

WYZNACZANIE ŁADUNKU WŁAŚCIWEGO ELEKTRONU

Zagadnienia teoretyczne

1. Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym i magnetycznym.
2. Metody wyznaczania e/m .
3. Budowa i zasada działania lampy oscyloskopowej.
4. Pole magnetyczne solenoidu. Cewki Helmholtza.

Część doświadczalna

- I. Wyznaczanie e/m w podłużnym polu magnetycznym.
 1. Wyznaczyć gęstość liniową solenoidu.
 2. Do płytek odchylających lampy oscyloskopowej przyłożyć zmienne napięcie powodujące rozproszenie katowe wiązki elektronów.
 3. Dla napięcia U przyspieszającego elektrony (od 300 do 1500V, co 100V) znaleźć natężenie prądu I wytwarzającego w solenoidzie pole magnetyczne najlepiej ogniskujące wiązkę na ekranie oscyloskopu.
 4. Pomiary wykonać dla obu par płytek odchylających.
- II. Wyznaczanie e/m w poprzecznym polu elektrycznym (magnetycznym).
 1. Przy wyłączonych zasilaczach napięcia płytek odchylających i prądu cewek Helmholtza ustawić plamkę na środku ekranu.
 2. Znaleźć napięcia płytek odchylających (prądy cewek) powodujące wychylenie plamki na ekranie lampy o zaznaczone na ekranie działki.
 3. Pomiary powtórzyć dla przeciwnej polaryzacji napięcia zasilającego płytki odchylające (przeciwnego kierunku przepływu prądu przez cewki).
- III. Wyznaczanie e/m metodą Thomsona
 1. Przy wyłączonych zasilaczach napięcia płytek odchylających i prądu cewek Helmholtza ustawić plamkę na środku ekranu.
 2. Ustawić wychylenie plamki na ekranie lampy regulując napięcie płytek odchylających.
 3. Skompensować wychylenie wiązki elektronów polem magnetycznym tj. regulując prąd płynący przez cewki Helmholtza.
 4. Pomiary powtórzyć dla innych wychyleń wiązki oraz dla przeciwnych kierunków działania obu pól.

Opracowanie wyników

- I. Wyznaczanie e/m w podłużnym polu magnetycznym
 1. Obliczyć wartości e/m dla każdego pomiaru, wartość średnią dla serii pomiarowych oraz ich niepewności.
 2. Wykreślić zależność $U = f(I^2)$. Wyliczyć wartość e/m ze współczynnika kierunkowego prostej regresji i jej niepewność.
Ilość zwojów solenoidu – 510, odległość płytek od ekranu: płytki nr 1 – 83 +/- 0,1 mm
płytki nr 2 – 102 +/- 0,1 mm

$$\frac{e}{m} = 8 \left(\frac{1\pi}{\mu_0 b N} \right)^2 \frac{U}{I^2}$$

- II. Wyznaczanie e/m w poprzecznym polu elektrycznym (magnetycznym).
Korzystając ze wzorów określających wychylenie wiązki w polu elektrycznym Y_E i magnetycznym Y_B wyliczyć e/m dla każdej wartości wychylenia, wartości średnie i ich niepewności pomiarowe.

Wychylenie wiązki w polu elektrycznym Y_E :

$$\frac{e}{m} = \frac{2av^2}{UL(L+2d)} Y_E$$

U – napięcie przyłożone do płytek odchylających,

v – prędkość wiązki elektronów = $102,7 * 10^5$ (m/s) +/- 5%,

d – odległość między płytkami odchylającymi $d = 4$ mm,

a – długość płytek odchylających $a = 11$ mm,

l – odległość płytek od ekranu $l = 90$ mm.

Wychylenie wiązki w polu magnetycznym Y_B :

$$\frac{e}{m} = \frac{5\sqrt{5} vR}{8\mu_0 zL(L+2d)I} Y_B$$

I – prąd płynący przez cewki Helmholtza,

μ_0 – przenikalność magnetyczna próżni = $1,256 * 10^{-6}$ Vs/Am,

v – prędkość wiązki elektronów = $102,7 * 10^5$ (m/s) +/- 5%,

b – szerokość obszaru działania pola magnetycznego = 11 mm,

L – odległość działania pola magnetycznego od ekranu = 90 mm,

z – ilość zwojów w cewce Helmholtza = 650,

R – promień cewek Helmholtza = 50 mm.

III. Wyznaczanie e/m metodą Thomsona.

1. Wyliczyć wartość prędkości elektronów z warunku równoważenia się sił. Policzyc niepewność wartości prędkości.
2. Wstawiając wartość prędkości do wzoru na wychylenie wiązki przy działaniu tylko pola elektrycznego Y_E (lub magnetycznego Y_B) wyznaczyć ładunek właściwy elektronu i jego niepewność.
3. Obliczenia powtórzyć dla wszystkich zmierzonych wartości wychylenia wiązki.
4. Wyznaczyć wartość średnią e/m i jej niepewność.

Literatura

1. S.Frisz, A.Timoriewa – Kurs fizyki, t.2
2. E.Szpolski – Fizyka atomowa
3. G.Białkowski – Mechanika klasyczna
4. D. Halliday, R. Resnick, J.Walker—Podstawy fizyki, t.3
5. J. Jukowski, Instrukcja obsługi stanowiska laboratoryjnego „Wyznaczanie stosunku e/m elektronu metodą Thomsona”