



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## FONDAMENTI DI INTERAZIONE RADIAZIONE MATERIA

**ALESSANDRO TREDICUCCI**

Anno accademico 2023/24  
CdS FISICA  
Codice 304BB  
CFU 9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FONDAMENTI DI INTERAZIONE RADIAZIONE MATERIA	FIS/03	LEZIONI	54	DONATELLA CIAMPINI ALESSANDRO TREDICUCCI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso mira a fornire le conoscenze necessarie per la trattazione dal punto di vista quantistico del campo elettromagnetico e della sua interazione con i sistemi materiali. Le lezioni offrono le basi e i metodici teorici, ma discutono anche i principali effetti e le più rilevanti implementazioni sperimentali.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Lo/la studente/essa sarà valutato/a sulla sua capacità di discutere i contenuti del corso utilizzando la terminologia appropriata. Gli/le verrà chiesto di dimostrare di essere in grado di affrontare un nuovo problema di ricerca circoscritto mettendo in pratica, con consapevolezza critica, i concetti e le idee apprese durante il corso.

#### Metodi:

Prova orale finale

#### *Capacità*

Alla fine del corso lo/la studente/ssa sarà in grado di comprendere i concetti principali concernenti gli stati quantistici e classici del campo elettromagnetico, come questi interagiscono con le transizioni materiali, e i fenomeni fisici e le applicazioni che ne scaturiscono. Sarà in grado di esaminare criticamente le nuove idee e gli approcci che appaiono nella letteratura scientifica, e avrà il background di fisica necessario per affrontare l'implementazione pratica e la descrizione matematica di esperimenti moderni di ottica quantistica nei settori più diversi.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Il corso presenta un approccio interattivo in cui gli studenti sono coinvolti in discussioni con l'insegnante, anche riguardo ai nuovi risultati che appaiono nella letteratura scientifica. Esercizi e domande di base sono parte integrante delle lezioni per verificare il grado di comprensione.

#### *Comportamenti*

Lo studente apprenderà ad affrontare la descrizione di sistemi fisici in interazione con campi elettromagnetici in ogni tipo di condizione e ad applicare/implementare concetti e schemi generali in esperimenti specifici. Sarà in seguito in grado di condurre in modo indipendente un progetto di ricerca nel campo.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Le impressioni sulla partecipazione alle lezioni, le discussioni sui seminari, la scelta degli argomenti dell'esame sono gli elementi utilizzati per verificare il livello di progresso raggiunto.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

E' necessaria la conoscenza della meccanica quantistica di base, anche nel formalismo della seconda quantizzazione, e dell'elettromagnetismo classico.

#### *Indicazioni metodologiche*

Modalità: lezioni frontali

Attività didattiche:



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- frequentazione delle lezioni
- partecipazione ai seminari
- partecipazione alle discussioni
- studio individuale
- ricerca bibliografica

Frequenza: consigliata

Metodi di insegnamento:

- lezioni
- seminari
- apprendimento basato su task e problemi specifici / apprendimento basato sulla partecipazione diretta

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Legge di Planck, interazione del campo elettromagnetico con un sistema a due livelli, coefficienti di Einstein. Teoria delle fluttuazioni e coerenza della radiazione. Quantizzazione del campo elettromagnetico e stati quantistici/classici: luce coerente, termica, squeezed. Campi di singolo modo, multimodo e continui. Teoria quantistica dell'emissione, attenuazione e amplificazione; modello quantistico del laser. Fluorescenza e scattering della luce. Ottica quantistica non-lineare. Interazione con sistemi atomici coerenti ed effetti collettivi. Cenni di opto-meccanica.

### Bibliografia e materiale didattico

Rodney Loudon, "The Quantum Theory of Light" - Oxford Science Publications 2000

Marlan O. Scully & M. Suhail Zubairy, "Quantum Optics" - Cambridge University Press 1997

Leonard Mandel & Emil Wolf, "Optical coherence and quantum optics" - Cambridge University Press 1995

### Indicazioni per non frequentanti

Gli argomenti delle lezioni e la relativa bibliografia sono disponibili settimanalmente sul registro. Ulteriori supporti (slide, articoli, etc.) sono scaricabili dalla piattaforma Teams.

### Modalità d'esame

Esame orale che di solito tratta almeno due argomenti distinti. All'allievo verrà chiesto di iniziare a discutere sull'argomento, e durante la discussione si chiederà di spiegare l'origine delle sue affermazioni e come le conoscenze enunciate possono essere applicate a una nuova situazione non affrontata durante le lezioni. Una parte dell'esame può essere svolta a seminario su un argomento concordato col docente.

*Ultimo aggiornamento 31/07/2023 10:25*