IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

Mesure du spectre d'excitation d'un skyrmion individuel

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 27/04/2018

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact DE-LOUBENS Grégoire
+33 1 69 08 71 60
gregoire.deloubens@cea.fr

Résumé

Les skyrmions magnétiques sont des singularités topologiques intéressantes pour le stockage et le transfert d'information. Le but de ce stage est d'utiliser une technique expérimentale de champ proche unique pour étudier la dynamique d'un skyrmion individuel stabilisé dans un nano-disque magnétique.

Sujet détaillé

Les skyrmions sont des singularités topologiques qui peuvent apparaître dans certains matériaux magnétiques où une interaction spécifique, dite de "Dzyaloshinskii-Moriya" (DM), est suffisamment intense pour forcer un état d'équilibre de l'aimantation non colinéaire. Ces objets topologiques sont des candidats intéressants pour le stockage et le transfert d'information, car ils sont naturellement couplés à la spintronique [1]. Néanmoins, leur stabilité et leur dynamique restent à être étudiées. Récemment, il a été démontré que de telles structures, de taille typique quelques dizaines de nanomètres, pouvaient être stabilisées à température ambiante, notamment dans des nano-disques fabriqués à partir de multicouches présentant une forte interaction DM [2]. Leur spectre d'excitation a également été calculé [3], mais jamais encore mesuré. Le but de ce stage est d'utiliser un microscope de force par résonance magnétique (MRFM) disponible au laboratoire pour étudier la dynamique d'un skyrmion unique. Cette technique de champ proche, qui utilise une sonde magnétique placée à l'extrémité d'un levier mécanique très souple pour détecter la résonance magnétique est d'une grande sensibilité, puisqu'elle a déjà permis d'étudier la dynamique d'un vortex dans un nano-disque magnétique [4].

Ce travail de stage pourra se poursuivre par une thèse dans le laboratoire d'accueil, en co-tutelle avec l'unité mixte CNRS/Thales, dans le cadre du projet ANR TOPSKY.

[1] J. Sampaio, et al., Nucleation, stability and current-induced motion of isolated magnetic skyrmions in nanostructures, Nature Nanotechnology 8, 839-844 (2013)
[2] C. Moreau-Luchaire, et al., Additive interfacial chiral interaction in multilayers for stabilization of small individual skyrmions at room temperature, Nature nanotechnology 11, 444-448 (2016)
[3] J.-V. Kim, et al., Breathing modes of confined skyrmions in ultrathin magnetic dots, Phys. Rev. B 90, 064410

(2014)
[4] G. de Loubens, et al., Bistability of vortex core dynamics in a single perpendicularly magnetized nanodisk, Phys. Rev. Lett. 102, 177602 (2009)

Mots clés

Nanomagnétisme, skyrmion, résonance magnétique, spintronique

Compétences

Logiciels

Measurement of the excitation spectrum of an individual skyrmion

Summary

Magnetic skyrmions are topological singularities of interest for information storage and processing. The goal of this internship will be to use a unique near field microscopy technique to study the dynamics of a single skyrmion stabilized in a magnetic nano-disk.

Full description

Magnetic skyrmions are topological singularities appearing in magnetic materials with strong Dzyaloshinskii-Moriya interaction (DMI), which favor non-colinear configurations of the magnetization. These topological objects are interesting candidates for information storage and processing, as they are naturally coupled to spintronics [1]. Nevertheless, their stability and dynamics still have to be investigated. Recently it has been demonstrated that such structures having typical size of a few tens of nanometers could be stabilized at room temperature in nanodisks patterned from multilayers with strong DMI [2]. Their excitation spectrum has also been calculated [3], but never measured. The goal of this internship is to use a magnetic resonance force microscope (MRFM) to study the dynamics of an individual skyrmion. This near field microscopy technique uses a magnetic probe attached at the end of a very soft mechanical cantilever to detect magnetic resonance in nanostructures [4].

This master thesis can be followed by a PhD thesis, in collaboration with the CNRS/Thales laboratory, in the frame of the ANR project TOPSKY.

[1] J. Sampaio, et al., Nucleation, stability and current-induced motion of isolated magnetic skyrmions in nanostructures, Nature Nanotechnology 8, 839-844 (2013)
[2] C. Moreau-Luchaire, et al., Additive interfacial chiral interaction in multilayers for stabilization of small individual skyrmions at room temperature, Nature nanotechnology 11, 444-448 (2016)
[3] J.-V. Kim, et al., Breathing modes of confined skyrmions in ultrathin magnetic dots, Phys. Rev. B 90, 064410 (2014)
[4] G. de Loubens, et al., Bistability of vortex core dynamics in a single perpendicularly magnetized nanodisk, Phys. Rev. Lett. 102, 177602 (2009)

Keywords

Nanomagnétism, skyrmion, magnetic resonance, spintronics

Skills

Softwares