## 10.1. Elektrosztatika

Már a régi görögök észrevették, hogy ha borostyánt bőrhöz dörgölték, utána a juhok szőrét magához vonzotta, majd elengedte. Nagyon sok jelenséget fedeztek fel, melyek magyarázata az alábbi elemi kísérletre vezethető vissza.

### A villamos töltés

Ha két, különböző anyagi minőséggel rendelkező testet összeérintünk, a bennük levő, szabad mozgásra képes elektronok koncentrációja nem egyezik meg, következésképpen a koncentrációkülönbségek kiegyenlítődésre való törekvése miatt a nagyobb koncentrációjú testről elektronok mennek át a kisebb elektronkoncentrációjú testre (10.1.1. ábra). Az egyik anyagon elektron felesleg, a másikon hiány lép fel.

n1 > n2

1.

2.

e e

e e

e e

10.1.1. ábra Villamos töltés keletkezése

n1 az 1. testben szabadon mozgó elektronok száma, n2 a 2. testben a szabad elektronok száma

Hirtelen szétválasztva a két testet az elektronok visszamennének az eredeti helyzetükbe, de nem mindegyikek sikerül, mert a sebességük nem végtelen, ezért az 1-ben elektronhiány, a 2-ban elektronfelesleg keletkezik (marad). Ez a jelenség könnyen megfigyelhető két különböző fémlap összeérintése és hirtelen szétrántása esetében.

Ha egy testen elektron felesleg, vagy elektron hiány mutatható ki, akkor azt mondjuk, hogy villamos (elektromos) töltése van.

Elektron felesleg: negatív elektromos töltés

Elektron hiány: pozitív elektromos töltés

Az elektromos töltés jele: Q

Mértékegysége: C (Coulomb). Másként: 1 C=1 As. Ennek nagyságát mutatja, hogy 1 elektron töltése:

e = -1,6\*10-19 C.

Az elektrosztatika alapvetően olyan jelenségekkel foglalkozik, amelyek esetében a villamos töltés és a belőle származtatott mennyiségek időben nem változnak.

### A villamos (elektromos) mező és a térerősség

A tapasztalok szerint, ha van a térben egy Q töltés, és létrehozunk (10.1.2. ábra) egy másikat (Qp), akkor az előző már a létrehozás pillanatában hat az újra. Ez csak úgy lehetséges, hogy az első töltés hatása valamilyen módon mindenütt jelen van.

Úgy mondjuk: maga körül elektromos teret (mezőt) hoz létre keletkezése pillanatában.

Q +

Qp+

próbatöltés

10.1.2. ábra Egy Q töltés azonnal hat egy keletkező Qp próbatöltésre

A mezőt (teret) az egységnyi pozitív töltésre ható erővel, a mezőerősséggel (térerősséggel) jellemezük. Az 10.1.3. ábrán egy pozitív Q töltés által egy pozitív próbatöltésre ható erőket szemléltettük nyilakkal.

**+**

**+**

# Q

10.1.3. ábra Pozitív töltés (Q) által egy pozitív próbatöltésre ható erő a töltés körül különböző irányokban

A villamos mezőt (teret) az egységnyi pozitív próbatöltésre ható erővel, a villamos (elektromos) térerősséggel jellemezzük:

 . (10.1.1)

Mértékegysége:

.

A villamos mezőt mezővonalakkal (erővonalakkal) szemléltethetjük. Ennek alapja az, hogy ha egy papírlapra apró, szigetelő porszemcséket (pl.: likopódium port) szórunk, és a lap alá egy villamosan töltött testet helyezünk, akkor a porszemcsék vonalak mentén rendeződnek el. Ezek alapján kézenfekvő a villamos teret vonalakkal, vagy ahogyan ma hívjuk ezeket, erővonalakkal (mezővonalakkal) szemléltetni. Természetesen a villamos mezőt végtelen sok vonallal szemléltethetjük, hiszen a tér mindenütt ott van. A tér erősségével arányosan célszerű felvenni az erővonalak sűrűségét. Legyen tehát az egységnyi felületen merőlegesen „áthaladó” erővonalak (mezővonalak) száma egyenlő a térerősség adott felületen, pontban mérhető értékének abszolút értéke!

Egységnyi mezőerősség: 1  felületen egy erővonal megy át.

A mezővonalak pozitív töltéseken erednek és negatív töltéseken végződnek. Önmagukban zárt mezővonalak nincsenek.

Nyugvó töltés villamos mezeje forrásos (forrás: pozitív, nyelő: negatív töltés) és örvénymentes vektortér (örvénymentes: nincsenek önmagukba zárt mezővonalak).

Ezek alapján a mezővonalak pozitív töltések körüli képe hasonló az 10.1.3. ábrán ábrázolt vonalrendszerhez, és a negatív töltések esetében pedig az 10.1.4. ábra adja a megfelelő ábrázolást.

**-**

10.1.4. ábra Negatív töltés körüli mező szemléltetése mezővonalakkal

Két külön töltéseloszlás mezőerősségének eredője a vektori eredő képzési szabálya szerint számítható:

.

Az ennek következtében két pozitív töltés együttes hatására előálló erővonalképet az 10.1.5., a két negatív töltés esetében előálló erővonalképet az 10.1.6. ábrán láthatjuk

**+**

E2

## E=0

**+**

10.1.5. ábra Két pozitív töltés kölcsönhatásaként előálló erővonalkép

10.1.6. ábra Két negatív töltés hatására kialakuló villamos mezővonalkép

Egy pozitív és egy negatív töltés együttesen az 10.1.7. ábrán látható erővonalképet adja.

+

+

-

10.1.7. ábra Egy pozitív és egy negatív töltés által generált villamos mezőt szemléltető mezővonalak

Ha a két, ellenkező előjelű ponttöltés abszolút értéke megegyezik, villamos dipólusról, vagy dipólról beszélünk.

A villamos mező nagyságát jól szemlélteti, hogy levegőben legfeljebb 30kV/cm térerősség alakulhat ki, mert ennél nagyobb mezőerősség esetében a levegő vezetővé válik. Egy másik adat: a Föld felszínén mintegy 130 V/m a villamos mező erőssége úgy, hogy a Föld negatív töltésű.

### Pontszerű töltés elektromos mezőerőssége (Csak pontszerűé!):

Egy Q nagyságú pontszerű töltéstől r távolságra a villamos térerősség (vagy mezőerősség):

 , (10.1.2)

ahol k a mértékegység rendszer által meghatározott állandó, értéke SI rendszer használata esetében:

 .

Az állandót gyakorlati szempontból szokás



alakban is írni, ahol



a vákuum dielektromos állandója, vagy abszolút dielektromos állandó, r a pontszerű testet körülvevő közeg relatív dielektromos állandója. Néha permittivitásnak is mondják nem szabványos kifejezéssel. Ezekkel:

 . (10.1.3)

A különböző közegek relatív dielektromos állandója:

-vákuum: ,

- gázok: ,

- szilárd szigetelő anyagok: ,

-víz: ,

- bizonyos kerámiák (ún. ferroelektromos anyagok), pl. báriumtitanát: .

Belátható, hogy elektrosztatikus esetben egy vezető anyag belsejében (vezető anyag az, amelyben a töltéseket hordozó részecskék, az ún. töltéshordozók szabadon, ellenállás nélkül mozoghatnak) a villamos térerősség zérus, s a rávitt töltéshordozók a felületen helyezkednek el (úgy, hogy a felületi töltéssűrűség annál nagyobb, minél kisebb a felület görbületi sugara). Ez nemcsak tömör vezetőre, hanem egy zárt, vezetőanyagból készült, doboz belsejére is igaz, s ezért annak belsejére a villamos mező nem hatol be. Ezért fémburkolattal (villamos árnyékolással) ellátott eszközök érzéketlenek a külső villamos tér változásaira. Bizonyos fokig még a mágneses terekre is.