

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM II

Úloha č.: XIX

Název: Měření s torzním magnetometrem

Vypracovala: stud. sk. dne: 22.03.04.....

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

Připomínky:

I. Pracovní úkol

- I. Změřte závislost výchylky magnetometru na proudu protékajícím cívkou. Měření proveďte pro obě cívky a různé počty závitů (5, 10). Maximální povolený proud obvodem jsou 4A.
- II. Výsledky měření znázorněte graficky.
- III. Diskutujte výsledky měření z hlediska platnosti Biotova-Savartova zákona.
- IV. Změřte direkční moment vlákna metodou torzních kmitů.
- V. Určete magnetický moment magnetu užívaného při měření (v Columbových i Ampérových jednotkách).

II. Teorie

Na magnetický dipól vložený do homogenního pole působí silový moment:

$$M = pH \sin \beta \quad (1)$$

H intenzita magnetického pole

p magnetický moment

β úhel, který svírá osa dipólu se směrem intenzity magnetického pole

V našem případě $\beta = 90^\circ$, proto dostaneme vztah:

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

Torzní magnetometr je složen z malého permanentního magnetu, který představuje dipól, a kovového vlákna, na kterém je zavěšen. Kroucením tohoto vlákna se vyvolá direkční silový moment:

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

α úhel, o který se vlákno zkroutí

D direkční moment

Rovnovážná poloha α zavěšeného magnetu plyne ze vztahu (2), (3):

$$H = \alpha \frac{D}{p} \quad (4)$$

Umístíme-li magnet doprostřed kruhové cívky, pro intenzitu pole platí:

$$H = \frac{NI}{2r} \quad (5)$$

N počet závitů cívky

I proud protékající cívkou

r poloměr cívky

Tento vztah je důsledkem Biotova-Savartova zákona. Dosazením do (4) dostaneme:

$$I = \frac{2rDa}{Np} \quad (6)$$

Direkční moment D určíme metodou torzních kmitů. Necháme kmitat těleso o známém momentu setrvačnosti J zavěšené na vlákně. Pro dobu jeho kmitu bude platit:

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

V našem případě se jednalo o tyč, jejíž moment setrvačnosti je $J = \frac{ml^2}{12} = 2,72 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

III. Výsledky měření

tab. 1 – doba kmitu kovové tyčky

10T [s]	42,2	41,2	42,0	41,8	41,4	41,8
T [s]	4,22	4,12	4,20	4,18	4,14	4,18

Doba kmitu $T = (4,17 \pm 0,04) \text{ s}$

Direkční moment vlákna $D = (6,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}$

tab. 2 – průměry cívek v cm

cívka 1	8,0	8,1	8,1	8,1	8,0	8,2	8,0	8,0	8,1	8,1
cívka 2	16,0	16,0	16,0	15,8	15,8	15,9	15,9	16,0	16,0	15,8

Poloměr cívky 1 $r = (4,0 \pm 0,1) \text{ cm}$

Poloměr cívky 2 $r = (8,0 \pm 0,1) \text{ cm}$

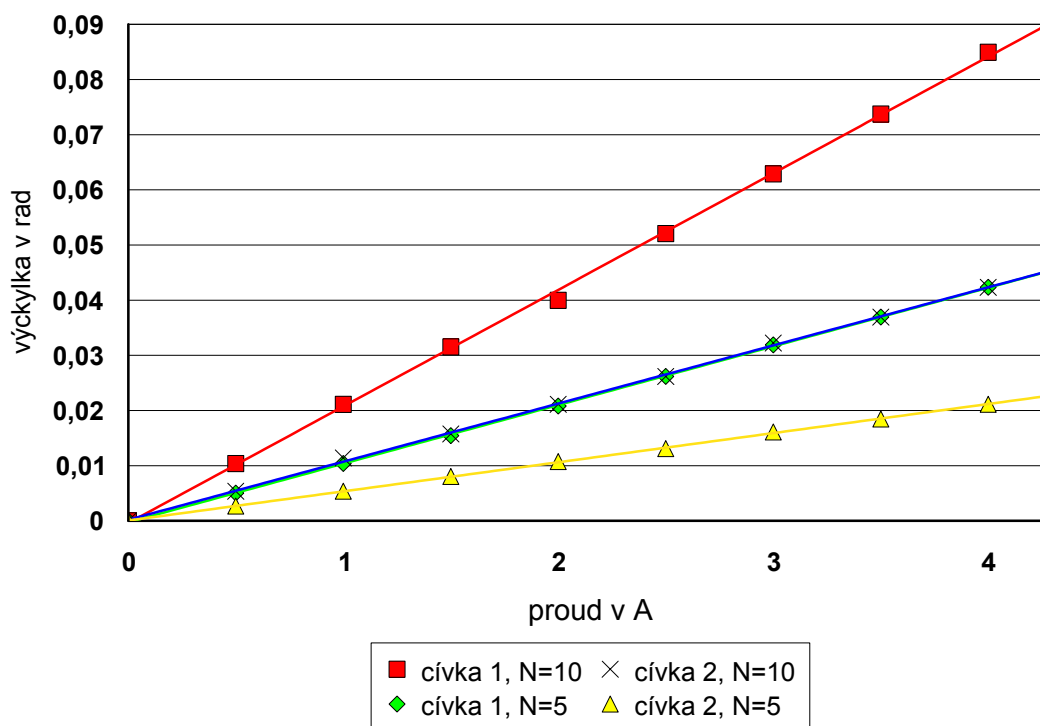
tab. 3 – závislost výchylky na proudu u cívky 1

I [A]	0,00 ± 0,02	0,50 ± 0,02	1,00 ± 0,02	1,50 ± 0,02	2,00 ± 0,02	2,50 ± 0,02	3,50 ± 0,02	4,00 ± 0,02
N = 10								
α [rad]	0,0000 ± 0,0000	0,0104 ± 0,0003	0,0211 ± 0,0004	0,0316 ± 0,0004	0,0408 ± 0,0004	0,0521 ± 0,0005	0,0629 ± 0,0005	0,0738 ± 0,0006
N = 5								
α [rad]	0,0000 ± 0,0000	0,0050 ± 0,0003	0,0104 ± 0,0003	0,0154 ± 0,0004	0,0208 ± 0,0004	0,0262 ± 0,0004	0,0319 ± 0,0004	0,0369 ± 0,0004

tab. 4 – závislost výchylky na proudu u cívky 2

I [A]	0,00 ± 0,02	0,50 ± 0,02	1,00 ± 0,02	1,50 ± 0,02	2,00 ± 0,02	2,50 ± 0,02	3,50 ± 0,02	4,00 ± 0,02
N = 10								
α [rad]	0,0000 ± 0,0000	0,0054 ± 0,0003	0,0114 ± 0,0003	0,0158 ± 0,0004	0,0211 ± 0,0004	0,0262 ± 0,0004	0,0322 ± 0,0004	0,0369 ± 0,0004
N = 5								
α [rad]	0,0000 ± 0,0000	0,0027 ± 0,0003	0,0054 ± 0,0003	0,0081 ± 0,0003	0,0107 ± 0,0003	0,0131 ± 0,0003	0,0161 ± 0,0004	0,0185 ± 0,0004

Závislost výchylky magnetometru na proudu



graf 1

tab. 5 – magnetický moment magnetu				
	cívka 1, N = 10	cívka 1, N = 5	cívka 2, N = 10	cívka 2, N = 5
$p \cdot 10^{-8} \text{ (kg.m}^3\text{.s}^{-2}\text{.A}^{-1}\text{)}$	$0,21 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,01$

Magnetický moment v Columbických jednotkách $p_A = (0,21 \pm 0,01) \text{ A.m}^2$

Magnetický moment v Ampérových jednotkách $p_C = (0,21 \pm 0,01) \cdot 10^{-8} \text{ kg.m}^3\text{.s}^{-2}\text{.A}^{-1}$

IV. Diskuse:

Závislost výchylky magnetometru na proudu procházejícím cívku vyšla lineární, což odpovídá našemu předpokladu. Ověřili jsme tím tedy platnost Biotova-Savartova zákona a důsledků z něj vyplývajících. Největší chyba byla způsobena patrně otřesy v místnosti, jež zapříčinily chvění celé aparatury. Chybu způsobilo i mírné kolísání proudu. Určitou chybu také způsobovalo nepřesné odečítání výchylky na stupnici.

V. Závěr:

Závislost výchylky magnetometru na proudu procházejícím cívku vyšla dle předpokladů lineární (viz graf 1).

Pomocí důsledku Biotova-Savartova zákona jsme ověřili jeho platnost pro tento konkrétní případ.

Direkční moment vlákna změřený metodou torzních kmitů $D = (6,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-4} \text{ N.m}$

Magnetický moment magnetu:

v Columbických jednotkách $p_A = (0,21 \pm 0,01) \text{ A.m}^2$

v Ampérových jednotkách $p_C = (0,21 \pm 0,01) \cdot 10^{-8} \text{ kg.m}^3\text{.s}^{-2}\text{.A}^{-1}$

VI. Literatura

Bakule, R., Štenberk, J.: Fyzikální praktikum II., SPN Praha, 1989

Spružil, B., Zieleniecová, P.: Úvod do teorie fyzikálních měření, SPN Praha, 1986