



Corso di laurea: Fisica magistrale

Insegnamento: Struttura della materia

Docente: Vincenzo Fiorentini

### Contenuti del corso

#### A. Solidi: stabilità e stato fondamentale

**Reticoli** e simmetria (A c.4,5,6,7); coesione di cristalli molecolari e ionici (A c.19,20). Teorema di Bloch; bande d'energia (A c.8); visione "nearly-free electron" vs orbitali: onde piane vs tight binding (A c.9, 10).

**Elettroni** interagenti. Gas di elettroni di Drude e Sommerfeld; risposta dielettrica di Drude-Lorentz (A cap.1,2). Gas di elettroni interagenti a livello Hartree-Fock; correlazione oltre HF secondo Wigner e Thomas-Fermi (A c.17; P c.4,5). Coesione dei metalli (P c.5, M cap.11). Teoria del funzionale densità.

**Dinamica reticolare** - Approssimazione adiabatica (P cap.2) ed eccezioni. Modi normali vibrazionali e relazioni di dispersione ottica e acustica (A c.22). Quantizzazione: fononi; statistica bosonica (A c.23).

#### B. Solidi: risposta

**Proprietà termodinamiche e dielettriche reticolari** - Calore specifico (A c.23), espansione termica, fusione, stabilità in diverse dimensionalità (A c.24; K c.4). Fononi nei metalli e interazione elettrone-fonone (A c.26). Risposta dielettrica di Lorentz per fononi: modi longitudinali, polaritoni (BG c.7.2).

**Risposta dielettrica elettronica** - Funzione dielettrica e relazioni di Kronig-Kramers (e Lorentz redux). Funzione dielettrica longitudinale: energy loss (G c.VII-7,8,9). Funzione dielettrica trasversa: relazione con le costanti ottiche; assorbimento interbanda diretto (permesse e proibite in approx di dipolo) e indiretto. JDOS e punti critici in 1, 2, 3D. Relazione di Tauc (G c.XII-1.1,2,3).

**Magnetismo e transizioni di fase** - Atomo in campo magnetico: diamagnetismo e paramagnetismo (PM) di van Vleck; PM di Curie (B c.2). Teoria elementare di Landau delle transizioni continue: rottura di simmetria, ordine e disordine, rigidità, eccitazioni, comportamento critico (K c.2). Teoria di Weiss del ferromagnetismo (FM). Magnoni e legge di Bloch (B c.5,6). Accoppiamento FM vs AFM e cenni a campo cristallino, quenching, Jahn-Teller, etc. (B c.4). Gas di elettroni: PM (Pauli) e FM (Stoner). Oscillazioni magnetiche nel gas di elettroni in campo magnetico: interazione RKKY, onde di spin, anomalie di Kohn, e AF "apparente" (B cap.7). Per gli audaci, K cap.6.

#### Testi di riferimento

A = Ashcroft-Mermin, *Solid state physics*

B = Blundell, *Magnetism in condensed matter*

BG=Bassani-Grassano, *Fisica dello stato solido*

G = Grosso-Pastori, *Solid state physics*

K = Khomskii, *Basic Aspects of the Quantum Theory of Solids*

M = Marder, *Condensed matter physics*

P = Phillips, *Advanced solid state physics*

S = Singleton, *Band Theory And Electronic Properties Of Solids*

### *Obiettivi formativi*

Conoscenze di base sulla fisica dei solidi con applicazioni.

### *Prerequisiti*

Meccanica quantistica (Fond.Fis.Teorica), fisica atomica e molecolare (Fond. Str.d.Mat.), e matematica superiore (Analisi I e II).

### *Metodi didattici*

Lezione frontale ed esercitazioni (proporzione orientativa 5:1). Potranno essere proposte dimostrazioni al computer tramite codici di simulazione open source.

### *Modalità di verifica dell'apprendimento*

Esame orale unico.

### *Altre informazioni*

Contatti del docente: [vincenzo.fiorentini@dsf.unica.it](mailto:vincenzo.fiorentini@dsf.unica.it), <http://www.dsf.unica.it/~fiore>, 347 1410906

Questo documento: <http://www.dsf.unica.it/~fiore/sdm12.pdf>