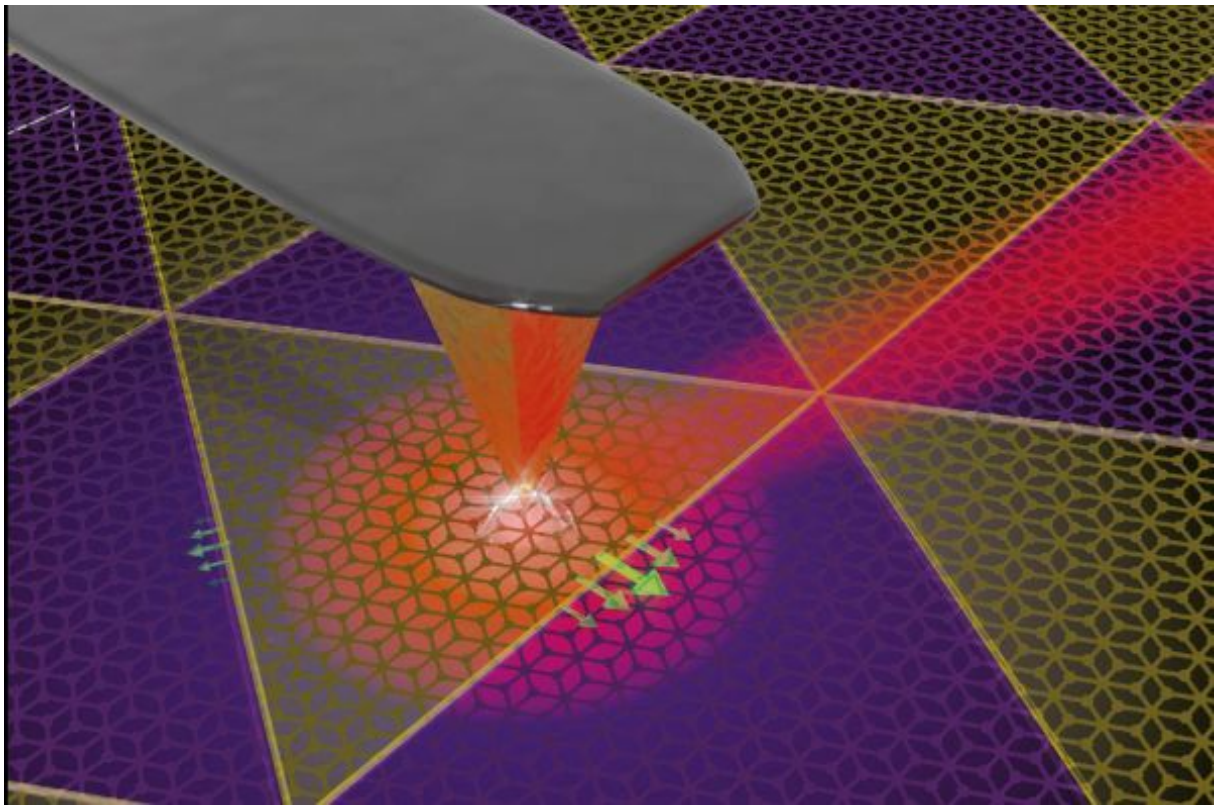


Un nou superconductor unidimensional

En un avenc significatiu en el camp de la superconductivitat, investigadors de la Universitat de Manchester, en col·laboraci amb l'ICFO, han aconseguit una superconductivitat robusta e camps magnetics elevats utilitzant un sistema unidimensional (1D creat recentment. Aquest avenc ofereix un cami prometedor pe aconseguir la superconductivitat en el regim de Hall quantic, u desafiament que fa molt de temps que esta instaurat en la fisica d la materia condensada.

April 24, 2024

La superconductivitat, la capacitat de certs materials per conduir electricitat amb resistencia zero, te un gran potencial per als avencos de les tecnologies quantiques. S'utilitza, per exemple, en elements clau dels futurs ordinadors quantics. En particular, es va proposar que una superconductivitat robusta sota forts camps magnetics podria permetre la creacio de bits quantics tolerants a errades. Tanmateix, aconseguir la superconductivitat sota aquestes condicions (en l'anomenat regim de Hall quantic) ha resultat un gran desafiament.

La investigacio, publicada a Nature, detalla l'extens treball per aconseguir la superconductivitat en el regim de Hall quantic liderat per un equip de la Universitat de Manchester, amb el recentment nomenat investigador de l'ICFO, el **Dr. Julien Barrier**, com al seu corresponent primer autor, en col·laboracio amb l'investigador de l'ICFO **Dr. Roshan Krishna Kumar** i el **professor ICREA Frank Koppens** i altres institucions internacionals (Kyung Hee University, University of Lancaster, National Institute of Materials Science y Yale University). Informen sobre un nou metode en que la superconductivitat sorgeix a partir d'estats unidimensionals.

Superconductivitat amb electrons unidimensionals

Els esforcos inicials dels investigadors per induir superconductivitat en camps magnetics elevats van seguir la ruta convencional en aquesta comunitat. Gracies a l'efecte de proximitat, un superconductor pot induir les seves propietats a un metall normal posat en contacte amb ell. La seva intencio era acoblar electrons que es propagaven al llarg de les vores d'un dispositiu. Amb aquesta idea en ment, l'equip va comencar utilitzant una sola capa de grafe, tallada per la meitat i mantenint ambdues seccions a nomes uns 10 nanometres de distancia. S'esperava que els corrents de les vores s'acoblessin a distancies estretes, pero l'experiment va demostrar el contrari: la distancia entre els electrons encara era massa gran. L'equip va aprofitar els coneixements adquirits i va seguir amb dues capes de grafe, una a sobre de l'altra, desalineades en un angle molt petit (al voltant de 0,1°). En aquesta situacio l'estructura de les lamines es reorganitza a causa de tensions importants, cosa que dona co a resultat una configuracio molt diferent on es formen dominis d'escala micrometrica Aquestes multiples regions estan separades per parets de domini estretes, les quals es va emprar en aquest estudi. Al llarg d'aquestes parets, els investigadors van demostrar que el electrons si que es poden propagar

Explotant aquesta tecnica, "vam fabricar unions superconductores i observarem u supercorrent notablement fort a temperatures relativament "temperades" (fins a un Kelvin) e cadascun dels dispositius", explica el Dr. Barrier. i¿½Aixo va ser molt encoratjador, pero no sabiem la quantitat de parets de domini ni on estaven ubicades. Probablement, aquest va er el desafiament mes gran que vam haver de superari

?½. Afortunadament, en aquell moment, el Dr. Roshan Krishna Kumar i el Prof. Frank Koppe s de l'ICFO acabaven de descobrir una tecnica per observar les parets de domini en dispos tius encapsulats. i¿½Despres de discutir amb el Dr. Krishna Kumar i el Prof. Koppens, vam enviar alguns dispositius a l'ICFO perque en prenguessin imatges, cosa que ens va p rmetre seleccionar aquells en que teniem la certesa de que nomes hi havia un o dos urs de dominii¿½, rememora

Barrier. Gracies a aquests dispositius seleccionats, l'equip va poder demostrar que les arets de domini transportaven supercorrents d'un sol mode, es a dir, estats electronics est ictament 1D. Amb l'estudi de dispositius que incorporen tan sols una paret de domini, l

equip de recerca va poder demostrar que la seva interpretacio original dels estats de vor de Hall quantics que es formen a cada costat de la paret de domini i s'acoblen per nduir la superconductivitat no podia ser correcta. **Les parets de domini transporten els seus propis electrons unidimensionals, que suporten supercorrents mes robustes en camps magnetics elevats que els estats de vora de Hall quantics tradicionals**. L'equip de Manchester tambe va demostrar que aquests estats podrien manipular-se utilitzant voltatges de porta i que les seves propietats superconductores es podrien veure influenciades pel nombre de parets en un unic dispositiu.
En general, la **tecnica de presa d'imatges de l'ICFO** va ser crucial per demostrar que la superconductivitat observada estava causada per estats purament unidimensionals, cosa que permet **una superconductivitat aixi d'efectiva en el regim de Hall quantic**.

Obrint la porta a nous descobriments fisics
El descobriment de la superconductivitat 1D d'un sol mode mostra interessants vies per a futures investigacions. Aquests canals d'electrons unidimensionals es podrien fer servir en investigacions mes enlla del camp de la superconductivitat. Es estrany aconseguir altes mobilitats d'electrons com les reportades en aquest experiment perque els defectes en el material tendeixen a interrompre el seu moviment. La capacitat de mantenir altes velocitats es extremadament desitjable, ja que pot reduir la dissipacio de calor dels dispositius electronics i, el que es mes important, es un requisit previ per induir nova fisica. Per exemple, l'alta mobilitat en sistemes 2D va permetre observar fenomens fascinants com l'efecte Hall quantic enter i fraccionari (premis Nobel el 1985 i el 1998, respectivament).
El Dr. Barrier conclou: i¿½El nostre sistema introdueix una nova plataforma per explorar fisi a en una dimensio. Tot i que demostrem la seva aplicacio en superconductivitat, aque t sistema 1D promet una amplia gamma d'avencos tecnologics i investigacions fonamentals. l seu potencial continua totalment oberti?

Referencia bibliografica

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