

FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM

FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM II

Vypracoval: Patrik Žilka

Namerané: 31. 10. 2011

Obor: AF

Ročník: II

Semester: III

Testované:

Úloha č. 4: Meranie horizontálnej zložky intenzity geomagnetického poľa

$T = 22,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$p = 99,1 \text{ kPa}$

$\varphi = 40 \text{ } \%$

Teória:

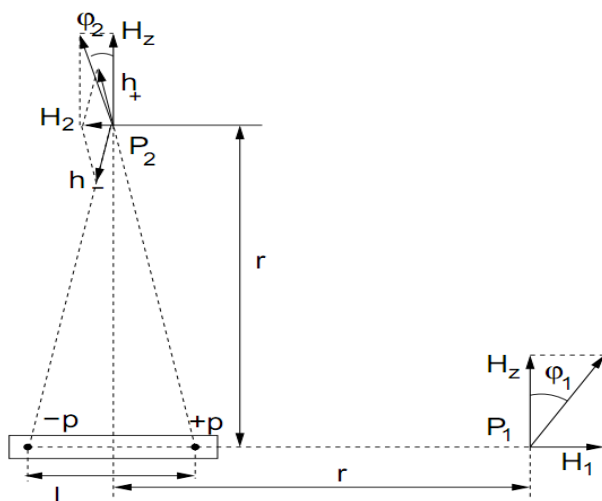
Princíp metódy merania Gaussovým magnetometrom spočíva v porovnaní intenzity geomagnetického poľa s intenzitou permanentného magnetu pomocou magnetickej strelky ako detektoru smeru lokálneho magnetického poľa. Pre pomer magnetického momentu M a intenzity horizontálnej zložky H_z geomag. poľa potom platí:

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

Magnetický moment magnetu určíme z periódy kmitov v magnetickom poli Zeme. Pre magnet otáčajúci s periódou T a pre jeho moment zotrvačnosti potom platí

$$MH_z = \frac{4\pi^2 J}{T^2} = B$$

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



kde m je hmotnosť magnetu.

Z predchádzajúcich vzťahov je už možné zistiť hľadanú intenzitu $H_z = \sqrt{B/A}$ a magnetický moment použitého perm. magnetu $M = \sqrt{AB}$

Obr. 1: Magnetické pole v Gaussových polohách (P1,P2) v okolí permanentného magnetu a jeho skladanie s magnetickým poľom Zeme.

Ďalšou úlohou bolo meranie magnetického poľa Zeme tangentovou buzolou. Princíp tohto merania spočíva v porovnávaní poľa Zeme s poľom budeného cievkou. Po nastavení cievky tak, aby magnetické pole v jej strede smerovalo kolmo k magnetickému poľu Zeme, potom sa magnetická strelka v strede cievky vychýli o uhol φ a pre H_z platí:

$$H_z = \frac{NI}{2Rtg\varphi}$$

kde N je počet závitov cievky a R je jej polomer.

Meranie:

Namerané parametre a periódy kmitov použitého magnetu v magnetickom poli Zeme:

n	l [mm]	2R [mm]	R [mm]	5T [s]	T [s]
1	124,2	20,6	10,3	60,00	12,000
2	123,1	21,2	10,6	57,43	11,486
3	123,2	20,2	10,1	61,29	12,258
4	123,5	20,4	10,2	57,37	11,474
5	123,1	20,8	10,4	54,29	10,858
6	-	-	-	53,37	10,674

hmotnosť magnetu	$m = (304,37 \pm 0,02) \text{ g}$	$\delta m = 0,01 \%$
polomer magnetu	$R = (10,32 \pm 0,10) \text{ mm}$	$\delta R = 1,0 \%$
dĺžka magnetu	$l = (123,42 \pm 0,12) \text{ mm}$	$\delta l = 0,1 \%$
perióda magnetu	$T = (11,46 \pm 0,28) \text{ s}$	$\delta T = 2,4 \%$

Namerané odchyľky strelky pri rôznych polohách magnetu v Gaussovej polohe **P1** a pre obe polarizácie použitého permanentného magnetu:

(smer odchyľky pred pôsobením magnetu $\varphi_0 = 300$ gradianov (gon))

r [cm]	φ_{1+} [gon]	φ_{1-} [gon]	φ_{1-}' [gon]	φ_{1+}' [gon]	$\Delta\varphi_{1+}$ [gon]	$\Delta\varphi_{1-}$ [gon]	$\Delta\varphi_{1-}'$ [gon]	$\Delta\varphi_{1+}'$ [gon]	$\overline{\Delta\varphi_1}$ [gon]	$\delta\overline{\Delta\varphi_1}$ [gon]
30	384	216	222	389	84	84	78	89	83,75	2,69
40	358	237	242	365	58	63	58	65	61,00	2,13
50	335	257	261	337	35	43	39	37	38,50	2,04

Namerané odchyľky strelky pri rôznych polohách magnetu v Gaussovej polohe **P2** a pre obe polarizácie použitého permanentného magnetu:

(smer odchyľky pred pôsobením magnetu $\varphi_0 = 200$ gon)

r [cm]	φ_{2-} [gon]	φ_{2+} [gon]	φ_{2-}' [gon]	φ_{2+}' [gon]	$\Delta\varphi_{2-}$ [gon]	$\Delta\varphi_{2+}$ [gon]	$\Delta\varphi_{2-}'$ [gon]	$\Delta\varphi_{2+}'$ [gon]	$\overline{\Delta\varphi_2}$ [gon]	$\delta\overline{\Delta\varphi_2}$ [gon]
30	138	264	146	262	62	64	54	62	60,50	2,65
40	165	239	169	235	35	39	31	35	35,00	1,95
50	181	221	182	219	19	21	18	19	19,25	0,75

Vypočítané pomocné veličiny, horizontálna zložka geomag. pola a magnetický moment:

Moment zotrvačnosti: $J = (0,3945 \pm 0,0011) \text{ g.m}^2$ $\delta r = 0,3 \%$

$r = 30 \text{ cm} :$ $A_1 = (6,91 \pm 0,28) 10^{-7} \frac{\text{kg.m}^4}{\text{A}^2.\text{s}^2}$ $\delta r = 4,0 \%$
 $H_{z1} = (13,10 \pm 0,62) \text{ Am}^{-1}$ $\delta r = 4,7 \%$
 $M_1 = (9,05 \pm 0,43) 10^{-6} \frac{\text{kg.m}^3}{\text{A.s}^2}$ $\delta r = 4,7 \%$

$r = 40 \text{ cm} :$ $A_2 = (6,616 \pm 0,099) 10^{-7} \frac{\text{kg.m}^4}{\text{A}^2.\text{s}^2}$ $\delta r = 1,5 \%$
 $H_{z2} = (13,38 \pm 0,39) \text{ Am}^{-1}$ $\delta r = 2,9 \%$
 $M_2 = (8,86 \pm 0,26) 10^{-6} \frac{\text{kg.m}^3}{\text{A.s}^2}$ $\delta r = 2,9 \%$

$r = 50 \text{ cm} :$ $A_3 = (6,443 \pm 0,090) 10^{-7} \frac{\text{kg.m}^4}{\text{A}^2.\text{s}^2}$ $\delta r = 1,4 \%$
 $H_{z3} = (13,57 \pm 0,39) \text{ Am}^{-1}$ $\delta r = 2,8 \%$
 $M_3 = (8,74 \pm 0,25) 10^{-6} \frac{\text{kg.m}^3}{\text{A.s}^2}$ $\delta r = 2,8 \%$

Priemer: $A = (6,66 \pm 0,10) 10^{-7} \frac{\text{kg.m}^4}{\text{A}^2.\text{s}^2}$ $\delta r = 1,5 \%$
 $H_z = (13,35 \pm 0,28) \text{ Am}^{-1}$ $\delta r = 2,1 \%$
 $M = (8,89 \pm 0,19) 10^{-6} \frac{\text{kg.m}^3}{\text{A.s}^2}$ $\delta r = 2,1 \%$

Tabuľka nameraných hodnôt tangentovou metódou:

n	I [mA]	$\varphi_1 [^\circ]$	$\varphi_2 [^\circ]$	$\Delta\varphi_1 [^\circ]$	$\Delta\varphi_2 [^\circ]$	$\overline{\Delta\varphi} [^\circ]$	$H_z [\text{Am}^{-1}]$
1	20,0	100,5	81,0	10,5	9,0	9,75	15,018
2	40,1	106,5	70,0	16,5	20,0	18,25	15,691
3	59,9	115,0	63,5	25,0	26,5	25,75	16,024
4	80,0	119,5	59,0	29,5	31,0	30,25	17,700
5	100,2	126,5	52,5	36,5	37,5	37,00	17,157
6	120,1	131,0	47,0	41,0	43,0	42,00	17,211
7	140,0	134,5	43,0	44,5	47,0	45,75	17,598
8	159,9	136,5	41,0	46,5	49,0	47,75	18,741
9	180,2	137,5	36,0	47,5	54,0	50,75	18,997
10	199,1	143,5	33,0	53,5	57,0	55,25	17,822

počet závitov cievky $N = 80$

priemer cievky $2R = 62 \text{ cm}$

$H_z = (17,20 \pm 0,43) \text{ Am}^{-1}$ $\delta r = 2,5 \%$

Záver:

V tejto úlohe bola nameraná horizontálna zložka geomagnetického pola a magnetický moment použitého magnetu s relatívnou presnosťou do 5 %. Namerané hodnoty sa avšak trochu líšia od tabuľkovej hodnoty pre dané miesto $16,36 \text{ Am}^{-1}$.

Nepresnosť mohla byť spôsobená neidealizovanými podmienkami merania (napr. nepresným umiestnením magnetu) alebo nepresným meraním jednotlivých veličín.

Meranie tangentovou metódou bolo v tomto prípade presné. Jednou z prípadných príčin nepresnosti mohla byť vyššie trenie v strelke, ktorá následne nereagovala plynulo na zmeny magnetického poľa.