

CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)*
ANNO ACCADEMICO 2023-2024
DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Laboratory of Quantum Optics*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre – Dicembre 2023
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS)	6
SSD	FIS/03
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Milena D'Angelo
Indirizzo mail	Milena.dangelo@uniba.it
Telefono	080 544 3217
Sede	Dipartimento Interateneo di Fisica, Via Amendola 173, 70126 Bari (BA)
Sede virtuale (Codice Microsoft Teams)	vamqudt
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Mon & Wed from 3 to 4 pm, office and online

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	32	30	88
CFU/ECTS			
6	4	2	

Obiettivi formativi	Conoscenza e comprensione dei limiti di validità dell'ottica classica, evoluzione dei concetti nel passaggio dall'ottica classica all'ottica quantistica (stati quantistici della radiazione, stati entangled, conteggio di fotoni, interferenza e coerenza, ...), misura di correlazioni, interferometria e imaging quantistico.
Prerequisiti	Conoscenze di base di e.m. classico, ottica classica, fisica statistica e meccanica quantistica.

Metodi didattici	Didattica frontale con utilizzo di slide: approccio sperimentale e storico, discussione di esperimenti cruciali. Attività di laboratorio: lavoro di gruppo per la preparazione alle attività di laboratorio, la conduzione degli esperimenti, e la discussione e analisi critica dei risultati. Report delle esperienze di lab in formati diversi: nota interna, presentazione a convegno, articolo scientifico.
-------------------------	--

Risultati di apprendimento previsti	
DD1 Conoscenza e capacità di comprensione	<ul style="list-style-type: none"> o Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica o Conoscenze relative all'informazione quantistica e alle tecnologie quantistiche o limiti di validità dell'ottica classica

<p>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p>DD3-5 Competenze trasversali</p>	<ul style="list-style-type: none">o evoluzione dei concetti ottici passando dall'ottica classica a quella quantisticao modello teorico per la descrizione degli stati quantistici di radiazione,o peculiarità dell'ottica quantistica con particolare attenzione agli stati entangled,o conseguenze pratiche e applicazioni tecnologiche dell'ottica quantistica o Capacità di identificare gli elementi essenziali di un fenomenoo Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving)o Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numericoo Capacità di risolvere problemi pratici complessi nell'ambito dell'ottica quantisticao Progettazione e realizzazione di un setup ottico per misurare le caratteristiche tipiche di una sorgente luminosa non classica (spettro, intensità, coerenza, ecc.) <ul style="list-style-type: none">● Autonomia di giudizio<ul style="list-style-type: none">o Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di struttureo Gli studenti sono incoraggiati a scegliere strumenti ottici e dispositivi sperimentali per la realizzazione di esperimenti tipici dell'ottica quantistica, nonché a cogliere aspetti delicati della ricerca contemporanea come le tecnologie innovative, interesse fondamentale della ricerca di base,..)● Abilità comunicative<ul style="list-style-type: none">o Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisicao Know-how per esporre correttamente e padroneggiare la presentazione di argomenti e problemi di ottica quantisticao Scrivere una relazione tecnica sugli esperimenti di ottica quantistica eseguiti in laboratorioo Presentare un argomento sotto forma di un breve seminario con diapositive ed esempi pratici.● Capacità di apprendere in modo autonomo<ul style="list-style-type: none">o Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenzeo Know-how sulle tecniche sperimentali tipiche dell'ottica quantisticao Capacità di aggiornamento delle conoscenze con particolare riguardo alla ricerca sugli stati entangled.
<p>Contenuti di insegnamento (Programma)</p>	<p><i>Basics of quantum optics:</i> Quantum theory of e.m. radiation: Field quantization and Fock states Other states of e.m. radiation: thermal light, coherent states Photon statistics and photon counting</p> <p><i>Theory of coherence:</i> Review of classical theory of interference and coherence Mutual coherence function and degree of coherence:<ul style="list-style-type: none">● Temporal coherence and spectrum;● Spatial coherenceCoherence and stellar interferometers:<ul style="list-style-type: none">● Michelson stellar interferometer● Hanbury-Brown and Twiss interferometer<i>Quantum theory of coherence:</i> Correlation functions and their measurement Quantum entanglement in optics Pure states and mixed states, factorizable and entangled states SPDC: a source of entangled photons</p>

	EPR paradox Some historical experiments on multi-photon interference Quantum imaging with entangled photons and thermal light Esperienze di laboratorio (30 ore) Photon statistics HBT interferometer Ghost imaging with pseudo-thermal light
Testi di riferimento	Scully & Zubairy, <i>Quantum Optics</i> Gerry & Knight, <i>Introductory Quantum Optics</i> <i>Articoli scientifici</i>
Note ai testi di riferimento	Slide disponibili nella cartella dropbox condivisa con gli studenti
Materiali didattici	

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Relazioni di laboratorio ed esame orale
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> ● Conoscenza e capacità di comprensione degli elementi salienti dell'ottica quantistica trattati ● Conoscenza e capacità di comprensione applicate alla realizzazione di apparati sperimentali per lo studio di fenomeni tipici dell'ottica quantistica e loro utilizzo ● Autonomia di giudizio nell'analisi ed interpretazione dei dati sperimentali ● Abilità comunicative scritte e orali, valutate attraverso le varie forme di report proposte (note interna, presentazione a convegno, articolo scientifico)
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	20% relazioni di laboratorio, 80% prova orale (20% per ciascuno dei criterio di cui sopra)
Altro	
	.