

|             |                 |    |
|-------------|-----------------|----|
| 4.0 crédits | 30.0 h + 15.0 h | 2q |
|-------------|-----------------|----|

|                        |   |
|------------------------|---|
| Enseignants:           | Rignanese Gian-Marco ; Charlier Jean-Christophe (coordinateur) ; Gonze Xavier ; Piraux Luc ;  |
| Langue d'enseignement: | Français  |
| Lieu du cours          | Louvain-la-Neuve  |
| Thèmes abordés :       | 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.   |
| Acquis d'apprentissage | 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.<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>   |
| Contenu :              | <p>Contenu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Approximations de Born-Oppenheimer et des électrons indépendants<br/>(séparation de la dynamique des noyaux et de celle des électrons ; effet d'écran ; effets d'échange et de corrélation).</li> <li>2. Potentiel périodique et structure de bande<br/>(rappels de cristallographie et symétrie ; espace réciproque ; zone de Brillouin ; théorème de Bloch ; densité d'états ; surface de Fermi ; métaux, isolants)</li> <li>3. Approximation des électrons quasi-libres<br/>(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)</li> <li>4. Approximation des électrons fortement liés<br/>(la chaîne monoatomique linéaire, liaisons s-p dans les semiconducteurs et composés carbonés, liaisons d dans les métaux de transition, composés ioniques)</li> <li>5. Dynamique des noyaux<br/>(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>6. Le gaz d'électrons libres<br/>(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)</li> <li>7. Semiconducteurs<br/>(niveau d'impuretés, calcul des densités de trous et électrons, position du niveau de Fermi)</li> <li>8. Dynamique des électrons dans le solide périodique<br/>(vitesse des porteurs, effets des champs électriques et magnétiques dans les métaux, masse effective, courant dans les bandes : électrons et trous)</li> <li>9. Transport et effets anharmoniques<br/>(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).</li> <li>10. Magnétisme<br/>(introduction et panorama des propriétés magnétiques ; paramagnétisme du gaz d'électrons libres ; modèle de bande du ferromagnétisme)</li> <li>11. Supraconductivité<br/>(introduction : caractéristiques expérimentales + théories)</li> </ol> <p>Méthodes :<br/>Cours magistraux, apprentissage par exercices.</p> |
| Autres infos :         | Pré-requis<br>MAPR 1491 Compléments de physique<br>MAPR 1805 Introduction à la science des  |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Cycle et année<br>d'étude: :    | <a href="#">&gt; Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil</a> |
| Faculté ou entité en<br>charge: | FYKI   |