



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Struttura della Materia - MZ

1920-3-E3001Q057-2

---

#### 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

((G), capitolo 13)

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.

## Fisica Atomica

((G) capitolo 14 con supplementi 14-A e 14-B, (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 nella 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-Oppenheimer.
- 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.
- 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.
- Metalli, semiconduttori, e isolanti

## 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

- S. Gasiorowicz, *Quantum Physics*, (Wiley International Editions, 2003) **(G)**

- 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 quattro 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 vengono assegnati 7.5 punti.*

*L'ammissione all'orale richiede un punteggio complessivo nella prova scritta non inferiore a 11 punti (1.5 esercizi svolti correttamente su quattro).*

*La prova orale verte sulla eventuale risoluzione degli esercizi non correttamente risolti dallo studente e sulla teoria.*

*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 s\_\_\_\_\_

---