

Fyzikální praktikum č.: 4

Datum: 13.10.2004

Vypracoval: Tomáš Henych

Teplota: 25 °C

Tlak: 1002 mbar

Vlhkost: 41 %

Název: Měření horizontální složky intenzity zemského magnetického pole

Úkol:

- Změřte H_z Gaussovou metodou pomocí magnetometru pro tři vzdálenosti pomocného magnetu od buzoly.
- Změřte H_z tangentovou buzolou (nejméně pro 10 hodnot proudu). Obě naměřené hodnoty porovnejte s tabelovanou hodnotou.
- Určete magnetický moment M pomocného magnetu.

Teorie úlohy:

ad a) Touto metodou srovnáváme intenzitu H_z s intenzitou pole pomocného magnetu ve dvou tzv. Gaussových polohách. Při obou je magnet orientován kolmo k zemskému magnetickému poli a buzola nám ukáže odchylku magnetického pole, způsobenou přiloženým magnetem. Platí, že

$$A = \frac{M}{H_z} = \frac{4 \pi \mu_0 r^3}{7} \left(\frac{3}{2} \operatorname{tg} \varphi_1 + 4 \operatorname{tg} \varphi_2 \right),$$

kde M je magnetický moment magnetu, r je vzdálenost

středu buzoly od středu magnetu, φ_1 a φ_2 jsou odchylky střelky buzoly od severojižního směru. Druhá rovnice platí pro torzní kmity magnetu v magnetickém poli Země:

$$B = M H_z = \frac{\pi^2 J}{T_0^2},$$

kde $J = \frac{m}{4} \left(R^2 + \frac{l^3}{3} \right)$ je moment setrvačnosti magnetu a T_0 je perioda

kmity magnetu (m , R a l jsou hmotnost, poloměr a délka válcového magnetu). Intenzitu horizontální složky zemského magnetického pole potom spočteme jako $H_z = \sqrt{\frac{B}{A}}$.

ad b) Tangentová buzola je buzola umístěná ve středu velké kruhové cívky, kterou prochází stejnosměrný proud. Pro velikost horizontální složky mag.pole Země potom platí $H_z = \frac{N I}{2 R \operatorname{tg} \varphi}$, kde N je počet závitů cívky, I je proud cívku procházející, $2R$ je její průměr a φ je odchylka buzoly od severojižního směru.

ad c) Magnetický moment určíme jako $M = \sqrt{AB}$.

Výsledky: ad a)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{l}{\text{cm}}$	12,30	12,35	12,33	12,31	12,31	12,32	12,33	12,33	12,34	12,32

Tabulka 1: délka tyčového magnetu

$$l = (12,324 \pm 0,005) \text{ cm}$$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{d}{\text{cm}}$	2,19	2,17	2,19	2,21	2,19	2,21	2,19	2,22	2,17	2,21

Tabulka 2: průměr tyčového magnetu

$$d = (2,195 \pm 0,005) \text{ cm}$$

n	1	2	3	4
$\frac{T}{s}$	9,64	9,51	9,69	9,27

Tabulka 3: perioda torzních kmitů

$$T = (9,52 \pm 0,09) s$$

$$m = (305,2 \pm 0,1) g$$

$$J = (0,0003955 \pm 0,0000003) kg \cdot m^2$$

$$\{B\} = (396 \cdot 10^{-6} \pm 8 \cdot 10^{-6})$$

$\frac{r}{m}$		I. Gaussova poloha	II. Gaussova poloha
0,50	φ_S	23	42
	φ_J	22	38
0,35	φ_S	50	77
	φ_J	46	69
0,25	φ_S	70	93
	φ_J	68	91

{A}	$\frac{H_z}{A \cdot m^{-1}}$
$9,704 \cdot 10^{-7}$	20,19
$9,879 \cdot 10^{-7}$	20,01
$1,210 \cdot 10^{-6}$	18,08

$$H_z = (19,46 \pm 0,68) A \cdot m^{-1} \quad \delta_{H_z} = 0,0349$$

ad b)

n	$\frac{I}{mA}$	$\frac{\varphi^{+c}}{^\circ}$	$\frac{\varphi^{-c}}{^\circ}$	$\frac{H_z}{A \cdot m^{-1}}$
1	17,5	7,0	5,0	21,48
2	22,7	9,0	7,0	20,84
3	24,4	9,5	7,0	21,71
4	26,0	9,5	8,0	21,8
5	32,1	12,5	11,0	19,91
6	37,8	14,5	12,5	20,32
7	41,1	16,5	14,0	19,45
8	49,9	19,5	17,0	19,53
9	55,4	21,3	19,0	19,51
10	60,8	22,5	20,5	19,92

$$H_z = (20,45 \pm 0,30) A \cdot m^{-1} \quad \delta_{H_z} = 0,0145$$

ad c)

{A}	$\frac{M}{A \cdot m^2}$
$9,704 \cdot 10^{-7}$	$1,96 \cdot 10^{-5}$
$9,879 \cdot 10^{-7}$	$1,98 \cdot 10^{-5}$
$1,210 \cdot 10^{-6}$	$2,19 \cdot 10^{-5}$

$$\{B\} = (396 \cdot 10^{-6} \pm 8 \cdot 10^{-6})$$

$$M = (2,04 \cdot 10^{-5} \pm 0,07 \cdot 10^{-5}) A \cdot m^2$$

Závěr:

Tabulková hodnota intenzity magnetického pole je přibližně $16,32 A \cdot m^{-1}$, tedy nižší než mnou naměřené hodnoty. Chyba je způsobena nepřesným odečítáním odchylky na buzole, nepřesným nastavením buzoly do severojižního směru, velkou chybou v určení periody torzních kmitů pomocného magnetu a v druhém případě také nedodržením předpokladu o rozměrech střelky buzoly, zanedbatelných vůči poloměru použité cívky.