

**PROGRAMMA DEL CORSO "Struttura della Materia 2"**  
**Laurea Magistrale in Fisica**  
**Anno Accademico 2016-17**

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

**Reticolo reciproco.** Definizione, propriet  fondamentali, utilit . 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, intensit  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 (Sommerfield). 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 velocit  e tensore massa effettiva** per elettrone di Bloch.  
(Appunti, Appendice E Ashcroft, oppure par. 6.2 del cap. II Grosso)

**Densit  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 px, s px py pz), catena unidimensionale con 2 atomi diversi per cella, orbitali di tipo s.

Reticolo fcc : orbitali s e solo px,py,pz.

Struttura a bande del grafene: soli orbitali pz. Punti di Dirac. Propriet  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)

### **Trasporto elettrico e termico nei metalli**

Modello di Drude : conducibilita' elettrica e Termica. Legge di Wiedman-Franz (WF) Equazione di Boltzman per trasporto elettrico e termico. Approssimazione tempo di rilassamento. Conducibilita' elettrica e termica. Legge di WF. Fenomeni termoelettrici. (Appunti, Capitolo 1 Ashcroft, Par. XI n.3 , 4.1, 6.1)

### **Semiconduttori :**

Semiconduttori definizione , struttura a bande , proprieta', Semiconduttori intrinseci ed estrinseci. Legge di azione di massa, Andamento del livello di Fermi e della Concentrazione dei portatori in funzione della Temperatura. Semiconduttori inomogenei: giunzione p-n. (Appunti, Ashcroft cap.28 e cap. 29 fino a pag.600).

**Dinamica reticolare nei cristalli:** Concetto di vibrazioni reticolari in approssimazione di B.O e armonica. 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 logitudinali 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)

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.