



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## COURSE SYLLABUS

### Theory of Condensed Matter I

2425-1-F1701Q107

---

#### Obiettivi

Obiettivo del corso è fornire una conoscenza di base dei metodi teorici per la descrizione di elettroni interagenti con applicazioni alle proprietà elettroniche e magnetiche dei solidi.

#### Contenuti sintetici

Metodo di Hartree-Fock e proprietà dielettriche del gas di elettroni. Seconda quantizzazione. Teoria del funzionale della densità e applicazioni allo studio delle proprietà elettroniche dei solidi. Proprietà magnetiche di isolanti e metalli.

#### Programma esteso

##### Sistemi a molti elettroni

Dal sistema a più elettroni alla teoria di campo medio: l'equazione di Hartree e l'equazione di Hartree-Fock. Teorema di Koopmans. Il modello di Thomas-Fermi.

Seconda quantizzazione per bosoni e fermioni. operatori di creazione e distruzione ed operatori di campo, operatori a una e due particelle.

Il jellium ed il metodo di Hartree-Fock per il gas di elettroni omogeneo. La funzione dielettrica del gas di elettroni nella teoria di Thomas-Fermi e di Lindhard: oscillazioni di Friedel. Proprietà e diagramma di fase del gas di elettroni omogeneo.

La teoria del funzionale della densità: il teorema di Hohenberg e Kohn, l'equazione di Kohn e Sham, la buca di scambio e correlazione e le approssimazioni del funzionale di scambio e correlazione. Applicazione della teoria del funzionale della densità allo studio delle proprietà dei solidi. Pseudopotenziali. Teorema di Hellmann-Feynman e dinamica molecolare da principi primi.

### **Proprietà magnetiche dei solidi**

Diamagnetismo e paramagnetismo negli isolanti. Paramagnetismo e diamagnetismo del gas di elettroni. Ferromagnetismo negli isolanti: Hamiltoniana di Heisenberg e modello di Curie-Weiss. Dall'Hamiltoniana di Hubbard all'Hamiltoniana di Heisenberg: interazioni di scambio diretto, scambio cinetico, superscambio. Eccitazioni magnetiche nei ferromagneti: onde di spin. Modello di Stoner per il ferromagnetismo itinerante nei metalli.

### **Prerequisiti**

Il corso di Meccanica quantistica e di Struttura della Materia della laurea di primo livello in Fisica.

### **Modalità didattica**

Lezioni frontali di tipo erogativo. L'insegnamento verrà erogato in lingua inglese.

### **Materiale didattico**

M. L. Cohen and S. G. Louie, Fundamentals of Condensed Matter Physics, Cambridge University Press (Cambridge, 2016).

G. Grosso and G. Pastori Parravicini: Solid State Physics, Academic Press (San Diego, 2000).

R. Martin, Electronic Structure, Cambridge University Press (Cambridge, 2008)

### **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Primo semestre

### **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Prova orale.

Colloquio con discussione degli argomenti trattati durante le lezioni.

Verrà valutata la capacità di esporre gli argomenti trattati a lezione in tutti i loro aspetti concettuali e formali incluse le derivazioni dei risultati.

Non sono previste valutazioni in itinere.

## **Orario di ricevimento**

Dopo le lezioni o su appuntamento.

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---