

Országos Szilárd Leó fizikaverseny kísérleti feladat

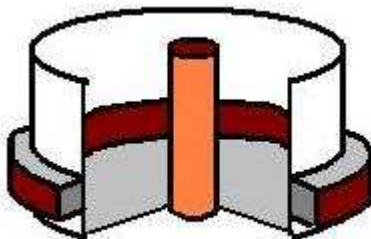
Döntő, 2008. április 19. Paks

Elektromágneses keringető szivattyú modellje

Szilárd Leónak és Albert Einsteinnek közös szabadalma egy mozgó alkatrészeket nem tartalmazó, elektromágneses elven működő szivattyú. A találmány lényege az, hogy elektromosan vezető folyadékon (pl. folyékony fém) áramot hajtunk át, és olyan mágneses mezőbe helyezzük, amely merőleges az áram irányára. Az elektromos és a mágneses mező együttes hatása a folyadékot mozgásba hozza. Ezt a találmányt akár folyékony fém (pl. folyékony nátrium) hűtésű atomerőművekben is fel lehet használni a hűtőfolyadék mozgásban tartására.

A mérés elve:

A mérés során nem folyékony fémmel, hanem 0,3 mólos CuSO_4 oldattal végzünk méréseket. Az oldat vezeti az elektromos áramot, és ezzel „modellezi” a folyékony fémet. Az oldatot olyan hengeres edénybe öntjük (ábra), amelynek a szélén és a közepén egy-egy hengeres vezető van.



Ezeknek a sugarát jelöljük R_1 ill. R_2 -vel ($R_1 < R_2$). $R_1 = 2$ mm, R_2 értékét mérd le. A két vezetőre U egyenfeszültséget kapcsolunk egy tápegységből, amelynek hatására a folyadékban sugárirányú áram indul meg. Ennek az erősségét jelöljük I_1 -el. U a tápegységen beállítható. A feszültség és az áram aktuális értéke a tápegység beépített műszerén mérhető. A hengeres edényt olyan elektromágnes belsejébe helyezzük, ahol a mágneses mező iránya a henger tengelyével párhuzamos. Az elektromágnessel B indukciójú mágneses mezőt állítunk elő. Az elektromágnes adatai: menetszám: 200, belső átmérő 11 cm, a mágneses indukció kiszámításához szükséges egyéb adatokat mérd le (a folyadék relatív permeabilitását vegyük 1-nek). A tekercset egy másik tápegységből tápláljuk, a tekercsen átfolyó áram (I_2) beállítható, és a tápegység beépített műszerén leolvasható.

A sugárirányú áramra a rá merőleges mágneses tér erőt gyakorol, amelynek hatására a folyadék forgásba jön. A folyadék azonban nem merev testként forog! Elméleti számítások szerint a középponttól r távolságra lévő folyadékrétegek körülfordulási idejére fennáll a következő összefüggés:

$$T(r) = \frac{2\pi}{K} r^2 + T_0, \quad (1)$$

ahol T_0 és K egy állandó (mértékegységük s, ill: m^2/s).

FELADATOK:

- 1) Állítsd össze a mérési elrendezést!
- 2) Igazold a fenti (1) összefüggést, és határozd meg a K állandó értékét legalább 3 különböző mágneses térerősség mellett!

Tanácsok:

- a) Az összefüggés igazolásához mérd meg a folyadék forgási sebességét (pl. a körülfordulási időt) több különböző sugár mellett!
 - b) Válassz olyan ábrázolási módot, hogy lineáris összefüggés legyen az ábrázolandó mennyiségek között
 - c) Illessz egyenest a mérési pontjaidra (grafikusan, vagy számítással), és ennek alapján határozd meg a K állandó értékét!
- 3) A méréseid alapján rajzold fel, hogy hogyan függ a K állandó értéke a mágneses tér erősségétől!

A méréshez rendelkezésre áll:

- Műanyag edény, amelynek alján henger alakú, sárgaréz elektróda van;
- sárgaréz rúd, amelyet a henger közepébe be lehet lógatni Bunsen állványon;
- 0,3 mólos CuSO_4 (rézszulfát) oldat;
- egyenáramú tápegység 3 kimenettel és 2 beépített mérőműszerrel (U és I);
- vonalzó,
- koncentrikusan rajzolt körök (a pályasugár méréséhez).
- Az idő mérésére használhatod a mobiltelefonod stopperóráját. (A mobiltelefont másra tilos használni!)

FONTOS!

Beadandó a „**Mérési jegyzőkönyv**”, amely tartalmazza

- a mérést végző azonosítóját,
- a mérések minden fontos paraméterét,
- a mért nyers adatokat,
- az eljárást (lépésenként), amellyel a végeredményhez eljutottunk,
- a végeredményeket,
- a végeredmények hibáját és a hiba kiszámítási vagy becslési módját,
- az eredmények diszkutálását,
- valamint minden olyan információt, amely a mérés reprodukáláshoz szükséges.

A mérési jegyzőkönyvnek olyannak kell lenni, hogy annak alapján bárki a mérést megismételhesse, és (a mérési hibákon belül) hasonló eredményt kaphasson.