

Wybrane zagadnienia z fizyki ciała stałego

(M. Samsel-Czekała)

1. Wprowadzenie – podstawowe pojęcia, idee, klasyfikacje, zagadnienia.
2. Struktura krystaliczna
 - 2.1. Sieci Bravais'go i symetrie
 - 2.2. Sieć prosta a odwrotna, komórka elementarna Wignera-Seitza a strefa Brillouina
 - 2.3. Grupy punktowe i przestrzenne, układy krystalograficzne
 - 2.4. Wymiarowość układów, warunki brzegowe (Born-Karmana i inne)
 - 2.5. Kwazikryształy i inne.
3. Teoria pasmowa ciał stałych
 - 3.1. Swobodne fermiony (elektrony) i bozony (np. fonony)
 - 3.1.1. Gęstości stanów, statystyki kwantowe Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina
 - 3.1.2. Ciepło właściwe i inne wielkości.
 - 3.2. Niezależne elektrony w sieci
 - 3.2.1. Twierdzenie i funkcje Blocha, funkcje Wanniera
 - 3.2.2. Struktura pasmowa, dyspersja pasm dla różnych typów elektronów
 - 3.2.3. Klasyfikacje ciał ze względu na strukturę pasmową oraz wiązania chemiczne
 - 3.2.4. Układy o unikalnej strukturze pasmowej: grafen, izolatory i semimetale topologiczne.
 - 3.2.5. Powierzchnia Fermiego i jej własności, metody badania.
 - 3.3. Elektrony oddziałujące z potencjałem sieci (przybliżenie prawie swobodnych elektronów i ciasnego wiązania).
 - 3.4. Oddziałujące ze sobą elektrony: lekkie i ciężkie fermiony, izolatory Motta.
 - 3.5. Metody wyznaczania struktury pasmowej i powierzchni Fermiego - teoria funkcjonału gęstości (DFT) i inne.
4. Rodzaje oddziaływań, uporządkowań, wzbudzeń kwazicząstek oraz przejść fazowych w ciele stałym.
5. Fonony:
 - 5.1. Fonony akustyczne i optyczne,
 - 5.2. Widma fononowe, anomalie typu elektron-fonon
 - 5.3. Ciepło właściwe: Modele Einsteina i Debye'a i wyjście poza, drgania anharmoniczne.
6. Magnetyzm
 - 6.1. Rodzaje momentów magnetycznych, sprzężenie spin-orbita
 - 6.2. Reguły Hunda, wpływ pola krystalicznego
 - 6.3. Paramagnetyzm Pauliego, Van Flecka,
 - 6.4. Diamagnetyzm Landaua
 - 6.5. Rodzaje oddziaływań pomiędzy momentami magnetycznymi i ich konkurencja
 - 6.6. Rodzaje uporządkowań i wzbudzeń magnetycznych oraz ich własności
 - 6.7. Magnetyzm zlokalizowany, pasmowy i przejściowy
 - 6.8. Modele Isinga, Heisenberga, XY, Hubbarda, Andersona, t-J, Falikova-Kimballa.
7. Nadprzewodnictwo
 - 7.1. Własności i rodzaje nadprzewodników
 - 7.2. Nadprzewodnictwo klasyczne, teorie BCS, Ginzburga-Landaua, Londonów
 - 7.3. Nadprzewodnictwo niekonwencjonalne, wysokotemperaturowe, żelazowe, ciężkofermionowe

Literatura:

1. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka ciała stałego*, PWN, Warszawa 1986 (podstawowy podręcznik).
2. A. Szewczyk, A. Wiśniewski, R. Puźniak, H. Szymczak, *Magnetyzm i nadprzewodnictwo*, PWN, Warszawa 2012 (uzupełniający).
3. M. Cyrot, D. Pavuna, *Wstęp do nadprzewodnictwa. Nadprzewodniki wysokotemperaturowe*, PWN, Warszawa 1996 (uzupełniający).
4. J. Singleton, *Band Theory and Electronic Properties of Solids*, Oxford University Press, 2009 (uzupełniający).
5. J. Spałek, *Wstęp do fizyki materii skondensowanej*, PWN, Warszawa 2015 (dla zaawansowanych).