



LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES DE ESPAÑA

se complace en invitarle a la

VI LECCIÓN CONMEMORATIVA MARGARITA SALAS

“Magnetismo en Planilandia”

que será impartida por el

Prof. Rodolfo Miranda

Universidad Autónoma de Madrid e IMDEA-Nanociencia

Miércoles, 19 de noviembre de 2025 - 18.00 horas

Calle Valverde, 22 - Madrid 28004
Entrada libre hasta completar aforo

Retransmisión en directo en
 **YouTube RAC**

Resumen de la conferencia

La existencia de imanes, esto es, sustancias con orden magnético de largo alcance en tres dimensiones es conocida (y empleada) desde hace más de dos mil años, pero ¿es posible orden magnético de largo alcance en dos dimensiones (2D)? Esta cuestión fue suscitada hace exactamente 100 años por Ising, quien consideró un plano de espines que solo podían orientarse hacia arriba o hacia abajo. Onsanger dió en 1944 una solución exacta para la temperatura a la que aparecía el orden magnético, pero su impacto fue escaso, porque el modelo de Ising en 2D se consideraba una especie de “modelo de vaca esférica” sin relevancia en el mundo real. Aunque Heisenberg había propuesto en 1928 un modelo en 2D más realista, donde los espines podían apuntar en cualquier dirección del espacio, Mermin y Wagner demostraron rigurosamente en 1966 que en un modelo de Heisenberg en 2D con interacciones isotrópicas de corto alcance no era posible encontrar orden magnético de largo alcance. El caso parecía cerrado. La respuesta definitivamente sería no.

Muchos años más tarde, sin embargo, aprendimos a crecer epitaxialmente monocapas de metales magnéticos (p.ej. Co) sobre monocrystals no magnéticos (p.ej. Cu) y se pudo demostrar que una sola monocapa mostraba bandas de electrones separadas en energía para las dos orientaciones del espín, con temperaturas de Curie finitas, que dependían del espesor de la película siguiendo una ley universal, esto es, independiente del material magnético. La observación de orden magnético a largo alcance se extendió más recientemente a sistemas moleculares en 2D sin metales (p.ej. TCNQ en grafeno) y a una pléthora de sistemas bidimensionales.

En resumen, el orden magnético de largo alcance es ciertamente posible en 2D y el teorema de Mermin and Wagner, inaplicable, porque en la vida real las interacciones magnéticas en sistemas bidimensionales son *anisotrópicas*.



Rodolfo Miranda es doctor en Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid (1980) y fue becario Humboldt (1981-1983) bajo la supervisión del Prof. Gerhard Ertl, premio Nobel de Química 2007, en Munich y Berlin. Catedrático de Física de la Materia Condensada en la UAM (desde 1990). Es director de IMDEA Nanociencia desde su creación en 2006 y fue elegido Fellow of the American Physical Society (2007) por sus contribuciones al magnetismo en películas ultradelgadas, en particular, por el descubrimiento del acoplamiento magnético oscilatorio en multicapas. Recibió el premio “Miguel Catalán” a la carrera científica (2022) por el desarrollo en España de nuevas técnicas experimentales en Física de Superficies en Ultra Alto Vacío, en particular, Microscopía Túnel de Barrido (STM) y Fotoemisión resuelta en ángulo y espín (spin-ARPES), y por sus descubrimientos en magnetismo bidimensional. Fue galardonado con el Premio Nacional de Nanotecnología 2023 por sus contribuciones en nanoestructuras magnéticas y sus aplicaciones en nanomedicina.