

Laminas de plata mas finas, respuesta no lineal mas intensa

Investigadores de la Universidad de Viena, la Universidad del Pais Vasco y el ICFO han presentado una nueva estrategia para potenciar las respuestas opticas no lineales en dos estudios, uno publicado en Nature Communications y el otro en Advanced Materials. Los investigadores usaron laminas de plata de grosor atomico en lugar de materiales voluminosos, y las disenaron lateralmente para lograr una mejora adicional.

October 29, 2026

Los procesos no lineales son omnipresentes en la investigacion cientifica actual. Sin ellos no podriamos generar determinadas frecuencias laser ni pares de fotones entrelazados, por ejemplo. Tradicionalmente, los cientificos y cientificas han empleado materiales voluminosos como medios no lineales, de modo que la luz pudiera interactuar extensamente con ellos y generar una respuesta no lineal lo bastante intensa. Sin embargo, esto va en contra de los esfuerzos actuales por fabricar dispositivos fotonicos miniaturizados e integrados en chip. Ahora, investigadores de la Universidad de Viena y la Universidad del Pais Vasco, junto con el

Dr. Saad Abdullah, el **Dr. Andrew P. Weber**, el **Dr. Alvaro Rodriguez Echarri**, el **Dr. Fadil Iyikanat**, el **Dr. Vahagn Mkhitaryan** y el **Prof. ICREA F. Javier Garcia de Abajo de ICFO**, **han usado una plataforma de plata de grosor atomico para producir una fuerte respuesta no lineal.**

Primero, en un articulo publicado en Nature Communications, aprovecharon las propiedades internas de las laminas de plata ultrafinas. El equipo investigador coloco peliculas de plata ultrafinas, monocristalinas y crecidas epitaxialmente, sobre obleas de silicio, y las ilumino con pulsos laser de infrarrojo medio. Esto genero armonicos de segundo orden, un proceso no lineal en el que la luz de una determinada frecuencia se convierte en luz del doble de esa frecuencia. Entonces descubrieron que, aunque en general una menor cantidad de material da lugar a senales no lineales mas debiles, **cuanto mas finas eran las laminas, mas intensa resultaba la senal del segundo armonico.**

La razon de este comportamiento contraintuitivo reside en el fenomeno del confinamiento cuantico. En los metales voluminosos, los electrones pueden adquirir cualquier energia dentro de unas bandas de energia continuas. Pero en las capas ultrafinas, que se situan en la frontera entre los materiales voluminosos y los bidimensionales, estas energias se cuantizan, aproximandose a los niveles de energia discretos y desigualmente espaciados que existen en un atomo. A medida que la pelicula se hace mas fina, estos niveles se separan cada vez mas y de forma mas desigual, lo que a su vez favorece la respuesta no lineal y aumenta la eficiencia de la generacion del segundo armonico.

Posteriormente, en un estudio publicado en Advanced Materials, el equipo **estructuro lateralmente estas laminas en matrices periodicas de nanocintas y nanotriangulos**. Gracias a estos nanopatrones, los electrones de conduccion oscilan de forma colectiva en respuesta a la luz incidente, formando los denominados plasmones. Para determinadas combinaciones de nanoestructuras y longitudes de onda de la luz incidente, estos plasmones quedan confinados en volumenes nanometricos, lo que, tal como mostraron los investigadores, aumenta la senal no lineal al generar segundos armonicos mas intensos.

i¿½Hemos combinado dos mecanismos de confinamiento distintos en una misma platafor a de plata de grosor atomicoi¿½, afirma el Dr. Saad Abdullah, primer autor del articulo. i ?½De este modo, hemos demostrado que es posible obtener una funcionalidad no ineal significativa a partir de estructuras de apenas unos pocos nanometros de grosor, o que resulta atractivo para dispositivos opticos no lineales altamente compactos y para f turos sistemas fotonicos integrados en chipi¿½. Estos dispositivos podrian encontrar apli aciones en la deteccion biologica, la optica ultrarrapida, la ciencia de materiales y las tec ologias cu

---

El estudio se ha llevado a cabo en colaboracion con el Max-Born-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V., el instituto NWO AMOLF, el Centro de Fisica de Materiales CSIC/UPV-EHU-Materials Physics Center y el Donostia International Physics Center (DIPC).?

Referencia:

Jenke, P.K., Abdullah, S., Weber, A.P. et al. Few-atom-thick silver films for enhance nanoscale nonlinear optics.Nat Commun **17**, 8214 (2026). DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-026-74804-4

S. Abdullah, P. K. Jenke, A. P. Weber, et al. Plasmon-Enhanced Second-Harmonic Generatio in Atomically Thin Crystalline Silver Nanostructures.Advanced Materials (2026): e75217. DOI: https://doi.org/10.1002/adma.75217

Agradecimientos:

This project has received funding from the European Union (HORIZON Europe Research and Innovation Program, EPIQUE, No 101135288), and the European Research Council (Advanced Grant 101141220-QUEFES). This research was also funded in whole or in part by the Austrian Science Fund (FWF)[10.55776/COE1] (Quantum Science Austria), [10.55776/F71] (BeyondC) and [10.55776/FG5] (Research Group 5). For open access purposes, the author has applied a CC BY public copyright license to any author accepted manuscript version arising from this submission. Funding was also received from the Spanish MICINN (PID2024-157421NB-I00 and Severo Ochoa CEX2019-000910-S), and the Catalan AGAUR (Grant No. 2024 FI-2 00052) and CERCA Programs. A.P.W, F.S. and J.E.O. acknowledge support from the Basque Government (Grant IT-2133-26). P.W. acknowledges financial support from the Air Force Office of Scientific Research under award number FA9550-21-1-0355 (Q-Trust) and FA8655-23-1-7063 (TIQI), as well as the Austrian Federal Ministry of Labor and Economy, the National Foundation for Research, Technology and Development and the Christian Doppler Research Association. P.K.J. acknowledges support from the University of Vienna via the Vienna Doctoral School.

This work has been supported in part by the European Research Council (101141220-QUEFES), the European Commission (101135288-EPIQUE), the Spanish MICIU (PID2024-157421NB-I00 and Severo Ochoa CEX2024-001490-S), the CERCA program, the Basque Government (IT2133-26), and the Austrian Science Fund (10.55776/COE1, 10.55776/F71, and 10.55776/FG5).