



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2021/2022

## FISICA II

<b>Anno immatricolazione</b>	2020/2021
<b>Anno offerta</b>	2021/2022
<b>Normativa</b>	DM270
<b>SSD</b>	FIS/01 (FISICA SPERIMENTALE)
<b>Dipartimento</b>	DIPARTIMENTO DI CHIMICA
<b>Corso di studio</b>	CHIMICA
<b>Curriculum</b>	PERCORSO COMUNE
<b>Anno di corso</b>	2°
<b>Periodo didattico</b>	Secondo Semestre (01/03/2022 - 17/06/2022)
<b>Crediti</b>	6
<b>Ore</b>	48 ore di attività frontale
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano
<b>Tipo esame</b>	ORALE
<b>Docente</b>	COCOCCIONI MATTEO (titolare) - 3 CFU PROTTI NICOLETTA - 0.5 CFU PROTTI NICOLETTA - 2.5 CFU
<b>Prerequisiti</b>	Aver superato l'esame di Fisica Sperimentale con Laboratorio. Aver frequentato il corso di Chimica Fisica I.
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Il modulo teorico si propone di consolidare le conoscenze di meccanica quantistica ed estenderle fino a fornire un bagaglio sufficiente ed adeguato alla comprensione della fisica di atomi e molecole. Gli argomenti formali affrontati a lezione verranno sviluppati nell'ambito della trattazione di problemi ben definiti di chimica atomica e molecolare, con l'obiettivo di fornire agli studenti una conoscenza operativa della meccanica quantistica con cui poter impostare la loro trattazione e affrontare la loro soluzione. Ci si aspetta che alla fine del corso gli studenti non solo comprendano, ad esempio, l'origine della natura discreta degli spettri atomici e molecolari o del legame chimico, ma sappiano anche costruire la funzione d'onda di una semplice molecola o</p>

di un sistema a molti elettroni e impostare il calcolo dello stato fondamentale mediante un approccio variazionale.

Il modulo di laboratorio si propone di approfondire alcuni argomenti di elettromagnetismo e di ottica.

Gli argomenti affrontati durante le lezioni frontali verranno applicati all'analisi di una serie di esperienze di laboratorio, che hanno lo scopo di rendere familiare lo studente con le basi del metodo sperimentale e di addestrarlo ad utilizzare gli strumenti di misura e ad interpretare correttamente i risultati sperimentali, confrontandoli con quelli previsti dalla teoria.

#### Programma e contenuti

Le lezioni del modulo teorico verranno articolate nei seguenti macro-argomenti

- fondamenti della meccanica quantistica (principalmente ripasso da corsi precedenti): dualismo onda-particella, principi fondanti, funzioni d'onda e loro interpretazione, operatori e osservabili, equazione di Schrodinger, momento angolare, fattorizzazione della funzione d'onda, atomo di idrogeno;
- struttura elettronica di atomi più complessi: atomi idrogenoidi, principio di esclusione di Pauli, ordine di riempimento di Auf-Bau, energie totali, potenziali di ionizzazione, ed affinità elettroniche;
- modello vettoriale dell'atomo: campo magnetico in meccanica quantistica, diamagnetismo e paramagnetismo, momenti magnetici localizzati, interazione di spin-orbita e loro effetto su spettri atomici, regole di Hund, proprietà di atomi a shell aperta, momento magnetico nucleare e spettroscopia NMR (cenni)
- molecole e loro struttura elettronica: spazi di Hilbert e basi di funzioni, principio variazionale, combinazioni lineari di orbitali atomici, stati leganti e antileganti, molecola di idrogeno ione e idrogeno, molecole più complesse (cenni), stati elettronici della molecola di benzene e teoria di Huckel, Hamiltoniana e sue simmetrie (cenni);
- funzioni d'onda a più elettroni: prodotti di termini di elettrone singolo, metodo di Hartree, antisimmetrizzazione e metodo Hartree-Fock, energie di eccitazione (teorema di Koopmans), integrale di scambio e magnetismo;

Nelle lezioni teoriche del modulo di laboratorio, vengono affrontati argomenti finalizzati alla realizzazione delle esperienze in laboratorio:

- approfondimenti di magnetismo nella materia: richiami delle equazioni di Maxwell nel vuoto, derivazione delle equazioni della magnetostatica in presenza di un mezzo, classificazione dei materiali in base alle proprietà magnetiche, spiegazione in termini microscopici delle proprietà diamagnetiche, paramagnetiche e ferromagnetiche dei materiali ed esempi applicati alla chimica, ciclo di isteresi di materiali ferromagnetici;
- fisica dei semiconduttori: richiami ai numeri quantici e ai livelli energetici, bande di energia (bande di valenza e di conduzione), energia di Fermi, classificazione dei materiali in conduttori, isolanti e semiconduttori in base all'occupazione delle bande energetiche. Approfondimenti sui semiconduttori: elettroni e lacune, drogaggio di tipo p e di tipo n, diodi, LED;

- ottica geometrica: la luce e lo spettro elettromagnetico, descrizione dei fenomeni e delle leggi della riflessione, rifrazione, dispersione cromatica, prisma ottico, accenni alle lenti sottili, principi di funzionamento di uno spettroscopio di Kirchhoff e Bunsen e sue applicazioni;
- ottica ondulatoria: principio di Huygens, esperimento di Young, diffrazione da singola fenditura, interferenza da due fenditure, reticoli di diffrazione, diffrazione di raggi X su reticolo cristallino;
- attività ottica e polarizzazione della luce: ripasso del concetto di onda elettromagnetica, della polarizzazione legge di Malus; definizione dell'attività ottica e classificazione di sostanze destrorgire e levogire; concetto di lamina dicroica e polarimetro; alcuni esempi di sostanze otticamente attive (saccarosio, glucosio, fruttosio) e loro fenomeni associati (mutarotazione del glucosio, inversione del saccarosio).

Le esperienze di laboratorio riguardano:

- la misura di un ciclo di isteresi mediante l'utilizzo di un trasformatore di materiale ferromagnetico;
- la misura della costante di Planck attraverso LED;
- la taratura di uno spettroscopio a prisma e la misura della lunghezza d'onda di righe spettrali incognite;
- la diffrazione e l'interferenza della luce utilizzando laser e fenditure singole e doppie;
- studio dell'attività ottica di soluzioni zuccherine e di alcuni fenomeni specifici (mutarotazione e inversione).

#### Metodi didattici

Il modulo teorico si basa su lezioni frontali in classe.

Il modulo di laboratorio prevede esercitazioni sperimentali in laboratorio. Gli argomenti oggetto delle esperienze sono presentati e approfonditi durante alcune lezioni frontali, che precedono le attività in laboratorio.

#### Testi di riferimento

Per il modulo teorico il testo di riferimento è: Peter Atkins and Julio De Paula, "Chimica Fisica", Ed. Zanichelli. Edizione italiana: 5 (o più recente); edizione inglese: 9 (o più recente).

Per il modulo di laboratorio, i testi di riferimento sono:

- Mazzoldi, Nigro, Voci, "Fisica, Vol. 2", Ed. Edises
- Serway - Jewett, "Fisica per Scienze ed Ingegneria - Vol. 2", Ed. Edises
- Halliday, Resnick, Walker, "Fondamenti di Fisica", Ed. CEI

#### Modalità verifica apprendimento

L'esame prevede una prova orale congiunta per i due moduli che compongono il corso.

Per il modulo teorico, durante la prova orale lo studente dovrà dimostrare la conoscenza degli argomenti affrontati a lezione e la capacità di usare nozioni di base di meccanica quantistica per impostare la trattazione di problemi tipici di fisica nucleare e molecolare.

Per il modulo di laboratorio, durante la prova orale lo studente dovrà discutere delle esperienze effettuate: saranno verificate la comprensione delle attività svolte in laboratorio, la conoscenza dei fenomeni fisici oggetto delle esperienze di laboratorio e degli

approfondimenti svolti durante le lezioni frontali, e la corretta interpretazione dei risultati sperimentali.

**Altre informazioni**

La frequenza alle lezioni teoriche e alle esperienze in laboratorio e' obbligatoria.

**Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile**

[\\$lbl\\_legenda\\_sviluppo\\_sostenibile](#)