



Faculté de sciences appliquées

MAPR1492 Physique des matériaux

[30h+15h exercices] 4 crédits

Cette activité se déroule pendant le 2ème semestre

Enseignant(s): Jean-Christophe Charlier (coord.), Xavier Gonze, Luc Piraux, Gian-Marco Rignanese

Langue d'enseignement : français

Niveau : Premier cycle

Objectifs (en termes de compétences)

Ce module présente les bases de la physique des matériaux (en particulier les solides périodiques). A l'issue de cet enseignement, les étudiants maîtrisent les modèles simples de solides, et comprennent leurs propriétés électroniques, dynamiques, thermodynamiques, magnétiques et de transport de charge et de chaleur.

Objet de l'activité (principaux thèmes à aborder)

Les matières couvertes comprennent : approximation de Born-Oppenheimer et des électrons indépendants, structure de bande électronique et ses modèles simples, phonons et effets anharmoniques, semiconducteurs, magnétisme, différents phénomènes de transport.

Résumé : Contenu et Méthodes

Contenu :

1. Approximations de Born-Oppenheimer et des électrons indépendants
(séparation de la dynamique des noyaux et de celle des électrons ; effet d'écran ; effets d'échange et de corrélation).
2. Potentiel périodique et structure de bande
(rappels de cristallographie et symétrie ; espace réciproque ; zone de Brillouin ; théorème de Bloch ; densité d'états ; surface de Fermi ; métaux, isolants)
3. Approximation des électrons quasi-libres
(méthode de Born-Von Karman, repli de la parabole d'électrons libres dans la 1ere zone de Brillouin ; réflexions de Bragg ; ouverture des gaps ; sodium, magnésium, aluminium)
4. Approximation des électrons fortement liés
(la chaîne monoatomique linéaire, liaisons s-p dans les semiconducteurs et composés carbonés, liaisons d dans les métaux de transition, composés ioniques)
5. Dynamique des noyaux
(approximation harmonique ; matrice dynamique ; modes normaux de vibration ; structure de bande de phonon ; chaîne monoatomique et diatomique ; modes acoustiques, modes optiques, modes transverses et longitudinaux ; exemples de structures de bandes de phonons pour différents solides)
6. Le gaz d'électrons libres
(occupation des états, vecteur de Fermi et énergie en fonction de la densité, chaleur spécifique électronique, grandeurs thermodynamiques, comparaison avec la chaleur spécifique de réseau)
7. Semiconducteurs
(niveau d'impuretés, calcul des densités de trous et électrons, position du niveau de Fermi)
8. Dynamique des électrons dans le solide périodique
(vitesse des porteurs, effets des champs électriques et magnétiques dans les métaux, masse effective, courant dans les bandes : électrons et trous)
9. Transport et effets anharmoniques
(processus de diffusion pour les électrons et équation de Boltzmann ; conductivité électrique des métaux ; anharmonicité et expansion thermique ; processus de diffusion par les phonon et conduction de la chaleur : collisions électron-phonon dans les métaux ; l'effet Hall).
10. Magnétisme
(introduction et panorama des propriétés magnétiques ; paramagnétisme du gaz d'électrons libres ; modèle de bande du ferromagnétisme)
11. Supraconductivité
(introduction : caractéristiques expérimentales + théories)

Méthodes :

Cours magistraux, apprentissage par exercices.

Autres informations (Pré-requis, Evaluation, Support, ...)

Pré-requis

MAPR 1491 Compléments de physique

MAPR 1805 Introduction à la science des

Autres crédits de l'activité dans les programmes

FSA13BA	Troisième année de bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil	(4 crédits)
----------------	--	-------------