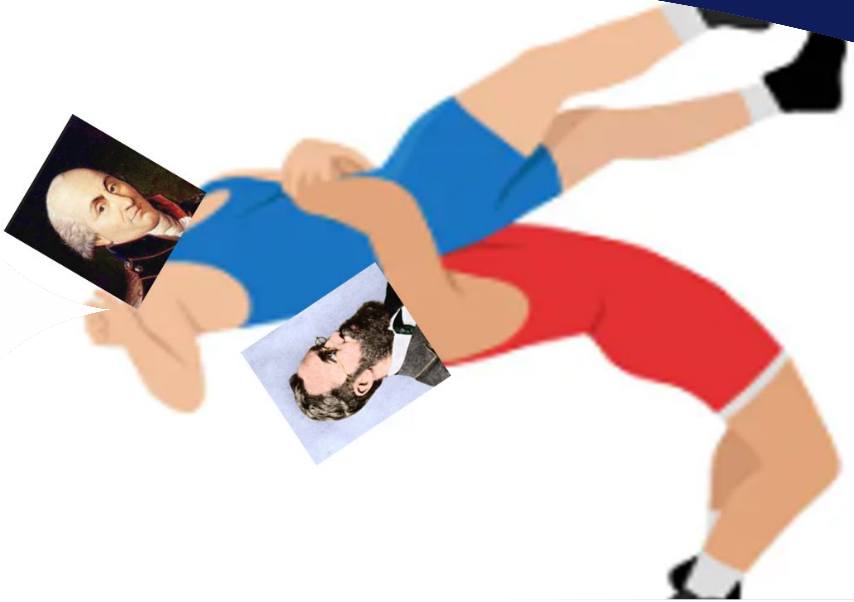
Szigetelésdiagnosztikai Konferencia
Balatonkenese, 2026.03.25-26.

Mányoki László
SPIE Hungaria Kft.

SPIE, sharing a vision for the future

Elektromos vagy mágneses ?

Coulomb vs. Lorentz

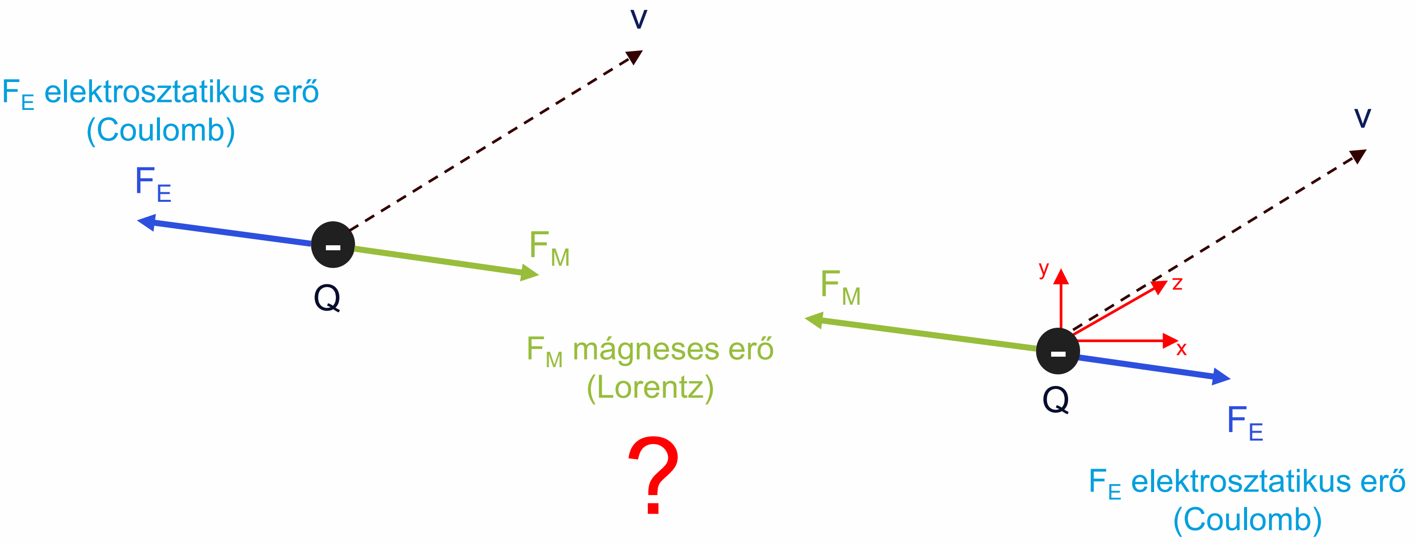


Szigetelésdiagnosztikai Konferencia
Balatonkenese, 2026.03.25-26.

Mányoki László
SPIE Hungaria Kft.

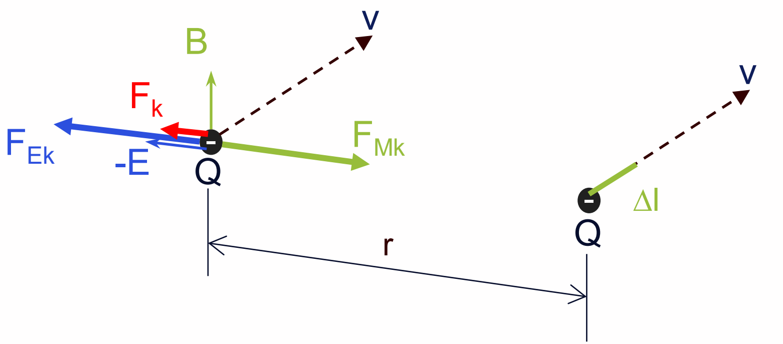
SPIE, sharing a vision for the future

A probléma



v
F_E elektrosztatikus erő
(Coulomb)
F_E
F_M
Q
F_M mágneses erő
(Lorentz)
?
v
y
z
x
F_M
Q
F_E
F_E elektrosztatikus erő
(Coulomb)

Külső megfigyelő



Coulomb $F_{Ek} = k\frac{Q^2}{r^2} = QE = \frac{Q^2}{4\pi r^2}\frac{1}{\varepsilon_0}$

Lorentz $F_{Mk} = QBv\,sin\alpha = \frac{Q^2}{4\pi r^2}\mu_0 v^2$

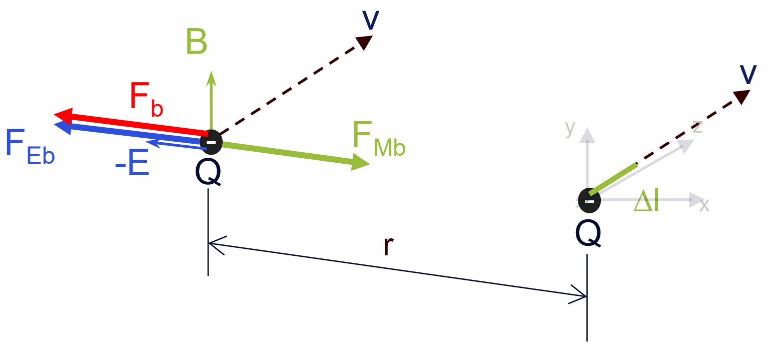
Gauss $4\pi r^2 D = Q \rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

Biot-Savart $B = \mu_0\frac{I}{4\pi}\frac{\Delta l \times r}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Q\,v}{r^2}$

$$F_k = F_{Ek} - F_{Mk} = \frac{Q^2}{4\pi r^2\varepsilon_0}(1 - \varepsilon_0\mu_0 v^2) = F_{Ek}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

$$\varepsilon_0\mu_0 = \frac{1}{c^2}$$

Belső megfigyelő



Coulomb $F_{Eb} = k\frac{Q^2}{r^2} = QE = \frac{Q^2}{4\pi r^2}\frac{1}{\varepsilon_0}$

Gauss $4\pi r^2 D = Q \rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$F_{Mb} = QBv\, sin\alpha = \frac{Q^2}{4\pi r^2}\mu_0 v^2$ **Lorentz**

$B = \mu_0 \frac{I}{4\pi}\frac{\Delta l \times r}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Q\,v}{r^2}$ **Biot-Savart**

$$F_b = F_{Eb}$$

A megoldás (matematikai kép)

Galilei

Relativitás elve: Nyugvó vagy egyenesvonalú egyenletes sebességgel haladó rendszerekben (inerciarendszerekben) a fizikai jelenségek azonos módon zajlanak le – függetlenül a megfigyelő helyzetétől.

Invariancia elve: A fizikai törvények, egyenletek vagy mennyiségek nem változnak meg (invariánsak maradnak), ha a rendszert valamilyen transzformációnak (átalakításnak, eltolásnak, forgatásnak, vagy vonatkoztatási rendszer váltásnak) vetjük alá.

$$F_k = F_b$$

Lorentz

Hosszkontrakció

$$L = \frac{L_0}{\gamma} \quad \left[\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right]$$

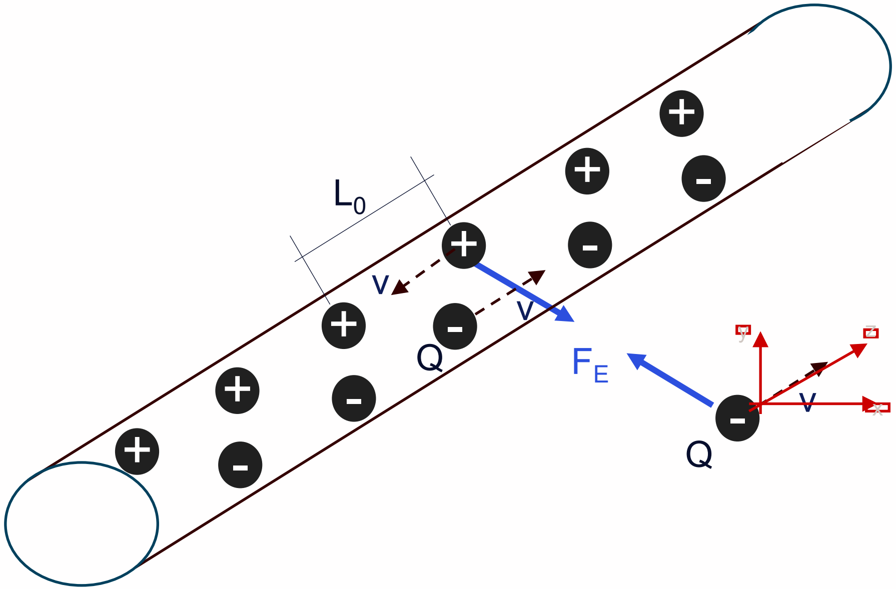
$$F_{Ek} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = F_{Eb}$$

Einstein

Speciális relativitáselmélet

$$\boxed{F_{Ek} \frac{1}{\gamma^2} = F_{Eb}}$$

A megoldás (fizikai kép)



Pozitív töltések tényleges távolsága: L_0

Pozitív töltések látszólagos távolsága: L

$$L = \frac{L_0}{\gamma}$$

$$L < L_0$$

$$\frac{dQ(+)}{dV} > \frac{dQ(+)_0}{dV}$$

A mágneses erő az elektrosztatikus erő relativisztikus korrekciója.

Nagyságrendek

$$\boxed{F_M = F_E \frac{v^2}{c^2}}$$

Mekkora sebességgel haladnak az elektronok egy vezetőben ?

v: driftsebesség

v = 0,1 – 1 mm/s

$$F_M = F_E \frac{v^2}{c^2} = F_E \frac{10^{-6}}{9*10^{16}} = F_E \; 10^{-23}$$

n: töltéshordozók száma (db)

N_A: Avogadro-szám ($6{,}022 * 10^{23}$ db/mol)

ρ : anyagsűrűség ($8{,}96 * 10^3$ kg/m^3)

M : moláris tömeg ($6{,}35 * 10^{-2}$ kg/mol)

z : vegyértékelektronok száma (1 db/db)

Mennyi töltéshordozó van egységnyi rézvezetőben ?

$$n = \frac{\rho \, N_A \, z}{M} \quad \text{db/m}^3$$

Mennyi töltéshordozó van 1 cm hosszú 2,5 mm^2 rézvezetőben ? (25 mm^3)

$$n = \frac{8{,}96*10^3*6{,}022*10^{23}*1}{6{,}35*10^{-2}} * 2{,}5 * 10^{-8} = 2{,}125 * 10^{21} \; db$$

Mennyi töltéshordozó van 1 m hosszú 95 mm^2 rézvezetőben ? (95.000 mm^3)

$$n = \frac{8{,}96*10^3*6{,}022*10^{23}*1}{6{,}35*10^{-2}} * 95 * 10^{-6} = 8{,}07 * 10^{24} \; db$$