



### NANOSTRUTTURE DI SEMICONDUTTORI

<b>Anno immatricolazione</b>	2018/2019
<b>Anno offerta</b>	2018/2019
<b>Normativa</b>	DM270
<b>SSD</b>	FIS/03 (FISICA DELLA MATERIA)
<b>Dipartimento</b>	DIPARTIMENTO DI FISICA
<b>Corso di studio</b>	SCIENZE FISICHE
<b>Curriculum</b>	Fisica della materia
<b>Anno di corso</b>	1°
<b>Periodo didattico</b>	Secondo Semestre (04/03/2019 - 14/06/2019)
<b>Crediti</b>	6
<b>Ore</b>	48 ore di attività frontale
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano
<b>Tipo esame</b>	ORALE
<b>Docente</b>	GERACE DARIO (titolare) - 6 CFU
<b>Prerequisiti</b>	<p>Il corso tratta argomenti di natura interdisciplinare sia in fisica della materia che teorica, e pertanto si richiede la conoscenza delle nozioni di base di elettromagnetismo, ottica, fisica quantistica, struttura della materia, e fisica dei solidi, a livello della laurea triennale in Fisica. Pertanto, il corso si rivolge preferenzialmente a studenti della Laurea Magistrale in Scienze Fisiche, e può eventualmente essere mutuato come corso di Dottorato.</p> <p>Dal momento che il corso si svolge nel secondo semestre, si richiede preferibilmente la frequenza di 'Fisica dello Stato Solido I', tenuto durante il primo semestre, come corso propedeutico.</p>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Il corso si propone di fornire una preparazione di base sui concetti e fenomeni relativi alla fisica delle nanostrutture di semiconduttori per il confinamento quantico di elettroni e lacune. Vengono trattati in dettaglio i sistemi a bassa dimensionalità ottenuti a partire dalle moderne tecniche di crescita epitassiale. Inoltre, il corso è mirato a fornire una</p>

panoramica sulle più recenti applicazioni dei sistemi nanostrutturati, quali laser e dispositivi emettitori di luce, e transistor a singolo elettrone. Gli obiettivi formativi principali possono essere così riassunti:

- 1 - conoscenza delle principali tecniche di crescita e nanofabbricazione di materiali semiconduttori, degli aspetti teorici di base relativi alla modifica delle proprietà ottiche e di trasporto in funzione della dimensionalità, e delle principali tecniche sperimentali volte a caratterizzare la fisica delle nanostrutture di semiconduttori;
- 2 - applicazione dei concetti acquisiti, ad esempio nella risoluzione di problemi pratici nell'ambito della fisica delle nanostrutture; essere in grado di confrontare le diverse nanostrutture sulla base di andamenti qualitativi delle principali proprietà ottiche e di trasporto;
- 3 - essere in grado di leggere, capire, e comunicare i risultati principali di articoli di ricerca recente.

Alla fine del corso, viene organizzata una sessione di 'suggested reading', in cui gli studenti presentano i risultati di almeno un articolo scientifico da loro selezionato tra una rosa di lavori proposti dal docente, e riguardanti sviluppi di ricerca recente in fisica delle nanostrutture.

#### Programma e contenuti

Il corso tratta la fisica e le applicazioni principali delle nanostrutture di materiali semiconduttori, ossia i sistemi a bassa dimensionalità che danno origine a fenomeni di confinamento quantico in una, due o tre dimensioni per gli elettroni (e le lacune).

Vengono trattati i seguenti argomenti:

- Richiamo sui concetti base della fisica dei semiconduttori. Calcoli a principi primi e discontinuità di banda.
- Eterostrutture, metodo della funzione involuppo.
- Sistemi bidimensionali: buche quantiche, superreticoli, etero-interfacce.
- Proprietà ottiche. Assorbimento ed emissione, transizioni interbanda e intersottobanda in buche quantiche, laser a semiconduttore. Eccitoni e polaritoni confinati.
- Proprietà di trasporto. Tunneling e resistività differenziale negativa, diodo a effetto tunnel, doppia barriera. Effetti di campi elettrici e magnetici. Effetto Hall quantistico, intero e frazionario.
- Sistemi mono- e zero-dimensionali: quantum wires e quantum dots, livelli elettronici, proprietà di trasporto e proprietà ottiche, effetti di correlazione.
- Cenni ai sistemi a confinamento fotonico (microcavità di semiconduttore e cristalli fotonici). Elettrodinamica quantistica in cavità, modello di Jaynes-Cummings.

#### Metodi didattici

Il corso è organizzato in lezioni frontali, svolte mediante presentazioni in PowerPoint proiettate su schermo, e approfondimenti delle stesse mediante l'ausilio diretto della lavagna. Le presentazioni in PowerPoint consentono di facilitare l'apprendimento dei concetti mediante la proiezione di immagini esemplificative, fotografie di campioni ad alta risoluzione, grafici e andamenti sia teorici che sperimentali, mentre le dimostrazioni alla lavagna consentono di soffermarsi sugli argomenti che richiedono una attenzione maggiore da parte dello studente. Gli aspetti teorici vengono trattati prevalentemente mediante lezioni alla lavagna.

Sebbene non siano previste ore di esercitazione pratica e guida alla risoluzione di problemi, brevi e mirati esempi di risoluzione di problemi

pratici vengono svolti durante le lezioni frontali.

#### Testi di riferimento

L.C. Andreani, Dispense del corso (1998/1999).  
P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors: Physics and Material Properties, 3rd edition (Springer, 2005). ).  
J.H. Davies, The Physics of Low-dimensional Semiconductors: An Introduction (Cambridge University Press, 1998).

#### Modalità verifica apprendimento

Il corso prevede una verifica dell'apprendimento e dell'acquisizione degli obiettivi formativi mediante un colloquio orale. La valutazione del colloquio è in trentesimi.  
Il colloquio orale verte su almeno tre degli argomenti trattati nel corso, e lo studente ha facoltà di iniziare la discussione partendo da un argomento a sua scelta, o un approfondimento dello stesso. La durata complessiva del colloquio è in genere compresa tra 45 e 60 minuti, circa. La valutazione finale è il risultato delle valutazioni sui singoli argomenti trattati durante il colloquio.  
Nella valutazione della prova di esame, viene richiesto allo studente di focalizzarsi sugli aspetti fisici degli argomenti trattati (andamenti qualitativi, grafici, metodi per misurare le varie proprietà) piuttosto che sullo studio dettagliato delle derivazioni matematiche.

#### Altre informazioni

Il corso prevede una verifica dell'apprendimento e dell'acquisizione degli obiettivi formativi mediante un colloquio orale. La valutazione del colloquio è in trentesimi.  
Il colloquio orale verte su almeno tre degli argomenti trattati nel corso, e lo studente ha facoltà di iniziare la discussione partendo da un argomento a sua scelta, o un approfondimento dello stesso. La durata complessiva del colloquio è in genere compresa tra 45 e 60 minuti, circa. La valutazione finale è il risultato delle valutazioni sui singoli argomenti trattati durante il colloquio.  
Nella valutazione della prova di esame, viene richiesto allo studente di focalizzarsi sugli aspetti fisici degli argomenti trattati (andamenti qualitativi, grafici, metodi per misurare le varie proprietà) piuttosto che sullo studio dettagliato delle derivazioni matematiche.

#### Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

[\\$Ibl legenda sviluppo sostenibile](#)