

Fisica dello Stato Solido

Laurea Magistrale in Fisica

a.a. 2009 – 2010

prof. Luigi Schiavulli

Strutture cristalline.

Reticolo di Bravais. Cella primitiva. Operazioni di simmetria. Reticoli di Bravais in 2 e 3 dimensioni. Strutture cristalline più importanti. Numero di coordinazione, frazione di impacchettamento. Indici di Miller.

Diffrazione nei cristalli.

Diffrazione da neutroni. Diffrazione da elettroni. Diffrazione da 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. Reticolo reciproco e sue proprietà.

Classificazione dei solidi.

Cristalli covalenti. Legame debole. Cristalli ionici. Cristalli metallici. Cristalli con legame idrogeno.

Difetti nei solidi

Vacanze reticolari, Difetti ed entropia. Difetti di Frenkel, difetti di Schottky. Diffusione. Legge di Fick. Centri di colore. Dislocazioni, gemmazioni e bordi di grano.

Teoria della elasticità.

Sforzo e deformazione. 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. Calore specifico dei solidi cristallini.

- Metodi sperimentali per la misura delle curve di dispersione.

Misura delle costanti elastiche. 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.

Fondamenti di teoria a bande dei solidi.

Teorema di Bloch. Approssimazione dell'elettrone quasi libero. Approssimazione di legame stretto. Metalli, isolanti, semiconduttori. Densità degli stati. Velocità dell'elettrone e massa efficace. Il concetto di lacuna. Bande di energia nei cristalli reali.

Fenomeni di trasporto

L'equazione di Boltzmann. Approssimazione del tempo di rilassamento. Soluzione generale.

La conducibilità elettrica nell'approssimazione del tempo di rilassamento. Tipi di mobilità.

Conducibilità termica elettronica. Effetto termoelettrico. Trattazione generale in presenza di bassi campi magnetici. Effetti magnetotermici. Effetti di elevati campi magnetici su elettroni liberi. Risonanza ciclotronica. Metodi sperimentali per la misura della superficie di Fermi.

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.

Superconduttività

Cenni storici, effetto Meissner, superconduttori di tipo I e II, temperatura critica, campo magnetico critico e corrente critica. Cenni sulla teoria di London e BCS, coppie di Cooper. Effetto Josephson. Superconduttività ad alta temperatura. Applicazioni della superconduttività.

Riferimenti.

Dispense del corso