FISICA (LB23)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento FISICA TEORICA

GenCod A003696

Docente titolare Luca GIRLANDA

Insegnamento FISICA TEORICA

Anno di corso 3

Insegnamento in inglese THEORETICAL PHYSICS

Lingua

Settore disciplinare FIS/02

Percorso PERCORSO COMUNE

Corso di studi di riferimento FISICA

Tipo corso di studi Laurea

Sede Lecce

Crediti 8.0

Periodo Primo Semestre

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 64.0

Tipo esame Orale

Per immatricolati nel 2020/2021

Valutazione

Erogato nel 2022/2023

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso ha per oggetto la meccanica quantistica non relativistica.

PREREQUISITI

Sono necessarie competenze solide in Meccanica Classica, Elettromagnetismo, Analisi matematica, Geometria ed Algebra.
Sono propedeutici gli esami di Analisi matematica I, II e III, Fisica I, II, III e IV, Laboratorio I e II, Algebra e geometria.

OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisizione della fenomenologia e dei modelli teorici della meccanica quantistica non relativistica.

Conoscenze e comprensione:Lo studente avra' compreso i fatti sperimentali all'origine dello sviluppo della meccanica quantistica e il formalismo matematico nel quale questa e' formulata.
Capacita' di applicare conoscenze e comprensione:Lo studente sapra' trasporre un problema di fisica classica in ambito quantistico, comprendendone le implicazioni ed il collegamento con i processi di misura.
Autonomia di giudizio:Lo studente sapra' individuare le opportune assunzioni nei processi di modellizzazione teorica e giudicarne la validita'.
Abilita' comunicative:Lo studente sapra' esporre le strategie di risoluzione di problemi di meccanica quantistica non relativistica giustificandone la logica.
Capacita' di apprendimento:Lo studente sara' nelle condizioni di poter apprendere nozioni di fisica della materia e del nucleo.

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali ed esercitazioni.
Test di apprendimento settimali in itinere.

MODALITA' D'ESAME

Prova scritta ed orale. Si e' ammessi all'orale (da svolgersi nell'ambito dello stesso appello) con una valutazione non inferiore ai 15/30. Al voto dello scritto viene aggiunto un bonus massimo di 6/30 in base agli esiti delle prove in itinere, al fine di incoraggiare frequenza e studio assidui. L'entita' di tale bonus si dimezza per gli esami sostenuti nella sessione successiva alla prima e si annulla per gli esami sostenuti nell'anno accademico successivo, al fine di incoraggiare la celerita' del percorso di laurea.

ALTRE INFORMAZIONI UTILI	*Nella sezione Materiale didattico sono presenti testi d'esame ed in itinere passati.*

PROGRAMMA ESTESO

Crisi delle idee classiche. Dualismo (complementarita') onda-particella. Concetti fondamentali della teoria dei quanti: principio di sovrapposizione, relazioni di indeterminazione, funzione d'onda ed interpretazione probabilstica. Evoluzione della funzione d'onda ed equazione di Schroedinger. Corrente di probabilita'. Stati stazionari e loro sovrapposizioni. Particella libera. Evoluzione libera del pacchetto gaussiano.

Problemi unidimensionali. Buca di potenziale quadrata infinita. Buche e barriere di potenziale quadrate finite e deltiformi, stati legati e del continuo. Formalismo della matrice di trasferimento. Coefficienti di trasmissione e riflessione. Risonanze. Effetto tunnel. Gradino di potenziale, tempo di ritardo.

L'apparato matematico della meccanica quantistica. La funzione d'onda come vettore di uno spazio di Hilbert. Basi ortonormali discrete e continue, rappresentazioni. Operatori lineari, aggiunto di un operatore, notazione di Dirac. Proprieta' degli operatori hermitiani. Autostati ed equazioni agli autovalori. Osservabili. Proprieta' di osservabili che commutano. Insiemi completi di osservabili che commutano. Operatori posizione e impulso. Relazioni di commutazione canonica. Operatore di traslazione. Operatore di parita'. Sistemi composti. Prodotto tensore di spazi degli stati. Entanglement.

Postulati della meccanica quantistica. Il processo di misura e collasso della funzione d'onda. Illustrazione dei postulati mediante la buca infinita bidimensionale. Effetto dell'entanglement. Evoluzione temporale, costanti del moto, teorema di Ehrenfest. Operatore di evoluzione temporale per sistemi conservativi. Relazione di indeterminazione energia-tempo. Schema di Heisenberg ed equazione di evoluzione degli operatori. Osservabili compatibili. Relazioni di indeterminazione tra osservabili incompatibili. Pacchetto di minima indeterminazione. Probabilita' epistemiche ed ontiche. Descrizione di miscele statistiche tramite operatore densita'. Tracce parziali e operatore densita' ridotto.

Esperimenti di Stern-Gerlach e sistemi di spin 1/2. Matrici di Pauli. Proprieta' generali dei sistemi a due livelli. Spettro e autostati dell'Hamiltoniana. Anticrossing e repulsione dei livelli. Stabilizzazione per risonanza. Aspetti dinamici, oscillazioni di Rabi.

Oscillatore armonico unidimensionale. Operatori di creazione, distruzione e numero. Caratterizzazione della base {|n>}. Proprieta' di parita' degli stati stazionari. Stati coerenti dell'oscillatore armonico. Stati coerenti come traslazione del vuoto. Problemi riconducibili all'oscillatore armonico unidimensionale: oscillatore armonico in campo uniforme, oscillatore armonico bi- e tridimensionale isotropo; degenerazione dei livelli.

Operatore momento angolare, proprieta' generali. Determinazione dello spettro. Costruzione della base standard {|k,j,m>}. Momento angolare orbitale ed armoniche sferiche. Relazioni di ortonormalita' e completezza. Proprieta' di trasformazione per parita' e per complessa coniugazione. Relazione tra armoniche sferiche e polinomi omogenei in (x,y,z). Rotatore rigido e spettri rotazionali di molecole biatomiche. Momento angolare come generatore delle rotazioni. Osservabili scalari e vettoriali.

Problemi in campo centrale. Oscillatore armonico tridimensionale isotropo. Atomo di idrogeno, spettro e autofunzioni. Orbitali atomici. Struttura elettronica e tavola periodica.

Scattering da potenziale. Ampiezza di scattering e sezione d'urto. Equazione di Lippman-Schwinger. Funzione di Green. Sviluppo e approssimazione di Born. Sezione d'urto di Yukawa e di Coulomb in approssimazione di Born. Scattering da potenziale centrale. Espansione di onde piane in armoniche sferiche. Fasi di scattering. Ampiezze parziali di scattering e sezione d'urto totale.

Ulteriori evidenze sperimentali dello spin dell'elettrone. Effetto Zeeman. Postulati di Pauli per lo spin. Spinori.

Composizione di momenti angolari. Coefficienti di Clebsch-Gordan.

Teoria delle perturbazioni indipendente dal tempo al primo e secondo ordine. Caso di livelli imperturbati degeneri. Applicazioni: effetto Stark lineare e quadratico, livelli vibrazionali di molecole biatomiche. Teoria delle perturbazioni dipendente dal tempo. Schema di interazione. Serie di Dyson. Transizioni risonanti. Regola d'oro di Fermi. Principio variazionale di Ritz.

Particelle identiche. Degenerazione di scambio. Operatori di permutazione. Postulato di simmetrizzazione. Collegamento con lo spin. Principio di esclusione di Pauli.

TESTI DI RIFERIMENTO

Cohen-Tannoudji, Diu, Laloe, 'Quantum Mechanics' voll. 1 e 2.
Sakurai, Napolitano, "Meccanica quantistica moderna"
Forte, Rottoli, 'Fisica quantistica'
Landau, Lifsits, 'Meccanica quantistica, teoria non relativistica'
Dirac, 'I principi della meccanica quantistica'

Letture consigliate:
Pais, 'Il danese tranquillo'
Bell, 'Speakable and unspeakable in quantum mechanics'