

École Résidentielle Interdisciplinaire en Nanosciences et Nanotechnologies

du 4 au 9 juillet 2021
Roz Armor, ERQUY

Magnétisme et nano-objets

Intervenant : Olivier FRUCHART (CNRS – SPINTEC, Grenoble)

Description du cours

Le magnétisme est une propriété fondamentale de la matière reconnue et utilisée depuis l'antiquité, par exemple pour le compas de navigation. Après que la mécanique quantique eut élucidé son origine microscopique au début de XX^{ème} siècle, et le développement de divers matériaux fonctionnels tels que blindages et aimants permanents, nous aurions pu croire que le magnétisme arrivait à la fin de son histoire. La considération de nano-objets dans les années 1980 a relancé les découvertes fondamentales et leur potentiel applicatif à un rythme soutenu, au point d'aboutir à un prix Nobel de Physique en 2007 pour récompenser la découverte de la magnétorésistance géante, et de faire jouer un rôle clef à l'électronique de spin dans le renouveau de la micro-électronique.

Ce cours rappellera l'origine, les grandeurs et unités propres au magnétisme, ainsi que les caractéristiques générales des matériaux magnétiques : mise en ordre, anisotropie, domaines et parois, dynamique précessionnelle. Nous examinerons ensuite les propriétés spécifiques aux nano-objets, d'origine interfaciale ou de basse dimensionnalité, et leur impact sur le comportement des systèmes résultant. Nous nous intéresserons ensuite au domaine de la spintronique, c'est-à-dire le couplage des électrons de conduction et de l'aimantation des matériaux ; nous décrirons quelques effets magnétorésistifs et leur inverse, les couples de transfert de spin. Enfin, nous examinerons les grands domaines d'application des nano-objets magnétiques : matériaux fonctionnels nanostructurés, fluides et nanoparticules, capteurs magnétiques, mémoires et logique magnétique, et leur potentiel pour adresser plusieurs défis sociétaux et environnementaux.

Plan du cours

- I. **Fondements du magnétisme**
 - a. Champs, moments, unités
 - b. Magnétisme dans la matière : moments, échange, mise en ordre, anisotropie
 - c. Domaines et parois magnétiques
 - d. Processus d'aimantation quasistatiques
 - e. Dynamique précessionnelle

École Résidentielle Interdisciplinaire en Nanosciences et Nanotechnologies

du 4 au 9 juillet 2021
Roz Armor, ERQUY

- II. Magnétisme et nano-objets**
 - a. Effets d'interface : anisotropie, chiralité, champ électrique
 - b. Effets thermiques et superparamagnétisme
 - c. Domaines et processus d'aimantation des nano-objets
 - d. Microscopies et micro-sondes pour le magnétisme

- III. Spintronique**
 - a. Transport polarisé en spin, accumulation de spin
 - b. Magnéto-résistances
 - c. Transfert de spin
 - d. Spin-orbitronique

- IV. Applications et nano-objets**
 - a. Microstructures pour les matériaux doux et durs
 - b. Nanoparticules : matériaux, fluides et porteurs
 - c. Capteurs magnétiques
 - d. Mémoires et logique magnétiques