



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2024/2025

MECCANICA QUANTISTICA

Anno immatricolazione	2022/2023
Anno offerta	2024/2025
Normativa	DM270
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI FISICA "ALESSANDRO VOLTA"
Corso di studio	FISICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Primo Semestre (23/09/2024 - 10/01/2025)
Crediti	12
Lingua insegnamento	Italiano
Prerequisiti	Conoscenza della Meccanica ed Elettromagnetismo classici. I contenuti dei corsi di analisi matematica ed algebra lineare, spazi di Hilbert ed operatori lineari, nonché la parte teorica del corso.
Obiettivi formativi	Fornire conoscenza di base operativa della meccanica quantistica non relativistica. L'obiettivo delle esercitazioni è di insegnare ad applicare la meccanica quantistica non relativistica alla soluzione di semplici problemi che coinvolgono sistemi di poche particelle, oppure ensemble termodinamici.
Programma e contenuti	<p>Breve introduzione storica (Heisenberg microscope, effetto fotoelettrico, relazioni di Planck e de Broglie, atomo di Bohr, doppia fenditura). Derivazione euristica dell'equazione di Schrödinger dovuta a Fermi. Assiomatizzazione e struttura matematica della teoria derivate a partire dall'equazione di Schrödinger. Oscillatore armonico e stati coerenti. Momento angolare. Atomo di idrogeno. Prodotto tensore e sistema di un o più particelle. Sviluppi formali: regola di Born generale e matrice densità. Purificazione di stati. Entanglement. Teoria degli ensemble statistici. Gas ideali quantistici di particelle indistinguibili. Nonlocalità quantistica. Il gatto di Schrödinger e la riduzione di stato di von Neumann.</p> <p>Descrizioni dell'evoluzione temporale: Schrödinger, Heisenberg, Interazione. L'operatore di evoluzione temporale per hamiltoniane</p>

tempo-dipendenti: espansione di Dyson. Teoria delle perturbazioni stazionarie non degenerare e degenerare. Alcune hamiltoniane perturbative: la correzione relativistica, l'effetto Zeemann, l'hamiltoniana di interazione spin-orbita, l'hamiltoniana di interazione magnetica iperfine. Teoria perturbativa dell'evoluzione temporale: probabilità di transizione e sopravvivenza. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo: perturbazioni costanti e sinusoidali. Emissione e assorbimento di radiazione. Emissione spontanea. Coefficienti di Einstein. Metodi approssimati non perturbativi: il metodo variazionale, il metodo WKB (cenni), il metodo di Hartree, il metodo di Hartree-Fock (cenni). Teoria elementare dei processi d'urto: trattazione classica e quantistica, la sezione d'urto di scattering. Espansione in onde parziali; analisi degli sfasamenti; diagramma di Argand; il teorema ottico; l'approssimazione di Breit-Wigner; l'approssimazione di Born; funzioni di Green. Set tensoriali irriducibili: definizione ed esempi; il teorema di Wigner-Eckart; regole di selezione. Quantizzazione a path integral (cenni). Il teorema adiabatico. L'effetto Aharonov-Bohm.

Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni

Testi di riferimento

Appunti di G. M. D'Ariano

David. J. Griffiths, Introduzione alla meccanica quantistica.

J.J. Sakurai, Meccanica quantistica moderna

Modalità verifica apprendimento

Esame scritto a soglia seguito da esame orale (per chi supera la prova scritta).

L'esame scritto consta di due/tre esercizi articolati in diversi punti. Gli esercizi sono volti a verificare le conoscenze acquisite da parte dello studente, e la sua capacità di applicare queste a semplici problemi. L'esame si propone in particolare di verificare la capacità dello studente di riformulare i problemi nel modo più semplice possibile, sfruttando le conoscenze teoriche, prima di affrontarli con il bagaglio tecnico acquisito.

L'esame orale consiste nell'esposizione alla lavagna di un argomento del modulo A ed uno del modulo B, con domande di approfondimento.

Altre informazioni

Le esercitazioni consistono nello svolgimento alla lavagna di problemi particolarmente significativi, che siano complemento alla parte teorica, oppure paradigmatici di una famiglia di problemi simili. Gli studenti possono svolgere esercizi basandosi sulla ampia documentazione relativa a diversi decenni di temi di esame, ed esporre i propri dubbi durante le lezioni o nei ricevimenti.

L'insegnamento è suddiviso

505042 - **MECCANICA QUANTISTICA - MOD. A**

505045 - **MECCANICA QUANTISTICA - MOD. B**



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2024/2025

MECCANICA QUANTISTICA - MOD. A

Anno immatricolazione	2022/2023
Anno offerta	2024/2025
Normativa	DM270
SSD	FIS/02 (FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI FISICA "ALESSANDRO VOLTA"
Corso di studio	FISICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Primo Semestre (23/09/2024 - 10/01/2025)
Crediti	6
Ore	48 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	PERINOTTI PAOLO (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	Algebra Lineare, Analisi Matematica, Operatori su spazi di Hilbert complessi, Meccanica Razionale, Elettromagnetismo.
Obiettivi formativi	Lo scopo del modulo A è fornire una conoscenza di base della struttura formale della meccanica quantistica e della sua applicazione allo studio dei sistemi più semplici.
Programma e contenuti	Assiomatica e struttura matematica della teoria. Applicazione a sistemi di complessità crescente. Buca di potenziale infinita, buca a delta di Dirac, particella libera in 1-d. Oscillatore armonico e stati coerenti. Commutatore e grandezze incompatibili, disuguaglianza di Robertson, di Robertson-Schrödinger, e relazione di Heisenberg. Prodotto tensore e sistemi composti. Momento angolare. Atomo di idrogeno. Sviluppi formali: regola di Born generale e matrice densità. Purificazione di stati ed entanglement. Particelle indistinguibili.

	Disuguaglianza di CHSH e sua violazione quantistica.
Metodi didattici	Lezioni frontali. Esercizi per auto-verifica del grado di apprendimento.
Testi di riferimento	Griffiths Schroeter, "Introduzione alla Meccanica Quantistica"
Modalità verifica apprendimento	L'esame consisterà in una prova scritta, in cui lo studente affronterà due esercizi, volta a verificare la capacità di applicare le nozioni teoriche apprese, ed una prova orale in cui si verificherà l'apprendimento e la comprensione degli argomenti teorici del corso.
Altre informazioni	English friendly
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	\$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2024/2025

MECCANICA QUANTISTICA - MOD. B

Anno immatricolazione	2022/2023
Anno offerta	2024/2025
Normativa	DM270
SSD	FIS/02 (FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI FISICA "ALESSANDRO VOLTA"
Corso di studio	FISICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Primo Semestre (23/09/2024 - 10/01/2025)
Crediti	6
Ore	60 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	GUARNIERI GIACOMO - 1 CFU NICROSINI ORESTE - 5 CFU
Prerequisiti	Vedi presentazione corso complessivo
Obiettivi formativi	Conoscenza dei metodi approssimati in meccanica quantistica; introduzione alla teoria dello scattering.
Programma e contenuti	Descrizioni dell'evoluzione temporale: Schroedinger, Heisenberg, Interazione. L'operatore di evoluzione temporale per hamiltoniane tempo-dipendenti: espansione di Dyson. Teoria delle perturbazioni stazionarie non degenerare e degenerare. Alcune hamiltoniane perturbative: la correzione relativistica, l'effetto Zeemann, l'hamiltoniana di interazione spin-orbita, l'hamiltoniana di interazione magnetica iperfine. Teoria perturbativa dell'evoluzione temporale: probabilità di transizione e sopravvivenza. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo: perturbazioni costanti e sinusoidali. Emissione e assorbimento di radiazione. Emissione spontanea. Coefficienti di

	<p>Einstein. Metodi approssimati non perturbativi: il metodo variazionale, il metodo WKB (cenni), il metodo di Hartree, il metodo di Hartree-Fock (cenni). Teoria elementare dei processi d'urto: trattazione classica e quantistica, la sezione d'urto di scattering. Espansione in onde parziali; analisi degli sfasamenti; diagramma di Argand; il teorema ottico; l'approssimazione di Breit-Wigner; l'approssimazione di Born; funzioni di Green. Set tensoriali irriducibili: definizione ed esempi; il teorema di Wigner-Eckart; regole di selezione. Quantizzazione a path integral (cenni). Il teorema adiabatico. L'effetto Aharonov-Bohm.</p>
Metodi didattici	<p>Lezioni frontali in cui si illustrano in dettaglio alla lavagna i calcoli e le approssimazioni, e esercitazioni che hanno l'obiettivo di illustrare in dettaglio lo svolgimento di problemi di meccanica quantistica.</p>
Testi di riferimento	<p>D.J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics; J.J. Sakurai, J. Napolitano, Meccanica quantistica moderna.</p>
Modalità verifica apprendimento	<p>Prova scritta consistente nella soluzione di problemi di meccanica quantistica; chi supera la prova scritta può sostenere l'esame orale, durante il quale sarà discusso un argomento trattato nel Modulo B (dopo che lo studente avrà discusso un argomento del modulo A).</p>
Altre informazioni	<p>Gli studenti che possono beneficiare di modalità didattiche inclusive (si veda portale.unipv.it/it/didattica/servizi-lo-studente/modalita-didattiche-inclusive) potranno usufruire del materiale didattico e delle videoregistrazioni disponibili su KIRO. Sono inoltre invitati a contattare il docente per programmare incontri online e eventuali attività di gruppo.</p>
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	<p>\$ b legenda sviluppo sostenibile</p>