

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

QUANTUM MECHANICS

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8068925	Canale	Unico
CFU	8	Lingua	Inglese

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Giulia Maria de Divitiis

CODOCENTE

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Gli studenti devono acquisire una conoscenza approfondita della meccanica quantistica e dei suoi principi di base. In particolare, alla fine del corso, dovranno avere familiarità con 1) evoluzione temporale e principio di indeterminazione 2) matrice densità 3) entanglement e disuguaglianze di Bell 3) l'integrale sui cammini e 4) la meccanica quantistica relativistica. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Oltre a conoscere gli argomenti elencati negli obiettivi formativi gli studenti dovranno anche comprenderne come questi si costruiscono a partire dai principi di base della meccanica quantistica e dai dati empirici. La verifica delle conoscenze e della capacità di comprensione verrà fatta tramite prove teoriche, scritte e orali. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Gli studenti acquisiranno la capacità di mettere in pratica le conoscenze acquisite per risolvere problemi di meccanica quantistica relativi agli argomenti elencati negli obiettivi formativi, inoltre acquisiranno la capacità di leggere e comprendere articoli scientifici recenti sulla fisica quantistica. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo studente sarà capace di valutare criticamente i fondamenti concettuali della teoria, distinguere stati puri e misti, discutere le implicazioni del paradosso EPR e delle disuguaglianze di Bell, e riconoscere la necessità di un'estensione relativistica della meccanica quantistica. Lo studente sarà inoltre capace di eseguire ricerche bibliografiche sugli argomenti elencati. ABILITÀ COMUNICATIVE: Lo studente sarà in grado di esporre con chiarezza e rigore i contenuti del corso, padroneggiando il linguaggio tecnico specifico e sapendo argomentare su temi di rilevanza fondazionale sia in forma scritta che orale. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Lo studente avrà acquisito le basi per affrontare autonomamente argomenti avanzati e per consultare letteratura scientifica specializzata.
----------	---

<i>English</i>	LEARNING OUTCOMES: Students are expected to acquire an in-depth knowledge of quantum mechanics and its fundamental principles. In particular, by the end of the course they should be familiar with: 1) time evolution and the uncertainty principle, 2) the density matrix, 3) entanglement and Bell's inequalities, 4) the path integral, and 5) relativistic quantum mechanics. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: In addition to knowing the topics listed in the learning outcomes, students should understand how these are built from the basic principles of quantum mechanics and from empirical data. Knowledge and understanding will be assessed through theoretical tests, both written and oral. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Students will develop the ability to apply their knowledge to solve quantum mechanics problems related to the topics listed in the learning outcomes. They will also acquire the ability to read and understand recent scientific articles on quantum physics. MAKING JUDGEMENTS: Students will be able to critically evaluate the conceptual foundations of the theory, distinguish pure and mixed states, discuss the implications of the EPR paradox and Bell's inequalities, and recognize the need for a relativistic extension of quantum mechanics. Students will also be able to perform bibliographic searches on the topics listed above. COMMUNICATION SKILLS: Students will be able to clearly and rigorously present the course content, mastering the specific technical language and discussing foundational topics in both written and oral form. LEARNING SKILLS: Students will have acquired the foundations to independently study advanced topics and to consult specialist scientific literature.
----------------	--

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze di base della Meccanica Quantistica
<i>English</i>	Basic knowledge of quantum mechanics.

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Principi fondamentali della meccanica quantistica(12 ore). Principio di indeterminazione e agli stati coerenti dell'oscillatore armonico(8 ore). Matrice di densità e sue proprietà (8 ore). Entanglement, paradosso EPR e disuguaglianze di Bell (8 ore). Formulazione integrale dei cammini della meccanica quantistica (12 ore). Funzioni d'onda relativistiche (16 ore).
<i>English</i>	Fundamental principles of quantum mechanics and understanding thereof(12 hours). Uncertainty principle and coherent states of harmonic oscillator(8 hours). Density Matrix and its properties(8 hours). Entanglement, the EPR paradox and the Bell's inequalities(8 hours). Path integral formulation of quantum mechanics(12 hours). Relativistic wave functions (16 hours).

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	-Appunti del corso - Modern Quantum Mechanics, JJ Sakurai, J Napolitano, Addison-Wesley Publishing Company
English	-Lecture notes -Modern Quantum Mechanics, JJ Sakurai, J Napolitano, Addison-Wesley Publishing Company

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula alla lavagna, eventualmente integrate da presentazioni con slides
English	Classroom lessons, using chalkboard and slides presentations.

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Sebbene facoltativa è altamente consigliata la frequenza delle lezioni e l'interazione con il docente.
English	Although optional, it is highly recommended to attend the classes and interact with the teacher.

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☒ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☒ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Giulia Maria de Divitiis, Nazario Tantalò, ...
--

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio.
----------	--

	30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
<i>English</i>	The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: imajor deficiencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations. 18-20: knowledge and understanding of topics only sufficient with possible imperfections; analytical skills, synthesis and judgment autonomy just sufficient. 21-23: knowledge and understanding of topics at a basic level; Correct analysis and synthesis skills with consistent logical reasoning. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills with rigorous arguments. 27-29: Ccomplete knowledge and understanding of the topics; remarkable ability of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable ability of analysis and synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way