

1 Zadání

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

2 Teorie

Horizontální složku geomagnetického pole H_Z měřenou Gaussovou metodou určíme za použití vztahu 1.

$$\frac{M}{H_z} = \frac{4\pi\mu_0 r^3}{7} \left(\frac{3}{2} \tan \varphi_1 + 4 \tan \varphi_2 \right) \quad (1)$$

kde úhly φ_1 a φ_2 jsou výchylky střelky v jednotlivých Gaussových polohách magnetu ve vzdálenosti r od střelky buzoly.

Magnetický moment magnetu M určíme z doby kyvu magnetu τ_0 v homogenním magnetickém poli pomocí vztahu 2.

$$M \cdot H_z = \frac{\pi^2 J}{\tau_0^2} \quad (2)$$

kde moment setrvačnosti válcového magnetu o hmotnosti m , poloměru R a délce l je dán vztahem 3.

$$J = \frac{m}{4} \left(R^2 + \frac{l^2}{3} \right) \quad (3)$$

H_Z pak dostaneme jako odmocninu podílu rovnice 2 a 1. Obdobně M vypočítáme jako odmocninu ze součinu těchto dvou rovnic 2 a 1.

Při měření výchylky střelky φ s tangentovou buzolou o poloměru cívky R a počtu závitů $N = 80$, kterou protéká proud I určíme H_Z ze vztahu 4.

$$H_z = \frac{NI}{2R \tan \varphi} \quad (4)$$

3 Měření

3.1 Měření H_z Gaussovou metodou a magnetického momentu M

Tabulka 1 shrnuje hodnoty naměřené magnetometrem pro obě Gaussovy polohy a dvě opačné polarity magnetu.

Další potřebná měření: Délka magnetu změřena posuvným měřítkem:

$$l = (122,0 \pm 0,1) \text{ mm}$$

Délka magnetu změřena posuvným měřítkem:

$$R = (21,2 \pm 0,5) \text{ mm}$$

Hmotnost magnetu změřena rovnoramennými vahami:

$$m = (288,7 \pm 0,2) \text{ g}$$

Doba kyvu¹ magnetu τ_0 .

$$\tau_0 = (4,1 \pm 0,2) \text{ s}$$

3.2 Měření H_z tangentovou buzolou

Měření tangentovou buzolou² jsou shrnuta v tabulce 3.

Další hodnoty do vztahu 4 jsou zadány a to:

Počet závitů

$$N = 80$$

Poloměr (resp. průměr) cívky

$$R = 31 \text{ cm} = 0,31 \text{ m} \Rightarrow 2R = 62 \text{ cm} = 0,62 \text{ m}$$

4 Zpracování měření

Dosazením $\overline{\varphi}_1$ a $\overline{\varphi}_2$ do vztahů 1 a 2 jsem získal tyto hodnoty:

$$H_z = (15,6 \pm 0,1) \text{ Am}^{-1} \text{ při relativní chybě } \delta_{H_z} = 0,6\%.$$

¹Měření shrnuje tabulka 2

²Hodnoty $\overline{\varphi}$ byla počtena jako $\overline{\varphi} = \frac{\varphi + \varphi'}{2}$ a následně převedeno z gradů na stupně.

$\frac{r}{mm}$	Poloha 1			Poloha 2		
	$\frac{\varphi_1}{deg}$	$\frac{\varphi'_1}{deg}$	$\overline{\varphi_1} [^\circ]$	$\frac{\varphi_2}{deg}$	$\frac{\varphi'_2}{deg}$	$\overline{\varphi_2} [^\circ]$
50,0	40,5	37,5	35,10	24,0	24,0	24,00
45,0	53,0	53,0	53,00	30,5	29,0	26,78
40,0	66,0	63,5	58,28	33,5	40,5	33,30

Tabulka 1: Měření H_z magnetometrem

Měření	čas t [s]
1	4,75
2	4,26
3	3,70
4	4,10
5	4,17
6	3,82

Tabulka 2: Doba kyvu magnetu

Měření	Proud I [mA]	Výchylka φ [deg]	Výchylka φ' [deg]	Výchylka $\overline{\varphi}$ [°]
1	105	35	38	32,85
2	95	30	35	29,25
3	83	28	32	27,00
4	79	26	30	25,20
5	75	25	28	23,85
6	67	22	25	21,15
7	61	20	23	19,35
8	57	17	18	15,75
9	47	15	12	12,15
10	42	11	8	8,55

Tabulka 3: Měření výchylky pro určení H_z metodou tangentské bužoly pro dvě opačné polaroty proudu

$M = (12,12 \pm 0,09) \cdot 10^{-6} kg \cdot m^3 A^{-1} s^{-2}$ při relativní chybě $\delta_M = 0,8\%$.

Ze vztahu 4 jsem získal hodnotu

$$H_z = (18,6 \pm 0,4) Am^{-1} \text{ při relativní chybě } \delta_{H_z} = 2,1\%.$$

5 Závěr

V porovnání s tabulovou hodnotou $H_z = 16,4A \cdot m^{-1}$ se mnou naměřené hodnoty relativně dobře shodují.