UCLouvain

lfyki1102

2026

Physique statistique et physique de l'état solide I

5.00 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2

Enseignants	Charlier Jean-Christophe ;Rignanese Gian-Marco ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Ce cours suppose acquises : · Les notions mathématiques d'équations aux dérivées partielles, de transformée de Fourier, telles qu'enseignées dans les cours LEPL1103 et LEPL1106. · La physique classique ondulatoire et les notions de base de la physique quantique, telles qu'enseignées dans le cours LEPL1203. · Les notions de base d'atomistique, de liaisons chimiques, de thermodynamiques, telles qu'enseignées dans le cours LEPL1301. Les notions de combinatoire et statistique, telles qu'enseignées dans le cours LEPL1108.
Thèmes abordés	**Physique statistique** : postulats de la physique statistique, la théorie cinétique des gaz (statistique de Maxwell-Boltzmann), les différents ensembles statistiques (micro-canonique, canonique et grand-canonique), et les fluides quantiques (fermions et bosons – statistiques de Fermi-Dirac et de Bose-Einstein). **Cristallographie** : Réseaux cristallins, symétries, réseau réciproque, différentes familles de cristaux, caractérisation RX **Physique de l'état solide I** : rappel des postulats de la mécanique quantique non-relativiste, résolution de l'équation de Schrödinger pour divers puits de potentiels (infini, fini, adjacents, périodiques), la liaison chimique, l'oscillateur harmonique, notions quantiques de base pour l'état solide (structures de bandes électroniques et spectres de phonons).
Acquis d'apprentissage	**A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :** **Contribution du cours au référentiel du programme** Eu égard au référentiel de compétences du programme de Bachelier en Sciences de l'Ingénieur, orientation Ingénieur civil, ce cours contribue au développement et à l'acquisition des acquis d'apprentissage suivants#: Axe Nº1#: connaissances en sciences fondamentales et polytechniques 1. Appliquer les concepts, lois, raisonnements à une problématique disciplinaire de complexité cadrée **Acquis d'apprentissage spécifiques au cours** À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure#: 1. D'expliquer les principes de base de la physique statistique. 2. De calculer les propriétés thermodynamiques d'un gaz parfait, et d'utiliser la statistique de Maxwell-Boltzmann. 3. De mettre en œuvre les formalismes micro-canonique (p.ex. étudier la chaleur spécifique de réseau - modèle d'Einstein), canonique (modèle de Debye), et grand-canonique (dérivation des statistiques de Fermi-Dirac et de Bose-Einstein). 4. De pouvoir prévoir le comportement de systèmes de particules en fonction de la température (chaleur spécifique, énergie interne, nombre moyen de particules, superfluidité, supraconductivité, …), en utilisant les différents ensembles statistiques. 5. D'attribuer une maille cristalline à un solide périodique et de décrire les propriétés de symétrie des solides cristallins. 6. De comprendre les notions de réseau dans d'espace réel et dans d'espace réciproque 7. D'expliquer les postulats et équations de base de la physique quantique non-relativiste et de pouvoir l'appliquer au traitement de différents systèmes simples. 8. De construire un diagramme d'orbitale moléculaire pour une molécule spécifique simple, et d'en déduire les caractéristiques physiques de la molécule (ordre de la liaison, spin total). 9. D'utiliser l'approximation de Born-Oppenheimer pour séparer la dynamique des électrons de celle des noyaux. 10. De comparer diverses approximations (électron libre, quasi-libre, et fortement lié) relatives au comportement des électrons dans les solides cristallins et dériver le concept de structure de bandes électroniques à partir du théorème de Bloch 11. De calculer les modes de vibrations pour des systèmes simples (chaînes d'atomes), en dériver la dynamique des noyaux dans les solides cristallins sur base de l'approximation harmonique.

Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Les étudiants sont évalués individuellement par écrit sur base des objectifs particuliers annoncés précédemment (questions portant sur leur connaissance, leur compréhension, et leur capacité à appliquer les concepts abordés au cours, cette dernière étant développée lors des séances d'exercices).
Méthodes d'enseignement	Cours magistraux et séances d'apprentissage par exercices (travaux dirigés) en parallèle afin de permettre aux étudiants de rendre plus concrets les concepts théoriques présentés.
Contenu	**1. Physique statistique** 1.1. Introduction à la physique moderne 1.2. Éléments de Physique Statistique 1.3. Théorie Cinétique des Gaz (statistique de Maxwell-Boltzmann) 1.4. Ensemble Micro-canonique 1.5. Ensemble Canonique 1.6 Notions de fonction de partition 1.7. Ensemble Grand-Canonique 1.8. Fluides Quantiques 1.9. Fermions (statistique de Fermi-Dirac) 1.10. Bosons (statistique de Bose-Einstein) **2. Cristallographie** 2.1. Cristallographie géométrique (réseau ponctuel, différentes mailles, symétrie du réseau, symétrie ponctuelle, symétrie spatiale, symétrie de couleur, plans réticulaires, réseau réciproque, zone de Brillouin). 2.2. Cristallographie structurale (forces de liaison, cristaux de gaz rares, cristaux ioniques, cristaux covalents, cristaux métalliques, cristaux à liaison par ponts d'hydrogène). 2.3. Introduction à la radiocristallographie **3. Introduction à la physique du solide** 3.1. Introduction/Rappels de physique quantique 3.2. Puits adjacents (cohésion des molécules diatomiques) 3.3. Puits périodiques (Kronig-Penney-structure électronique dans le solide) 3.4. Modèle de l'électron libre / quasi-libre 3.5. Les électrons dans les cristaux (bandes interdites, masses effectives, ...) 3.6. Modèle de la chaine atomique linéaire 3.7. Oscillateur harmonique 3.8. Notions de phonons
Faculté ou entité en charge:	FYKI

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)

Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Mineure en Chimie et Physique Appliquées (uniquement pour réinscription)	MINOFYKI	5		
Filière en Chimie et physique appliquées	FILFYKI	5		
Mineure Polytechnique	MINPOLY	5		