

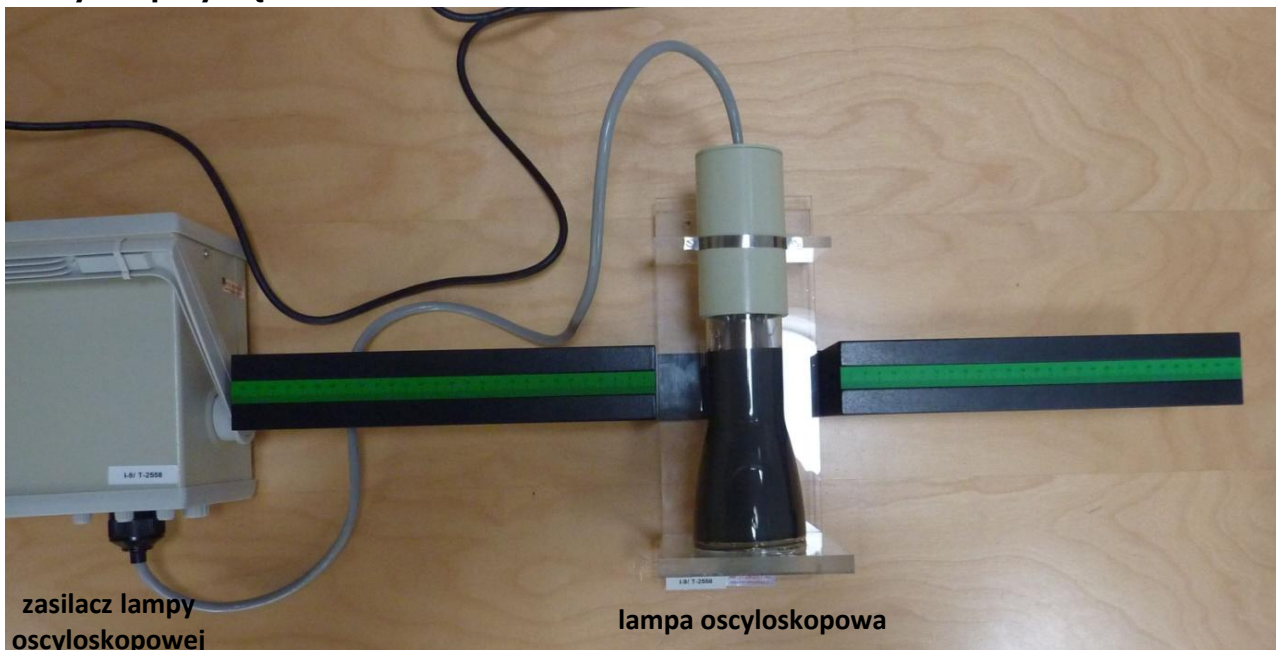


**ĆWICZENIE
52**

**WYZNACZANIE ŁADUNKU WŁAŚCIWEGO ELEKTRONU
UPROSZCZONĄ METODĄ THOMSONA**

Instrukcja wykonawcza

1. Wykaz przyrządów



- Dwa **magnesy sztabkowe** z oznaczeniem bieguna *N* w pudełku z metalowymi zworkami. Aby zminimalizować wpływ pola magnetycznego na układ (wtedy np. gdy odchylamy wiązkę elektronów tylko polem elektrycznym), należy magnesy złożyć wraz z czarną przekładką i zworkami tak jak pokazano to na zdjęciu i odłożyć możliwie daleko od lampy oscyloskopowej.



- **Kompas** (magnetometr) ze skalą kątową (igła wskazuje kierunek wschód-zachód i w takim kierunku należy ustawić podstawę magnesów w trakcie pomiarów).

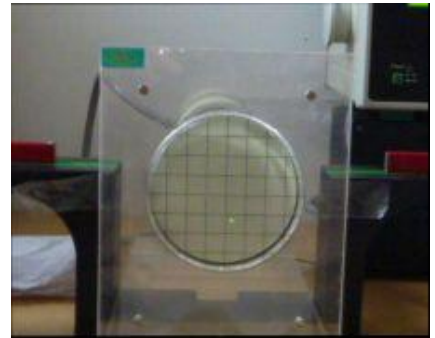


2. Cel ćwiczenia

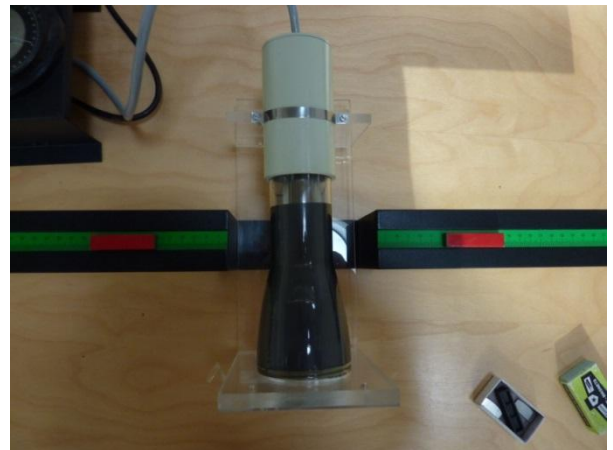
Wyznaczenie ładunku właściwego elektronu (stosunku ładunku elektronu do jego masy - e/m) poprzez pomiary parametrów ruchu wiązki elektronów poruszających się w polu magnetycznym i elektrycznym.

3. Przygotowanie stanowiska do pomiarów

1. Sprawdzić czy zasilacz lampy oscyloskopowej ma skręcone na minimum (w lewo do oporu) trzy potencjometry w górnej części: *Intensity* (intensywność plamki), *Fokus* (ogniskowanie), *Deflection voltage* (napięcie odchylające).
2. Dolny przełącznik Polarity +/- (polaryzacji) powinien być ustawiony w pozycji neutralnej.
3. Włączyć zasilacz i odczekać około 1 minutę, zwiększyć intensywność plamki aby była dobrze widoczna (pokręćło *Intensity*), w razie potrzeby poprawić ogniskowanie plamki (pokręćło *Fokus*).
4. Za pomocą kompasu (magnetometru) wyznacz możliwie dokładnie kierunek wschód zachód i w tym kierunku ustaw czarną podstawę magnesów. (patrz rysunki w punkcie – *Zestaw przyrządów*).
5. Umieścić lampę oscyloskopową w środku podstawy nie zmieniając jej kierunku i następnie położyć na podstawie magnesy w takiej odległości aby plamka wychyliła się o około 1-2 cm.



6. Przesuwając lampę oscyloskopową do przodu i do tyłu znajdź położenie w którym wychylenie plamki jest maksymalne. W trakcie pomiarów lampa oscyloskopowa i podstaw magnesów powinny pozostawać w tym samym położeniu.



7. Przygotuj tabelę w protokole pomiarów, jednoznacznie opisz wszystkie mierzone wielkości i jednostki w których dokonujesz pomiaru. Przykładowa tabela:

Wychylenie y [cm]	Przyłożone napięcie V_p [V]	Położenie magnesu lewego R_l [cm]	Położenie magnesu prawego R_p [cm]	Kąt skręcenia magnetometru θ_1 [°]	Kąt skręcenia magnetometru θ_2 [°]	Uwagi
1						
2						
...

4. Przebieg pomiarów

4.1. Pomiary wychyleń i warunków kompensacji

- Sprawdzić i ustalić położenie plamki przy wyłączonym napięciu odchylającym i odsuniętych magnesach. Plamka powinna znajdować się w samym środku lampy oscyloskopowej, jednak ze względu na wpływy pól zewnętrznych oraz niestabilności zasilacza to położenie może być inne. Należy je zapamiętać ponieważ będziemy mierzyć odchylenia względne. (Pozycję na osi poziomej można wyregulować potencjometrem z tyłu zasilacza).
- Włączyć wybrany kierunek polaryzacji. Zwiększyć napięcie V_p aż plamka wychyli się do zadanej wartości (maksymalnie 3,5 cm). Zapisać wartość względnego wychYLENIA plamki oraz przyłożonego napięcia V_p .
- Umieścić magnesy na podstawie kropką w jedną stronę i przesuwać tak długo aż skompensuje się wychYLENIE plamki do położenia wyjściowego (w razie konieczności obróć oba magnesy). Zaleca się aby położenia magnesów były symetryczne. Zapisać położenia magnesów: magnesu lewego R_l [cm] oraz magnesu prawego R_p [cm] (np. położenie bliższej w stosunku do lampy krawędzi magnesu).
- Zdjąć i odłożyć magnesy tak by nie wpływały na bieg elektronów w lampie. Powtórzyć pomiary dla innych wychYLEń plamki i przeciwnej polaryzacji.

4.2. Określanie wartości indukcji pola magnetycznego

- Wyłączyć zasilacz i odstaw lampę oscyloskopową.
- Wstawić w to miejsce kompas-magnetometr i ustawić, poprzez obrót samego kompasu, skalę kątową tak aby wskazówki kompasu pokazywały 0. (Ustawienie podstawy magnesów nie może ulec zmianie).
- Umieścić magnesy w odległościach i pozycjach zanotowanych przy poprzednich pomiarach.
- Odczytać kąty skręcenia wskazówek kompasu Θ_1 [°] i Θ_2 [°] po umieszczeniu magnesów.
- Zanotować wszystkie dodatkowe dane podane w instrukcji roboczej.
- Kontrolnie obliczyć wartość pola na podstawie zależności:

$$B = B_z \cdot \operatorname{tg} \Theta_{sr} \quad (1)$$

4.3. Określanie wartości indukcji pola magnetycznego bez użycia kompasu - magnetometru (metoda alternatywna do 4.2)

- Wyłączyć zasilacz i odstawić lampę oscyloskopową.
- Za pomocą miarki zmierzyć rozmiary magnesów D - długość, W - wysokość, S - szerokość.
- Kontrolnie obliczyć wartość pola magnesu dla danej odległości na podstawie wzoru (pamiętaj, że stosowane są dwa magnesy):

$$B \cong \frac{D \cdot W \cdot S \cdot B_{\text{magnesu}}}{2\pi R^3} \quad (2)$$

gdzie R jest odległością środka magnesu od lampy oscyloskopowej.

5. Opracowanie wyników

- Obliczyć indukcję zastosowanego pola magnetycznego (ze wzoru 1 lub 2 - zależnie od wybranej metody) oraz jego niepewność złożoną $u_c(B)$.
- Określić niepewności: $u(y)$, $u(V_p)$, $u(R)$, $u(\theta)$ i uwzględnić je w obliczeniach.
- Dla każdego pomiaru obliczyć stosunek ładunku elektronu do jego masy e/m :

$$\frac{e}{m} = \frac{V_p \cdot y}{B^2 \cdot l \cdot L \cdot d} \quad (3)$$

gdzie: $L = (14,5 \pm 0,2)$ [cm], $l = (3,23 \pm 0,05)$ [cm], $d = (1,4 \pm 0,1)$ [cm],

$B_z = (23,5 \pm 0,5)$ [μ T], $B_{magnesu} = (120 \pm 10)$ [mT]

oraz niepewność złożoną $u_c(e/m)$.

- d. Obliczyć wartość średnią e/m oraz na podstawie odchylenia standardowego wartości średniej niepewność pomiaru $u(e/m)_{sr}$.
- e. Porównać wynik z danymi tabelarycznymi.
- f. Krytycznie ustosunkować się do swego wyniku.
- g. Wskazać źródła ewentualnych błędów systematycznych, które mogły zwiększyć niepewność pomiaru.

6. Proponowana tabela (do zatwierdzenia u prowadzącego)

y	$u(y)$	V_p	$u(V_p)$	R_l	R_p	$u(R)$	θ_1	θ_2	$u(\theta)$	θ_{sr}	$u(\theta_{sr})$	B	$u_c(B)$	e/m	$u_c(e/m)$
[m]	[m]	[V]	[V]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[T]	[T]	[C/kg]	[C/kg]
...															

$(e/m)_{sr}$		
[C/kg]		
$u(e/m)_{sr}$		
[C/kg]		