Fizyka ciała stałego: magnetyzm i nadprzewodnictwo

Prowadzący: dr Anna Ciechan (ciechan@ifpan.edu.pl)
dr Konrad Kapcia (kapcia@ifpan.edu.pl)
Typ zajęć: wykład — 30 godz. (punkty ECTS)
Miejsce: sala D, Instytut Fizyki PAN (al. Lotników 32/46)
Czas: poniedziałki, godz.: 12:00 — 14:00
Pierwszy wykład: 20 luty 2017r.

I. Magnetyzm

1. Mikroskopowe źródła momentów magnetycznych.

   Pojęcie momentu magnetycznego w ujęciu klasycznym i kwantowym; moment orbitalny, spinowy, jądrowy; równania Maxwella.

2. Układy zlokalizowanych, nieoddziałujących momentów magnetycznych.

   Atom w polu magnetycznym; układy nieoddziałujących ze sobą momentów magnetycznych (diamagnetyzm, paramagnetyzm – prawo Curie); pole krystaliczne i efekt Jahna-Tellera; magnetyzmem pierwiastków $3d$ i $4f$.

3. Oddziaływania pomiędzy momentami magnetycznymi.

   Mechanizmy sprzężenia (dipolowe, wymienne); modele Isinga, Heisenberga, X–Y; ferromagnetyzm (prawo Curie-Weissa); antyferromagnetyzm; ferrimagnetyzm; superparamagnetyzm; uporządkowania złożone (helikoidalne, szkła spinowe itd.); fale spinowe (magnony); opis magnetyków w przybliżeniu ośrodka ciągłego (pole odmagnesowania, anizotropia, magnetostrykcja, struktura domenowa, histereza).

4. Magnetyzm elektronów wędrownych.

   Paramegnetyzm Pauliego; diamagnetyzm Landaua; ferromagnetyzm Stonera.

5. Przemiany fazowe i zjawiska krytyczne.

   Klasyfikacja; teoria przemian fazowych Landaua; zachowanie krytyczne; hipoteza skalowania i uniwersalności, przykładowe modele.

6. Układy silnie skorelowanych elektronów.

   Model Hubbarda; efekt Kondo; przemiana Motta; związki ciężkofermionowe.

II. Nadprzewodnictwo

7. Właściwości stanu nadprzewodzącego.

   Zerowy opór; efekt Meissnera; efekt izotopowy; rodzaje nadprzewodników; przykładowe materiały.

8. Fenomenologiczna teoria Ginzburga-Landaua.

   Długość koherencj; kwantowanie strumienia magnetycznego; prądy krytyczne i materia wirów.

9. Mikroskopowa teoria BCS.

   Para Coopera; mechanizm parowania; równania BCS.

10. Zjawisko Josephsona i nadprzewodnikowy interferometr kwantowy.

    Zjawisko Josephsona; rodzaje SQUID-ów; efekt bliskości i odbicie Andreeva.

Literatura:

- A. Szewczyk, A. Wiśniewski, R. Puźniak, H. Szymczak, *Magnetyzm i nadprzewodnictwo*
- J. Spałek, *Wstęp do fizyki materii skondensowanej*
- S. Blundell, *Magnetism in condensed matter*
- A. H. Morrish, *Fizyczne podstawy magnetyzmu*
- R. M. White, *Kwantowa teoria magnetyzmu (Quantum theory of magnetism)*
- M. Cryot, D. Pavuna, *Wstęp do nadprzewodnictwa*
- J. F. Annett, *Suprconductivity, superfluids, and condensates*
- C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*