

Madrid, miércoles 31 de enero de 2024

## Un estudio logra un avance clave en física ultrarrápida al medir la huella de los electrones en cristales iluminados por láser

- El ICMM-CSIC participa en el proyecto internacional que, por primera vez, ha conseguido medir una fase del movimiento electrónico que permitirá controlar y crear nuevas propiedades cuánticas de los materiales
- Este trabajo se enmarca en el estudio de la física de attosegundos, una línea de investigación que ha valido el premio Nobel de Física 2023 a los científicos Pierre Agostini, Ferenc Krausz y Anne L'Huillier



El ICMM-CSIC ha aportado un código computacional propio que simula la interacción luz-materia sólida. / Pixabay

Científicos del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC) participan en una investigación internacional que ha logrado medir los caminos que siguen los electrones cuando son guiados por la luz en cristales. El trabajo acaba de publicarse en la [revista Nature](#) y abre una nueva rama en el estudio de las fases dinámicas y geométricas de los materiales, lo que a su vez posibilita una nueva perspectiva de los fenómenos topológicos impulsados por la luz y da pie a nuevos desarrollos en la física ultrarrápida de la materia condensada, un campo que estudia la materia en su fase sólida o líquida.

Impulsados por la luz, los electrones de un material acumulan información (codificada en ‘fases’) sobre los caminos que han seguido dentro del material. Estos caminos, que se asemejan a cordilleras, con valles y montañas, y se denominan bandas, determinan las propiedades del material y pueden ser modificados por la luz. Este trabajo permite conocer qué fase acumulan los electrones al moverse dentro del material y abre la puerta a medir los cambios en las propiedades de los materiales cuando son inducidos por la luz un trillón de veces más rápido que un segundo.

“Es importante saber cómo el láser modifica la estructura de las bandas para saber qué nuevas propiedades se pueden generar en el material y cómo modificarlas”, indica **Álvaro Jiménez**, investigador del ICMM-CSIC y uno de los autores del trabajo. Pero para saber esto es necesario tener un *medidor* que trabaje a la misma velocidad a la que ocurren esos cambios, que se están dando en la escala de los attosegundos ( $10^{-18}$  segundos). Para conseguirlo han usado una nueva técnica que se fundamenta en los estudios que han valido el Nobel de Física 2023 a Anne L’Huillier, Pierre Agostini y Ferenc Krausz.

Esta es la primera vez que se consigue medir este tipo de fase del movimiento electrónico en cristales guiados por la luz: “Nosotros mandamos luz a un material y ese material nos emite otra luz que nos da información del recorrido que los electrones han hecho por las diferentes bandas y, por lo tanto, cómo es ese material y sus propiedades”, describe **Rui Silva**, también científico en el ICMM-CSIC y autor del estudio. Estos haces de luz tienen un efecto muy potente sobre los electrones, que acaban explorando un mayor número de bandas y rangos energéticos, algo inaccesible a otras técnicas espectroscópicas.

El papel de estos dos investigadores en este trabajo se ha basado en la simulación teórica y numérica, con un código computacional propio, para explicar qué ocurre en el experimento. “La parte experimental mide la luz emitida en función de unos parámetros de láser y, a priori, no se sabe muy bien los fenómenos físicos que explican lo que ocurre. Para eso sirven nuestros cálculos”, ejemplifica Silva.

“Simulamos con condiciones controladas los experimentos para ver que lo que se ve en ellos es debido a cambios en la dinámica electrónica”, continúa Jiménez. Las operaciones se han realizado en el clúster computacional del Max-Born-Institut, en Berlín, y para cada uno de los cálculos se han requerido el equivalente a más de 10.000 horas de computación convencional.

“Esta técnica sirve para un rango muy amplio de materiales”, añade Jiménez. Silva, por su parte, destaca que el control de las propiedades con luz láser “abre infinitas posibilidades a estas escalas de tiempo, sobre todo para controlar propiedades cuánticas de los materiales, pero también para crear propiedades nuevas”.

A. J. Uzan-Narovlansky, L. Faeyrman, G. G. Brown, S. Shames, V. Narovlansky, J. Xaio, T. Arusi-Parpar, O. Kneller, B. D. Bruner, O. Smirnova, R. E.F. Silva, B. Yan, A. Jiménez-Galán, M. Ivanov, and N. Dudovich: **Observation of interband Berry phase in laser driven crystals**, *Nature*, DOI: [s41586-023-06828-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06828-5)

ICMM Comunicación/ CSIC Comunicación

[comunicacion@csic.es](mailto:comunicacion@csic.es)