

## 19. MĚŘENÍ S TORZNÍM MAGNETOMETREM

V této úloze se seznámíme s torzní měřicí metodou, které se ve zdokonalené formě uplývá k určení malých *magnetických moment*, studium magnetické anizotropie apod. Zároveň ověříme platnost Biotova-Savartova zákona prostřednictvím jednoduchých vztahů, které z nich 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  $\delta$  úhel, který svírá osa dipólu se směrem intenzity magnetického pole  $H$ . Protože za podmínek našeho pokusu je úhel 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 zkroucení se vyvolá direkční silový moment  $M_d$  úměrný úhlu o který bylo vlákno zkrouceno

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

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

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

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 lze podle (6) pro známé poloměry cívek  $r$  a známé počty závitů  $N$  experimentálně ověřit. Stanovíme-li direkční moment vlákna  $D$ , můžeme podle (6) určit moment magnetu  $p$ .

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

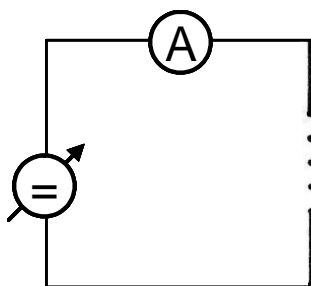
$$T = 2\pi\sqrt{J/D}. \quad (7)$$

V našem experimentálním uspořádání zasuneme do otvoru ve střední části magnetometru kovovou tyčku. Moment setrvačnosti ostatních rotujících částí magnetometru je přibližně stokrát menší a proto jej zanedbáváme.

### ***Pokyny pro měření***

Cívkou 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 kalby.

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



Obr. 1

### ***Literatura:***

- [1] J. Brofl J. a kol.: Základy fyzikálních měření I, Praha 1983, 1.2.2.1, 4.1.2.2., 5.2.1.1., 5.2.1.3
- [2] R. Bakule, J. Těmberk: Fyzikální praktikum II., SPN, Praha 1989