

## Példák: Kvázistacionárius mezők

### I. KÖRHUROK SZOLENOIDBAN (A TÍPUSÚ)

Egy hosszú  $a$  sugarú szolenoidban váltóáram folyik, úgy hogy a belül jelen lévő mágneses tér:

$$\mathbf{B}(t) = B_0 \cos(\omega t) \hat{\mathbf{z}} \quad (1)$$

Egy  $a/2$  sugarú kör alakú hurkot helyezünk a szolenoid belsejébe, úgy, hogy szolenoid tengelye átmegy a kör középpontján. Számolja ki a hurokban indukált áramot az idő függvényében!

### II. MÁGNESES AJTÓZÁR (A TÍPUSÚ)

Tekintsünk egy  $\mathbf{B}(\mathbf{r})$  mágneses mezőt, amelyet (folytonos) erővonalakkal szemléltethetünk. Jelöljünk ki egy erővonalak által határolt  $l$  hosszúságú "fluxuscsővet"!

1. Mutassuk meg, hogy a cső mentén a  $\Phi$  mágneses fluxusra egy formális "Ohm törvény" írható fel, ha a "mágneses feszültséget" és a "mágneses ellenállást" megfelelő módon definiáljuk!
2. Mutassuk meg, hogy tetszőleges geometriájú, tekercsel ellátott "vasmagos" elrendezés a fent kapott "mágneses Ohm törvénnyel" (az egyenáramú hálózatokhoz hasonlóan) számolható. Ekkor feltesszük, hogy a mágneses erővonalak gyakorlatilag mindvégig a vasmagban maradnak, azaz a szört tereket elhanyagoljuk!
3. A virtuális munka elvének alkalmazásával határozzuk meg a 1. ábrán látható egyszerű mágneses ajtózárban fellépő erőt, ahol a tekercs menetszáma  $N$  és benne  $I$  áram folyik, a vasmag releváns szélessége  $w$ , a zár légrése  $g$  és az ábra síkjára merőleges vastagsága  $D$ !

### III. ELVÁGOTT HUZAL (B TÍPUSÚ)

Egy  $a$  oldalhosszúságú négyzethurok, amelynek  $R$  az ellenállása egy végtelen egyenes huzaltól  $s$  távolságra van (2. ábra). A huzalt egy adott időben elvágjuk, így az áram hirtelen nullára esik. Milyen irányba folyik áram a négyzethurokban? A hurok egy adott pontján összesen mekkora töltés megy át?

### IV. BETATRON (B TÍPUSÚ)

A ciklotron mozgást végző elektronok mozgását fel lehet gyorsítani a mágneses tér növelésével; a keltett elektromos tér csak az érintő irányában okoz gyorsulást. Ez a **betatron** alapelve (3. ábra).

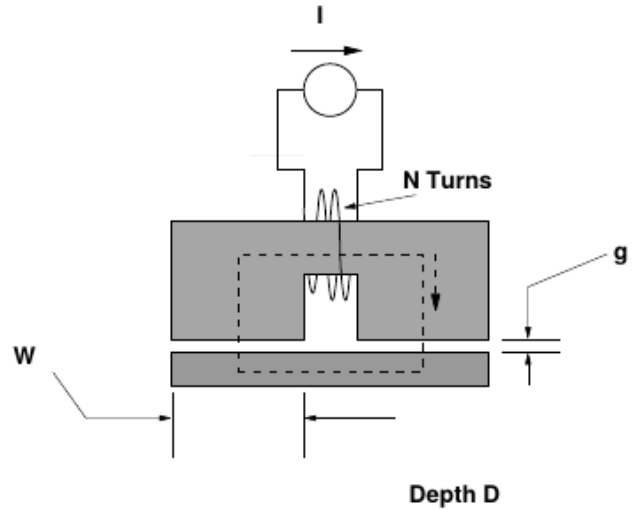


FIG. 1. Mágneses ajtózár

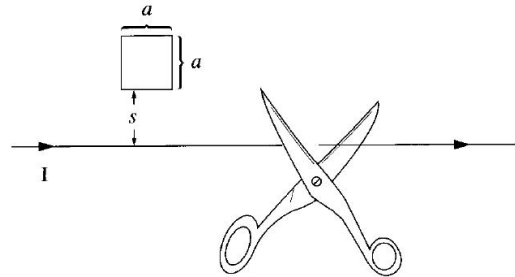


FIG. 2. Elvágott huzal

1. Mutassa meg, hogy ezt úgy lehet elérni, hogy a kerületen ható mágneses mező a pályán belülre átlagolt mező felével egyenlő (*Widerøe feltétel*)! Induljon ki abból a feltételezésből, hogy kezdetben a tér nulla, és az eszköz a pálya középpontjára szimmetrikus, továbbá tételezze fel, hogy az elektron sebessége jóval kisebb mint a fénysebesség, így a nemrelativisztikus mechanika alkalmazható!
2. Változik-e valami, ha figyelembe vesszük a relativisztikus mozgást?

### V. DISSIPÁCIÓ (B TÍPUSÚ)

Egy vasmagos tekercs esetén a tekercs huzalban disszipálódó Joule hő "rézvesztésnek", a vasmagban (a hiszterézis miatt, fellépő hőt) "vasvesztésnek" hívják a műszaki életben.

bezárt terület az egy ciklus során (hő formájában) disszipálódó energiát adja!

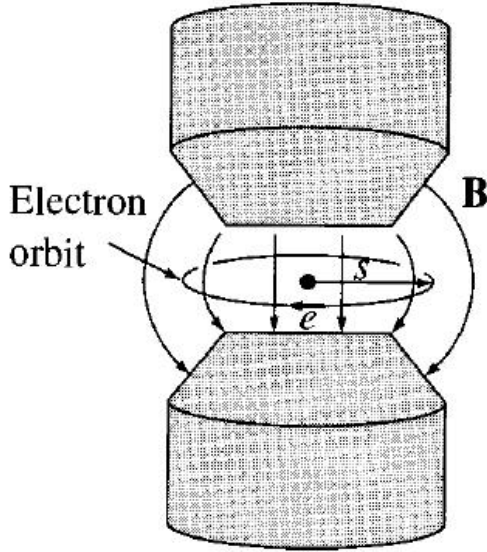


FIG. 3. Betatron alapelve.

Tekintsünk egy olyan elrendezést, ahol az anyag dielektromos tulajdonsága lineáris és izotróp, azaz létezik  $\epsilon_r$  relatív dielektromos állandó. Ugyanakkor a mágneses viselkedés  $M(B)$  ill.  $B(H)$  hiszterézis mutat.

1. Az elektromágneses energiamérleget felhasználva Mutassuk meg, hogy az energia-mérlegegyenletben megjelenő  $\mathbf{MB}$  tagot "forrassűrűségként" kell értelmezni. Ez az energia disszipálódik az átmágnesezés során.
2. Mutassuk meg, hogy a  $B(H)$  hiszterézis hurok által

## VI. BELSŐ ÉS KÜLSŐ ÖNINDUKCIÓ (B TÍPUSÚ)

Adott két végtelen hosszú, egymással párhuzamos, egyforma, körkeresztmetszetű vezeték. A keresztmetszetek sugara  $r_0$ , a középvonalak távolsága  $d$ . A vezetékben egymással ellentétes irányban  $I$  egyenáram folyik.

1. Határozza meg a  $\mathbf{B}$  mágneses teret a vezetékek síkjában, a két vezeték között és számolja ki a vezetékpár  $a$  hosszú szakaszán, a vezetékek közötti felület mágneses fluxusát! Ebből határozza meg a hosszegységre eső  $L_k$  külső önindukciós tényezőt! Ez a nevét onnan kapta, hogy a mágneses teret csak a vezetéken kívül számoltuk ki.
2. Tekintsünk most egyetlen végtelen hosszú  $r_0$  sugarú körkeresztmetszetű vezetékét és tegyük fel, hogy az  $I$  áram a keresztmetszeten egyenletes sűrűséggel folyik. A vezeték belsejében fellépő  $\mathbf{B}$  mágneses térnek is van energiája, ami kifejezhető az ún. belső önindukciós tényezővel:

$$W_b = \frac{1}{2} L_b I^2 = \int_{bent} \frac{1}{2} \mathbf{HB} dV \quad (2)$$

Számolja ki a mágneses teret a vezeték belsejében és határozza meg a hosszegységre jutó önindukciós tényezőt!

A két vezeték formálta áramkör teljes önindukciós együtthatóját az így kapott külső és belső önindukciós tényezők összege adja.