FISICA (LM38)

(Università degli Studi)

Insegnamento NANOELETTRONICA

GenCod A004161

Docente titolare Giuseppe MARUCCIO

Insegnamento NANOELETTRONICA

Anno di corso 2

Insegnamento in inglese NANOELECTRONICS

Lingua ITALIANO

Settore disciplinare FIS/03

Percorso NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Corso di studi di riferimento FISICA

Tipo corso di studi Laurea Magistrale

Sede

Crediti 7.0

Periodo Primo Semestre

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 49.0

Tipo esame Orale

Per immatricolati nel 2019/2020

Valutazione Voto Finale

Erogato nel 2020/2021

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

L'insegnamento fornisce agli studenti conoscenze riguardanti la differenza tra la fisica (classica) su scala macroscopica e quella su scala nanometrica, in cui i fenomeni quantistici rivestono particolare importanza. A conclusione di questo insegnamento gli studenti avranno appreso:

- le diverse proprietà elettroniche delle nanostrutture inorganiche a bassa dimensionalità (2D, 1D e 0D) e delle nanostrutture organiche basate sul carbonio;
- la peculiare fisica che governa il trasporto di carica in nanostrutture 2D, 1D e 0D, nel grafene e nei nanotubi di carbonio;
- il funzionamento di dispositivi mesoscopici basati su trasporto quantistico e tunneling dei portatori;
- la differenza tra le proprietà magnetiche su scala macroscopica e nanometrica (nanoparticelle magnetiche e magneti molecolari) e l'esistenza di nuove classi di materiali magnetici "esotici";
- il concetto di magnetoresistenza e la fisica del trasporto di spin.

A tal fine, oltre agli aspetti formali, saranno analizzati anche i principali risultati sperimentali a supporto e saranno discusse le potenziali applicazioni dei singoli fenomeni fisici e delle varie nanostrutture. In questo modo gli studenti saranno gradualmente introdotti nell'ambito della moderna ricerca in fisica dello stato solido, nanoscienze e nanotecnologie, quale ad esempio l'implementazione di sistemi materiali e protocolli per la computazione quantistica.

PREREQUISITI

Sono richieste in particolare conoscenze relative ai corsi di Struttura della materia e Fisica dello stato solido.

OBIETTIVI FORMATIVI	**Conoscenze e comprensione.** Comprendere le diverse proprietà elettroniche delle nanostrutture inorganiche a bassa dimensionalità (2D, 1D e 0D) e delle nanostrutture organiche basate sul carbonio; la peculiare fisica che governa il trasporto di carica in nanostrutture 2D, 1D e 0D, nel grafene e nei nanotubi di carbonio; il funzionamento di dispositivi mesoscopici basati su trasporto quantistico e tunneling dei portatori; la differenza tra le proprietà magnetiche su scala macroscopica e nanometrica (nanoparticelle magnetiche e magneti molecolari) e l'esistenza di nuove classi di materiali magnetici "esotici"; il concetto di magnetoresistenza e la fisica del trasporto di spin. **Capacità di applicare conoscenze e comprensione.** Essere in grado di condurre esperimenti avanzati, anche con attrezzature criogeniche, per la caratterizzazione di nuovi materiali e dispositivi ed il test di aspetti teorici studiati. **Autonomia di giudizio.** Migliorare la capacità dello studente di analizzare con spirito critico la moderna ricerca nel settore, gli articoli scientifici e le tecniche sperimentali disponibili/impiegate. **Abilità comunicative.** Acquisire una buona padronanza degli argomenti ed esser in grado di presentare una tematica di ricerca attuale in una presentazione orale col supporto di slides. **Capacità di apprendimento.** Maturare un approccio metodologico tale da permettere un apprendimento autonomo di nuovi argomenti ed ulteriori approfondimenti/ricerche tramite la
METODI DIDATTICI	Presentazioni power point multimediali contenenti animazioni ed immagini atte ad illustrare i principali argomenti del corso. Le presentazioni sono fornite agli studenti prima della lezione per permettere loro di prendere eventuali appunti durante la spiegazione in aula.
MODALITA' D'ESAME	L'esame consiste di una prova orale atta a verificare l'abilità di esporre in modo chiaro e rigoroso alcuni contenuti del corso partendo da una presentazione power point su un argomento a scelta dello studente e continuando con due domande su argomenti relativi ad altre unità didattiche. Gli studenti possono prenotarsi per l'esame finale esclusivamente utilizzando le modalità previste dal sistema VOL.

PROGRAMMA ESTESO

I. Proprietà elettroniche dei nanomateriali (richiami / approfondimenti in base a conoscenze studenti).

- Fisica delle nanostrutture inorganiche: Ingegnerizzazione di struttura a bande e densità degli stati, confinamento quantistico, quantum wells/wires/dots.
- Fisica dei nanosistemi organici, in particolare nanostrutture di carbonio e grafene.

II. Trasporto di carica ed applicazioni in nanoelettronica.

- Effetto Hall Quantistico: 2D electron gas (2DEG) in campo magnetico, Livelli di Landau, effetti Hall quantistici (intero e frazionario), Spin Hall Effect, Effetto Hall Anomalo ed isolanti topologici.
- Trasporto quantistico mesoscopico: Regimi di trasporto, formalismo di Landauer-Buttiker, Quantum point contacts, Elettronica quantistica ed esempi di dispositivi mesoscopici.
- Tunneling: Microscopia a scansione e spettroscopia ad effetto tunnel, Coulomb blockade e Transistor a singolo elettrone.

III. Nanomagnetismo e spintronica.

- Magnetismo quantistico e alla nanoscala: Termini magnetici nelle Hamiltoniane, Interazione spin-orbita nello stato solido, Interazioni di scambio ed ordinamenti magnetici, Modello di Heisenberg, Magnetismo di banda, Superparamagnetismo, Tunneling quantistico della Magnetizzazione, Semiconduttori ed isolanti magnetici, Materiali multiferroici.
- Magnetoresistenza e spintronica: tipologie e loro origine fisica, Modello di Julliere, Spin-dependent tunneling e scattering, SP-STM, Dispositivi logici magnetici, Nanospintronica e Spintronica molecolare.

IV. Nanotecnologie per computazione quantistica.

- Cenni di teoria dell'informazione quantistica, Computazione quantistica con sistemi allo stato solido (vari approcci con spin impurities, few electron QDs, superconducting qubits, circuit QED).

V. Cenni su dispositivi a superconduttore, microfluidica, nanotecnologie per diagnostica e nanomedicina. (a scelta in base ad interessi studenti).

TESTI DI RIFERIMENTO

Dispense fornite dal docente e per supporto/approfondimenti:

- Solid State Physics, N. W. Ashcroft, N. D. Mermin
- Quantum semiconductor structures, C.Weisbuch, B.Vinter
- Mesoscopic quantum transport, Markus Büttiker (European School on Nanosciences and Nanotechnologies)
- Magnetic Materials: Fundamentals and applications, N. A. Spaldin