

**PROGRAMMA DEL CORSO “Struttura della Materia 2”
Laurea Magistrale in Fisica
Anno Accademico 2014-15**

Hamiltoniana generale di un solido: principio adiabatico. Teorema Hellman-Feynman e Epstein. Dinamica nucleare classica.
Approssimazione armonica della superficie di energia potenziale.
(par. 2.-2.2 e 4.1-4.2 cap. VIII Grosso)

Strutture cristalline periodiche: periodicità traslazionale e definizione di cella elementare.
Classificazione dei reticoli di Bravais in due e tre dimensioni.
Strutture cristalline semplici e composte.
Descrizione delle proprietà geometriche delle più importanti strutture cristalline. (appunti, cap.4 Ashcroft, oppure cap.2 Grosso)

Reticolo reciproco. Definizione, proprietà fondamentali, utilità.
Zona di Brillouin. Definizione, esempi.
Piani reticolari ed indici di Miller (appunti, cap. 5 Ashcroft)

Determinazione delle strutture cristalline
tramite scattering elastico di particelle: raggi X, elettroni, neutroni
Teoria dello scattering elastico di raggi X, intensità del fascio diffratto.
Formulazione della legge di Von Laue ed equivalenza con la legge di Bragg.
Fattore di struttura geometrico. Esempi.
Metodi sperimentali: costruzione della sfera di Ewald, metodo di Laue, metodo del cristallo rotante, metodo delle polveri (appunti, cap 6 Ashcroft, par. 1 e 2 del cap X Grosso)

Hamiltoniana a singolo elettrone in un potenziale periodico.
Teorema di Bloch. Prima e seconda dimostrazione.
Condizioni periodiche al contorno. Concetto di banda elettronica.
(appunti, cap. 8 Ashcroft) .

Teoria dell'elettrone libero (Sommerfeld). Grandezze fondamentali.
Introduzione del parametro adimensionale rs .
Espressione dell' energia totale, in termini di rs . Superficie di Fermi.
(appunti, cap. 2 Grosso oppure cap.2 Ashcroft)
Teoria dell'elettrone quasi-libero. Condizioni di Bragg. Gap di energia.
(appunti, cap. 9 Ashcroft)

Definizione di velocità e tensore massa effettiva per elettrone di Bloch.
(Appunti, Appendice E Ashcroft, oppure par. 6.2 del cap. II Grosso)

Densità degli stati e punti critici.

Formule per sistemi 1D,2D,3D. (appunti, par. 7 del cap. II Grosso)

Metodo del legame forte (tight-binding): ipotesi fisiche e descrizione del metodo per reticoli semplici e con base. Esempi: catena unidimensionale con atomi tutti uguali (orbitali s , s p_x , s p_x p_y p_z), catena unidimensionale con 2 atomi diversi per cella, orbitali di tipo s .

Reticolo fcc : orbitali s e solo p_x, p_y, p_z .

Struttura a bande del grafene: soli orbitali p_z . Punti di Dirac. Proprietà elettroniche dei nanotubi zig-zag e armchair. (Appunti, cap. 5 Grosso, cap.10 Ashcroft)

Sviluppo in onde piane: vantaggi e svantaggi (Problema del collasso

variazionale). Onde Piane ortogonalizzate. Metodo dello pseudopotenziale (appunti, par. 3 e 4 del cap. 5 Grosso).

Bande dei principali composti: solidi di gas-rari, ionici, covalenti, metalli semplici e nobili. (appunti, cap. VI del Grosso)

Proprieta' ottiche dei materiali: equazioni di Maxwell, equazione delle onde elettromagnetiche in un mezzo. Funzione dielettrica, indici di rifrazione, conduttivita' e relazione con osservabili fisiche: assorbimento, riflettivita', trasmissione. Modello di Lorentz-Drude. (appunti del corso, par. 1 e 2 cap XI Grosso, par. 2.4-2.5-2.6 e par. 3.1-3.2-3.3 del Wooten). Relazioni Kramers-Kronig Interazione radiazione-materia: teoria quantistica. Regola d'oro di Fermi. Probabilita' di Transizione e connessione con la parte immaginaria della funzione dielettrica. Joint density of states (JDOS). Interpretazione degli spettri ottici in base alla JDOS. effetti eccitonici: il modello idrogenoide (Mott Wannier) (appunti del corso, par. 1 e 2 del cap. XII Grosso)

Semiconduttori :

Semiconduttori definizione , struttura a bande , proprieta', Legge di azione di massa, Andamento del livello di Fermi e della Concentrazione dei portatori in funzione della Temperatura (Appunti, Grosso o Ashcroft)

Dinamica reticolare nei cristalli: Proprieta' della matrice delle costanti di forza. Catena unidimensionale monoatomica e biatomica. Branche acustiche ed ottiche. (appunti, par. 1 e 2 cap. IX Grosso)
Dinamica di un cristallo 3-D: branche acustiche, ottiche. Modi longitudinali e trasversi. (appunti, par.3 e 4 cap. IX Grosso)
Cenni al calcolo del Calore specifico vibrazionale: modello Einstein e Debye. (par. 5 cap. IX Grosso)

NMR e applicazioni per l'imaging

Spin non interagenti in campo magnetico
Equazioni di Bloch - Tempi di rilassamento Localizzazione spaziale del segnale
Cenni sugli impulsi a radio frequenza - Cenni su sequenze echo di spin
- Cenni su sequenze gradient echo - Cenni su sequenze Echo Planar Imaging (EPI)
- Relazioni fra spazio k e spazio diretto
(appunti e materiale fornito dal docente)

Testi di riferimento:

G. Grosso G. P. Parravicini Solid State Physics
N.W. Ashcroft N.D. Mermin Solid State Physics
Kittel Fisica dello Stato Solido
Wooten Optical Properties of Solids
N.B. I riferimenti ai capitoli dei libri

sono da considerarsi come integrazione agli appunti del corso
ove essi non siano stati presi in modo completo.

In alcuni casi trovate come riferimento sia il Grosso che l'Aschroft
ma spesso molte informazioni che trovate su un libro le trovate anche nell'
altro.

