

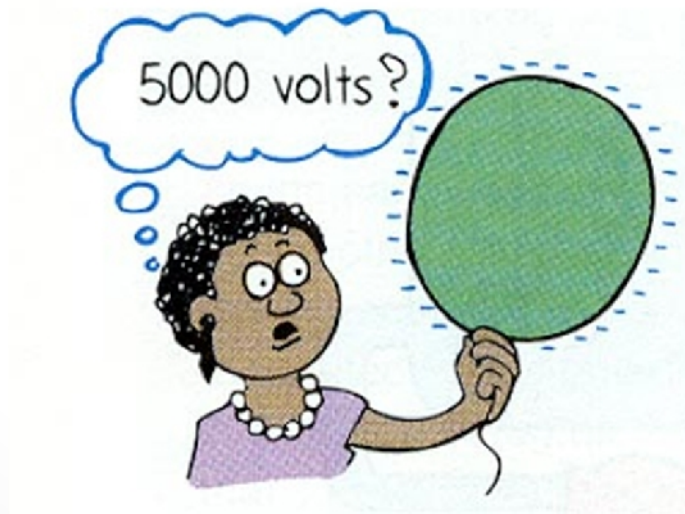
# Az elektromos tér munkája és energiája

A feszültség és a potenciál  
Kondenzátorok



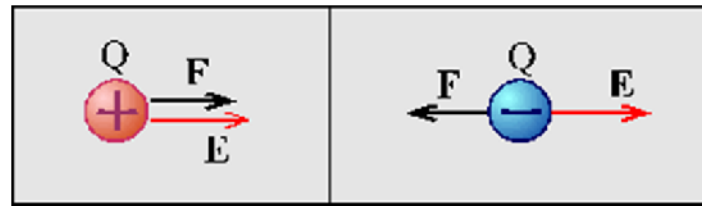
# Az elektrosztatikus tér jellemzése

- **Sztatikus**: az elektromos tér időben állandó és nyugvó töltésektől származik
- $\vec{E}$  vektormennyiség, erővonalak
- Van egy skalármennyiség is



# Az elektromos tér munkája

- Az elektromos térben lévő töltésre erő hat



©1999 Science Joy Wagon

- Mire képes?



Az elektromos töltés erő hatására elmozdulhat.

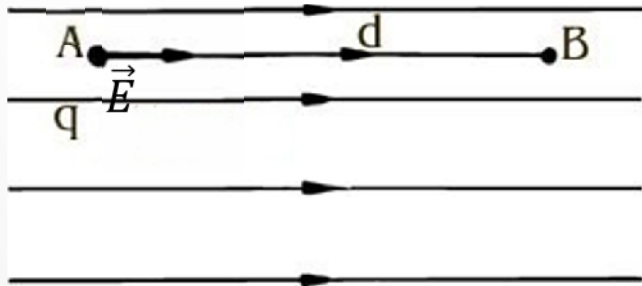
$$W = F \cdot s$$

# Munkavégzés elektromos térben

A térerősség irányába

$$W_{AB} = q \cdot E \cdot d$$

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$



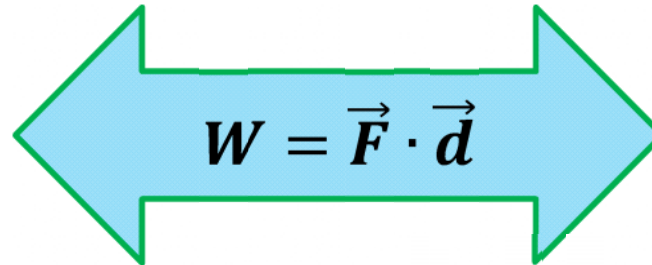
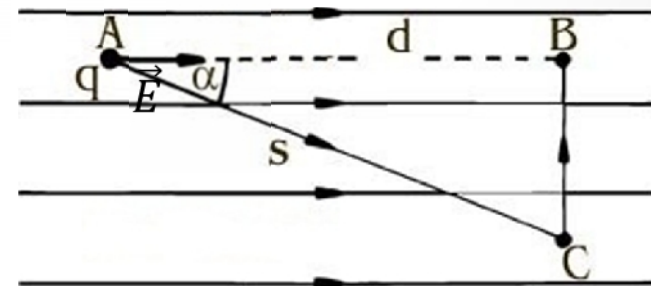
Kerülő úton

$$W_{AB} = W_{AC} + W_{CB}$$

$$W_{AC} = q \cdot E \cdot s \cdot \cos\alpha$$

$$W_{CB} = 0 \quad \cos\alpha = \frac{d}{s}$$

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

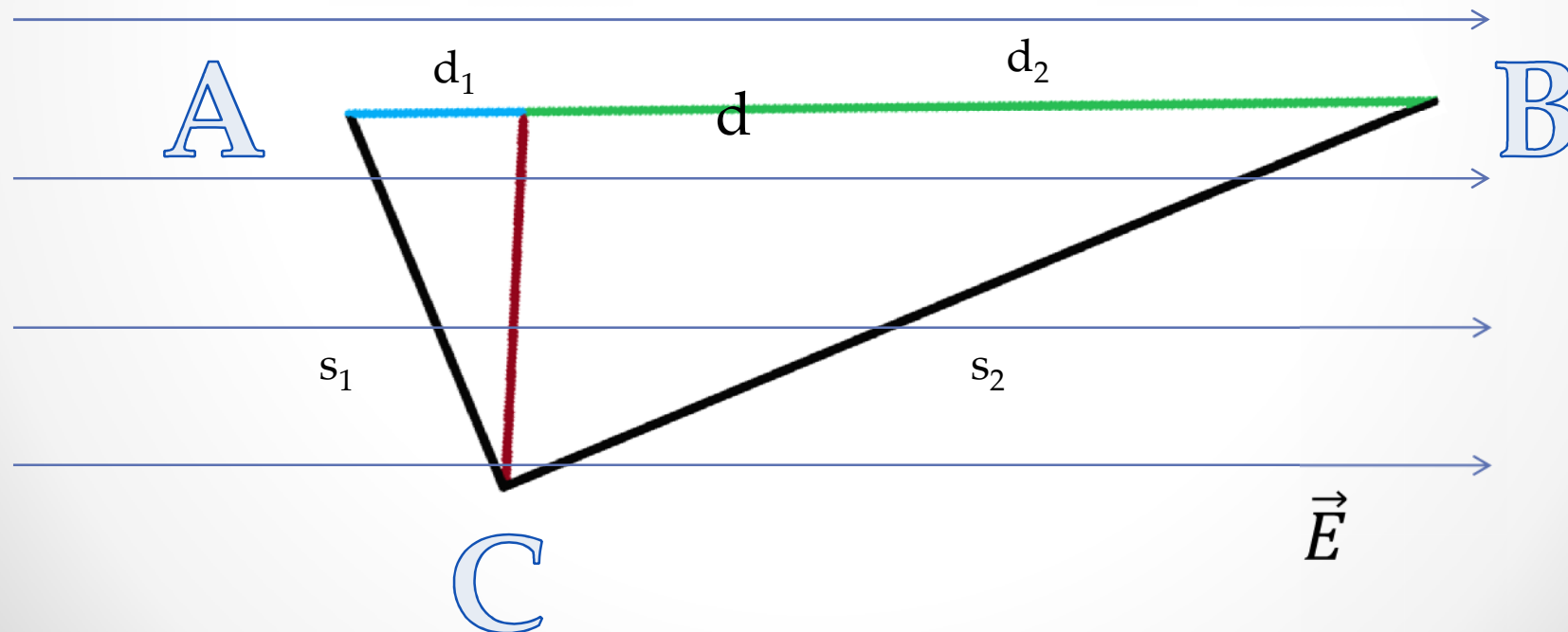


# Munkavégzés kerülő úton

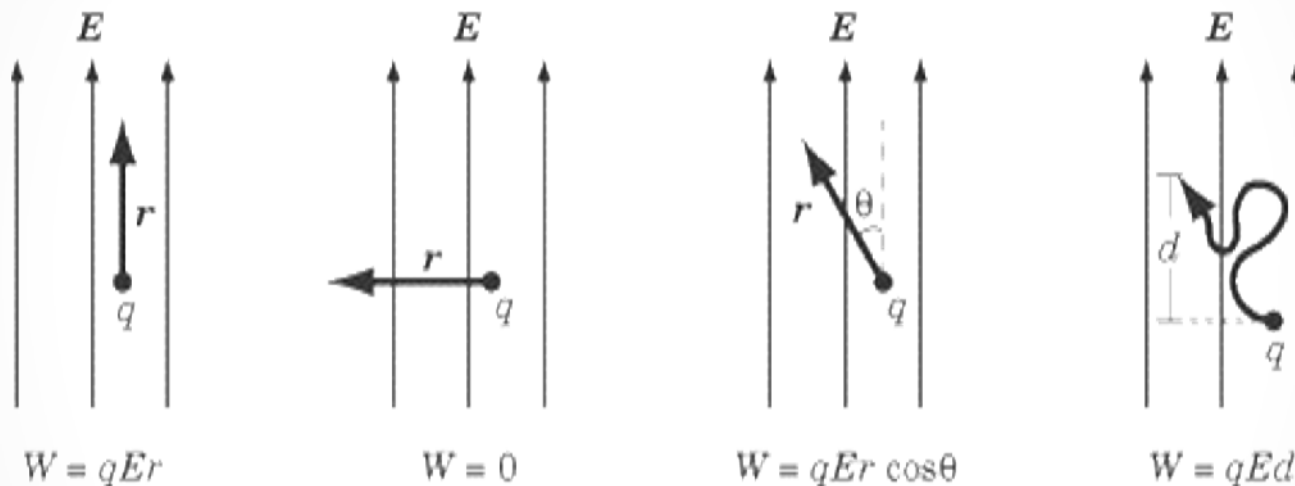
$$W_{ACB} = W_{AC} + W_{CB}$$

$$W_{AC} = F \cdot d_1$$

$$W_{CB} = F \cdot d_2$$



# Konzervatív erőter



A homogén elektromos tér konzervatív erőter: A munkavégzés független a pálya alakjától, csak a kezdeti –és a végponttól, illetve az elektromos töltéstől függ.

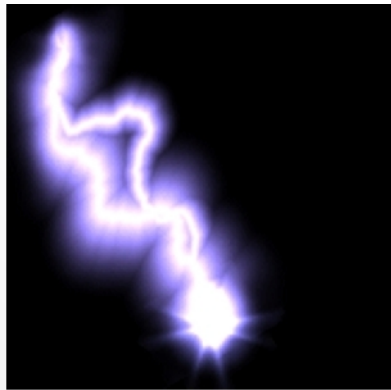
# Mitől függ az elektromos tér munkája?

- Elektromos tér
- Töltés nagysága

$$F \sim q$$

Az elektromos tér által kifejtett erő egyenesen arányos a töltéssel.  
Az elektromos tér munkája a két pont között is arányos a töltéssel.

$$W \sim q$$



$$\frac{W}{q} = \text{constans}$$

# A feszültség

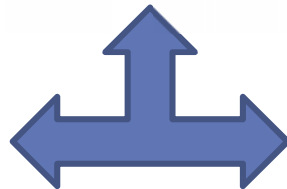
Az elektromos tér két adott pontjára jellemző mennyiség, a köztük lévő elektromos teret jellemzi.

$$U_{AB} = \frac{W}{q} \quad \frac{J}{C} = V \text{ (volt)}$$



$$W_{AB} = q \cdot E \cdot d$$

$$U = E \cdot d$$



$$E = \frac{U}{d}$$

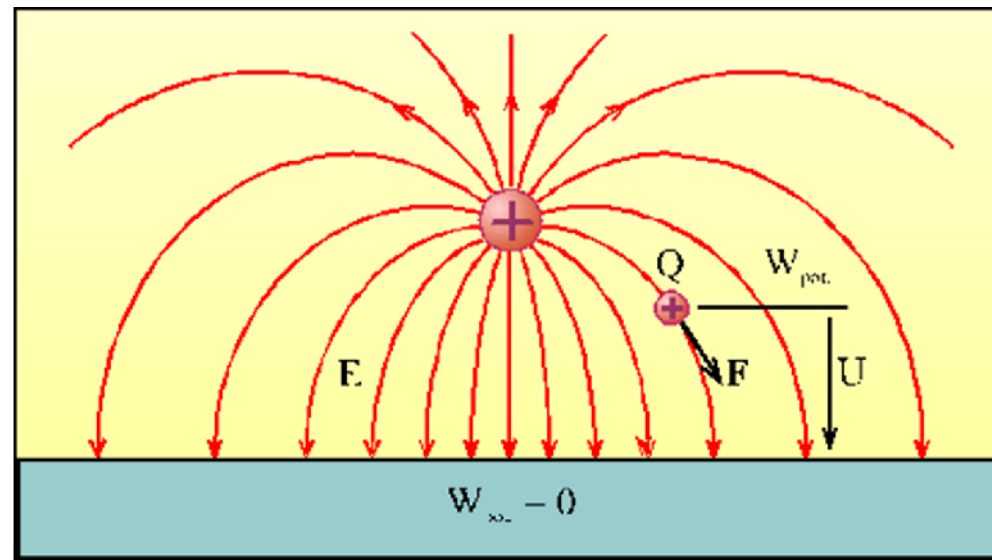
$$1 \frac{V}{m} = 1 \frac{N}{C}$$

1 V a feszültség az elektromos tér két pontja között, ha a tér 1 J munka árán 1 C töltést visz át A-ból B-be.

<http://phet.colorado.edu/hu/simulation/charges-and-fields>



# Az elektromos potenciál



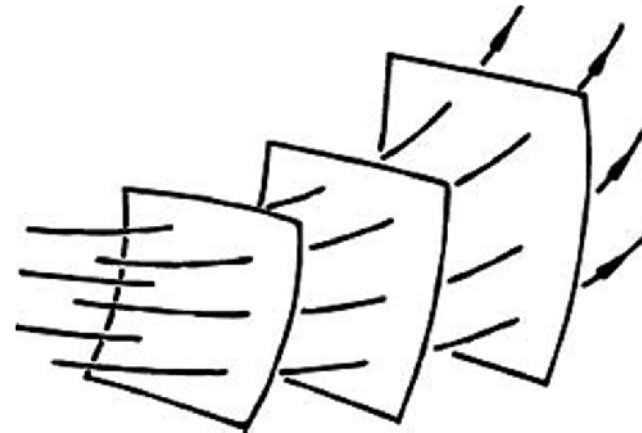
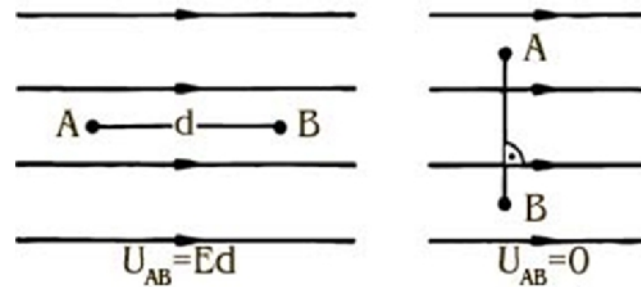
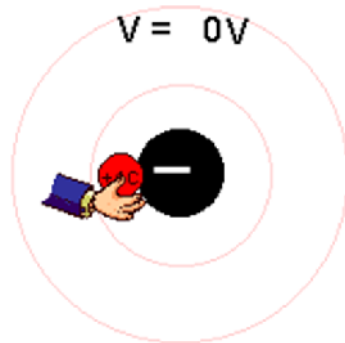
Közös ponthoz viszonyított feszültséget **POTENCIÁLNAK** nevezük.  
A közös pont egy végtelen távoli pont vagy a föld.

Így már minden ponthoz rendelhető egy skalár, amit potenciálnak hívunk.  
Két pont feszültségén pedig a két pont potenciáljának a különbségét  
vagyis a **potenciálkülönbséget** értjük.

$$U_{AB} = U_A - U_B$$

# Ekvipotenciális felület

©1999 Science Joy Wagon

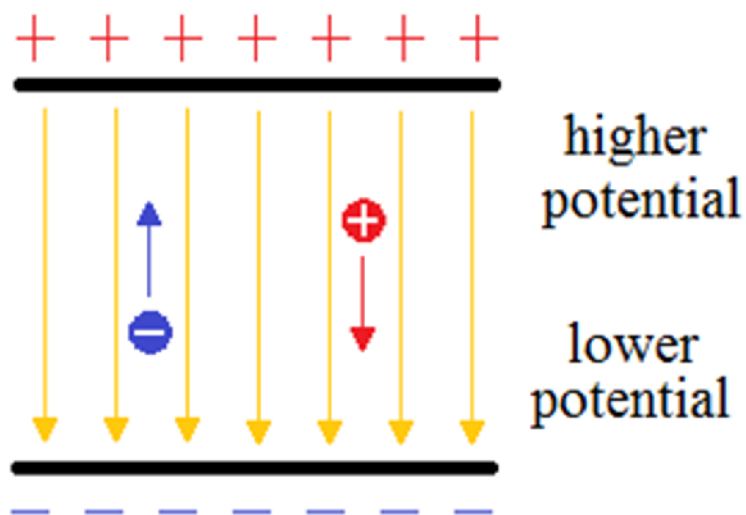


Azokat a pontokat, ahol a potenciál értéke ugyanaz, ekvipotenciális pontoknak nevezzük.  
Az ekvipotenciális pontok összessége ekvipotenciális felületet alkot.

<http://nagysandor.eu/physlet/applets/efeld3.html>

# A feszültség „iránya”

- Pozitív előjelű feszültség: a magasabb potenciálú pontból az alacsonyabb potenciálú felé mutat, tehát a pozitívabb hely felől a negatívabb felé.
- A pozitív előjelű feszültség ezért a két pont között a tér által mozgatott pozitív töltés haladásának irányával esik egybe.

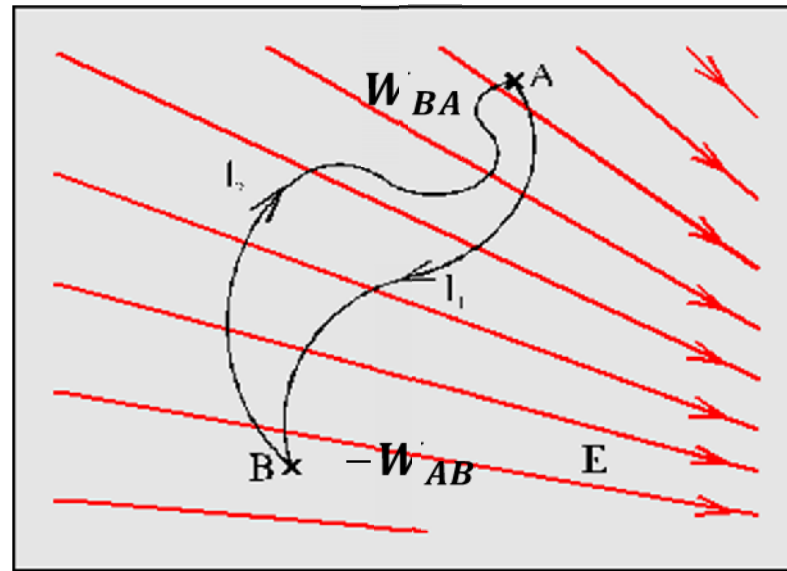


# Energia-megmaradás

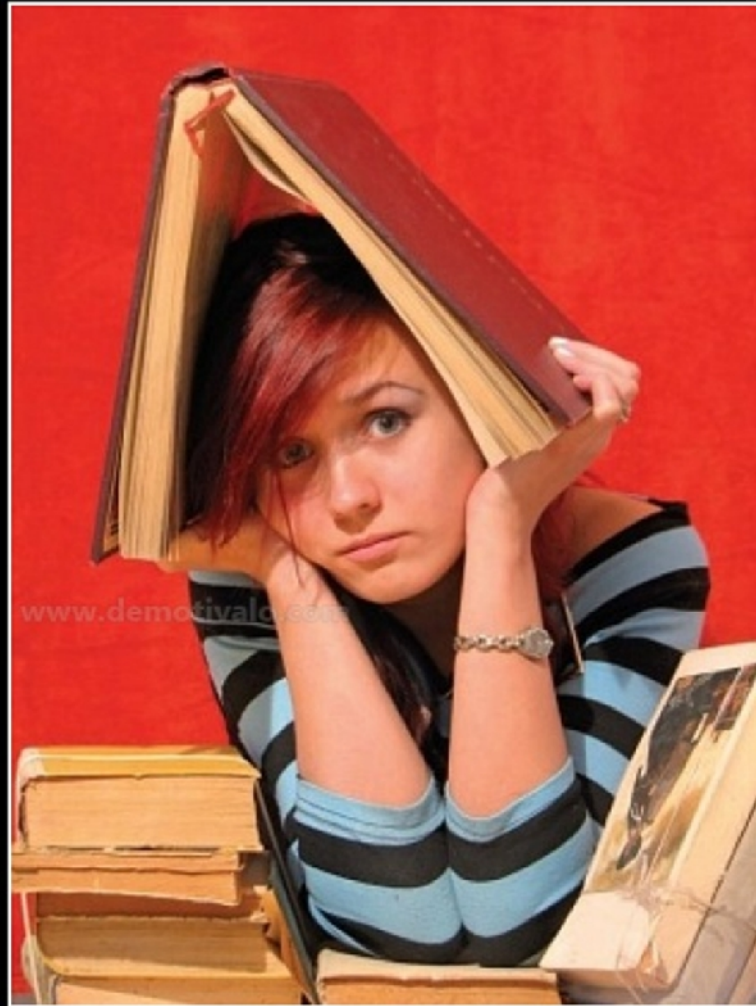
Zárt görbén a mező által végzett munka zérus.

$$-U_{AB} = U_{BA}$$

$$U_{AB} + U_{BA} = 0$$



Energia-megmaradás



## A "TANULNI" EGY OLYAN FŐNÉVI IGENÉV

Amely vonzza maga után a "kellene" kifejezést.

www.demotivalo.com

**Tankönyv 79-80. oldal**



**Feladatok: 80. o. 1-5.**

**Összefoglalás angolul:**

<https://www.youtube.com/watch?v=ND89SWpkWgw>

<https://www.youtube.com/watch?v=wT9AsY79f1k>

<https://www.youtube.com/watch?v=qqfntpDDCJ0>

<http://nagysandor.eu/AsimovTeka/PhysHelp/fields.html>

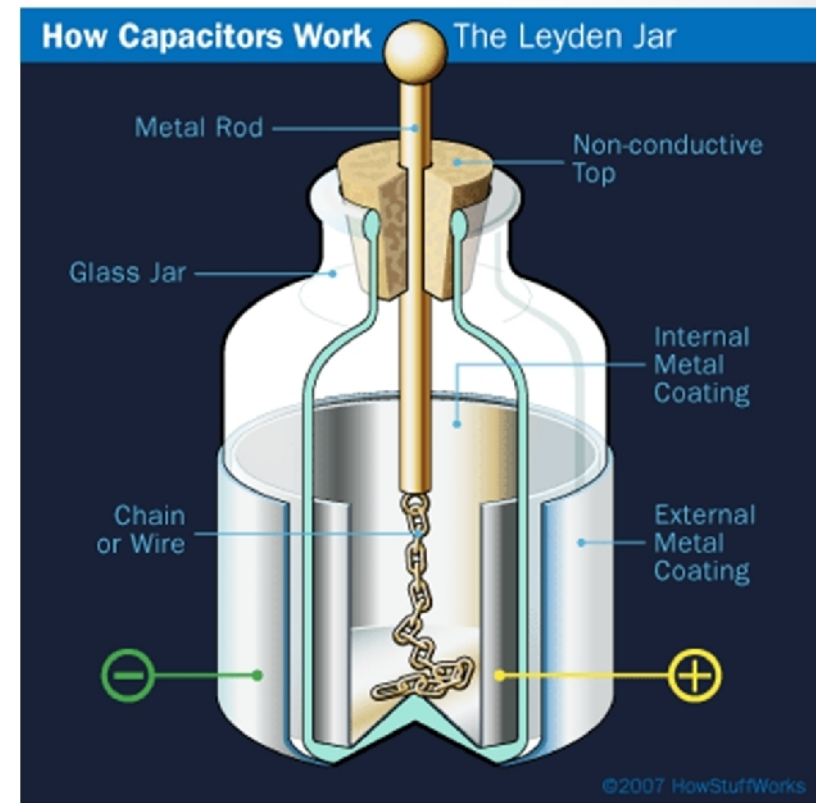


# Az elektromos tér energiája



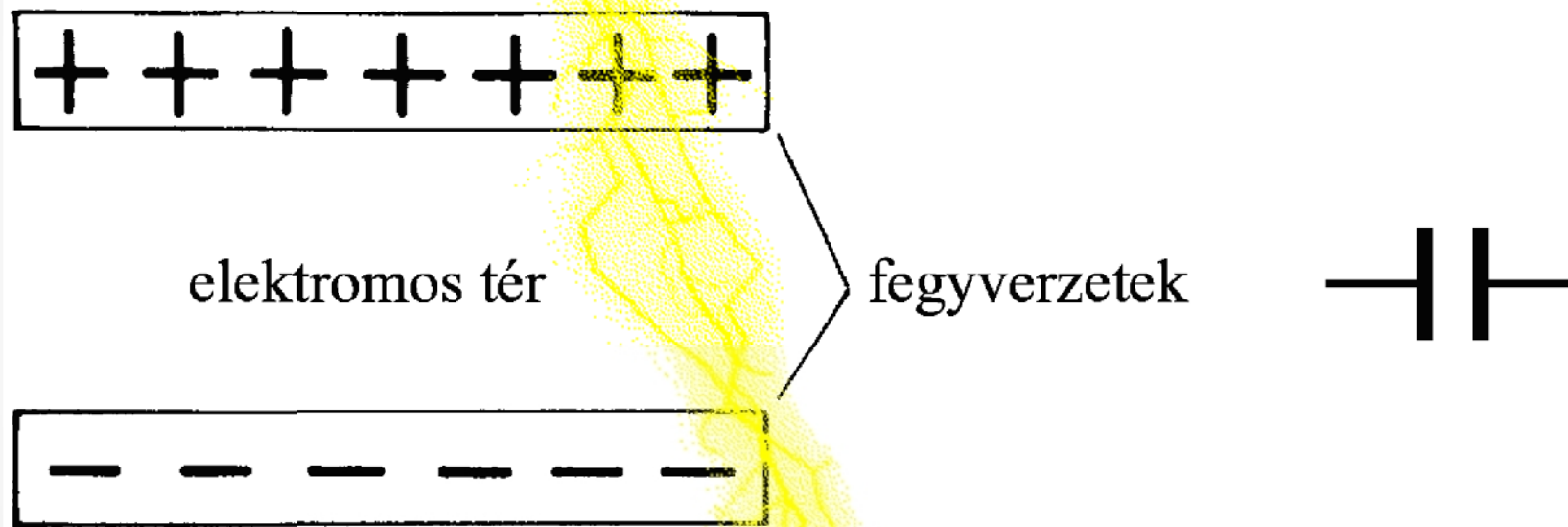
# A leydeni palack

1746. Pieter van Musschenbroek: töltések tárolására alkalmas eszköz



- Hogyan készítsünk leydeni palackot? [https://youtu.be/wr\\_ERUAZflw](https://youtu.be/wr_ERUAZflw) •

# Kondenzátor



Házi sokkoló

<https://www.youtube.com/watch?v=AWcEZenSsA>





<https://www.youtube.com/watch?v=mcq16FSpVHk>

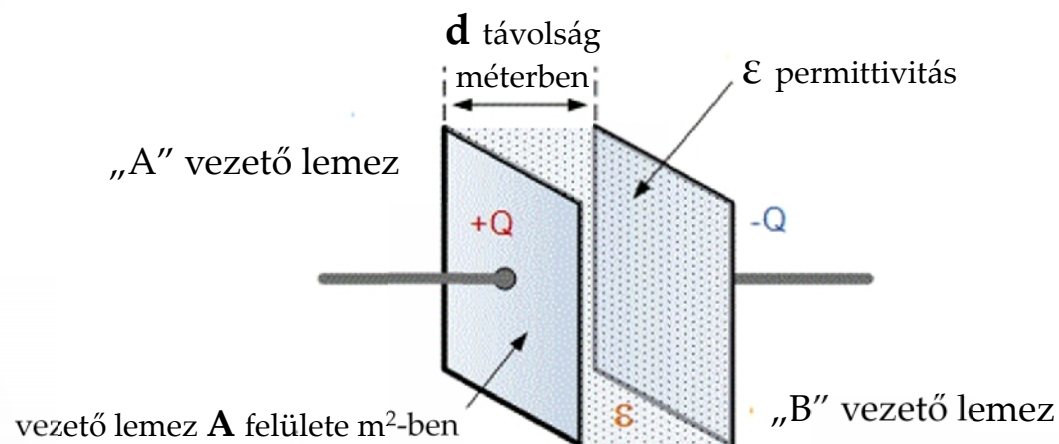


Bizonyos feszültség felett a kondenzátor körüli levegő is vezetővé válik

A levegő átütési szilárdsága  $3 \frac{kV}{mm}$

# A kapacitás

- Mi történik, ha kétszer annyi töltést viszek a kondenzátorra?  
<http://phet.colorado.edu/hu/simulation/capacitor-lab>



$$Q \sim U \quad C = \frac{Q}{U} \quad 1 \frac{C}{V} = 1 F \quad \text{Mértékegysége: farád}$$

1 F közvetlenül megmutatja azt a töltésmennyiséget, amely a kondenzátort egységnyi feszültségre tölti fel.

# Mitől függ a kapacitás?

- Elektrosztatika-Síkkondenzátor I. III. IV. video

[http://fizipedia.bme.hu/index.php/K%C3%ADs%C3%A9rleti\\_vide%C3%B3k](http://fizipedia.bme.hu/index.php/K%C3%ADs%C3%A9rleti_vide%C3%B3k)

$$C \sim A$$

$$C \sim \frac{1}{d}$$

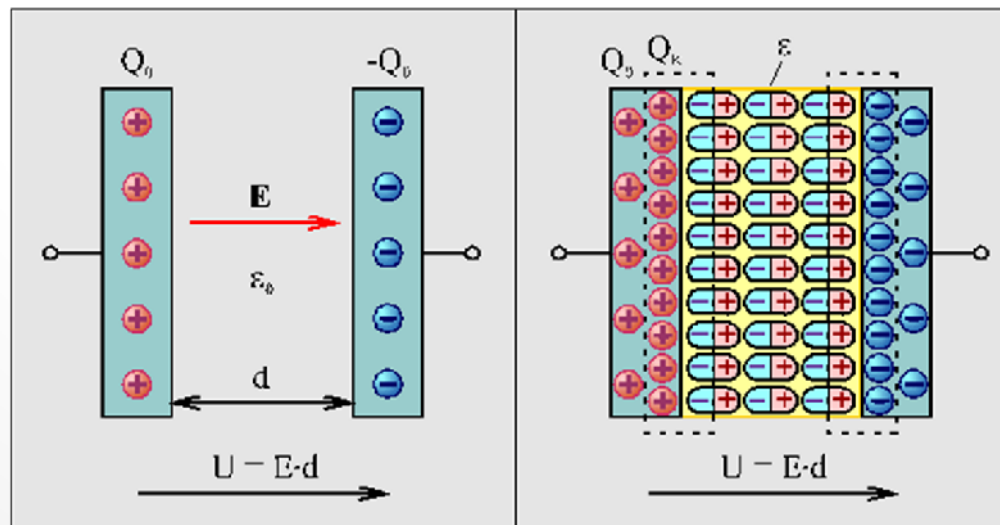
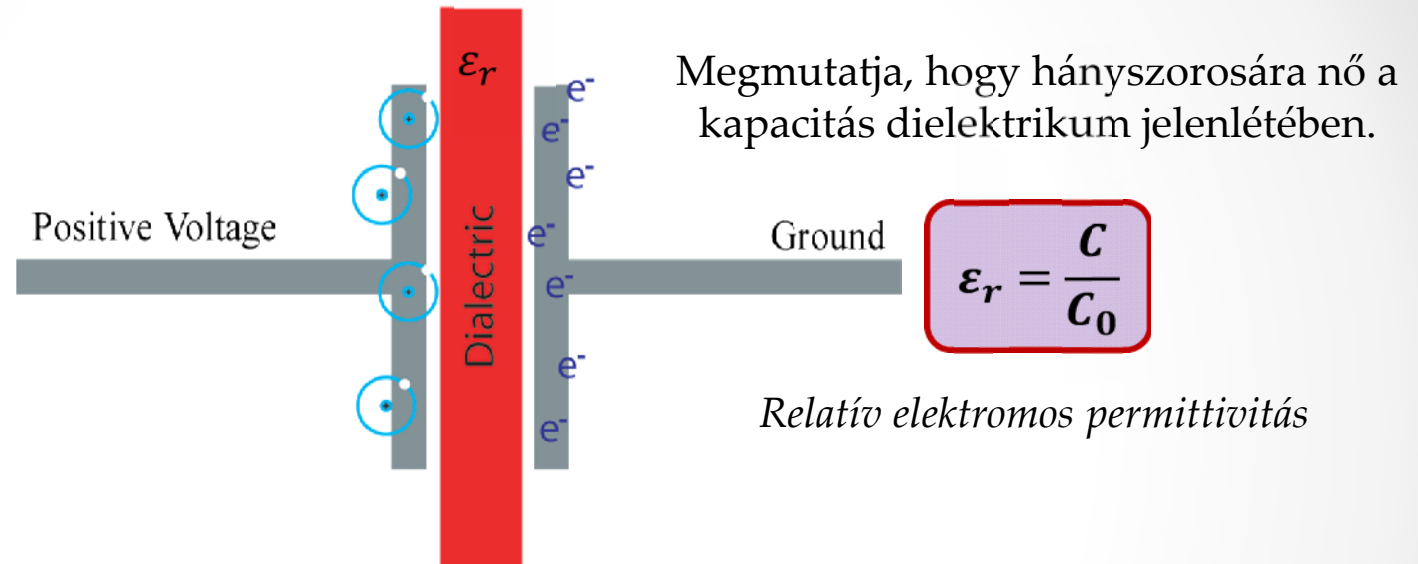
A lemezek közé tett szigetelő (dielektrikum) anyagától is függ.

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

vákuum elektromos permittivitása

relatív elektromos permittivitás

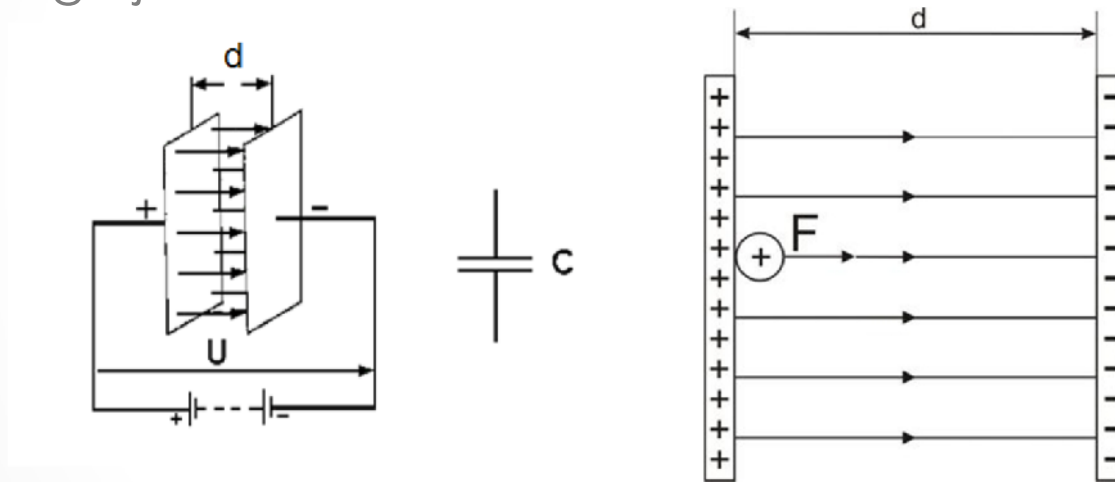
# Kondenzátor szigetelő jelenlétében



**Polarizáció**

# Munkavégzés

- A kondenzátor lemezei között homogén elektromos mező
- Az elektromos mező munkát képes végezni
- Van energiája



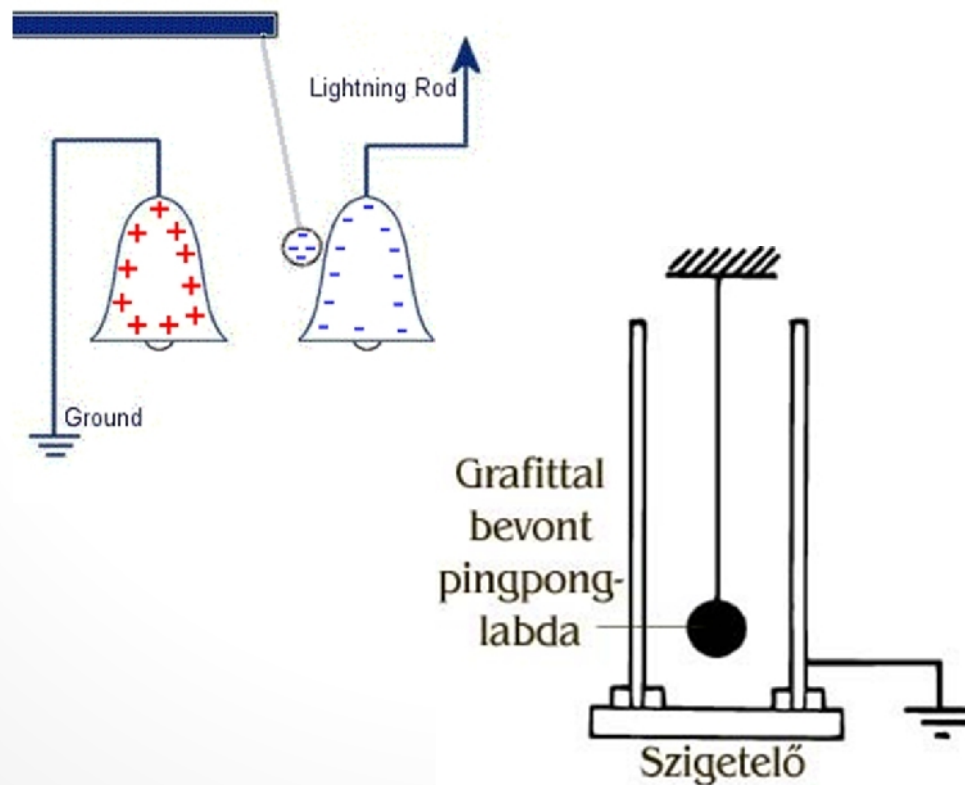
Elektromos harang

[https://www.youtube.com/watch?v=WVp312Qbr\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=WVp312Qbr_U)

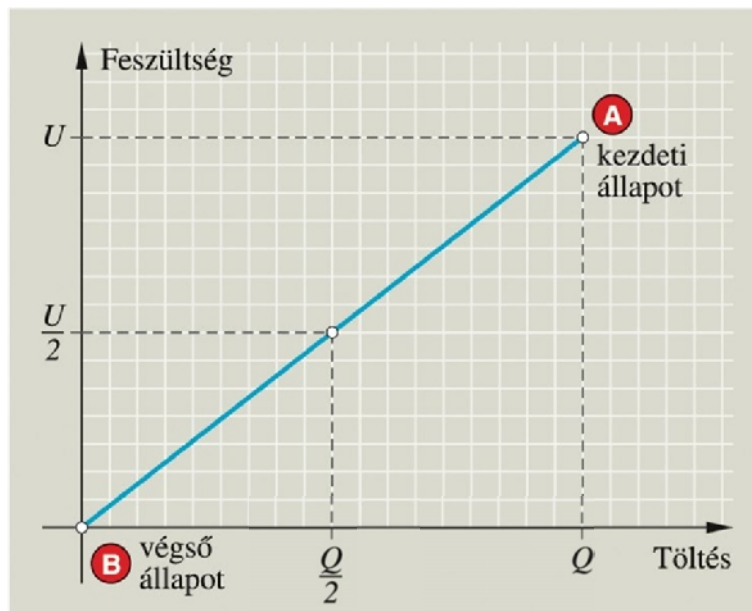
[http://fizipedia.bme.hu/index.php/K%C3%ADs%C3%A9rleti\\_vid%C3%B3](http://fizipedia.bme.hu/index.php/K%C3%ADs%C3%A9rleti_vid%C3%B3)

# A kondenzátor energiája

- Az elektromos tér elindítja a pingpong labdát
- Elektromosan töltött testek más testekre gyakorolt vonzó vagy taszító hatásuk folytán munkát képesek végezni



# Az elektromos energia nagysága



$$W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U$$

$$C = \frac{Q}{U} \rightarrow Q = C \cdot U$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

# Inhomogén elektromos tér energiasűrűsége

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \quad \longleftrightarrow \quad C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot E^2 \cdot d^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot E^2 \cdot d^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2 \cdot \frac{V}{d} \cdot d$$

$$U = E \cdot d$$

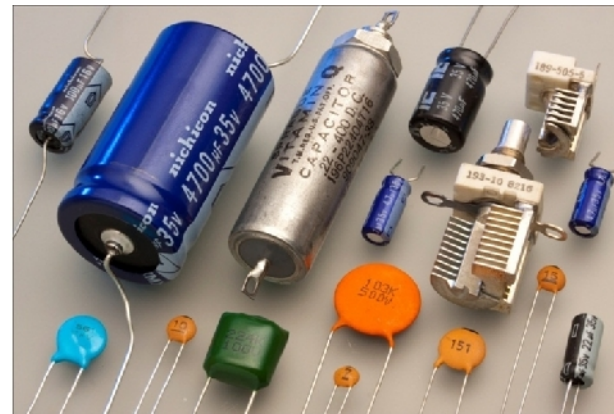
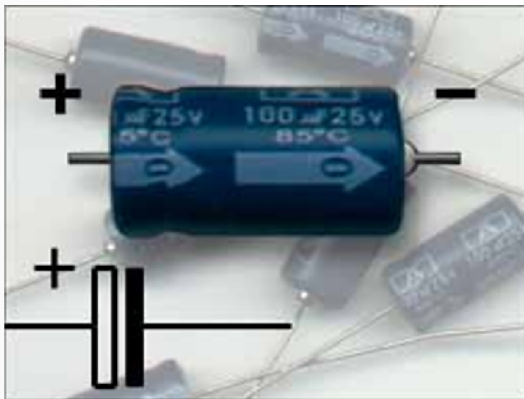
$$V = A \cdot d$$

$$u = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2$$



# Kiselőadás

- Kondenzátorok az elektrotechnikában
- Az elektromos energia tárolása



Tankönyv: 86-89.o.

Feladatok: 90. o.

Ismételni TK. 64-90. o.

