

Z10 - BADANIE WŁAŚCIWOŚCI DIELEKTRYCZNYCH TYTANIANU BARU W SĄSIEDZTWIE PUNKTU CURIE

II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Tytanian baru jest kryształem ferroelektrycznym, charakteryzującym się wysoką przenikalnością dielektryczną oraz tym, że można w jego przypadku zaobserwować pętle histerezy dielektrycznej. Przejście fazowe ze stanu ferroelektrycznego do stanu paraelektrycznego następuje w temperaturze około 120°C. Celem ćwiczenia jest obserwacja przejścia fazowego ferroelektryk paraelektryk oraz jego opis w świetle fenomenologicznej teorii przejść fazowych Landaua. Obserwacja zmian pojemności kondensatora wypełnionego tytaniumem baru pod wpływem zmian temperatury od 50°C do 160°C pozwala wyznaczyć temperaturę przejścia fazowego. Analiza zarejestrowanych pętli histerezy pozwala na wyznaczenie zależności temperaturowych polaryzacji spontanicznej oraz pola koercji.

Zagadnienia do przestudiowania

- Dielektryk w stałym polu elektrycznym [1].
- Kondensator płaski [1].
- Kryształy ferroelektryczne, histereza [2, 3, 4].
- Teoria Landaua przejść fazowych [2, 4].

Zadania obliczeniowe

1. Oblicz pojemność kondensatora płaskiego wypełnionego materiałem o przenikalności dielektrycznej $\epsilon = 15.5$, którego okładki o powierzchni 10cm^2 oddalone są od siebie o $15\mu\text{m}$.

- (a) Zarejestrować pętle histerezy w różnych temperaturach.
- (b) Wykonać pomiary do temperatury nieco powyżej punktu Curie i zarejestrować wymuszenie stanu ferroelektrycznego silnym polem elektrycznym oraz zaobserwować pojawienie się stanu ferroelektrycznego z obniżaniem temperatury.

3. Zmierzyć średnicę i grubość próbki. Próbka ze sprasowanego polikrystalicznego materiału ma kształt pastylki pokrytej obustronnie warstwą naporowanego srebra. Uwaga: próbka nie jest z czystego BaTiO_3 ale zawiera domieszkę Al_2O_3 stanowiącego lepiszcze (ze względu na silny efekt piezoelektryczny).

Aparatura i materiały

1. Kondensator wypełniony badaną substancją.
2. Piecyk wraz z kontrolerem temperatury.
3. Mostek RLC.
4. Układ do rejestracji pętli histerezy (patrz schemat w instrukcji) wraz z oscyloskopem umożliwiającym rejestrację przebiegów na komputerze.
5. Suwmiarka, śruba mikrometryczna.

Opracowanie wyników

1. Narysować wykresy $\epsilon(T)$ oraz $1/\epsilon(T)$ (dla stanu paraelektrycznego). Porównać przebiegi dla ogrzewania i ochładzania próbki.
2. Z wykresów wyznaczyć temperaturę Curie T_c i dopasować parametry w prawie Curie-Weissa.
3. Z otrzymanych pętli histerezy wyznaczyć wartości polaryzacji spontanicznej P_S i przedstawić na wykresie $P_S(T)$
4. Wykreślić zależność pola koercji E_C od temperatury.
5. Przedyskutować otrzymane wyniki w aspekcie teorii Landaua i określić charakter przejścia fazowego w tytanie baru.

Program ćwiczenia

1. Wykonać pomiar zależności stałej dielektrycznej tytanianu baru od temperatury.
 - (a) Wykonać pomiar do temperatury $\sim 160^\circ\text{C}$.
 - (b) Powtórzyć pomiar przy ostyganiu (do $\sim 50^\circ\text{C}$).
2. Zestawić układ pomiarowy do rejestracji pętli histerezy.



Rysunek 1: Stanowisko pomiarowe

Zasady BHP

1. Elementy piecyka mogą rozgrzewać się do wysokich temperatur. Nie należy go otwierać, ani wyciągać próbki dopóki nie zostanie schłodzona.
2. W układzie do rejestracji pętli histerezy generowane jest wysokie napięcie, pod żadnym pozorem nie można demontować układu przed rozładowaniem kondensatorów.

Literatura

- [1] E.M.Purcell, *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa, 1973.
- [2] C.Kittel *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1989.
- [3] V.H.Schmidt *Ferroelectricity experiment for advanced laboratory*, Amer. J. Phys. 37, 351-354 (1969).
- [4] Instrukcja do ćwiczenia Z10 - materiały do pobrania ze strony II PF po zalogowaniu.