Obraz zawierający tekst, Czcionka, logo, symbol

Opis wygenerowany automatycznie

**SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Temat: Wyznaczanie ładunku właściwego elektronu metodą poprzecznego pola magnetycznego (lampa Thomsona) | | | |
| Wydział | AEiI | Kierunek | Informatyka |
| Nr grupy | 1 | Rok akademicki | 2023/2024 |
| Rok studiów | 2 | Semestr | 3 |

Oświadczam, że niniejsze sprawozdanie jest całkowicie moim/naszym dziełem, że żaden

z fragmentów sprawozdania nie jest zapożyczony z cudzej pracy. Oświadczam, że jestem

świadoma/świadom odpowiedzialności karnej za naruszenie praw autorskich osób trzecich.

|  |  |
| --- | --- |
| L.P. | Imię i nazwisko |
| 1. | Karol Pitera |
| 2. | Dominik Kłaput |
| 3. |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Data pomiarów | 13.12.2023 |

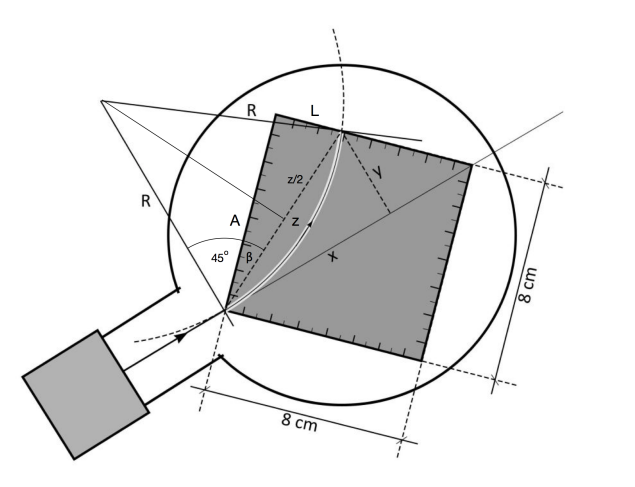
**Ocena poprawności elementów sprawozdania**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| data oceny | wstęp i cel ćwiczenia | struktura  sprawozdania | obliczenia | rachunek niepewności | wykres | zapis końcowy | wnioski |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Ocena końcowa:

|  |  |
| --- | --- |
| Ocena lub liczba punktów |  |
| Data i podpis |  |

**Wstęp teoretyczny**

Lampa Thomsona to szklana bańka, wypełniona powietrzem pod szczątkowym ciśnieniem. Głównym elementem lampy jest działo elektronów, widocznych w ciemni jako smuga, gdy oddziałują z ekranem pokrytym luminoforem. Ekran jest kwadratem o boku A = 80 mm, oznaczonym skalą milimetrową na każdym z boków.

Rys.1: Lampa Thomsona

Trajektorię strumienia elektronów emitowanych z katody zakrzywia w okrąg zewnętrzne, jednorodne pole magnetyczne, którego źródłem są dwie cewki w tzw. układzie 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 R.

Zadaniem eksperymentatora jest znalezienie takich par prądu cewki IH oraz napięcia przyspieszającego U, dla których promień okręgu R jest jednakowy.

Długość R wyznacza się na podstawie śladu strumienia elektronów na luminoforze, w oparciu o odczytaną ze skali ekranu odległość L punktu przecięcia wiązki z krawędzią ekranu (rys. 1). Układ pomiarowy składa się z lampy Thomsona, zasilacza lampy umożliwiającego regulację napięcia przyspieszającego elektrony U, i z zasilacza prądu stałego płynącego w cewkach Helmholtza IH.

**Opracowanie pomiarów:**

1. Obliczanie wartość promienia R dla każdej wartości L.

Dzięki posiadanym danym **L** oraz **A** (długości boku ekranu), skorzystaliśmy z twierdzenia Pitagorasa aby obliczyć podstawę trójkąta równoramiennego o bokach **R**, oznaczoną zmienną **Z**:

Następnie wyznaczyliśmy jego kąt **β** przy podstawie:

Obliczyliśmy wartość kąta **α**:

Który pozwolił nam nawyznaczenie wysokości trójkąta **H** o bokach **R** ze wzoru:

Następnie znając H obliczono długość boku **R** będącego równocześnie szukanym promieniem:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| L [mm] | 40 | 35 | 30 |
| R [mm] | 141,4 | 119,8 | 103,2 |
| β[°] | 26,6 | 23,6 | 20,6 |

1. Przeliczanie wartości prądu cewek Helmholtza IH na wartość indukcji pola magnetycznego. Do obliczeń użyto wzoru:

Gdzie:

- bezwzględna przenikalność magnetyczna, N – liczba zwojów w cewkach Helmholtza, RH - promień cewek (równy odległości między cewkami)

Wyniki znajdują się w tabeli poniżej:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| U, kV | L=40mm | | L=35mm | | L=30mm | |
| IH, A | B, mT | IH, A | B, mT | IH[A] | B, mT |
| 2.4 | 0.447 | 1.549704 | 0.527 | 1.827056 | 0.596 | 2.066 |
| 2.6 | 0.47 | 1.629443 | 0.539 | 1.868659 | 0.627 | 2.174 |
| 2.8 | 0.491 | 1.702248 | 0.57 | 1.976133 | 0.66 | 2.288 |
| 3 | 0.5 | 1.73345 | 0.583 | 2.021203 | 0.68 | 2.357 |
| 3.2 | 0.512 | 1.775053 | 0.602 | 2.087074 | 0.693 | 2.403 |
| 3.4 | 0.531 | 1.840924 | 0.614 | 2.128677 | 0.711 | 2.465 |
| 3.6 | 0.54 | 1.872126 | 0.63 | 2.184147 | 0.731 | 2.534 |
| 3.8 | 0.566 | 1.962265 | 0.659 | 2.284687 | 0.752 | 2.607 |
| 4 | 0.581 | 2.014269 | 0.67 | 2.322823 | 0.773 | 2.680 |
| 4.2 | 0.588 | 2.038537 | 0.684 | 2.37136 | 0.79 | 2.739 |
| 4.4 | 0.611 | 2.118276 | 0.71 | 2.461499 | 0.806 | 2.794 |
| 4.6 | 0.619 | 2.146011 | 0.718 | 2.489234 | 0.821 | 2.846 |

1. Wyznaczenie zależności między napięciem U przyspieszającym elektrony a indukcją B pola magnetycznego.

Z zasady zachowania energii:

1°

2°

Następnie z prawa dynamiki ruchu po okręgu:

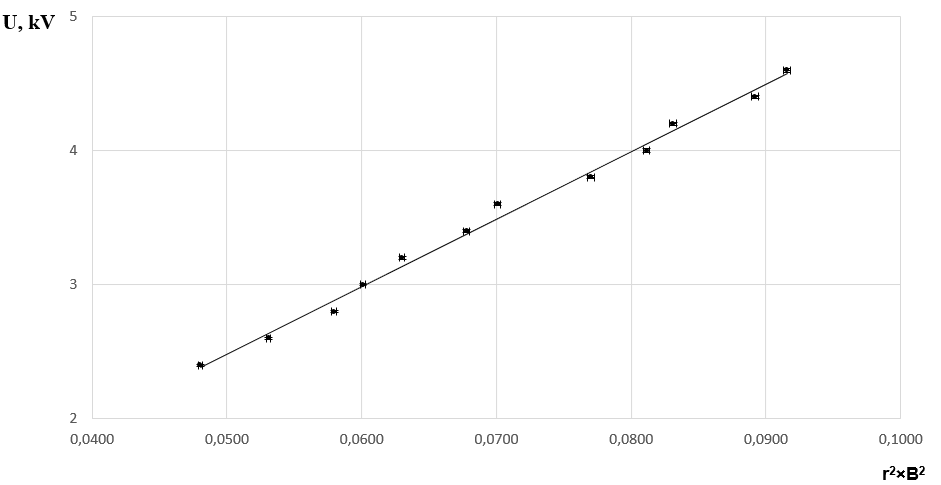
6°

7°

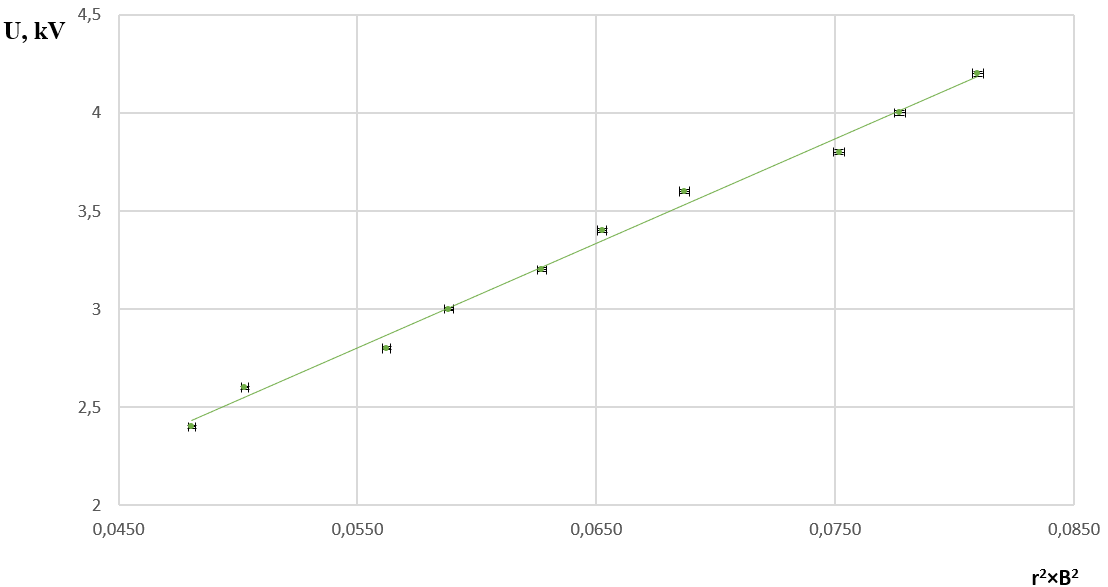
8°

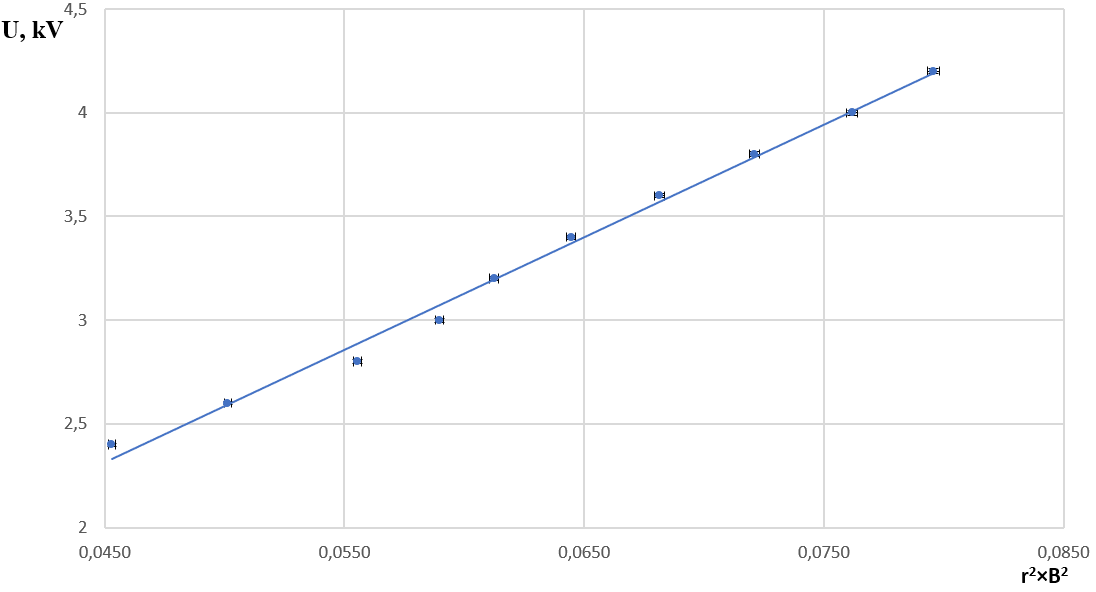
1. Wykreślanie zależności U(R2B2) :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | R^2 x B^2 | | |
| U, kV | R = 141mm | R = 120 mm | R = 103 mm |
| 2,4 | 0,0480 | 0,0481 | 0,0453 |
| 2,6 | 0,0531 | 0,0503 | 0,0501 |
| 2,8 | 0,0580 | 0,0562 | 0,0555 |
| 3 | 0,0601 | 0,0588 | 0,0590 |
| 3,2 | 0,0630 | 0,0627 | 0,0612 |
| 3,4 | 0,0678 | 0,0653 | 0,0645 |
| 3,6 | 0,0701 | 0,0687 | 0,0681 |
| 3,8 | 0,0770 | 0,0752 | 0,0721 |
| 4 | 0,0811 | 0,0777 | 0,0762 |
| 4,2 | 0,0831 | 0,0810 | 0,0796 |
| 4,4 | 0,0892 | 0,0872 | 0,0828 |
| 4,6 | 0,0916 | 0,0892 | 0,0859 |



Rys.2: Wykres przedstawiający zależność napięcia U od współczynnika r2x B2 dla r = 141mm

Rys.3: Wykres przedstawiający zależność napięcia U od współczynnika r2x B2 dla r = 120mm



Rys.4: Wykres przedstawiający zależność napięcia U od współczynnika r2x B2 dla r = 103mm

1. Następnie wyznaczyliśmy współczynniki kierunkowe prostych korzystając z metody regresji liniowej.

Dla R = 141 mm:

a1 = 50,33 b1 = -0,032

u(a1) = 1,24 u(b1) = 0,089

zatem:

a1 = 50,3(12) b1 = -0,032(89)

Dla R = 120 mm:

a2 = 52,01 b2 = - 0,055

u(a2) = 1,21 u(b2) = 0,084

zatem:

a2 = 52,0(12) b2 = - 0,055(84)

Dla R = 103 mm:

a3 = 55,19 b3 = -0,18164

u(a3) = 1,09 u(b3) = 0,074

zatem:

a3 = 55,2(11) b3 = -0,182(74)

1. Wyznaczanie ładunku właściwego e/m.

Korzystamy ze wcześniej wyprowadzonego wzoru:

Przyjmijmy że: oraz

Wtedy:

I podstawiając dane z punktu 5 otrzymaliśmy następujące wyniki:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| R, mm | 141 | 120 | 103 |
| e/m, C | 100,66 | 104,02 | 110,38 |

1. Obliczanie niepewności u(e/m).

Korzystamy ze wzoru na propagację niepewności:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| R, mm | 141 | 120 | 103 |
| e/m, C | 100,66 | 104,02 | 110,38 |
| u(e/m), C | 2,48 | 2,42 | 2,18 |

1. Wyznaczanie niepewności rozszerzonej u(e/m):

k=2 (współczynnik poziomu ufności )

niepewność rozszerzona u(e/m) = 4,72 [C]

**Wnioski:**

W trakcie badania bardzo wyraźnie mogliśmy zobaczyć zależność między energią strumienia elektronów a siłą indukcji pola magnetycznego, zmieniając jeden z tych parametrów natychmiast obserwowaliśmy znaczącą zmianę w torze ruchu elektronów.

Linia którą na luminoforze znaczyły przelatujące cząstki, była dość szeroka co bez wątpienia wpłynęło na dokładność pomiarów. Jednak mimo tego zależności U(R2xB2) okazały się mieć w przybliżeniu oczekiwany charakter liniowy.

**Bibliografia:**

Instrukcja do powyższego laboratorium:

<https://platforma.polsl.pl/rif/pluginfile.php/126/mod_resource/content/12/P2-E1-InstrukcjaStrona.pdf>

Informacje pomocne w zrozumieniu problemu:

[11.3 Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym - Fizyka dla szkół wyższych. Tom 2 | OpenStax](https://openstax.org/books/fizyka-dla-szk%C3%B3%C5%82-wy%C5%BCszych-tom-2/pages/11-3-ruch-czastki-naladowanej-w-polu-magnetycznym)