



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Fisica e Chimica - Emilio Segrè		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2023/2024		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2025/2026		
<b>CORSO DILAUREA</b>	SCIENZE FISICHE		
<b>INSEGNAMENTO</b>	STRUTTURA DELLA MATERIA		
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B		
<b>AMBITO</b>	50162-Microfisico e della struttura della materia		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	07136		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	FIS/03		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	CICCARELLO FRANCESCO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>			
<b>CFU</b>	6		
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	94		
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	56		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	3		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	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

<b>PREREQUISITI</b>	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.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscenza degli aspetti fondamentali della fisica atomica, molecolare e dello stato solido.</p> <p>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.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacita' di mettere in relazione il comportamento macroscopico degli stati condensati con il comportamento su scala microscopica.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>L'esame consiste di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- una prova scritta su un problema di fisica dello stato solido e/o di fisica molecolare.</li> <li>- una prova orale su tutti gli argomenti del programma.</li> </ul> <p>Criteri di Valutazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Conoscenza di base dei concetti fondamentali oggetto dell'insegnamento, sufficiente grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (18-22);</li> <li>b) Buona conoscenza degli argomenti fondamentali oggetto dell'insegnamento, discreto grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (23-26);</li> <li>c) Conoscenza approfondita degli argomenti fondamentali oggetto dell'insegnamento, buon grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (27-29);</li> <li>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).</li> </ul> <p>Nel caso di loro esito positivo, la valutazione terrà conto anche degli assignments svolti a casa.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Acquisire conoscenze di base sui modi in cui la materia si aggrega - dagli atomi a piu' elettroni a sistemi di atomi accoppiati - e familiarizzare con i principali metodi descrittivi.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	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 a casa.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Grosso, G. Pastori Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2 Ed., 2013, ISBN: 978-0-12-385030-0)</li> <li>- G. B. Bachelet Elementi di Fisica atomica, molecolare e dei solidi (Aracne Editrice, 2017, ISBN: 978-88-548-9894-3)</li> </ul> <p>Ulteriori testi consigliati (further suggested textbooks):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Note del docente (lecture notes by the teacher)</li> <li>- S. H. Simon, The Oxford Solid State Basics (OUP Oxford, 2013, ISBN: 978-0-19-968077-1)</li> </ul>

### PROGRAMMA

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

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	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.
1	Struttura fine dell'atomo di idrogeno.
2	Metodo LCAO. Stati gerade e ungerade. Legame covalente e ionico.
2	Approssimazione di Born Oppenheimer e dinamica nucleare molecolare.
2	Molecola H <sub>2</sub> <sup>+</sup> . 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.