

Image not found

Científicos de la EPFL construyen el primer biosensor autoiluminado

Ingenieros han aprovechado la física cuántica para detectar la presencia de biomoléculas sin necesidad de una fuente de luz externa, superando una de las mayores trabas a la hora de usar biosensores ópticos en entornos de atención médica y monitoreo ambiental.

June 26, 2025

Los biosensores ópticos utilizan ondas de luz como sonda para detectar moléculas y son esenciales para el diagnóstico médico preciso, la medicina personalizada y la monitorización ambiental. Su rendimiento mejora drásticamente si pueden enfocar ondas de luz a escala nanométrica (suficientemente pequeñas para detectar proteínas o aminoácidos, por ejemplo) mediante estructuras nanofónicas que concentran la luz en la superficie de un chip diminuto. Sin embargo, la generación y detección de luz para estos biosensores nanofónicos requiere equipos voluminosos y costosos que limitan considerablemente su uso en diagnósticos rápidos o en centros de atención inmediata.

Entonces, ¿cómo se crea un biosensor basado en luz sin una fuente de luz externa? La respuesta es: con física cuántica. Aprovechando un fenómeno cuántico llamado efecto túnel inelástico de electrones, investigadores del [Laboratorio de Sistemas Bionanofónicos](#) de la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL) han creado un biosensor que solo requiere un flujo constante de electrones -en forma de voltaje eléctrico aplicado- para iluminar y detectar moléculas simultáneamente.

Si consideramos que un electrón se comporta como una onda, en lugar de una partícula, esa onda tiene una baja probabilidad de atravesar una barrera aislante extremadamente delgada mientras emite un fotón de luz. Lo que hemos hecho es crear una nanoestructura que forma parte de esta barrera aislante y, a la vez, aumenta la probabilidad de emisión de luz. Explica el investigador del Laboratorio de Sistemas Bionanofónicos, Mijail Masha

Detección de una billonésima de gramo

En resumen, la nanoestructura que diseñó el equipo crea las condiciones ideales para que un electrón, al ascender a través de ella, cruce una barrera de óxido de aluminio y llegue a una capa ultrafina de oro. En el proceso, el electrón transfiere parte de su energía a una excitación colectiva llamada plasmon, que emite un fotón. Este diseño garantiza que la

intensidad y el espectro de esta luz cambian en respuesta al contacto con biomoléculas, lo que resulta en un método potente para la detección extremadamente sensible, en tiempo real y sin marcadores.

Las pruebas demostraron que nuestro biosensor autoiluminado puede detectar aminoácidos y polímeros en concentraciones de picogramos (una billonésima parte de un gramo), rivalizando con los sensores más avanzados disponibles actualmente. afirma Hatice Altug, directora del Laboratorio de Sistemas Bionanofotónicos. El trabajo se ha publicado en [Nature Photonics](#) en colaboración con la ETH de Zurich, la Universidad de Yonsei (Corea) y el **Profesor ICREA y del ICFO Javier García de Abajo**. Según el profesor: "Este es un paso sólido hacia la integración de dispositivos plasmónicos para eliminar la necesidad de luz externa".

Una metasuperficie de doble propósito

La innovación 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 tunelización cuántica y también controlan la emisión de luz resultante. Este control es posible gracias a la disposición de la metasuperficie en una malla de nanohilos de oro, que actúan como 'nanoantenas' que concentran la luz en los volúmenes nanométricos necesarios para detectar biomoléculas de manera eficiente.

El efecto túnel inelástico de electrones es un proceso de muy baja probabilidad, pero si se produce de manera uniforme sobre un área muy extensa, se pueden recolectar suficientes fotones. Aquí es donde hemos centrado nuestra optimización, y ha resultado ser una nueva estrategia muy prometedora para la biodetección, afirma Jihye Lee, primera autora del artículo y exinvestigadora del Laboratorio de Sistemas Bionanofotónicos, ahora ingeniera en Samsung Electron

cs. Además de ser compacta y sensible, la plataforma cuántica del equipo, fabricada en el [Centro de MicroNanoTecnología](#) de la EPFL, es escalable y compatible con los métodos de fabricación de sensores. Se requiere menos de un milímetro cuadrado de área activa para la detección, lo que crea una interesante posibilidad para los biosensores portátiles, a diferencia de las configuraciones de sobremesa actuales.

Nuestro trabajo ofrece un sensor totalmente integrado que combina la generación y detección de luz en un solo chip. Con posibles aplicaciones que abarcan desde el diagnóstico inmediato hasta la detección de contaminantes ambientales, esta tecnología representa una nueva frontera en los sistemas de detección de alto rendimiento, resume Ivan Sinev, investigador del Laboratorio de Sistemas Bionanofotónicos

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