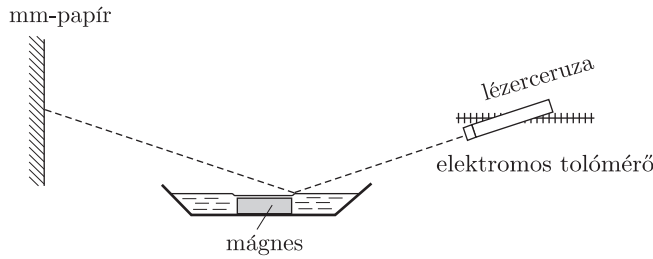


Kísérleti feladatok

1. feladat. A víz mágneses permeabilitása

A sztatikus mágneses mező hatása a legtöbb anyagra (a ferromágneses anyagokon kívül) igen gyenge. Ez alól a víz sem kivétel: még ha egy erős neodímium mágneset is helyezünk a vízfelszín közelébe, annak alakváltozása szabad szemmel alig észrevehető. Ebben a mérési feladatban a víz mágneses permeabilitását kellett meghatározni egy tálkában lévő erős mágneset éppen ellepő víz felületének megfigyelésével.

A víz felületének letapogatása precíziós mérési összeállítást kívánt. Egy asztalon helyezkedett el a tálca, benne az alacsony, henger alakú erős mágnessel és a vízzel. A vízfelszín kb. 1 mm-rel állt magasabban a mágnes tetejénél. A felszín alakját egy ferdén beállított, vízszintesen tolmérővel mozgatható lézerceruzaól érkező nyalábbal lehetett letapogatni. A visszaverődés után a lézerfolt egy függőlegesen rögzített milliméterpapíron (ernyőn) vált észlelhetővé. A versenyzők a lézerceruza pozíciójának függvényében mérték a fényfolt helyzetét az ernyőn; ezekből az adatokból és a szükséges geometriai méretek leméréséből – némi gondolkodás és számolás után – a vízfelszín pontos alakja meghatározható. Az eredményekből kiderült, hogy a mágnes fölötti részen a víz (körülbelül 100 μm -es mértékben) behorpadt.



5. ábra

A vízfelszín h behorpadásának mért értékéből és a henger alakú mágnes által a körlapon létrehozott indukció (a feladatban megadott) B nagyságából következtetni kellett a víz relatív permeabilitására. Ehhez többféle gondolatmenettel is eljuthatunk, egy lehetséges út a következő. A felszín besüllyedése a mágnes fölött a víznek egy A területű részén történik. Képzeljük el, hogy a felület behorpadását h -ról $h + \Delta h$ értékre növeljük! Ekkor a mágnes fölött $A\Delta h$ térfogatú térrészben az addig jelenlévő μ relatív permeabilitású víz helyére 1 relatív permeabilitású levegő kerül, így a mágneses mező energiaváltozása:

$$\Delta E_{\text{mágn.}} = - \left(\frac{B^2}{2\mu\mu_0} - \frac{B^2}{2\mu_0} \right) A\Delta h \approx - \frac{B^2}{2\mu_0} (1 - \mu) A\Delta h$$

(itt kihasználtuk, hogy $1 - \mu \ll 1$). Másrészt a gondolatkísérletünk során a tálkában lévő víz gravitációs helyzeti energiája megnőtt, amit úgy számolhatunk, mintha $A\Delta h$ térfogatú víz a felszín mágnesétől távoli részére, azaz h -val magasabbra került volna:

$$\Delta E_{\text{pot.}} = \rho gh A\Delta h,$$

itt ρ a víz sűrűsége. Egyensúly esetén a virtuális munkák összege zérus, azaz $\Delta E_{\text{mágn.}} + \Delta E_{\text{pot.}} = 0$, amiből:

$$1 - \mu = \frac{2\mu_0 \rho gh}{B^2}.$$

A feladatban megadott B és a mért h adat felhasználásával $1 - \mu$ -re $1 \cdot 10^{-5}$ körüli érték adódott, ami összhangban van az irodalmi érték nagyságrendjével. A víz relatív permeabilitása tehát kicsit kisebb 1-nél, az ilyen anyagokat diamágneseknek nevezzük.

Ebben a mérési feladatban a legnagyobb nehézséget a megfelelő pontosságú és számú adat felvétele, valamint a precíz kiértékelés jelentette. Kihívás volt a relatív permeabilitás meghatározására vonatkozó összefüggés felírása is. Összességében ez a feladat (a 2-es számú méréssel ellentétben) inkább a kísérletező készséget, gyakorlottságot mérte, megoldása nagy ötleteket nem igényelt.