

Fisica dello Stato Solido

Laurea Magistrale in Fisica

a.a. 2011 – 2012

prof. Vincenzo Augelli

Strutture cristalline.

Operazioni di simmetria. Reticoli cristallini. 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. La diffusione coerente dei raggi X da parte di una distribuzione di elettroni. 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.

Esperimento di diffrazione di raggi X.

Classificazione dei solidi.

Cristalli covalenti. Legame debole. Cristalli ionici. Energia e costante di Madelung. Cristalli metallici. Cristalli con legame idrogeno.

Teoria della elasticità.

Tensore deformazione. Tensore sforzo. Onde elastiche nei cristalli cubici.

Dinamica del reticolo cristallino.

Approssimazione armonica. Catena lineare monoatomica. Densità degli stati. 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.

- Metodi sperimentali per la misura delle curve di dispersione.

Diffusione anelastica di onde elettromagnetiche. Diffusione anelastica di neutroni. Assorbimento infrarosso.

Esperimento di diffusione anelastica di onde elettromagnetiche.

- 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. Effetto Hall. Conducibilità a.c. Legge di Wiedemann-Franz. Teoria di Sommerfeld. Calore specifico elettronico. Effetto termoionico.

Fondamenti di teoria a bande dei solidi.

Teorema di Bloch. Modello di Kronig-Penney. Approssimazione dell'elettrone quasi libero.. Approssimazione di legame stretto. Metalli, isolanti, semiconduttori. Densità degli stati. Velocità dell'elettrone e massa efficace. 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. Effetto Hall e magnetoresistenza.

Conducibilità termica. Effetto termoelettrico. Effetti magnetotermici. Effetti di elevati campi magnetici su elettroni liberi: livelli di Landau.

Esperimento sull'effetto Hall

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.

Esperimento sulla misura di assorbimento.

Fotoeffetti

Fotoconducibilità. Effetto Dember. Effetto foto elettromagnetico. Luminescenza.

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