

# Nonlinear optics

## Titulaire

Pascal KOCKAERT (Coordonnateur)

## Mnémonique du cours

PHYS-H510

## Crédits ECTS

5 crédits

## Langue(s) d'enseignement

Anglais

## Période du cours

Deuxième quadrimestre

## Campus

Solbosch

## Contenu du cours

Ce cours débute par la description des interactions lumière-matière, au départ des relations constitutives et des équations de Maxwell. Les notions de réponse linéaire et non linéaire d'un système sont ensuite abordées, de manière générale (réponse d'ordre  $n$ , dans un milieu non local et non instantané), puis en particulier aux effets les plus couramment rencontrés (somme et différence de fréquences, milieux de Kerr, effets Raman et Brillouin). Les notions de propagation en milieu non linéaire, de conjugaison de phase, d'autofocalisation, de mélange à quatre ondes, de solitons et de métrologie extrême des fréquences sont abordées.

- > Table des matières et plan de cours sur l'université virtuelle.
- > Si vous n'avez pas accès à l'université virtuelle, par exemple si vous planifiez un échange international, vous pouvez contacter le titulaire (voir ci-dessous) pour obtenir une copie de la table des matières détaillée, une liste exhaustive des pré-requis et toute autre information liée à ce cours.

## Objectifs (et/ou acquis d'apprentissages spécifiques)

Comprendre les mécanismes physiques à l'origine de la réponse optique non linéaire de la matière et utiliser ces principes pour sélectionner et justifier l'utilisation d'un dispositif optique non linéaire spécifique à une application de la photonique.

Au terme de cet enseignement, l'étudiant devrait être en mesure de :

- 1 Décrire l'origine microscopique des différents effets non linéaires ;
- 2 Décrire les spécificités des différents ordres de réponse non linéaire en termes de systèmes ;
- 3 Établir et discuter les limites du lien entre un processus microscopique non linéaire et sa modélisation en termes de systèmes ;

- 4 Décrire pour les applications courantes de l'optique non linéaire le mécanisme sous-jacent et le relier à une des principales formes de non-linéarités (somme de fréquences, effet de Kerr, effet Raman, effet Brillouin, etc.)
- 5 Établir le lien entre les symétries microscopiques et macroscopiques du milieu et discuter leur influence sur les coefficients optiques non linéaire effectifs.
- 6 Justifier la conception des dispositifs d'optique non linéaire courants, notamment en termes d'ordres de grandeur des effets rencontrés.

## Méthodes d'enseignement et activités d'apprentissages

- > Cours ex cathedra (28h) ;
- > Lecture dirigée (8h) ;
- > Exercices (12h) ;
- > Laboratoires (12h).

## Contribution au profil d'enseignement

Les compétences mises en jeu dans ce cours sont d'une part liées à la formation d'ingénieur et d'autre part au master d'ingénieur physicien :

- > la **modélisation** : construction du modèle physique décrivant la réponse non linéaire d'un système ;
- > la **physique de la matière** : symétries microscopiques, non-linéarités d'origine électronique, par réorientation moléculaire, etc.
- > la **photonique** : mécanisme à la base d'applications comme la conversion de fréquences, la spectroscopie non linéaire, le blocage de modes, la caractérisation de signaux, etc.

Certaines compétences plus générales de la formation d'ingénieur seront spécifiquement développées, dont :

- > la **maîtrise des problèmes multidisciplinaires**, par la mise en évidence du lien entre la modélisation mathématique et les outils expérimentaux ;
- > le **travail en groupe**, au laboratoire.

## Références, bibliographie et lectures recommandées

Parmi les ouvrages disponibles via l'abonnement des bibliothèques, on retrouve :

- 1 « Nonlinear Optics », Boyd, 3eme ed., à consulter sur <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.ulb.ac.be/science/book/9780123694706>
- 2 « Applications of nonlinear fiber optics », Agrawal, 2eme ed., à consulter sur <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123743022>

- <sup>3</sup> « Extreme nonlinear optics », Wegener, à consulter sur <https://link.springer.com.ezproxy.ulb.ac.be/book/10.1007%2Fb137953>
- <sup>4</sup> « Nonlinear optical crystals : A complete survey », Nikogosyan, à consulter sur <https://link.springer.com.ezproxy.ulb.ac.be/book/10.1007/b138685>
- <sup>5</sup> « Crystallography and the world of symmetry », Chatterjee, à consulter sur <https://link.springer.com.ezproxy.ulb.ac.be/book/10.1007/978-3-540-69899-9>

## Support(s) de cours

Université virtuelle

## Autres renseignements

### Lieu(x) d'enseignement

Solbosch

### Contact(s)

Pascal KOCKAERT Bât. C, service OPÉRA, C3.122A Email: [Pascal.Kockaert@ulb.be](mailto:Pascal.Kockaert@ulb.be)

## Méthode(s) d'évaluation

Examen oral et Rapport écrit

### Méthode(s) d'évaluation (complément)

#### Travail d'année

- Les exercices et les travaux pratiques font l'objet d'une évaluation en cours d'année, notamment via remise de rapports de groupes.
- La note de groupe tiendra compte de la contribution individuelle des étudiants du groupe.

## Examen oral

- Lors de l'examen, l'étudiant aura à sa disposition une copie des transparents du cours fournie par l'enseignant. Cette copie contiendra quatre transparents par page, imprimés en noir et blanc sur papier A4. Elle pourra être utilisée par l'étudiant pour préparer sa réponse à la question principale de l'examen. La question principale fait l'objet d'un tirage au sort. Les autres questions sont posées de manière interactive.
- Toute autre source ne pourra pas être consultée durant l'examen, en ce compris les notes de cours.

## Construction de la note (en ce compris, la pondération des notes partielles)

- <sup>1</sup> Note partielle *travail d'année* : pondération 1/2 exercices et 1/2 laboratoires.
  - <sup>2</sup> Note partielle *examen oral* : question principale comptant pour 2/3 des points et question secondaire pour 1/3.
- La note finale est construite en pondérant le travail d'année pour 40% et l'examen oral pour 60%.

## Langue(s) d'évaluation principale(s)

Anglais

## Autre(s) langue(s) d'évaluation éventuelle(s)

Français

## Programmes

### Programmes proposant ce cours à l'école polytechnique de Bruxelles

MA-IRPH | Master : ingénieur civil physicien | finalité Spécialisée/ bloc 2

