UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Struttura della Materia - MZ

2122-3-E3001Q057-MZ

Obiettivi

La comprensione delle proprietà di atomi, molecole e solidi cristallini mediante gli strumenti della meccanica quantistica e della meccanica statistica.

Contenuti sintetici

Elementi di meccanica statistica classica e quantistica

Atomi: atomi a due elettroni, atomi a molti elettroni nella teoria di Hartree e la tavola periodica degli elementi.

Molecole: stati elettronici e legame chimico, rotazioni e vibrazioni molecolari, calore specifico di gas molecolari.

Solidi: teoria a bande degli elettroni nei cristalli; vibrazioni reticolari.

Programma esteso

Il corso è composto da quattro parti e una lezione introduttiva sulla meccanica quantistica dei sistemi a molte particelle. I riferimenti ai capitoli specifici dei libri di testo sono riportati per ogni sezione.

Meccanica Quantistica di Sistemi a Molte Particelle

(**(CT)**, capitolo 14)

Particelle identiche: fermioni e bosoni, determinante di Slater per particelle indipendenti, principio di esclusione di Pauli.

Fisica Statistica

(**(KK)** capitoli 2, 3, 5, 6, 7)

- Entropia, temperatura e probabilità.
- Ensemble canonico e la distribuzione di Boltzmann.
- Gas classico ideale.
- Potenziale chimico, ensemble gran canonico e la distribuzione di Gibbs.
- Distribuzione statistiche quantistiche: Fermi-Dirac e Bose-Einstein.
- Il gas di Fermi: energia di Fermi e calore specifico.
- Gas di bosoni a bassa temperatura e la condensazione di Bose-Einstein.

Fisica Atomica

(**(BJ)** capitoli 7 and 8)

- Atomi a due elettroni: teoria delle perturbazioni e principio variazionale per lo stato fondamentale.
- Stati eccitati dell'atomo a due elettroni: paraelio e ortoelio.
- Atomi a molti elettroni nello teoria di Hartree.
- Sistema periodico degli elementi.
- Correzioni all'approssimazione di campo centrale: accoppiamenti L-S e j-j, regole di Hund.

Fisica Molecolare

(**(M)** capitolo 3, **(BJ)** capitoli 10 and 11)

- Approssimazione di Born-Oppheneimer.
- Struttura elettronica della molecola H_2^+.

- La struttura elettronica della molecola di H_2 negli schemi di Heitler-London e degli orbitali molecolari.

- Stati elettronici in molecole biatomiche omo- ed etero-nucleari, legame covalente e ionico.
- Molecole poliatomiche: ibridizzazione e modello di Huckel.
- Rotazioni e vibrazioni di molecole biatomiche.

- Effetti dello spin nucleare sulle rotazioni della molecolare biatomica omonucleare.

- Calore specifico di un gas di molecole. Il teorema di equipartizione dell'energia.

Fisica dello Stato Solido

(**(M)** chapter 5)

- Reticoli e strutture cristalline

- Reticolo reciproco, piani di Bragg.

- Teorema di Bloch
- Teoria a bande degli elettroni nei cristalli: modello "empty-lattice" e approccio tight-binding
- Dinamica semiclassica degli elettroni nei cristalli.
- Semiconduttori: distribuzione di elettroni e lacune nei semiconduttori intrinseci, drogaggio n e p.
- La giunzione pn.

Prerequisiti

I contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi due anni. La prima parte del corso di meccanica quantistica.

Modalità didattica

Lezioni frontali.

Materiale didattico

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics, volume II, J. Wiley & Sons **(CT)**

- C. Kittel e H. Kroemer, *Termodinamica Statistica*, Boringhieri (Torino 1985) or the English version, *Thermal Physics* (W. Freeman, 1980). (KK)

- N. Manini, *Introduction to the Physics of Matter*, (Springer, 2014). **(M)**

- B. H. Bransden & C. J. Joachain, *Physics of Atoms and Molecules,* 2nd edition, (Harlow – Prentice Hall, 2003). **(BJ)**

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo e secondo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame si articola in una prova scritta e un colloquio orale.

La prova scritta consiste nello svolgimento di tre esercizi numerici riguardanti argomenti di meccanica statistica, fisica atomica e molecolare e fisica della stato solido. Durante la prova scritta è permesso l'utilizzo di libri ed appunti.

Ad ogni esercizio risolto correttamente viene assegnato 1 punto.

L'ammissione all'orale richiede un punteggio complessivo nella prova scritta non inferiore a 1 punto (1 esercizio svolto perfettamente sui tre assegnati).

La prova orale verte sull'intero programma teorico ed eventualmente sulla risoluzione degli esercizi non correttamente risolti dallo studente.

La prova orale deve essere sostenuta nella stessa sessione d'esame in cui è stata sostenuta la prova scritta.

Orario di ricevimento

Al termine della lezione, o su appuntamento nei periodi in cui non ci sono lezioni del corso.