

# Laser physics

## Titulaires

Simon-Pierre GORZA (Coordonnateur) et Pascal KOCKAERT

## Mnémonique du cours

PHYS-H410

## Crédits ECTS

5 crédits

## Langue(s) d'enseignement

Anglais

## Période du cours

Deuxième quadrimestre

## Campus

Solbosch

## Contenu du cours

La première partie du cours débute par une description des interactions lumière-matière et plus particulièrement des interactions entre un rayonnement et un milieu actif constitué d'un ensemble d'atomes ou d'ions interagissant faiblement avec leur environnement. Une description semi-classique avancée de la physique des résonateurs lasers et de leurs différents régimes de fonctionnement est ensuite abordée. Elle se poursuit par l'étude des sources lasers à semi-conducteurs massifs et à puits quantiques.

La seconde partie du cours commence par l'étude des impulsions optiques, vues comme des paquets d'ondes. L'évolution d'un faisceau gaussien est ensuite abordée et exploitée pour la description de la propagation au sein d'une cavité optique et l'étude de leur stabilité et de leurs modes transverses. Les spécificités des lasers à fibres par rapports aux cavités sont également étudiées.

La mise en forme et les caractérisation des impulsions optiques est ensuite abordée.

La dernière partie du cours est consacrée à l'étude de la dynamique des lasers, de leur stabilité et au régime de fonctionnement impulsionnel, en ce compris le déclenchement et le blocage de modes.

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

- 1 Comprendre les notions physiques à l'origine du fonctionnement d'un laser et utiliser ces principes pour sélectionner et justifier la conception des lasers spécifiques à certaines applications d'ingénierie.

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

- 1 Spécifier les caractéristiques principales de l'émission laser ;

- 2 Décrire et discuter les interactions entre les différentes parties d'un laser ;
- 3 Distinguer les caractéristiques de l'émission laser qui sont limitées par des principes physiques de celles qui sont limitées par la technologie existante ;
- 4 Déterminer les paramètres d'un laser adaptés à une application spécifique ;
- 5 Sélectionner le mécanisme de génération d'impulsions adapté à une application spécifique ;
- 6 Assembler les différentes parties d'un laser ;
- 7 Vérifier le fonctionnement correct d'un laser en caractérisant son émission ;
- 8 Justifier la conception d'un résonateur laser adapté à une application spécifique.

## Méthodes d'enseignement et activités d'apprentissages

- > Cours ex-cathedra (36h) ;
- > Séances d'exercices préparatoires aux laboratoires (12h) ;
- > Séances de laboratoire (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 le comportement d'un laser ;
- la **physique de la matière** : réaction des atomes et molécules à un pompage ;
- la **photonique** : essentiellement les sources optiques, la détection et la propagation libre.

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 cours des laboratoires.

## Références, bibliographie et lectures recommandées

Lasers, Fundamentals and Applications (2d edition), K. Thyagarajan & A. Ghatak, Springer, New-York (2010), disponible via l'abonnement des bibliothèques en suivant le lien

<http://www.springerlink.com.ezproxy.ulb.ac.be/content/978-1-4419-6441-0/#section=786382&page=2&locus=4>

Principles of Lasers (5th edition), O. Svelto, Springer, New-York(2010), disponible via l'abonnement des bibliothèques en suivant le lien

<http://www.springerlink.com.ezproxy.ulb.ac.be/content/978-1-4419-1301-2/#section=672865&page=5&locus=5>

## Support(s) de cours

Université virtuelle

## Autres renseignements

### Lieu(x) d'enseignement

Solbosch

### Contact(s)

Pascal KOCKAERT, Simon-Pierre GORZA

Bât. C, service OPÉRA, C3.122A

Email: [Pascal.Kockaert@ulb.ac.be](mailto:Pascal.Kockaert@ulb.ac.be)

Email: [simon.pierre.gorza@ulb.be](mailto:simon.pierre.gorza@ulb.be)

## Méthode(s) d'évaluation

Examen oral et Examen pratique

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

L'examen de ce cours consiste en une épreuve orale à cahier ouvert (transparents disponibles : modalités précisées au cours) organisée conjointement par les deux titulaires. Chacun des deux titulaires interroge les étudiants selon le schéma repris ci-dessous.

En début d'examen, l'étudiant tire au sort une question principale qu'il présente après un temps de préparation durant lequel il peut consulter les transparents du cours fournis par l'enseignant en

version imprimée noir et blanc (4 transparents par feuille A4). 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)

Les parties pratiques et théoriques doivent être maîtrisées. Si les démonstrations et les laboratoires ont fait l'objet d'une participation active, l'étudiant est dispensé de l'examen pour la partie pratique.

Si l'examen pratique est présenté, la note finale est obtenue en calculant la moyenne pondérée des deux notes, avec comme pondération 2/3 pour la partie théorique et 1/3 pour la partie pratique.

Même en cas de dispense de la partie pratique, des questions de l'examen peuvent porter sur les démonstrations et la partie pratique. Il n'y aura toutefois pas de mise en situation pratique, face au matériel de laboratoire.

## 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 1

