IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/LNO

Excitations terahertz antiferromagnétiques induites par courant de spin

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/LNO

Candidature avant le 01/04/2019

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact CHAULEAU Jean-Yves
+33 1 69 08 01 42
jean-yves.chauleau@cea.fr

Résumé

Ce stage propose d'étudier les propriétés de dynamique ultrarapide d'isolants antiferromagnétiques soumis à différents types de stimulations (courant de spin, impulsion terahertz…). Le travail sera centré sur l'utilisation d'un code de simulation de dynamique de spin atomique.

Sujet détaillé

Parmi les états ordonnés de la matière, le magnétisme est robuste et présent jusqu'à des températures largement supérieures à l'ambiante pour une large gamme de matériaux. Les ferromagnétiques sont par conséquent largement utilisés dans les technologies de l'information. D'un autre côté, les anti-ferromagnétiques (AF), qui composent la grande majorité des matériaux magnétiques, ne sont pas (encore) utilisés comme éléments actifs. Dans ces composés, les moments magnétiques atomiques pointent dans des directions opposées entre voisins. L'aimantation résultante nulle rend cet ordre insensible à un champ magnétique et difficile à sonder. Par conséquent, les propriétés intrinsèques de la formation des domaines AF et la mobilité des parois de domaines sont peu connues.
Durant ces dernières années, il a été démontré que les AF métalliques peuvent présenter des propriétés de magnéto-résistance (résultant du couplage spin-orbite) ouvrant ainsi des perspectives d'utilisation dans des dispositifs de la spintronique. D'un autre côté, les isolants AF sont largement plus répandus que leurs cousins conducteurs car les interactions de super-échange dans les isolants sont assez généralement AF. Un contrôle direct de l'ordre AF requiert des champs magnétiques très intenses, généralement non disponibles en laboratoire. Les récentes avancées dans le domaine des effets de transfert de spin produits par des courants de spin, permettent en principe de générer des couples magnétiques changeant alternativement de signe sur chaque moment atomique orienté de manière opposée, idéaux pour contrôler l'ordre AF. Cet effet, qui offre donc une possibilité intéressante de contrôler l'ordre AF, n'a pas encore été démontré dans ces composés.
Le sujet proposé ici a donc pour but d'étudier la dynamique terahertz de l'ordre antiferromagnétique lorsqu'il est soumis à diverses excitations, en particulier des impulsions picoseconde de courant de spin. Le travail de ce stage sera l'utilisation d'un code de dynamique de spin atomique afin de comprendre et maitriser les mécanismes sous-jacents des excitations antiferromagnétiques induite par courant de spin. Ce stage sera idéalement poursuivi par une thèse.

Mots clés

dynamique antiferromagnétique, terahertz, courant de spin

Compétences

Logiciels

Terahertz antiferromagnetic excitations driven by spin-current

Summary

This internship deals with an assesment of the ultrafast properties of insulating antiferromagnets when subjected to different kind of stimuli (spin current, terahertz pulses…). The work will be focused on the use of a simulation code of atomic spin dynamics.

Full description

Among the ordered electronic states that occur in solid-state materials, magnetism is uniquely robust, persisting to well above room temperature in a wide variety of materials. Ferromagnets are now routinely used in the field of information technology. On the other hand, antiferromagnets (AF), which compose the overwhelming majority of magnetically ordered materials, have not been considered as candidates for active elements. In these materials, the magnetic moments of atoms align in a regular pattern with neighbouring spins pointing in opposite directions. Because of their zero net moment, antiferromagnets are rather insensitive to a magnetic field and difficult to probe. Thus, their intrinsic properties, and especially AF domains formation and the mobility of their domain walls, are poorly known.
In the last few years, it has been demonstrated that metallic antiferromagnets can lead to giant-magnetoresistance effects (resulting from spin-orbit-coupling), which validates their use as “spintronic elements”. On the other hand, insulating antiferromagnets are much more common than their conducting counterparts because super-exchange interactions in insulators are mainly antiferromagnetic. Direct control of AF properties requires unpractically large magnetic fields, not commonly available in a laboratory. The recent development of the spin transfer torque effect produced by spin polarized currents provides an ideal way of generating (the equivalent of) a staggered field, ideal to control the AF order. This should allow to toggle AF domains and influence the AF dynamical properties, but this has not yet been demonstrated.
The internship proposed here aims at studying the terahertz dynamics of the antiferromagnetic order when subjected to various stimuli, in particular picosecond spincurrent pulses. The work will be focus on the use of an atomic spin dynamics code in order to understand and master the underlying mechanisms of spincurrent-induced antiferromagnetic excitations. Ideally the internship should lead to a continuation as a PhD student.

Keywords

antiferromagnetic dynamics, terahertz, spin current

Skills

Softwares