

| Principali informazioni sull'insegnamento   |                             |
|---|-----------------------------|
| Denominazione dell'insegnamento   | <b>Solid State Physics</b>  |
| Corso di studio   | <i>LM-17 Physics</i>        |
| Anno di corso   | <i>2021-2022</i>            |
| Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS): | : 6                         |
| SSD   | <i>FIS/03</i>               |
| Lingua di erogazione  | <i>Inglese</i>              |
| Periodo di erogazione   | <i>I anno – II Semestre</i> |
| Obbligo di frequenza  | <i>No</i>                   |

| Docente                                |  |
|--|--|
| Nome e cognome                         | Pietro Patimisco   |
| Indirizzo mail                         | pietro.patimisco@uniba.it  |
| Telefono                               | 080 5442386  |
| Sede                                   | <i>Dipartimento Interateneo di Fisica – Il Piano – Stanza 233</i>  |
| Sede virtuale                          |  |
| Ricevimento (giorni, orari e modalità) | <p>lunedì 15:00-17:00<br/>         mercoledì 15:00-17:00<br/>         Presso la mia sede o su MTeams</p> |

| Syllabus                                     |  |
|--|--|
| <b>Obiettivi formativi</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza e comprensione della struttura cristallina e delle proprietà elettroniche di sistemi a stato solido e di sistemi a bassa dimensionalità.</li> <li>• Capacità di applicare la meccanica quantistica per calcoli teorici e numerici nella fisica dello stato solido e nei sistemi a bassa dimensionalità.</li> <li>• Discutere i modelli introdotti nel corso e applicarli per la risoluzione di problemi e situazioni presentati in letteratura.</li> <li>• Seguire i progressi attuali e le prospettive future nel campo della fisica dello stato solido.</li> </ul>   |
| <b>Prerequisiti</b>                          | Conoscenze di base sulla meccanica quantistica, fisica statistica e fisica dei semiconduttori  |
| <b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Strutture Cristalline.</b> Vettori di traslazione del reticolo. Cella reticolare primitiva. Tipi fondamentali di reticoli. Tipi di reticolo bidimensionale. Tipi di reticolo tridimensionale. Sistemi di indicizzazione per piani e direzioni cristalline. Strutture cristalline semplici. Struttura cristallina del cloruro di sodio. Struttura cristallina del cloruro di cesio. Struttura del diamante. Struttura della zincoblenda. Problemi.</li> <li>• <b>Reticolo reciproco.</b> 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 di reticoli cubici. Analisi di Fourier della base. Fattore di struttura del reticolo cubico corpo centrato e del reticolo cubico a facce centrate. Fattore di forma atomica. Problemi.</li> <li>• <b>Strutture a banda.</b> Gas di Fermi a 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</li> </ul> |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
|                                     | <p><i>Fermi. Modello di Kronig-Penney. Bande di energia in un reticolo 1D. Elettroni quasi-liberi in un potenziale periodico debole. Livelli energetici in prossimità di un piano di Bragg. Modello del legame forte. Bande di energia in cristalli 3D. Punti ad alta simmetria. Bande di energia in un reticolo cubico semplice, corpo centrato e a facce centrate. Modello a onde piane ortogonalizzate. Pseudopotenziale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Strutture a semiconduttore.</b> Silicio, germanio e arseniuro di gallio. Legame covalente. Calcolo delle Bande di energia. Banda proibita. Moto dell'elettrone in una banda di energia. Equazioni semiclassiche del moto. Massa efficace. Approssimazione Parabolica. Concentrazione dei portatori all'equilibrio termico. Semiconduttore intrinseco. Donatori e accettori. Concentrazione di portatori estrinseci. Problemi.</li> <li>• <b>Equazione del trasporto di Boltzmann.</b> Funzione di distribuzione elettronica. Equazione del moto. Trasporto in condizioni stazionarie. Approssimazione del tempo di rilassamento. Trasporto elettronico e termico. Conducibilità isoteramica. Trasporto termo-elettrico. Conducibilità termica.</li> <li>• <b>Sistemi a bassa dimensione.</b> Eterostrutture quantistiche 2D. Buca di potenziale finita. Livelli energetici. Densità degli Stati. Influenza della massa effettiva. Grafene. Struttura cristallina. Zone di Brillouin. Bande di energia. Densità degli Stati. Nanowire. Bande di energia e densità degli stati. Nanowire di arseniuro di gallio: subbande e densità di probabilità. Quantum dot. Densità degli Stati. Livelli di energia in una buca di potenziale sferico. Distribuzione termica vs non termica. Statistiche della popolazione: rate equation vs random population. Fosforene e fosforo nero. Struttura cristallina. Cella primitiva e zone di Brillouin. Bande di energia e densità di stati. Transistor a effetto campo. Fotorivelatori.</li> </ul> |
| <b>Testi di riferimento</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• N. W. Ashcroft and N. D. Mermin – Solid State Physics, Cengage.</li> <li>• C. Kittel – Introduction to Solid State Physics, John Wiley &amp; Sons Inc.</li> <li>• S. M. Sze – Physics of Semiconductor Devices, Wiley-Interscience.</li> </ul>   |
| <b>Note ai testi di riferimento</b> | Solo capitoli selezionati   |

|                                       |                    |  |                    |
|---------------------------------------|--------------------|--|--------------------|
| <b>Organizzazione della didattica</b> |                    |  |                    |
| <b>Ore</b>                            |                    |  |                    |
| Totali                                | Didattica frontale | Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro) | Studio individuale |
| 150                                   | 40                 | 15   | 95                 |
| <b>CFU/ETCS</b>                       |                    |  |                    |
| 6                                     | 5                  | 1  |                    |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Metodi didattici</b> | <i>Lezioni frontali con l'ausilio di un portatile ed un proiettore</i> |
|                         |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Risultati di apprendimento previsti</b>   |  |
| <b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> | L'insegnamento permette agli studenti di acquisire conoscenze avanzate sulla struttura della materia e sulle proprietà elettroniche, termiche e ottiche dei sistemi a stato solido su rigorosa base quantistica. Al fine di applicare le |

|  |   |
|--|---|
|  | conoscenze acquisite ai settori di interesse della fisica dello stato solido, lo studente acquisirà un metodo di elaborazione critica dei concetti da estendere in problemi più complessi della fisica dello stato solido.  |
| <b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b> | Le basi teoriche fornite per lo studio dei sistemi a stato solido vengono rafforzate da un'approfondita indagine delle tecniche sperimentali e teoriche per analizzare la struttura e le simmetrie dei solidi cristallini, nonché per studiare le loro proprietà termiche, elettriche e ottiche. Tali conoscenze, integrando le nozioni acquisite negli insegnamenti del corso di Condensed Matter Physics, costituiranno le basi fondamentali per la comprensione dei processi che sono alla base del funzionamento dei dispositivi elettronici, optoelettronici e quantistici.  |
| <b>Competenze trasversali</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Autonomia di giudizio</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abilità nel risolvere problemi attraverso l'utilizzo del formalismo quantistico</li> <li>○ Abilità di ricercare in letteratura modelli teorici per descrivere un fenomeno</li> </ul> </li> <li>• <i>Abilità comunicative</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ capacità di descrivere gli aspetti quantitativi salienti di fenomeni quantistici utilizzando la terminologia appropriata</li> </ul> </li> <li>• <i>Capacità di apprendere in modo autonomo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ capacità di valutare criticamente la necessità di utilizzare modelli semi-classici o completamente quantistici per affrontare alcuni problemi e descrivere esperimenti riguardanti le proprietà elettroniche di cristalli e sistemi a dimensionalità ridotta.</li> </ul> </li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
| <b>Valutazione</b>  |   |
| Modalità di verifica dell'apprendimento                                     | <i>Esame orale (100%)</i>   |
| Criteri di valutazione  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacità di discutere i modelli introdotti nel corso.</li> <li>• Adeguata comprensione e conoscenza globale dei concetti e degli argomenti descritti durante il corso.</li> </ul>  |
| Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 e lode: conoscenza completa, approfondita e critica degli argomenti, eccellente proprietà di linguaggio, completa ed originale capacità interpretativa, piena capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</li> <li>• 28 - 30: conoscenza completa e approfondita degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, completa ed efficace capacità interpretativa, in grado di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</li> <li>• 24 - 27: conoscenza degli argomenti con un buon grado di padronanza, buona proprietà di linguaggio, corretta e sicura capacità interpretativa, buona capacità di applicare in modo corretto la maggior parte delle conoscenze per risolvere i problemi proposti;</li> <li>• 20 - 23: conoscenza adeguata degli argomenti ma limitata padronanza degli stessi, soddisfacente proprietà di linguaggio, corretta capacità interpretativa, più che sufficiente capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</li> <li>• 18 - 19: conoscenza di base degli argomenti principali, conoscenza di base del linguaggio tecnico, sufficiente capacità interpretativa, sufficiente capacità di applicare le conoscenze di base acquisite;</li> <li>• &lt;18 Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile degli argomenti trattati durante il corso.</li> </ul> |
| <b>Altro</b>  |   |

Stampare su carta intestata del CdS

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|