

## **Corso di Laurea Magistrale in Fisica,**

**Anno Accademico 2009-2010**

### **Programma del corso di “Struttura della Materia” (8CFU)**

**Tenuto dal Prof. C. Pennetta**

Il corso approfondisce ed amplia la discussione attorno ad alcuni argomenti già introdotti durante la laurea triennale, sviluppandoli secondo una trattazione maggiormente formale. Inoltre introduce alcuni aspetti e temi della fisica della materia, di carattere più avanzato. Gli argomenti trattati sono di seguito elencati. Per chiarimenti sulle modalità di esame gli studenti sono invitati a contattare il docente.

#### **1) Metodi approssimati di soluzione dell'equazione di Schrödinger:**

Risultati della teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo per autovalori degeneri e non degeneri. Applicazione della teoria delle perturbazioni stazionarie al calcolo della struttura fine dello spettro energetico di un atomo idrogenoide. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo: impostazione generale ed approssimazione al primo ordine. Il metodo variazionale.

#### **2) Atomi a molti elettroni:**

Sistemi quantistici composti da particelle identiche e conseguenze dell'indistinguibilità. Sistemi fermionici. Sistemi bosonici. Aspetti generali relativi allo studio degli atomi con  $N$  elettroni. Approssimazione a campo medio auto-consistente: aspetti generali. Metodo di Hartree. Metodo di Hartree-Fock. Teorema di Koopmans. Limiti dell'approssimazione a campo medio. Struttura dei multipletti. Interazione fra atomi e radiazione: derivazione delle regole di selezione per transizioni ottiche nel caso di atomi ad un elettrone. Regole di selezione per transizioni ottiche nel caso di atomi ad  $N$  elettroni. Spettroscopia fotonica: discussione dei vari processi ad un elettrone. Emissione ed assorbimento dei raggi X.

#### **3) Molecole:**

Approssimazione adiabatica di Born-Oppenheimer e teorema di Hellmann-Feynman. Il problema elettronico nelle molecole: aspetti generali. Molecole biatomiche: simmetria e notazioni sugli stati elettronici. Calcolo degli stati elettronici dello ione idrogeno molecolare con i metodi LCAO e LCAO variazionale: confronto e discussione. Molecola di idrogeno ed altre molecole biatomiche omonucleari, legame covalente. Molecole biatomiche eteronucleari: la molecola di NaCl ed il legame ionico. Molecole poliatomiche, orbitali a simmetria adattata (ibridi). Approssimazione ad elettroni  $\pi$  e legame doppio coniugato. Metodo di Hückel e metodo esteso di Hückel: applicazione alle molecole di butadiene e benzene. Il moto dei nuclei: moti roto-vibrazionali nelle molecole biatomiche. Spettri molecolari: transizioni fra

livelli roto-vibrazionali corrispondenti a stati elettronici diversi. Principio di Frank-Condon. Vibrazioni dei nuclei in molecole poliatomiche: modi normali.

#### **4) Fisica dello Stato Solido:**

Proprietà generali dei solidi. Struttura periodica dei cristalli. Reticolo reciproco. Diffrazione di onde da parte di cristalli. Vibrazioni reticolari, fononi, modello di Einstein. Gli stati elettronici nei cristalli: struttura a bande, teorema di Bloch, momento cristallino. Il modello di Sommerfeld per gli elettroni di conduzione nei metalli.

#### **Bibliografia:**

*Struttura della Materia*, R. Fieschi, R. De Renzi, Nuova Italia Scientifica, 1995  
*Quantum Theory of Matter*, J.C. Slater, Mc Graw-Hill, 1968  
*Quantum Theory of Molecules and Solids*, J.C. Slater, Mc Graw-Hill, 1968  
*Teoria Quantistica della Materia*, J.C. Slater, Zanichelli, 1985  
*Atoms and Molecules*, M. Weissbluth, Academic Press, 1978  
*Introduzione alla Fisica dello Stato Solido*, C. Kittel, VIII ed. trad. curata da E. Bonetti, C. Bottani, F. Ciccacci, CEA editore, 2008.  
*Solid State Physics*, N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, (McGraw-Hill)  
*Fisica dello Stato Solido*, F. Bassani, U.M.Grassano, Bollati Boringhieri, 2000