UE Optique I: physique des lasers

Niveau d'étude
Bac +4

ECTS
3 crédits

Composante
UFR Physique, Ingénierie, Terre, Environnement, Mécanique (PhITEM)

Période de l'année
Automne (sept. à dec./janv.)

Diplômes intégrant cet élément

- Master Physique fondamentale et applications

Langue(s) d'enseignement: Français
Ouvert aux étudiants en échange: Oui
Code d'export Apogée: PAX7INAF

Présentation

Description

Objectifs

Les lasers sont des dispositifs incontournables dans beaucoup de domaines de la haute technologie. Les applications sont de plus en plus nombreuses, allant des télécommunications à la fusion thermonucléaire, ce qui nécessite une activité importante en matière de recherche et développement pour les décennies à venir.

Ce cours/TD a pour objectif de préparer les étudiants de Master à ces nouveaux enjeux technologiques, en leur donnant les connaissances nécessaires sur le principe et le fonctionnement des lasers.

I Introduction

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 30 juin 2026

I.1 Principes de base

I.2 Champ disciplinaire du cours

I.2 Rappels sur la lumière (ondes électromagnétiques, photons)

II Le milieu amplificateur

II.1 Rappel sur la statistique de Boltzmann

II.2 Interaction entre un système atomique à 2 niveaux et le rayonnement électromagnétique émis par un corps noir

II.2.1 Absorption

II.2.2 Emission spontanée

II.2.3 Emission stimulée

II.2.4 Relations d'Einstein

II.3 Propagation d'une onde électromagnétique dans un système à 2 niveaux présentant une largeur de raie

II.4 Origines de la largeur de raie

II.4.1 Elargissement homogène

II.4.2 Elargissement inhomogène

II.5 Systèmes permettant l'inversion de population et modes de pompage associés

II.5.1 Systèmes à 3 niveaux

II.5.1.1 Transition laser entre le niveau supérieur et le niveau intermédiaire avec pompage optique

II.5.1.2 Transition laser entre le niveau supérieur et le niveau intermédiaire avec pompage électrique

- Excitation directe : lasers à argon et à vapeur de cuivre
- Excitation indirect : lasers helium-neon et CO_2

II.5.1.3 transition laser entre le niveau intermédiaire et le niveau fondamental avec pompage optique

- Laser à Rubis

II.5.2 Systèmes à 4 niveaux ou équivalent 4 niveaux avec pompage optique

- Solides diélectriques : YAG :Nd, YVO_4:Nd, Sapphire :Ti
- Colorants liquides

II.5.3 Systèmes exiplexes gazeux avec pompage électrique

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 30 juin 2026

II.5.4 Emission laser dans les semi-conducteurs

II.5.4.1 Principe

II.5.4.2 Laser à homo-jonction

II.5.4.3 Laser à hétéro-jonction

III Le résonateur

III.1 Seuil d'oscillation

III.2 Régimes temporels (1ère partie)

III.2.1 Les équations du laser

III.2.2 Durée de vie des photons dans la cavité

III.2.3 Régime continu

III.2.4 Régime déclenché (impulsions micro- et nano-secondes)

III.3 Modes propres d'une cavité

III.3.1 Faisceaux gaussiens

III.3.2 Critère de stabilité

III.3.3 Critère de résonance – Modes propres

III.3.4 Filtrage des modes propres

III.3.5 Finesse de cavité

III.5 Régimes temporelles (2ème partie) - Laser multi-modes synchronisés

III.5.1 Lasers impulsionnels picosecondes

III.5.2 Lasers impulsionnels femto-secondes

III.6 Création et modulation des pertes d'une cavité

III.6.1 Déclenchement actif

III.6.1.1 Modulateur électro-optique

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 30 juin 2026

III.6.1.2 Modulateur acousto-optique

- Onde acoustique progressive
- Onde acoustique stationnaire

III.6.2 Déclenchement passif par absorbant saturable

IV Cohérences

IV.1 Cohérence spatiale

IV.2 Cohérence temporelle

V Les applications du laser

Heures d'enseignement

CMTD	Cours magistral - Travaux dirigés	21h
TP	TP	4h

Période : Semestre 7

Infos pratiques

Contacts

Responsable pédagogique

Benoit Boulanger
benoit.boulanger@neel.cnrs.fr

Lieu(x) ville

Grenoble

Campus

Grenoble - Domaine universitaire

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 30 juin 2026