UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Solid State Physics

2627-1-F1703Q049

Obiettivi

Introduzione dei concetti fondamentali della Fisica dello Stato Solido. L'obiettivo è fornire gli strumenti concettuali e le nozioni particolarmente utili agli studenti che intraprendono un percorso nella Fisica dello Stato Solido, nelle tecnologie digitali (ICT) e nelle tecnologie quantistiche (QT).

Contenuti sintetici

Proprietà strutturali, elettroniche e vibrazionali dei solidi, affrontate sia dal punto di vista fenomenologico che teorico.

Programma esteso

Teoria dei metalli
• Assunzioni di base del modello
• Distribuzione di Fermi-Dirac
• Densità dei vettori d'onda consentiti
• Energia di Fermi
• Calore specifico di un gas di elettroni liberi
• Limiti del modello degli elettroni liberi

Cristalli
• Reticoli di Bravais
• Celle primitive e di Williamson-Williams
• Strutture cristalline e reticoli con basi

• Reticoli reciproci
• Zone di Brillouin
• Piani reticolari
• Diffrazione di raggi X
• Formulazioni di Bragg e Laue
• Metodi sperimentali
• Fattore di struttura geometrica

Elettroni in un potenziale periodico
• Approssimazione dello pseudopotenziale
• Teorema di Bloch
• Condizioni al contorno di
• Quantità di moto cristallina, indice di banda e superficie di Fermi
• Densità dei livelli
• Elettroni in un potenziale debole
• Livelli energetici vicino a un singolo piano di Bragg
• Superficie di Fermi e zone di Brillouin
• Modello semiclassico della dinamica elettronica

Dinamica degli elettroni
• Caratteristiche generali del modello semiclassico
• Teoria generale delle lacune
• Dinamica degli elettroni (1)
• Teoria semiclassica della conduzione nei metalli
• Trasporto di Boltzmann (2)
• Probabilità di scattering
• Scattering da impurità

Struttura a bande dei metalli
• Misura della superficie di Fermi
• Effetto de Haas van Alphen
• Elettroni in campo magnetico: livelli di Landau
• Densità degli stati nei gas di elettroni 1D, 2D e 3D
• Struttura a bande di metalli selezionati

Solidi
• Classificazione dei solidi
• Cristalli covalenti, molecolari e ionici
o Alogenuri alcalini
o Cristalli covalenti
o Metalli
• Energia di coesione
• Potenziale di Lennard-Jones
• Cristalli ionici: la costante di Madelung
• Coesione nei metalli

Cristallo armonico
• Cristallo armonico classico
• Approssimazione armonica
• Approssimazione adiabatica
• Reticolo di Bravais monoatomico tridimensionale
• Matrice dinamica
• Reticolo di Bravais monoatomico unidimensionale
• Reticolo unidimensionale con base
• Modi normali e fononi

• Misura dei fononi
• Quantità di moto canonica e traslazioni
• Diffusione di neutroni
• Teoria quantistica del cristallo armonico
• Calore specifico ad alta temperatura
• Calore specifico a bassa temperatura

Superconduttori
• Un nuovo stato condensato
• Diamagnetismo
• Assenza di eccitazioni a bassa energia
• Potenziale attrattivo mediato da fononi elettrone-elettrone
• Coppie di Cooper
• Termodinamica (3)
• Due tipi di superconduttori
• Elettrodinamica (3)
• Correlazione e lunghezze di London
• Energia superficiale metallo-superconduttore (tipo I e II)
• Vortici magnetici

Nanostrutture quantistiche
• Definizione di nanostruttura quantistica a semiconduttore
• Ingegneria di banda
• Approssimazione della massa efficace per il calcolo dello stato elettronico
• Stati di pozzo quantico
• Superreticoli
• Scala di Wigner-Stark

Prerequisiti

Meccanica classica, elettromagnetismo, nozioni di meccanica quantistica

Modalità didattica

La didattica sarà di tipo erogativo, effettuata nell'ambito di lezioni frontali con lavagna e diapositive: 21 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza.

Materiale didattico

- N.W. Ashcroft & N.D. Mermin, “Solid State Physics”
- Harald Ibach & Hans Lüth, "Solid-State Physics: An Introduction to Principles of Materials Science"
- G. Grosso & G. Pastori Parravicini "Solid State Physics"
- P. G. de Gennes, "Superconductivity of Metals and Alloys"
- John H. Davies, "The Physics of Low-Dimensional Semiconductors: An Introduction"

Copia delle slides usate a lezione

Periodo di erogazione dell'insegnamento

I semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Le conoscenze degli studenti saranno valutate attraverso una prova orale. Il colloquio verterà sugli argomenti svolti a lezione. Verranno valutate la comprensione degli argomenti e le competenze acquisite.

Orario di ricevimento

a fine lezione o su appuntamento

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE