LICENCE MENTION MATHÉMATIQUES

PARCOURS PHYSIQUE-MATHÉMATIQUES (DOUBLE MENTION "PHYSIQUE - CHIMIE" ET "MATHÉMATIQUES")

Semestre 5

Optique Ondulatoire

Présentation

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 15h
Travaux Dirigés : 23h
Cours Magistral : 17h

Responsable UE: Matthieu DUBREUIL

Chapitre 1 : Sources et ondes lumineuses (chemin optique, théorème de Malus, différents types de sources lumineuses, largeur spectrale et longueur de cohérence)

Chapitre 2 : Interférences à 2 ondes (conditions d'obtention, défauts de cohérence spatiale et temporelle, interféromètres à division du front d'onde et d'amplitude, interférences à 2 ondes en lumière polychromatique).

Chapitre 3 : Interférences à N ondes (Fabry-Perot et réseau de diffraction).

Chapitre 4 : Diffraction des ondes lumineuses (principe de Huygens, diffraction de Fresnel et Fraunhofer, figures de diffraction de motifs simples).

Chapitre 5 : Polarisation des ondes lumineuses (définitions, formalisme de Jones, transformateurs de polarisation : polariseurs et lames de phase, production et analyse d'une lumière polarisée.

TP (5x3H)

- TP1 : Polarisation
- TP2 : Fentes d'Young et diffraction
- TP3 : Interféromètre de Michelson
- TP4 : Spectromètre à réseau
- TP5 : Interféromètre de Fabry-Pérot

Objectifs

Il s'agira d'acquérir et de manipuler les concepts associés à la nature cohérente et vectorielle de la lumière, de façon à étudier les phénomènes d'interférence, de diffraction et de polarisation, et aborder l'utilisation d'appareils de spectrométrie, de polarimétrie et de mesures interférométriques. Les compétences et connaissances acquises dans cette UE permettront d'aborder l'étude des phénomènes d'interaction lumière-matière et la physique des lasers au niveau Master.

Pré-requis nécessaires

Disciplinaire :

- Ondes et électromagnétisme (S4) : notion d'onde (période, fréquence, pulsation, longueur d'onde, amplitude, vitesse de propagation), champ électrique et magnétique, notion d'onde électromagnétique.
- Optique géométrique (S2) : objet/image (réel, virtuel, à l'infini), lentille mince convergente, miroir plan, tracé de rayons dans un montage utilisant une ou plusieurs lentilles convergentes et/ou des miroirs plans.

Mathématiques :

- fonction exponentielle (propriétés, limite, intégration, produit et quotient)
- nombres complexes (forme exponentielle, module et argument, produit et quotient de 2 nombres complexes, complexe conjugué)
- vecteurs : produit scalaire et vectorielle de 2 vecteurs, norme d'un vecteur, somme de 2 vecteurs
- calcul intégral (intégrale d'une exponentielle, intégration par partie, valeur moyenne)
- trigonométrie (fonctions sinus, cosinus et tangente, identités trigonométriques, intégration des fonctions sinus et cosinus, développement limité)
- matrices (matrices 2x2, produit de matrices, produit scalaire de 2 vecteurs, valeur et vecteurs propres)
- différentielle : estimer la variation d'une grandeur en fonction de la variation d'une autre grandeur, les 2 grandeurs étant reliées par une relation linéaire simple (somme, produit, quotient)

> développement limité de la fonction racine carré, cosinus, sinus
> suite : somme des termes d'une suite géométrique

Compétences visées

Associées à la licence (référentiel national)

> Aborder et résoudre par approximations successives un problème complexe.
> Proposer des analogies, faire des estimations d'ordres de grandeur et en saisir la signification.
> Identifier les techniques courantes dans les domaines du génie civil, de la mécanique des fluides et des solides et du génie mécanique, de la thermodynamique et de la thermique, de la physique des matériaux, des sciences chimiques, des géosciences, de l'informatique.
> Mobiliser les concepts mathématiques, informatiques, de la physique et de la chimie pour aborder et résoudre des problématiques à fort niveau d'abstraction.
> Mobiliser les concepts fondamentaux pour modéliser, analyser et résoudre des problèmes simples de physique.
> Exploiter des logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique.

Plus spécifiques à l'optique ondulatoire

> Connaître les différents types de sources lumineuses (thermique, spectrale, laser) et leurs caractéristiques (cohérence spatiale et temporelle). Savoir estimer les ordres de grandeurs associés aux différents types de sources (longueur de cohérence temporelle, durée des trains d'onde, largeur spectrale).
> Manipuler les concepts d'amplitude et d'intensité lumineuse grâce aux nombres complexes (superposition de 2 ou N ondes).
> Relier l'aspect ondulatoire à l'aspect géométrique de la lumière (théorème de Malus) dans l'analyse théorique d'un interféromètre afin d'estimer une différence de marche et un déphasage.
> Calculer et décrire une figure d'interférence et de diffraction pour des dispositifs simples (fente simple, fentes d'Young, Fabry-Perot, lame d'épaisseur fixe, lame d'épaisseur variable, réseau plan).
> Exploiter l'expression d'une intensité lumineuse afin d'en extraire des paramètres quantitatifs (distance, diamètre angulaire, largeur spectrale, biréfringence...)
> Connaitre le principe et les applications des principaux interféromètres (fentes d'Young, Michelson, Fabry-Perot, réseau plan).
> Identifier l'état de polarisation d'une onde totalement polarisée.
> Connaitre les moyens de production et de transformation de la polarisation de la lumière.
> Réaliser un montage expérimental permettant de mettre en évidence des phénomènes d'interférence (fentes d'Young, Michelson, Fabry-Perot, réseaux plan), de diffraction (fente simple, ouverture circulaire) et de polarisation (loi de Malus, pouvoir rotatoire, biréfringence).

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Autre nature		2/9	Devoir maison ou devoir surveillé
UE	CC	Travaux Pratiques		1/3	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	4/9	note = max (CT, 2/3 CT + 1/3 CC) x 2/3 + TP x 1/3

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	180		note = max (CT, 2/3 CT + 1/3 CC) x 2/3 + TP x 1/3
	Report de notes	Autre nature		2/9	note CC reportée
	Report de notes	Travaux Pratiques		1/3	note TP reportée