UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Fisica dei Materiali

2223-3-E2701Q045-E2701Q048M

Obiettivi

Fornire allo studente le basi per la comprensione delle proprietà fisiche dei materiali e della loro misura.

Contenuti sintetici

Introduzione alla fisica dei materiali: proprietà meccaniche, elastiche, elettroniche e magnetiche.

Programma esteso

FISICA DEI MATERIALI

Strutture cristalline

- Descrizione generale delle strutture cristalline
- Alcune importanti strutture cristalline
- Strutture cubiche
- Strutture compatte
- Strutture di solidi covalenti
- Determinazione della struttura cristallina

Diffrazione di raggi X

- Teoria di Bragg
- Piani reticolari e indici di Miller

- Teoria generale della diffrazione
- Il reticolo reciproco
- Significato del reticolo reciproco
- Diffrazione di raggi X da strutture periodiche
- La sfera di Ewald
- Relazione tra la teoria di Bragg e Laue

Legami nei solidi

- Forze attrattive e repulsive
- Legame ionico
- Legame covalente
- Legame metallico
- Legame idrogeno
- Legami di van der Waals

Proprietà meccaniche

- Deformazione elastica
- Descrizione macroscopica
- Costanti elastiche
- Rapporto di Poisson
- Relazione tra costanti elastiche
- Descrizione microscopica
- Deformazione plastica
- Stima dello stress del punto di snervamento
- Difetti puntuali e dislocazioni
- Il ruolo dei difetti nella deformazione plastica
- Frattura

Proprietà termiche del reticolo

- Vibrazioni del reticolo
- Oscillatore armonico
- Catena infinita di atomi
- Catena con un atomo per cella
- La prima zona di Brillouin
- Catena con due atomi per cella
- Catena finita
- Vibrazioni quantizzate, fononi
- Solidi tridimensionali
- Generalizzazione a tre dimensioni
- Stima delle frequenze vibrazionali a partire dalle costanti elastiche
- Capacità termica del reticolo
- Confronto tra la teoria classica e l'esperimento
- Modello di Einstein
- Modello di Debye
- Conduttività termica
- Dilatazione termica
- Transizioni di fase allotropiche e fusione

Proprietà elettroniche dei metalli: approccio classico

- Presupposti di base del modello di Drude
- Risultati dal modello Drude

- Conducibilità elettrica in corrente continua
- Effetto Hall
- Riflettività ottica dei metalli
- Legge di Wiedemann-Franz
- Carenze del modello Drude

Proprietà elettroniche dei solidi: approccio quantistico

- L'idea delle bande energetiche
- Modello di elettrone libero
- Autostati elettronici
- Capacità termica elettronica
- La legge di Wiedemann-Franz
- Descrizione generale degli stati elettronici
- Modello di elettrone quasi libero
- Bande energetiche in solidi reali
- Proprietà di trasporto

Semiconduttori

- Semiconduttori intrinseci
- Dipendenza dalla temperatura della densità dei portatori
- Semiconduttori drogati
- Droganti n e p
- Densità di portatori
- Conducibilità dei semiconduttori
- Dispositivi a semiconduttore
- Giunzione pn
- Transistor JFET
- Sistema metallo-ossido-semiconduttore
- Dispositivi optoelettronici
- Transistor MOSFET

Magnetismo

- Descrizione macroscopica
- Descrizione quantistica del magnetismo
- Paramagnetismo e diamagnetismo
- Paramagnetismo di Curie
- Paramagnetismo di Pauli
- Ordine magnetico e interazione di scambio
- Ferromagnetismo
- Domini ferromagnetici
- Isteresi

Dielettrici

- Descrizione macroscopica
- Polarizzazione microscopica
- Il campo locale
- Dipendenza della costante dielettrica dalla frequenza
- Eccitazione delle vibrazioni del reticolo
- Transizioni elettroniche
- Impurezze nei dielettrici
- Ferroelettrici

- Piezoelettricità
- Breakdown dielettrico

Prerequisiti

Buone conoscenze di Fisica Generale e tecniche di calcolo integrale e differenziale. Conoscenze di base di Fisica Quantistica.

Modalità didattica

Lezioni frontali (in lingua italiana)

Materiale didattico

- Solid State Physics: An Introduction, di Philip Hofmann (Testo principale di riferimento)
- Principi di Fisica dei Semiconduttori di Mario Guzzi (Testo per i semiconduttori)
- Materiale distribuito dal docente.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

I Semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame di Fisica dei Materiali con Laboratorio si articola in prove orali con la compilazione di una relazione di laboratorio. Il corso di Fisica dei materiali con Laboratorio e' composto da 14 CFU. L'esame è diviso in tre moduli, uno di laboratorio e due di teoria. Questi tre moduli possono essere sostenuti o contemporaneamente o separatamente.

I due moduli di Fisica dei Materiali sono incentrati sulla teoria della fisica dei materiali e hanno un peso relativo pari a 5/14 e 6/14. Il primo modulo comincia con le strutture cristalline e arriva fino alla descrizione classica degli elettroni nei solidi. Il secondo modulo comincia con la descrizione quantistica degli elettroni nei solidi e finisce con i dielettrici.

Orario di ricevimento

alla fine delle lezioni o su appuntamento

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE