



Madrid, viernes 23 de julio de 2021

Un estudio liderado por el CSIC propone una nueva teoría para explicar la transparencia de los óxidos metálicos

- Los electrones de los óxidos metálicos, debido a su gran masa al acoplarse con la red iónica del material, no pueden seguir el campo eléctrico de la luz y permiten su paso
- Los materiales transparentes y conductores se emplean en las pantallas táctiles de los móviles y en las placas solares para energía fotovoltaica



El científico del CSIC Mathieu Mirjolet trabaja en el equipo de deposición por láser pulsado del ICMAB. / ICMAB

Investigadores del [Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona](#) (ICMAB-CSIC), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), proponen una nueva teoría para explicar la transparencia de los óxidos metálicos, que se emplean en las pantallas táctiles de móviles y tabletas y en las placas utilizadas en la energía fotovoltaica. Los científicos señalan que la masa efectiva de los electrones en este tipo de materiales es grande debido a la formación de *polarones* o acoplamientos entre los electrones en movimiento y la red iónica del material, que se distorsiona a su alrededor. Estos electrones no pueden oscilar rápidamente siguiendo el campo eléctrico de la luz y la dejan pasar, en vez de reflejarla. Hasta el momento, la teoría aceptada para explicar dicha transparencia apuntaba a las interacciones entre los electrones mismos. El estudio se ha publicado en la revista [Advanced Science](#).

Los materiales, en general, son transparentes a la luz visible cuando los fotones de la luz no pueden ser absorbidos por el material y lo atraviesan sin ser interrumpidos por interacciones con los electrones. La presencia de cargas libres (electrones) es una característica fundamental en los metales, que son conductores por naturaleza. En estos materiales, los electrones, bajo la influencia del campo eléctrico de la luz, están forzados a oscilar e irradian luz en la misma frecuencia que la luz recibida. Esto se traduce en que los metales suelen brillar, porque reflejan la luz que les llega. Además, esto mismo hace que sean opacos, puesto que la luz no los atraviesa. En algunos materiales, los electrones son más pesados y no pueden seguir tan rápidamente las oscilaciones que provoca el campo eléctrico de la luz, y no la pueden reflejar, sino que la dejan pasar sin interactuar; el material es entonces transparente.

Búsqueda de alternativas

Las pantallas táctiles de los móviles y las tabletas están hechas de un material transparente y conductor. La mayoría son de óxido de indio y estaño (ITO, por sus siglas en inglés), un material que es semiconductor. Este material se aplica también en las placas solares, en los LEDs, en las pantallas de cristal líquido LCD u OLED, e incluso en los recubrimientos de los parabrisas de los aviones. Pero el indio es un metal muy escaso. De hecho, con la elevada producción de pantallas táctiles y la expansión de la energía fotovoltaica, se estima que se acabará antes de 2050. De ahí la importancia de encontrar sustitutos. Los investigadores del ICMAB-CSIC han estudiado el óxido de vanadio y estroncio. Y lo que han comprobado es que capas finas de este material metálico, sorprendentemente, son transparentes, algo que tendría que estar relacionado con una masa efectiva grande de los electrones libres grande.

“Pensamos que el aumento de la masa efectiva de los electrones se debe a su acoplamiento con la red cristalina. Los electrones del óxido de estroncio y vanadio y, en general, de los óxidos metálicos, se mueven en una matriz de iones (positivos y negativos). Esta red se deforma con el electrón en movimiento y esta distorsión se mueve con él. Sería como un electrón vestido con una distorsión de la red que se mueve a través del material. Dicho acoplamiento entre el electrón y la red se llama polarón y es más pesada que el electrón libre, así que la masa efectiva del electrón es mayor, lo

que explicaría la transparencia del material a la luz visible puesto que no puede seguir las oscilaciones del campo eléctrico de la luz y la deja pasar”, explica **Josep Fontcuberta**, investigador del CSIC en el ICMAB-CSIC y líder de este estudio.

Este nuevo modelo rompe con el paradigma establecido hasta el momento en el campo de la física de la materia condensada; se aceptaba que las interacciones coulombianas entre los electrones gobernaban las propiedades de los óxidos metálicos. En cambio, esta nueva teoría propone que la interacción entre los electrones y la red de iones tiene un papel crucial.

El estudio contiene un análisis completo y sin precedentes de algunas de las propiedades eléctricas y ópticas que quedan descritas con el escenario de los polarones. “En estudios anteriores se había visto que podía haber una relación, pero no se había analizado nunca en profundidad. Además, aparte de comprobar la teoría en el óxido de estroncio y vanadio, se ha analizado en otros óxidos metálicos y en algunos aislantes dopados, y se ha comprobado que las predicciones se cumplen”, explica **Fontcuberta**.

En el trabajo han participado investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela, la Universidad de Friburgo (Alemania) y la Universidad de Frankfurt (Alemania).

Mathieu Mirjolet, Francisco Rivadulla, Premysl Marsik, Vladislav Borisov, Roser Valentí y Josep Fontcuberta. **Electron–Phonon Coupling and Electron–Phonon Scattering in SrVO₃**. *Advanced Science*. DOI: [10.1002/advs.202004207](https://doi.org/10.1002/advs.202004207)

Anna May-ICMAB Comunicación / CSIC Comunicación