



Científics analitzen la dinàmica ultraràpida de superfícies de nanoestructures amb llum intensa i plasmes d'electrons

Un equip internacional d'investigadors estableix el marc teòric per entendre i controlar la generació de radiació de llum al rang dels terahercis a les proximitats d'una superfície metàl·lica.

August 07, 2023

La radiació de llum al rang dels terahercis (THz), una regió de l'espectre electromagnètic que es troba entre la llum de microones i la llum infraroja, ha atret una atenció significativa a científics a causa de les seves múltiples aplicacions, especialment aquelles relacionades amb el control i la manipulació de materials nanoestructurats.

El seu potencial increïble per a tecnologies d'espectroscòpia, detecció, obtenció d'imatge o comunicació l'ha catapultat com una eina potencial per comprendre les interaccions llum-materia perquè té la capacitat de penetrar a través de materials que són òpticament opacs i estudiar-ne l'interior gràcies a la seva gran sensibilitat a la composició química.

No obstant això, la generació eficient de llum en els THz continua sent un repte, i més encara quan es vol utilitzar per a fonts a nanoescala i fenòmens ultraràpids. Els mètodes actuals utilitzats per crear aquesta llum intensa en aquest rang es basen en fenòmens òptics no lineals que utilitzen cristalls no lineals que són, de fet, molt ineficients.

En un estudi recent publicat a **Nanoscale Advances**, i seleccionat per aparèixer a la portada de la revista, els investigadors de l'ICFO **Eduardo Dias** i el **Prof. ICREA de l'ICFO Javier Garcia de Abajo**, en col·laboració amb investigadors de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Universitat de Ginebra, l'Institut de Tecnologia d'Israel i la Universitat de Milà-Bicocca, han desenvolupat una teoria microscòpica integral per entendre i descriure les característiques espacials, temporals i espectrals de la generació de camps intensos de llum al rang de terahertz (THz) en una superfície metàl·lica mitjançant l'ús de plasmes d'electrons induïts mitjançant polsos de làser.

El plasma d'electrons ha demostrat ser una font alternativa molt útil per a la generació de llum THz. Es poden extreure il·luminants fonts làser molt intenses sobre superfícies metàl·liques, cosa que crea un núvol d'electrons o plasma electrònic que es caracteritza pel seu petit volum. La dinàmica d'aquests electrons, ja sigui que romanguin al veïnatge de la superfície i després siguin reabsorbits o escapin de la seva superfície, és el que ajuda a comprendre la naturalesa estructural de les superfícies d'aquests materials.

Els investigadors van dur a terme un anàlisi teòric exhaustiu de la dinàmica espai-temporal del plasma d'electrons creat a partir de la il·luminació d'una font de polsos de làser al rang de l'infraroig ($L = 800$ nm) sobre una superfície metàl·lica, que tenia una forma de falç. Van estudiar i presentar un marc teòric en particular que mostrava com es generava el plasma d'electrons degut a la il·luminació del feix làser sobre la superfície metàl·lica i com, en diferents condicions, aquest plasma evolucionava i es comportava. L'evolució i el comportament del plasma van ser monitoritzats per una sonda d'electrons que va analitzar la dinàmica del plasma d'electrons i la generació de la radiació de llum THz. Van prendre polsos d'un feix d'electrons, van definir diferents escenaris de trajectòries per a l'electro i per a cada escenari, van estudiar la interacció de l'electro amb el plasma per a trajectòries que depenien de l'angle d'aproximació a la superfície metàl·lica i la distància a la mateixa. Els resultats obtinguts d'aquest estudi permeten nous enfocaments i coneixements sobre la generació i la dinàmica de plasmes d'electrons a la proximitat de superfícies metàl·liques, i permet avenços en aplicacions importants com ara detecció, espectroscòpia, obtenció d'imatges i, en particular, per comprendre i descriure dinàmiques ultraràpides i sistemes complexos a la nanoescala, mitjançant l'ús de microscòpis electrònics ultraràpids.