

Oral Exam „The physics of condensed matter“

Quantum mechanics:

1. Perturbation theory in quantum mechanics for non-degenerate and degenerate states. Hydrogen atom in electric and magnetic field.
2. Time-dependent perturbation theory. Electric dipole transition, selection rules.

Classical optics:

3. Lorentz model of refractive index. The mechanisms of the broadening of emission and absorption lines (examples).
4. Optical properties of metals and highly doped semiconductors, plasma frequency.

Molecules:

5. Chemical bonds, examples. Linear combination of atomic orbitals (LCAO) in simple molecules. Hybridization.
6. Molecular spectra. Electronic, vibrational and rotational transitions for diatomic molecule. Born-Oppenheimer approximation, Franck-Condon rule. Morse and Lennard-Jones potential.

Condensed matter:

7. Basic elements of crystallography, symmetries. Miller indices. Scattering of X-rays.
8. Drude model of metals, mobility, conductivity, drift velocity. Quantum-mechanical interpretation (i.e. electron as de Broglie wave).
9. Periodic potential and Bloch theorem. Brillouin zones.
10. Band structure of solids. $\mathbf{k}\mathbf{p}$ perturbation theory. Effective mass.
11. Electrons and holes. Fermi-Dirac distribution. Density of states in 3D, 2D and 1D, concentration, Fermi level. Impurities (acceptors and donors).
12. Energy gap and properties of solid state resulting therefrom (optical and transport).

Jacek Szczytko.

Pytania z fizyki materii skondensowanej

Mechanika kwantowa:

1. Rachunek zaburzeń bez czasu dla stanów zdegenerowanych i niezdegenerowanych. Pole elektryczne i magnetyczne w rachunku zaburzeń na stanach atomu wodoru.
2. Rachunek zaburzeń z czasem, przejścia dipolowe, reguły przejść.

Optyka klasyczna:

3. Klasyczny model współczynnika załamania. Od czego zależy poszerzenie linii emisyjnych i absorpcyjnych? Mechanizmy poszerzenia linii widmowych (przykłady).
4. Częstość plazmowa, odbicie plazmowe. Własności optyczne metali i półprzewodników o dużej koncentracji nośników.

Cząsteczki i molekuly:

5. Rodzaje wiązań chemicznych, przykłady. Metoda orbitali molekularnych (LCAO) w prostych cząsteczkach. Hybrydyzacja.
6. Przejścia optyczne w cząsteczkach. Widma elektronowo-oscylacyjno-rotacyjne cząsteczek. Przybliżenie Borna-Oppenheimera, reguła Francka-Condon. Potencjał Morse'a i potencjał Lennarda-Jonesa, dysocjacja cząsteczek.

Materia skondensowana:

7. Opis kryształu, symetrie i sieci Bravais. Rozpraszanie rentgenowskie na kryształach.
8. Model Drudego przewodnictwa prądu. Pojęcie ruchliwości, prędkości unoszenia, średniej drogi swobodnej itp. Interpretacja kwantowo-mechaniczna.
9. Potencjał periodyczny i twierdzenie Blocha. Strefy Brillouina.
10. Struktura pasmowa ciał stałych. Przybliżenie k_p . Masa efektywna.
11. Elektrony i dziury w ciele stałym. Rozkład Fermiego-Diraca. Gęstość stanów, koncentracja, poziom Fermiego. Domieszki (akceptory i donory).
12. Przerwa energetyczna i właściwości ciał stałych z niej wynikające (optyczne i transportowe).

Jacek Szczytko.