MASTER PHYSIQUE FONDAMENTALE ET APPLICATIONS

PARCOURS PHOTONIQUE

Semestre 9

PARCOURS AU CHOIX (1 PARMI 3)

Parcours B - Nanotechnologies

Présentation

Cette option concerne un secteur innovant, les nanotechnologies, reconnu par la Commission Européenne. Il propose une formation orientée vers le domaine tant des matériaux que de leur mise en œuvre pour la réalisation de composants, et tournée vers l'analyse et la compréhension des effets physiques aussi bien des nano-objets que de ces mêmes composants. Une ouverture aux technologies quantiques est proposée. Ainsi, les enseignements proposés couvrent : l'optique des résonateurs, du couplage, et la photonique intégrée hybride, les propriétés électroniques, optiques, et quantiques, des nanostructures semi-conductrices, l'optique non linéaire et quantique. Les nanotechnologies optiques associent les nanosciences à l'optique. Elles répondent aux défis actuels de différents domaines d'applications : énergie, télécommunications, environnement, santé, etc. et permettent de faire émerger des applications quantiques de rupture.

0 crédits ECTS

B1a-Résonateurs et couplages de modes 1 B1b-Résonateurs et couplages de modes 2

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module B1a:

Ce module se propose de décrire des exemples d'applications pratiques des micro-résonateurs en optique et photonique. Après une introduction des propriétés de base et une description des propriétés physiques du composant, l'accent sera mis sur les applications et notamment celles relevant des fonctions optiques pour les télécommunications.

> Optique des Résonateurs. Deux approches complémentaires sont proposées, l'une temporelle et l'autre spectrale.
> Résonateurs à haut facteur de qualité ; les différents types de cavités : sphères, sphéroïdes, tores, disques anneaux, à CP ; Techniques de couplages.
> Effets linéaires et effets non-linéaires dans ces cavités ; les régimes de dispersion associés ; effets thermiques ; couplage de modes ; caractérisation des propriétés ; approche temporelle ; méthode de caractérisation hybride spectrale temporelle
> Applications : Ligne à retard optique ; amplification sélective ; les fonctions logiques, bistabilité et multistabilité ; restauration du signal : remise en forme, resynchronisation
> Atome photonique et résonateurs actifs
> Approche spectrale ; fonction(s) de transfert, matrices étendues, densité spectrale de puissance
> Couplage : couplage localisé, couplage distribué, couplage périodique ; couplonique et couplage de cavités
> Structure modale et son ingénierie ; applications

Module B1b:

1. Introduction to integrated photonics, overview
2. Theory of advanced electromagnetic waveguides
3. Micro-photonics components and hybrid process for sensors and optical telecommunication applications
4. Nanophotonic / sub-wavelength photonics by coupling hybrid thin layer process:

- Examples of photonic structures based on photonic crystals (filters, detectors, VCSEL).

Objectifs

Comprendre les résonateurs à haut facteur de qualité, les techniques de couplage, les fonctions de transfert, les régimes de dispersion, la linéarité et non-linéarité dans les microcavités, les applications aux fonctions optiques, les résonateurs actifs, les fonctions de transfert, la couplonique.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

B2a-Propriétés électroniques des nanostructures B2b-Propriétés optiques des nanostructures

Présentation

Module B2a:

> Exemples d'applications pratiques des notions de base d'élaboration de nanostructures, d'épitaxie...
> Rappel sur les semi-conducteurs massifs : structure de bande et phénomènes de transport
> Croissance des hétérostructures (épitaxie par jets moléculaires) et propriétés électroniques des interfaces (sauts de bandes)
> Calcul des états électroniques : présentation des différentes méthodes : LCAO, k.p... Prise en compte de la contrainte
> Modélisation et effet du confinement dans les semi-conducteurs
> Composants à hétérostructures et leurs applications : propriétés de transport dans les hétérostructures, quelques transistors, quelques composants quantiques
> Rappels sur les transitions optiques, règle d'or de Fermi
> Transitions optiques dans les semi-conducteurs massifs
> Transitions optiques dans les puits quantiques (2 D) (transitions optiques interbandes ou intrabandes, effets excitoniques, effet Stark)
> Les lasers semi-conducteurs : lasers cascade, laser à boîtes quantiques, recherches actuelles

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Objectifs

Module B2a:

Aborder les propriétés électroniques et optiques des nanostructures à semi-conducteurs, d'acquérir des notions de base de mécanique quantique, des savoirs en composants électroniques et propriétés optiques des matériaux.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

B3a-Optique non linéaire B3b-Hybrid integrated photonics

Présentation

Module B3a:

- Introduction à l'optique non linéaire
- Effets non linéaires du second ordre
- Effets non linéaires du troisième ordre
- Présentation succincte de l'intérêt de l'optique non linéaire pour la biologie :
- Introduction à la microscopie multi-photonique et à ses applications dans le domaine de la biologie

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Objectifs

Module B3a:

Aborder la physique des effets optiques non linéaires et les développements majeurs résultant de cette discipline. Cet enseignement constitue un complément essentiel à toute formation en relation avec les télécommunications optiques, le traitement optique de l'information, les composants photoniques.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	