



5.00 crédits	22.5 h + 7.5 h	Q1
--------------	----------------	----

Enseignants	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 la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</p> <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.
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Examen écrit avec des questions ouvertes et fermées.
Méthodes d'enseignement	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	<p>M. Fox « Quantum Optics. An introduction », Oxford Master Series in Atomic, Optical, and Laser Physics, 2006.</p> <p>M. Fox « Optique quantique. Une introduction », trad. B. Piraux, De Boeck Université, 2011.</p> <p>P.Lambropoulos and D.Petrosyan « Fundamentals of Quantum Optics and Quantum Information », Springer, 2007.</p> <p>C. Cohen –Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloë, "Mécanique quantique, tome III", CNRS Editions, EDP Sciences – Collection: Savoirs Actuels, 2017.</p> <p>S. Haroche and J.-M. Raimond « Exploring the Quantum », Oxford, 2007.</p> <p>M.O. Scully & M.S. Zubairy « Quantum Optics », Cambridge University Press, 1997.</p>
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 [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		
Master [60] en sciences physiques	PHYS2M1	5		