UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Structure of Matter - Turno M-Z

2324-3-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 in molecole biatomiche e poliatomiche, rotazioni e vibrazioni molecolari, spettroscopia molecolare.

Solidi: teoria a bande degli elettroni nei cristalli, conduzione elettrica nei metalli e nei semiconduttori. Giunzioni pn.

Programma esteso

Il corso è composto da quattro parti e una lezione introduttiva sulla meccanica quantistica dei sistemi a molte particelle. Il docente fornisce gratuitamente agli studenti le proprie dispense del Corso, ispirate in parte da alcuni capitoli specifici di libri di testo suggeriti, qui 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, 5-9 o equivalentemente **(T)** capitoli 1, 2.1-2.4, 3.4-3.5.3, 3.6.1-3.6.3 o **(M)** caitolo 4)

- Entropia, temperatura e probabilità.
- Ensemble canonico e la distribuzione di Boltzmann.
- Gas classico ideale.
- Potenziale chimico, ensemble gran canonico.
- 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.
- La struttura elettronica della molecola di H2 negli schemi di Heitler-London e degli orbitali molecolari.
- Stati elettronici in molecole biatomiche omo- ed etero-nucleari, legame covalente e ionico.
- Stati elettronici di molecole poliatomiche: ibridizzazione e modello di Hueckel.
- Rotazioni e vibrazioni di molecole biatomiche.
- Effetti dello spin nucleare sulle rotazioni della molecolare biatomica omonucleare.
- Calore specifico delle molecole biatomiche; Il teorema di equipartizione dell'energia.

Fisica dello Stato Solido

(**(M)** chapter 5)

- Reticoli e strutture cristalline
- Esperimenti di diffrazione e reticolo reciproco
- La teoria a bande degli elettroni nei cristalli: metalli e isolanti.
- La dinamica semiclassica degli elettroni nei cristalli.
- Semiconduttori: distribuzione di elettroni e lacune nei semiconduttori intrinseci, drogaggio n e p, livelli donori e accettori.
- Dispositivi a semiconduttore: 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

- F. Montalenti, dispense (file .pdf reso disponibile sulla pagina elearning)
- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics, volume II, J. Wiley & Sons **(CT)**
- C. Kittel e H. Kroemer, *Thermal Physics* (W. Freeman, 1980) or the Italian edition, *Termodinamica Statistica*, Boringhieri (Torino 1985). **(KK)**
- N. Manini, *Introduction to the Physics of Matter*, (Springer, 2014) disponibile come e-book sul sito della biblioteca. **(M)**
- B. H. Bransden and C. J. Joachain, *Physics of Atoms and Molecules,* 2nd edition, (Harlow – Prentice Hall, 2003). **(BJ)**
- D. Tong, Lectures on Statistical Physics http://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/statphys.html. **(T)**

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 della durata di 2 ore non è permesso l'utilizzo di libri ed appunti. E' vietato l'utilizzo di dispositivi elettronici ad eccezione di una calcolatrice.

Per l’ammissione all’orale è richiesta la soluzione corretta di un esercizio su tre o di frazioni di esercizio la cui somma corrisponda ad un’unità.
Per il primo esercizio svolto correttamente vengono assegnati 18 punti. Per ogni ulteriore esercizio svolto correttamente vengono assegnati 6 punti.

La prova orale verte sulla discussione dello scritto e sugli argomenti svolti a lezione. La prova orale deve essere sostenuta nella stessa sessione d'esame in cui è stata sostenuta la prova scritta.

Non sono previste valutazioni in itinere.

La prova orale verte sulla discussione dello scritto e sugli argomenti svolti a lezione.

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

Non sono previste valutazioni in itinere

Orario di ricevimento

Previo appuntamento da richiedere almeno due giorni prima via email.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ