

CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)*

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Solid State Physics*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	1°
Periodo di erogazione	2° semestre: Marzo - Maggio 2025
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	6
SSD	FIS/03
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Anna Maria Coclite
Indirizzo mail	annamaria.coclite@uniba.it
Telefono	0805443240
Sede	Department of Physics, University of Bari "A. Moro", via Amendola 173, 70125, Bari
Sede virtuale	Teams - 89eax1h
Ricevimento	Lunedì 12-13 Giovedì 11-13 + previo appuntamento.

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	40	15	95
CFU/ECTS			
6	5	1	

Obiettivi formativi	<p>L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una comprensione approfondita delle proprietà fisiche dei solidi e dei principi fondamentali che li governano.</p> <p><u>Conoscenza dei Principi Fondamentali:</u> Comprendere i concetti di base della fisica dello stato solido, inclusa la struttura cristallina, i legami chimici nei solidi, e le proprietà meccaniche, termiche, elettriche e magnetiche dei materiali solidi.</p> <p><u>Teoria dei Cristalli:</u> Imparare a descrivere la struttura dei cristalli utilizzando i reticoli di Bravais, le celle unitarie, e i piani cristallografici. Capire la diffrazione dei raggi X e altre tecniche per determinare la struttura dei cristalli.</p> <p><u>Elettroni nei Solidi:</u> Studiare il modello di Drude e il modello di Sommerfeld per i metalli. Comprendere il concetto di banda di energia, band gap, e le differenze tra conduttori, semiconduttori e isolanti.</p> <p><u>Proprietà Termiche:</u> Analizzare la capacità termica dei solidi utilizzando i modelli di Einstein e Debye. Studiare la conduzione termica e l'espansione termica dei materiali solidi.</p> <p><u>Semiconduttori:</u> Approfondire le proprietà dei semiconduttori, inclusi i semiconduttori intrinseci ed estrinseci, il doping e le giunzioni p-n.</p> <p><u>Competenze Analitiche e di Risoluzione dei Problemi:</u> Sviluppare competenze analitiche e di risoluzione dei problemi attraverso esercizi teorici e pratici, inclusa la modellizzazione matematica di fenomeni fisici nei solidi.</p> <p>Questi obiettivi formativi mirano a preparare gli studenti a una carriera nella ricerca scientifica, nell'industria tecnologica e in altri campi correlati, fornendo una solida base di conoscenze e competenze nella fisica dei materiali solidi.</p>
----------------------------	---

Prerequisiti	Struttura della materia, fisica quantistica, fisica statistica a livello di laurea triennale in fisica.
Metodi didattici	Le lezioni saranno supportate da slides che verranno condivise con gli studenti tramite MS Teams.
Risultati di apprendimento previsti DD1 Conoscenza e capacità di comprensione DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate DD3-5 Competenze trasversali	<ul style="list-style-type: none"> o Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica o Conoscenze relative alla struttura della materia, con particolare attenzione alla materia condensata e alle applicazioni della fotonica o Conoscenza delle proprietà ottiche, elettroniche e termiche dei sistemi a stato solido o Aspetti base e avanzati delle proprietà fisiche dei solidi o Struttura cristallina o Metalli, Semiconduttori, Dielettrici o Proprietà termiche o Ability to identify the essential elements of a phenomenon o Ability to use analogy to apply known solutions to new problems (problem solving) o Ability to use analytical and numerical mathematical computation tools o Descrizione e valutazione dei limiti fisici dei fenomeni che coinvolgono la materia allo stato solido • <i>Esprimere giudizi e scelte informate</i> <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 strutture o Sviluppare la capacità di analizzare e interpretare dati complessi. o Valutare criticamente le teorie e i modelli scientifici, riconoscendo i loro limiti e potenziali applicazioni. • <i>Comunicare conoscenza e comprensione</i> <ul style="list-style-type: none"> o Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica o Abilità comunicative in inglese o Capacità di esporre fenomeni fisici e risultati sperimentali utilizzando un linguaggio scientifico appropriato • <i>Capacità di continuare ad apprendere</i> <ul style="list-style-type: none"> o Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze o Applicare conoscenze teoriche a situazioni pratiche per risolvere problemi in modo creativo ed efficace
Contenuti di insegnamento (Programma)	<p>Strutture Cristalline. <i>Disposizione periodica di atomi. Vettori di traslazione. Cella reticolare primitiva. Tipi fondamentali di reticoli. Reticoli bidimensionali. Reticoli tridimensionali. Indici di Miller per piani e direzioni in un cristallo. Strutture cristalline semplici. Struttura del cloruro di sodio. Struttura del cloruro di cesio. Struttura del diamante. Struttura della zincoblenda. Problemi.</i></p> <p>Reticolo reciproco. <i>La legge di diffrazione di Bragg. Reticolo reciproco. Analisi di Fourier dell'onda diffusa. Vettori di reticoli reciproci. Condizioni di diffrazione. Equazioni di Laue. Zone di Brillouin. Reticolo reciproco del reticolo cubico. Reticolo</i></p>

	<p><i>reciproco del reticolo cubico a facce centrate. Reticolo reciproco del reticolo cubico a corpo centrato. Analisi di Fourier delle basi. Fattore di struttura del reticolo cubico a corpo centrato. Fattore di struttura del reticolo cubico a facce centrate. Fattore di forma atomica. Problemi.</i></p> <p>Legami nei cristalli e costanti elastiche. Cristalli di gas nobili, interazione van der Waals-london, interazione repulsive, costanti reticolari all'equilibrio, cristalli ionici, cristalli covalenti, metalli, legame idrogeno, raggi atomici, analisi delle deformazioni elastiche, onde elastiche in cristalli cubici. Problemi.</p> <p>Strutture a bande. Gas di Fermi di elettroni liberi. Modello a singolo elettrone. Sfera di Fermi. Densità degli Stati. Distribuzione di Fermi per elettroni non interagenti in un potenziale periodico. Definizione di potenziale periodico. Teorema di Bloch. Indice di banda. Superficie di Fermi. Modello di Kronig-Penney.</p> <p>Metalli. Bande di energia in un reticolo 1D. Elettroni quasi-liberi in un potenziale periodico debole. Approccio generale all'equazione di Schrodinger. Livelli di energia in prossimità di un piano di Bragg. Metodo del legame forte. Bande di energia in tre dimensioni. Punti ad elevata simmetria. Bande di energia in un reticolo cubico. Bande di energia in un reticolo cubico reticolo cubico a corpo centrato. Bande di energia in un reticolo cubico a facce centrate. Metodo delle onde piane ortogonalizzate. Pseudopotenziale.</p> <p>Strutture a semiconduttore. Introduzione. Silicio, germanio e arseniuro di gallio. Legame covalente. Strutture cristalline. Bande di energia. Band gap. Moto di un elettrone in una banda di energia. Equazioni semiclassiche del moto. Approssimazione di massa effettiva. Approssimazione parabolica. Concentrazione dei portatori all'equilibrio termico. Semiconduttore intrinseco. Donori e accettori. Concentrazione di portatori estrinseci. Problemi.</p> <p>Equazione di Boltzmann del trasporto. La funzione di distribuzione degli elettroni. Equazione del moto. Trasporto in regime stazionario. Approssimazione del tempo di rilassamento. Trasporto elettrico e termico. Conducibilità elettrica isoterma. Trasporto termoelettrico. Conduttività termica.</p> <p>Dielettrici. Equazioni di Maxwell, Polarizzazione, costante dielettrica e polarizzabilità, transizioni di fase strutturali, Solidi non cristallini. Materiali amorfi, struttura della silice vetrosa, ferromagneti amorfi, semiconduttori amorfi, calcoli di capacità e conducibilità termica. Fibre ottiche. Problemi</p>
Testi di riferimento	<p>- Kittel, "Introduction to Solid State Physics", Wiley, 2005. - N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, "Solid state physics", Thomson Brooks, 1976. - S. M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", Wiley-Interscience.</p>
Note ai testi di riferimento	<i>Il materiale utilizzato durante il corso sarà disponibile sulla piattaforma MS Teams</i>
Materiali didattici	<i>Piattaforma MS Teams</i>

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<i>Esame orale vertente sugli aspetti fondamentali discussi durante le lezioni.</i>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ principi di struttura dello stato solido. ○ fenomeni che supportano l'attuale conoscenza dello stato solido. ○ metodi sperimentali per lo studio delle proprietà dei solidi. ○ modelli che descrivono lo stato solido ● <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ capacità di discutere l'interconnessione tra i singoli componenti di solidi e relativi fenomeni di interazione. ● <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificare e confrontare fatti fisici fondamentali e fenomeni rilevanti ● <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Padroneggiare la comunicazione scientifica della fisica



	<ul style="list-style-type: none">o Capacità di supportare le affermazioni con esempi pertinenti, dimostrando comprensione• Capacità di apprendere:<ul style="list-style-type: none">o Capacità di sfruttare le conoscenze e i concetti acquisiti per approfondire argomenti di fisica e tecnologia avanzati
Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<i>Il voto finale viene assegnato su una scala di trentesimi. L'esame si considera superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</i>
Altro	
	.