



Au vu du contexte sanitaire lié à la propagation du coronavirus, les modalités d'organisation et d'évaluation des unités d'enseignement ont pu, dans différentes situations, être adaptées ; ces éventuelles nouvelles modalités ont été -ou seront- communiquées par les enseignant-es aux étudiant-es.

5 crédits	22.5 h + 7.5 h	Q1
-----------	----------------	----

Enseignants	Piroux Bernard ;Urbain Xavier ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Avoir suivi LPHYS1241, LPHYS1342 et LPHYS1344 constitue un atout.
Thèmes abordés	Interactions lumière-matière, atomes froids, transfert cohérent de population, condensat de Bose-Einstein, RMN et IRM, équations de Bloch.
Acquis d'apprentissage	<p>a. Contribution de l'unité d'enseignement aux acquis d'apprentissage du programme (PHYS2M et PHYS2M1) AA 1.1, AA 1.2, AA 1.5, AA1.6, AA 3.1, AA 3.3, AA 5.4</p> <p>b. Acquis d'apprentissage spécifiques à l'unité d'enseignement Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. décrire l'interaction laser-atome avec l'hamiltonien approprié et le formalisme de la matrice de densité ; 2. décrire les étapes essentielles pour le piégeage d'atomes, au refroidissement d'atomes et à la formation de condensats ; 3. déterminer les paramètres expérimentaux pour un refroidissement Doppler et sub-Doppler ; 4. décrire les étapes essentielles à l'imagerie par résonance magnétique nucléaire ; 5. restituer une définition quantique d'une collision et pouvoir utiliser le concept de section efficace. <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	En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées. Examen écrit avec des questions ouvertes et fermées.
Méthodes d'enseignement	En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées. Cours ex-cathedra, animations vidéos, applications numériques, exercices, démonstrations en laboratoire.
Contenu	Interactions lumière-atome, modèle à deux niveaux, oscillation de Rabi, passage adiabatique rapide, les vecteurs de Bloch, les franges de Ramsey, l'absorption saturée, le modèle à trois niveaux, pompage optique, spectroscopie à deux photons, STIRAP, transparence induite par la lumière, lumière lente. Atomes froids, pièges d'atomes et condensats, refroidissement Doppler et sub-Doppler, piège dipolaire et magnéto-optique, refroidissement évaporatif, mécanique statistique de condensats bosoniques, propriétés des condensats, lasers atomiques. Applications des atomes froids à la métrologie et aux horloges atomiques, fontaines atomiques, ions froids en régime Lamb-Dicke, sauts quantiques, qubits atomiques. Matrice de densité et équation de Von Neumann-Liouville. Introduction aux principes de la résonance magnétique nucléaire (NMR) et d'imagerie par résonance nucléaire (IRM) : équations de Bloch, échos de spin, RMN à transformée de Fourier, séquences de pulses en IRM. Introduction à la théorie des collisions.
Bibliographie	M. Fox « Quantum Optics. An introduction », Oxford Master Series in Atomic, Optical, and Laser Physics, 2006. M. Fox « Optique quantique. Une introduction », trad. B. Piroux, De Boeck Université, 2011. P.Lambropoulos and D.Petrosyan « Fundamentals of Quantum Optics and Quantum Information », Springer, 2007. C. Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloë, "Mécanique quantique, tome III", CNRS Editions, EDP Sciences – Collection: Savoirs Actuels, 2017. S. Haroche and J.-M. Raimond « Exploring the Quantum », Oxford, 2007. M.O. Scully & M.S. Zubairy « Quantum Optics », Cambridge University Press, 1997.

Faculté ou entité en charge:	PHYS
------------------------------	------

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil physicien	FYAP2M	5		
Master [60] en sciences physiques	PHYS2M1	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		