



Científicos analizan la dinámica ultrarrápida de superficies de nanoestructuras con luz intensa y plasmas de electrones

Un equipo internacional de investigadores establece el marco teórico para entender y controlar la generación de radiación de luz en el rango de los terahercios en las proximidades de una superficie metálica.

August 07, 2023

La radiación de luz en el rango de los terahercios (THz), una región del espectro electromagnético que se encuentra entre la luz de microondas y la luz infrarroja, ha atraído una atención significativa a científicos debido a sus múltiples aplicaciones, especialmente aquellas relacionadas con el control y la manipulación de materiales nanoestructurados. Su increíble potencial para tecnologías de espectroscopia, detección, imagen o comunicación lo ha catapultado como una herramienta potencial para comprender las interacciones luz-materia porque tiene la capacidad de penetrar a través de materiales que

son ópticamente opacos y estudiar su interior gracias a su gran sensibilidad a la composición química.

Sin embargo, la generación eficiente de luz en los THz sigue siendo un desafío, y más aún cuando se quiere utilizar para fuentes a nanoescala y fenómenos ultrarrápidos. Los métodos actuales utilizados para crear esta luz intensa en este rango se basan en fenómenos ópticos no lineales que utilizan cristales no lineales que son, de hecho, muy ineficientes.

En un estudio reciente publicado en **Nanoscale Advances**, y seleccionado para aparecer en la portada de la revista, los investigadores del ICFO **Eduardo Dias** y el **Prof. ICREA del ICFO Javier Garcia de Abajo**, en colaboración con investigadores de la Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Universidad de Ginebra, El Instituto de Tecnología de Israel y la Universidad de Milán-Bicocca han desarrollado una teoría microscópica integral para entender y describir las características espaciales, temporales y espectrales de la generación de campos intensos de luz en el rango de terahercios (THz) en una superficie metálica mediante el uso de plasmas de electrones inducidos a través de pulsos de láser.

El plasma de electrones ha demostrado ser una fuente alternativa muy útil para la generación de luz THz. Se pueden extraer iluminando fuentes láser muy intensas sobre superficies metálicas, lo que crea una nube de electrones o plasma electrónico que se caracteriza por su denso volumen. La dinámica de estos electrones, ya sea que permanezcan en la vecindad del metal y luego sean reabsorbidos por el mismo o escapen de su superficie, es lo que ayuda a comprender la naturaleza estructural de las superficies de estos materiales.

Los investigadores llevaron a cabo un análisis teórico exhaustivo de la dinámica espacio-temporal del plasma de electrones creado a partir de la iluminación de una fuente de pulsos de láser en el infrarrojo ($L = 800$ nm) sobre una superficie metálica en forma de cuna. Estudiaron y presentaron un marco teórico en particular que mostraba cómo se generaba el plasma de electrones debido a la iluminación del pulso láser sobre la superficie metálica y cómo, en diferentes condiciones, este plasma evolucionaba y se comportaba. La evolución y el comportamiento del plasma fueron monitoreados por una sonda de electrones que analizó la dinámica del plasma de electrones y la generación de la radiación de luz THz. Tomaron pulsos de haz de electrones, definieron diferentes escenarios de trayectorias para el electrón y para cada escenario, estudiaron la interacción del electrón con el plasma para trayectorias que dependían del ángulo de aproximación a la superficie metálica y la distancia a la misma. Los resultados obtenidos de este estudio permiten nuevos enfoques y conocimientos sobre la generación y la dinámica de plasmas de electrones en la proximidad de superficies metálicas, y permite avances en aplicaciones importantes como detección, espectroscopia, obtención de imágenes y, en particular, para comprender y describir dinámicas ultrarrápidas sistemas complejos a la nanoescala, mediante el uso de microscopios electrónicos ultrarrápidos.