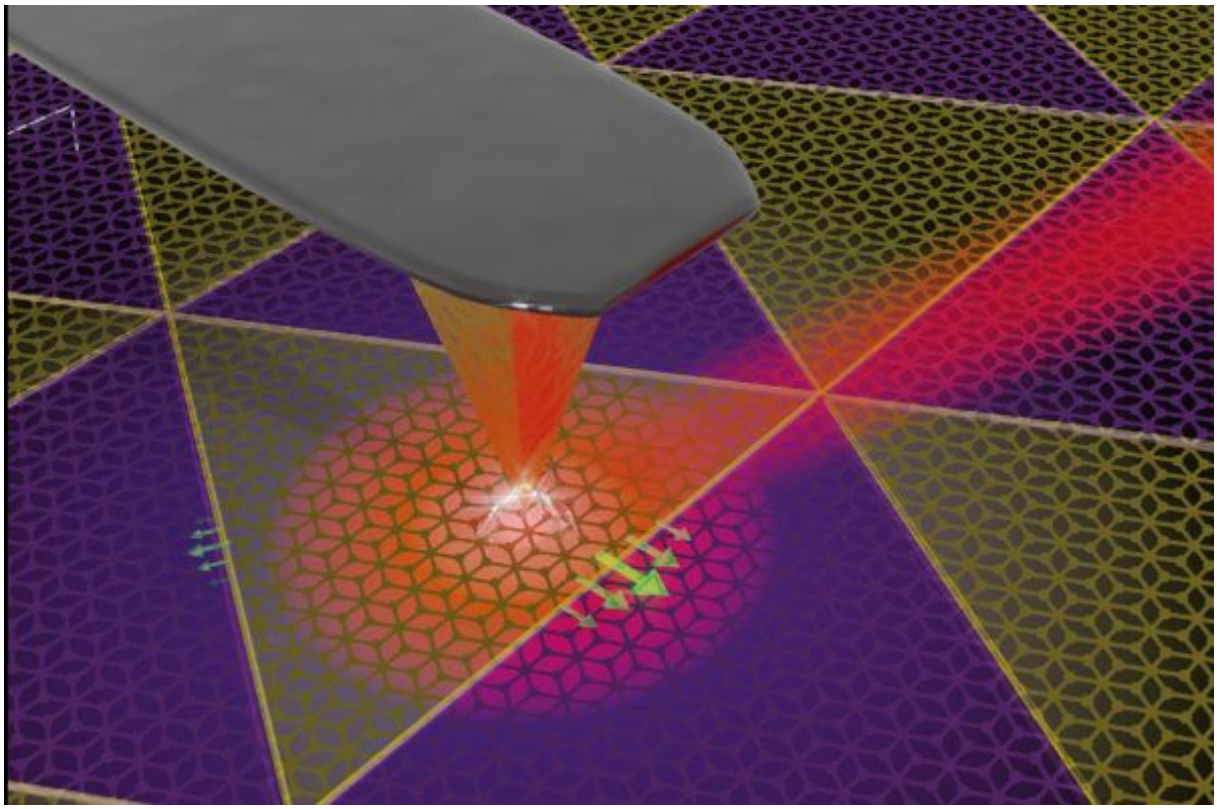


Un nuevo superconductor unidimensional

En un avance significativo en el campo de la superconductividad, investigadores de la Universidad de Manchester, en colaboracion con el ICFO, han logrado una superconductividad robusta en campos magneticos elevados utilizando un sistema unidimensional (1D) recientemente creado. Este avance ofrece un camino prometedor para lograr la superconductividad en el regimen de Hall cuantico, un desafio que lleva largo tiempo instaurado en la fisica de la materia condensada.

April 24, 2024

La superconductividad, la capacidad de ciertos materiales para conducir electricidad con resistencia cero, tiene un gran potencial para los avances de las tecnologias cuanticas. Se utiliza, por ejemplo, en elementos clave de los futuros ordenadores cuanticos. En particular, se propuso que una superconductividad robusta bajo fuertes campos magneticos podria permitir la creacion de bits cuanticos tolerantes a fallos. Sin embargo, lograr la superconductividad bajo estas condiciones (en el llamado regimen de Hall cuantico) ha

resultado ser un gran desafio.
La investigacion, publicada en Nature, detalla el extenso trabajo para lograr la superconductividad en el regimen de Hall cuantico que ha liderado un equipo de la Universidad de Manchester, siendo el recientemente nombrado investigador del ICFO, el **Dr. Julien Barrier**, su correspondiente primer autor, en colaboracion con el investigador del ICFO **Dr. Roshan Krishna Kumar** y el **profesor ICREA Frank Koppens** y otras instituciones internacionales (Kyung Hee University, University of Lancaster, National Institute of Materials Science y Yale University). Informan sobre un metodo novedoso en el que la superconductividad surge a partir de estados unidimensionales.

Superconductividad con electrones unidimensionales
Los esfuerzos iniciales de los investigadores para inducir superconductividad en campos magneticos elevados siguieron la ruta convencional en esta comunidad. En el efecto de proximidad, un superconductor puede inducir sus propiedades a un metal normal puesto en contacto con el. Su intencion era acoplar electrones que se propagaban a lo largo de los bordes del dispositivo. Con este fin, el equipo comenzo utilizando una sola capa de grafeno, cortada por la mitad y manteniendo ambas secciones a solamente unos 10 nanometros de distancia. Se esperaba que las corrientes de los bordes se acoplaran a distancias estrechas, pero el experimento demostro lo contrario: la distancia entre los electrones todavia era demasiado grande.
El equipo aprovecho los conocimientos adquiridos y siguio con dos capas de grafeno, una encima de otra, desalineadas en un angulo muy pequeno (alrededor de 0,1°). En est situacion, la estructura de las laminas se reorganiza debido a tensiones importantes, lo qu da como resultado una configuracion muy diferente donde se forman dominios de escal micrometrica. Estas multiples regiones estan separadas por paredes de dominio estrechas las cuales se emplearon en el presente estudio. A lo largo de estas paredes, lo investigadores demostraron que los electrones si que pueden propagarse
Explotando esta tecnica, "fabricamos uniones superconductoras y observamos un supercorriente notablemente fuerte a temperaturas relativamente "templadas" (hasta u Kelvin) en cada uno de los dispositivos", explica el Dr. Barrier. i¿½Esto fue muy alentad r, pero no sabiamos la cantidad de paredes de dominio ni donde estaban ubicad s. Probablemente, este fue el mayor desafio que tuvimos que superari ?½. Afortunadamente, en ese momento, el Dr. Roshan Krishna Kumar y el Prof. Frank Koppen del ICFO acababan de lanzar una tecnica para observar las paredes de dominio en disposi ivos encapsulados. i¿½Despues de discutir con el Dr. Krishna Kumar y el Prof. Koppens, e viamos algunos dispositivos al ICFO para que tomaran imagenes, lo que nos permitio sele cionar aquellos en los que teniamos la certeza de que solo habia uno o dos muros de domi ioi¿½, rememora
Barrier. Gracias a estos dispositivos seleccionados, el equipo pudo demostrar que las p

redes de dominio transportaban supercorrientes de un unico modo, es decir, estados ele tronicos estrictamente 1D. Con el estudio de dispositivos que incorporan una sola pared de dominio, el equipo de investigacion pudo demostrar que su interpretacion original de los e tados de borde de Hall cuanticos que se forman a cada lado de la pared de dominio y se aco lan para inducir la superconductividad no podia ser c**Las paredes del dominio transportan sus propios electrones unidimensionales, que soportan supercorrientes mas robustas en campos magneticos elevados que los estados de borde de Hall cuanticos tradicionales.** El equipo de Manchester tambien demostro que estos estados podrian manipularse utilizando voltajes de puerta y que sus propiedades superconductoras podrian verse influenciadas por el numero de paredes en un unico dispositivo.
En general, la **tecnica de toma de imagenes del ICFO** fue crucial para demostrar que la superconductividad observada fue causada por estados puramente unidimensionales, lo que permite una **superconductividad asi de efectiva en el regimen de Hall cuantico**.

Abriendo la puerta a nuevos descubrimientos fisicos
El descubrimiento de la superconductividad 1D de un solo modo muestra interesantes vias para futuras investigaciones. Estos canales de electrones unidimensionales podrian utilizarse en investigaciones mas alla del campo de la superconductividad. Es raro lograr altas movilidades de electrones como las reportadas en este experimento, porque los defectos en el material tienden a interrumpir su movimiento. La capacidad de mantener altas velocidades es extremadamente deseable, ya que puede reducir la disipacion de calor de los dispositivos electronicos y, lo mas importante, es un requisito previo para inducir nueva fisica. Por ejemplo, la alta movilidad en sistemas 2D permitio observar fenomenos fascinantes como el efecto Hall cuantico entero y fraccionario (premios Nobel en 1985 y 1998, respectivamente).
El Dr. Barrier concluye: i¿½Nuestro sistema introduce una plataforma novedosa para explor r fisica en una dimension. Si bien demostramos su aplicacion en superconductividad, es e sistema 1D promete una amplia gama de avances tecnologicos e investigacion s fundamentales. Su potencial continua totalmente abiertoi?

Referencia bibliografica

Barrier et al., i¿½One-dimensional proximity superconductivity in the quantum Hall regimei¿½ Nature number 628 issue 8009, (2024)