

Fyzikální sekce přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

..... Studium cinnosti a graduace galvanomeru.

Jméno: **Petr Šafařík** Datum:

Obor: **Astrofyzika**. Ročník: **Druhý** Semestr: **Třetí** Test:

ÚLOHA č.: **1**

$T = 22\text{ C}$

$p = 998\text{mBar}$

$\varphi = 53\%$

Fyzikální praktika 1

Studium činnosti a graduace galvanomeru.

Petr Šafařík

20. listopadu 2006

Obsah

1	Zadání	3
2	Teorie	4
2.1	Graduace	4
2.2	Vnitřní odpor galvanoměru	4
2.3	Konstantu útlumu	4
2.4	kritický odpor, proudová a napěťová citlivost a konstanta galvanoměru	5
3	Měření	6
3.1	Graduace, kritický odpor, proudová a napěťová citlivost a konstanta galvanoměru	6
3.2	Vnitřní odpor galvanoměru	8
3.3	Konstanta útlumu	8
4	Závěr	8

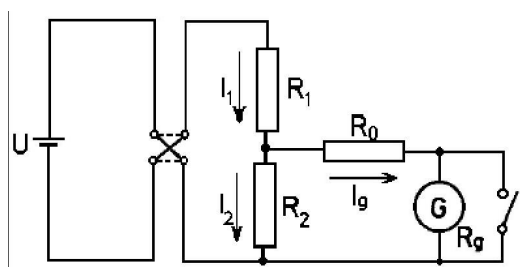
1 Zadání

- Nastavte odporem R_0 tlumení galvanoměru blízko kritické hodnotě a proveďte graduaci stupnice galvanoměru.
- Určete hodnotu vnitřního odporu galvanoměru a porovnejte ji s údajem výrobce.
- Určete konstantu útlumu β pro pět hodnot odporu R_0 .
- Stanovte kritický odpor, proudovou a napěťovou citlivost a konstantu galvanoměru, nakreslete graduační křivku galvanoměru.

2 Teorie

2.1 Graduace

Graduace galvanoměru znamená ocejchování jeho stupnice neboli nalezení závislosti výchylky na procházejícím proudem. Proud procházející galvanoměrem regulujeme pomocí rezistoru R_2 (více na obrázku 1)



Obrázek 1: Schéma zapojení

2.2 Vnitřní odpor galvanoměru

Nejdříve nastavíme R_2 a R_0 tak, aby galvanoměr ukazoval výchylku φ . Potom k -krát zvětšíme odpor R_2 a odporem R_0 opět doladíme výchylku galvanoměru na φ . Z odvození vztahu pro výpočet vnitřního R_g odporu plyne, že

$$R_g = \frac{R_0}{(k - 1)}$$

2.3 Konstantu útlumu

Konstantu útlumu β stanovíme z tlumeného harmonického pohybu. Platí pro ni vztah

$$\beta = 2 \ln \left| \frac{a_k}{a_{k+1}} \right| \frac{1}{T}$$

kde a_k a a_{k+1} jsou po sobě jdoucí výchylky na opačné strany od rovnovážné polohy. T je perioda kmitů.

2.4 kritický odpor, proudová a napěťová citlivost a konstanta galvanoměru

Pro mezní aperiodický pohyb platí, že

$$\omega = \beta = \frac{2\pi}{T_0}$$

kde známe dvojici T_0 a $\omega = \frac{2\pi}{T}$.
Získáme tedy závislost ve tvaru

$$\omega_0 = \frac{A}{R} + B$$

kde A je směrnice a B posun ve směru funkčních hodnot přímky proložené body závislosti a kritický odpor je potom

$$R_{0K} = \frac{A}{\omega_0 - B} = \frac{AT_0}{2\pi - BT_0}$$

Chyba $\delta_{R_{0K}}$ je poté určena ze vzorce:

$$\delta_{R_{0K}} = \sqrt{\left(\frac{T_0}{2\pi - BT_0}\right)^2 \delta_A^2 + \left(\frac{AT_0^2}{(2\pi - BT_0)^2}\right)^2 \delta_B^2 + \left(\frac{-4AB\pi}{(-2\pi + BT_0)^3}\right)^2 \delta_{T_0}^2}$$

Proudovou citlivost určíme jako

$$C = \frac{\varphi}{I_g}$$

kde I_g a R vypočteme jako:

$$I_g = \frac{U}{R}$$

$$R = R_1 + \frac{1}{R_2} (R_g + R_0) (R_1 + R_2)$$

Napěťová citlivost je potom

$$K = \frac{C}{R_g}$$

Proudová a napěťová konstanta jsou jejich převrácené hodnoty, jejich chyby určíme ze zákona šíření chyb.

3 Měření

3.1 Graduace, kritický odpor, proudová a napěťová citlivost a konstanta galvanoměru

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\frac{R_2}{\Omega}$	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
$\frac{\varphi}{cpm}$	11,5	10,3	9,8	8,8	7,7	6,3	5,6	4,6	3,6	2,5	1,6
$\frac{I_g}{\mu A}$	8,0E-2	7,2E-2	6,8E-2	6,0E-2	5,2E-2	4,0E-2	3,6E-2	2,8E-2	2,0E-2	1,2E-2	4,1E-3
$\frac{C}{Am^{-1}}$	6,9E-7	7,0E-7	6,9E-7	6,8E-7	6,8E-7	6,4E-7	6,5E-7	6,1E-7	5,6E-7	4,9E-7	2,5E-7
$\frac{K}{A\Omega^{-1}m^{-1}}$	3,0E-8	3,0E-8	3,0E-8	2,9E-8	2,9E-8	2,8E-8	2,8E-8	2,6E-8	2,4E-8	2,1E-8	1,1E-8

Tabulka 1: Graduace, kritický odpor, proudová a napěťová citlivost a konstanta galvanoměru - část 1.

n	1	2	3	4	5
$\frac{R_2}{\Omega}$	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
$\frac{\varphi}{cpm}$	0,9	1,9	2,9	4,0	5,1
$\frac{I_g}{\mu A}$	4,1E-3	1,2E-2	2,0E-2	2,8E-2	3,6E-2
$\frac{C}{Am^{-1}}$	4,5E-7	6,4E-7	7,0E-7	7,1E-7	7,1E-7
$\frac{K}{A\Omega^{-1}m^{-1}}$	1,9E-8	2,8E-8	3,0E-8	3,0E-8	3,1E-8

Tabulka 2: Graduace, kritický odpor, proudová a napěťová citlivost a konstanta galvanoměru - část 2.

Určené hodnoty a konstanty:

$$R_1 = 1M\Omega$$

$$R_{0K} = (93,2 \pm 8,6) \Omega \text{ s relativní chybou } 9,2\%$$

$$B = (0,1061 \pm 0,0036) s^{-1} \text{ s relativní chybou } 3,4\%$$

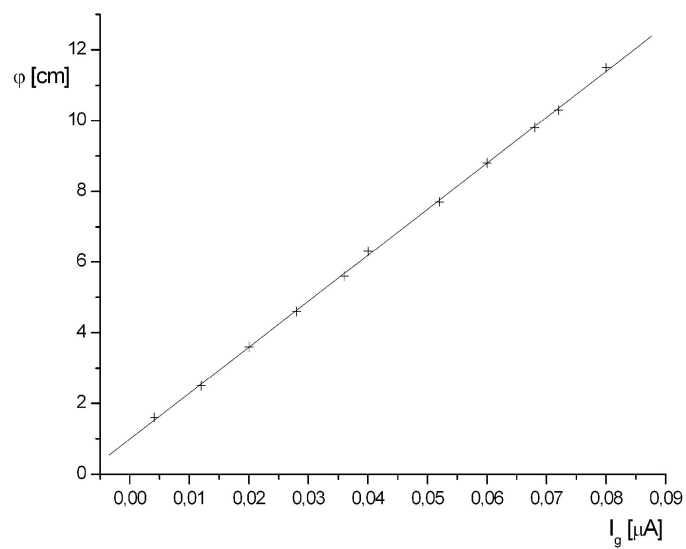
$$A = (54,886 \pm 4,402) s^{-1} \text{ s relativní chybou } 8\%$$

$$c = (6,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-7} Am^{-1} \text{ s relativní chybou } 4,8\%$$

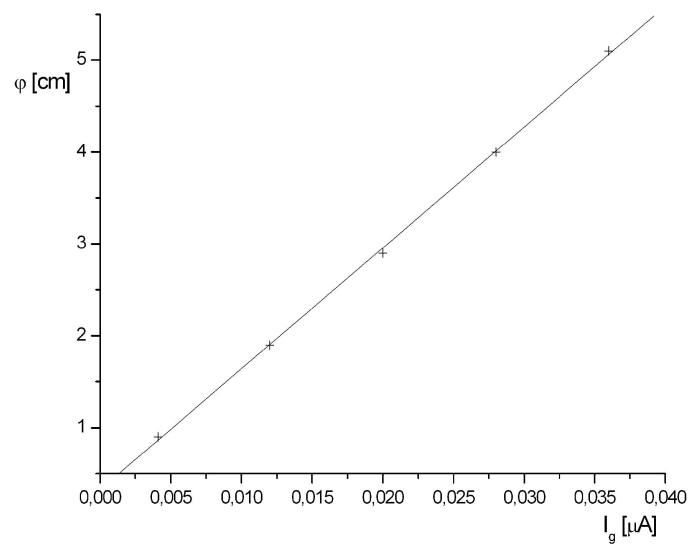
$$K = (2,7 \pm 0,1) 10^{-8} Am^{-1}\Omega^{-1} \text{ s relativní chybou } 3,7\%$$

$$\frac{1}{K} = (0,37 \pm 0,01) A^{-1}m \text{ s relativní chybou } 2,7\%$$

$$\frac{1}{c} = (0,161 \pm 0,008) A^{-1}m \text{ s relativní chybou } 4,9\%$$



Obrázek 2: Graduace galvanoměru



Obrázek 3: Graduace galvanoměru pro opačnou polarizaci

3.2 Vnitřní odpor galvanoměru

k	$\frac{R_2}{\Omega}$	$\frac{R_0}{\Omega}$	$\frac{R_1}{\Omega}$
1	1	0	
2	2	25	25,0
3	3	48	24,0
4	4	69	23,0
5	5	91	22,8
6	8	160	22,9
7	16	321	21,4

Tabulka 3: Vnitřní odpor galvanoměru

$$R_1 = 3M\Omega$$

$$R_g = (23,2 \pm 0,5) \Omega \text{ s relativní chybou } 2,1\%$$

3.3 Konstanta útlumu

n	$\frac{R_0}{k\Omega}$	$\frac{R_2}{\Omega}$	$\frac{1,5T}{s}$	$\frac{ a }{cm}$				$\frac{\beta}{s^{-1}}$			$\frac{\beta}{s}$	$\frac{T_0}{s}$
1	50	800	13,97	10,5	7,5	4,1	2,5	0,07	0,13	0,11	0,103	9,21
2	20	300	14,43	9,8	6,0	3,8	2,3	0,10	0,09	0,10	0,100	9,51
3	10	150	13,44	9,9	5,9	3,7	2,2	0,12	0,10	0,12	0,112	8,85
4	5	80	14,17	10,5	6,1	3,8	2,1	0,11	0,10	0,13	0,114	9,31
5	2	40	13,57	13,0	7,0	4,1	2,2	0,14	0,12	0,14	0,131	8,89
6	1	16	13,42	10,4	4,9	2,7	1,2	0,17	0,13	0,18	0,161	8,72
7	0,5	8	13,95	10,3	3,9	1,8	0,5	0,21	0,17	0,28	0,217	8,85
8	∞	23	13,68	2,7	1,6	1,2	0,5	0,11	0,06	0,19	0,123	8,98

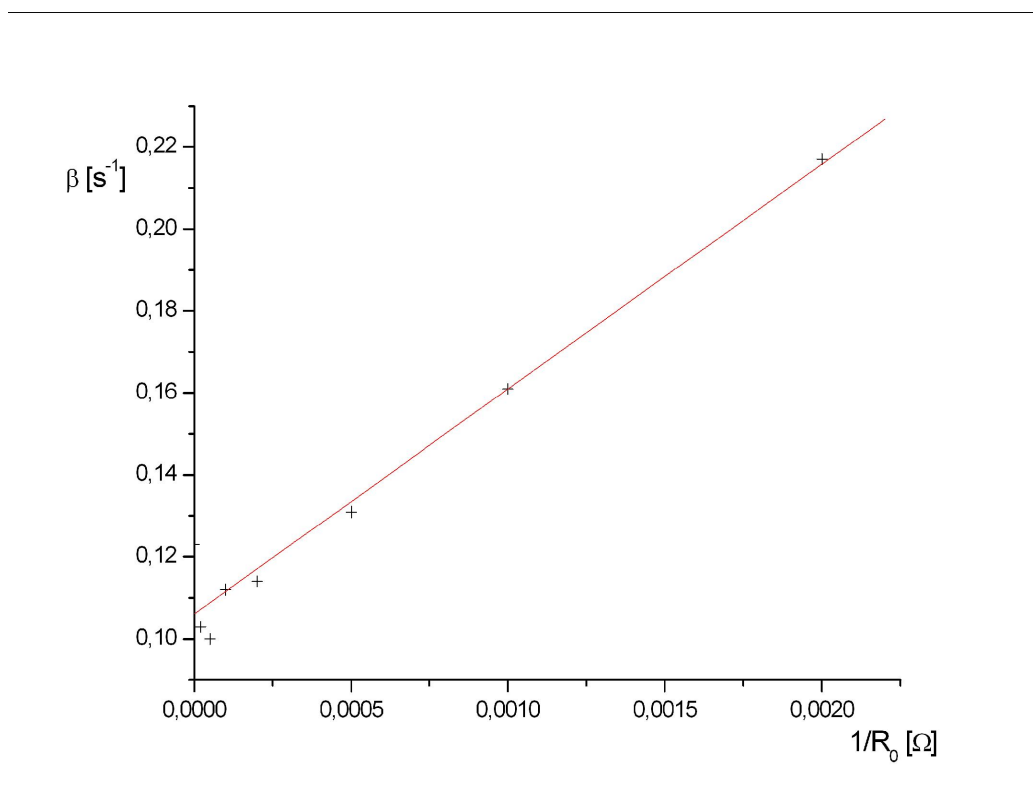
Tabulka 4: Koefficient útlumu β

$$R_1 = 1M\Omega$$

$$T_0 = (9,0 \pm 0,1) s \text{ s relativní chybou } 1,1\%$$

4 Závěr

Graduační křivka (křivka 2 a 3 galvanoměru vyšla přibližně jako přímka. Vnitřní odpor vyšel $23,2\Omega$ s chybou asi 2% (více tabulka 3. Hodnota je o něco nižší než udávaná. Závislost konstanty útlumu na převrácené hodnotě

Obrázek 4: Koefficient útlumu β - graf

odporu R_0 vyšla lineární (viz. graf 4 a tabulka 4). Kritický odpor vyšel $93,2\Omega$ s relativní chybou $9,2\%$, což je poměrně velká chyba. Ostatní charakteristiky měly chybu do 5% .