

ELEKTROSZTATIKA

I.e. 600-ban **Thalész** (i.e. 624-547) felfedezte, hogy a megdörzsölt borostyánkő apró testeket magához vonz, majd eltaszít. Például porszem, madártoll, száraz fűszál. **Gilbert** (1544-1603) 1600-ban azt írta, hogy nagyon sok anyag a borostyánkőhöz hasonlóan viselkedik. Az itt fellépő erőt borostyánkő erőnek nevezte el (vis electrica).

A testek dörzsöléssel hozhatók elektromos állapotba.

Például:

- Amikor a szél nagy sebességgel sodorja a felhőket, akkor ennek hatására a felhők feltöltődnek, Közöttük kisülési ívek figyelhetők meg. Ha a felhő és a Föld között jön létre kisülés, azt villámlásnak nevezzük. A felhő megosztó hatást gyakorol a föld felszínén lévő vezető testre, így azok a felhővel ellentétes töltésűvé válnak. Főleg zivatar idején a felhők többsége pozitív töltésű. A villámot fény és hangjelenség kíséri. A fényt az ütközéstől magasabb energiájú állapotba jutott (gerjesztett) levegőmolekulák bocsátják ki. A hang (mennydörgés) abból származik, hogy a villám okozta hirtelen felmelegedés, majd lehűlés miatt a levegő lökészerűen kitágul, majd összehúzódik. A villámhárító magába gyűjti a villámokat azért, hogy a környezetet ne károsítsák. Villámláskor ne álljunk közvetlenül a fa alá, hanem attól 5-10 m távolságban guggoljunk le. Zivataros időben ne rakjunk tüzet, mert a tűz vezető ioncsatornát hoz létre, mely könnyen válhat az elektromos kisülés útvonalává. Tökéletes a villámvédelmünk, ha fémkarosszéziás gépkocsiban ülünk. A földbe lefutó villám kiégeti ugyan a gumiköpenyeket, és ez okozhat balesetet, de az álló gépkocsi teljes biztonságot jelent. A motort le kell állítani, mert a kipufogógáz is ioncsatornát hozhat létre.
- A frissen mosott és szárított haját műanyag fésűvel fésülve, a fésű és a hajunk is feltöltődik.
- A benzinkutakon nem szabad műanyag kannába benzint kérni, mert a kanna dörzsöléssel feltöltődhet, és egy csepp kifolyt benzin is elég a belobbanáshoz.
- Az autó is képes sztatikusan feltöltődni.
- A fénymásolóknak és a lézernyomtatóknak a nyomóhenger a megvilágítás következményeként egyes pontokon elektromosan töltötté válik. Itt a festékpont magához vonzza, amely azután a hengerre nyomott papírlapra tapad. Ezt a festékpont hőkezeléssel rögzítik a papír rostjai közé. Az elektrosztatikus fénymásolás kidolgozásában jelentős szerepe volt Selényi Pál (1884-1954) magyar fizikusnak, az eljárást azonban az amerikai Chester Carlson (1906-1968) szabadalmaztatta 1937-ben xerox néven.

Az elektromos állapot oka az elektromos töltés. Franklin ezeket pozitívnak és negatívnak nevezte el.

Benjamin Franklin

- Tételezte fel először, hogy a villám a légköri elektromosság következménye. A nevéhez fűződik a villámhárító feltalálása. (sárkányos kísérlet 1752)
- Ő készített először bifokális lencsét.

Az egyiptomiak már i.e. 1400 környékén ismerték a fémek villámcsapás-elvezető tulajdonságát, a templomokat rézzel vagy arannyal borított csúcsú árbocokkal látták el. III. Ramszesz fáraó parancsára az újonnan épült templomokat is ellátták aranyozott hegyű árbocokkal.

Dörzsöléssel a kétféle elektromos töltés szétválasztható, de zárt rendszerben a töltések algebrai összegre állandó. Ez a töltésmegmaradás törvénye.

Az azonos nemű töltések taszítják, a különböző neműek vonzzák egymást.

Két pontszerű, nyugvó töltés között ható erő egyenesen arányos a töltések nagyságával és fordítottan arányos a közöttük lévő távolság négyzetével. Ezt a törvényt Coulomb fedezte fel.

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

Charles Coulomb (1736-1806) francia fizikus volt, aki az elektromosságon kívül az egyszerű gépek elméletével is foglalkozott.

Két 0,5 C töltésű pontszerű test 10 cm távolságból akkora erővel taszítja egymást, amely megegyezik 2250 olyan vonat súlyával, amelynek mindegyike 100 db egyenként 100 tonnás kocsiból áll.

Az elektromos vezetés szempontjából az anyagokat két csoportba oszthatjuk:

Vezetők: Valamely helyükön létesített elektromos állapot szétterjed. Bennük szabad töltéshordozók vannak. Pl.: fém, víz, emberi test. A töltések mindig a vezető felületén helyezkednek el.

Szigetelők: Valamely helyükön létesített elektromos állapot nem képes szétterjedni. Bennük szabad töltéshordozók nincsenek. Pl.: műanyag, porcelán, gumi

Az esővíz, a csapvíz, a tengervíz vezető, azonban a desztillált víz szigetelő. Ha a desztillált vízbe konyhasót oldunk, akkor vezetővé válik. Eszerint a víz vezetőképességét a benne oldott anyagoknak köszönheti.

A szigetelőkben az elektromos mező térerőssége kisebb, mint vákuumban.

Az átmenet köztük folytonos. Vannak úgynevezett félvezetők. Pl.: fa, papír, vászon, márvány

Az elektromos állapot kimutatására elektroszkópot használunk, mely az azonos töltések taszításának elvén működik. Az elektroszkóp görög eredetű kifejezés. Az elektro- jelentése elektromossággal kapcsolatos, a -szkóp a szkopein szóból származik, jelentése nézni, megfigyelni.

Ha egy testben a pozitív és negatív töltések száma megegyezik, és eloszlásuk egyenletes, akkor semleges testről beszélünk.

Ha egy semleges vezető közelébe elektromosan töltött testet viszünk, de nem érintjük hozzá, akkor a vezetőben felborul a töltések egyenletes eloszlása. Ez a jelenség az elektromos megosztás. A vezetőből a megosztó töltéssel egyenmű influenza töltés elvezethető.

Az elektromosan töltött testek körül elektromos mező alakul ki, amely közvetíti az elektromos kölcsönhatást. Ezt Faraday (1791-1867) angol fizikus fedezte fel. „A természettudományok tanulmányozását a szellem roppant iskolájának tartom”

Faraday nevéhez fűződik az elektromos árnyékolás jelenségének felfedezése (Faraday-kalitka): Az elektromos töltés mindig a vezető külső felületén helyezkedik el. Ha ezt a térrészt fémhálózattal vesszük körül, akkor a háló által határolt tér minden pontjában nulla lesz a térerősség. (autó karosszéria, repülőgép utastere, mikrohullámú sütő ajtaja, fémráccsal védett gázpalackok, az elektromos távvezetékek feszültség alatti javításánál a sűrű szövésű fémhálóba öltöztetett munkás)

Csúcs hatás: Ha a feltöltött vezető csúcsban végződik, akkor a csúcsnál nagyobb lesz a töltéssűrűség. A csúcs közelében lévő levegő és porszem molekulák dipólussá válnak, a csúcs vonzó hatása miatt a csúcs felé áramlanak, ott feltöltődnek, majd a csúcs eltaszítja őket. Ez az elektromos szél képes eloltani egy gyertyát.

- Ezen az elven működik a villámhárító is, amely tulajdonképpen nem elhárítja, hanem a földbe vezeti a villámláskor kiáramló töltést úgy, hogy a csúcs hatáson alapulva vezetővé válik a levegő és kijelöli a villám útját.
- A villám szelídebb változata a Szent Elmo tüze. A zivatarfelhők töltésmegosztó hatására a földi tárgyak élein és csúcsain (toronyok, telefonvezetékek) olyan erős lehet a levegő ionizációja, hogy kísérőjeként különféle fényjelenségeket (táncoló fények) tapasztalunk.

Az elektromosan töltött testek körül elektromos mező alakul ki, amely közvetíti az elektromos kölcsönhatást. Ezt Faraday fedezte fel. Az elektromos mező alapvetően különbözik a gravitációs mezőtől, mert a gravitációnál csak vonzás lép fel és minden testre hat, míg az elektromos mező vonzó és taszító hatást is kifejt, de csak a töltéssel rendelkező testre. Az elektromosan töltött testek között tehát egy időben elektromos és gravitációs kölcsönhatás is fellép.

AZ ELEKTROMOS MEZŐ JELLEMZÉSÉRE SZOLGÁLÓ FIZIKAI MENNYISÉGEK:

Térerősség: Az elektromos mezőbe helyezett töltésre ható erő és a töltés hányadosa. Vektormennyiség, iránya a pozitív töltésre ható erő irányával egyezik meg.

Jele : E

M.e. : $\frac{N}{C}$

$$E = \frac{F}{Q}$$

Pontszerű töltés esetén:

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

Az elektromos mező szemléltetésére **erővonalakat** használunk (kimutatásuk: gríz, olaj, plexilap). Az erővonalak érintője megadja a térerősség irányát.

Megállapodás szerint a pozitív töltésből mindig kifelé, a negatív töltésbe mindig befelé rajzoljuk.

Ha az erővonalak párhuzamosak és egyenletes sűrűségűek, akkor homogén elektromos mezőről beszélünk. Pl.: kondenzátor két fegyverzete közötti elektromos mező.



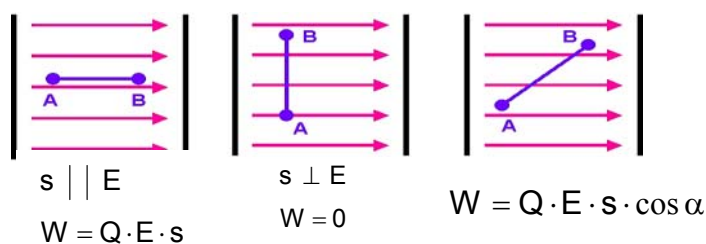
Egy tetszőleges, az erővonalakra merőleges felületen áthaladó erővonalak számát az **elektromos fluxus** adja meg.

Jele : Ψ

M.e. : $\frac{N \cdot m^2}{C}$

$$\Psi = E \cdot A$$

Mivel az **elektromos mező** a benne levő töltésre erőt gyakorol, ezért képes azt elmozdítani, tehát **munkát tud végezni**.



Zárt görbe mentén a mező munkavégzése nulla. Ez az energia-megmaradás megnyilvánulása.

Feszültség:

Az elektromos mezőben mozgatott töltésen végzett munka és a töltés hányadosa. A feszültség skalár mennyiség.

Jele: U

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

Ponttöltés esetén: $U = k \cdot \frac{Q}{r}$

M.e.: V

A nulla szinthez viszonyított feszültséget potenciálnak nevezzük. Ez egy latin eredetű szó, jelentése teljesítőképesség.

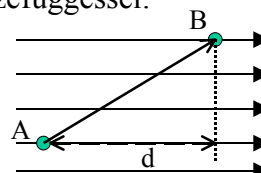
Néhány jellemző feszültség:

ceruzaelem	1,5 V
zseblep	4,5 V
gépkocsi-akkumulátor	12 V
hálózat	230 V
TV, monitor képcsöve	25000 V
vasúti felsővezeték	25000 V
távvezeték	22 000 V – 750 000 V
villám	1 000 000 000 V

Ha két pont között a feszültség nulla, akkor ezeket ekvipotenciálisnak mondjuk. A térerősség vonalakra mindenütt merőleges felületeket ekvipotenciálisak.

A térerősség és a feszültség egyaránt az elektromos mezőt jellemzi. Homogén elektromos mezőben a kettő közötti kapcsolatot megadhatjuk az alábbi összefüggéssel:

$$U = E \cdot d$$



Az olyan két vezetőből álló rendszert, melynek egyik tagjára + Q, másikra – Q töltést viszünk, **kondenzátornak** nevezzük.

A kondenzátor szó, sűrítőt jelent és Volta olasz fizikus nevéhez fűződik. Az első kondenzátorok leydeni palackok voltak, melyeket Jedlik Ányos is továbbfejlesztett. A kondenzátor nagy mennyiségű töltést képes tárolni. Jellemzésére a kapacitás szolgál.

A vakuban az elem néhány voltos feszültségét egy elektronikus áramkörrel 200 V-ra növelik és ezzel néhány másodperc alatt egy kondenzátort töltenek fel. A fényképezés pillanatában a kondenzátor egy villanócsőhöz csatlakozva kisül.

Az elektronikában sokféle kondenzátort használnak, melyeket alakjuk (sík, gömb, henger) és szigetelőanyaguk (levegő, papír, csillám, olaj) szerint különböztetünk meg.

Az elektrolitikus kondenzátorok különlegessége, hogy a két fegyverzet között elektrolízissel kialakított molekuláris vastagságú oxigénréteg biztosítja a szigetelést. Ezekre csak a feltüntetett polaritással szabad feszültséget kapcsolni, mert tönkremegy a szigetelőréteg és a heves gőzfejlődéstől a kondenzátor felrobban.

Elterjedt a változtatható kapacitású forgókondenzátor, például a rádióknál, mikor adóállomást keresünk.

Kapacitás: A vezetőre vitt töltés és az általa létrehozott potenciál hányadosa.

Jele : C

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

M.e. : F(farad)

A kapacitás latin eredetű szó, jelentése befogadóképesség, tárolóképesség.