

Programme MASTER 2 PNANO

▼ S3M-PNANO-1 Nanophysique

- Introduction – Pourquoi les nanomatériaux et les nanotechnologies, origine et histoire des nanosciences, définitions des nanomatériaux, méthodes de caractérisation des nanomatériaux.
- Méthodes d'élaboration et procédés de nanofabrication : comment réaliser des propriétés physiques contrôlables, architecture bottom-up et top-down, méthodes physiques et chimiques, processus d'auto-assemblage, lithographies
- Propriétés électroniques de nanostructures : effets de confinement quantiques – effet Hall quantique, quelques exemples : nanotubes de carbones, blocage de coulomb, transistor à un électron
- Propriétés optiques des systèmes nanostructurés : polaritons-plasmons et polaritons phonons – effet de surface et de la taille nanométrique du matériau.

▼ S3M-PNANO-2 Nanomagnétisme

- Propriétés magnétiques et nanomagnétisme – du système multi-domaines magnétiques au système monodomaine - Propriétés magnétiques en fonctions des échelles
- Phénomène de relaxation superparamagnétique
Effets de surfaces et d'interfaces
Méthodes numériques en nanomagnétisme
- Propriétés de transport : Magnétorésistance géante et spintronics – technologies de stockage d'information, applications

▼ S3M-PNANO-3 Nanomatériaux hybrides :

- Nanomatériaux pour l'optique : structures photoniques, exaltation du champ par les "pointes", plasmons étendus, localisés, émetteurs moléculaires, photons corrélés (statistiques de photons), etc..) ; Nano fabrication ; Applications
- Nanomatériaux hybrides : Propriétés optiques, mécaniques et électriques afin de satisfaire les exigences technologiques et industrielles - matériaux poreux.
 - Application : matériaux hybrides pour la fabrication des composantes tout-optique; guides d'ondes linéaires et non-linéaires, commutation et routage tout-optique, auto-focalisation et solitons.

▼ S3M-PNANO-4 Physique aux échelles mésoscopiques :

- Introduction aux systèmes colloïdaux et dispersés de la matière molle
- Forces intermoléculaires et physique statistique des liquides complexes
- Physique à l'interface liquide/solide
- Physique à l'interface liquide/gaz et polymorphisme des molécules de surfactants
- Cristaux liquides thermotropiques et autoassemblage en l'absence de solvants
- Matériaux polymères, composites et hybrides

▼ S3M-PNANO-5 Matériaux mésoscopiques et interfaces – Techniques de diffusion

- Montrer comment les techniques de diffusion permettent de caractériser à différentes échelles spatiales (depuis les échelles moléculaires jusqu'aux échelles mésoscopiques et microscopiques) les tailles des objets, leur interaction, leur organisation (isotrope ou anisotrope) dans l'espace ou sur une surface
- A l'issue du cours l'étudiant devra être capable de choisir la ou les techniques les plus adaptées à un système donné et d'interpréter qualitativement et semi quantitativement des résultats simples.

▼ S3M-PNANO-5 Optique non linéaire

- Propriétés optiques non linéaires du deuxième et troisième ordre de systèmes moléculaires
- Description macroscopique et microscopique
- Origine physique des différentes non linéarités et leurs contributions dans les non linéarités
- Interaction laser molécule
- Description des lasers à impulsions ultra brèves (nano, pico et femtoseconde)
- Techniques de diagnostic et de caractérisation en optique non linéaire des matériaux
- Corrélation entre structure moléculaire et hyperpolarisabilité
- Absorptions, effets photo-induits
- Cristaux photoniques : a) Modèles de cristal infini b) Modèles de cristal fini c) Quasi-cristaux
- Propriétés physiques des cristaux photoniques :
Propriétés optiques non linéaires des cristaux photoniques :
Autres développements :, Optique sub-longueur d'onde , Nanobiophotonique

▼ S3M-PNANO-7 Physique du solide et des surfaces

- Caractéristiques structurales en Physique du solide (Cristallographie- structures des surfaces – relaxation – reconstruction)
- Structure électronique du solide et effets dimensionnels (surfaces, nanostructures)
- Propriétés vibrationnelles du solide cristallin – densité d'états vibrationnels de nanostructures
- Excitations collectives dans la matière condensée

- Physique du solide avancée (seconde quantification, supraconductivité, magnons,...)
- Techniques de dépôt de couches minces inorganiques

▼ S3M-PNANO-8 Phénomènes Ultra-brefs - Opto-acoustique

The methods of sound generation (opto-acoustics) and detection (acousto-optics) by lasers are finding numerous applications for the noncontact and non-destructive testing of materials and evaluation of physical processes. In the lectures various physical mechanisms for the transformation of optical energy in acoustical energy in different types of materials (metals, semiconductors and dielectrics) are analyzed. Particular emphasis is given to an analysis of opportunities to generate by ultrafast lasers of hypersound for the diagnostics of the nanostructured materials. The principles of the detection of hypersound by lasers are also discussed.

▼ S3M-PNANO-9 Microscopies TEM, AFM, SNOM, SARFUS 30H

- Microscopie électronique à balayage
- Microscopie électronique à transmission
- Microanalyse X
- rappel microscopie optique
- micro de fluorescence et confocale
- SNOM?
- STM
- AFM (description des différents modes et des dernières avancées)

▼ S3M-PNANO-10 Modélisation Numérique

- Rappels sur les types de liaison chimique
- Approximation de Born-Oppenheimer, ordre de grandeur des effets spin-orbite ou relativistes
- Approximation de Hartree, Hartree-Fock, implémentation avec des bases de gaussiennes et Application
- méthodes semi-classiques
- Méthodes de densité (LDA, SIC, GGA)
- Calculs de propriétés optiques, TD-DFT. paramètres RMN.
- Application : méthode LAPW tout-électron et Travaux pratiques sur le logiciel WIEN2K
- pour la structure de bandes de TiC puis ferromagnétisme de Ni
- Pseudopotentiels ; optimisation de structures, gradient conjugué, dynamique moléculaire, (Hellman-Feynman), spectres de phonons,
- méthode de Car-Parinello, recuit simulé Monte-Carlo
- Application : calcul de structure avec le logiciel ABINIT
- Transport : formalisme de Kubo puis Landauer-Büttiker, calcul de conductivités électriques

▼ S3M-PNANO-11 Microcapteurs Optiques et microsystèmes

Théorie de l'optique guidée - Technologies, composants, applications

Technologies et applications des microcapteurs optiques- Travaux pratiques en salle Blanche - Microtechnologies

▼ S3M-PNANO-12 Conférences et ateliers en nanosciences & Nanotechnologies

Conférences assurées par des spécialistes de renom

Master 2 Semestre 4

S4M-PNANO-21

Stage de 5 mois dans un laboratoire académique ou industriel en France ou à l'étranger