

FYZIKÁLNE PRAKTIKUM

Spracoval: Vladimír Domček

Namerané: 4.3.2013

Obor: Astrofyzika Ročník: II Semester: IV

Testované:

Úloha č. 3: Pohyb nábojov v el. a mag. poli

1. Zadanie

- Overte vzorec pre ohniskovú vzdialenosť krátkej magnetickej čočky, zostrojte graf $U_a = f(I_f^2)$
- Overte platnosť vzťahu pre magnetické vychýľovanie elektrónového paprsku. Zostrojte grafy závislosti $y = f_1(I_v)$ a $y = f_2(U_a^{-1/2})$

2. Teória

V mnohých prístrojoch sa dnes využíva elektrónový zväzok. Väčšinou ho potrebujeme mať zameraný do jedného bodu. Táto fokusácia sa robí cez tzv. krátku magnetickej čočky, čo je v podstate cievka vyvolávajúca rotačne symetrické magnetické pole. Toto pole pôsobí na elektróny na krátkom úseku dráhy a fokusuje ho do jedného bodu. Typickým príkladom je obrazovka. Pre ohniskovú vzdialenosť takejto čočky platí vzťah:

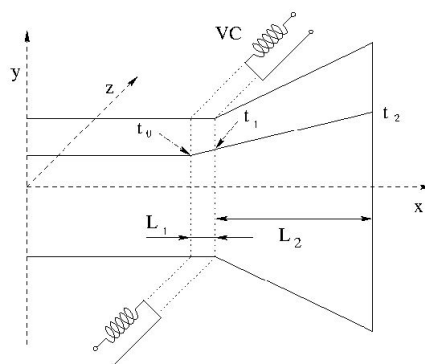
$$f = \frac{98rU_a}{n^2 I_f^2} \quad (1)$$

Odtiaľ:

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

kde n je počet závitov cievky, r je polomer cievky, U_a je urýchľujúce napätie a I_f je prúd tečúci cievkou.

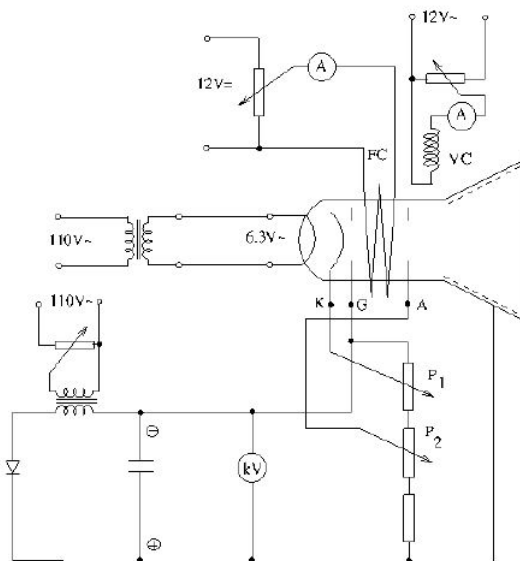
Keď už máme takýto zväzok zameraný do jedného bodu, v prístrojoch ako je obrazovka ho treba vychýľovať na rôzne body na tienidle. To sa robí pomocou dvoch párov vychýľovacích cievok a urýchľovacieho napätia. Indukcia B vychýľovacieho magnetického poľa je priamo úmerná prúdu tečúcemu vo vychýľovacej cievke. Pre overenie si zmeriame závislosť výchylky na vychýľovacom prúde počas konštantného urýchľovacieho napätia a závislosť výchylky na urýchľovacom napätí počas konštantného vychýľovacieho prúdu. Aby platil vzťah (3) mali by byť tieto závislosti lineárne.



Obr.1: Silové pôsobenie magnetického poľa na elektrónový zväzok

Vzťah pre výchylku elektronového paprsku na tienidle:

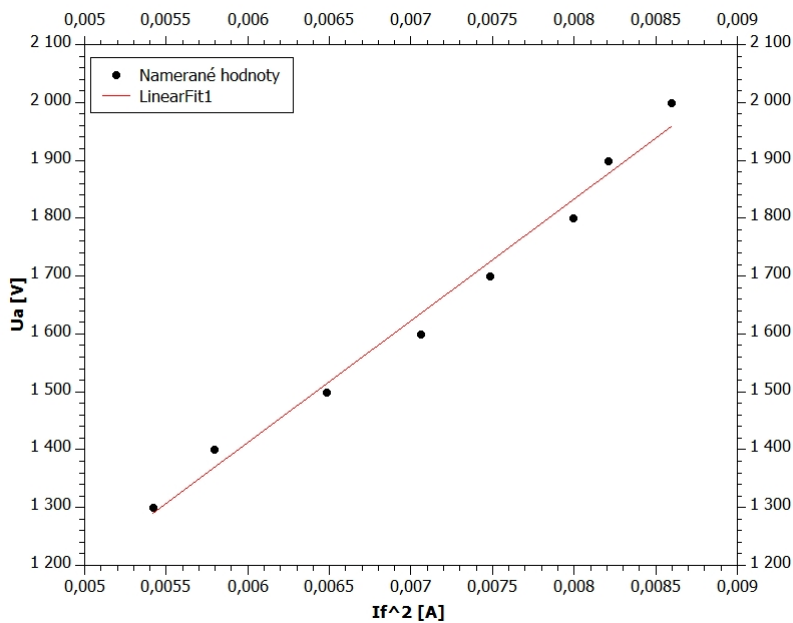
$$y = \sqrt{\frac{e}{2m}} L_1 L_2 \frac{B}{\sqrt{U_a}} \quad (3)$$



Obr.2: Schéma zapojenia experimentu

3. Meranie

3.1. Krátka magnetická čočka



Obr.3: Určovanie ohniskovej vzdialenosti krátkej magnetickej čočky

$$a = (2,49 \pm 0,26) \cdot 10^5 \quad b = (-1,9 \pm 2) \cdot 10^2$$

$$a = \frac{n^2 f}{98r} \Rightarrow f = \frac{98ra}{n^2}$$

$$n = 850 \quad r = 2 \text{ cm}$$

$$f = (57 \pm 7) \text{ cm}$$

U_a [kV]	I_f [mA]	I_f^2 [A]
2	92,7	0,008593
1,9	90,6	0,008208
1,8	89,4	0,007992
1,7	86,5	0,007482
1,6	84	0,007056
1,5	80,5	0,006480
1,4	76,1	0,005791
1,3	73,6	0,005417

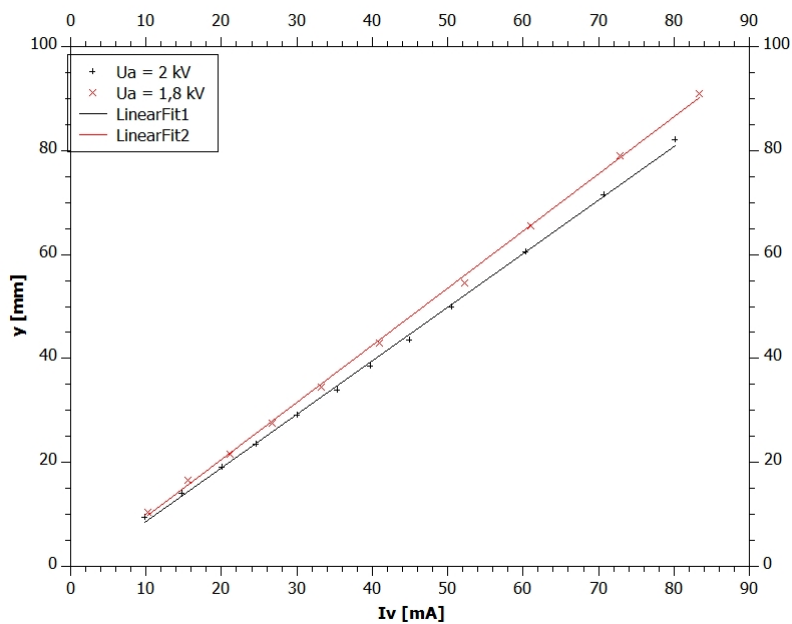
Tab.1: Namerané hodnoty na výpočet ohniskovej vzdialenosti krátkej magnetickej čočky

3.2. Magnetické vychýľovanie

3.2..1 Závislosť $y = f(I_v)$

$U_a = 2$ kV		$U_a = 1,8$ kv	
I_v [mA]	y [mm]	I_v [mA]	y [mm]
9,9	9,5	10,3	10,5
14,8	14	15,5	16,5
20,1	19	21,2	21,5
24,6	23,5	26,7	27,5
30,0	29	33,2	34,5
35,3	34	41,0	43
39,7	38,5	52,2	54,5
44,9	43,5	61,0	65,5
50,5	50	72,8	79
60,4	60,5	83,4	91
70,7	71,5		
80,1	82		

Tab.2: Namerané hodnoty závislosti $y = f(I_v)$

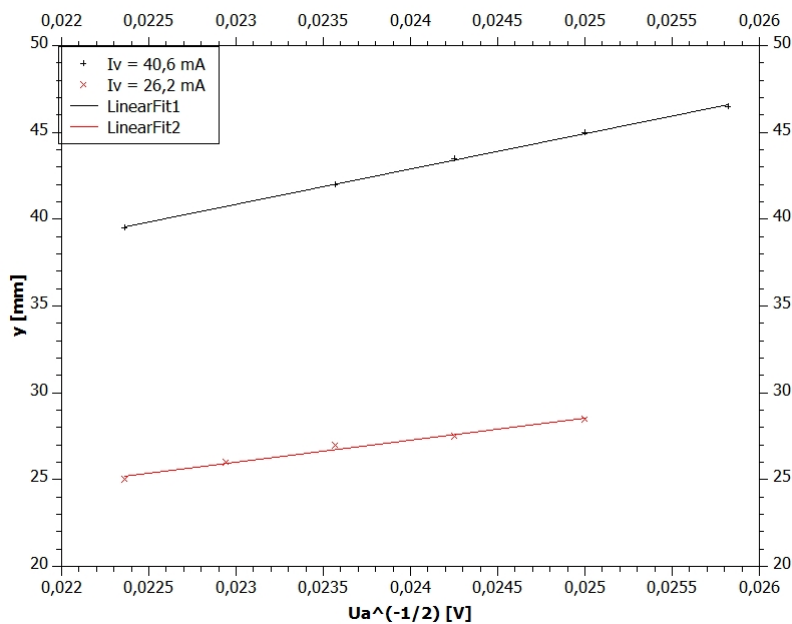


Obr.4: Graf závislosti $y = f(I_v)$

3.2..2 Závislosť $y = f(U_a^{-1/2})$

$I_v = 40,6 \text{ mA}$		$I_v = 26,2 \text{ mA}$	
$U_a^{-1/2} \text{ [V]}$	$y \text{ [mm]}$	$U_a^{-1/2} \text{ [V]}$	$y \text{ [mm]}$
0,0224	39,5	0,0224	25
0,0236	42	0,0229	26
0,0243	43,5	0,0236	27
0,0250	45	0,0243	27,5
0,0258	46,5	0,0250	28,5

Tab.3: Namerané hodnoty závislosti $y = f(U_a^{-1/2})$



Obr.5: Graf závislosti $y = f(U_a^{-1/2})$

4. Záver

V prvej časti úlohy sme z merania urýchľovacieho napätia (U_a) a fokusačného prúdu (I_f) určovali ohniskovú vzdialenosť krátkej magnetickej čočky. Hodnota nám vyšla:

$$f = (57 \pm 7) \text{ cm}$$

Chyba by sa dala znížiť použitím lepšieho meradla a lepším zatemnením miestnosti.

V druhej časti úlohy sme overovali vzťah pre magnetické vychýľovanie. Pre platnosť vzťahu by mala byť zostrojené grafy závislosti $y = f(I_v)$ a $y = f(U_a^{-1/2})$ pre rôzne hodnoty lineárne. Grafy na obrázkoch 4 a 5 to dokazujú.