

Optique Quantique (Phytem - 2019)

Ce module de 10 cours présente les bases de l'optique quantique. L'accent est mis sur la description quantique du champ électromagnétique. Une large place sera consacrée aux fonctions de corrélations du champ et aux mesures sur un champ quantique grâce à la présentation de la théorie de la photo-détection introduite par Glauber. Un autre aspect du cours porte sur le traitement quantique de l'émission spontanée par un dipôle, ainsi que sa modification par une cavité. Les concepts du cours sont souvent illustrés par des expériences récentes.

Le cours sera complété par une série de quatre problèmes à rendre, pour vérifier l'assimilation des concepts du cours.

Enseignants : Chris Westbrook (christoph.westbrook@institutoptique.fr),
Jean-François Roch (jean-francois.roch@ens-cachan.fr).

Plan du cours

25/02 (CW) Introduction à l'optique quantique. Le corps noir selon Rayleigh, Planck et Bose. Rappel sur l'oscillateur harmonique quantique.

26/02 (JFR) Quantification du champ électromagnétique libre selon Dirac. Etat quantique du champ électromagnétique monomode : état nombre, état cohérent, quadratures du champ, diagramme de Fresnel.

- Problème sur le corps noir, Debye, variance et squeezing (à rendre le 4/03).

4/03 (JFR) L'interaction d'un atome avec un champ électromagnétique. Approximation dipolaire. Cas d'un champ classique. Cas d'un champ quantique. Modèle de Jaynes-Cummings.

5/03 (CW) Emission spontanée dans le vide et dans une cavité. Règle d'or de Fermi.

- Problème sur la théorie de Weisskopf-Wigner (à rendre le 11/03)

11/03 (CW) Théorie classique de la photo-détection. Théorie quantique de la photo-détection I. Action d'une lame semi-réfléchissante sur un champ quantique. Interférence à un photon.

12/03 (JFR) Optique non-linéaire, états comprimés, états à un photon.

- Problème sur interférence à 2 photons (à rendre le 18/03)

18/03 (CW) Théorie quantique de la photo-détection II. Cas multimode.

19/03 (JFR) Bruit, interférométrie, téléportation.

- Problème exam sur interferometre (à rendre le 25/3)

25/03 (CW) Champs incohérents. Expérience de Hanbury Brown & Twiss

26/03 (JFR, CW) Correction d'exercices, Superradiance.

Examen et évaluation: 2 avril à 14h00. Examen de deux ou trois heures comportant des exercices et une discussion d'article proposé par les enseignants.

Bibliographie

"Quantum Optics, an introduction", Mark Fox, Oxford Master Series (2006)

"Introductory Quantum optics", Gerry and Knight, Cambridge (2006)

"The quantum Theory of light", R. Loudon, Oxford University Press

"Introduction aux lasers et à l'Optique Quantique", G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, Ellipses

"Processus d'interaction entre photons et atomes", C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, Editions du CNRS (1988).

Vous trouverez quelques notes de cours à l'adresse web suivante :

<http://paristech.institutoptique.fr/>

cliquer sur

Master 2 – 3A

Optique Quantique

Ressources Pédagogiques

Course notes