

# PHY 3320 : Optique quantique

William Witzak-Krempa

3 janvier 2017

## Résumé

Quantification du champ électromagnétique. Interaction rayonnement-matière. Équations de Bloch optiques. Le laser : principes, propriétés, applications. Éléments d'optique non-linéaire. Web : <https://admission.umontreal.ca/cours-et-horaires/cours/phy-3320/>

## 1 Qui ? Quand ? Où ?

**Professeur** : William Witzak-Krempa

**Bureau** : A-405 dans le Pavillon Roger-Gaudry

**Courriel** : w.witzak-krempa@umontreal.ca

**Information spatio-temporelle du cours** :

- Jeudi 12h30–13h30,  
P-312 Pavillon Roger-Gaudry (05/01/2017 – 23/02/2017, 09/03/2017 – 06/04/2017)
- Vendredi 13h30–15h30,  
Z-315 Pavillon Claire McNicoll (06/01/2017 – 24/02/2017), 1207 Pavillon André-Aisenstadt (10/03/2017 – 07/04/2017). Notez bien le changement de local après la semaine de relâche!

**Heures de consultation** : mardi 14h00–13h00, au A-405.

## 2 Évaluations

- Devoirs : 20%
- Projet de trimestre : 20%
- Examen intra : 20%
- Examen final : 40%

## 3 Manuels de référence

*Recommandé* :

- **Mark Fox, “Optique quantique”, 1ère édition, De boeck, 408 pages, 2011.**

Ce livre, qui devrait être disponible pour achat au magasin de l’UdeM, est une traduction française de l’ouvrage :

**Mark Fox, “Quantum optics”, 1st edition, Oxford University Press, 400 pages, 2006.**

Ce dernier est disponible gratuitement en ligne via la bibliothèque de l’UdeM. L’ouvrage est davantage axé sur une compréhension physique, que sur les dérivations mathématiques. Il

comprend aussi une discussion de plusieurs sujets modernes en optique quantique tels les atomes froids et l'informatique quantique.

*Autres 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, qui à mon avis est plus approprié pour un cours de niveau maîtrise ou doctorat. Cela étant dit, il est très utile pour explorer les concepts du cours plus en profondeur.

- **Hans-A. Bachor, Timothy C. Ralph, “A guide to Experiments in Quantum Optics”, 2nd edition, Wiley, 434 pages, 2004.**

Disponible gratuitement en ligne via la bibliothèque de l'UdeM. Ce livre donne une bonne introduction aux principes expérimentaux de l'optique quantique.

- **Richard Feynman, “QEQ : The Strange Theory of Light and Matter”, Princeton University Press, 1985.**

Feynman est l'un des pères fondateurs de la QED (quantum electrodynamics), i.e. la théorie quantique des photons et des particules chargées. Dans ce livre, qui ne comporte essentiellement pas d'équations, Feynman explique le comportement quantique de la lumière avec une clarté et originalité qui lui sont propres.

## 4 Plan

- **Traitement semi-classique de l'interaction rayonnement-matière**

- Les fondations : de Maxwell à Einstein
- Les photons et le rayonnement d'un corps noir
- Émission et absorption de photons par les atomes : coefficients  $A$  et  $B$  d'Einstein
- Le laser : principes et propriétés

- **Quantification du champ électromagnétique (EM)**

- Quantification du champ EM en l'absence de matière (théorie quantique des champs)
- Photons et états de Fock
- Traitement quantique de l'interaction rayonnement-matière

- **États cohérents et lumière comprimée**

- États cohérents du rayonnement et leur relation à l'effet laser
- États comprimés et leur détection

- **Éléments d'optique non-linéaire**

- **Quelques sujets modernes de recherche**

- Au choix : atomes dans une cavité, atomes froids, informatique quantique, états intriqués.