

Torones magnéticos en nanocilindros de FeGe: Estabilidad controlada por geometría y resonancia ferromagnética

Galindez, Francisco¹; Tejo, Felipe²; Vidal Silva, Nicolas³; Bajales, Noelia^{1,4}

¹ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Ciudad Universitaria, Medina Allende S/N, Córdoba 5000, Argentina

² Universidad Central de Chile, Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Postgrado, Santiago, Chile

³ Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile

⁴ IFEG-CONICET, Medina Allende S/N, Ciudad Universitaria, Córdoba 5000, Argentina

frangalindez7@gmail.com

Área temática: C. Propiedades de nanomateriales

Las texturas magnéticas topológicas han cobrado gran relevancia en la física moderna debido a que ofrecen grados de libertad robustos para el desarrollo de funcionalidades impulsadas por campos y corrientes en la espintrónica a nanoescala [1]. Entre estas texturas destacan los torones magnéticos, solitones tridimensionales caracterizados por ser filamentos de skyrmions de longitud finita terminados por dos defectos puntuales conocidos como puntos de Bloch. El beneficio principal de estudiar estas estructuras y definir sus diagramas de estabilidad radica en guiar la nanofabricación y el diseño experimental, avanzando en su uso como bloques de construcción topológicos 3D prácticos y controlables en dispositivos nanotecnológicos [2].

En este trabajo, investigamos la estabilidad y la dinámica de resonancia de torones magnéticos confinados en nanocilindros del material quiral FeGe. Utilizando el paquete de simulación micromagnética acelerado por GPU MuMax3 [3], se construyó un diagrama de fases en función del diámetro y la longitud del nanocilindro mediante una minimización directa de la energía utilizando el método del gradiente conjugado. Nuestros resultados demuestran que los torones solo se estabilizan dentro de una región geométrica en forma de cuña, lo cual es gobernado por un balance estrictamente controlado por la geometría entre las densidades de energía de intercambio, magnetostática y de anisotropía superficial. Asimismo, al simular la respuesta frente a un campo magnético axial aplicado, observamos que el diámetro del torón disminuye de manera monótona al aumentar el campo, evidenciando una compresión del núcleo impulsada por la energía Zeeman.

Para estudiar la respuesta dinámica, resolvimos la ecuación de Landau-Lifshitz-Gilbert y caracterizamos la resonancia ferromagnética (FMR) aplicando pulsos de campo de banda ancha. Mediante el uso de la Transformada de Fourier (FFT) para analizar las fluctuaciones de magnetización promediadas espacialmente, revelamos una respuesta dinámica fuertemente anisotrópica. Encontramos que la excitación axial induce modos longitudinales asociados a una deformación global de tipo "respiración" y modos localizados de alta frecuencia en los puntos de Bloch. Por el contrario, la excitación transversal se acopla eficientemente a grados de libertad precesionales internos de la textura. Estos hallazgos proporcionan huellas dinámicas resueltas por modos que facilitarán la identificación experimental de los torones.

REFERENCIAS

1. Albert Fert, Nicolas Reyren, and Vincent Cros *Nature Reviews Materials* 2 (2017) 17031
2. Naoto Nagaosa and Yoshinori Tokura. *Nature Nanotechnology* 8 (2013) 899
3. A. Vansteenkiste, J. Leliaert, M. Dvornik, M. Helsen, F. Garcia-Sanchez, and B. Van Waeyenberge. *AIP Advances*, 4 (2014) 10713