

Plan de Trabajo: Visualización directa de transiciones orden-desorden en materia condensada blanda

Director: Yanina Fasano – Bajas Temperaturas, yanina.fasano@cab.cnea.gov.ar

Área: Materia Condensada **Características:** trabajo experimental

Descripción:

En un día típico, todos nos enfrentamos a transformaciones estructurales orden-desorden en diversos materiales: desde el derretimiento del hielo en la bebida matutina hasta el principio de funcionamiento básico del ordenamiento de las moléculas, inducido por campo eléctrico, en la pantalla LCD que usamos para ver la final de la Champions' League a última hora de la tarde. Entre estas transformaciones, muchos de los materiales con los que interactuamos presentan transformaciones vítreas en escalas de tiempo de larga duración, en algunos casos en tiempos que ni siquiera son alcanzables en el tiempo de vida de una persona. Algunos ejemplos muy relevantes de transformaciones vítreas son las transiciones de vidrio-líquido en azúcares, que cubren el caso de monosacáridos como glucosa y fructosa, o disacáridos como lactosa y maltosa. Por lo tanto, la experiencia cotidiana está llena de transformaciones de orden-desorden que tienen lugar tanto en materia orgánica como en materia condensada, como sistemas de vidrios de átomos, eléctricos, de espín y de superconductores.

El objetivo de muchas ramas de la ciencia aplicada es expandir las aplicaciones potenciales de los materiales que presentan estas transformaciones. Para alcanzar este objetivo, la ciencia básica debe apoyar este proceso con información detallada sobre los cambios estructurales que conllevan las transformaciones de orden-desorden. En este trabajo se propone realizar esta tarea utilizando un sistema modelo, la materia de vórtices en superconductores, que presenta transformaciones vítreas y de fusión. Este sistema tiene la simplicidad de que las escalas de energía relevantes pueden sintonizarse a través de la variación de parámetros de control como la temperatura, el campo aplicado (que controla la densidad de partículas o vórtices), el desorden y la anisotropía magnética de la muestra superconductora en la que se nuclea la materia de vórtices. La materia de vórtices en superconductores pertenece a la clase general de *materia condensada blanda*, que se caracteriza por presentar un módulo de corte mucho menor que el de compresión. Por lo tanto, en los sistemas de materia condensada blanda, perturbaciones de pequeña magnitud producen que el material se distorsione o fluya significativamente. La competencia entre la energía de interacción entre vórtices individuales y la energía de interacción entre la red de vórtices y el desorden en distintos materiales produce que la materia de vórtices condense en una diversidad de fases comparable a la de la materia atómica.[1] En la materia de vórtices pueden encontrarse sólidos cristalinos con deformaciones elásticas y plásticas, sólidos amorfos, fases hexáticas, esmécticas y líquidos, entre otras [2].

En este trabajo proponemos utilizar la técnica de decoración magnética[3] para visualizar de forma directa a la materia de vórtices en compuestos del superconductor de baja temperatura crítica $NbSe_{2-x}S_x$ ($0.4 < x < 0.6$). Esta técnica permite detectar las posiciones individuales de los vórtices en campos de visión que son tan grandes como el tamaño de la muestra (millones de vórtices). Esta resolución posibilita estudiar cómo se ven afectadas las propiedades estructurales de la materia de vórtices al atravesar transiciones de orden-desorden detectadas mediante técnicas magnéticas. Por lo tanto, en primer lugar se propone realizar mediciones de magnetización para localizar la posición en el diagrama de fases temperatura-campo de las transiciones orden-desorden en estos compuestos. En la figura que se adjunta a continuación se muestra un ejemplo de este tipo de estudio realizado previamente en un superconductor de baja temperatura. [4]

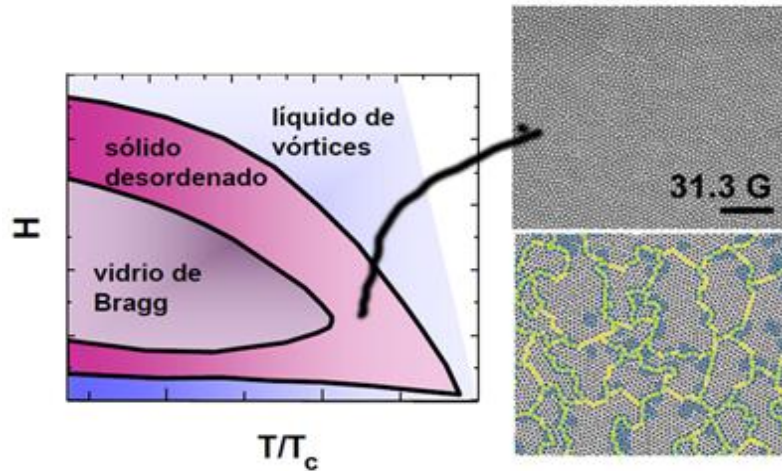


Figura: Izquierda: Diagrama de fases genérico densidad (H) – temperatura de la materia de vórtices nucleada en superconductores de baja temperatura crítica. Se muestran las líneas de transición orden-desorden entre el sólido cuasicristalino o vidrio de Bragg, el sólido desordenado o vidrio de vórtices, y el líquido de vórtices. Derecha arriba: imagen de decoración magnética de vórtices (puntos blancos) en la fase sólida desordenada del $NbSe_2$ (compuesto puro) en una región de 60×65 micrómetros al cuadrado. Derecha abajo: triangulación de Delaunay que une a los vórtices primeros vecinos con líneas negras. En celeste se indican los vórtices que tienen una coordinación distinta de seis y por lo tanto constituyen defectos topológicos, dislocaciones de borde generalmente. Se indica con líneas amarillas la ubicación de los bordes de grano entre los distintos cristalitas.

- [1] "Introduction to Superconductivity", M. Thinkham, Dover Publications, New York (1996).
- [2] "Vortices in high-temperature superconductors", G. Blatter, M. V. Feigel'man, V. B. Geshkenbein, A. I Larkin, and V. M. Vinokur. Rev. Mod. Phys. **66**, 1125 (1994).
- [3] "Magnetic-decoration imaging of structural transitions induced in vortex matter", Yanina Fasano and Mariela Menghini, Topical Review contribution, Superconducting Science and Technology **21**, 23001 (2008).
- [4] "Critical current and topology of the supercooled vortex state in $NbSe_2$ " M. Menghini, Yanina Fasano, and F. de la Cruz, Phys. Rev. B **65**, 064510 (2002).