

# Z6 - MRJ METODĄ FALI CIĄGŁEJ

II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Przy użyciu spektrometru NMR fali ciągłej mierzone są widma próbek proszkowych  $Co(NH_3)_6(BF_4)_3$  lub pochodnych dla różnych temperatur. Z zależności kształtu linii od temperatury otrzymuje się informacje o ruchach protonów bądź jąder fluoru a więc o dynamice rotacyjnej grup molekularnych zawierających te pierwiastki.

## Zagadnienia do przestudiowania

- Zastosowania Magnetycznego Rezonansu Jądrowego (MRJ).
- Co jest potrzebne do obserwacji zjawiska MRJ? [1, 2]
- Metoda impulsowa, a metoda fali ciągłej. [1, 2]
- W jakich materiałach można obserwować MRJ? Warunek na wystąpienie zjawiska MRJ. [1, 2]
- Energetyczne poziomy jądrowe. Przejścia energetyczne. [1, 2]
- Pojęcie pola magnetycznego i podstawowe wiadomości o polu magnetycznym. [1, 2]
- Pojęcie magnetyzacji. Równanie ruchu wektora magnetyzacji w polu magnetycznym. [1, 2]
- Relaksacja podłużna i poprzeczna. Czasy relaksacji  $T_1$  i  $T_2$ . [1, 2]
- Pojęcie przesunięcia chemicznego i pola lokalnego. [2]
- Podstawowe wiadomości o przejściach fazowych w ciałach stałych. [3]
- Wzór Arrheniusa. Energia aktywacji. [3]

**Uwaga:** niektóre zagadnienia nie są bezpośrednio związane z ćwiczeniem ale ich znajomość, choćby pobieżna, jest przydatna dla całościowego poznania zjawiska NMR jako ważnej metody badawczej. Są to:

- Pojęcie echa spinowego. [1, 2]
- Obrazowanie MRJ i kontrast. [1, 2]

## Zadania obliczeniowe

1. Z warunku rezonansu wyliczyć natężenie pola magnetycznego przy którym będzie obserwowany rezonans dla protonów. Przyjąć  $\nu = 20$  MHz. [1, 2]
2. Wyliczyć maksymalną wartość pola lokalnego w molekułę wody. [6]

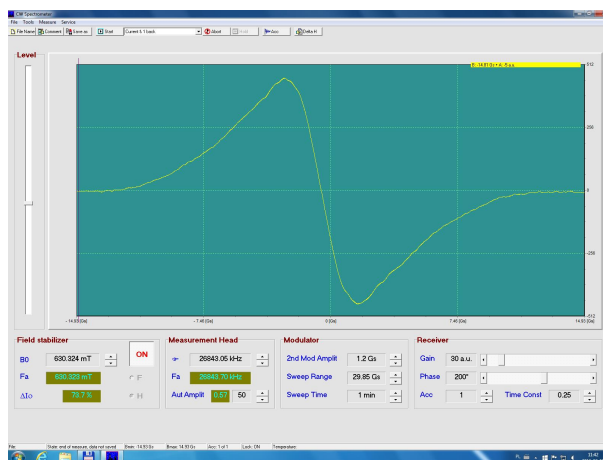
## Aparatura i materiały

Zestaw eksperymentalny zawiera (Rys. 2):

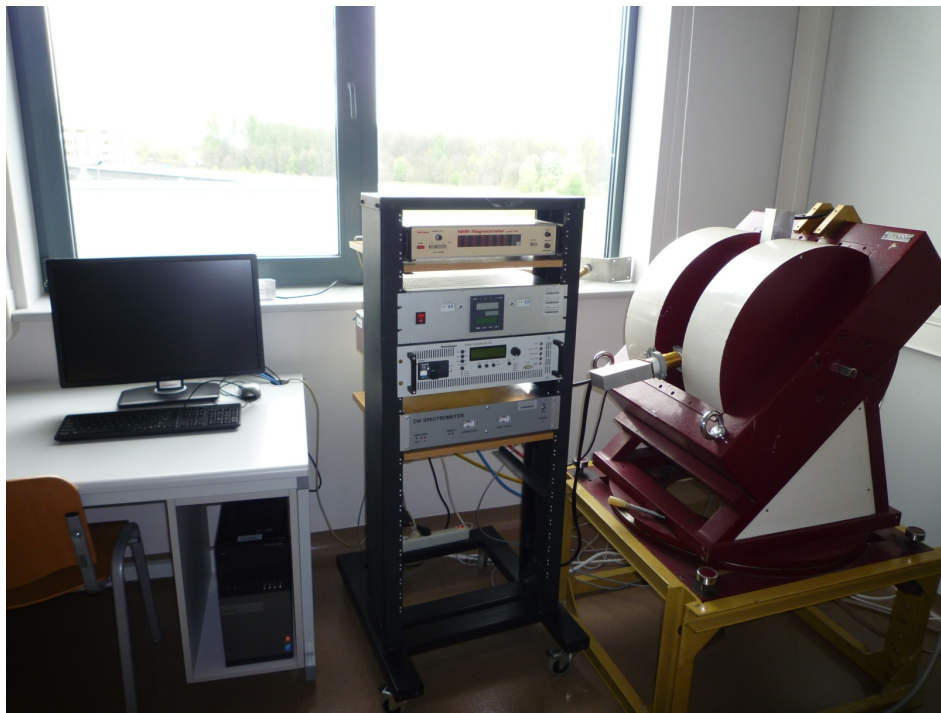
- Elektromagnes
- Panel elektroniki zawierający: magnetometr, kontroler temperatury, spektrometr właściwy oraz zasilacz elektromagnesu.
- Komputer do kontroli eksperymentu i analizy danych.

## Program ćwiczenia

- Wyznaczyć charakterystykę elektromagnesu (zależność pola magnetycznego od prądu).
- Przygotować próbkę(i).
- Wykonać pomiary MRJ dla różnych temperatur w okolicach przejścia fazowego.
- Korzystając z oprogramowania spektrometru wyznaczyć II moment linii i zrobić jego wykres w funkcji temperatury. [4, 5, 6]
- Student może również wykonać pomiary dla różnych zaproponowanych przez niego substancji.



Rysunek 1: Typowy sygnał rezonansu zarejestrowany na ekranie komputera.



Rysunek 2: Zestaw eksperymentalny spektrometru fali ciągłej. Od prawej: elektromagnes; panel elektroniki zawierający (od góry) magnetometr, kontroler temperatury, właściwy spektrometr oraz zasilacz elektromagnesu z dobrą stabilizacją prądu; komputer kontrolujący eksperyment.

## Opracowanie wyników

- Dla każdego pomiaru określić położenie charakterystycznych dla danego źródła pików. Zwrócić uwagę, że piki zawsze są nałożone na tło, a czasami mierzone piki nachodzą na siebie. Powoduje to, że chcąc określić położenie pików należy dopasowywać funkcje będące złożeniem funkcji Gaussa (lub Lorentza) opisującą położenie pików oraz wielomianu drugiego stopnia opisującego tło.
- W każdej temperaturze należy wyznaczyć czas relaksacji spin-spin w oparciu o szerokość połówkową linii rezonansowej.
- Zrobić wykres czasów relaksacji od temperatury w celu wyznaczenia temperatury przejścia fazowego.

[5] N. Kummer, J.L. Ragle, N. Weiden and A. Weiss, *Z. Naturforsch.*, 34a, 333-339 (1979)

[6] Pełna instrukcja do ćwiczenia dostępna na stronie II Pracowni po zalogowaniu.

## Literatura

- [1] *Handbook of Analytical techniques*, edited by Helmut Günzberg and Alex Williams, Wiley-VCH, 2001
- [2] *Handbook of Instrumental Techniques of Analytical Chemistry*, edited by Frank A. Settle, Prentice Hall PTR, 1997
- [3] *Fizyka Ciała Stałego*, Charles Kittel, John Wiley & sons, 2005
- [4] G.R. Murray, J.S. Waugh, *J. Chem. Phys.* 29, 207 (1958)