



## UNIVERSITÀ DI PISA

# FUNDAMENTALS OF LIGHT MATTER INTERACTION / 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



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Attività didattiche:

- 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*