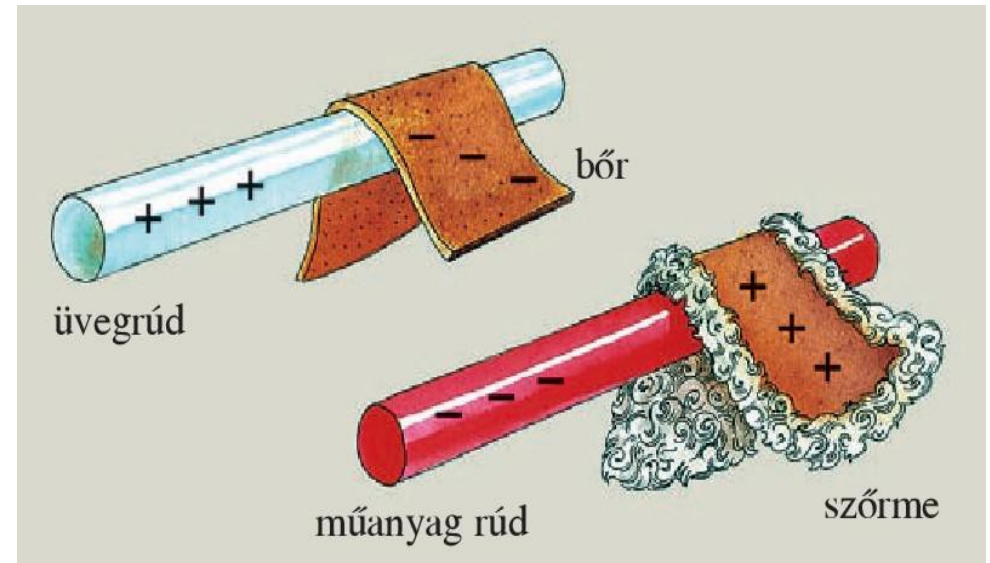
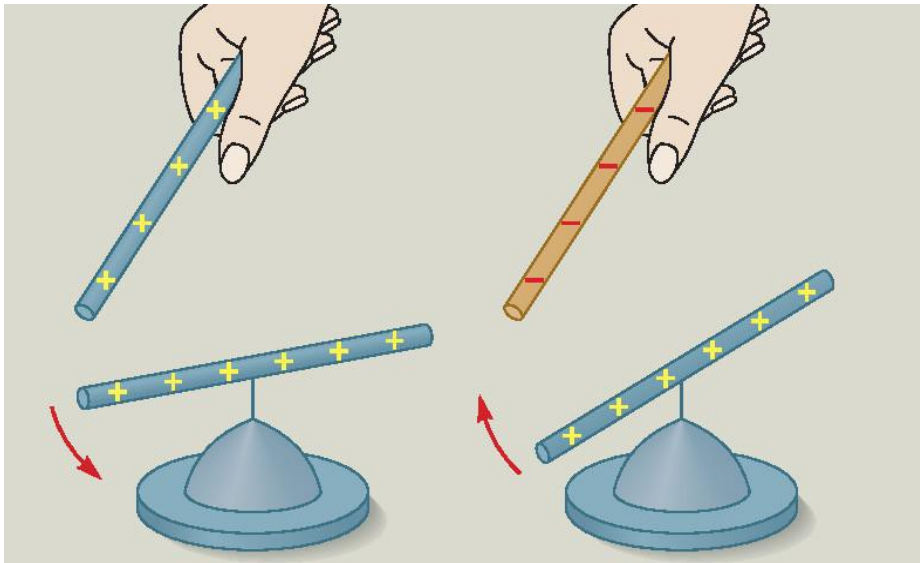


Elektrosztatika

- **Elektromos alapjelenségek**

Egymással szorosán érintkező (pl. megdörzsölt) felületű anyagok a szétválás után elektromos állapotba kerülnek. Azonos elektromos állapotú anyagok taszítják egymást, különbözőek vonzzák egymást.



- Két fajta **elektromos állapot** hozható létre:

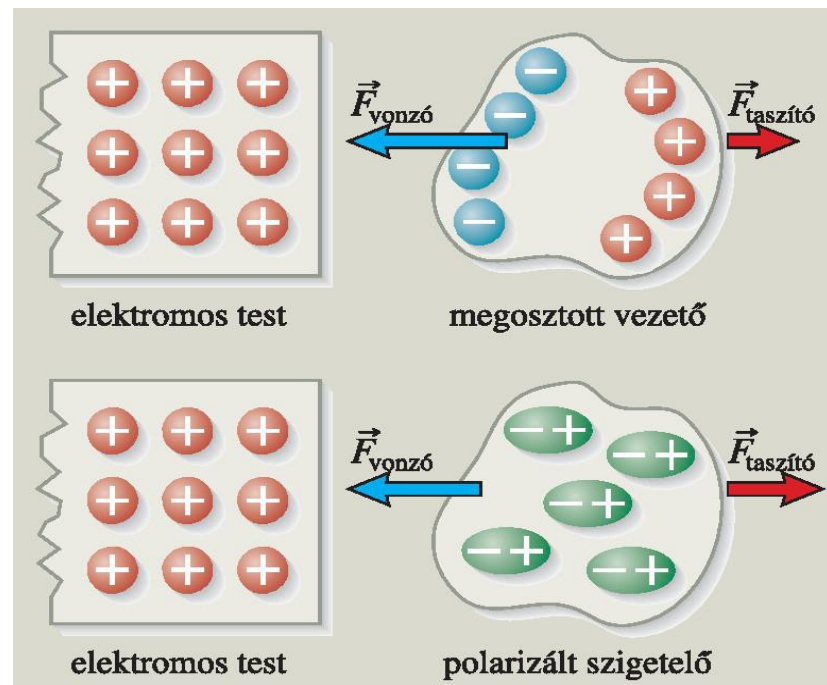
elnevezésük: **pozitív (+)** és **negatív (-)**

Az azonosak (+ + vagy - -) **taszítják** egymást, a különbözőek (+ -) **vonzzák** egymást.

- A **semleges testeket** a + és a – állapotú anyagok is vonzzák.
- **Elnevezés: töltés:** a negatív állapotú test **negatív töltéssel**, a pozitív állapotú test **pozitív töltéssel** rendelkezik.
- **A vonzás, taszítás jelenségek magyarázata:**

A testek, tárgyak atomjai, molekulái **+ protonokat és – elektronokat** tartalmaznak. Ha nincsenek elektromos állapotban, akkor ezek száma azonos, kiegyenlítik egymást, a tárgy **semleges**. A tárgyak szoros érintkezésekor a **negatív elektronok képesek leválni az atomról** és átmenni az egyik tárgyról a másik tárgyra. Ekkor az egyik **elektron hiány**, a másikon **elektron többlet** alakul ki.

Egy töltött test közelében a semleges testben a töltések **megoszlának**. Mivel a vonzás akkor nagyobb, ha a töltések közelebb vannak, a külső töltés nagyobb erővel vonzza a semleges testben közelebb levő ellenkező töltéseket, mint ahogy taszítja a távolabbi azonosakat, ezért az egész semleges testet vonzza.



- A **töltés** jele: **Q** , mértékegysége: **C** (Coulomb)

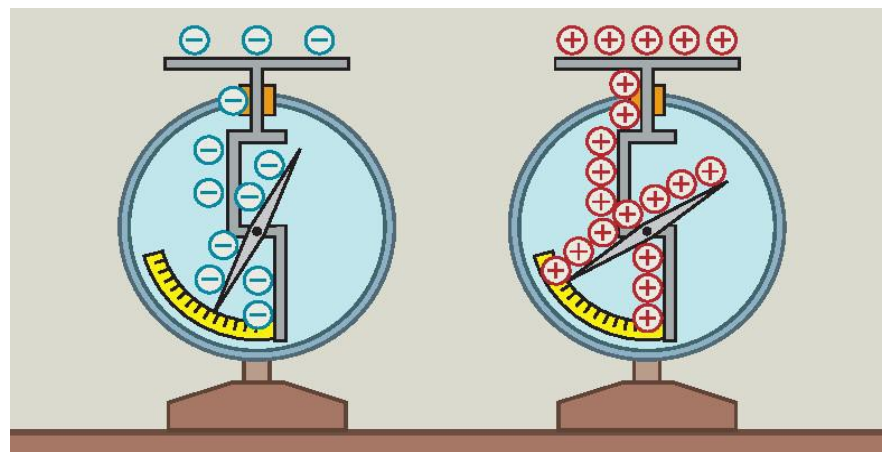
A legkisebb töltés (elemi töltés):

1 elektron töltése: $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C

(azért -, mert negatív)

1 proton töltése: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C

- Elektromos állapot mérésére szolgáló eszköz: **elektroszkóp**



Az elektroszkóp mutatója kitér, mivel azonos töltésű lesz a tartó rúddal, ezért taszítják egymást. Minél nagyobb a kitérése, annál nagyobb töltéssel lett feltöltve.

- **Vezető anyag**: amelyben a töltések könnyen tudnak mozogni. Elektromos állapotú tárgygal érintkezve az elektromos állapotot könnyen átveszik. Pl. fémek, oldatok, víz, emberi test
- **Szigetelő anyagok**: amelyben a töltések nem, vagy csak nehezen tudnak kimozdulni a helyükből, ezért a külső elektromos állapotú testtel érintkezve az elektromos állapotot nem veszik át. Pl. gumi, műanyag, porcelán, üveg, desztillált víz, száraz fa
- **Földelés**: Ha egy tárgyat vezető anyaggal összekötünk a Földdel, akkor a tárgyra kerülő töltések levezetődnek a tárgyról a Földbe, és a tárgy semleges lesz. Pl. háztartási eszközök földelt vezetéke

- **Példák az elektrosztatikus vonzás, taszítás alkalmazására:**
- **Lézernyomtató, fénymásoló:** A forgó hengeren olyan bevonat van, ami a lézerfény hatására elektromosan feltöltött lesz. Erre rávetítik a szöveget. Ez a réteg magához vonzza az ellenkező töltéssel feltöltött festékszemeket. A henger tovább forog a papírhoz, ahol egy újabb elektromos vonzóhatás „áthúzza” a festékszemeket a papírra.
- **Elektrosztatikus légszűrő, füstszűrő:** A semleges füstszemeket két ellentétesen feltöltött lemez magához vonzza, és azon a füst kirakódik. Elsősorban ipari üzemekben, kéményekben alkalmazzák, így a füst nagy része megköthető, és nem jut ki a környezetbe.
- **A villám, és a szikra keletkezése:** Két ellentétesen feltöltött tárgy között a nagy térerősség hatására a levegő semleges részecskéiből ionpárok, ionok lesznek, amelyek a két tárgy felé indulnak a vonzás hatására. Közben ütköznek más levegő részecskéikkel, azt ionizálják, így azok is áramlanak a másik tárgy felé, így töltések gyors áramlása, „töltéslavina” alakul ki a két tárgy között. Ez a szikra. Ha a felhőkben levő vízcseppek a súrlódás hatására feltöltődnek, akkor ez a töltéslavina a felhők között, vagy a felhők és a Föld között jön létre, ez a villám.

- **Coulomb törvény**

Két töltés közötti vonzó vagy taszító erő akkor nagyobb, ha a két töltés nagyobb, vagy távolságuk kisebb. Vagyis az erő egyenesen arányos a töltések nagyságával, és fordítottan arányos a távolságuk négyzetével.

Képletben: $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ Q_1 és Q_2 a két töltés, r a távolságuk,

k egy arányossági tényező: $9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

Ha egy töltésre több töltés is hat, akkor a rá ható elektromos erőket irányuk szerint összegezni kell. (Pl. azonos irányúakat összeadni, ellentétesek kivonni.)

- **Elektromos térerősség**

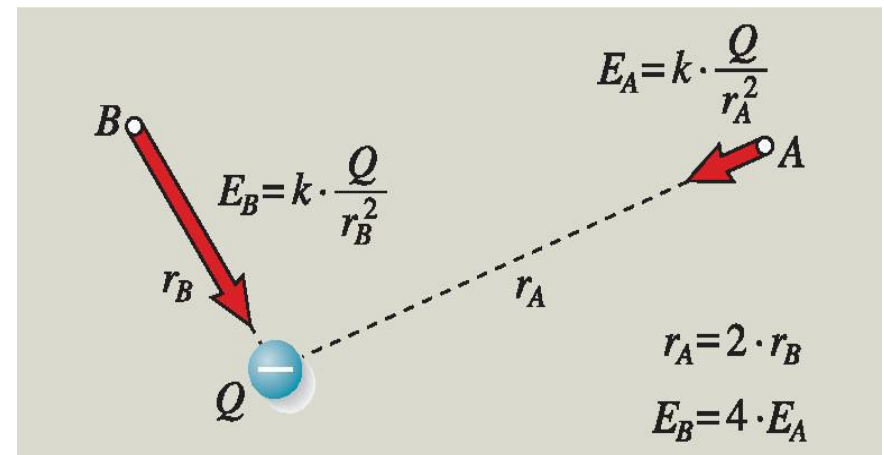
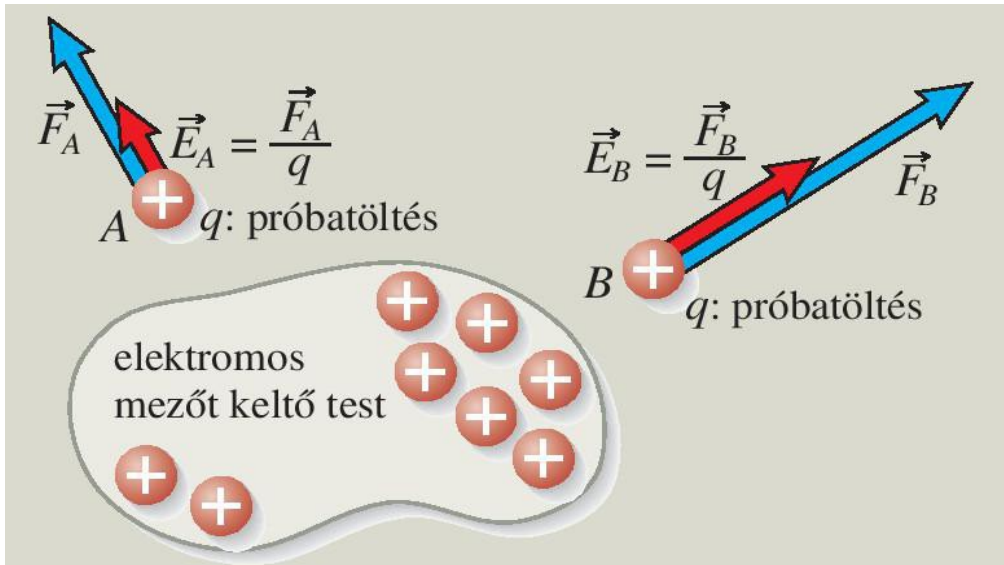
Bármely elektromos test körül elektromos mező, tér alakul ki. Ha ebbe a mezőbe egy kis pontszerű töltést rakunk, akkor arra erő hat. Az elektromos térerősség megadja a mező egy pontjába helyezett 1 C nagyságú töltésre ható erő nagyságát. Jellemzi az elektromos mező erősségét egy-egy pontban.

Képletben: $E = F/Q$, ahol az F a Q töltésre ható erő.

Az elektromos térerősség jele: E , mértékegysége N/C

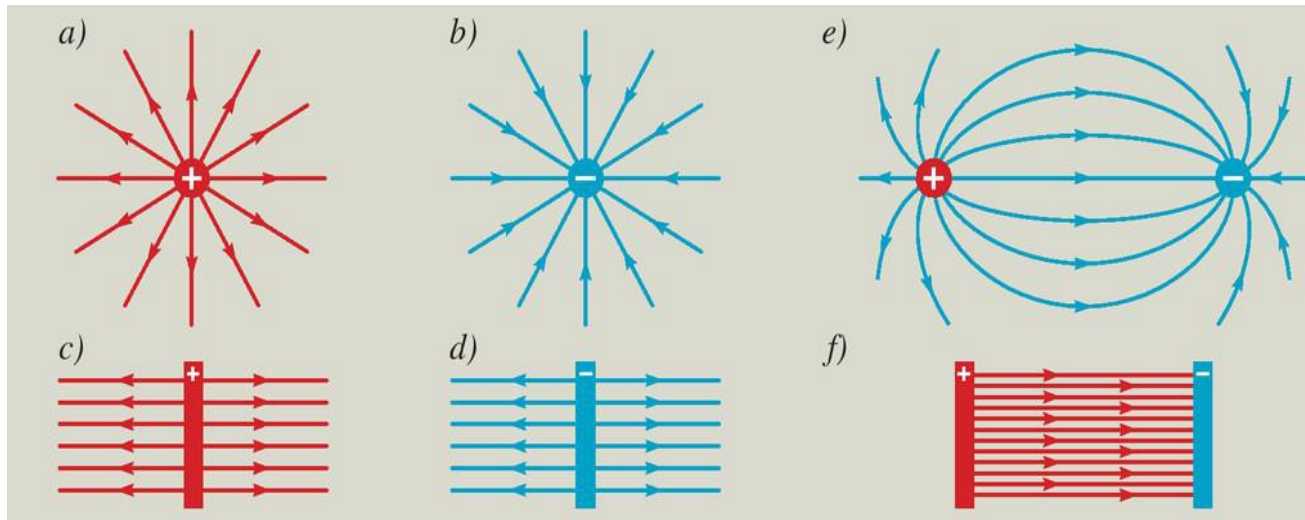
- **Ponttöltés által létrehozott elektromos mező térerőssége**
- Mivel a Q_1 pontszerű töltés a tőle r távolságban levő Q_2 -re $F=k \cdot Q_1 \cdot Q_2/r^2$ nagyságú erővel hat, a Q_1 töltés elektromos térerőssége r távolságban $E=F/Q_2$, vagyis:

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$



- **Elektromos térerősség vonalak**
Az elektromos teret jellemezhetjük térerősség vonalakkal. Az erővonalak iránya minden pontban megegyezik a térerősség irányával, az erővonalak sűrűsége ott nagyobb, ahol a térerősség nagyobb.
- **Homogén elektromos tér:** Az E térerősség minden pontban ugyanakkora. A térerősség vonalak párhuzamos egyenesek.

- **Példák elektromos mezők erővonalaira**



a) + ponttöltés el.tere **b)** – ponttöltés el.tere **e)** + és – töltések el.tere
c) + lemez el. tere **d)** – lemez el. tere **f)** + és – lemezek el. tere
(A **c**), a **d**) és az **f**) homogén elektromos tér)

- **Elektromos feszültség, elektromos munka**

Az elektromos térben levő töltésre erő hat, emiatt elmozdul az „A” pontból a „B” pontba, az elektromos tér munkát végez (munka=erő·út). A munkavégzés egyenesen arányos a töltés nagyságával. Az 1 C töltés „A” pontból „B” pontba történő mozgatásához szükséges munka az elektromos tér e két pontjára jellemző érték: az „A” és „B” pont közti feszültség.

- Jele: **U** , mértékegysége **V** (volt)

$$U = \frac{W}{Q}$$

Konzervatív mező

Az elektromos mező, tér munkája csak a mozgatott töltés nagyságától és a pálya kezdő és végpontjának helyétől függ, a pálya alakjától független. Az ilyen mezőt konzervatív mezőnek nevezzük.

Szuperpozíció elve:

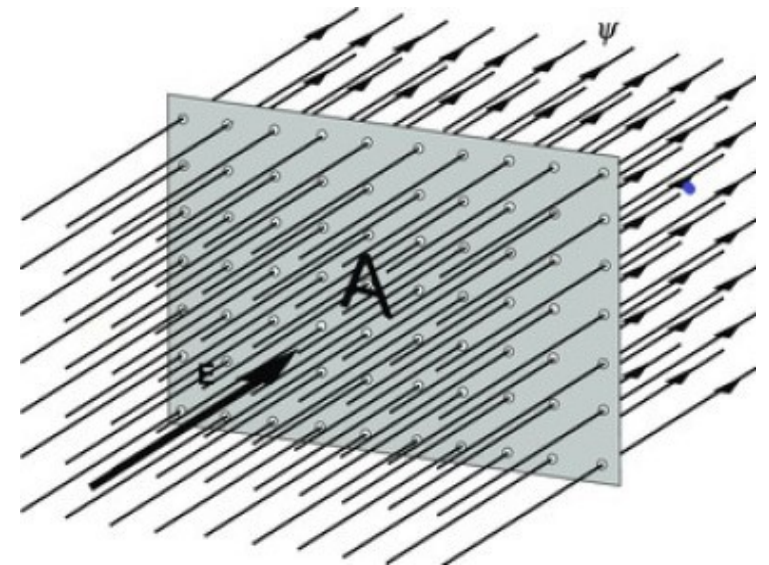
Több töltés által létrehozott tér erőssége egyenlő az egyes töltések által létrehozott térerősségek vektori összegével.

Elektromos fluxus:

Az elektromos térerősség (E) és a rá merőleges felület (A) szorzatát elektromos fluxusnak nevezzük. Jele: φ (fi, görög betű)

$$\varphi = E \cdot A$$

Annyi erővonalat húzunk egy felületen keresztül az elektromos tér erősségének jellemzésére, amennyi ott az elektromos fluxus. A térerősségvonalak sűrűsége ott nagyobb, ahol nagyobb a tér erőssége.



- **Potenciál, potenciálvonalak**

Ha az elektromos mező egy pontjának („A” pont) feszültségét egy választott „0” ponthoz viszonyítjuk (pl. a végtelen pontja, ahol az elektromos térerősség nulla), akkor az „A” pont feszültségét a „0”-hoz képest az „A” pont potenciáljának nevezzük. Jele: U_{A0} vagy U_A .

Így két pont feszültsége = a két pont potenciáljának különbségével: $U_{AB} = U_A - U_B$

Ha az azonos potenciálú pontokat összekötjük potenciálvonalakat kapunk, amelyek jellemzik az elektromos tér feszültségeit.

- **Hasonlóság a gravitációs térhez:**

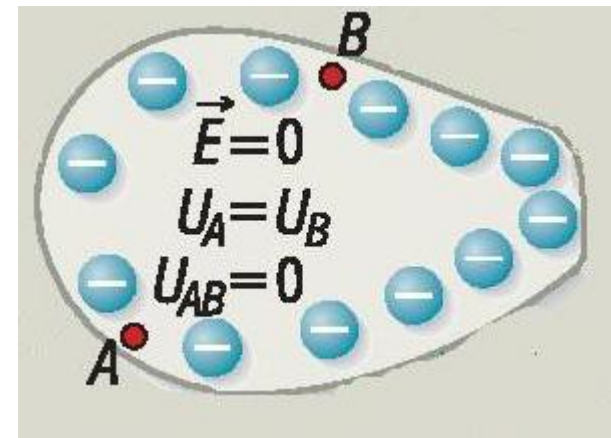
potenciál – tengerszinthez viszonyított magasság

feszültség – két magasság közti különbség

potenciálvonalak – azonos magasságú szintvonalak a térképen
az elektromos tér munkát végez, ha egy töltést mozgat az egyik potenciálú helyről a másikra – a gravitációs tér is munkát végez, ha elmozdít egy tárgyat magasabbról alacsonyabb helyre. Mindkét esetben a tárgyat vagy töltést a munka felgyorsítja.

- **Töltések elhelyezkedése vezető anyagban**

A vezetőre vitt többlettöltés mindig a vezető felületére csoportosul a taszítás miatt. Így a vezető belsejében a térerősség nulla, belül nincs elektromos tér.



- **Elektromos árnyékolás**

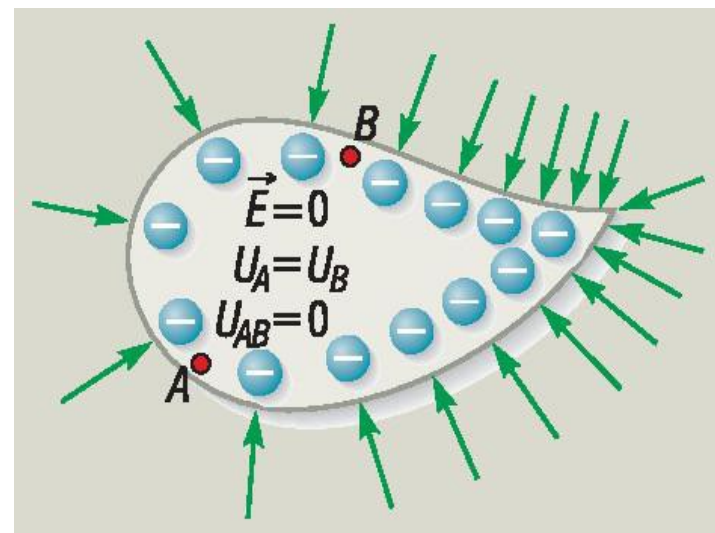
Mivel a vezető belsejében nincs elektromos tér, ha egy vezető anyag vesz körül egy térrészt, akkor abban a térrészben nincs elektromos tér akkor sem, ha a vezető burok feltöltődik (elnevezése: Faraday kalitka). A vezető anyagú burok leárnyékolja a külső elektromos teret. Ezt hívják **elektromos árnyékolásnak**. **Felhasználása:** Fém autóban, repülőben

utazókat nem éri a villámcsapás, fémburok árnyékolás védi a külső elektromos zajoktól a híradástechnikai vezetékeket (pl. antennakábel, hangszerek, erősítők vezetékei), szabadban álló gáztartályokat fémkerettel védik,...



- **Csúcs hatás**

A vezető anyag felületén elhelyezkedő töltések sűrűbben helyezkednek el ott, ahol a tárgy keskenyebb, csúcsos kialakítású. Ezért ott a töltések jobban vonzzák a levegőben levő ionokat és a semleges részecskéket. Tehát **a csúcs odavonzza a környezetében levő részecskéket**, ezért azok nem máshova mennek, hanem a csúcsba.

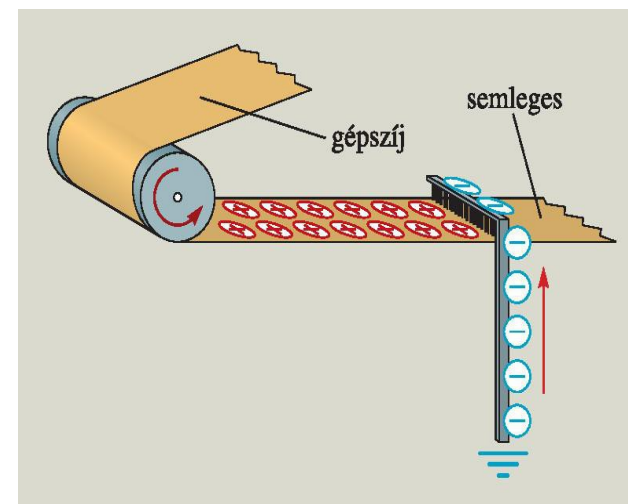


- **Példák a csúcs hatás felhasználására:**

Villámhárító: A csúcsos vezeték magához vonzza a levegőben levő részecskéket és levezeti az elektromos felhőből jövő töltéseket a Földbe.

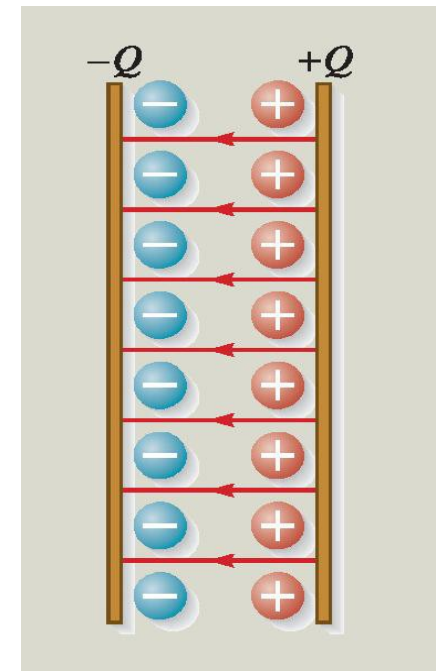
Gépszíjak elektromos semlegesítése

Szíjáttétellel meghajtott gépeknél a szoros érintkezés miatt a gépszíj feltöltődik. Ahol a szétválasztott töltések közötti esetleges szikrakisülés robbanásveszélyt jelent, ott földelt fémfésűvel szívják le a töltéseket.



- **Kondenzátor**

Két egymással szemben álló vezető anyagú lemezt feltöltünk + és – töltéssel. A két lemez között homogén elektromos tér alakul ki. A két lemez között feszültség (U) jön létre, ami annál nagyobb, minél nagyobb töltéssel (Q) töltjük fel a lemezeket. A létrejövő feszültség és a töltés egymással egyenesen arányos.



A töltés és a feszültség hányadosa az adott kondenzátorra jellemző állandó: a **kondenzátor kapacitása**

A kondenzátor kapacitása

Jele: **C** , mértékegysége **F** (Farad)

Képlete:

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

A kondenzátor kapacitása függ a lemezek nagyságától (A), és távolságától (d), és a köztük levő anyagtól. *Kiszámítása:*

ϵ_0 egy állandó (a vákuum permeabilitása).

ϵ_r a benne levő anyag dielektromos állandója, más néven permittivitása, megadja, hogy hányszorosa lesz a kondenzátor kapacitása ahhoz képest, mintha csak levegő lenne benne.

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

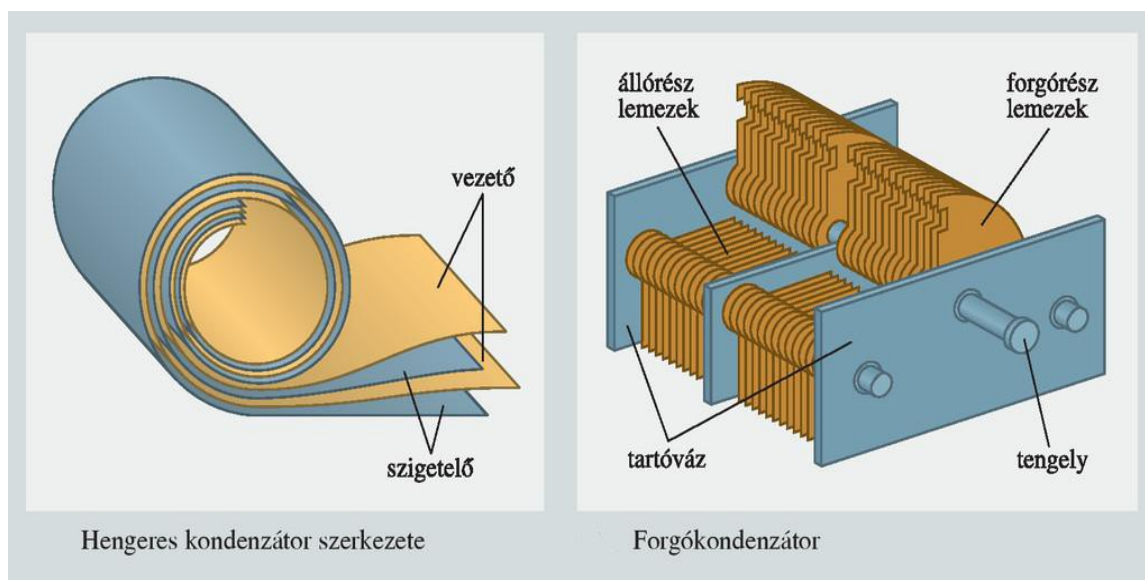
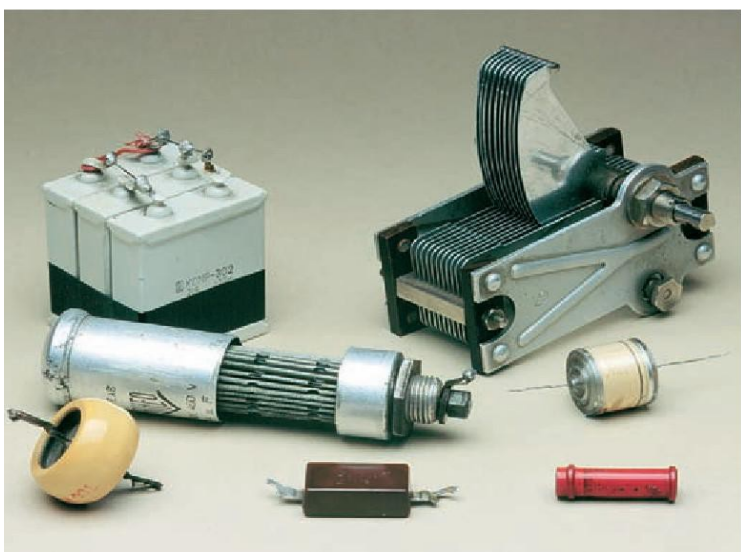
- **Kondenzátor energiája**

A kondenzátor két lemezének feltöltéséhez elektromos munkát kell végezni. Amikor pedig a Q töltéssel feltöltött, U feszültségű kondenzátor leadja töltését és semleges lesz, akkor az elektromos tere a töltések áramlását idézi elő és ehhez munkát végez. Tehát feltöltésekor munkavégző képessége, vagyis energiája lesz.

Az U feszültségre feltöltött kondenzátor energiája:

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

Kondenzátorokat használnak az elektronikai áramkörökben feszültség tárolásra, feszültség szabályozásra. Készítik különböző méretekben, alakokban.



- **Egyéb példák a kondenzátor felhasználására:**

A kondenzátor arra is használható, hogy feltöltve képes tárolni a töltését, feszültségét, majd egy alkalmas pillanatban ezt a töltést leadja és így rövid ideig tartó nagy áramot (töltésmozgást) tud előidézni.

Vaku: A kondenzátort az akkumulátor feltölti töltéssel, majd hirtelen „kisül”, hirtelen leadja töltését egy erős fényű lámpának, ami felvillan.

Defibrillátor: Hasonlóan a vakuhoz, az akkumulátor feltölti a kondenzátort, majd az hirtelen leadja töltését, és rövid ideig tartó áramot (kis áramütést) hoz létre.

