

Fyzikální praktikum 3

Úloha č. 3: Pohyb nábojů v elektrickém a magnetickém poli

Ondřej Mikulaščík, měřeno 23. dubna 2009

1. Zadání

- Ověřte vzorec pro výpočet ohniskové vzdálenosti krátké magnetické čočky. Sestrojte graf závislosti $U_a = f(I_f^2)$ a ze směrnice určete ohniskovou vzdálenost f .
- Ověřte platnost vztahu pro magnetické vychylování elektronového paprsku. Sestrojte graf závislosti $y = f_1(I_v)$ a $y = f_2(I/\sqrt{U_a})$.

2. Teorie

V obrazovce se používá elektronový svazek, který je možné vychylovat a zaostřovat. Zaostřování - fokusace se provádí pomocí krátké magnetické čočky, což je cívka s rotačně symetrickým magnetickým polem, které působí na zanedbatelně krátkou část dráhy nabitých částic. Pro ohniskovou vzdálenost f krátké magnetické čočky platí vztah:

$$(1) \quad f = 98 \frac{r}{n^2} \frac{U_a}{I_f^2},$$

kde U_a je urychlovací napětí, n je počet závitů cívky, r je její poloměr a I_f je proud tekoucí fokusační cívkou. K určení ohniskové vzdálenosti je potřeba tento vztah upravit:

$$(2) \quad U_a = \frac{fn^2}{98r} I_f^2.$$

Ohniskovou vzdálenost lze pak určit ze směrnice této závislosti, pokud byla dodržena podmínka nezměnění polohy fokusační cívky a zaostření paprsku do bodu.

Pro výchylku elektronového paprsku na stínítku obrazovky platí:

$$(3) \quad y = \sqrt{\frac{e}{2m}} \frac{L_1 L_2 B}{\sqrt{U_a}},$$

kde L_1 je dráha elektronu v magnetickém poli vychylovací cívky, L_2 je pokračování této dráhy ke stínítku setrvačností, B je magnetická indukce přímo úměrná vychylovacímu proudu I_v , e je elementární náboj a m hmotnost elektronu. Je tedy potřeba změřit závislost $y = f(I_v)$ při konstantním urychlovacím napětí U_a a závislost $y = f(I/\sqrt{U_a})$ při konstantním vychylovacím proudu I_v .

Použité konstanty:

poloměr cívky $r = 0,02$ m

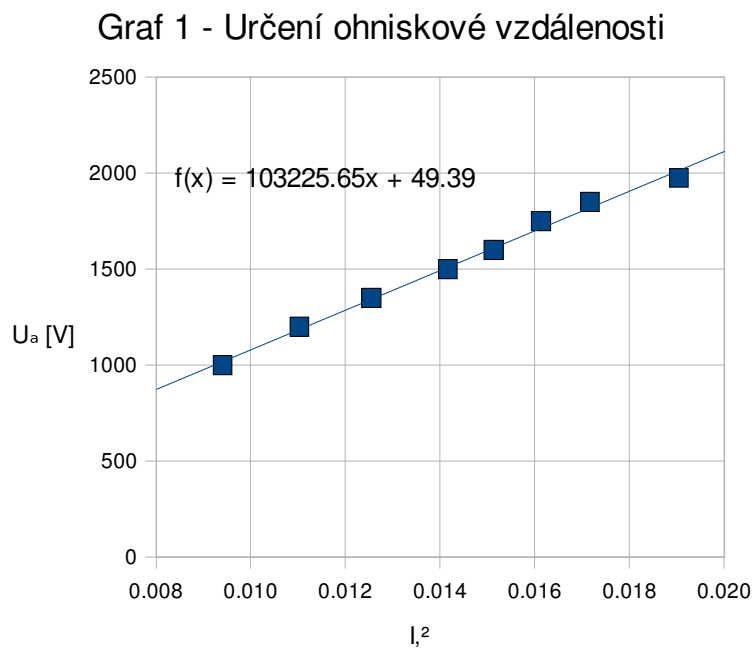
počet závitů $n = 1050$

3. Zpracování

V tabulce 1 a grafu 1 je shrnuto měření k určení ohniskové vzdálenosti magnetické čočky. Ze směrnice závislosti popsané vztahem (2) jsem určil ohniskovou vzdálenost $f = 183,5$ mm.

U_a [V]	I_f [mA]	I_f^2 [A]
1975	138	0.019
1850	131	0.017
1750	127	0.016
1600	123	0.015
1500	119	0.014
1350	112	0.013
1200	105	0.011
1000	97	0.009

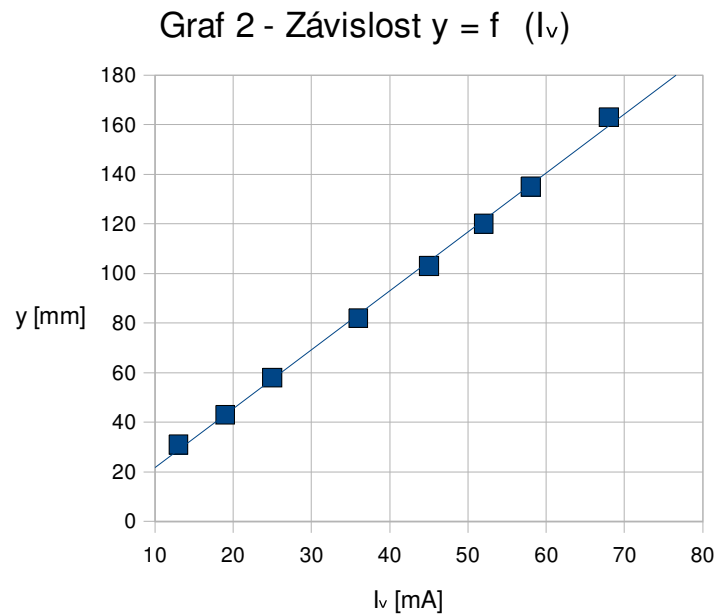
Tabulka 1: Měření k určení ohniskové vzdálenosti magnetické čočky.



V tabulce 2 a grafu 2 je shrnuto měření k ověření závislosti výchylky paprsku na vychylovacím proudu při konstantním urychlovacím napětí $U_a = 1500$ V.

I_v [mA]	y [mm]
68	163
58	135
52	120
45	103
36	82
25	58
19	43
13	31

Tabulka 2: Měření závislosti $y = f_I(I_v)$, ($U_a = 1500$ V).

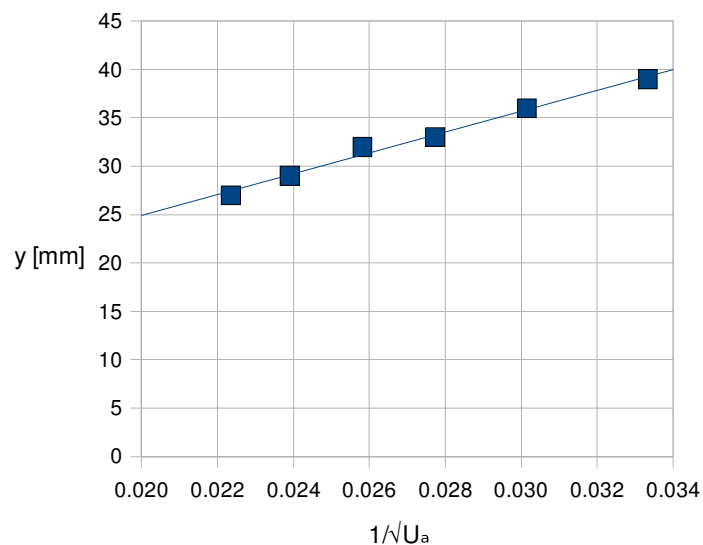


V tabulce 3 a grafu 3 je shrnuto měření k ověření závislosti výchylky paprsku na urychlovacím napětí při konstantním vychylovacím proudu $I_v = 13$ mA.

U_a [V]	y [mm]	$1/\sqrt{U_a}$
2000	27	0.022
1750	29	0.024
1500	32	0.026
1300	33	0.028
1100	36	0.030
900	39	0.033

Tabulka 3: Měření závislosti $y = f_2(I/\sqrt{U_a})$, ($I_v = 13$ mA).

Graf 3 - Závislost $y = f(1/\sqrt{U_a})$



4. Závěr

Určená hodnota ohniskové vzdálenosti magnetické čočky $f = 183,5$ mm dle mého názoru odpovídá očekávání.

Závislost výchylky paprsku na vychylovacím proudu $y = f_1(I_v)$ při konstantním urychlovacím napětí i závislost výchylky paprsku na urychlovacím napětí $y = f_2(1/\sqrt{U_a})$ při konstantním vychylovacím proudu vykazují předpokládaný lineární charakter.