

|             |                 |    |
|-------------|-----------------|----|
| 5.0 crédits | 37.5 h + 22.5 h | 2q |
|-------------|-----------------|----|

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Enseignants:                 | Gonze Xavier ; Charlier Jean-Christophe ; Rignanese Gian-Marco (coordinateur) ; Piraux Luc ;  |
| Langue d'enseignement:       | Français  |
| Lieu du cours                | Louvain-la-Neuve  |
| Préalables :                 | LMAPR1491 Physique statistique et quantique<br>LMAPR1805 Introduction à la science des matériaux  |
| Thèmes abordés :             | Les matières couvertes comprennent : la cristallographie géométrique et structurale, une introduction à la radiocristallographie, l'approximation de Born-Oppenheimer et des électrons indépendants, la structure de bande électronique et ses modèles simples, les phonons et les effets anharmoniques, les semiconducteurs, le magnétisme, et différents phénomènes de transport.   |
| Acquis d'apprentissage       | Ce module présente les bases de la physique des matériaux (en particulier les solides cristallins 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.<br><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i>   |
| Méthodes d'enseignement :    | Cours magistraux, apprentissage par exercices.  |
| Contenu :                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cristallographie géométrique (le réseau ponctuel ; les différentes mailles ; la symétrie du réseau ; la symétrie ponctuelle ; la symétrie spatiale ; la symétrie de couleur ; les plans réticulaires ; le réseau réciproque ; zone de Brillouin)</li> <li>2. Cristallographie structurale (forces de liaison ; cristaux de gaz rares ; cristaux ioniques ; cristaux covalents ; cristaux métalliques ; cristaux à liaison par ponts d'hydrogène)</li> <li>3. Introduction à la radiocristallographie</li> <li>4. 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).</li> <li>5. Potentiel périodique et structure de bande (théorème de Bloch ; densité d'états ; surface de Fermi ; métaux, isolants)</li> <li>6. 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)</li> <li>7. Approximation des électrons fortement liés</li> <li>8. 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)</li> <li>9. Le gaz d'électrons libres (occupation des états, énergie de Fermi, effet de la température, chaleur spécifique électronique)</li> <li>10. Semiconducteurs (calcul des densités de trous et électrons, dopage et niveau d'impuretés)</li> <li>11. 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)</li> <li>12. Transport et effets anharmoniques (processus de diffusion pour les électrons et équation de Boltzmann ; conductivité électrique des métaux ; anharmonicité et expansion thermique ; conduction de la chaleur : collisions électron-phonon dans les métaux ; effet Hall)</li> <li>13. Magnétisme (introduction et panorama des propriétés magnétiques ; paramagnétisme du gaz d'électrons libres ; modèle de bande du ferromagnétisme)</li> <li>14. Supraconductivité (introduction : caractéristiques expérimentales et approches théoriques)</li> </ol> |
| Cycle et année d'étude :     | > <a href="#">Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil</a>   |
| Faculté ou entité en charge: | FYKI  |