



Investigadores del ICFO simplifican el estudio de los materiales van der Waals

Investigadores del ICFO han presentado en npj Nanophotonics un metodo empirico para caracterizar opticamente diminutas escamas exfoliadas de materiales van der Waals. Este enfoque alternativo es accesible y sencillo de implementar en la practica. La propuesta podria, por tanto, acelerar el descubrimiento de materiales y facilitar el diseno de muchas tecnologias fonicas y optoelectronicas que involucran materiales de baja dimension, incluyendo aquellas para la deteccion molecular, la espectroscopia infrarroja, y las tecnologias energeticas y de gestion termica.

March 31, 2026

Los materiales van der Waals (vdW) de baja dimension (estructuras en capas unidas entre si por fuerzas de van der Waals debiles) se encuentran a la vanguardia de la investigacion

científica en fotonica, ciencia de materiales, electronica, espintronica y otros campos, principalmente debido a los fenomenos altamente inusuales que estas interacciones de van der Waals pueden provocar. En particular, en frecuencias infrarrojas, los científicos han descubierto varios efectos intrigantes, como la refraccion anomala, donde la luz viaja hacia atras al refractarse.

Estos fenomenos se originan a partir de los polaritones de fonon: ondas hibridas de luz y materia que se forman cuando un foton (una vibracion cuantizada de la luz) y un fonon (una vibracion cuantizada de la red atomica) se acoplan entre si.

Los investigadores que estudian estos polaritones de fonon deben enfrentarse a una limitacion experimental. Por un lado, la calidad mas alta de los materiales vdW se logra mediante exfoliacion mecanica, un proceso que produce pequenas escamas de solo unas pocas decenas de micrometros en dimensiones laterales. Por otro lado, los polaritones de fonon ocurren en frecuencias del infrarrojo medio, y los haces de luz dentro de este rango de frecuencias cubren un area grande al interactuar con una muestra, superando con creces las dimensiones de las escamas. En consecuencia, un haz de infrarrojo medio ilumina no solo la escama sino tambien una parte sustancial de sus alrededores, oscureciendo las características específicas del material y dificultando significativamente su caracterización optica con metodos convencionales (por ejemplo, elipsometria espectroscopica).

Para superar este inconveniente, tipicamente se ha necesitado instrumentacion costosa, incluyendo laseres sintonizables y configuraciones de nanoimagen de campo cercano, que son altamente sensibles al entorno externo y pueden derivar en datos de mala calidad.

Ademas, los enfoques anteriores debian complementarse con un extenso modelado

numerico. Ahora, investigadores del ICFO, el **Dr. Mitradeep Sarkar**, el **Dr. Michael T. Enders**, el **Dr. Mehrdad Shokooh-Saremi**, **Evgenia Klironomou**, el **Dr. Hanan H. Sheinfux**, el **Prof.**

ICREA Frank Koppens, dirigidos por la **Prof. Georgia Papadakis**, junto con el Istituto Italiano di Tecnologia y el National Institute for Materials Science (Tsukuba, Japon), han introducido un **metodo sencillo y accesible para sondear polaritones de fonon en pequenas escamas de materiales vdW**.

La tecnica propuesta, publicada recientemente en npj Nanophotonics, mide la frecuencia de la luz reflejada por la muestra y, a partir de ello, calcula su funcion dielectrica. Esta describe como la luz se propaga a traves de un material, se refleja en el o es absorbida por el y, en consecuencia, es sensible a los polaritones de fonon.

Para validar su metodo, los investigadores eligieron dos materiales vdW ampliamente utilizados: hBN y α -MoO₃. Mediante exfoliacion mecanica, crearon multiples escamas de diversos espesores, cuyos espectros de reflectancia se midieron utilizando una tecnica convencional llamada espectromicroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier de campo lejano. Mediante esta **instrumentacion de laboratorio estandar**, el equipo pudo determinar con precision la funcion dielectrica, dando lugar a un metodo significativamente **mas accesible y facil de implementar** en comparacion con enfoques anteriores.

"Con los materiales que albergan polaritones de fonon, podemos lograr un fuerte confinamiento y manipulacion de la luz a nanoescala, lo cual es importante para la nanofotonica infrarroja, la deteccion y la espectroscopia", explica la Prof. Georgia Papadakis del ICFO, investigadora principal del estudio. "La ventaja de nuestro enfoque reside en su simplicidad, haciendo que la caracterizacion de materiales de baja dimension sea accesible en la mayoria de los laboratorios que poseen un microscopio y un espectrometro, en lugar de una costosa instrumentacion de nanoimagen. Esto podria, a su vez, **acelerar el descubrimiento de nuevos materiales**".

Referencia:

Sarkar, M., Enders, M.T., Shokooh-Saremi, M. et al. Far-field extraction of the dielectric function of exfoliated flakes near phonon resonances. npj Nanophoton. 3, 11 (2026). DOI: <https://doi.org/10.1038/s44310-026-00106-8>

Agradecimientos:

This work has been supported in part by la Caixa Foundation (ID 100010434), the Spanish MICINN (PID2021-125441OA-I00, PID2020-112625GB-I00, and CEX2019-000910-S), the European Union (fellowship LCF/BQ/PI21/11830019 under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 847648), Generalitat de Catalunya (2021 SGR 01443), Fundacio Cellex, and Fundacio Mir-Puig and the European Union (CATHERINA, 101168064). M.T.E. acknowledges support from MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (PRE2020-094401) and FSE "El FSE invierte en tu futuro". K.W. and T.T. acknowledge support from the JSPS KAKENHI (Grant Numbers 21H05233 and 23H02052), the CREST (JPMJCR24A5), JST and World Premier International Research Center Initiative (WPI), MEXT, Japan.

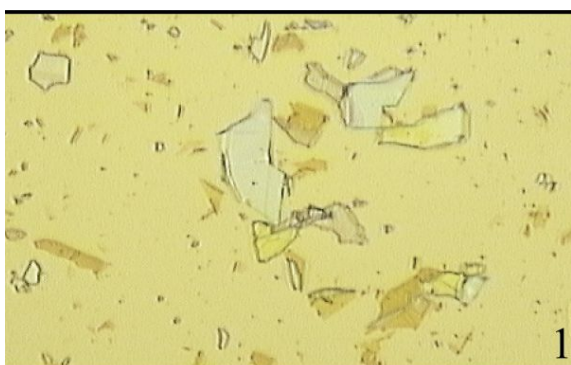


Imagen microscopica de escamas exfoliadas de hBN encima de un sustrato de oro. Fuente: npj Nanophotonics.