Optique de particules chargées

ECTS

Volume horaire
32h

Présentation

Description

Structure du module d'un volume horaire proche de 30h de présentiel :
-Base théorique : Formalisme et applications, 10h
-TDs SIMION : Prise en main et pratique sur exemples connus, 6h
-TPs : Design d'un système optique simple et réalisation d'un prototype (optique électronique ou ionique), 13.5h
-Grand oral: Soutenance en présence des enseignants et industriel, 0.5h

et environ 50h de travail « libre » prévus en groupe ou personnel : Bibliographie, simulations, tests électriques/vide/sur le prototype .

Objectifs

L'optique de particules chargées (OPC) est une science qui compile sous un socle théorique commun l'ensemble des lois qui régissent le transport, la focalisation, la dispersion en masse/énergie, etc. de particules chargées pouvant être des électrons, positons, ions ou molécules. Elle permet de décrire les propriétés optiques de l'ensemble des éléments optiques individuels usuels (lentilles, filtre en énergie, secteur magnétique) et grâce aux multiples combinaisons de ceux-ci permets de créer un large panel d'outils de caractérisation des matériaux innovants. Depuis des années les applications dans ce domaine sont considérables : développement de microscope électronique de plus en plus performant, faisceau d¿ions focalisés ayant ouvert la voie au nano-usinage, spectromètre de masse des ions secondaires (SIMS) outil incontournable pour la caractérisation de dopants dans les semiconducteurs, mais aussi les grands instruments comme les synchrotrons et les accélérateurs de particules.Depuis quelques années, les demandes de recrutements d'ingénieurs ayant des compétences solides dans ce domaine sont importantes et augmentent régulièrement.

En effet, les entreprises fournissant des instruments d'analyses de pointes sont dans une course à l'innovation permanente d'une part afin de répondre aux besoins du marché originel des dispositifs à semiconducteurs de plus en plus petits et complexes, mais aussi afin de répondre à de nouveaux marchés comme la caractérisation de matériels chimiques (molécules pharmaceutiques, ...) ou biologiques (virus) et le développement d'instruments médicaux (protonthérapie par exemple). Le développement début des années 2000 des correcteurs d¿aberration sphérique pour les microscopes électroniques, dont l'optique innovante est basée sur les propriétés de symétrie de multipoles magnétiques, est un exemple emblématique qui a révolutionné l'utilisation de ces instruments.

Pour répondre à cet engouement et à cette demande d¿innovation qui permettra d¿imaginer les instruments du futur, le monde industriel est à la recherche d'écoles d'ingénieurs permettant de proposer une approche moderne de l'OPC adaptée à leur besoin.

Ce module aura pour vocation de développer les bases théoriques de l'OPC en insistant sur les aspects

pratiques utiles aux développements de nouveaux instruments optiques innovants. Le cours insistera notamment sur la force du formalisme général de l'OPC qui regroupe sous une même logique l¿ensemble des éléments pouvant transporter, focaliser ou disperser des particules chargées. Les travaux dirigés autour de simulations utilisant le logiciel SIMION (https://simion.com/docs/simion8brochure.pdf) et des travaux pratiques permettront aux élèves ingénieurs de mettre en pratique ces connaissances autour d¿un projet de design d¿un système optique concret comme, par exemple :

- la fabrication d'un microscope électronique électrostatique dont les éléments au préalable dimensionnées avec SIMION pourront être fabriqués avec une imprimante 3D.

Nous souhaitons concentrer ce module sur des aspects de l'OPC qui intéressent les industriels et nous serons en contact avec la société Orsayphysics, un fabricant français de faisceau d¿ions focalisés. Une visite de l'entreprise pourra même être envisagée suivant les demandes et les disponibilités.

Pré-requis nécéssaires

Électromagnétisme, Cours d'optique géométrique avancée de 4A du GP, optique de Fourier, mécanique quantique, et une approche des problèmes de mécanique du point par le principe variationnel de Lagrange serait un plus.

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Infos pratiques

Lieu(x)

Toulouse