




5.00 crédits	26.0 h + 26.0 h	Q2
--------------	-----------------	----

Enseignants	Génévriez Matthieu ;Lauzin Clément ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Cette unité d'enseignement introduit la physique atomique et moléculaire. Elle détaille les concepts fondamentaux qui permettent de décrire, à l'aide de la physique quantique, la structure et du mouvement des électrons et noyaux dans les systèmes atomiques ainsi que leur interaction avec la lumière. Le cours présente les fondements expérimentaux de cette disciplines et les principaux modèles associés. Le dialogue permanent entre l'expérience et la compréhension théorique des phénomènes observés est souligné. Plus particulièrement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En physique atomique, après un bref rappel de la description quantique de l'atome d'hydrogène, on introduit théoriquement et par l'expérience les modèles décrivant les atomes à plusieurs électrons ainsi que les couplages fin et hyperfin. On décrit ensuite l'interaction entre les électrons et la lumière par le biais des coefficients d'Einstein et des transitions radiatives multipolaires. La description de l'atome et de son interaction avec la lumière est étendue aux ions et états fortement excités. • En physique moléculaire, nous introduisons l'approximation de Born-Oppenheimer et nous donnons une introduction à la description des différents degrés de liberté, rotation et vibration, et de leurs interactions mutuelles.
Acquis d'apprentissage	<p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. établir la structure électronique d'un atome, en particulier les termes spectraux et les configurations électroniques ; 2. décrire et appliquer les principes de base de la spectroscopie atomique, y compris les règles de sélection ; 3. décrire le principe variationnel et l'appliquer au calcul numérique d'énergies de liaison et d'éléments de matrice dipolaires ; 4. manipuler correctement les bases de données atomiques pour en tirer les fréquences de transition, les temps de vie et rapports de branchement. 5. décrire les notions fondamentales de la physique moléculaire, en particulier la description quantique des systèmes moléculaires à l'aide d'hamiltoniens moléculaires et des équations de Schrödinger (dépendantes et indépendantes du temps) correspondantes ; 6. interpréter les diverses représentations de ces équations et en discuter les solutions approchées, en particulier les représentations adiabatiques et diabatiques, et la séparation de Born-Oppenheimer. 7. interpréter certains modèles simples de dynamique moléculaire et d'analyse spectrale ; 8. décrire la structure électronique, les vibrations et les rotations des molécules diatomiques ; 9. décrire et appliquer les principes de base des spectroscopies de rotation, vibration et électronique des molécules diatomiques, y compris les bases des règles de sélection ; 10. apprécier l'apport intellectuel des découvertes expérimentales à la base des théories en question 11. décrire et appliquer les principes de base de l'approche expérimentale en physique atomique et moléculaire <p>Contribution de l'activité au référentiel AA du programme</p> <p>AA1 : 1.1, 1.3,1.4, 1.6,1.7, 1.8 AA2 : 2.2, 2.3, 2.4 AA3 : 3.2, 3.4, 3.5, 3.6 AA4: 4.1 AA5: 5.1 AA6: 6.3</p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>L'évaluation de l'apprentissage se fera au moyen d'un examen écrit. Les acquis d'apprentissage de parties plus avancées du cours feront éventuellement l'objet d'une évaluation orale.</p> <p>L'examen écrit comprendra :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des questions ouvertes et fermées avec des développements courts ou longs • la résolution de problèmes avec résultat chiffré.

Méthodes d'enseignement	<p>Les activités d'apprentissage sont constituées de cours magistraux, de séances d'exercices, de travaux pratiques, de manipulations de logiciels et de consultations de bases de données.</p> <p>Les dispositifs pédagogiques des cours magistraux sont le tableau et la projection de diapositives. Les cours magistraux visent à introduire les concepts fondamentaux, à les motiver en montrant des exemples et en établissant des résultats, à montrer leurs liens réciproques et leurs relations avec les différentes parties associées à cette UE, et à établir des liens avec le reste des unités d'enseignement du Bachelier en sciences physiques.</p> <p>Les séances de travaux pratiques visent à apprendre à utiliser les idées et le formalisme développés en physique atomique et moléculaire, par exemple pour expliquer les résultats d'expériences faites en laboratoire ou décrites dans le cadre des cours magistraux. Ces séances permettront aussi aux étudiants et étudiantes d'apprendre à choisir et utiliser des méthodes de calcul pour leur analyse, et à interpréter les résultats obtenus.</p> <p>Les laboratoires réalisés lors de travaux pratiques spécifiques visent à donner une introduction aux méthodes expérimentales dans la discipline et à valider les concepts théoriques vus en cours par une observation directe du monde physique.</p>
Contenu	<p>I Physique atomique. (Volume horaire de 11.25 h).</p> <p>Méthode : la structure des atomes et ions est explicitée sur la base d'un bref rappel des résultats de la physique quantique. Leur interaction avec la lumière est décrite sous l'angle de la spectroscopie.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Systèmes hydrogénoïdes, défaut quantique, états de Rydberg. 2. Systèmes à plusieurs électrons. 3. Champ central et corrections, schémas de couplage, structure fine et hyperfine, séries isoélectroniques. 4. Transitions radiatives, approximation dipolaire, transitions multipolaires, règles de sélection, cascades radiatives. <p>II Physique moléculaire (volume horaire de 11.25 h).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. L'approximation de Born-Oppenheimer. 2. Séparation des coordonnées. 3. Etats électroniques : orbitales moléculaires et orbitales atomiques. 4. Etats vibrationnels et états rotationnels. 5. Symétries des molécules diatomiques. 6. Diagrammes de corrélation. 7. Transitions radiatives, règles de sélection.
Ressources en ligne	Différentes ressources (diapositives et documents annexes) sont mises en ligne via la plate-forme MoodleUCL.
Bibliographie	<p>B. H. Bransden, C. J. Joachain (1990), "Physics of atoms and molecules", John Wiley and sons, ISBN-13: 978-0582356924.</p> <p>C. Foot (2005), 'Atomic Physics', Oxford University Press, ISBN: 9780198506966</p>
Faculté ou entité en charge:	PHYS

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Mineure en physique	MINPHYS	5		
Master [120] : ingénieur civil physicien	FYAP2M	5		
Bachelier en sciences physiques	PHYS1BA	5		
Master [120] en enseignement section 4 : physique	PHYS2M4	5		