UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Laboratory of Quantum Technologies, Materials and Sensors I

2627-1-F1703Q022

Obiettivi

Sviluppo di competenze sperimentali relative ai materiali, ai dispositivi e alle tecnologie quantistiche mediante tecniche di laboratorio avanzate basate principalmente sulla spettroscopia ottica e sull'analisi di dispositivi quantistici a superconduttore. Questo insegnamento contribuisce in modo coerente al corso di studi attraverso i seguenti obiettivi formativi:

Conoscenza, comprensione e capacità applicative: gli studenti acquisiranno conoscenza dei metodi di indagine propri della Fisica sperimentale e di tematiche avanzate nel campo delle discipline fisiche utili alla risoluzione di problemi complessi.

Autonomia di giudizio: gli studenti saranno indirizzati ad approfondire in modo autonomo argomenti avanzati e a formulare giudizi critici mediante l'uso del metodo scientifico.

Abilità comunicative: gli studenti svilupperanno capacità di comunicare in modo sinergico all'interno di gruppi di lavoro e a esporre in modo chiaro i risultati conseguiti.

Capacità di apprendere: capacità di consultare materiale didattico e la letteratura scientifica di riferimento, integrandola in modo autonomo laddove necessario.

Contenuti sintetici

Realizzazione di un esperimento volto all'osservazione e gestione dei fenomeni quantistici. Lo studente potrà approfondire l'ambito di maggior interesse tra materiali quantistici e dispositivi criogenici per calcolo e metrologia quantistici.

Programma esteso

Il corso consiste in una esperienza di laboratorio eseguita da studenti suddivisi in gruppi da tre o quattro persone.

Le attività laboratoriali saranno precedute da lezioni introduttive sulla correlazione tra proprietà fisiche dei solidi, effetti di quantizzazione e relative tecniche di indagine sperimentale. Oltre al design dell'esperimento e alla caratterizzazione del sistema in esame, le attività saranno completate dell'analisi dati e dalla stesura di una relazione scritta.

Esempi di esperienze:

Turno di Stato Solido:

- Esperimenti di ottica quantistica basati su fotoni singoli e quantum key distribution;
- Orientazione ottica di spin e effetti di confinamento quantistico nelle transizioni ottiche;
- Design e caratterizzazione di un emettitori a quantum dot per applicazioni in quantum information;
- Fabbricazione e caratterizzazione di nanoantenne fotoniche per applicazioni in quantum communication.

Turno Laboratorio di criogenia:

- Caratterizzazione, controllo e lettura di un qubit superconduttivo;
- Rivelazione di singolo fotone ottico con rivelatore criogenico;
- Caratterizzazione di un amplificatore parametrico con livello di rumore quantistico.

Prerequisiti

Laurea di I livello in fisica o equivalente

Modalità didattica

L'insegnamento si avvale di didattica interattiva (laboratorio). Le attività sperimentali si svolgeranno presso i laboratori dell’U2 e dell’U5.

Materiale didattico

Testi di riferimento (disponibili anche in formato e-book attraverso la biblioteca d’ateneo):

Dispense del docente

J. H. Davies "The Physics of Low-dimensional Semiconductors", Cambridge University Press

F. Fox "Optical Properties of Solids", Oxford University Press

I. Pelant and J. Valenta " Luminescence Spectroscopy of Semiconductors", Oxford University Press

A.M. Zagoskin "Quantum Engineering - Theory and Design of Quantum Coherent Structures", Cambridge

University Press

G. Ventura, L. Risegari - The Art Of Cryogenics

F. Pobell - Matter and Methods at Low Temperatures

David M. Pozar - Microwave Engineering

Serge Haroche, Jean-Michel Raimond - Exploring the Quantum: Atoms, Cavities, and Photons

Riccardo Manenti and Mario Motta - Quantum Information Science

Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang - Quantum Computation and Quantum Information

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La modalità di verifica del profitto consiste in una relazione scritta di gruppo approfondita in un esame orale (con una presentazione) finale per la verifica delle competenze e delle capacità comunicative in ambito disciplinare.

Non sono previste prove parziali.

La valutazione è basata anche sulla capacità dimostrata nello svolgimento dell’esperienza in laboratorio.

Orario di ricevimento

Il ricevimento è previsto in modalità a sportello, previa richiesta via e-mail al docente. Sul sito web d’ateneo è possibile reperire le informazioni relative alla sede universitaria e all’indirizzo specifico del docente.

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE