

# Měření měrného náboje elektronu

T.Vicek, SPŠSE Dukelská 13, České Budějovice  
tomvicek2@seznam.cz

T. Vymazal, RG a ZŠ Prostějov, Studentská 2  
vyma.96@gmail.com

## Abstrakt:

Jednou z často používaných fyzikálních konstant je měrný náboj elektronu, jehož běžně udávaná hodnota je  $e/m = 1,758820088 \cdot 10^{11} \pm 39 \cdot 10^2 \text{ C/kg}$  [1]. Naším cílem bylo tento údaj změřit. Pro změření této hodnoty jsme použili měření v příčném magnetickém poli. Výsledek měření v příčném magnetickém poli se rovnal  $e/m = (185 \pm 3) \cdot 10^9 \text{ C/kg}$ .

## 1 Úvod

Pokus měření měrného náboje elektronu provedl prvně Joseph John Thomson. Tenhle britský fyzik a nositel Nobelovy ceny zkoumal stejně jako my poměr mezi nábojem elektronu a hmotností elektronu. Vycházeli jsme ze silového působení magnetického pole na pohyb elektronů, které je popsáno Lorentzovou silou.

## 2 Měření

### Pomůcky

K pokusu je zapotřebí zdroj elektrického proudu připojeného k cívkám, zdroj napětí pro katodu a další zdroj pro urychlování elektronů, voltmetr měřící urychlovací napětí a ampérmetr připojený k cívkám. Vzduchotěsná baňka je naplněná vzácným plynem. V baňce se nachází katoda, která emituje elektrony. K pokusu je dále zapotřebí dvou cívek, které vytváří v baňce magnetické pole kolmé na směr elektronů vylétajících z katody. Celá aparatura je vidět na Obr. 1.

## Princip a postup

Při pokusu se zjišťovala trajektorie elektronů v závislosti na urychlovacím napětí a proudu v cívkách. Z praktických důvodů, jsme zvolili kruhovou trajektorii, u které jsme měřili její průměr. Ze vzorce pro Lorentzovu sílu

$$\vec{F}_{mg} = -e (\vec{v} \times \vec{B}) \quad (1)$$

vyplývá, že pokud chceme aby byla trajektorie elektronů v jedné rovině musí být vektor jejich rychlosti kolmý na vektor magnetické indukce. Lorentzova síla se projevuje jako dostředivá, takže platí následující rovnost (2).

$$\frac{mv^2}{r} = veB \quad (2)$$

Porovnáním kinetické a elektrické práce dostaneme rovnost (3)

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU \quad (3)$$

Použitím vztahu (2) a (3) dostaneme vzorec výpočtu měrného náboje elektronu.

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{r^2 B^2} \quad (4)$$

Pro magnetické pole generované cívkami platí

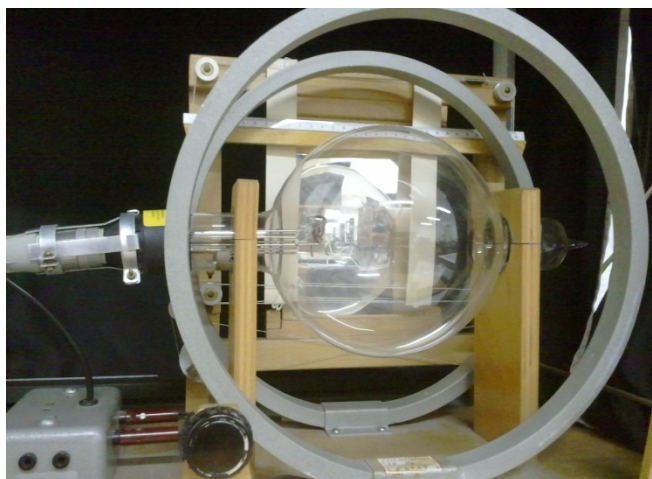
$$B = kI \quad (5)$$

Kde k je parametrem cívek v našem případě se rovná  $k = 0,781 \cdot 10^{-3} \text{ T/A}$

Výsledný měrný náboj jsme vypočítali ze vzorce (6)

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{r^2 k^2 I^2} \quad (6)$$

Kde U je urychlovací napětí změřené voltmetrem, I je proud procházející cívkami, r je poloměr kruhu trajektorie proudu elektronů.[2]



Obr. 1: Baňka s cívkami

Měření	U [V]	I [A]	2r [cm]	e/m [C/kg]
1	100	1,00	8,0	2,049E+11
2	120	1,00	9,1	1,901E+11
3	120	0,75	12,3	1,849E+11
4	140	1,25	7,9	1,883E+11
5	150	1,25	8,5	1,743E+11
6	160	1,25	8,6	1,816E+11
7	160	1,50	7,1	1,850E+11
8	180	1,50	7,6	1,817E+11
9	180	1,25	9,0	1,865E+11
10	180	1,00	11,7	1,725E+11

Tab. 1: Naměřené hodnoty v příčném magnetickém poli

Výsledná naměřená hodnota  $1,85 \cdot 10^{11} \pm 0,03 \cdot 10^{11}$  C/kg

### 3 Závěr

Naše výsledná hodnota měrného náboje elektronu naměřena v kolmém magnetickém poli je  $(1,85 \cdot 10^{11} \pm 0,03 \cdot 10^{11})$  C/kg. Pro porovnání skutečný měrný náboj elektronu je  $e/m = 1,758820088 \cdot 10^{11} \pm 39 \cdot 10^2$  C/kg [1]. A tedy naše odchylka je přibližně 4,9%.

Tato odchylka je způsobena nepřesným měřením průměru trajektorie elektronů a nepřesností přístrojů.

### Poděkování

-Našemu supervizorovi Otu Kukralovi

-Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT

## Reference:

[1] WIKIPEDIA *Mass-to-charge* online [cit.18.6.2013]

<[https://en.wikipedia.org/wiki/Mass-to-charge\\_ratio](https://en.wikipedia.org/wiki/Mass-to-charge_ratio)>

[2] NÁVOD K ÚLOZE [cit.18.6.2013]

<[http://praktikum.fjfi.cvut.cz/pluginfile.php/425/mod\\_resource/content/1/12a-edm.pdf](http://praktikum.fjfi.cvut.cz/pluginfile.php/425/mod_resource/content/1/12a-edm.pdf)>