

Z8 - IMPULSOWY SPEKTROMETR MRJ. SPEKTROSKOPIA FOURIEROWSKA I RELAKSOMETRIA

II Pracownia Fizyczna
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Celem ćwiczenia Z8 jest zapoznanie się z impulsowymi metodami magnetycznego rezonansu jądrowego (MRJ), a mianowicie:

- z impulsową techniką detekcji sygnałów MRJ w domenie czasu
- z techniką pomiarów czasów relaksacji
- z analizą fourierowską zarejestrowanych sygnałów MRJ (opcjonalnie).

Zagadnienia do przestudiowania

1. Podstawy zjawiska MRJ w opisie klasycznym i kwantowym [1, 3, 5, 6, 7].
2. Metoda impulsowa MRJ, działanie impulsów pola zmiennego [1, 3, 5, 6, 7].
3. Relaksacja namagnesowania jądrowego, sygnał swobodnej precesji i echo spinowe [1, 3, 5, 6, 7].
4. Sposoby pomiaru czasów relaksacji spin-spin i spin-sieć [1, 3, 5, 6, 7].
5. Sposoby obróbki widma z wykorzystaniem analizy fourierowskiej[6].

Jako niezbędne minimum należy umieć:

- omówić ruch pojedynczego spinu jądrowego w stałym polu magnetycznym (zrobić rysunek), przejść do zbioru wielu spinów (pojęcie magnetyzacji), opisać ruch magnetyzacji w stałym polu, dołożyć słabe pole zmienne, opisać ruch magnetyzacji w stałym i słabym zmiennym polu, umieć przejść do układu wirującego (wyprowadzić odpowiednie wzory opisujące ruch wektora magnetyzacji, zdefiniować precesję Larmora, warunek rezonansu),
- omówić zjawisko relaksacji dla obu składowych magnetyzacji (równania Blocha),
- przedstawić na czym polega metoda impulsowa MRJ, jakie jest działanie impulsów $\Pi/2$ i $\Pi/2$ pola zmiennego, co to jest sygnał swobodnej precesji i echo spinowe,
- porównać rzędy wielkości pola magnetycznego stałego i zmiennego oraz pola ziemskiego.

Zadania obliczeniowe

Ile wynosi częstotliwość rezonansu magnetycznego jąder wodoru, deuteru i helu w polu o indukcji 2T?

Aparatura i materiały

Zestaw aparaturowy (Rys.1) zawiera:

- Impulsowy spektrometr magnetycznego rezonansu jądrowego PS15.
- Mikrokomputer z oprogramowaniem spektrometru.

Program ćwiczenia

1. Zapoznanie się z zasadą działania i obsługą spektrometru PS15.
2. Dobór właściwych parametrów pomiarowych.
3. Rejestracja sygnałów swobodnej precesji dla danych próbek (woda, roztwory jonów paramagnetycznych i gliceryny) w warunkach rezonansu i poza rezonansem.
4. Wykonanie analizy fourierowskiej otrzymanych sygnałów MRJ (opcjonalnie).
5. Pomiarów czasów relaksacji spin-spin i spin-sieć wybranych próbek przy użyciu różnych sekwencji impulsów*.

*Wybór próbki sekwencji pomiarowych po konsultacji z prowadzącym ćwiczenie.

Opracowanie wyników

1. Załączyć obrazy zarejestrowanych sygnałów swobodnej precesji w rezonansie i poza rezonansem oraz ich transformaty Fouriera. Porównać zawartą w nich informację
2. Wyznaczyć czasy relaksacji z zarejestrowanych w tym celu widm.
3. Porównać czasy relaksacji wyznaczone różnymi metodami impulsowymi (z analizy widm oraz sekwencji kilku impulsowych).



Rysunek 1: Stanowisko pomiarowe

Literatura

- [1] J. Stankowski, W. Hilczer, *Pierwszy krok ku radio-spektroskopii rezonansów magnetycznych*, OWN, Poznań 1994. Skrypt w formacie PDF znajduje się na stronie internetowej Pracowni i jest dostępny po zalogowaniu.
- [2] Instrukcje obsługi poszczególnych bloków aparatury i inne materiały do wykorzystania na miejscu.
- [3] J. W. Hennel, J. Klinowski, *Podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2000; Paragrafy: 11, 14 – 18, 19 (tylko strony 86-87), 20-22, 25, 28, 29, 31.
- [4] Studentom bardziej zainteresowanym polecana jest książka: K. H. Hausser, H. R. Kalbitzer, *NMR w biologii i medycynie*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993. W przystępny sposób (i w miarę wyczerpująco) są tam opisane różne techniki MRJ i ważne zastosowania, takie jak badanie białek, tomografia
- [5] Praca zbiorowa pod red. A.Z.Hryniewiczza i E. Rokity, *Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska*, PWN SA, rozdział 4.6 (dotyczy badania białek - 29, 207, 1958).
- [6] J.P.Hornak, *The Basics of NMR* - <http://http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/>
- [7] Peter Atkins, *Chemia fizyczna*, rozdz. 18