



Investigadors de l'ICFO simplifiquen l'estudi dels materials van der Waals

Investigadors de l'ICFO han presentat a npj Nanophotonics un mètode empíric per caracteritzar òpticament diminutes escates exfoliades de materials van der Waals. Aquest enfocament alternatiu és accessible i senzill d'implementar a la pràctica. La proposta podria, per tant, accelerar el descobriment de materials i facilitar el disseny de tecnologies fòniques i optoelectròniques que involucren materials de baixa dimensió, incloent-hi aquelles per a la detecció molecular, l'espectroscòpia infraroja, i les tecnologies energètiques i de gestió tèrmica.

March 31, 2026

Els materials van der Waals (vdW) de baixa dimensió (estructures en capes unides entre si a través de forces de van der Waals febles) es troben a l'avantguarda de la recerca científica en fònica, ciència de materials, electrònica, espintrònica i altres camps, principalment degut als fenòmens altament inusuals que aquestes interaccions de van der Waals poden provocar. En particular, en freqüències infraroges, els científics han descobert diversos efectes

intrigants, com la refracció anòmla, on la llum viatja cap enrere en refractar-se

Aquests fenòmens s'originen a partir dels polaritons de fonó: ones híbrides de llum i matèria que es formen quan un fotó (una vibració quantitzada de la llum) i un fonó (una vibració quantitzada de la xarxa atòmica) s'acoblen entre si

Els investigadors que estudien aquests polaritons de fonó han d'enfrontar-se a una limitació experimental. D'una banda, la qualitat més alta dels materials vdW s'aconsegueix mitjançant exfoliació mecànica, un procés que produeix petites escates de només unes poques desenes de micròmetres en dimensions laterals. D'altra banda, els polaritons de fonó ocorren a freqüències de l'infraroig mitjà, i els feixos de llum dins d'aquest rang de freqüència es cobreixen una àrea gran en interactuar amb una mostra, superant amb escreix les dimensions de les escates. En conseqüència, un feix d'infraroig mitjà il·lumina no només l'escata sinó també una part substancial del seu entorn, enfosquint les característiques específiques del material i dificultant significativament la seva caracterització òptica amb mètodes convencionals (per exemple, el·lipsometria espectroscòpica). Per superar aquest inconvenient, típicament ha calgut instrumentació costosa, incloent-hi làsers ajustables i configuracions de nanoimatge de camp proper, que són almenys sensibles a l'entorn extern i poden derivar en dades de mala qualitat. A més, els enfocaments anteriors havien de complementar-se amb un extens modelatge numèric. Ara, investigadors de l'ICFO, **Mitradheep Sarkar**, el **Dr. Michael T. Enders**, el **Dr. Mehrdad Shokooh-Saremi**, l'**Evgenia Klironomou**, el **Dr. Hanan H. Sheinfux**, el **Prof. ICREA Frank Koppens**, dirigits per la **Prof. Georgia Papadakis**, juntament amb l'Istituto Italiano di Tecnologia i el National Institute for Materials Science (Tsukuba, Japo), han introduït un **mètode senzill i accessible per investigar els polaritons de fonó en petites escates de materials vdW**.

La tècnica proposada, publicada recentment a npj Nanophotonics, mesura la freqüència de la llum reflectida per la mostra i, a partir d'això, calcula la seva funció dielèctrica. Aquest descriu com la llum es propaga a través d'un material, es reflecteix o es absorbeix per ell i, en conseqüència, és sensible als polaritons de fonó

. Per validar el seu mètode, els investigadors van triar dos materials vdW àmpliament utilitzats: hBN i α -MoO₃. Mitjançant exfoliació mecànica, van crear múltiples escates de diverses gruixes, els espectres de reflectància de les quals es van mesurar fent servir una tècnica convencional anomenada espectromicroscòpia d'infraroig per transformada de Fourier de camp llunyà. Mitjançant aquest **instrumentació de laboratori estàndard**, l'equip va poder determinar amb precisió la funció dielèctrica, donant lloc a un mètode significativament **més accessible i fàcil d'implementar** en comparació amb enfocaments anteriors.

"Amb els materials que contenen polaritons de fonó, podem aconseguir un fort confinament i manipulació de la llum a nanoescala, la qual cosa és important per a la nanofotònica infraroja, la detecció i l'espectroscòpia", explica la Prof. Georgia Papadakis de l'ICFO, investigadora principal de l'estudi. "El nostre enfocament té l'avantatge de ser molt simple, fet que resulta en una caracterització de materials de baixa dimensió accessible per aquells laboratoris que

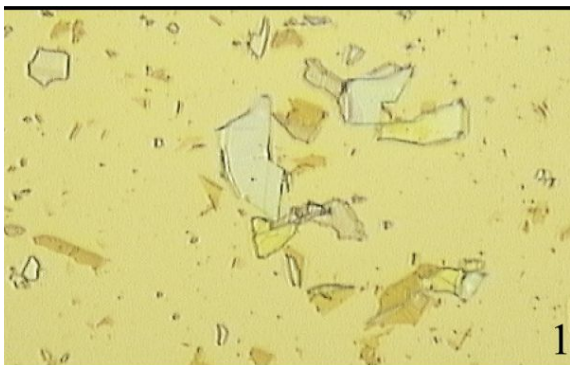
tinguin un microscopi i un espectrometre, en lloc d'una costosa instrumentació de nanoimatge. Això podria, al seu torn, **accelerar el descobriment de nous materials**".

Referència:

Sarkar, M., Enders, M.T., Shokoh-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>

Agraïments:

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), Fundació Cellex, and Fundació 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.



Imatge microscòpica d'escates exfoliades d'hBN sobre un substrat d'or. Font: npj Nanophotonics.