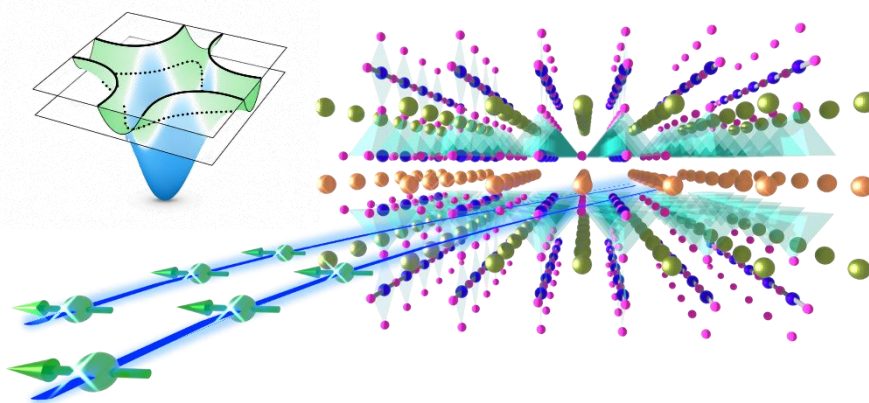


Investigadors de l'ICMAB detecten un fenomen inesperat en un superconductor estudiat durant dècades

Malgrat dècades de recerca, els científics encara no comprenen completament per què funcionen els superconductors d'alta temperatura. Ara, investigadors de l'ICMAB han trobat evidència directa d'una interacció que durant molt de temps es considerava que tenia poc o cap paper en aquests materials.



Cerdanyola, 28 de juliol de 2026 – Els superconductors d'alta temperatura (HTSC) podrien ajudar a fer que les tecnologies del futur siguin més eficients energèticament, però els científics encara no comprenen completament com funcionen. Ara, investigadors de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC) han trobat evidència directa d'un efecte que durant molt de temps s'havia considerat irrellevant en un dels superconductors més coneguts del món. La troballa podria proporcionar una nova manera d'estudiar aquests materials complexos i obrir noves oportunitats per a futurs dispositius electrònics de baix consum.

Els materials espintrònics i els materials superconductors no acostumen a portar-se bé. En resum, la superconductivitat és una propietat que permet que l'electricitat flueixi a través d'un material sense pèrdues d'energia; l'espintrònica, per la seva banda, és un camp que utilitza l'orientació dels espins dels electrons per transportar informació. L'acoblament espín-òrbita (SOC) és un efecte quàntic que connecta l'espín d'un electró (que actua com una petita brúixola) amb la manera com es mou a través d'un material. En els HTSC, però, els electrons acostumen a desplaçar-se en parelles amb orientacions d'espín oposades, cancel·lant mútuament la seva informació. Per això, es considerava que l'efecte SOC no era rellevant.

Tanmateix, un equip liderat per Anna Palau i Can Onur Avci ha trobat ara evidència d'acoblament espín-òrbita en YBCO, un material d'òxid de coure en què aquesta interacció havia estat àmpliament ignorada.

Una interacció ignorada

Per als investigadors en espintrònica, el SOC no és cap novetat. És un dels fenòmens clau que permet generar, manipular i transportar informació de l'espín. Tanmateix, en aquests

materials, aquesta interacció havia quedat en gran mesura fora del focus d'atenció. “L'acoblament espín-òrbita és una cosa que fem servir molt habitualment en espintrònica”, afirma Can Onur Avci, “però va ser sorprenent veure que aquest efecte també existeix en un superconductor.”

La raó és que aquests materials són força difícils d'entendre. Els científics encara no es posen completament d'acord sobre els mecanismes que els fan superconductors. Com a conseqüència, molts estudis es van centrar en les interaccions que tenen un paper important, mentre que l'acoblament espín-òrbita es va tractar com una cosa desestimable.

“Aquesta interacció no es considerava dins del marc d'aquests materials perquè són molt complexos”, explica Anna Palau. “Es considerava que no estava fent res”.

Ocult en una estreta finestra de temperatura

Una de les raons per les quals aquesta interacció havia passat desapercebuda és que només esdevé visible sota condicions molt específiques. L'equip la va detectar durant un breu moment en què el material està passant de ser un conductor convencional a convertir-se en un superconductor.

“Això ofereix una nova perspectiva per estudiar l'estructura electrònica d'aquest material en una finestra de temperatura molt estreta que probablement va passar desapercebuda per a diversos investigadors”, afirma Can Onur Avci. El fenomen desapareix tant abans com després d'aquest punt, fet que el fa particularment difícil de detectar. Segons els investigadors, això podria explicar per què l'acoblament espín-òrbita havia romàs en gran mesura ignorat en els HTSC durant tant de temps.



L'investigador Can Onur Avci treballant en el seu laboratori | ICMAB-CSIC

Per què és important

Els resultats podrien obrir noves possibilitats per a l'espintrònica superconductora, un camp que busca combinar l'eficiència energètica del transport elèctric sense pèrdues amb les capacitats de processament d'informació dels dispositius espintrònics. Aquest efecte podria

aprofitar-se en futures tecnologies criogèniques que funcionin a temperatures de nitrogen líquid, permetent una transmissió de senyals, manipulació de dades i dispositius de memòria més eficients que els que són possibles actualment amb materials espintrònics convencionals. El descobriment també podria oferir als investigadors una nova manera d'estudiar el comportament complex dels HTSC, una qüestió que continua sense resoldre's malgrat dècades de recerca.

Recerca realitzada a l'ICMAB-CSIC

L'estudi es va dur a terme íntegrament a l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC) mitjançant una col·laboració entre els grups SuperQMat (Anna Palau) i Mulfox (Can Onur Avci). Tots dos van reunir experiència en superconductors d'alta temperatura i espintrònica. Totes les fases de la recerca es van dur a terme internament, des de la preparació dels materials fins a la fabricació de dispositius i les mesures experimentals, realitzades a l'Institut.

Article de referència

Magnetotransport Signatures of Spin–Orbit Coupling in High-Temperature Cuprate Superconductors

Barrera, A., Li, H., Gunkel, T., Alcalá, J., Damerio, S., Avci, C. O., & Palau, A.

Advanced Science, 2026

DOI: [10.1002/adv.76166](https://doi.org/10.1002/adv.76166)