

Z2 - BADANIE ANIZOTROPII DIELEKTRYCZNEJ NEMATYCZNYCH CIEKŁYCH KRYSTAŁÓW

II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Ciekłe kryształy to materiały, które w odpowiednich warunkach temperatury i ciśnienia wykazują jednocześnie cechy typowe dla cieczy jak i kryształów. Z uwagi na swoje niezwykle właściwości fizyczne znajdują one zastosowanie np. w wyświetlaczach, monitorach komputerowych czy ekranach telewizorów. W eksperymencie wykonywanym w ramach ćwiczenia dokonuje się pomiaru anizotropii dielektrycznej wybranych ciekłych kryształów. Molekuły ciekłych kryształów wypełniające przestrzeń między okładkami kondensatora płasko-równoległego orientowane są za pomocą silnego pola magnetycznego, zmiana orientacji molekuł powoduje drastyczną zmianę pojemności kondensatora. W eksperymencie mierzona jest zależność anizotropii ciekłych kryształów od temperatury, a następnie na podstawie modelu Maiera-Meiera wyznaczane są parametry mikroskopowe.

Zagadnienia do przestudiowania

1. Dielektryk w polu elektrycznym, budowa kondensatora płaskiego [1].
2. Związek między właściwościami mikroskopowymi a makroskopową przenikalnością dielektryczną, modele pola lokalnego Onsagera i Fröhlicha-Kirkwooda [2, 3].
3. Ciekły kryształ – właściwości makroskopowe i budowa mikroskopowa [2, 3].
4. Podział faz ciekłokrystalicznych [2].
5. Anizotropia właściwości fizycznych ciekłych kryształów [2, 3].
6. Model Maiera-Meiera pola lokalnego dla ciekłych kryształów [3].
4. Zasilacz prądu stałego do zasilania piecyka ogrzewającego próbkę.
5. Termometr elektroniczny.

Program ćwiczenia

1. Obserwacja jakościowa zachowania próbki ciekłokrystalicznej w stałym silnym polu magnetycznym.
2. Ogrzanie próbki do temperatury powyżej przejścia do fazy cieczy izotropowej.
3. Rejestracja pojemności kondensatora wypełnionego ciekłym kryształem przy ostygnięciu co $0, 5^{\circ}C$.
4. Zmiana orientacji kondensatora względem linii sił pola magnetycznego i ogrzanie próbki do tej samej temperatury jak w p. 2.
5. Rejestracja pojemności kondensatora wypełnionego ciekłym kryształem jak w p. 3.

Zadania obliczeniowe

1. Kondensator płaski wypełniono dwiema substancjami dielektrycznymi o przenikalności dielektrycznej równej $\epsilon_1 = 2.28$, $\epsilon_2 = 25.3$, zmierzone pojemności kondensatora wynoszą odpowiednio $C1 = 88.9pF$, $C2 = 0.881nF$. Jaka będzie pojemność tego kondensatora jeżeli zostanie on wypełniony substancją o przenikalności dielektrycznej równej 15.75?
2. Minimalizując funkcję $g(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2$, wylicz wzór na współczynniki regresji liniowej.

Opracowanie wyników

1. Korzystając z danych kalibracyjnych przeliczyć wartości zarejestrowanych pojemności kondensatora na przenikalność dielektryczną ciekłego kryształu
2. Narysować zależność przenikalności dielektrycznej od temperatury dla obu orientacji kondensatora względem linii sił pola magnetycznego
3. Odczytać z wykresu temperaturę klarowania
4. Dopasować obie gałęzie zależności $\epsilon(T)$ zgodnie z modelem Maiera-Meiera, biorąc jako parametry do pasowania współczynniki korelacji dipolowo-dipolowych Fröhlicha-Kirkwooda dany wzorem $g = g_0 + \Delta T g_t$ oraz kąt β między osią główną molekuly, a wektorem momentu dipolowego.

Aparatura i materiały

1. Elektromagnes.
2. Miernik RLC.
3. Próbkki ciekłych kryształów zamkniętych między okładkami kondensatorów płasko-równoległych.



Rysunek 1: Stanowisko pomiarowe

Zasady BHP

1. Elektromagnes wytwarza bardzo silne pole magnetyczne, należy uważać i nie zbliżać do niego metalowych przedmiotów, jak również zegarków.
2. Przed wyłączeniem zasilania elektromagnesu należy wolno zredukować do zera prąd płynący w jego uzwojeniu.

Literatura

- [1] E.M.Purcell, *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa, 1973.
- [2] S.Urban, *Podstawowe informacje o ciekłych kryształach*, materiały do pobrania ze strony II PF po zalogowaniu.
- [3] S.Urban, *Statyczna przenikalność dielektryczna nematyków*, materiały do pobrania ze strony II PF po zalogowaniu.