

19. MĚŘENÍ S TORZNÍM MAGNETOMETREM

V této úloze se seznámíme s torzní měřicí metodou, které se ve zdokonalené formě užívá k určování malých *magnetických momentů*, studium magnetické anizotropie apod. Zároveň ověříme platnost Biotova-Savartova zákona prostřednictvím jednoduchých vztahů, které z něho vyplývají.

Úvod

Je-li magnetický dipól vložen do homogenního magnetického pole o intenzitě H , působí na něj silový moment

$$M = pH \sin \delta , \quad (1)$$

kde p je magnetický moment dipólu a δ úhel, který svírá osa dipólu se směrem intenzity magnetického pole H . Protože za podmínek našeho pokusu je úhel δ málo odlišný od $\pi/2$, můžeme v (1) klást $\sin \delta = 1$, takže máme

$$M = pH . \quad (2)$$

U torzního magnetometru je malý permanentní magnet, představující dipól, zavěšen na napjatém kovovém vlákně, při jehož zkroucením se vyvolá směrový moment M_d úměrný úhlu α o který bylo vlákno zkrouceno

$$M_d = D\alpha . \quad (3)$$

Rovnovážná výchylka α zavěšeného magnetu pak odpovídá stavu, kdy se momenty (2) a (3) sobě rovnají. Dostáváme tak

$$H = \alpha D / p , \quad (4)$$

neboli intenzita pole H je úměrná rovnovážné výchylce magnetu. Umístíme-li magnet do středu kruhové cívky o poloměru r a počtu závitů N protékané proudem I , platí pro intenzitu pole cívky

$$H = NI / 2r . \quad (5)$$

Vztah (5) je známým důsledkem Biotova-Savartova zákona. Po dosazení do (4) dostáváme

$$I = 2rD\alpha / Np \quad (6)$$

Přímou úměrnost proudu měřené výchylce α lze podle (6) pro různé poloměry cívek r a různé počty závitů N experimentálně ověřit. Stanovíme-li směrový moment vlákna D , můžeme podle (6) určit moment magnetu p .

Směrový moment D určíme metodou torzních kmitů. Necháme-li kmitat těleso o známém momentu setrvačnosti J zavěšené na vlákně, jehož směrový moment chceme zjistit, bude doba kmitu

$$T = 2\pi \sqrt{J/D} . \quad (7)$$

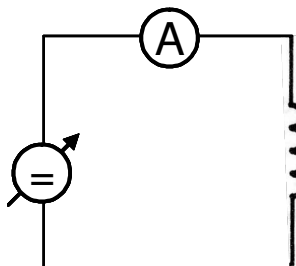
V našem experimentálním uspořádání zasuneme do otvoru ve střední části magnetometru kovovou tyčku (délka ≈ 24 cm, průměr $\approx 0,6$ cm), jejíž moment setrvačnosti je

$J = ml^2/12 = 2,72 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$. Moment setrvačnosti ostatních rotujících částí magnetometru je přibližně stokrát menší a proto jej zanedbáváme.

Pokyny pro měření

Cívku napájíme z regulovaného zdroje. Proud měříme vnějším ampérmetrem podle obr. 1. Proud měníme od 0 do 4 A, krok měření 0,5 A. Úhel otočení magnetometru měříme metodou zrcátka a škály.

Při měření je třeba si uvědomit, že otočí-li se zrcátko magnetometru o úhel α , vychýlí se paprsek odražený od zrcátka o 2α .



Obr. 1

Literatura:

- [1] J. Brož J. a kol.: Základy fyzikálních měření I, Praha 1983, čl. 2.2.1, 4.1.2.2., 5.2.1.1., 5.2.1.3
- [2] R. Bakule, J. Šternberk: Fyzikální praktikum II., SPN, Praha 1989