

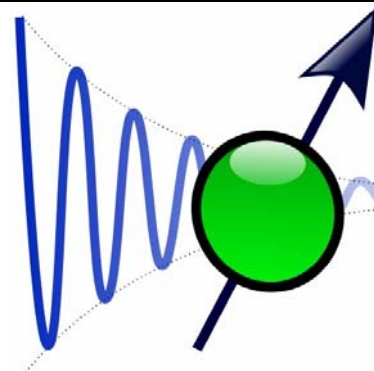
INSTYTUT FIZYKI

**WYDZIAŁ INŻYNIERII
PROCESOWEJ,
MATERIAŁOWEJ I
FIZYKI STOSOWANEJ**

**POLITECHNIKA
CZĘSTOCHOWSKA**



**LABORATORIUM Z PRZEDMIOTU
METODY REZONANSOWE**

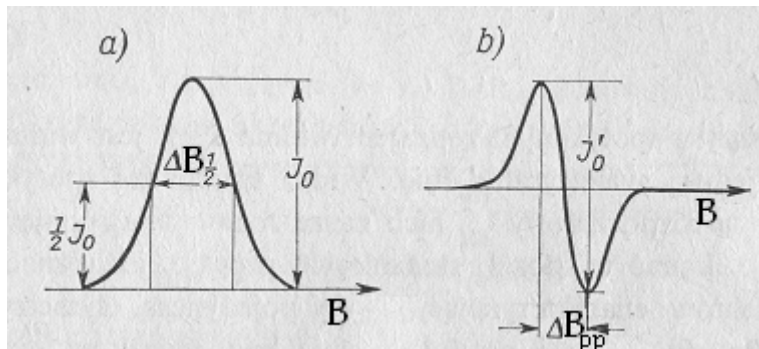


ĆWICZENIE NR MR-1

**ANALIZA KSZTAŁTU POJEDYŃCZYCH
LINII EPR PRÓBKI WZORCOWEJ „STRONG
PITCH” I ULTRAMARYNY**

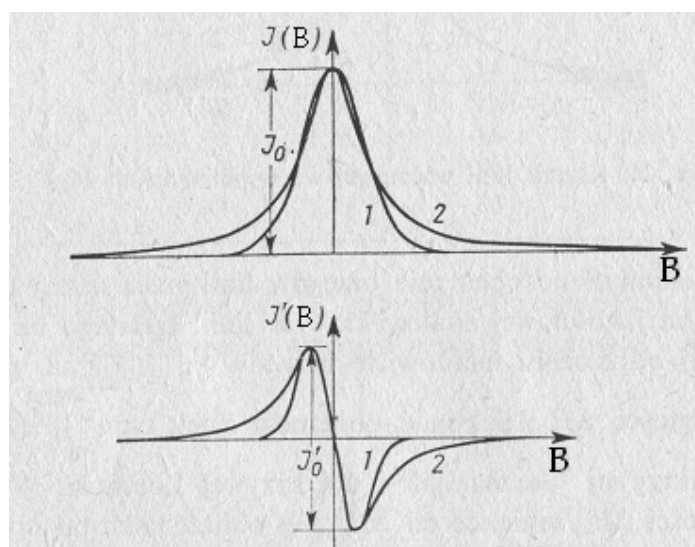
I. Wstęp teoretyczny

Najprostszym rodzajem widma EPR jest widmo zawierające tylko jedną symetryczną linię (rys. 1), które jest scharakteryzowane przez: natężenie, szerokość oraz pole rezonansowe.



Rys. 1. Pojedyncza symetryczna linia widmowa (a- linia widmowa, b- krzywa pierwszej pochodnej linii widmowej).

Kształt linii może mieć charakter krzywej Gaussa bądź też Lorentza (rys. 2), będących funkcjami zmian natężenia pola magnetycznego (przy stałej częstotliwości).



Rys. 2. Kształt linii gausowskiej-1 i lorentzowskiej-2 przy jednakowych wartościach natężenia.

Ponieważ widmo jest rejestrowane w postaci pierwszej pochodnej, wobec tego krzywa Gaussa i Lorenta jest opisana odpowiednio wzorami:

$$\frac{dI_G}{dB} = I'_0 \left(\frac{B - B_0}{1/2 * \Delta B_{pp}} \right) \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{B - B_0}{1/2 * \Delta B_{pp}} \right)^2 \right]$$

$$\frac{dI_L}{dB} = I_0' \frac{16 \left(\frac{B - B_0}{1/2 * \Delta B_{pp}} \right)}{\left[3 + \left(\frac{B - B_0}{1/2 * \Delta B_{pp}} \right)^2 \right]^2}$$

W praktyce otrzymane linie rzadko są opisane jedną z tych funkcji, lecz mają kształt pośredni, a analizę kształtu linii przeprowadza się najczęściej za pomocą odpowiednich programów. Jedną z bardziej znanych metod analizy kształtu linii jest metoda anamorfoz liniowych. Polega ona na linearyzacji funkcji kształtu linii poprzez zamianę zmiennych, co pozwala przedstawić punkty otrzymanej w eksperymencie krzywej rezonansowej w nowym układzie współrzędnych, dzięki czemu łatwo jest znaleźć punkty, w których krzywa zmienia swój kształt (punkty odejścia od przebiegu liniowego funkcji).

II. Zagadnienia do opracowania

1. Istota zjawiska EPR.
2. Ogólna budowa spektrometru pracującego w fali ciągłej (CW) z wykorzystaniem metody podwójnej modulacji.
3. Podstawowe mechanizmy determinujące szerokość i kształt linii EPR.
4. Pojedyncze linie symetryczne w widmach EPR.
5. Metody określania parametrów i kształtu linii rezonansowej (metoda optymalizacji funkcji nieliniowej oraz metoda anamorfoz liniowych).

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów ze spektrometrem EPR i metodyką rejestracji widm EPR oraz podstawowymi sposobami analizy kształtu pojedynczych linii widmowych.

III. Przebieg ćwiczenia

III.1. Czynności wstępne

1. Przygotować spektrometr EPR do pomiarów zgodnie z jego instrukcją obsługi.

III.2. Przeprowadzić rejestrację widma EPR próbki wzorcowej „strong pitch” firmy Varian. W tym celu:

1. Umieścić próbkę wzorcową „strong pitch” firmy Varian we wnęce spektrometru.
2. Dostroić częstotliwość generatora mikrofal do częstotliwości wnęki z próbką.
3. Dobrać poziom mocy mikrofal doprowadzonej do wnęki z próbką.
4. W programie ustawić następujące parametry rejestracji widm:

- pole stałe: $B_0=340$ mT,
- zakres przemieszczania pola: $B_p=10$ mT,
- czas przemieszczania: $t_p=64$ s,
- amplituda modulacji: $B_m=125\mu\text{T}$,
- wzmacnienie: $A_m=5\cdot 10^3$.
- faza fali modulującej: $\varphi=70^\circ$,
- stała czasowa: $\tau=0.03\text{s}$,

5. Komendą „START” uruchomić program rejestracji.

6. Po zakończeniu rejestracji zapisać w danym katalogu widmo EPR oraz parametry rejestracji.

7. Wyjąć z wnęki próbkę, stosując się do instrukcji obsługi spektrometru.

III.3. Rejestracja widma EPR ultramaryny

1. Powtórzyć czynności wymienione w części III.2. 1÷7, a jako parametry rejestracji (p. 4) ustalić $B_0=335$ mT, $B_p=30$ mT $t_p=64$ s, $B_m=125\mu\text{T}$, $A_m=1\cdot 10^3$, $\varphi=70^\circ$, $\tau=0.03\text{s}$.

IV. Analiza kształtu linii zarejestrowanych widm

1. Ustalić charakter kształtu linii (gaussowski, lorentzowski, ewentualnie mieszany) oraz wyznaczyć parametry stosując dowolnie wybrany program np. metodę linearyzacji (anamorfoz liniowych) z wykorzystaniem własnych programów komputerowych (Mathematica, C++) lub udostępnionych przez prowadzącego (programu EPRLINE oraz programu ANAMORFOZA).

V. Literatura

1. J. Stankowski, W. Hilczer „*Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych*”, PWN Warszawa 2005.
2. L. A. Blumenfeld, W. W. Wojewodski, A. G. Siemionow „*Zastosowanie elektronowego rezonansu w chemii*” PWN Warszawa 1967, str. 108-135.
3. A. Więckowski „*Szerokość linii rezonansowej*” Radiospektroskopia ciała stałego pod red. J. Stankowskiego PWN Warszawa 1975.
4. A. Więckowski, D. Mechandżijev „*Badanie faz produkcyjnych ultramaryny metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego*” Fizyka dielektryków i radiospektroskopia III (1966) 245-252.