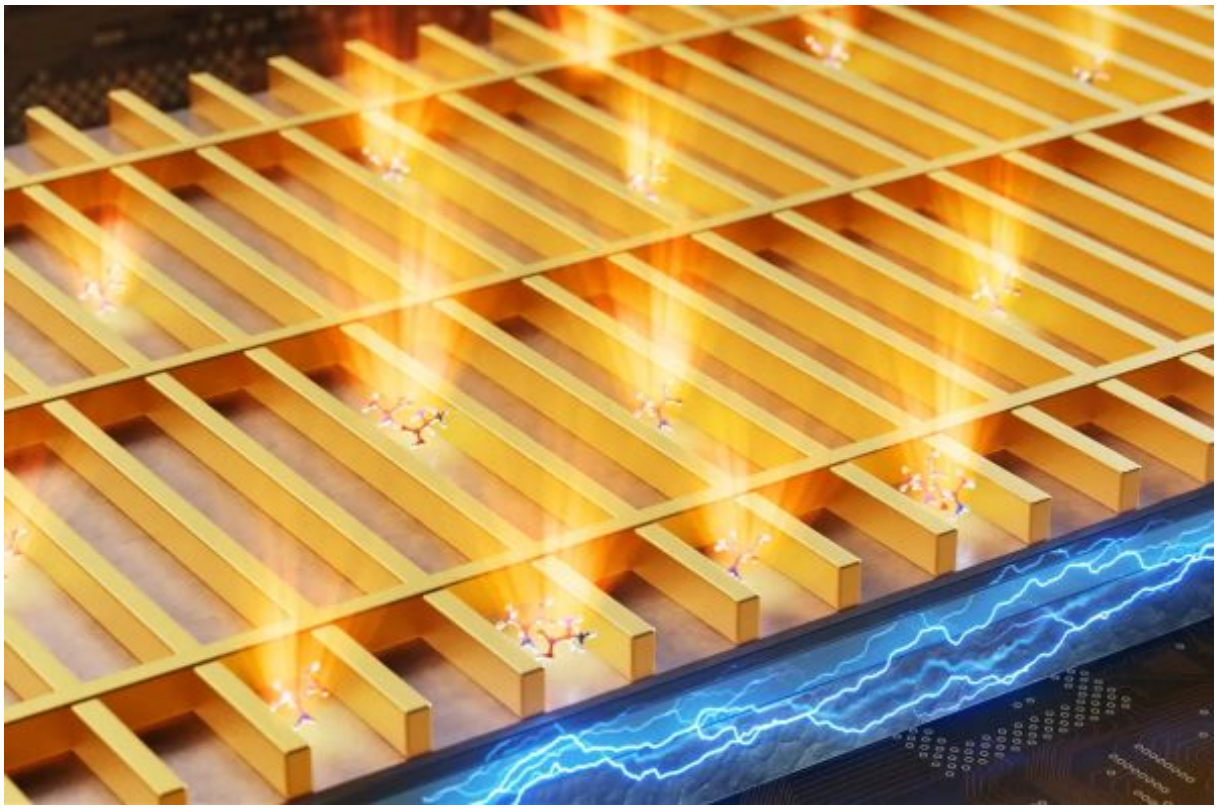


Cientificos de la EPFL construyen el primer biosensor autoiluminado

Ingenieros han aprovechado la fisica cuantica para detectar la presencia de biomoleculas sin necesidad de una fuente de luz externa, superando una de las mayores trabas a la hora de usar biosensores opticos en entornos de atencion medica y monitoreo ambiental.

June 26, 2025

Los biosensores opticos utilizan ondas de luz como sonda para detectar moleculas y son esenciales para el diagnostico medico preciso, la medicina personalizada y la monitorizacion ambiental. Su rendimiento mejora drasticamente si pueden enfocar ondas de luz a escala nanometrica (suficientemente pequenas para detectar proteinas o aminoacidos, por ejemplo) mediante estructuras nanofotonicas que concentran la luz en la superficie de un chip diminuto. Sin embargo, la generacion y deteccion de luz para estos biosensores nanofotonicos requiere equipos voluminosos y costosos que limitan considerablemente su uso en diagnosticos rapidos o en centros de atencion inmediata.

Entonces, ¿como se crea un biosensor basado en luz sin una fuente de luz externa? L

respuesta es: con fisica cuantica. Aprovechando un fenomeno cuantico llamado efecto tune inelastico de electrones, investigadores del Laboratorio de Sistemas Bionanofotonicos de la Escuela Politecnica Federal de Lausana (EPFL) han creado un biosensor que solo requiere un flujo constante de electrones -en forma de voltaje electrico aplicado- para iluminar y detectar moleculas simultaneamente.

i¿½Si consideramos que un electron se comporta como una onda, en lugar de una particul , esa onda tiene una baja probabilidad de atravesar una barrera aislante extremadamen e delgada mientras emite un foton de luz. Lo que hemos hecho es crear una nanoestructu a que forma parte de esta barrera aislante y, a la vez, aumenta la probabilidad de emision e luzi¿½, explica el investigador del Laboratorio de Sistemas Bionanofotonicos, Mijail Masha

Deteccion de una billonesima de gramo

En resumen, la nanoestructura que diseno el equipo crea las condiciones ideales para que un electron, al ascender a traves de ella, cruce una barrera de oxido de aluminio y llegue a una capa ultrafina de oro. En el proceso, el electron transfiere parte de su energia a una excitacion colectiva llamada plasmon, que emite un foton. Este diseno garantiza que la intensidad y el espectro de esta luz cambien en respuesta al contacto con biomoleculas, lo que resulta en un metodo potente para la deteccion extremadamente sensible, en tiempo real y sin marcadores.

i¿½Las pruebas demostraron que nuestro biosensor autoiluminado puede detect r aminoacidos y polimeros en concentraciones de picogramos (una billonesima parte de n gramo), rivalizando con los sensores mas avanzados disponibles actualmentei¿½, af rma Hatice Altug, directora del Laboratorio de Sistemas Bionanofotoni os. El trabajo se ha publicado en Nature Photonics en colaboracion con la ETH de Zurich, la Universidad de Yonsei (Corea) y el **Profesor ICREA y del ICFO Javier Garcia de Abajo**. Segun el profesor: "Este es un paso solido hacia la integracion de dispositivos plasmonicos al eliminar la necesidad de luz externa".

Una metasuperficie de doble proposito

La innovacion del equipo se basa en una doble funcionalidad: la capa de oro de su nanoestructura es una metasuperficie, lo que significa que presenta propiedades especiales que crean las condiciones para la tunelizacion cuantica y tambien controlan la emision de luz resultante. Este control es posible gracias a la disposicion de la metasuperficie en una malla de nanohilos de oro, que actuan como ?nanoantenas' que concentran la luz en los volumenes nanometricos necesarios para detectar biomoleculas de manera eficiente.

i¿½El efecto tunel inelastico de electrones es un proceso de muy baja probabilidad, pero si e produce de manera uniforme sobre un area muy extensa, se pueden recolectar suficient s fotones. Aqui es donde hemos centrado nuestra optimizacion, y ha resultado ser una nue a estrategia muy prometedora para la biodeteccioni¿½, afirma Jihye Lee, primera autora

del articulo y exinvestigadora del Laboratorio de Sistemas Bionanofotonicos, ahora ingenier en Samsung Electron
cs. Ademas de ser compacta y sensible, la plataforma cuantica del equipo, fabricada en el Centro de MicroNanoTecnologia de la EPFL, es escalable y compatible con los metodos de fabricacion de sensores. Se requiere menos de un milimetro cuadrado de area activa para la deteccion, lo que crea una interesante posibilidad para los biosensores portatiles, a diferencia de las configuraciones de sobremesa actuales.
i¿½Nuestro trabajo ofrece un sensor totalmente integrado que combina la generacion y deteccion de luz en un solo chip. Con posibles aplicaciones que abarcan desde l diagnostico inmediato hasta la deteccion de contaminantes ambientales, esta tecnolog a representa una nueva frontera en los sistemas de deteccion de alto rendimientoi¿½, re ume Ivan Sinev, investigador del Laboratorio de Sistemas Bionanofotoni

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

El contenido de esta noticia fue creado por la EPFL