

Az elektromos mező munkája és a feszültség

Fizika 10.

Elektromosságtan

2019. szeptember 14.

Tartalomjegyzék

- 1 Előzetes tudás
 - A munka definíciója
 - Coulomb-törvény és a térerősség
- 2 Az elektromos mező munkája
 - Az elektromos munka és a feszültség definíciója
 - Az elektromos feszültség mértékegysége
- 3 A potenciál
 - A potenciál értelmezése
 - A potenciál a vezető belsejében
 - A potenciál a vezetőkön
- 4 Feszültség a hétköznapi életben
 - A potenciál megjelenése a hétköznapi életben
 - A villamos feszültsége
 - A trolibusz feszültsége

A munka definíciója

Mit tudtok a munkáról, munkavégzésről?

- Mértékegysége ugyanaz, mint az energiának: *Joule*
- Egy testet A-ból B-be viszünk, ehhez energia szükséges.
- Pozitív, ha a rendszeren végzik és negatív, ha a rendszer végzi.
- Függ attól, hogy mekkora A-tól B-ig az elmozdulás.
- Függ attól, hogy mekkora erőt fejtünk ki útközben.
- $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$



1. ábra. A munkavégzés során erőt fejtünk ki, közben a test elmozdul.

Coulomb-törvény és a térerősség

Mitől és hogyan függ a vonzó/taszító erő nagysága?

- Az egyik test töltöttségétől egyenesen arányosan (Q_1)
- A másik test töltöttségétől egyenesen arányosan (Q_2)
- A két test távolságának a négyzetétől fordítottan arányosan (r^2)

Matematikai alakban a Coulomb-törvény:

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

A térerősség az egységnyi töltésre ható erő:

$$E = \frac{F}{Q_2} \Rightarrow F = E \cdot Q_2$$

Az elektromos munka és a feszültség definíciója

Az elektromos mező munkavégzése az erő szorozva az elmozdulással:

$$W_{AB} = F \cdot d = E \cdot Q_2 \cdot d$$

Szükség van a próbatest tulajdonságától független munkavégzésre, ezért leosztunk az A-ból B-be átvitt töltés nagyságával. Ezt nevezzük A és B pont közötti potenciál különbségének. A két pont távolsága: d .

$$U_{AB} \equiv \frac{W_{AB}}{Q_2} = \frac{E \cdot Q_2 \cdot d}{Q_2} = E \cdot d$$

Ha visszavisszük a töltést, a munkavégzés negatív¹

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

¹Megállapodás szerint a munka akkor pozitív, ha azt külső erő végzi a rendszeren.

Az elektromos feszültség mértékegysége

A feszültség mértékegysége a **volt**

$$[U] = V = \frac{J}{C}$$

Két pont között akkor $1 V$ a feszültség, ha $1 C$ átviteléhez $1 J$ munka szükséges.

Mértékegység	Jel	Jelentés
millivolt	mV	$0,001 V$
kilovolt	kV	$1000 V$

1. táblázat. Gyakori átváltások



2. ábra. Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745–1827) készítette az első galvánelemet.

A potenciál értelmezése

Kijelöltünk egy O pontot. Minden feszültséget lehet ehhez viszonyítani. A közös ponthoz viszonyított feszültség neve: **potenciál**. Kiszámítása:

$$U_A = U_{AO} = \frac{W_{AO}}{q}$$

Ezzel pontonként jellemezhető a mezőt potenciál-erőssége.

Két pont között értelmezhető a potenciálkülönbség:

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

A feszültség független a tényleges útvonaltól, és ha visszavisszük a kiindulópontba akkor a munkavégzés 0. Ez egy konzervatív mező.

A potenciál a vezető belsejében

Töltéseket vittünk fel egy fémre. Hogyan helyezkednek el a töltések?

- A taszítás miatt egymástól távol akarnak elhelyezkedni, ezért a vezető fém **külső felületén** helyezkednek el.
- Emiatt a belül a térerősség **nulla**, hiszen nincsenek ott töltések.

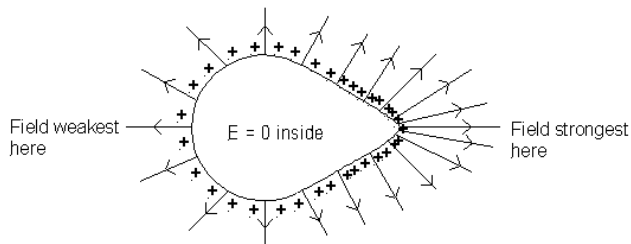


3. ábra. A Faraday-kalitkában belül a térerősség nulla.

A potenciál a vezetőn

Milyen a kialakult töltéeloszlás térerőssége?

- A térerősség vonalak merőlegesek a felületre és csak kívül léteznek.
- Nincs oldalirányú térerősség, mert az mozgatná a töltést.
- A csúcsok közelében besűrűsödnek \rightarrow csúcshatás jelensége
- A vezetőn a potenciál mindenütt azonos: a vezető ekvipotenciális.



4. ábra. Térerősség vonalak elhelyezkedése a töltött vezető környezetében.

A potenciál megjelenése a hétköznapokban

Példák a csúcshatásra, potenciálra, feszültségre:

- Autó karosszériája Faraday-kalitka, viharban biztonságos.
- Mikrohullámú sütő rácsos ajtaja is Faraday kalitka.
- A felszálló füst ioncsatornaként vonzza a villámokat.
- A villámhárító valójában vonzza a villámokat.
- Elektromos Segner-kerék
- Elektromos szél
- Repülőgépekre erősített apró, hegyes fémcúcok
- Haj felállítása elektromosan

A villamos feszültsége

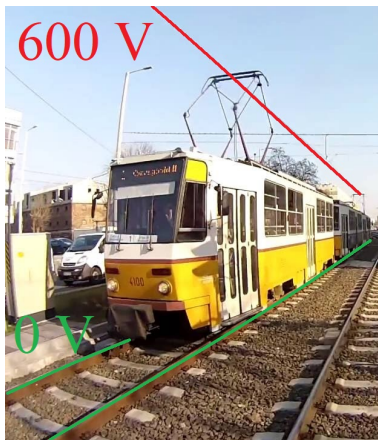
- A felsővezetékben a feszültség:

$$U_1 = 600 \text{ V}$$

- A sín földpotenciálón van:

$$U_2 = 0 \text{ V}$$

- A töltések mozogni kezdenek, ez meghajtja a villanymotort.
- A sín érintése veszélytelen.
- A felsővezeték 1 m-ről megrázhatsz.



5. ábra. A villamos felsővezetéke csak egyetlen vezeték.

A trolibusz feszültsége

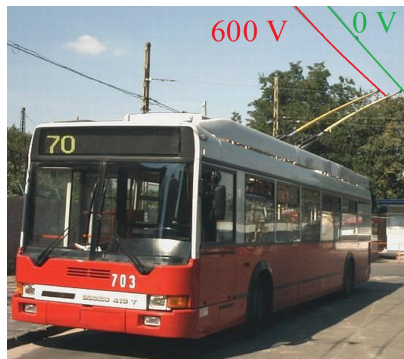
- Az egyik vezeték potenciálja:

$$U_1 = 600 \text{ V}$$

- A másik vezeték pedig földpotenciálán van:

$$U_2 = 0 \text{ V}$$

- A töltések mozogni kezdenek, ez meghajtja a villanymotort.
- A vezetékeket szigetelni kell egyes szakaszokon (pl. kereszteződések)



6. ábra. A trolibusznak kettős felsővezetékre van szüksége. Fékezéskor az energiát visszatáplálja a vezetékekbe.