

## SYLLABUS DEL CORSO

### Meccanica Quantistica

2425-1-F4001Q121

---

#### Obiettivi

Introduzione generale ai principi della Meccanica Quantistica

#### Contenuti sintetici

- **Concetti fondamentali della fisica quantistica:** stati, operatori e postulati della fisica quantistica
- **Proprietà quantistiche:** operatori, principio di indeterminazione, basi di informazione quantistica
- **Quantizzazione canonica e meccanica quantistica:** operatori posizione e impulso, teorema di Noether
- **Evoluzione temporale:** equazione di Schroedinger, rappresentazione di Schroedinger e di Heisenberg
- **Meccanica quantistica in una dimensione:** particella unidimensionale libera, pacchetto d'onda, buca e gradino di potenziale, barriera di potenziale, oscillatore armonico
- **Sistemi quantistici in più di una dimensione:** spazi prodotto diretto, potenziali separabili, il problema dei due corpi
- **Il momento angolare:** gruppi e algebre di Lie, gruppo delle rotazioni, momento angolare, spin, composizione di spin e momenti angolari
- **Problemi tridimensionali:** equazione di Schroedinger radiale, potenziale coulombiano e atomo di idrogeno
- **Teoria delle perturbazioni**
- **Azione in meccanica quantistica:** integrale di cammino e approccio di Feynman.

#### Programma esteso

Una volta completato il corso, l? student? avrà acquisito le seguenti **conoscenze**:

- saprà identificare gli esperimenti incompatibili con la fisica classica e motivare la necessità di una teoria quantistica che li risolva
- saprà riassumere i concetti di base della fisica quantistica in termini di operatori e stati
- sarà in grado di enunciare, con parole proprie, i postulati della fisica quantistica
- saprà enunciare il principio di indeterminazione e dare esempi di osservabili compatibili e incompatibili in base alle loro proprietà di commutazione
- saprà caratterizzare l'informazione contenuta in uno stato quantistico tramite il formalismo della matrice densità
- saprà enunciare il teorema di Noether e applicarlo a sistemi quantistici
- saprà introdurre gli operatori posizione e impulso e discuterne le proprietà
- sarà in grado di introdurre l'operatore che controlla l'evoluzione temporale di un sistema quantistico e di formulare l'equazione di Schroedinger per la funzione d'onda
- saprà discutere la soluzione in termini di autostati e autovalori di semplici problemi unidimensionali quali la buca, il gradino di potenziale, la barriera di potenziale e l'oscillatore armonico
- saprà generalizzare la quantizzazione di sistemi meccanici a sistemi quantistici in più di una dimensione
- saprà fornire una realizzazione fisica del concetto matematico di rappresentazione di un gruppo di simmetria usando come esempio il gruppo delle rotazioni e il momento angolare
- saprà illustrare come risolvere problemi in tre dimensioni quali l'atomo di idrogeno
- sarà in grado di discutere metodi di approssimazione per risolvere l'equazione di Schroedinger
- saprà introdurre il concetto di azione in meccanica quantistica e ottenere l'equazione di Schroedinger dall'integrale di cammino

Una volta completato il corso, l? student? avrà acquisito le seguenti **abilità**:

- sarà in grado di determinare la quantità di informazione contenuta in un sistema quantistico e come essa si modifichi in seguito a una misura
- saprà applicare il linguaggio della fisica quantistica alla meccanica classica partendo da considerazioni di natura fisica, legate alla realizzazione delle simmetrie dei sistemi meccanici
- sarà in grado di risolvere semplici problemi uni-dimensionali in analogia con i prototipi discussi a lezione
- saprà stimare la forma della funzione d'onda di una particella in base alle proprietà del potenziale
- sarà in grado di applicare la tecnica di separazione delle variabili per risolvere problemi in più di una dimensione
- saprà comporre spin e momenti angolari
- saprà applicare tecniche di approssimazione quali la teoria delle perturbazioni indipendente dal tempo per risolvere semplici problemi

Una volta completato il corso, l? student? avrà acquisito le seguenti **competenze**:

- avrà compreso la portata concettuale della fisica quantistica e la necessità di ripensamento radicale di ciò che ci si aspetta da una teoria fisica
- avrà acquisito dimestichezza con il linguaggio universale nella formulazione della fisica moderna
- avrà acquisito una serie di tecniche e strumenti matematici utili per diverse applicazioni in fisica teorica che forniranno una solida base per affrontare corsi più avanzati quali teoria quantistica dei campi o fisica della materia

## Prerequisiti

Conoscenza di base di fisica classica, analisi e algebra come insegnata nella laurea triennale in Matematica

## Modalità didattica

Lezione frontale. La partecipazione attiva sarà incoraggiata attraverso la discussione di esempi e problemi durante le lezioni secondo principi di apprendimento attivo e di didattica partecipativa.

## Materiale didattico

### Testo di riferimento

- S. Forte, L. Rottoli, "Fisica Quantistica", Zanichelli

### Testi di approfondimento

- J. Dimock, "Quantum Mechanics and Quantum Field Theory", Cambridge
- J.J. Sakurai, J. Napolitano, "Modern Quantum Mechanics (2nd Edition)", Addison-Wesley (anche disponibile in traduzione italiana)
- Benjamin Schumacher, Michael Westmoreland, "Quantum Processes Systems, and Information", Cambridge University Press
- A. Berera e L. Del Debbio, "Quantum Mechanics", Cambridge U.P.
- J. Binney e D. Skinner, "The Physics of Quantum Mechanics", Oxford U.P.
- M. Maggiore, "A modern introduction to quantum field theory", Oxford U.P. (per teoria dei gruppi)

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

**Esame orale** basato sulla discussione di argomenti trattati a lezione e su esercizi svolti durante il corso. Il punto di partenza dell'esame sarà un **esercizio assegnato** anticipatamente da risolvere a casa e presentare durante l'esame.

L'esame verte su tutto il programma del corso, inclusi esercizi ed approfondimenti svolti durante le lezioni, che sono parte integrante del corso.

## Orario di ricevimento

Su richiesta dell? student?, previo appuntamento via email col docente

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---