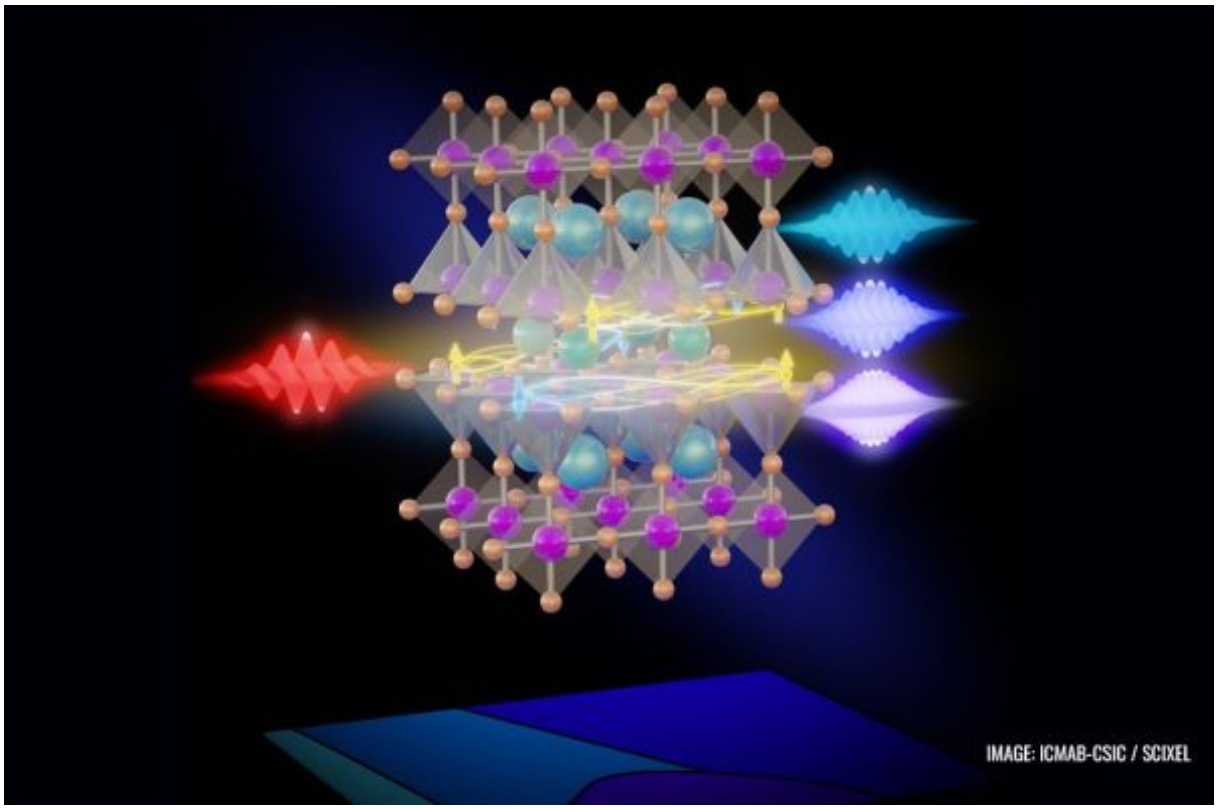


La espectroscopia de altos armonicos revela las transiciones de fase de los superconductores de alta temperatura

Investigadores del ICFO, el ICMAB-CSIC y el Guangdong Technion-Israel Institute of Technology han desarrollado una nueva metodologia para investigar y medir las transiciones de fase cuanticas de un superconductor de alta temperatura mediante la espectroscopia de altos armonicos.

September 27, 2022

Los superconductores son materiales capaces de conducir la electricidad sin ninguna resistencia. Este fenomeno se puede observar en materiales enfriados por debajo de la llamada temperatura de transicion de los superconductores, a menudo a temperaturas muy bajas (unos pocos grados por encima del 0 absoluto). Entre estos materiales se encuentran los llamados superconductores de alta temperatura que se comportan como superconductores a temperaturas superiores a 77K (el punto de ebullicion del nitrogeno liquido). Estos materiales estan demostrando ser esenciales en el desarrollo de nuevos

dispositivos electronicos y de procesado de la informacion, asi como de ordenadores cuanticos opticos e incluso para mejorar la eficiencia de las lineas de distribucion electrica. Sin embargo, se ha visto que la superconductividad a alta temperatura esta estrechamente ligada al control de su dinamica microscopica. Hasta ahora, la deteccion de las diferentes fases cuanticas microscopicas en estos materiales ha sido todo un reto. No solo los procesos fisicos de estos estados dinamicos siguen siendo incompletos debido a la amplia gama de estados cuanticos que presentan, sino que los metodos actuales utilizados para explorar estas dinamicas a escalas microscopicas carecen de sensibilidad suficiente. Por tanto, se necesitan nuevas herramientas para comprender mejor la evolucion dinamica de las fases de este tipo de superconductores.

Ahora, en un estudio internacional, los investigadores del ICFO Utso Bhattacharya, Ugaitz Elu, Tobias Grass, Piotr T. Grochowski, Themistoklis Sidiropoulos, Tobias Steinle e Igor Tyulnev, dirigidos por los profesores de ICREA Jens Biegert y Maciej Lewenstein, en colaboracion con los investigadores del ICMAB-CSIC, Jordi Alcala y Anna Palau, y Marcelo Ciappina, del Guangdong Technion-Israel Institute of Technology, proponen una nueva metodologia basada en el uso de la espectroscopia de altos armonicos (HHS por sus siglas en ingles) para investigar las transiciones entre las diferentes fases del YBCO, un material ceramico compuesto por oxidos de cobre, iodo y bario y que es un conocido superconductor de alta temperatura. Es la primera vez que se utiliza una metodologia de diagnostico y deteccion n lineal y no perturbadora para comprender el comportamiento de materiales correlacionados A la vista de los resultados experimentales obtenidos, los investigadores tambien han id mas alla y presentan un nuevo modelo teorico para identificar la conexion entre lo espectros opticos medidos y la transicion entre los diferentes estados cuanticos del YBCO metal extrano, i¿½pseudogapi¿½ y superconductor. El estudio se ha publicado reciente ente en la revista

NAS. En su experimento, los investigadores utilizaron peliculas ultradelgadas (de unos 100 m de espesor) de YBCO montadas sobre un micro refrigerador. Primero, caracterizaro las propiedades superconductoras de las peliculas de YBCO para confirmar la calidad d las muestras. A continuacion, utilizando pulsos ultracortos de laser infrarrojo, los autore del estudio indujeron la generacion de altos armonicos en las muestras del material, colo adas dentro de una camara de vacio y enfriadas a una temperatura de

77K. Los altos armonicos son los fotones de alta energia emitidos por los electrones de un si tema cuando este se coloca en un campo laser intenso. Estos fotones emitidos tiene una frecuencia muy superior a la del campo laser condu

tor. Los investigadores registraron la radiacion reflejada con un espectrografo para oder estudiar el espectro armonico, que contiene las huellas de esta respuesta optica no line l, y encontraron que esta relacionado con las transiciones de

ase. Al ver estos resultados experimentales en el laboratorio y ante la falta de una teori que pudiera explicar lo que se observaba en la practica, los investigadores desarrollar

n un nuevo modelo aproximado de Hubbard de campo fuerte para tratar de arrojar luz sob
e la relacion existente entre los altos armonicos medidos y la formacion de los llamados i¿
?pares de Cooperi¿½, es decir, los electrones emparejados responsables d
la fase superco
ductora. Al utilizar este nuevo modelo teorico, los espectros de altos armonicos c
lculados coincidieron con los datos experimentales. "El modelo reproduce fielmente
la forma funcional de los datos de las mediciones en todo el rango de temperaturas y pa
a varios ordenes de magnitud de amplitud armonica", escriben los autores en el articulo. E
te nuevo enfoque, segun senalan, ha permitido establecer una conexion teorica entre las med
ciones y la dinamica microscopica subyacente, proporcionando una "nueva y potente me
odologia para estudiar las transiciones de fase cuanticas" en materiales fuertemente correla
ionados. Por ultimo, el equipo destaca que su trabajo proporciona un "primer ejemplo n
tablei¿½ sobre como la espectroscopia de altos armonicos puede utilizarse para distinguir la
distintas fases correlacionadas de la materia. Tambien consideran que la investigaci
n marca el camino hacia una "comprension refinada de los procesos fisicos que ocurren de
tro de los superconductores de alta temperatura".