

Wstęp do fizyki fazy skondensowanej

Wykład – dwie godziny tygodniowo
Ćwiczenia – jedna godzina tygodniowo
Prowadzący – prof. zw., dr hab. Mykola Serheiev

Wykład 1. Faza skondensowana. Cieczi, szkło, amorficzne ciała stałe, ciekłe kryształy, kryształy. Uporządkowanie dalekiego i bliskiego zasięgu. Różne klasyfikacje ciał stałych. Wiązania chemiczne: wiązania jonowe, metaliczne, van der Waalsa, kowalencyjne, wodorowe.

Wykład 2. Ciecze. Luminescencja. Prawo Bugera – Lamberta - Beera. Widma molekuł. Przybliżenie Borna - Oppenheimera. Widma cząsteczek dwuatomowych: widma rotacyjne, oscylacyjne i oscylacyjno-rotacyjne. Widma elektronowo-oscyłacyjno-rotacyjne. Zasada Francka - Condon i intensywności składowych widma elektronowego.

Wykład 3. Kryształy doskonałe. Elementy symetrii. Reprezentacje macierzowe elementów symetrii. Grupy punktowe. Twierdzenia dotyczące iloczynów punktowych elementów symetrii. Siedem układów krystalograficznych. Reguły zapisu symbolu grupy punktowych.

Wykład 4. Komórka elementarna. Czternaście rodzajów sieci Bravais'go. Osie śrubowe i płaszczyzny ślizgowe. Reprezentacje macierzowe przestrzennych elementów symetrii. Grupy przestrzenne i reguły zapisu symbolu grupy przestrzennej. Oznaczenie płaszczyzn i kierunków w kryształach (wskaźniki Millera). Reguły wyboru osi współrzędnych układu krystalograficznego.

Wykład 5. Sieć krystaliczna i odwrotna. Właściwości sieci odwrotnej. Strefy Brillouina i komórka Wignera - Seitz. Fizyka ciała stałego – nauka o kwazicząstkach: fonony, polarony, eksitony, magnony.

Wykład 6. Dyfrakcja na strukturach periodycznych. Rozpraszanie promieni Rentgena przez elektrony i atomy. Równania Lauego. Prawo odbić Wulfa – Bragg. Konstrukcja Ewalda. Czynniki strukturalny. Doświadczalne metody badania fononów.

Wykład 7. Struktura pasmowa ciał stałych. Model silnego wiązania powstawania pasm energetycznych. Metale (przewodniki), półprzewodniki, dielektryki (izolatory). Dynamika elektronów w kryształach. Masa efektywna elektronu. Rezonans cyklotronowy.

Wykład 8 Zjawiska transportu w ciałach stałych. Ciepne właściwości ciał stałych. Prawo Dulonga-Petita. Model Einsteina. Statystyka Bosego-Einsteina. Model Debye'a. Widmo drgań sieci krystalicznej. Gaz Fermiego elektronów swobodnych. Poziom Fermiego. Rozkład Fermiego-Diraca. Funkcja gęstości stanów elektronów swobodnych.

Wykład 9. Zjawiska transportu w przewodnikach. Ciepło właściwe gazu elektronów. Przewodnictwo elektryczne metali. Równanie Boltzmanna. Przewodność cieplna metali. Prawo Wiedemanna – Franza. Liczba Lorentza.

Wykład 10. Pojęcie i własności dziury. Półprzewodniki samoistne i domieszkowe. Poziom Fermiego i koncentracja nośników w półprzewodnikach. Koncentracja nośników i poziom Fermiego w półprzewodnikach domieszkowanych. Przewodnictwo półprzewodników. Właściwości optyczne półprzewodników.

Wykład 11. Złącza półprzewodnikowe. Złącze $P - n$. Świejące diody. Model Schottky'ego. Efekt Halla. Stała, napięcie i opór Halla. "Dwuwymiarowy" gaz elektronowy i biheterozłącze. Kwantowy efekt rozmiarowy.

Wykład 12. Podstawowe pojęcia i zasady fizyki kryształów. Skalary, wektory, tensory. Symetria własności fizycznych. Zasada Neumanna.

Wykład 13. Termodynamika kryształów. Podstawy termodynamiki. Uogólnione siły i współrzędne termodynamiczne. Potencjały termodynamiczne. Termodynamika własności dielektryków.

Wykład 14. Przyjścia fazowe. Kryształy ferroelektryczne i ferromagnetyczne. Termodynamiczna teoria przejść fazowych w kryształach. Teoria Ginzburga - Landaua przejść fazowych.

Wykład 15. Defekty sieci krystalicznej. Defekty punktowe. Oznaczenia Krögera-Vinka defektów punktowych. Defekty liniowe. wektor Burgersa. Defekty dwu- i trójwymiarowe. Polikryształy, ceramika i nanokryształy. Roztwory stałe, stopy i związki niestechiometryczne. Przewodniki superjonowe. Materiały interkalowane. Kwazikryształy i struktury modulowane. Fullereny, fulleryty i fullerydki

Podstawowa literatura:

- 1.Ch.Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, Warszawa, PWN, 1999.
- 2.H.Ibach, H.Lüth, Fizyka ciała stałego, Warszawa, PWN, 1996.
- 3.J.Garbarczyk, Wstęp do fizyki ciała stałego, Warszawa, WPW, 2000.
- 4.A.Sukiennicki, A.Zagórski, Fizyka ciała stałego, Warszawa, WNT, 1984.
- 5.M.Serheiev, Wstęp do fizyki fazy skondensowanej, US, Szczecin, 2005,
<http://sergeev.fiz.univ.szczecin.pl/Dydaktyka/Wyklady/Wstep%20do%20FFSk/spis.html>