

**Programma.**

**Elettroni in un potenziale periodico unidimensionale.**

Periodicità e sistemi unidimensionali. Teorema di Bloch. Reticolo diretto e reciproco; condizioni periodiche a contorno. Folding nella prima zona di Brillouin e bande di energia. Il modello di Kronig-Penney. Struttura a bande del modello Kronig-Penney. Generalità sulla matrice di trasferimento. Coefficienti di Trasmissione e Riflessione. Matrice di trasferimento per una barriera rettangolare. Tunneling elettronico attraverso un potenziale periodico. Espansione in orbitali localizzati e metodo tight binding. Inversione di matrici tridiagonali. Densità degli stati e funzione di Green. Espansione in onde piane; approssimazione di elettroni quasi liberi. Velocità, quasimomento e massa effettiva di un elettrone in una banda. L'oscillatore di Bloch. Buche in una banda.

**Descrizione geometrica dei cristalli: reticoli diretti e reciproci.**

Reticoli di Bravais bi- e tridimensionali. Reticoli semplici e composti. Descrizione geometrica di strutture cristalline: Gas rari solidi, metalli alcalini, cloruro di sodio, diamante, zinco-blenda, esagonale, grafite bi- e tridimensionale. Reticoli reciproci, definizioni e proprietà base. Piani e direzioni in reticoli di Bravais. Zone di Brillouin di differenti reticoli. L'Hamiltoniana parametrica  $k_p$  e la massa effettiva. Tecniche di somma nello spazio reciproco. Punti speciali nella zona di Brillouin. Densità degli stati e punti critici. Scattering Bragg e von Laue. Fattori di forma e di struttura.

**Il gas di elettroni.**

Il gas di elettroni di Drude. Effetto Hall e conducibilità statica, legge di Wiedeman-Franz ed effetto Seebeck. Proprietà ottiche del gas di elettroni. La teoria di Sommerfeld. Effetto termoionico ed effetto Schottky. Gas di elettroni e metalli reali. Magnetizzazione e suscettività magnetica. Energie e densità degli stati di un gas elettronico bi- e tridimensionale in campo magnetico. Magnetizzazione e suscettività del gas elettronico bidimensionale. Effetto di de Haas van Alphen. Diamagnetismo di Landau e paramagnetismo di Pauli. Effetto Hall quantistico intero.

**Livelli di energia elettronici nei solidi.**

Il problema a molti corpi di elettroni e nuclei in interazione. Il metodo di Hartree. Funzioni d'onda determinanti; cenni su hamiltoniana di Fock e potenziale di scambio. Costruzione di potenziali atomici. Descrizione dei principali metodi di calcolo a bande.

**Proprietà elettroniche di cristalli molecolari, ionici, covalenti e metalli.**

Cristalli molecolari, struttura a bande e energia di legame. Cristalli ionici, energia di Madelung, struttura a bande; energia di legame col modello di Born. Cristalli covalenti. Metalli e superfici di Fermi.

**Dinamica reticolare.**

L'approssimazione di Born-Oppenheimer. Derivazione parametrica e forze sui nuclei di un reticolo. Dinamica di sistemi unidimensionali. Sistemi tridimensionali e teoria del cristallo armonico. Quantizzazione del campo di vibrazione elastico. Calori specifici. Scattering fonone-fonone ed effetti anarmonici. Conducibilità termica. Scattering anelastico con neutroni e fotoni per lo studio delle branche fononiche.

**Proprietà ottiche di semiconduttori e isolanti.**

Teoria delle transizioni ottiche. Densità congiunta degli stati e punti critici. Transizioni ottiche dirette. Transizioni ottiche indirette. Cenni su transizioni eccitoniche.

**Trasporto di carica in semiconduttori intrinseci e drogati.**

Aspetti fondamentali della fisica dei semiconduttori. Livello di Fermi in semiconduttori intrinseci. Legge di azione di massa. Livelli donori e accettori. Livello di Fermi in semiconduttori drogati. Equazioni per la dinamica dei portatori. Equazioni di continuità per i portatori minoritari. Proprietà della