

Investigadores de la Complutense descubren como el oxígeno vuelve diestros los espines en un material magnético

- El nuevo procedimiento para inducir y seleccionar texturas de espín quirales, que puede mejorar la eficiencia energética de memorias magnéticas y dispositivos lógicos.

Madrid, 11 de septiembre de 2020.- Los imanes de tamaño nanoscópico (10^{-9} m) son ampliamente utilizados en nanoelectrónica porque permiten almacenar información de modo eficiente y no requieren un aporte constante de energía. El consumo de energía en futuras aplicaciones de estos nanoimanes se puede reducir sustancialmente si sus constituyentes básicos, los momentos magnéticos (espines), están dispuestos en ciertas configuraciones, denominadas *quirales*.

Una colaboración internacional en la que han participado Arantzazu Mascaraque Susunaga y Miguel Ángel González Barrio, profesores de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense y pertenecientes al Grupo de Ciencia de Superficies y Nanoestructuras, ha descubierto un nuevo procedimiento para inducir y seleccionar texturas de espín quirales, que puede mejorar la eficiencia energética de memorias magnéticas y dispositivos lógicos.

En los imanes comunes los espines apuntan en la misma dirección. Existen configuraciones menos usuales, conocidas como texturas de espín quirales, en las que los espines cambian de dirección de un sitio a otro vecino con un sentido preferente de rotación (a izquierdas, o “zurdos”; a derechas, o “diestros”). Se dicen entonces que presentan *quiralidad*, y poseen propiedades especiales, entre las que se encuentra la protección topológica de la propia configuración.

En un artículo reciente publicado en la revista [Science Advances](#), Mascaraque, González-Barrio y sus colaboradores describen cómo una fracción de monocapa ($< 10^{15}$ átomos/cm²) de oxígeno adsorbido sobre una película delgada de material magnético altera el carácter topológico de la película.

Al adsorberse en la superficie del metal, los átomos de oxígeno modifican la interacción de Dzyaloshinskii-Moriya, una interacción local entre espines vecinos que favorece una textura de espín con un sentido de rotación preferente. Este efecto ha permitido al equipo controlar la quiralidad tanto de paredes de dominio magnético como de configuraciones más complejas y exóticas llamadas *skyrmiones* magnéticos. Por lo general, las paredes de dominio magnético

Gabinete de Comunicación

Avenida de Séneca, 2. 28040 Madrid

Teléfono: 91 394 36 06/+34 609 631 142

gprensa@ucm.es www.ucm.es



carecen de quiralidad definida dado que existe la misma probabilidad de encontrar rotaciones a izquierda y derecha de los espines a lo largo de las paredes del dominio.

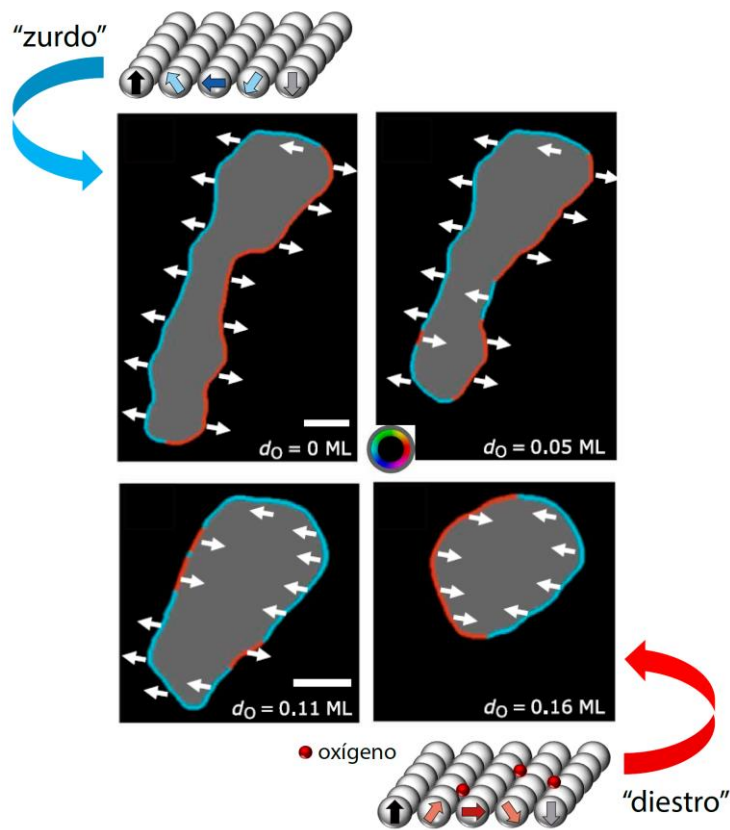
El estudio se realizó en condiciones de ultra-alto vacío, midiendo el recubrimiento de oxígeno y utilizando un sofisticado equipo de imagen magnética conocido como microscopio de electrones lentos polarizados en espín (SPLEEM), ubicado en el National Center for Electron Microscopy del Lawrence Berkeley National Laboratory en California, EEUU. El SPLEEM ha permitido a los investigadores visualizar las configuraciones de los espines a escala nanométrica, en particular las paredes de dominio, fronteras entre regiones en las que la imanación cambia de dirección.

La interacción de Dzyaloshinskii-Moriya (DMI), que aparece al romperse la simetría de inversión, depende de la cantidad de oxígeno adsorbido. En función de ésta se pueden estabilizar paredes de dominio y skyrmiones zurdos o diestros. Esto es, la quiralidad es sintonizable. Además, y esto es aún más sorprendente, la magnitud de la DMI inducida por el oxígeno es grande, comparable a la que aparece en las intercaras de materiales ferromagnéticos y metales de transición. Un recubrimiento de oxígeno inferior a una capa atómica es capaz de transformar una burbuja magnética topológicamente trivial en un *skyrmion* de quiralidad definida y protegido topológicamente.

Los autores de este trabajo esperan que sus resultados puedan implementarse en futuros dispositivos de estado sólido como las memorias magnéticas de tipo *racetrack* (pista de carreras), aún en fase de estudio, que transportan la información mediante el movimiento de paredes de dominio magnético o de *skyrmiones* a lo largo de un nanohilo de material magnético, o en memorias magnéticas 3D. **La adsorción controlada de oxígeno permitiría sintonizar las texturas de espín sin necesidad de contactos eléctricos o campos magnéticos aplicados.**

Este trabajo es fruto de una colaboración internacional de científicos de la Universidad Complutense (Arantazu Mascaraque Susunaga, Miguel Ángel González Barrio), University of California Davis (Gong Chen), Georgetown University (Kai Liu), Lawrence Berkeley National Laboratory (Andreas K. Schmid), University of California Berkeley (Roberto lo Conte), Forschungszentrum Jülich (Hongying Jia, Bernd Zimmermann, Markus Hoffmann, Stefan Blügel), Hamburg Universität (Roland Wiesendanger) y Universidad Autónoma de Madrid (Enrique G. Michel).





Modificación de la quiralidad asistida por oxígeno a temperatura ambiente. Imágenes de SPLEEM de una burbuja magnética en Ni/Co/Pd/W(110) imanado perpendicularmente a la superficie con un recubrimiento de oxígeno creciente, medido en unidades de monocapa (ML) o capa atómica, que muestra una transición completa de quiralidad, de *zurdo* a *diestro*, pasando por una fase no quiral. Las flechas indican la dirección de los espines en la pared de la burbuja magnética.

Gabinete de Comunicación

Avenida de Séneca, 2. 28040 Madrid
 Teléfono: 91 394 36 06/+34 609 631 142
gprensa@ucm.es www.ucm.es

