

Fyzikální praktika 3

Pohyb nábojů v elektrickém a magnetickém poli

Petr Šafařík

Měřeno: 3. dubna 2007

Zkompilováno: 3. dubna 2007 v systému L^AT_EX 2_ε

1 Zadání

- Ověřit platnost vztahu $U_a = \frac{fn^2}{98r} \cdot I_f^2$ a určit ohniskovou vzdálenost el.-mag. čočky.
- Sestrojit graf závislosti $y = f_1(I_v)$
- Sestrojit graf závislosti $y = f_2 \frac{1}{\sqrt{U_a}}$

2 Měření

Poté, co jsem sestavil aparaturu dle návodu [2] jsem začal měřit. Prvním úkolem (viz část (1) na stránce 1) bylo ověření vztahu (1).

$$U_a = \frac{fn^2}{98r} \cdot I_f^2 \quad (1)$$

Výsledky teoretické hodnoty oproti hodnotám naměřeným jsou shrnuty v tabulce (1).

2.1 Ohnisková vzdálenost čočky

Prvně určíme ohniskovou vzdálenost el.-mag. čočky. Naměřené hodnoty 'nafitujeme' lineární funkcí a dásledně ze směrnice spočteme hledanou ohniskovou vzdálenost.

Výstup z fitu naměřených hodnot přímkou:

```
[3.4.2007 10:27 "/Graph1" (2454193)]  
Linear Regression for ukol1_Ifm2:  
Y = A + B * X
```

```
Parameter Value Error  
-----  
A -64,21889 31,63732  
B 107373,78027 2620,57735  
-----
```

Z tohoto fitu plyne, že v rovnici (1) je člen $\frac{fn^2}{98r}$ roven $\frac{fn^2}{98r} = (107000 \pm 3000)$
Je tedy jasné, že:

$$f = \frac{107000 \cdot 98r}{n^2}$$

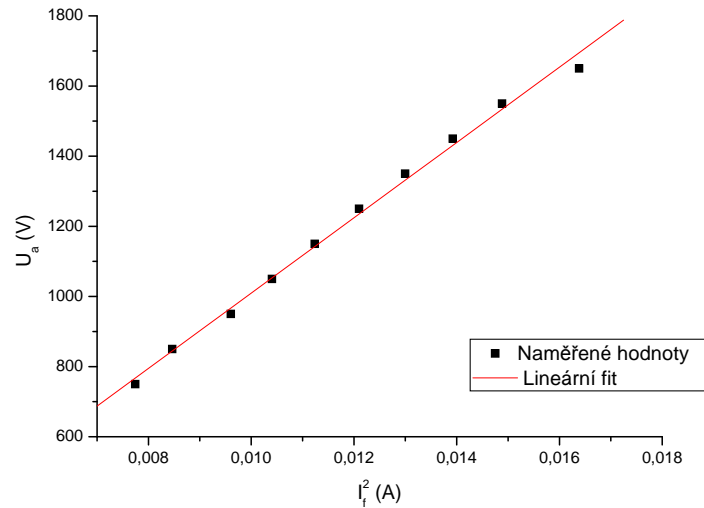
kde $n = 850$ je počet závitů v cívce
 $r = 2$ cm je poloměr cívky
 $98 = 98$ je konstanta.

$$f = (0,290 \pm 0,008) \text{ m}$$

2.2 Ověření vztahu (1)

Ověření vztahu (1) provedeme jako porovnání teoretických a naměřených hodnot U_a pro konkrétní I_a . Toto porovnání je v tabulce (1).

Obrázek 1: Ohnisková vzdálenost čočky - lineární fit naměřených hodnot



Tabulka 1: Porovnání teoretických a naměřených hodnot U_a

| I_f [A] | $U_{a(meas)}$ [V] | $U_{a(theor)}$ [V] | ΔU_a [V] |
|-----------|-------------------|--------------------|------------------|
| 0,01638 | 1650 | 1751,45796 | 101,45796 |
| 0,01488 | 1550 | 1591,10719 | 41,10719 |
| 0,01392 | 1450 | 1488,4827 | 38,4827 |
| 0,013 | 1350 | 1389,27903 | 39,27903 |
| 0,0121 | 1250 | 1293,49617 | 43,49617 |
| 0,01124 | 1150 | 1201,13413 | 51,13413 |
| 0,0104 | 1050 | 1112,19291 | 62,19291 |
| 0,0096 | 950 | 1026,6725 | 76,6725 |
| 0,00846 | 850 | 904,80592 | 54,80592 |
| 0,00774 | 750 | 827,83755 | 77,83755 |

Naměřené hodnoty jsou o něco menší, než vychází hodnoty teoretické, ale myslím, že to je v rámci chyby — vnitřní odpory součástek, kapacity apod. Podstatné je, že naměřené hodnoty vychází opět lineárně.

2.3 Ověření vztahu (2)

Druhým úkolem je ověření platnosti rovnice (2). Ověření bude probíhat ve dvou krocích: důkazu linearity funkce $y = f_1(I_v)$ a následně linearita funkce $y = f_1\left(\frac{1}{\sqrt{U_a}}\right)$.

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

2.3.1 Graf závislosti $y = f_1(I_v)$

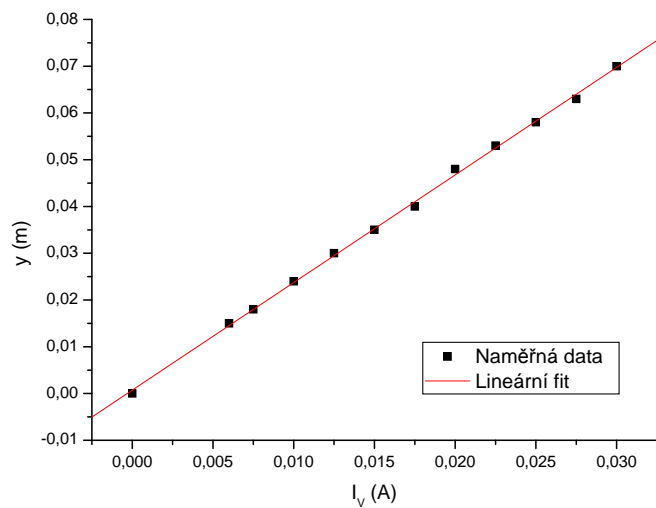
Tabulka 2: Závislost $y = f_1(I_v)$ pro $U_a = 1150$ [V]

| I_a [A] | y [m] |
|-----------|---------|
| 0 | 0 |
| 0,005 | 0,015 |
| 0,0075 | 0,023 |
| 0,01 | 0,028 |
| 0,0125 | 0,035 |
| 0,015 | 0,04 |
| 0,0175 | 0,046 |
| 0,02 | 0,052 |
| 0,0225 | 0,058 |
| 0,025 | 0,058 |
| 0,0275 | 0,07 |
| 0,03 | 0,079 |

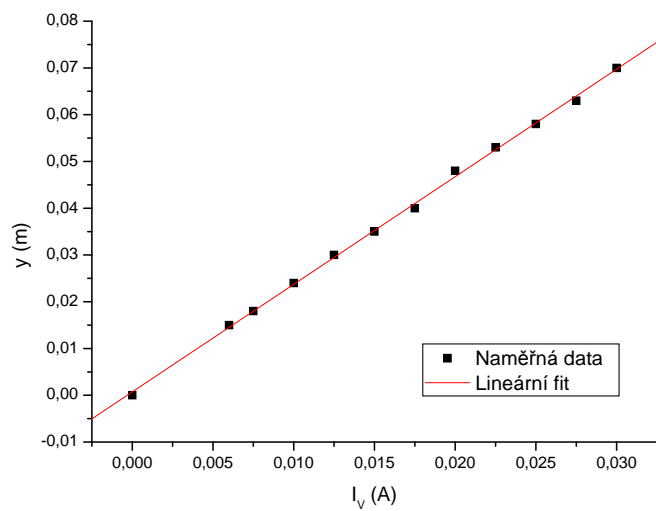
Tabulka 3: Závislost $y = f_1(I_v)$ pro $U_a = 1500$ [V]

| I_a [A] | y [m] |
|-----------|---------|
| 0 | 0 |
| 0,006 | 0,015 |
| 0,0075 | 0,018 |
| 0,01 | 0,024 |
| 0,0125 | 0,03 |
| 0,015 | 0,035 |
| 0,0175 | 0,04 |
| 0,02 | 0,048 |
| 0,0225 | 0,053 |
| 0,025 | 0,058 |
| 0,0275 | 0,063 |
| 0,03 | 0,07 |

Obrázek 2: Graf závislosti $y = f_1(I_v)$ pro $U_a = 1150 [V]$



Obrázek 3: Graf závislosti $y = f_1(I_v)$ pro $U_a = 1500 [V]$



V obou případech vychází lineární tendence naměřených dat.

2.4 Graf závislosti $y = f_2 \frac{1}{\sqrt{U_a}}$

Tabulka 4: Závislost $y = f_1 \left(\frac{1}{\sqrt{U_a}} \right)$

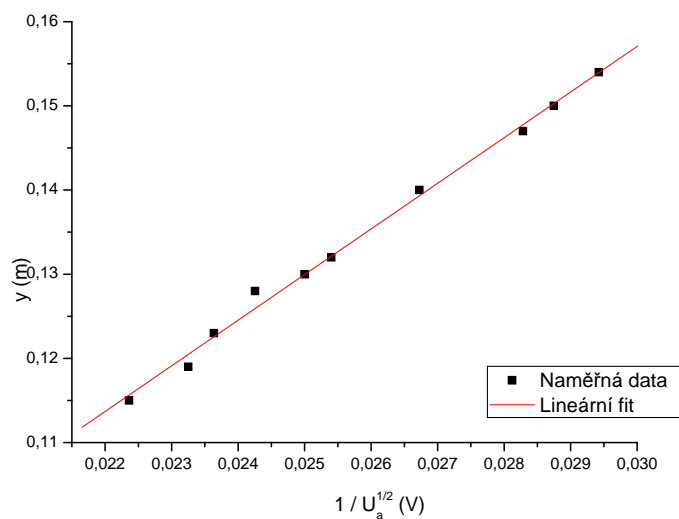
| $\frac{1}{\sqrt{U_a}}$ [V] | y [m] |
|----------------------------|---------|
| 0,022 | 0,115 |
| 0,023 | 0,119 |
| 0,024 | 0,123 |
| 0,024 | 0,128 |
| 0,025 | 0,130 |
| 0,026 | 0,132 |
| 0,027 | 0,140 |
| 0,028 | 0,147 |
| 0,029 | 0,150 |
| 0,030 | 0,154 |

Tabulka 5: Závislost $y = f_1 \left(\frac{1}{\sqrt{U_a}} \right)$

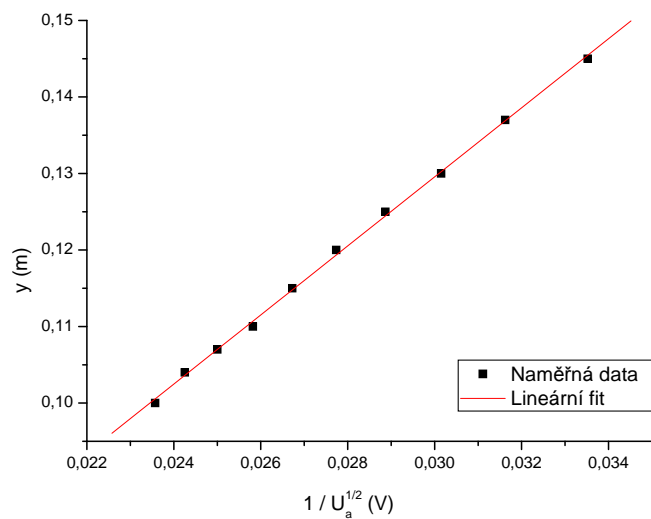
| $\frac{1}{\sqrt{U_a}}$ [V] | y [m] |
|----------------------------|---------|
| 0,023 | 0,100 |
| 0,024 | 0,104 |
| 0,025 | 0,107 |
| 0,025 | 0,110 |
| 0,027 | 0,115 |
| 0,028 | 0,120 |
| 0,029 | 0,125 |
| 0,030 | 0,130 |
| 0,032 | 0,137 |
| 0,034 | 0,145 |

Opět v obou případech vychází lineární tendence naměřených dat (viz obrázky (4) a (5) na straně (7)).

Obrázek 4: Graf závislosti $y = f_1(I_v)$



Obrázek 5: Graf závislosti $y = f_1(I_v)$



3 Závěr

V tomto protokolu neuvádím jakoukoli teorii, protože je plně popsána v C.Tesař, D.Trunec, Z.Ondráček: Fyzikální praktikum III. [2].

V první části bylo mým úkolem ověřit rovnici (1). Toto jsem ověřil výpočtem a srovnání s naměřenými hodnotami. Rozdíl je dle mého v nezapočtených jevech.

Dále jsem určil ohniskovou vzdálenost elektromagnetické čočky. Tato hodnota vyšla $f = (0,290 \pm 0,008)$ m.

V druhé části jsem následně ověřil rovnici (2).

Celkem výsledky byly podle očekávání.

4 Poznámky

Reference

- [1] Origin 7.0 SR0 v7.0220(B220) — <http://www.OriginLab.com>
- [2] C.Tesař, D.Trunec, Z.Ondráček: Fyzikální praktikum III., KFE PřF MU, Brno, 2002
<ftp://ftp.muni.cz/pub/muni.cz/physics/education/textbook/praktikum3.pdf>
- [3] GNU Octave, version 2.1.72 (i486-pc-linux-gnu)