

Programma di Fisica dello Stato Solido

Laurea Magistrale in Fisica

prof. Vincenzo Augelli

Strutture cristalline.

Stati di aggregazione della materia. Reticoli cristallini. Operazioni di simmetria. Reticoli di Bravais. Cella primitiva e cella di Wigner-Seitz. Numero di coordinazione, frazione di impacchettamento. Indici di Miller.

Diffrazione nei cristalli.

Diffrazione di neutroni. Diffrazione di elettroni. Diffrazione di raggi X. Diffrazione di Bragg. La diffusione coerente dei raggi X da parte di una distribuzione di elettroni. Scattering Thomson. Diffusione da parte di un singolo atomo e da parte di un cristallo. Equazioni di Laue. Reticolo reciproco e sue proprietà. Zone di Brillouin. Calcolo del fattore di struttura. Calcolo del fattore di scattering atomico o fattore di forma. Dipendenza dalla temperatura dell'intensità delle righe del fascio diffratto. Costruzione di Ewald. Metodi sperimentali per la diffrazione.

Classificazione dei solidi.

Il legame chimico nei solidi. Cristalli covalenti. Cristalli ionici. Energia e costante di Madelung. Legame debole. Energia di coesione. Cristalli metallici. Cristalli con legame idrogeno.

Teoria della elasticità.

Dinamica reticolare. Tensore deformazione. Tensore sforzo. Legge di Hooke. Energia elastica. Modulo di Young. Modulo di Poisson. Modulo di compressibilità. Onde elastiche nei cristalli cubici.

Dinamica del reticolo cristallino.

Approssimazione armonica. Catena lineare monoatomica. Conteggio degli stati. Densità degli stati per una catena lineare. Velocità di fase e di gruppo. Catena lineare biatomica. Modi vibrazionali in un cristallo 3D: trattazione classica. Quantizzazione delle oscillazioni normali. Fononi. Vibrazioni reticolari in cristalli con un solo atomo nella base. Calore specifico dei solidi cristallini: legge di Dulong e Petit, modello di Einstein, modello di Debye. Assorbimento infrarosso. Diffusione anelastica di onde elettromagnetiche. Diffusione anelastica di neutroni.

- Effetti anarmonici nei cristalli: Espansione termica: modello unidimensionale. Deviazione dalla legge di Dulong e Petit ad alte temperature. Conducibilità termica.

Trattazione classica della conduzione nei solidi.

Teoria di Drude. Conducibilità d.c.. Effetto Hall. Conducibilità a.c. Legge di Wiedemann-Franz. Teoria di Sommerfeld della conduzione in un metallo. Densità degli stati. Calore specifico elettronico. Effetto termoionico.

Fondamenti di teoria a bande dei solidi.

Teorema di Bloch. Bande di energia. Modello di Kronig-Penney. Equazione di Schroedinger per l'elettrone libero. Approssimazione dell'elettrone quasi libero. Approssimazione di legame stretto. Metalli, isolanti, semiconduttori. Densità degli stati. Velocità dell'elettrone. Dinamica dell'elettrone. Massa effettiva. Concetto di lacuna. Bande di energia nei cristalli reali.

Fenomeni di trasporto

L'equazione di Boltzmann. Approssimazione del tempo di rilassamento. Soluzione generale. Corrente elettrica e flusso di energia. La conducibilità elettrica nell'approssimazione del tempo di rilassamento. Tipi di mobilità. Metodo van der Pauw. Effetto Hall e magnetoresistenza. Conducibilità termica. Effetto termoelettrico. Effetti magnetotermici. Effetti di elevati campi magnetici su elettroni liberi: livelli di Landau.

La statistica nei semiconduttori

La concentrazione dei portatori nei semiconduttori. Livelli energetici localizzati. Impurezze shallow. statistica dei livelli d'impurezze. Quasi livelli di Fermi. Equazione di continuità. Meccanismi di ricombinazione. Livelli di demarcazione.

Proprietà dielettriche ed ottiche dei solidi

Processi di assorbimento ottico. Interazione radiazione-materia: teoria macroscopica. Teoria classica della dispersione. Teoria classica di Drude e Lorentz. Assorbimento della luce da parte di portatori liberi: caso dei metalli. Assorbimento intrinseco della luce (transizioni banda-banda). Assorbimento eccitonico. Singolarità di van Hove.

Strutture a buche quantiche.

Tipi di eterostrutture. Epitassia da fasci molecolari. Moto di una carica in un potenziale: buca di potenziale infinito, buca di potenziale finito di estensione infinita, potenziale finito, potenziale asimmetrico, barriera di potenziale di estensione finita, buche quantiche multiple. Livelli energetici in una struttura a buca quantica. Densità degli stati. Proprietà ottiche. Proprietà elettriche. Tunneling risonante. Effetto Hall quantistico.

Testo: V. Augelli, Fisica dello Stato Solido, MacGraw-Hill