

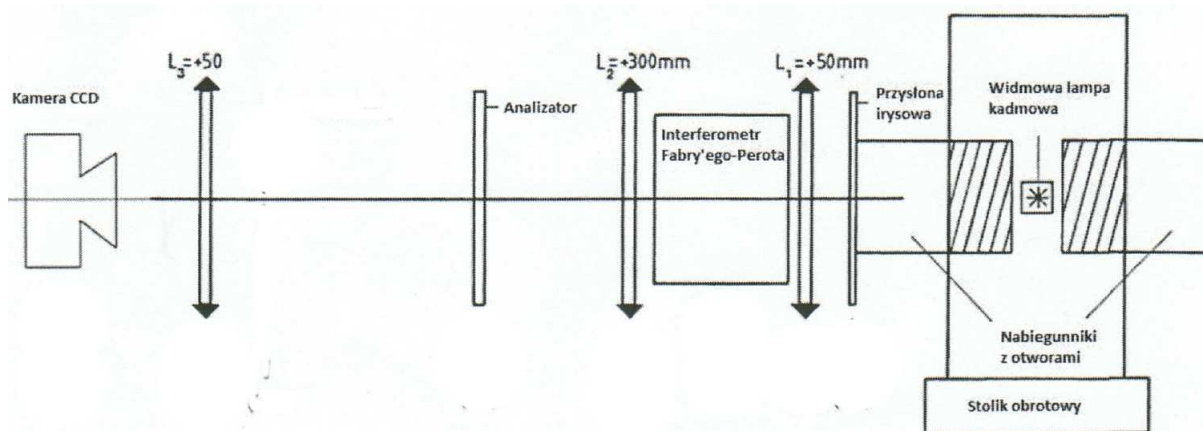
# 1 Instrukcja wykonania doświadczenia „Badanie zjawiska Zeemana”

## 1.1 Zagadnienia teoretyczne

1. Modele budowy atomu.
2. Opis ruchu elektronów w atomie.
3. Zjawisko Zeemana, opis normalnego i anormalnego zjawiska Zeemana.
4. Kwantowanie przestrzenne w polu magnetycznym.
5. Interferencja i zasada działania interferometru Fabry’ego - Perota.

## 1.2 Wykonanie ćwiczenia

1. Ustawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem:



Rysunek 1: Schemat układu pomiarowego.

2. Wykonać kalibrację magnesu:
  - (a) Ostrożnie wyjąć lampę kadmową z uchwytu.
  - (b) W uchwycie lampy umieścić podstawkę do pomiaru indukcji magnetycznej.
  - (c) Uruchomić bezprzewodowy miernik COBRA4 Mobile-Link, z dołączonym modułem pomiarowym Teslomierz.
  - (d) Dokonać pomiaru indukcji magnetycznej z dokładnością do 1 cm.

- (e) Ostrożnie umieścić lampę kadmową w uchwycie.
3. Uruchomić komputer, podłączyć kabel USB do kamery CCD.
  4. Uruchomić program „Motic Images Plus 2.0”.
    - (a) Wybrać opcję „Uchwycić obraz”.
    - (b) W oknie „Moduł Motic Live Imaging”, w zakładce ustawienia ustawienia zaawansowane ustawić wyostwienie na wartość 5 i usuwanie szumów na wartość 4.
  5. Umieścić czerwony filtr w szczelinie obudowy interferometru.
  6. Przy maksymalnie rozsuniętych magnesach włączyć zasilanie lampy kadmowej.
  7. Zmieniając wzajemne położenie soczewek ustawić możliwie najlepszą ostrość obrazu.
  8. Po rozgrzaniu się lampy rozpocząć wykonywanie pomiaru:
    - (a) W oknie „Moduł Motic Live Imaging” przejść do zakładki „Przechwytywanie wideo”.
    - (b) Po ustawieniu magnesu w odpowiednim miejscu kliknąć przycisk „Przechwyć”, nadać nazwę zapisywanemu plikowi.
    - (c) Wykonywać kolejne zdjęcia, zbliżając do siebie bieguny magnesu, z dokładnością co 0,5 cm.
    - (d) Zaprzestać zbliżania biegunów w momencie, gdy obudowa magnesu dotknie obudowy lampy.

**Jeżeli w czasie zbliżania biegunów magnesu, lampa kadmowa zacznie przysgasać przed dotknięciem obudowy magnesu do obudowy lampy, natychmiast rozsunać bieguny magnesu!**
  9. Po wykonaniu pomiaru bez nabiegunników, przy maksymalnie rozsuniętych biegunach magnesu założyć nabiegunniki płaskie i wykonać czynności z punktów 8a-8d, następnie założyć nabiegunniki stożkowe i wykonać czynności z punktów 8a-8d.
  10. Po zdjęciu nabiegunników ostrożnie obrócić stolik o  $90^0$  i wyjąć z układu pomiarowego przesłonę irysową.
  11. Skontrolować ostrość i w razie potrzeby poprawić ustawienie soczewek.

12. Wykonać kroki 8a-8d.
13. Przy maksymalnie rozsuniętych biegunach magnesu wyłączyć zasilanie lampy kad-  
mowej.
14. Odłączyć kabel USB od kamery CCD.

### **1.3 Analiza danych eksperymentalnych**

1. W oprogramowaniu „Motic Images Plus 2.0”, w sekcji plik wybrać opcję otwórz.
2. Wybrać pierwszy z wykonanych w poprzedniej części ćwiczenia obrazów i otworzyć  
go.
3. Przejść do zakładki pomiar i wybrać opcję „Okrag (3 punkty)”.
4. Zaznaczyć trzy punkty znajdujące się na wewnętrznej krawędzi, wewnętrznego okręgu  
I rzędu, kliknąć prawym przyciskiem myszy na pole z podanymi wartościami promie-  
nia, obwodu i pola, zmienić jednostki na mm. Zapisać wartość promienia w arkuszu  
kalkulacyjnym.
5. Skorelować wyznaczone promienie okręgów ze zmierzoną wartością natężenia induk-  
cji magnetycznej.
6. W taki sam sposób wyznaczyć i zapisać wartość promienia okręgu wyznaczonego na  
zewewnętrznej krawędzi wewnętrznego prążka pierwszego rzędu.
7. Podobnie wyznaczyć wartości promieni dla pozostałych prążków pierwszego rzędu, a  
następnie dla wszystkich prążków rzędu II i III.
8. Czynność powtórzyć dla każdego zarejestrowanego zdjęcia.
9. Obliczyć średnią wartość różnicy kwadratu promienia zewnętrznych prążków interfe-  
rencyjnych, w obrębie pojedynczego rzędu ( $\delta$ ).
10. Obliczyć średnią wartość różnicy kwadratu promienia odpowiadających sobie zewnętr-  
nych prążków interferencyjnych, w obrębie sąsiadujących rzędów ( $\Delta$ ).
11. Wyznaczyć wartość  $\frac{\delta}{\Delta}$ .

12. Obliczyć wartość magnetonu Bohra  $\mu_B = \frac{hc}{2\mu t B_0} * \frac{\delta}{\Delta}$ .
13. Wyznaczyć niepewności pomiarowe.
14. Wykreślić wykres zależności obliczonej wartości  $\mu_B$  od natężenia pola magnetycznego, z uwzględnieniem niepewności pomiarowej.
15. Przeprowadzić test statystyczny potwierdzający zgodność eksperymentalnej wartości  $\mu_B$  z wartością teoretyczną.
16. Wyznaczyć  $\frac{e}{m_e}$  wraz z niepewnością pomiarową.
17. Przeprowadzić test statystyczny potwierdzający zgodność eksperymentalnej wartości  $\frac{e}{m_e}$  z wartością teoretyczną.

## Literatura

- [1] H. Haken, H. C. Wolf *Atomy i kwanty Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej* Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 1997
- [2] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker *Podstawy Fizyki. TOM 5.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011
- [3] *Normalne i anomalne zjawisko Zeemana* Instrukcja obsługi zestawu pomiarowego dostarczona przez producenta PHYWE SYSTEME GMBH & Co.
- [4] P W Atkins *Chemia fizyczna* Wydawnictwo Naukowe PWN 2001
- [5] S. Szczeniowski *Fizyka doświadczalna. Część V* Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa 1967