



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome

Cognome

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano

Inglese

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.

☐ L

☒ LM

☐ LM CU

CdS

Codice

Canale

CFU

Lingua

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome

Cognome

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano

Inglese



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano

OBIETTIVI FORMATIVI: Fornire un'introduzione alla teoria dei sistemi quantistici a molti corpi interagenti al fine di calcolare proprietà di equilibrio, risposte lineari e nonlineari. Il principale strumento di investigazione è quello delle funzioni di Green di non-equilibrio utile in moltissime applicazioni della moderna fisica teorica della materia.

CONOSCENZE E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Gli studenti devono avere una approfondita comprensione dei metodi teorici sviluppati, della derivazione dei più importanti risultati e della connessione con alcune moderne tecniche di indagine sperimentale

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Gli studenti devono essere in grado di modellizzare o di introdurre adeguate approssimazioni per lo studio di un problema fisico complesso.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Gli studenti devono essere in grado di effettuare autonomamente calcoli complessi e devono sviluppare un elevato senso critico nei confronti delle teorie esistenti al fine di identificarne il dominio di applicabilità e capire come eventualmente correggerle.

Inglese

LEARNING OUTCOMES: Provide an introduction to the theory of quantum systems with many interacting particles in order to calculate equilibrium properties as well as linear and nonlinear responses. The main investigation tool is the non-equilibrium Green's function theory useful in many applications of modern condensed matter theory.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Students must have an in-depth understanding of the theoretical methods developed, the derivation of the most important results and the connection with some modern experimental investigation techniques

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Students must be able to model or introduce appropriate approximations for the study of a complex physical problem.

MAKING JUDGEMENTS: Students must be able to carry out complex calculations independently and must develop a critical approach to existing theories in order to identify their domain of applicability and understand how to correct them.

COMMUNICATION SKILLS: Students must be able to illustrate a topic clearly and concisely, highlighting the physical problem and the idea that leads to its solution.



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Prerequisiti

Italiano

Meccanica quantistica, meccanica statistica quantistica, teoria delle funzioni di variabile complessa, teoria degli operatori lineari, equazioni differenziali.

Inglese

Quantum mechanics, quantum statistical mechanics, theory of functions of complex variable, theory of linear operators, differential equations.

Programma

Italiano

Seconda quantizzazione, modello di Fano, modello di Hubbard, modello di Heisenberg, cristalli e teorema di Bloch.
 Formulazione sul contorno della meccanica quantistica dipendente dal tempo.
 Gerarchia di Martin-Schwinger e teorema di Wick, formalismo di Konstantinov-Perel, formalismo di Keldysh, formalismo di Matsubara, formalismo a temperatura zero.
 Diagrammi di Feynman, regola del loop, cancellazione di diagrammi disconnessi, diagrammi topologicamente non equivalenti, self-energy ed equazione di Dyson, diagrammi scheletronici in G e W, regole di Feynman in base arbitraria
 Componenti di Keldysh e regole di Langreth, equazioni di Kadanoff-Baym
 Formula di Galitskii-Mindal teoria della fotonemissione formula di Meir-Wingreen per

Inglese

Second quantization, Fano model, Hubbard model, Heisenberg model, Crystals and Bloch theorem.
 Contour formulation of time-dependent quantum mechanics.
 Martin-Schwinger hierarchy and Wick theorem, Konstantinov-Perel formalism, Keldysh formalism, Matsubara formalism, Zero-temperature formalism.
 Feynman diagrams, loop rule, Cancellation of disconnected diagrams, topologically inequivalent diagrams, self-energy and Dyson equation, G-skeleton diagrams, W-skeleton diagrams, Feynman rules in arbitrary basis
 Keldysh components and Langreth rules, Kadanoff-Baym equations
 Galitskii-Mindal formula Photonemission theory Meir-Wingreen formula for quantum



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Modalità di valutazione

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

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano

La prova d'esame è volta ad accertare l'acquisizione degli obiettivi formativi e dei risultati di apprendimento attesi tramite domande che prevedano risposte alla lavagna. Nel caso in cui gli esercizi facoltativi non siano stati espletati si richiederà anche la soluzione di un problema.

La valutazione finale viene espressa attraverso un voto in trentesimi e viene formulata in base alle specifiche competenze e abilità mostrate in fase di valutazione

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

Inglese

The examination aims at ascertaining the acquisition of the educational objectives and learning outcomes expected through questions that include answers at the blackboard. In the event that the optional exercises have not been completed, a solution to a problem will also be required.

The final evaluation is expressed through a mark (max value 30) and is formulated on the basis of the specific skills and abilities shown during the evaluation phase

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



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Testi adottati

Italiano

- 1) G. Stefanucci and R. van Leeuwen, Nonequilibrium Many Body Theory of Quantum Systems: A Modern Introduction"(Cambridge University Press, 2013)
- 2) Dispense

Inglese

- 1) G. Stefanucci and R. van Leeuwen, Nonequilibrium Many Body Theory of Quantum Systems: A Modern Introduction"(Cambridge University Press, 2013)
- 2) Lecture notes

Bibliografia di riferimento

Italiano

Inglese



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Modalità di svolgimento

- ☒ Modalità in presenza
☐ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Lezioni frontali alla lavagna e esercizi facoltativi da svolgere durante il corso per acquisire abilità di calcolo e familiarità con le tecniche di indagine

Inglese

Frontal lessons at the blackboard and optional exercises to be carried out during the course to acquire computational skills and familiarity with the investigation techniques

Modalità di frequenza

- ☒ Frequenza facoltativa
☐ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

La presenza è richiesta per almeno l'80% delle lezioni

Inglese

Attendance is required for at least 80% of the lessons