Wyznaczanie ładunku właściwego elektronu metodą poprzecznego pola magnetycznego

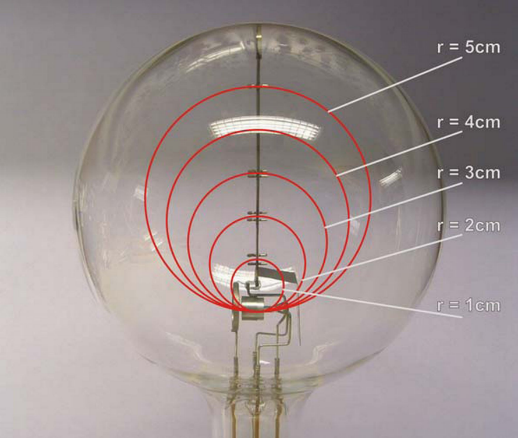
**Elektron** jest jednym z elementów atomu. Jego ładunek elektryczny jest równy   
,natomiast jego masa spoczynkowa wynosi około   
. **Ładunek właściwy elektronu**, a więc stosunek , można wyznaczyć z odchylenia wiązki elektronów w poprzecznym, jednorodnym polu magnetycznym. Energia kinetyczna jaką uzyskuje elektron w polu elektrycznym przyspieszany różnicą potencjałów jest równa , gdzie jest ładunkiem elementarnym. W ten sposób, kosztem pracy pola elektrycznego, elektron nabywa prędkość równą . Elektron ma ładunek ujemny i jeżeli porusza się z prędkością w polu magnetycznym o indukcji , to poddany jest działaniu siły Lorentza, która jest równa , gdzie oznacza iloczyn wektorowy prędkości elektronu i indukcji magnetycznej. Siła Lorentza powoduje, że tor po którym porusza się elektron zakrzywia się i jest w ogólności linią śrubową o osi równoległej do linii sił pola magnetycznego. Jeżeli kierunek wektora prędkości jest prostopadły do wektora indukcji (prostopadły do linii sił pola magnetycznego) to elektron porusza się po okręgu, którego promień łatwo obliczyć przyrównując wartość siły Lorentza z wyrażeniem na siłę dośrodkową w ruchu po okręgu, . Stąd, po podstawieniu wyrażenia na prędkość uzyskaną przez elektron w polu elektrycznym otrzymujemy wzór na ładunek właściwy elektronu:

## Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zachowaniem elektronów w jednorodnym polu magnetycznym oraz wyznaczenie właściwego ładunku elektrycznego elektronu .

## Układ pomiarowy

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 przyśpieszającego 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.

Obraz zawierający Prostokąt

Opis wygenerowany automatycznie

## Zadanie 1

Przeliczono wartości prądu cewek Helmholtza na wartość indukcji pola magnetycznego.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| U, V | B, T | | | |
| r = 2cm | r = 3cm | r = 4cm | r = 5cm |
| 300 | 0,0027 | 0,0018 | 0,0013 | 0,00100 |
| 275 | 0,0026 | 0,0017 | 0,0013 | 0,00098 |
| 250 | 0,0025 | 0,0017 | 0,0012 | 0,00094 |
| 225 | 0,0023 | 0,0016 | 0,0011 | 0,00087 |
| 200 | 0,0022 | 0,0015 |  |  |
| 175 | 0,0020 | 0,0012 |  |  |
| 150 | 0,0017 |  |  |  |
| 125 | 0,0014 |  |  |  |
| 100 | 0,0010 |  |  |  |

## Zadanie 2

Wykreślone zostały zależności U(r2B2) dla wszystkich promieni.

Ponieważ obliczone niepewności oraz są bardzo niewielkie, nie są one zawsze widoczne na wykresach.

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

## Zadanie 3

Metodą regresji liniowej zostały wyznaczone współczynniki kierunkowe prostych dla wszystkich promieni.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| , | , | , | , | , |
| 2 | 76700000000 | 60 | 3200000000 | 6,3 |
| 3 | 77300000000 | 61 | 8900000000 | 21 |
| 4 | 70000000000 | 94 | 13000000000 | 32 |
| 5 | 105000000000 | 23 | 12000000000 | 28 |

## Zadanie 4

Zostały wyprowadzone zależności po między napięciem przyśpieszającym elektrony a indukcją pola magnetycznego. Następnie na podstawie współczynników nachylenia i w oparciu o wyprowadzone równanie, wyznaczony został ładunek właściwy dla każdego wykresu.

Jednak zgodnie ze wzorem tablicowym b wynosi 0, więc:

|  |  |
| --- | --- |
| , | , |
| 2 | 1,53404\*1011 |
| 3 | 1,54669\*1011 |
| 4 | 1,4051\*1011 |
| 5 | 2,09401\*1011 |

## Zadanie 5

Korzystając z prawa propagacji wyznaczono niepewności dla każdego wykresu.

|  |  |
| --- | --- |
| , | , |
| 2 | 63\*108 |
| 3 | 18\*109 |
| 4 | 26\*109 |
| 5 | 24\*109 |

## Zadanie 6

Przy użyciu metody średniej ważonej została wyznaczona średnia wartość i jej niepewność .

## Zadanie 7

Została obliczona niepewność rozszerzoną i przeprowadzony został test zgodności z wartością dokładną.

Warunek nie został spełniony, więc obliczona wartość nie jest zgodna z wartością dokładną.

## Wnioski

Z danych zebranych podczas przeprowadzania eksperymentu można zaobserwować, że okrągłe kształty utworzone przez działo promieni katodowych zanikają w raz ze zmniejszającym się napięciem wejściowym. Czym większe napięcie tym wyraźniejszy i większy pojawia się okrąg w lampie Thomsona. Wykonując kolejne zadania badaliśmy zachowanie elektronów w jednorodnym polu magnetycznym. Korzystając z odkryć Thomsona udało nam się również wyliczyć właściwy ładunek elektryczny elektronów przepływających przez urządzenie. Wynik testu zgodności okazał się negatywny czego powodem może być mała liczba pomiarów.

## Źródła

* Materiały z platformy edukacyjnej,
* http://fizyka.umk.pl/~marta\_985/prezentacja1/odkrycie\_elektronu.html
* https://lpf.wppt.pwr.edu.pl/opisy/cw052.pdf