

Faculté de sciences appliquées



MAPR2492 Physique des matériaux

[37.5h+22.5h exercices] 5 crédits

Cette activité se déroule pendant le 2ème semestre

Enseignant(s): Vincent Bayot, Patrick Bertrand, Jean-Christophe Charlier, Xavier Gonze (coord.), Luc Piraux

Langue d'enseignement : français

Niveau : Second cycle

Objectifs (en termes de compétences)

Ce cours donne les bases de la physique des matériaux (particulièrement les solides périodiques). Il constitue la suite logique du cours MAPR 2110 et, avec le cours ELEC 2330, la base de la formation de la matière 30.02.

Objet de l'activité (principaux thèmes à aborder)

Synopsis

Introduction progressive des notions de base permettant la compréhension des propriétés structurales, électroniques, vibrationnelles, magnétiques, optiques, thermodynamiques et de transport, des solides périodiques. Pour autant que cela soit adéquat, l'étude des propriétés de molécules est effectuée également.

Contenu

I. Approximation de Born et Oppenheimer

(découplage de la dynamique des électrons et de celle des ions; étude des niveaux d'énergie de molécules diatomiques)

II. Electrons interagissants

(approximation des électrons indépendants; effets d'échange et de corrélation; étude des combinaisons de moments angulaires, avec application à des atomes et molécules polyélectroniques)

III. Symétries ponctuelles, symétries spatiales

(32 groupes de symétries ponctuelles; théorie des groupes; structure électronique de molécules; rappels cristallographiques; groupes spatiaux de symétrie; structures cristallines fréquentes)

IV. Théorie des bandes

(potentiel périodique; zone de Brillouin; théorème de Bloch; approximation des liaisons fortes; modèle de Sommerfeld; densité d'état; surface et énergie de Fermi; approximation des électrons quasi-libres)

V. Propriétés magnétiques

(diamagnétisme, paramagnétisme et ferromagnétisme; propriétés magnétiques d'un gaz d'électrons libres ; ferromagnétisme de bandes)

VI. Dynamique des noyaux

(approximation harmonique; modes de vibrations de molécules; phonons; modes acoustiques et constantes élastiques; modes optiques dans les cristaux ioniques; propriétés thermodynamiques)

VII. Dynamique des électrons

(conductivité électrique, équation de transport de Boltzmann, interaction électron-phonon, effet Hall, conductivité thermique électronique)

VIII. Effets anharmoniques

(dilatation thermique; conductivité thermique de réseau)

IX. Spectroscopies et propriétés optiques

(rappel de théorie des perturbations dépendantes du temps; règles de sélections; classifications des spectroscopies; interaction champs électrique-matière; phénomènes optiques dus aux vibrations; phénomènes optiques dus aux excitations électroniques)

X. Supraconducteurs

(faits expérimentaux; théories phénoménologiques)

Résumé : Contenu et Méthodes

Le cours doit se développer à partir de faits expérimentaux concernant les propriétés électriques des métaux, qui ne peuvent être expliquées par les théories classiques. Les concepts de base de la physique de l'état solide seront introduits progressivement pour analyser le mouvement des électrons de valence et celui des coeurs ioniques. Quelques propriétés magnétiques seront analysées. Les propriétés optiques constituent un chapitre complémentaire indépendant.

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

Prérequis

MAPR 2110 Introduction à la physique des matériaux

Contenu et méthode

Cours magistral: exposé des concepts

Séances d'exercices et un laboratoire permettant une meilleure compréhension de la matière.

Projet : étude des propriétés de deux matériaux, qui a été entamée dans le cours MAPR 2110.

Autres crédits de l'activité dans les programmes

MAP22	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en mathématiques appliquées	(5 crédits)	
MATR21	Première année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en science des matériaux	(5 crédits)	Obligatoire