



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Fisica e Chimica - Emilio Segrè		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025		
CORSO DILAUREA	SCIENZE FISICHE		
INSEGNAMENTO	STRUTTURA DELLA MATERIA		
TIPO DI ATTIVITA'	B		
AMBITO	50162-Microfisico e della struttura della materia		
CODICE INSEGNAMENTO	07136		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/03		
DOCENTE RESPONSABILE	CICCARELLO FRANCESCO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI			
CFU	6		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	94		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	56		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	3		
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CICCARELLO FRANCESCO Lunedì 14:30 15:30 Via Archirafi 36, primo piano Mercoledì 14:30 15:30 Via Archirafi 36, primo piano		

DOCENTE: Prof. FRANCESCO CICCARELLO

PREREQUISITI	Meccanica, termodinamica ed elettromagnetismo classici. Analisi matematica. Algebra lineare. Nozioni di base di meccanica quantistica (diagonalizzazione a blocchi, oscillatore armonico, particella in scatola, formalismo di Dirac). Nozioni base di chimica generale.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscenza degli aspetti fondamentali della fisica atomica, molecolare e dello stato solido. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Sapere applicare tecniche quali LCAO e tight-binding alla comprensione della fisica della materia condensata. Capacita' di leggere e comprendere autonomamente testi di fisica atomica e molecolare e di fisica dello stato solido di livello intermedio. Autonomia di giudizio: capacita' di mettere in relazione il comportamento macroscopico degli stati condensati con il comportamento su scala microscopica. Abilita' comunicative: lo studente deve essere in grado di enucleare, mettere a fuoco ed esporre i concetti fondamentali della fisica atomica e molecolare e gli aspetti essenziali delle loro principali applicazioni alla fisica della materia condensata. Capacita' d'apprendimento: Lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente argomenti specialistici di fisica atomica e molecolare e della fisica degli stati condensati e apprendere autonomamente l'uso dei necessari strumenti matematici e approssimazioni.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	L'esame consiste di: - una prova scritta su un problema di fisica dello stato solido e/o di fisica molecolare. - una prova orale su tutti gli argomenti del programma. Criteri di Valutazione: a) Conoscenza di base dei concetti fondamentali oggetto dell'insegnamento, sufficiente grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (18-22); b) Buona conoscenza degli argomenti fondamentali oggetto dell'insegnamento, discreto grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (23-26); c) Conoscenza approfondita degli argomenti fondamentali oggetto dell'insegnamento, buon grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (27-29); d) Ottima e completa conoscenza degli argomenti trattati nell'insegnamento, pronta capacita' di applicarli correttamente a varie situazioni fisiche ed ottima capacita' comunicativa (30-30L). Nel caso di esito positivo, la valutazione terrà conto anche degli assignments svolti a casa.
OBIETTIVI FORMATIVI	Acquisire conoscenze di base sui modi in cui la materia si aggrega - dagli atomi a più elettroni a sistemi di atomi accoppiati - e familiarizzare con i principali metodi descrittivi.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Il corso si articola in lezioni frontali ed esercitazioni. Durante queste, gli studenti sono continuamente stimolati con domande da parte del docente. Inoltre sono previsti 2-3 assignments da fare a casa.
TESTI CONSIGLIATI	- G. Grosso, G. Pastori Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2 Ed., 2013, ISBN: 978-0-12-385030-0) - G. B. Bachelet Elementi di Fisica atomica, molecolare e dei solidi (Aracne Editrice, 2017, ISBN: 978-88-548-9894-3) Ulteriori testi consigliati (further suggested textbooks): - Note del docente (lecture notes by the teacher) - S. H. Simon, The Oxford Solid State Basics (OUP Oxford, 2013, ISBN: 978-0-19-968077-1)

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Solidi cristallini. Reticolo di Bravais. Strutture cristalline fcc and bcc.
2	Reticolo reciproco. Famiglie di piani reticolari. Diffrazione di Bragg e condizione di Laue.
3	Simmetrie in meccanica quantistica (simmetrie discrete e continue, degenerazioni, simmetrie interne)
4	Elettroni nei solidi cristallini: Teorema di Bloch, legge di dispersione e bande.
2	Hamiltoniana k.p. Velocità media degli stati di Bloch.
2	Elettroni di Bloch in presenza di campi elettrici. Massa effettiva.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Isolanti, conduttori e semiconduttori. Lacune.
1	Modi di vibrazione di un solido cristallino 3D.
3	Modello semiclassico del trasporto. Termine di scattering e relaxation time approximation. Calcolo della conduttività.
2	Struttura fine di atomi idrogenoidi
2	Metodo LCAO. Stati gerade e ungerade. Legame covalente e ionico.
2	Approssimazione di Born Oppenheimer e dinamica nucleare molecolare.
2	Molecola H_2^+ . Spettro di energia vibrazionale e rotazionale.
2	Metodo tight-binding per calcolo di bande in solidi 2D e 3D.

ORE	Esercitazioni
2	Semplici esempi di simmetrie.
1	Modello di Kronig-Penney.
4	Calcolo di bande di energia di semplici modelli tight-binding.
2	Composizione di momenti angolari in meccanica quantistica.
2	Metodo variazionale.
3	Applicazioni del metodo variazionale.
4	Calcolo dello spettro elettronico di molecole giocattolo.
4	Calcolo dello spettro elettronico in molecole con geometrie/simmetrie variegata via metodo LCAO.
2	Applicazioni del metodo tight-binding in cristalli fcc, cristalli quadrati 2D e grafene.