Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Facsimile Scheda Insegnamento

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome	FABIO
Cognome	DE MATTEIS

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano	OTTICA QUANTISTICA
Inglese	QUANTUM OPTICS

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.	2025/2026
CdS	Fisica (LM-17)
Codice	8065505
Canale	Unico
CFU	6
Lingua	ITA

○ L ◉ LM ○ LM CU

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	

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso è volto a fornire una preparazione avanzata di Ottica con una comprensione critica delle basi del campo di radiazione elettromagnetica dalla descrizione della fisica classica alla trattazione quantistica. Gli obiettivi formativi prevedono la conoscenza avanzata della fisica quantistica, dei metodi matematici della fisica e di alcune tematiche della struttura della materia. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti la comprensione delle basi concettuali delle proprietà del campo elettromagnetico di radiazione ottica nella trattazione classica e delle modifiche e peculiarità introdotte dalla trattazione quantistica. Il corso si propone di stimolare quelle capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare per lo più in modo auto-diretto e autonomo i temi della ricerca avanzata nel campo.
Inglese	LEARNING OUTCOMES: The course aims to provide an advanced preparation of Optics with a critical understanding of the bases of the electromagnetic radiation field from the description of classical physics to the quantum treatment. The educational objectives include advanced knowledge of quantum physics, mathematical methods of physics and some themes of the structure of matter. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: The aim of the course is to provide an understanding of the conceptual bases of the properties of the electromagnetic field of optical radiation in the classical treatment and of the modifications and peculiarities introduced by the quantum treatment. The course aims to stimulate those learning skills that enable them to continue to study advanced research topics in a self-directed and autonomous way.

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Facsimile Scheda Insegnamento

Prerequisiti

Italiano	Principi dell'elettromagnetismo. Rappresentazazione armonica delle onde luminose. Elementi di meccanica quantistica
Inglese	Principles of classical electromagnetism. Harmonic description of light wave. Elements of quantum mechanics

Programma

Italiano	Dal campo elettromagnetico alla luce. I coefficienti di Einstein. Transizioni radiative negli atomi, allargamenti di riga, generalità sul laser. Fluttuazioni classiche dellIntensità di una sorgente, le diverse scale dei tempi coinvolte. Collegamento tra grandezze misurabili (assorbimento, riflettività, indice di rifrazione) e caratteristiche microscopiche di un materiale. Caratteristiche della radiazione classica: coerenza del primo e del secondo ordine. La quantizzazione del campo elettromagnetico: il fotone. Interazione radiazione materia quantistica. Formulazione quantistica: stati coerenti e stati numero di fotoni. Modifiche al formalismo per la coerenza del primo e del secondo ordine. Differenze ed analogie. Concetto di quadratura di campo e relazione di indeterminazione numero/fase del campo
Inglese	From the electromagnetic field to light. The Einstein coefficients. Radiative transitions in atoms, line broadening, general information about the laser. Classical fluctuations of the intensity of a source, the different time scales involved. Connection between measurable quantities (absorption, reflectivity, refractive index) and microscopic characteristics of a material. Radiation characteristics of classical coherence of the first and second order. The quantization of the electromagnetic field: the photon. Quantum radiation-matter interaction. Quantum formulation: coherent states and photon number states. How to change the formalism to the consistency of the first and second order. Differences and similarities. Field quadrature concept and uncertainty relation between field number / phase. Basic principles of quantum cryptography. Quantum key distribution. Single photon sources

Modalità di valutazione

- [x] Prova scritta
- [x] 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 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
Inglese	The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: imajor deficencies 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

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Facsimile Scheda Insegnamento

Testi adottati

Italiano	Quantum Optics -An Introduction by Mark Fox Oxford isbn 9780198566731 The quantum theory of light -Rodney Loudon, Oxford Sci. Pub. isbn 0198501765
Inglese	Quantum Optics -An Introduction by Mark Fox Oxford isbn 9780198566731 The quantum theory of light -Rodney Loudon, Oxford Sci. Pub. isbn 0198501765

Bibliografia di riferimento

Italiano	
Inglese	

Modalità di svolgimento

☒ Modalità in presenza
☒ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano	Gli argomenti vengono proposti in lezioni frontali con ausilio di presentazioni e materiali digitali che vengono forniti in precedenza agli studenti in modo che possano avere una introduzione ai concetti proposti e abbiano la possibilità di avere una interazione critica durante la lezione. Si cerca di fornire costantemente esempi pratici di applicazioni dei concetti descritti e esercitazioni numeriche
Inglese	The topics are offered in lectures with the help of presentations and digital materials that are previously provided to the students so that they can have an introduction to the proposed concepts and have the possibility of a critical interaction during the lesson. We try to constantly provide practical examples of applications of the described concepts and numerical exercises. Some basic concepts are analyzed, at the end of the course of lectures, in the laboratory

Modalità di frequenza

◉ Frequenza facoltativa
○ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano	La frequenza alle lezioni, ancorché fortemente consigliata, non può essere obbligata. La fornitura del materiale didattico usato e la possibilità di discussione a distanza su singoli temi affrontati consente, se necessario, di supplire all'interazione diretta in classe anche se quest'ultima rimane da preferire. Le esperienze di laboratorio vengono affrontate in orari concordati in modo da permettere la partecipazione degli studenti. Ogni studente deve stilare una relazione critica delle
Inglese	Attendance at lessons, although strongly recommended, cannot be strictly required. The supply of the didactic material used and the possibility of remote discussion on the single topics dealt with allows, if necessary, to make up for the direct interaction in the classroom even if the latter remains to be preferred. Laboratory experiences are dealt with at agreed schedule times in order to allow student participation. Each student must draw up a critical report of the laboratory activities in which