UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Laboratory of Quantum Technologies, Materials and Sensors II

2526-1-F1703Q023

Obiettivi

Sviluppo di competenze sperimentali relative alla fisica dello stato solido e alle tecnologie quantistiche mediante tecniche di laboratorio avanzate basate principalmente sulle proprietà di magnetoresistenza, di risonanza di spin elettronico o di superconduttività in dispositivi quantistici criogenici.

Conoscenza e comprensione
Gli studenti acquisiranno conoscenze nel campo delle tecnologie quantistiche e in particolare delle correlazioni tra proprietà fisiche dei solidi, effetti di quantizzazione e metodologie sperimentali.

Conoscenza e comprensione applicate
Competenze nelle tecniche di caratterizzazione dei materiali e nei metodi per la realizzazione di dispositivi per la sensoristica e il calcolo quantistico.

Conoscenza e capacità di comprensione
Gli studenti acquisiranno capacità di giudizio nell'identificazione delle proprietà chiave dei materiali per lo sviluppo di dispositivi ad alte prestazioni.

Competenze comunicative
Gli studenti acquisiranno la terminologia e il linguaggio necessari per descrivere le proprietà dei materiali avanzati per le tecnologie quantistiche, nonché i metodi per la preparazione e la realizzazione di dispositivi in nanotecnologia.

Capacità di apprendimento
Gli studenti acquisiranno gli strumenti che consentiranno loro di proseguire gli studi in autonomia attraverso l'utilizzo di metodi di indagine per lo studio e la ricerca di materiali e dispositivi avanzati.

Contenuti sintetici

Realizzazione di uno o piu esperimenti relativi alle tecnologie quantistiche e alla materia condensata a complemento delle attività svolte nel primo modulo.

Programma esteso

Il corso consiste in una o pù esperienze 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:
• Quantum Sensing: realizzazione di un set-up sperimentale e dimostrazione di un sensore magnetico quantistico basato su difetti di spin in un cristallo di diamante.
• Caratterizzazione di sensori magnetici basati sull'effetto di magnetoresistenza gigante, magnetoresistenza anisotropa e valvola di spin.
• Spettroscopia di spin elettronico in cristalli magnetici bidimensionali.
• Caratterizzazione, controllo e lettura di un qubit superconduttivo.
• Caratterizzazione di un rivelatore criogenico di singoli fotoni ottici per applicazioni quantistiche.
• Caratterizzazione di un amplificatore parametrico con livello di rumore quantistico.

Prerequisiti

Laurea di I livello in fisica o equivalente e primo modulo del corso di laboratorio.

Modalità didattica

Insegnamento con attività sperimentali in laboratorio.
72 ore di attività di laboratorio divise in sessioni di 4 ore ciascuna in modalità interattiva in presenza, che includono lezioni introduttive in modalità erogativa in presenza

Materiale didattico

Testi di riferimento (disponibili anche in formato e-book attraverso la biblioteca d'ateneo):
Dispense del docente

1. J. M. D. Coey (2010) "Magnetism and magnetic materials" Cambridge University Press
2. Doherty et al. Physics Report, 528 (2013)
3. Segawa T. F. Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy 134–135 (2023) 20–38
   Contents lists
4. Eaton G.R., Eaton S.S., Barr D.B. and Weber R.T. "Quantitative EPR". Springer-Verlag/Wien (2010)
5. A.M. Zagoskin. "Quantum Engineering - Theory and Design of Quantum Coherent Structures", Cambridge

University Press (2011)

Ulteriori articoli scientifici relativi ai dispositivi studiati saranno forniti durante il corso.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo 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 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