

5.0 crédits

30.0 h + 30.0 h

1q

Enseignants:	Charlier Jean-Christophe ; Sobieski Piotr ; Jonas Alain ;
Langue d'enseignement:	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables :	Ce cours suppose acquises les notions de base de la mécanique et de l'électromagnétisme, telles que dispensées par exemple dans les cours LFSAB1201 et LFSAB1202.
Thèmes abordés :	<p>Le cours est divisé en trois parties. La première (2 ECTS) aborde la physique des ondes, en accordant une attention prépondérante aux ondes électromagnétiques; la seconde (1.3 ECTS) est une introduction au principe des puissances potentielles de la mécanique classique; la troisième (1.7 ECTS) est une introduction à la physique quantique. Les deux premières parties prolongent les acquis des cours FSAB 1201 et FSAB 1202. La troisième partie, en s'appuyant sur la notion d'ondes (partie 1) et les équations de Hamilton dérivées des équations de Lagrange (partie 2) s'attache à montrer la continuité et la radicale nouveauté de la physique quantique par rapport à la physique classique. La première partie débute par le dérivation de l'équation d'ondes à partir des équations de l'électromagnétisme (et de la mécanique), et en présente les solutions générales. Elle s'attache ensuite à décrire les propriétés des ondes (longueur d'onde, vitesse, polarisation,...), puis examine le comportement des ondes à l'interface entre deux corps (équations de Snell et de Fresnel). Elle étudie ensuite la génération des ondes électromagnétiques (antennes et dipôles oscillants), pour finir par l'étude des phénomènes d'interférence entre sources ponctuelles et étendues, et des phénomènes de diffraction. Le cas des ondes stationnaires est finalement traité. La seconde partie met en oeuvre le principe des puissances potentielles pour résoudre des problèmes de mécanique de plus grande complexité. Elle ouvre sur les équations de Lagrange. La troisième partie présente les limites de la physique classique et la réponse apportée par la physique quantique (équation de Schrödinger), en s'appuyant sur les concepts vus dans les deux parties précédentes. Elle montre l'intérêt de la physique quantique pour résoudre des problèmes simples, et termine par une brève justification des propriétés des atomes (atome d'hydrogène), permettant de faire le lien vers la notion d'orbitale nécessaire pour comprendre la chimie.</p>
Acquis d'apprentissage	<p>a. Acquis d'apprentissage disciplinaires (les nombres entre parenthèses renvoient au axes du référentiel de compétences de l'EPL) À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</p> <p>1. Pour la partie ondes:</p> <p>(1.1) Ecrire les équations de Maxwell pour le champ électromagnétique et en expliquer les différents termes; (1.1, 1.3) Établir à partir des principes de base de l'électromagnétisme (équations de Maxwell) l'équation d'ondes et donner la forme générale de la solution pour une onde électromagnétique. (1.1, 1.3)Établir à partir des principes de base de la mécanique (équations de Newton) l'équation d'ondes et donner la forme générale de la solution pour une onde mécanique. (1.1) Identifier les caractéristiques d'une onde périodique et les conséquences de l'effet Doppler sur celles-ci. (1.1, 1.2) Énoncer les polarisations possibles pour divers types d'ondes; dessiner une représentation schématique d'une onde polarisée; représenter une onde plane de polarisation donnée par une expression mathématique appropriée. (1.1, 1.2) Énoncer, expliquer et justifier mathématiquement les manifestations des phénomènes de réfraction et de réflexion. (1.1, 1.3) Utiliser ces expressions mathématiques pour résoudre des problèmes simples d'optique. Mettre ces phénomènes en évidence expérimentalement et mesurer leurs caractéristiques de base. (1.1, 1.2) Énoncer, expliquer et justifier mathématiquement les manifestations physiques suivantes associées à la superposition spatiale d'ondes cohérentes: interférences, diffraction, battements et ondes stationnaires. (1.2, 1.3) Mettre ces phénomènes en évidence expérimentalement et mesurer leurs caractéristiques de base. Résoudre numériquement des petits problèmes mettant en jeu ces phénomènes. (1.1, 1.2) Expliquer de manière simple l'origine du rayonnement électromagnétique et calculer l'intensité du rayonnement à distance d'une source élémentaire.</p> <p>2. Pour la partie physique quantique:</p> <p>(1.2) Expliquer qualitativement la nécessité de la physique quantique pour interpréter un ensemble de phénomènes physiques mettant en jeu des aspects ondulatoires et corpusculaires ' dualité onde-particule. (1.2) Résoudre l'équation de Schrödinger dans le cas d'une particule libre, d'une particule dans un puits de potentiel fini, infini, parabolique, ou périodique. (1.1, 1.2, 1.3) Énoncer et expliquer l'effet tunnel; l'utiliser pour calculer la probabilité de présence de particules pour des potentiels simples. (1.1) Justifier qualitativement l'existence de bandes d'énergie permises et interdites pour une particule se déplaçant dans un matériau, et sur cette base définir la notion de matériaux isolants, semiconducteurs et métalliques. (1.1) Décrire le dopage des matériaux semiconducteurs, et ses applications technologiques principales.</p> <p>b. Acquis d'apprentissage transversaux (les nombres entre parenthèses renvoient au axes du référentiel de compétences de l'EPL) À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</p>

	<p>(1.3) Mettre en oeuvre un dispositif expérimental pour mesurer des phénomènes physiques liés aux ondes.</p> <p>(4.4) Confronter en groupe ces mesures à des prédictions théoriques.</p> <p>(5.6) Présenter oralement et de manière synthétique les résultats d'un ensemble de mesures expérimentales ou d'un travail de réflexion devant un groupe important, en indiquant les principaux résultats et les erreurs probables.</p> <p><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></p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants :	<p>Une interrogation de mi-quadrimestre est organisée pour ce cours. Celle-ci peut être basée sur un questionnaire à choix multiple, ou sur de petits exercices. Les règles facultaires en vigueur concernant la répartition des points entre interrogation et examen de session sont d'application.</p> <p>Les étudiants sont évalués individuellement et par écrit en session sur base des objectifs particuliers annoncés précédemment. L'examen porte essentiellement sur la résolution de petits problèmes similaires à ceux rencontrés lors de l'apprentissage. Des exemples d'examens antérieurs sont disponibles sur icampus.</p> <p>Les étudiants sont également évalués en groupes lors de présentations orales de leur travail au cours magistral. Cette évaluation est formative; en cas de défaillance d'un groupe, une évaluation certificative orale est organisée pour ce groupe.</p>
Méthodes d'enseignement :	<p>a. Dispositif :</p> <p>Le cours est organisé</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. autour de séances d'apprentissage par problème ou de laboratoires qui précèdent des cours de restructuration; 2. autour de séances d'apprentissage par exercices, qui suivent ces cours. <p>Il comporte des cours magistraux incluant régulièrement des démonstrations expérimentales.</p>
Contenu :	<p>Partie 1 : ondes - Equation d'ondes - Polarisation - réflexion et réfraction - Antennes et dipôles oscillants - Interférences (interférences entre sources ponctuelles; diffraction; ondes stationnaires) Partie 2 : Principe des puissances potentielles et mécanique lagrangienne Partie 3 : Physique quantique - Limites de la mécanique classique - Equation de Schrödinger et fonction d'onde - Particules quantiques - Modèle de l'atome d'hydrogène Les méthodes utilisées privilégieront l'apprentissage actif des étudiants. Les modalités précises de mise en oeuvre d'une participation active de l'étudiant dans son apprentissage sont laissées aux titulaires, dans le respect des orientations pédagogiques de la Faculté.</p>
Bibliographie :	<p>a. Support de cours :</p> <p>Le livre de référence est une version récente du livre de H. D. Young et R. A. Freedman, University Physics with Modern Physics, Addison Wesley: San Francisco. Avec ce livre, les étudiants ont droit à une licence leur permettant également un accès en ligne (sur www.masteringphysics.com) à des exercices supplémentaires, des tests et des questions à choix multiples gérés par l'enseignant.</p> <p>Les énoncés des problèmes, exercices et laboratoires, ainsi que la solution de certains d'entre eux, ainsi que les questionnaires des évaluations passées, avec leur corrigé, sont disponibles sur le site icampus du cours.</p> <p>Des photocopiés des transparents des cours de restructuration sont disponibles.</p>
Cycle et année d'étude :	<p>> Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil</p>
Faculté ou entité en charge:	BTCI