



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

PRACOWNIA FIZYCZNA 1

Instytut Fizyki
Centrum Naukowo Dydaktyczne



P1-E1. Wyznaczanie ładunku właściwego elektronu metodą poprzecznego pola magnetycznego (lampa Thomsona)

Zagadnienia

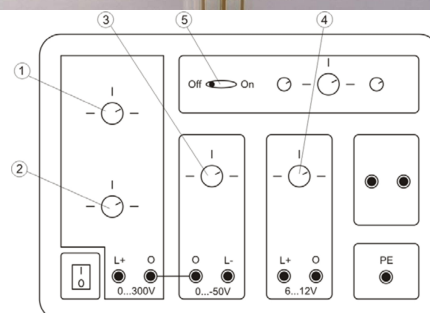
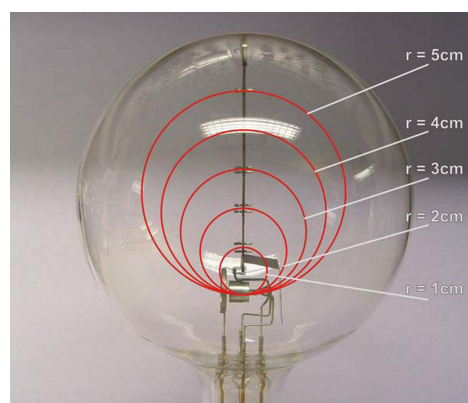
Ładunek i masa elektronu. Ładunek właściwy elektronu. Ruch elektronu wpadającego z prędkością \vec{v} w obszar pola magnetycznego o indukcji \vec{B} , skierowanej prostopadle do prędkości. Prędkość v elektronu rozprzeczona różnicą potencjałów U . Ruch elektronu w badanym układzie. Wyprowadzenie zależności między napięciem U przyspieszającym elektrony i indukcją B pola magnetycznego.

1 Wprowadzenie

→ Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym

2 Układ pomiarowy

Lampa Thomsona to bańka szklana, wypełniona powietrzem pod szczątkowym ciśnieniem. Głównym elementem lampy jest działło promieni katodowych, czyli elektronów emitowanych z katody. Promienie katodowe widoczne są w ciemności jako pomarańczowe smugi. Trajektorię promieni zakrzywia w okrąg zewnętrzne, jednorodne pole magnetyczne, którego źródłem są dwie jednakowe cewki ustawione w tzw. *układ Helmholtza*, czyli na wspólnej osi, w odległości równej promieniowi cewek. Regulując napięcie przyspieszające (a więc prędkość elektronów) lub prąd płynący przez cewki (indukcję pola magnetycznego obecnego w obszarze lampy), można uzyskać różne promienie okręgów. Promień okręgu odczytuje się na drabince, zamontowanej nad źródłem promieni katodowych. Pierwszy szczebel, najbliższy źródłu elektronów oznacza okrąg o promieniu r równym 1 cm, drugi o promieniu 2 cm, itd. Drabinka jest podwójna w celu eliminacji błędu paralaksy, czyli błędu odstępstwa od prostopadłego patrzenia (wiązka oraz odpowiednie szczebelki obu drabinek muszą się pokrywać).



Lampa Thomsona i panel zasilacza

Zadaniem eksperymentatora jest znalezienie takich par prąd cewki I - napięcie przyspieszające U , dla których promień okręgu jest jednakowy.

Układ pomiarowy składa się z lampy Thomsona, zasilacza lampy oraz zasilacza prądu stałego płynącego w cewkach Helmholtza. Sterowanie parametrami ustawienia lampy odbywa się przy pomocy pokręteł oznaczonych na rysunku numerami: (1) - regulacja napięcia przyspieszającego U , (2) - regulacja prądu elektro-

nów, (3) - pokrętło regulacji napięcia siatki (elementu porządkującego przepływ elektronów), (4) - pokrętło regulacji napięcia żarnika ogrzewającego katodę, (5) - przełącznik On/Off wiązki elektronów.

3 Pomiary

1. Włączyć zasilacz cewek Helmholtza. Pokrętło regulacji napięcia ustawić w połowie zakresu.
2. Na wyłączonym zasilaczu napięcia przyspieszającego elektrony, ustawić: pokrętłem nr (1) napięcie przyspieszające lampy U na 0 V, pokrętłem nr (2) max prąd lampy na 50 mA, pokrętłem nr (3) napięcie siatki na 0 V oraz pokrętłem nr (4) napięcie żarnika na 0 V.
3. Włączyć zasilacz napięcia przyspieszającego elektrony. Ustawić napięcie żarnika (pokrętło nr (4)) na 10 V. Nie należy przekraczać wartości 10.5 V. Ustawić zadaną wartość napięcia przyspieszającego U na 300 V (pokrętło (1)) .
4. Znaleźć taki prąd w cewkach Helmholtza I_H , by uzyskać promień wiązki elektronów równy 2 cm.
5. Powtórzyć pomiary dla napięć przyspieszających U o malejących co 25 V wartościach (tabela).

U, V	I_H , A			
	$r = 2$ cm	$r = 3$ cm	$r = 4$ cm	$r = 5$ cm
300				
275				
⋮				
100				

6. Powtórzyć pomiary dla promieni r o wartościach 3, 4 i 5 cm.

Uwaga: po wykonaniu ćwiczenia pokrętła nr (1) i nr (4) ustawić w pozycji „0”, a następnie wyłączyć zasilacz napięcia przyspieszającego. Ustawić prąd na zasilaczu prądu w cewkach na 0 A i wyłączyć.

4 Opracowanie wyników pomiarów

1. Przeliczyć wartość prądu cewek Helmholtza I_H na wartość indukcji pola magnetycznego

$$B = kI_H = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \mu_0 \frac{N}{R} I_H,$$

gdzie μ_0 - bezwzględna przenikalność magnetyczna próżni, $N = 124$ - liczba zwojów w cewkach Helmholtza, $R = 147.5$ mm – promień cewek (równy odległości między cewkami).

2. Wykreślić zależność $U(r^2 B^2)$ dla wszystkich promieni. Zależności powinny być liniowe. Na wykres nanieść słupki niepewności dla wielkości mierzonych bezpośrednio.
3. Metodą regresji liniowej wyznaczyć współczynniki kierunkowe prostych. Zapisać je w odpowiednim formacie z niepewnościami i jednostkami.
4. Wyprowadzić zależność między napięciem U przyspieszającym elektrony a indukcją B pola magnetycznego. Na podstawie współczynników nachylenia i w oparciu o wyprowadzone równanie, wyznaczyć ładunek właściwy e/m dla każdego wykresu.
5. Korzystając z prawa propagacji wyznaczyć niepewności $u(e/m)$ dla każdego wykresu i zapisać wyniki w odpowiednim formacie, pamiętając o jednostkach.
6. Metodą średniej ważonej wyznaczyć średnią wartość e/m i jej niepewność $u(e/m)$. Zapisać wynik w odpowiednim formacie.
7. Obliczyć niepewność rozszerzoną $U(e/m)$. Przeprowadzić test zgodności z wartością tablicową.