

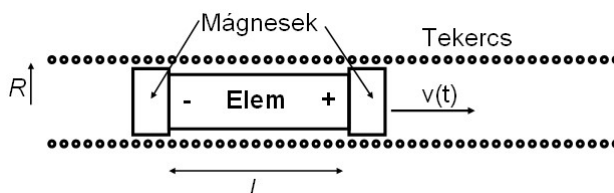
# Fizika Diákolimpia felkészítő szakkör

2023. január 16.

## 1. Mágnesvasút

Szigetetlen rézhuzalból igen hosszú merev, csavarrugó alakú tekercset készítünk. A tekercsbe könnyen becsúsztatható egy ceruzaelem. A ceruzaelem két végére erős, henger alakú mágneseket tapasztunk úgy, hogy azok fémes kontaktusban legyenek az elem pólusaival. A mágnesek átmérője kicsivel nagyobb, mint az elem, így amikor a mágnesekkel ellátott ceruzaelemet beletesszük a tekercsbe, a mágnesek csúszóérintkezőként működnek, az elem pólusai pedig záródnak a tekercs ceruzaelemet körülvevő szakaszán keresztül. Az áramjárta tekercs mágneses tere kölcsönhatásba lép az állandó mágnesekkel, aminek hatására a mágnesekkel ellátott ceruzaelem elkezd mozogni a tekercs hossz tengelyével párhuzamosan, akár csak egy metrószerelevény az alagútban.

a) Milyen legyen a mágneses pólusok elhelyezkedése, hogy a "mágnesvasút" egyáltalán elinduljon valamelyik irányba? (A henger alakú mágnesek  $\hat{E}$ -D tengelye a forgásszimmetria-tengellyel esik egybe.)

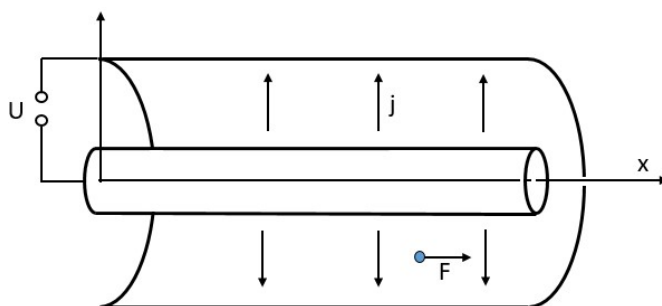


b) Mekkora gyorsulással indul el a "mágnesvasút"? A tekercs sugara  $R$ , az egyes menetek közti távolság  $\Delta x$ . Használjuk ki, hogy  $\Delta x \ll l$ . A tekercs olyan vezetőkből készült, melynek hosszegységenkénti ellenállása  $\gamma$ . Az elem hossza  $l$ , feszültsége  $U_0$ . Az elem belső ellenállását, a mágnesek és a kontaktusok elektromos ellenállását hanyagoljuk el! A mágneseket közelítjük egy-egy, közvetlenül az elem végein, a hossz tengelyen elhelyezett pontszerű mágneses dipóllal. A dipólmomentum-vektorok párhuzamosak a hossz tengellyel, irányukat az (a) feladatban kell meghatározni. A momentumok nagysága  $m$ .

c) Mekkora maximális sebességre tehet szert a "mágnesvasút" a fenti paraméterek mellett, ha a mechanikai súrlódás mértéke elhanyagolható?

## 2. Plazmahajtómű

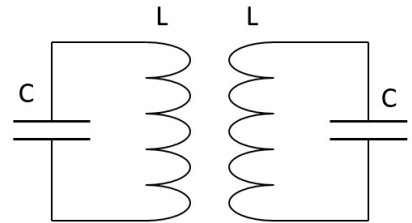
Az űrszondákban alkalmazott plazmahajtóművek leegyszerűsített modellje egy  $R_1$  és egy  $R_2$  sugarú,  $L$  hosszúságú koaxiális, elektromos vezető hengerpárból áll. A hengeres elektródákra áramforrást kapcsolunk. Az hengerek közti teret elektromosan töltött részecskék töltik ki egyenletesen (plazma). Feltételezzük, hogy a plazmában sugárirányú áram indul a henger tengelye mentén egyenletes eloszlással. Az elektródákban, valamint a plazmában folyó áram az örvényes mágneses mezőt hoz létre. A mágneses térben sugárirányban mozgó töltéshordozókra tengelyirányú Lorentz-erő hat, mely a plazmarészecskéket a hajtómű elektromos betáplálással ellentétes vége felé gyorsítja. A hatás-ellenhatás törvényének értelmében a hajtóműre ezzel ellentétes irányú erő hat.



- Határozzuk meg a belső elektródában folyó  $I(x)$  áramot a betáplálástól mért  $x$  távolság függvényében! Az áramforrás  $I_0$  áramot ad le.
- Határozzuk meg a hengerek közt kialakuló  $B(x,r)$  mágneses indukciót a hely függvényében!
- Határozzuk meg a plazmahajtómű tolóerejét!

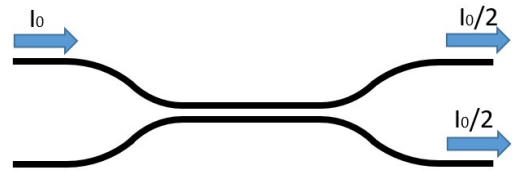
### 3. Csatolt rezgések

Két rezgőkört készítünk egy-egy  $L$  induktivitású tekercsből, valamint egyforma,  $C$  kapacitású kondenzátorokból. A két tekercs között laza induktív kapcsolat van, amit egy kis értékű  $M$  kölcsönös indukciós együtthatóval jellemezhetünk. A  $t=0$  időpillanatban az egyik rezgőkör kondenzátora  $U_0$  feszültségre töltött, a másik kondenzátor töltetlen. Határozzuk meg az egyes kondenzátorok feszültség-idő függését!



### 4. Száloptikai nyalábosztó

Egy optikai szálban  $I_0$  teljesítményű fény (elektromágneses hullám) terjed. A szál egy szakaszon párhuzamosan halad egy, az eredetivel megegyező geometriájú másik szálal. A két hullámvezető olyan közel halad egymáshoz, hogy a szálakban terjedő



elektromágneses rezgések gyengén csatolódnak, így az eredeti szálban terjedő elektromágneses energia egy része átkerül a másik hullámvezetőbe. A csatolás mértéke és a párhuzamos szálak hossza úgy van kialakítva, hogy a két szál végén 50-50% arányban oszlik el az eredeti szálban terjedő teljesítmény. Mekkora fáziskülönbség van a szálak kimenetén megjelenő elektromágneses rezgések között?