



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Struttura della Materia I

2021-2-E2701Q043

---

#### Obiettivi

Il corso si prefigge di introdurre e sviluppare i concetti base della meccanica quantistica utilizzati per modellizzare le proprietà della materia a livello atomico.

#### Contenuti sintetici

CRISI DELLA FISICA CLASSICA

PARTICELLA QUANTISTICA

EQUAZIONE DI SCHRÖDINGER

ATOMI

#### Programma esteso

CRISI DELLA FISICA CLASSICA

Spettro di corpo nero, teoria classica e proposta di Planck; il quanto di energia. Effetto fotoelettrico: apparato e osservazioni sperimentali; interpretazione classica e interpretazione quantistica. Modello corpuscolare della luce; il

fotone. Effetto Compton: aspetti sperimentali e interpretazione. Produzione e annichilazione di coppie e-e+. Spettro e.m. e interazione fotone-materia. Modello di Bohr: costruzione e risultati; conseguenze. Transizioni e spettri. Esperimento di Franck-Hertz e interpretazione. Ipotesi di De Broglie; esperimenti di Davisson e Germer e di Thomson.

## PARTICELLA QUANTISTICA

Funzione d'onda  $\psi$  ed equazione delle onde per le onde di materia.  $\psi$  come onda armonica o come pacchetto. Vantaggi del pacchetto; principi di indeterminazione. Richiami su pacchetto d'onde, velocità di gruppo, trasformata di Fourier, pacchetto gaussiano. Discussione e conseguenze dei principi di indeterminazione. Interpretazione probabilistica di Born della funzione d'onda  $\psi$ . Misura e valori di aspettazione. Operatori e regole di rappresentazione; esempi.

## EQUAZIONE DI SCHRÖDINGER

L'equazione di Schrödinger: derivazione, significato, proprietà. Densità di corrente di probabilità e conservazione. Separazione delle variabili, eq. di Schrödinger agli stati stazionari. Autostati e autovalori di H. Probabilità ed energia di uno stato stazionario. Probabilità e energia di stati non stazionari; densità di carica. Soluzione dell'eq. di Schrödinger 1D: la particella quantistica in una buca di potenziale infinita. Autostati ed energie. Esempi di buca infinita; conseguenze. La particella quantistica in una buca infinita 3D. Degenerazione. Buca di potenziale finita: soluzioni pari e dispari per  $E < 0$  ed energie; soluzioni con  $E > 0$  e stati del continuo; riflessione e trasmissione. Caratteristiche di buca infinita e finita, con discussione di problemi. Gradino di potenziale e barriera di potenziale 1D. Coefficienti di riflessione e trasmissione, densità di corrente di probabilità. Effetto tunnel. Oscillatore armonico 1D: soluzione dell'eq. di Schrödinger, stati stazionari, energie. Potenziale con un minimo: stati legati e del continuo.

## ATOMI

Equazione di Schrödinger per una particella in campo centrale; equazione angolare e radiale. Densità di probabilità radiale e angolare. Soluzione dell'eq. radiale; funzioni  $R_{nl}(r)$ , numero quantico principale  $n$  ed energie  $E_n$ . Soluzione dell'eq. angolare; le armoniche sferiche  $Y_{lm}(\theta, \phi)$  e le loro proprietà. Numeri quantici orbitale  $l$  e magnetico  $m$ . La soluzione generale  $\psi_{nlm} = R_{nl}(r) Y_{lm}(\theta, \phi)$ . Transizioni di dipolo elettrico e regole di selezione. Momento angolare e sua quantizzazione; eq. agli autovalori di  $L^2$  e  $L_z$ , limite classico. Atomo idrogenoide

## Prerequisiti

### Modalità didattica

Lezione Frontale ed esercitazioni

*Nel periodo di emergenza Covid-19 le lezioni si svolgeranno completamente da remoto. Le registrazioni delle lezioni saranno caricate sulle piattaforma e-learning in accordo al programma del corso. In questo caso, anche le esercitazioni saranno erogate da remoto, come risoluzione guidata di problemi ed esercizi.*

Su richiesta, si potranno organizzare degli incontri online sulla piattaforma Webex per la discussione di contenuti del corso.

### Materiale didattico

Appunti e libri di testo consigliati

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

2° semestre

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

Esame Scritto e Orale

*Nel periodo di emergenza Covid-19 gli esami orali saranno solo telematici. Verranno svolti utilizzando la piattaforma WebEx e nella pagina e-learning dell'insegnamento verrà riportato un link pubblico per l'accesso all'esame di possibili spettatori virtuali.*

## **Orario di ricevimento**

su appuntamento

---