




5.00 crédits

37.5 h + 22.5 h

Q1

Enseignants	Charlier Jean-Christophe ;Gonze Xavier ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Ce cours suppose acquises : - Les notions de physique statistique, de physique quantique de base et de physique du solide telles qu'enseignées dans le cours LFYKI1102 (Physique statistique et physique de l'état solide I).
Thèmes abordés	Physique quantique : rappel des postulats de la mécanique quantique nonrelativiste, la théorie de la mesure, le principe d'incertitude d'Heisenberg, l'atome d'hydrogène, les atomes poly-électroniques, le spin, le principe variationnel, la mécanique matricielle. Physique de l'état solide II : Le cours présente les concepts avancés de la physique de l'état solide - approximations des électrons indépendants / quasi-libres, dynamique des électrons dans le solide, schémas de bandes électroniques, vibrations dans les solides (anharmonicité), magnétisme, et différents phénomènes de transport de charge et de chaleur, supraconductivité et spintronique.
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 : <ul style="list-style-type: none">• Axe N°1 : connaissances en sciences fondamentales et polytechniques: 1.1• Axes N°2 : 2.3, 2.6, 2.7 Acquis d'apprentissage spécifiques au cours À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure : <ul style="list-style-type: none">• d'expliquer les postulats et équations de base de la MQ non-relativiste ;• d'appliquer la MQ au traitement de différents systèmes simples ;• de calculer les valeurs moyennes d'observables simples pour des fonctions d'ondes à un électron, leurs fluctuations, de vérifier la relation d'incertitude de Heisenberg, et de construire la représentation matricielle d'un opérateur ;• de comparer les propriétés électroniques des métaux et des semiconducteurs, apprécier l'effet du dopage dans ces derniers et introduire les dispositifs semiconducteurs de base ;• de discuter des effets de champs (électrique et magnétique) extérieurs sur les propriétés électroniques ;• de comprendre les propriétés thermiques et magnétiques de matériaux ;• d'expliquer les phénomènes de transport électrique et thermique dans les solides cristallins.
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 quantique 1.1. Postulats et notions d'opérateurs 1.2. Principe d'incertitude de Heisenberg 1.3. L'atome d'hydrogène et les atomes poly-électroniques 1.4. Tableau périodique des éléments 1.5. Mécanique matricielle 1.6. Méthode des liaisons fortes 2. Les électrons dans le solide 2.1. Approximations des électrons indépendants (effet d'écran, effets d'échange et de corrélation). 2.2. Potentiel périodique (théorème de Bloch, densité d'états, surface de Fermi)

	<p>2.3. Approximation des électrons quasi-libres(méthode de Born-Von Karman, repli de la parabole d'électrons libres dans la première zone de Brillouin, réflexions de Bragg, ouverture des gaps)</p> <p>2.4. Dynamique des électrons dans le solide périodique(équations de mouvement, effets des champs électriques et magnétiques, masse effective, courants d'électrons et de trous dans les bandes)</p> <p>2.5. Semiconducteurs (schémas de bandes, concentrations en porteurs libres, dopage et niveau d'impuretés, dispositifs : jonction p-n, LED, transistor, photovoltaïque)</p> <p>2.6. Supraconductivité (paires de Cooper, théorie BCS, ...)</p> <p>3. Les vibrations dans le solide</p> <p>3.1. Rappel de la chaîne atomique linéaire (approximation harmonique).</p> <p>3.2. Effets d'anharmonicité (dilatation thermique)</p> <p>3.3. Conductivité thermique</p> <p>4. Propriétés</p> <p>4.1. Le spin</p> <p>4.2. Modèle d'Ising</p> <p>4.3. Paramagnétisme du gaz d'électrons libres</p> <p>4.4. Modèle de bandes du ferromagnétisme</p> <p>4.5. Notions de spintronique</p>
Ressources en ligne	À définir ultérieurement par les enseignants nommés.
Bibliographie	Plusieurs livres basés sur la thématique de la physique quantique et de l'état solide sont disponibles en bibliothèque
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		
Master [120] : ingénieur civil en génie de l'énergie	NRGY2M	5		
Mineure Polytechnique	MINPOLY	5		