

PHY 3320 : Optique quantique

Automne 2026

Prof : Philippe St-Jean

Résumé. Optique gaussienne. Quantification du champ électromagnétique. États photoniques non-classiques : définition, détection et génération. Introduction à l'électrodynamique quantique en cavité.

1- Description sommaire

Professeur : Philippe St-Jean
Bureau : B-4447 (Campus MIL)
Courriel : philippe.st-jean@umontreal.ca
Horaire : à déterminer
Disponibilité : Questions ou prise de rendez-vous par courriel (réponse dans la journée).

2- Évaluations

Devoirs (4) : 40%
Projet numérique : 20%
Examen final (à livres ouverts) : 40%

3- Description détaillée du cours

- *Traitement semi-classique de l'interaction lumière-matière (20%)*
 - Principes de base en optique classique (optique gaussienne)
 - Émission et absorption de photons par un atome (traitement semi-classique)
 - Principe de base de l'émission laser
- *Quantification du champ électromagnétique (40%)*
 - Quantification du champ électromagnétique dans le vide
 - États propres du champ électromagnétique (états de Fock, cohérents, comprimés...)
 - Paradoxe EPR et photons intriqués
- *Éléments d'optique non-linéaire (10%)*
 - Susceptibilité électrique non-linéaire
 - Processus d'amplification (OPO)
 - Génération d'états quantiques (comprimés et intriqués)
- *Introduction à l'électrodynamique quantique en cavité (30%)*
 - Interaction atome-photon (traitement quantique)
 - Transition entre les régimes de couplage fort et de couplage faible
 - États propres d'un système en couplage fort (modèle Jaynes-Cumming)

4- Ouvrages de référence

Recommandé :

- **D. A. Steck, « Quantum and Atom Optics », University of Oregon, 2007.**
Disponible gratuitement en ligne via <http://steck.us/teaching>. Ouvrage très détaillé, offert en libre accès, couvrant la plupart des éléments couverts par le cours ainsi qu'une grande quantité de sujets plus avancés.

ou

- **C. C. Gerry et P. L. Knight, « Introductory quantum optics », Cambridge University Press, 2005.**
Disponible gratuitement en ligne via la bibliothèque de l'UdeM. Excellent ouvrage couvrant en détails la grande majorité des éléments traités dans le cours.

Autre références :

- **G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, « Introduction to Quantum Optics », 1st edition, Cambridge University Press, 2010.**
Disponible gratuitement en ligne via la bibliothèque de l'UdeM. C'est un ouvrage détaillé, couvrant en profondeur plusieurs éléments couverts dans ce cours et d'autres plus avancés.
- **R. Loudon, « The quantum theory of light », Third Edition», Oxford University Press, 2000.**
Très bon ouvrage, un peu désuet, mais couvrant en détails certains éléments importants du cours, notamment la quantification du champ électromagnétique et ses états propres.
- **M. O. Scully et M. S. Zubairy, « Quantum optics », Cambridge University Press, 1997**
Ouvrage avancé couvrant en détails tous les éléments du cours et plusieurs autres plus avancés. Plusieurs discussions physiques sont très intéressantes et distinctes de ce qu'on retrouve dans les autres ouvrages de référence.
- **L. Mandel et E. Wolf, « Optical coherence and quantum optics », Cambridge University Press, 1995**
Ouvrage avancé couvrant tous les éléments du cours avec un formalisme mathématique très rigoureux, en plus de plusieurs autres sujets en lien avec les propriétés de cohérence du champ électromagnétique.
- **S. Haroche et J.-M. Raimond, « Exploring the quantum: Atoms, Cavities, and Photons », Oxford University Press, 2006.**
Ouvrage avancé offrant un survol moderne et critique de l'optique quantique, de ces fondements et des défis à venir. Il présente également une vision très actuelle des technologies quantiques et des expériences en cours dans ce domaine.

5- Travail numérique

Le travail numérique consiste à approfondir un sujet de l'optique quantique plus avancé que ce qui est couvert dans le cours avec des techniques numériques.

6- Intégrité, fraude et plagiat

Problèmes liés à la gestion du temps, ignorance des droits d'auteurs, crainte de l'échec, désir d'égaliser les chances de réussite des autres –aucune de ces raisons n'est suffisante pour justifier la fraude ou le plagiat. Qu'il soit pratiqué intentionnellement, par insouciance ou par négligence, le plagiat peut entraîner un échec, la suspension, l'exclusion du programme, voire même un renvoi de l'université. Il peut aussi avoir des conséquences directes sur la vie professionnelle future. Plagier ne vaut donc pas la peine !

Le plagiat ne se limite pas à faire passer un texte d'autrui pour sien. Il existe diverses formes de manquement à l'intégrité, de fraude et de plagiat. En voici quelques exemples :

Dans les travaux : Copier un texte trouvé sur Internet sans le mettre entre guillemets et sans citer sa source ; Soumettre le même travail dans deux cours (auto plagiat) ; Inventer des faits ou des sources d'information ; Obtenir de l'aide non autorisée pour réaliser un travail.

Durant les évaluations: Utiliser des sources d'information non autorisées ; Obtenir des réponses de façon illicite ; S'identifier faussement comme un étudiant du cours