ZNAK_ZCU

Laboratorní měření

**3. Ohyb dráhy elektronu v magnetickém poli**

(měřený na zařízení Leybold)

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Vypracoval:** | Michal Procházka |
| **Osobní číslo:** | *A11B0466P* |
| **Datum měření:** | *30.10.2012* |

# Měřící potřeby a přístroje:

# Obecná část:

Pohybuje-li se elektron v magnetickém a elektrickém poli, působí na něj Lorentzova síla: , kde ***e*** je velikost náboje elektronu, ***E*** intenzita elektrického pole, ***v*** rychlost elektronu a ***B*** magnetická indukce. Měrný náboj elektronu je poměr velikosti náboje **e** elektronu k jeho hmotnosti **m**.

Stanovit měrný náboj elektronu lze pomocí skleněné baňky s elektronovou tryskou, plněné plynem o nízkém tlaku. Z elektronové trysky vychází paprsek tvořený elektrony s konstantní rychlostí. Při své cestě plynem excitují a ionizují jeho atomy, ty vyzařují fotony, takže dráhu paprsku lze ve tmě dobře pozorovat.

Elektronová tryska se skládá ze žhavené katody, z níž vystupují elektrony, Wehneltova válce a kónické anody s otvorem. Záporné předpětí na Wehneltově válci řídí množství elektronů opouštějících prostor katody a fokusuje jejich tok do malého prostoru. Elektrony jsou urychleny elektrickým polem mezi katodou a anodou, jež je připojena na napětí U, a získají tak kinetickou energii:, kde **e** je náboj elektronu . Urychlené elektrony projdou otvorem v anodě a dostanou se do prostoru bez elektrického pole, kde pokračují dále vlastní setrvačností.

Platí-li vztah , elektronový svazek by se měl v magnetickém poli ohýbat. V našem experimentálním uspořádání je intenzita elektrického pole E = 0 a magnetické pole je kolmé na rychlost elektronů letících z trysky. Jak plyne z definice vektorového součinu, je směr síly F stále kolmý na rychlost, což je ovšem případ pohybu po kružnici, kde je dostředivá síla rovněž stále kolmá na obvodovou rychlost. Právě tato síla „udržuje“ těleso na kruhové dráze. Elektron bude tedy opisovat kružnici tak, že nastane rovnost mezi Lorentzovou silou a odstředivou silou: , kde **R** je poloměr kružnice a **m** je hmotnost elektronu. Konečný vztah pro měrný náboj elektronu: .

Na vytvoření značně homogenního magnetického pole se používají Helmholtzovy cívky. Helmholtzovy cívky se skládají ze dvou cívek umístěných ve vzájemné vzdálenosti rovné jejich poloměru r tak, že jejich osy splývají. Cívky jsou zapojeny v sérii tak, aby jimi protékal proud v souhlasném smyslu. Magnetické pole má tedy od obou cívek stejný směr, rovnoběžný s osou cívek.

# Pracovní úkol:

1. Podle pokynu vyučujícího zvolte průměr kružnice pohybu elektronů a nastavte podle toho odečítací zařízení.
2. Anodové napětí měňte v rozsahu 200 až 350 V po 10V. Pro každé napětí zjistěte potřebný proud Helmholtzových cívek. Nepřekračujte maximální proud cívek 2A!
3. Vypočtete pro každé měření měrný náboj elektronu ze vzorce
4. Z vypočítaných hodnot měrného náboje elektronu určete aritmetický průměr, jeho směrodatnou chybu a výsledek porovnejte s tabulkovou hodnotou.

# Postup měření:

Pro určité urychlovací napětí U nastavíme takové magnetické pole, aby elektrony opisovaly kružnici zvoleného poloměru. Poloměr kružnice opisované elektronovým paprskem lze odečíst měřicím zařízením se dvěma posuvnými ryskami, namontované na Helmholtzových cívkách, které jsem nastavil na průměr podle pokynů a to na 10cm (r=5cm). Měření jsem provedl vícekrát pro různá urychlovací napětí, abych mohl stanovit statistickou chybu. Měření jsem provedl celkem 16 krát.

Na zadní cívce je zrcátko, které zajišťuje kolmý pohled při odečítání. Při měření je třeba dostat do zákrytu vnitřní hranu rysky, měřený předmět a jeho zrcadlový obraz – v našem případě osu elektronového paprsku, nebo elektronovou trysku.

**Naměřené hodnoty**

Tabulka naměřených hodnot od 200V do 350V s krokem 10V

|  |  |
| --- | --- |
| ***U[V]*** | ***I[A]*** |
|  | |
| *200* | *1,01* |
| *210* | *1,08* |
| *220* | *1,15* |
| *230* | *1,20* |
| *240* | *1,23* |
| *250* | *1,26* |
| *260* | *1,31* |
| *270* | *1,33* |

|  |  |
| --- | --- |
| ***U[V]*** | ***I[A]*** |
|  | |
| *280* | *1,35* |
| *290* | *1,37* |
| *300* | *1,40* |
| *310* | *1,44* |
| *320* | *1,47* |
| *330* | *1,50* |
| *340* | *1,54* |
| *350* | *1,56* |

**Vypočtené hodnoty**

Výpočet měrného náboje elektronu pomocí vzorce , pro každé měření.

Výpočet indukce magnetického pole vypočteme pomocí vzorce

N = 130, což je počet závitů jedné cívky a poloměr cívky r = 0,155m.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***U[V]*** | ***I[A]*** |  |
|  | |  |
| *200* | *1,01* | 2,75781E+11 |
| *210* | *1,08* | 2,5325E+11 |
| *220* | *1,15* | 2,33994E+11 |
| *230* | *1,20* | 2,24669E+11 |
| *240* | *1,23* | 2,2314E+11 |
| *250* | *1,26* | 2,21501E+11 |
| *260* | *1,31* | 2,13112E+11 |
| *270* | *1,33* | 2,14703E+11 |
| *280* | *1,35* | 2,16106E+11 |
| *290* | *1,37* | 2,17337E+11 |
| *300* | *1,40* | 2,15299E+11 |
| *310* | *1,44* | 2,10288E+11 |
| *320* | *1,47* | 2,08301E+11 |
| *330* | *1,50* | 2,06304E+11 |
| *340* | *1,54* | 2,01658E+11 |
| *350* | *1,56* | 2,023E+11 |

Pro výpočet aritmetického průměru z vypočtených hodnot použijeme vzorec:

Pro výpočet směrodatné chyby jsem použil vzorec :

**Závěr:**

Výpočet průměru měrného náboje elektronu z naměřených hodnot vyšel

, porovnání výsledku s tabulkovou hodnotou, která je , lze jasně říci, že měření nedopadlo úspěšně.

Chyba nastala při zjišťování potřebného proudu Helmholtzových cívek pro každé napětí, protože naměření hodnoty byly nízké. Směrodatná chyba vyšla .