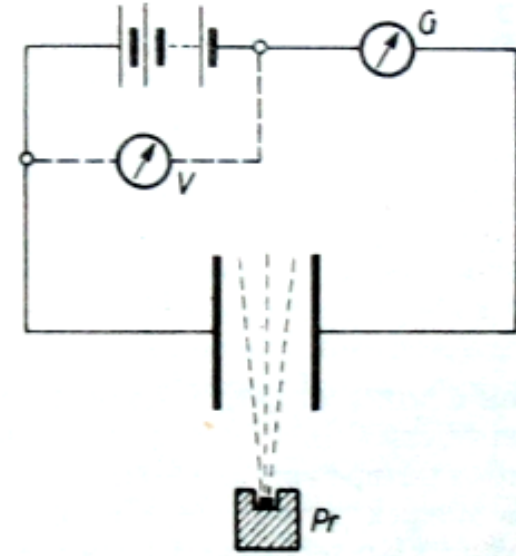
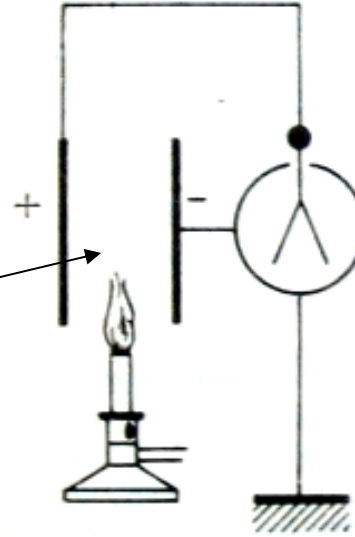
„mikrohullámú sütő”

televízió...

elektromos áram gázokban és vákuumban :

nem önálló vezetés gázokban :

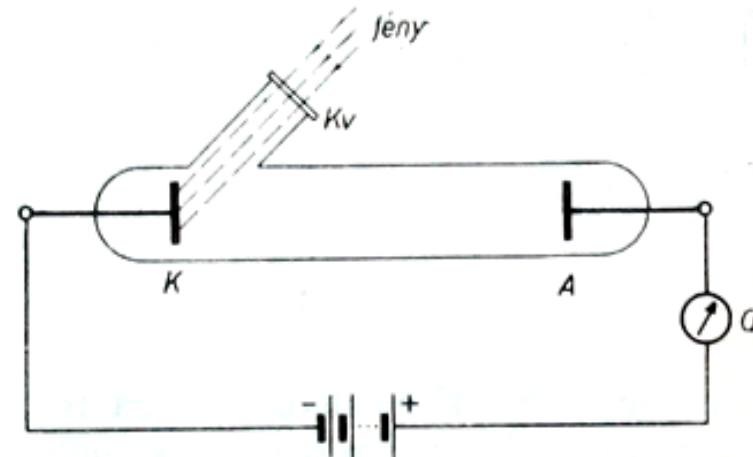
több töltéshordozó
(ionizáció miatt)



nem önálló vezetés nagy vákuumban :

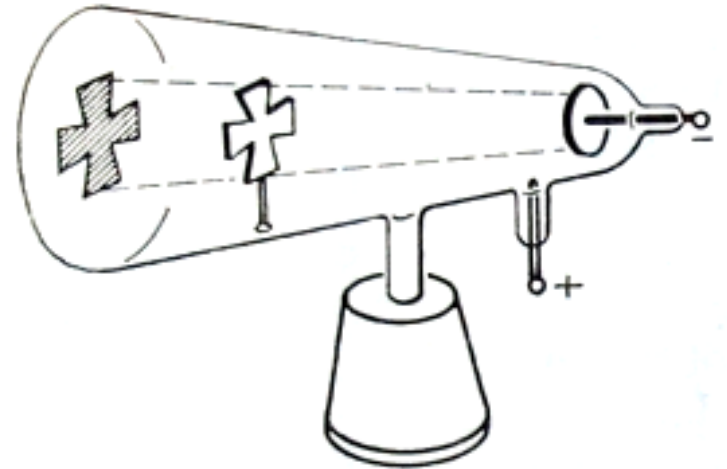
fotoeffektus

e^- - k kellene a vezetéshez

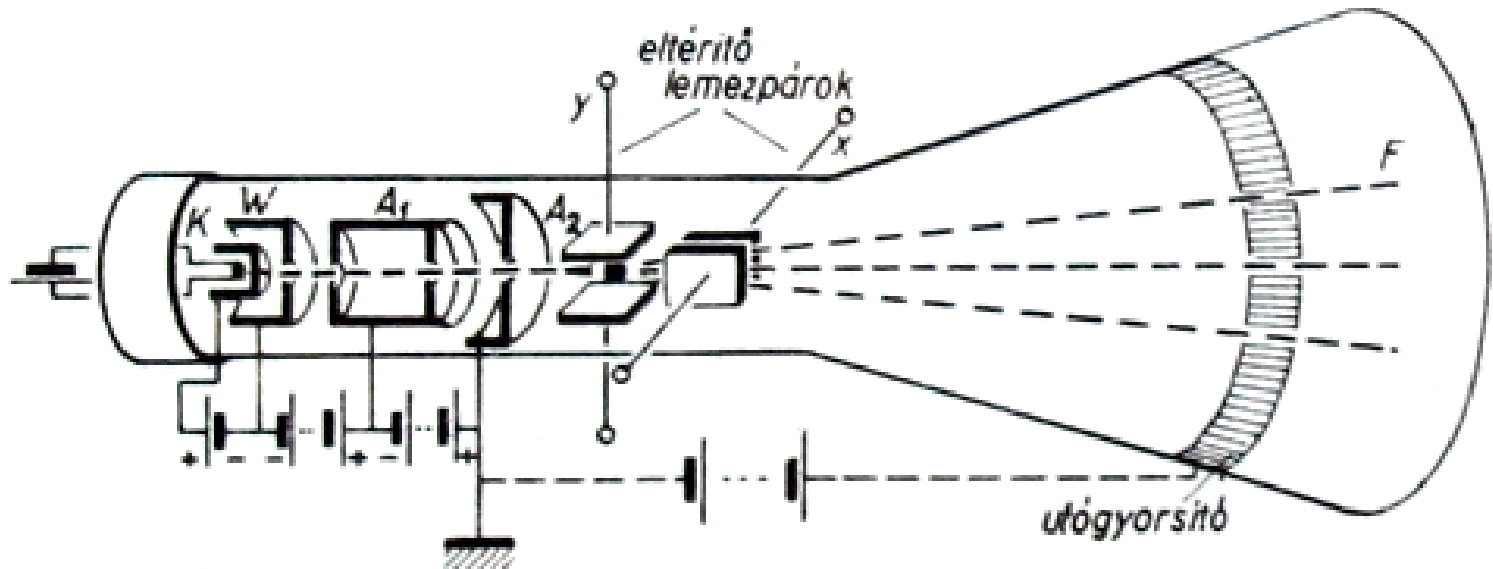


a K-ból kilépő e^- egyenesen halad:

kísérlet: Máltai kereszt \longrightarrow

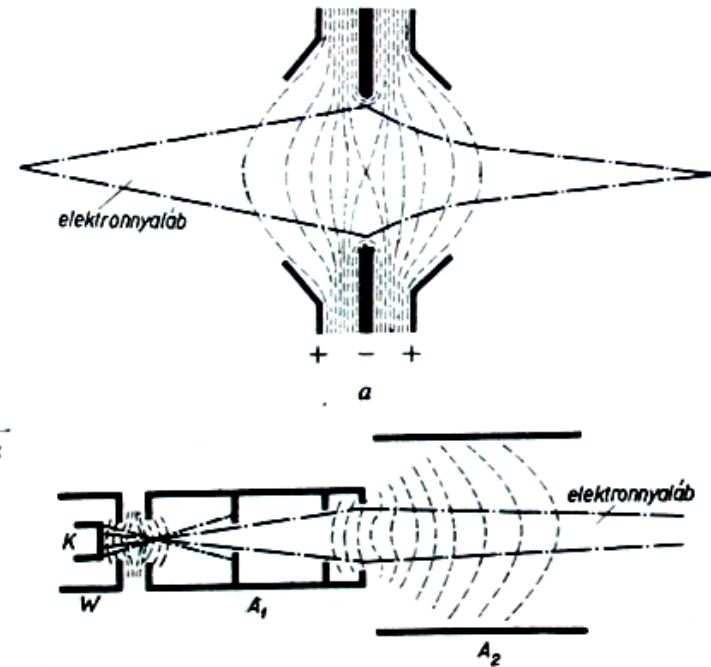
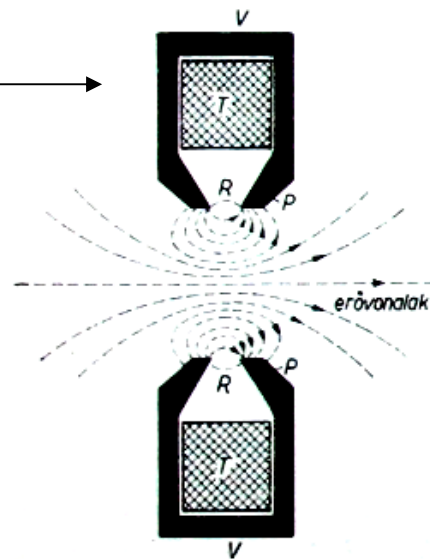


de az e^- - k pályája eltéríthető elektr. v. mágn. térrel :



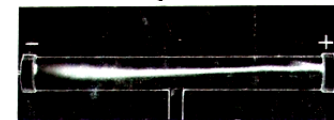
TV, monitor, oszcilloszkóp, elektronmikroszkóp

elektronmikroszkóp elektronoptika: mágneses lencsék

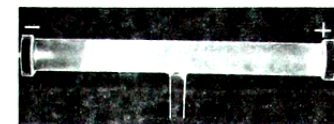


önálló vezetés ritka gázokban :

kísérlet : gázkisülési csövekkel



a



b



c

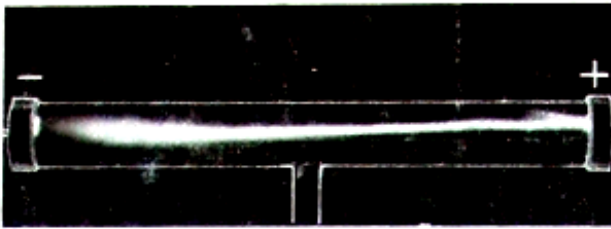


d

$p \approx 40$ torr

nyomás csökken

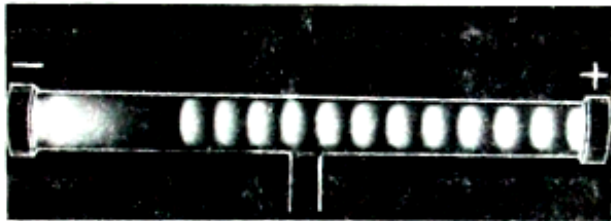
a színek a
csőben
levő gáztól
függnek



a



b



c



d

ködfénykisülés :

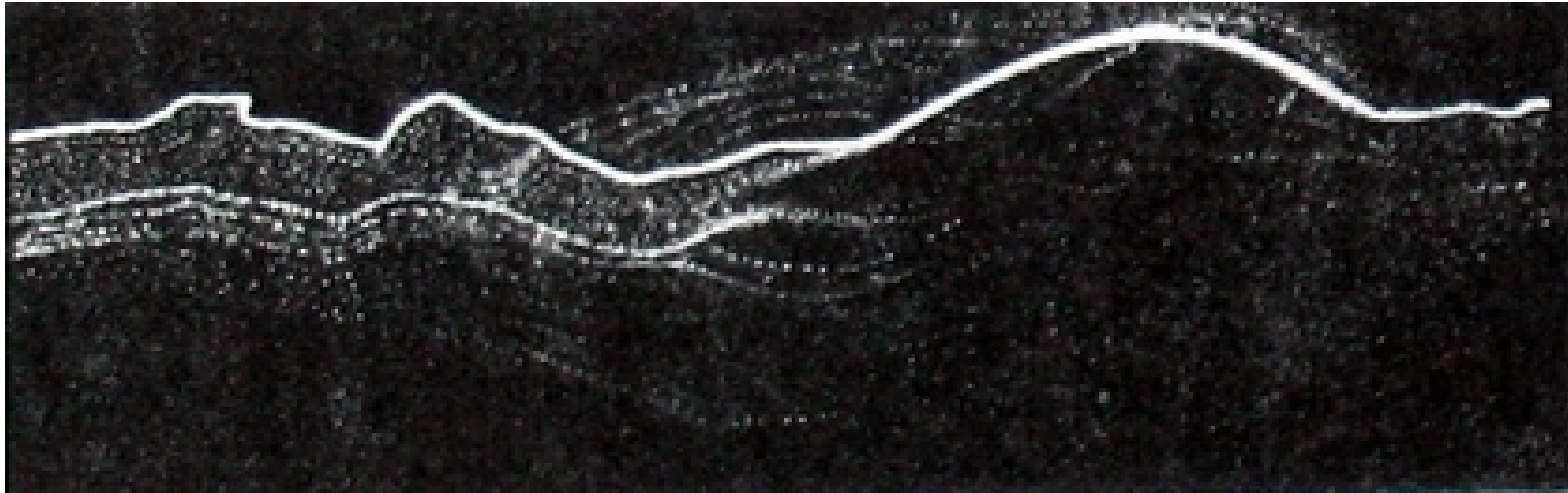
gázmolekulák – ionizáció – önálló vezetés

világít : gázmolek.-k – legerjesztődés – fény

felhasználás : „neoncsövek” (nem csak Ne-gáz!)

önálló vezetés közönséges nyomású gázokban :

szikra
villám



koronakisülés : nagyfesz. távvezeték mellett

ívkisülés \rightarrow ívfény (lámpa), ívhegesztés

Hg-gőz lámpa,...



vonalas színekép

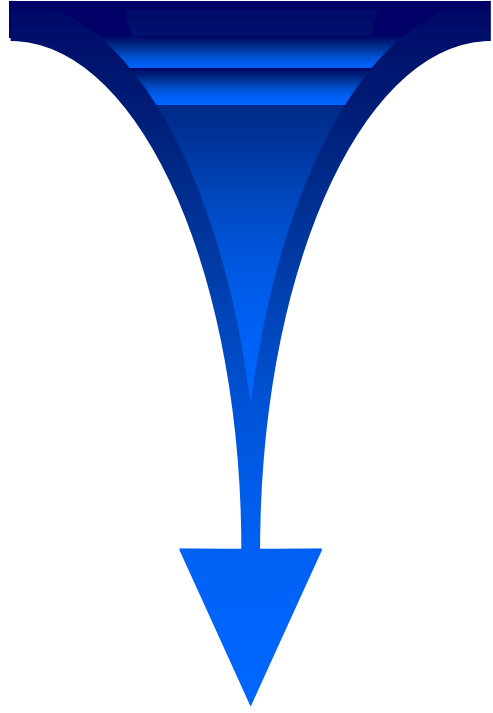
W-szálas izzó \rightarrow folytonos színekép



anyag szerkezete

atom- és magfizika





ATOM-és ATOMMAG- FIZIKA :

Röntgensugárzás:

keletkezése; alkalmazások
gyógyászat, anyag-és anyagszerkezet vizsgálat

radioaktivitás :

keletkezése; alkalmazások
atomerőmű, atombomba,...