

Università di Cagliari - Corso di Studi in Fisica

Programma del Corso di **Struttura della Materia**

I anno della Laurea Magistrale - AA 2010/11

*Nota: Testi citati (p.es.[BJ]): vedi sotto. Sono disponibili su richiesta i video di tutte le lezioni di questo corso in formato mov o mp4 (non includono il materiale di cui alle "Lecture assegnate"). Riferimenti a "film" sono ai video delle lezioni di Stato Solido AA 09/10 (pure disponibili su richiesta).*

### **Atomi etc.** -----

**Atomi a più elettroni.** Atomo di He; singoletto vs tripletto; buca e "mucchio" di Fermi. Stati autoionizzanti. Scambio on-site ("Hund n.1", " $J>0$ ") e hamiltoniana di Heisenberg; interazione e-e perturbativa con Z efficace; campo centrale; alkali e quantum defect [B] cap.6,7,8; B cap.1,3 per Heisenberg].

Struttura fine e accoppiamento Russel-Saunders in campo centrale. Accoppiamento spin-orbita. Regola degli intervalli. **Regole di Hund** e loro giustificazione dettagliata. Termini spettrali. Esempio su C  $2p^2$  [B] cap.7,8].

**Interazione radiazione-atomo:** assorbimento ed emissione stimolata/ spontanea. Limite di grande lunghezza d'onda e regole di selezione di dipolo. Regole di quadrupolo risultanti da termini di ordine superiore [B] cap.7].

Principi dell'effetto **LASER**. Sistema a tre livelli e soglia di inversione di popolazione. Sistema a quattro livelli. Proprietà del fascio laser (brillanza, direzionalità, coerenza, ...) [Sv cap.1].

**Magnetismo** di momenti localizzati. Definizioni ( $\mu_B$ , suscettività, demagnetizzazione). Teorema di Bohr-van Leuween. Atomo in campo magnetico: para e diamagnetismo. Suscettività diamagnetica e paramagnetismo di van Vleck. Termine Zeeman: momento efficace e fattore di Landè. Suscettività paramagnetica di un sistema di momenti (quantistici) in bagno termico e confronto con l'esperimento: quenching (3d) e no (4f). [B cap.2,3]. *Riferimento:* quenching, J antiferro: film 20100519a e 20100519b.

### **Born-Oppenheimer e molecole** -----

Approssimazione di **Born-Oppenheimer**: giustificazione esplicita [P cap.2, K cap.1]. Dinamica ionica "classicizzata" alla Ehrenfest e teorema di Hellmann-Feynman [K cap.1]. Discussione qualitativa delle eccezioni semplici e loro soluzioni: degenerazione elettronica (effetto Jahn-Teller) e metalli (teorema di Migdal).

**Molecole** biatomiche come oscillatore armonico / rotatore rigido, con cenni al potenziale di Morse [BJ]. Principi della coesione della molecola  $H_2$  con base Heitler-London più stati ionizzati. Possibilità di scambio antiferromagnetico nell'hamiltoniana di Heisenberg. Heitler-London vs orbitali molecolari; transizione localizzato-delocalizzato [F cap.2]. *Lecture assegnate:* [RC, cap.8, 9, 10].

### **Solidi** -----

**Reticoli** cristallini diretto e reciproco; struttura tramite diffrazione di raggi X (Bragg-Laue). [AM cap.4,5,6] Teorema di Bloch e bande; nearly-free electron; tight-binding in sintesi [AM cap.8,9; S cap.4]. *Lecture assegnate:* tight-binding [S cap.4], semiconduttori (buca, massa efficace, statistica) [S. cap.6], oscillazioni di Bloch [S cap.9], conduttività elettrica e termica [S cap.9]. *Riferimento* per le lecture: film da 20100413 a 20100414b e da 20100427 a 20100428b.

**Metalli:** gas di elettroni non-interagenti (Sommerfeld) e interagenti a livello Hartree-Fock [P cap.1,4,5; AM cap.2 e 17]. Correlazione e screening di Thomas-Fermi [AM cap.17]. Coesione nei metalli alcalini [P cap.5, M cap.11 (nota: la discussione dello pseudopotenziale è sbagliata!)]. Paramagnetismo di Pauli [B cap.7]. Riferimento per quasiparticelle, HF, coesione, TF: film da 20100318 a 20100331.

**Vibrazioni:** catena lineare; modi acustici e ottici; matrice dinamica etc. [AM cap.22]. Meccanica statistica dei fononi e proprietà termodinamiche armoniche (calore specifico) [AM cap.23]. Anarmonicità: espansione, fusione [AM cap.25]. Modi acustici nei metalli: screening elettronico [AM cap.26]. Modi TO ed LO: campi interni e polaritoni [G cap.IX-7]. Riferimento fononi: film 20100420; TO/LO/polaritoni: film da 20100504 a 20100514.

=====  
Lecture consigliate 1 - Ottica: funzione dielettrica longitudinale vs trasversale; metalli (plasmoni) [G cap.VII-2 e 6] e isolanti (relazioni di Tauc) [G cap.XII-1,2,3]. Riferimento: film da 20100504 a 20100514.

Lecture consigliate-2 - Transizioni di fase: generalità e modelli di ferroicità di Landau e Weiss [B cap.6]. Riferimento: film 20100520 e 20100521.

=====  
**Testi** (tutti disponibili in biblioteca o elettronici) :

AM = Ashcroft-Mermin, *Solid state physics*  
B = Blundell, *Magnetism in condensed matter*  
BJ = Bransden-Joachain, *Physics of atoms and molecules*  
G = Grosso-Pastori, *Solid state physics*  
F = Fazekas, *Electron correlation and magnetism*  
K = Kohanoff, *Electronic structure of molecules and solids*  
M = Marder, *Condensed matter physics*  
P = Phillips, *Advanced solid state physics*  
RC = Rigamonti-Carretta, *Structure of matter*  
S = Singleton, *Band Theory And Electronic Properties Of Solids*  
Sv = Svelto, *Principles of lasers*

**Docente:**

Prof. Vincenzo Fiorentini  
vincenzo.fiorentini@dsf.unica.it  
vincenzo.fiorentini@gmail.com  
<http://www.dsf.unica.it/~fiore>  
347 1410906

**Questo documento:**

<http://www.dsf.unica.it/~fiore/sdm10.pdf>