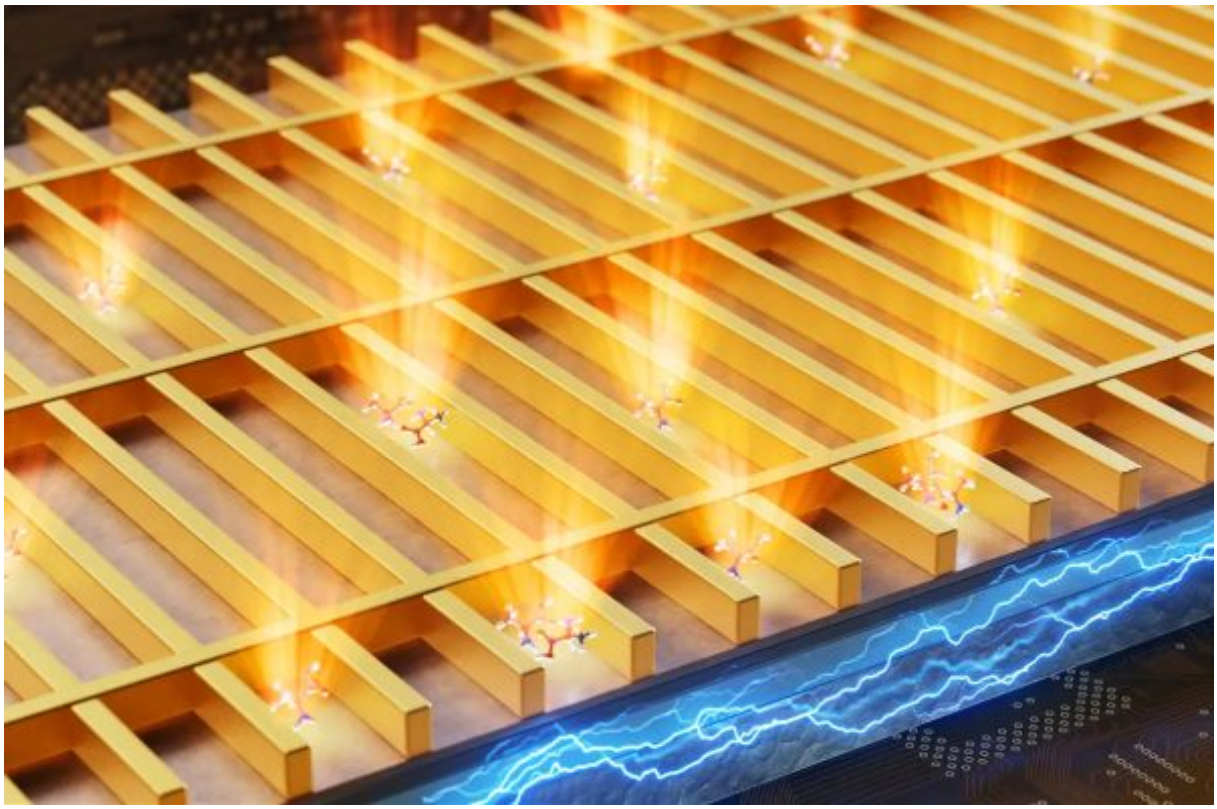


Cientifics de la EPFL construeixen el primer biosensor autoil·luminat

Enginyers han aprofitat la fisica quantica per a detectar la presencia de biomolecules sense necessitat d'una font de llum externa, superant un dels majors obstacles a l'hora d'utilitzar biosensors optics en entorns d'atencio medica i monitoratge ambiental.

June 26, 2025

Els biosensors optics utilitzen ones de llum com a sonda per a detectar molecules i son essencials per al diagnostic medic precis, la medicina personalitzada i el monitoratge ambiental. El seu rendiment millora drasticament si poden enfocar ones de llum a escala nanometrica (prou petita com per detectar proteines o aminoacids, per exemple) mitjancant estructures nanofotoniques que concentren la llum en la superficie d'un xip diminut. No obstant aixo, la generacio i deteccio de llum per part d'aquests biosensors nanofotonics requereix equips voluminosos i costosos que limiten considerablement el seu us en diagnostics rapids o en centres d'atencio immediata.

Llavors, com es crea un biosensor basat en llum sense una font de llum externa? La resposta

es: amb fisica quantica. Aprofitant un fenomen quantic anomenat efecte tunel inelastic d'electrons, investigadors del Laboratori de Sistemes Bionanofotonics de l'Escola Politecnica Federal de Lausana (EPFL) han creat un biosensor que nomes requereix un flux constant d'electrons -en forma de voltatge electric aplicat- per a il·luminar i detectar molecule simultaniament

i¿½Si considerem que un electro es comporta com una ona, en lloc d'una particula, aque ta ona te una baixa probabilitat de travessar una barrera aillant extremadament prima men re emet un foto de llum. El que hem fet es crear una nanoestructura que forma part d'aque ta barrera aillant i, alhora, augmenta la probabilitat d'emissio de llumi¿½, explica l'investi ador del Laboratori de Sistemes Bionanofotonics, en Mijail Mash

Deteccio d'una billonessima de gram

En resum, la nanoestructura que va dissenyar l'equip crea les condicions ideals perque un electro, en ascendir a traves d'ella, creui una barrera d'oxid d'alumini i arribi a una capa ultrafina d'or. En el proces, l'electro transfereix part de la seva energia a una excitacio col·lectiva anomenada plasmo, que emet un foto. Aquest disseny garanteix que la intensitat l'espectre d'aquesta llum canviin en resposta al contacte amb biomolecules, la qual cos resulta en un metode potent per a la deteccio extremadament sensible, en temps real i sens marcadors

i¿½Les proves van demostrar que nostre biosensor autoil·luminat pot detectar aminoaci s i polimers en concentracions de picograms (una billonesima part d'un gram), rivalitzant amb els sensors mes avancats disponibles actualmenti¿½, afirma Hatice Altug, directo a del Laboratori de Sistemes Bionanofot

nics. El treball s'ha publicat a Nature Photonics en col·laboracio amb la ETH de Zuric, la Universita de Yonsei (Corea) i el**Professor ICREA i del ICFO Javier Garcia de Abajo**. Segons el professor: "En eliminar la necessitat de llum externa, hem fet un pas solid cap a la integracio de dispositius plasmonics".

Una metasuperficie de doble proposit

La innovacio de l'equip rau en la doble funcionalitat que han desbloquejat: la capa d'or de la seva nanoestructura es una metasuperficie, cosa que significa que presenta propietats especials que creen les condicions necessaries per a la tunelitzacio quantica i tambe que controlen l'emissio de llum resultant. Aquest control es possible gracies a la disposicio de la metasuperficie en una malla de nanofils d'or, que actuen com ?nanoantenes' que concentren la llum en els volums nanometrics necessaris per a detectar biomolecules de manera eficient. i¿½L'efecte tunel inelastic d'electrons es un proces de molt baixa probabilitat, pero si s produeix de manera uniforme sobre una area molt extensa, es poden recol·lectar suficie ts fotons. Aqui es on hem centrat la nostra optimitzacio, cosa que ha resultat ser una n va estrategia molt prometedora per a la biodeteccioi¿½, afirma Jihye Lee, primera auto

a de l'article i exinvestigadora del Laboratori de Sistemes Bionanofotonics, ara enginy
ra a Samsung Electro
ics. A mes de ser compacta i sensible, la plataforma quantica de l'equip, fabricada en el Centre de micronanotecnologia de la EPFL, es escalable i compatible amb els metodes de fabricacio de sensors. Es requereix menys d'un mil·limetre quadrat d'area activa per a la deteccio, l
qual cosa crea una possibilitat interessant per als biosensors portatils, a diferencia de le
configuracions de sobretaula actuals
i¿½El nostre treball ofereix un sensor totalment integrat que combina la generacio i detec
io de llum en un sol xip. Amb possibles aplicacions que abasten des del diagnostic immed
at fins a la deteccio de contaminants ambientals, aquesta tecnologia representa una n
va frontera en els sistemes de deteccio d'alt rendimenti¿½, resumeix Ivan Sinev, investigado
del Laboratori de Sistemes Bionanofoto

Referencia:

Jihye Lee, et. al., Plasmonic biosensor enabled by resonant quantum tunneling, Nature Photonics (2025).

El contingut d'aquesta noticia ha estat creat per la EPFL.