

Nanoluz que surca un material bidimensional

Un equipo internacional de investigadores, con participación española, ha descubierto luz confinada a escala nanométrica propagándose en determinadas direcciones de un material bidimensional: el trióxido de molibdeno. Además esta 'nanoluz' presenta un tiempo de vida excepcionalmente largo, lo que favorece su aplicación en el procesado de señales, la detección óptica y el control del calor en la nanoescala.

SINC

25/10/2018 12:29 CEST

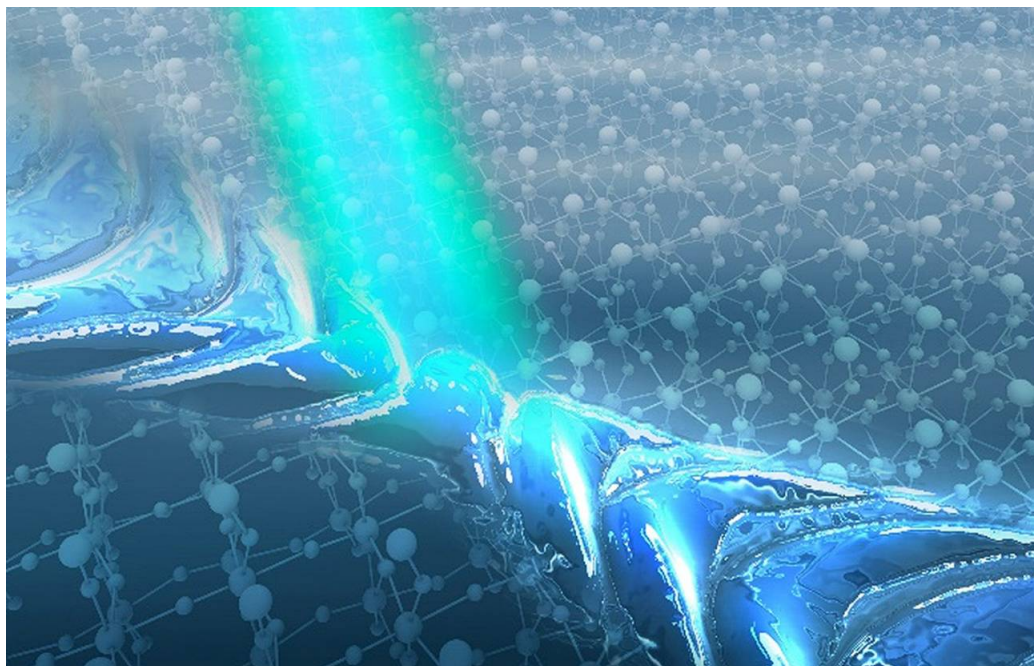


Ilustración de un haz láser (luz) incidiendo sobre una capa delgada de trióxido de molibdeno. La luz queda confinada en la superficie y se propaga a lo largo de una dirección específica. /

Shaojuan Li

El desarrollo de futuras tecnologías de la información y la comunicación depende de la manipulación de no sólo electrones, sino también de luz a escala nanométrica. Confinar la luz en tamaños tan pequeños ha sido un importante desafío en el campo de la nanofotónica durante años.

Una de las estrategias más exitosas consiste en el uso de **polaritones**, una 'nanoluz' constituida por ondas electromagnéticas que resultan del

acoplamiento entre luz y materia. Recientemente, se ha logrado un alto confinamiento de la luz mediante la excitación de polaritones a frecuencias en el infrarrojo en materiales bidimensionales como el grafeno y el nitruro de boro hexagonal.

Sin embargo, aunque se han descubierto propiedades polaritónicas extraordinarias en estos materiales, como la posibilidad de modificar eléctricamente las propiedades de polaritones en grafeno, siempre se ha observado que esta nanoluz se propaga a lo largo de todas las direcciones de la superficie del material disipando energía bastante rápido, lo que limita enormemente su potencial para aplicaciones.

Se han descubierto polaritones o 'nanoluz'
propagándose a lo largo de direcciones
específicas en el trióxido de molibdeno, un
material bidimensional natural

Los físicos teóricos han propuesto que los polaritones pueden propagarse únicamente a lo largo de direcciones específicas en la superficie de materiales bidimensionales, en los que las propiedades electrónicas y estructurales varían con la dirección.

En este caso, la velocidad y la longitud de onda de los polaritones dependen en gran medida de la dirección en la que se propagan. Esta propiedad puede conducir a nanoluz altamente direccional en forma de rayos confinados en la nanoescala, que podrían encontrar futuras aplicaciones en los campos de la detección, el control de calor o incluso la computación cuántica.

Ahora, un equipo internacional liderado por Qiaoliang Bao (profesor asociado de la Universidad Monash en Melbourne, Australia), Pablo Alonso-González (investigador de la Universidad de Oviedo) y Rainer Hillenbrand (profesor de Investigación Ikerbasque del CIC nanoGUNE en San Sebastián) ha descubierto **polaritones ultraconfinados a frecuencias en el infrarrojo que se propagan solo a lo largo de direcciones específicas en un material bidimensional** natural, el trióxido de molibdeno ($\alpha\text{-MoO}_3$). El trabajo se publica esta semana en la revista [*Nature*](#).

Un material excepcional para la nanofotónica en el infrarrojo

"Nuestro hallazgo augura que el α - MoO_3 se convertirá en un excepcional material para el desarrollo de la nanofotónica en el infrarrojo", dice Bao. "Fue increíble descubrir los polaritones en α - MoO_3 viajando sólo en ciertas direcciones", destaca Weiliang Ma, estudiante de posgrado en la Universidad de Soochow (China) y coautor del artículo.

"Hasta ahora, la propagación direccional de polaritones se había observado solamente en materiales estructurados artificialmente, donde el confinamiento último del polariton es mucho más difícil de lograr que en los materiales naturales", agrega la investigadora Shaojuan Li, de la misma universidad china.

Además de su propagación direccional, el estudio también reveló que los polaritones en α - MoO_3 pueden tener un tiempo de vida extraordinariamente largo. "La luz en α - MoO_3 parece tomar una autopista en la nanoescala; viaja a lo largo de ciertas direcciones casi sin obstáculos", dice Alonso-González, que añade: "Nuestras mediciones muestran que los polaritones en α - MoO_3 viven hasta 20 picosegundos, es decir, **40 veces más que el tiempo de vida de los polaritones en grafeno de alta calidad** a temperatura ambiente".

El estudio también revela que los polaritones en el trióxido de molibdeno pueden tener un tiempo de vida extraordinariamente largo

Debido a que la longitud de onda de los polaritones (nanoluz) es mucho más pequeña que la de la luz en el espacio libre, las y los investigadores tuvieron que usar para sus medidas un microscopio especial, llamado microscopio óptico de campo cercano.

"El establecimiento de esta técnica coincide perfectamente con el surgimiento de nuevos materiales bidimensionales, lo que ha permitido obtener imágenes de una variedad de polaritones únicos e incluso inesperados durante los últimos años", señala Hillenbrand.

Para una mejor comprensión de los resultados experimentales, las y los investigadores **desarrollaron una teoría que les permitió extraer la relación entre el momento y la energía de los polaritones** en el trióxido de molibdeno.

"Nos hemos dado cuenta de que la nanoluz en $\alpha\text{-MoO}_3$ puede comportarse de manera 'hiperbólica', lo que hace que la energía y los frentes de onda se propaguen en diferentes direcciones a lo largo de la superficie, lo que puede resultar en efectos ópticos exóticos (como, por ejemplo, refracción negativa o el efecto de 'superlente')", dice Alexey Nikitin, investigador asociado Ikerbasque en el Centro Internacional de Física de Donostia (DIPC).

Nikitin ha desarrollado la parte teórica del estudio en colaboración con Javier Taboada-Gutiérrez y Javier Martín-Sánchez, estudiante de doctorado e investigador postdoctoral Clarín, respectivamente, en el grupo de Pablo Alonso-González, todos coautores del trabajo.

Según los autores, los hallazgos experimentales reportados en este trabajo representan sólo el comienzo de una serie de estudios centrados en el control y la manipulación direccional de la luz en la nanoescala, que podrían **impulsar el desarrollo de dispositivos nanofotónicos más eficientes para la detección óptica, el procesamiento de señales** y el control del calor en la nanoescala.

Referencia bibliográfica:

Weiliang Ma, Pablo Alonso-González, Shaojuan Li, Alexey Y. Nikitin, Jian Yuan, Javier Martín-Sánchez, Javier Taboada-Gutiérrez, Iban Amenabar, Peining Li, Saül Vélez, Christopher Tollan, Zhigao Dai, Yupeng Zhang, Sharath Sriram, Kourosh Kalantar-Zadeh, Shuit-Tong Lee, Rainer Hillenbrand & Qiaoliang Bao, "In-plane anisotropic and ultra-low-loss polaritons in a natural van der Waals crystal". *Nature*, DOI: 10.1038/s41586-018-0618-9.

Derechos: **Creative Commons**

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)