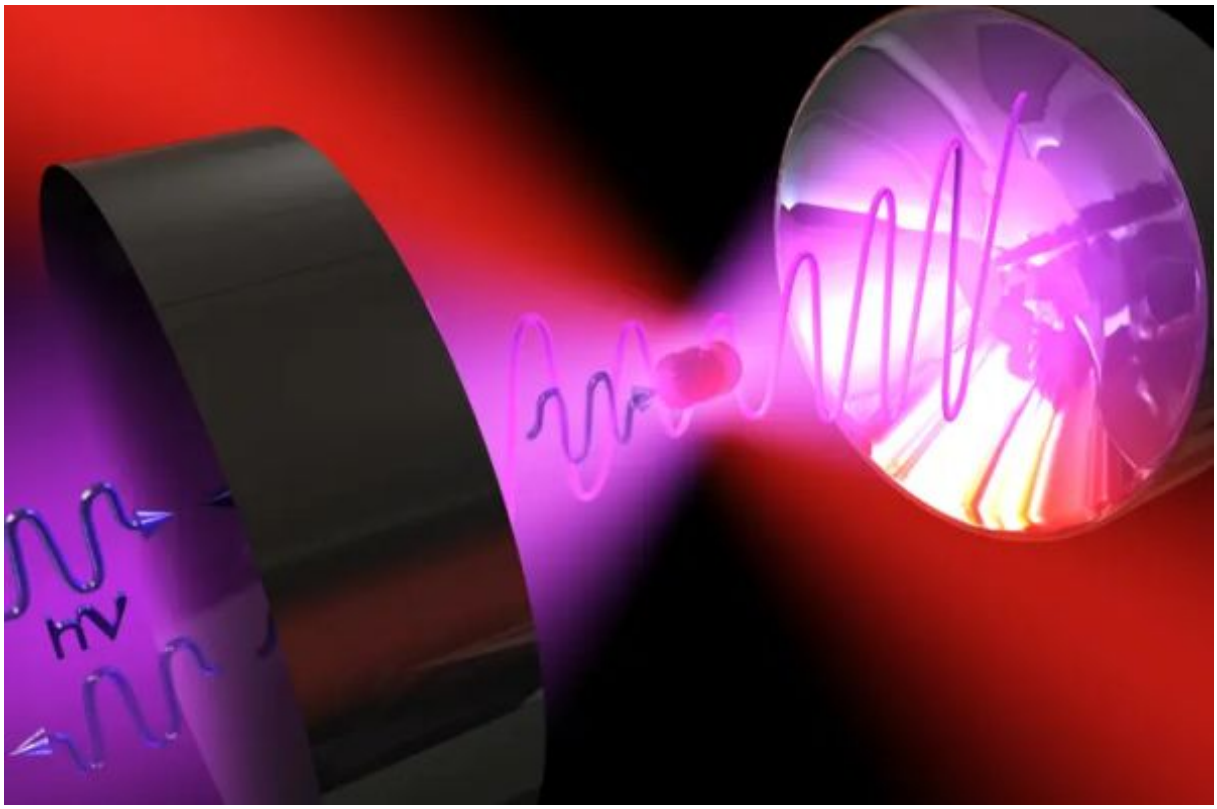

El New Journal of Physics destaca contribuciones clave del ICFO a la ciencia cuantica

El New Journal of Physics ha destacado dos articulos donde investigadores del ICFO participaron entre los diez articulos mas significativos sobre fisica cuantica publicados en la revista desde su creacion.

February 18, 2025

Hace cien anos, se presentaron dos formalismos para la mecanica cuantica. Uno, basado en matrices, fue desarrollado por Werner Heisenberg, Max Born y Pascual Jordan; el otro, basado en una ecuacion diferencial, por Erwin Schrodinger. Estos enfoques dieron lugar a la mecanica cuantica matricial y ondulatoria, respectivamente, sentando las bases matematicas de la incipiente disciplina. Por ello, las Naciones Unidas han designado el ano 2025 como el Ano Internacional de la Ciencia Cuantica. Para conmemorar este evento, el New Journal of Physics (NJP) ha presentado una coleccion de diez articulos destacados sobre fisica cuantica publicados en la revista desde su fundacion, entre los que se incluyen dos contribuciones

significativas del ICFO.

Estableciendo la optomecanica levitada como una nueva area de investigacion

El NJP destaco un articulo de 2010 escrito por el **Prof. ICREA Dr. Oriol Romero-Isart**, quien en ese momento era investigador en el Instituto Max Planck de Optica Cuantica y actualmente es Director del ICFO; el **Dr. Mathieu L. Juan** y el **Prof. ICREA Dr. Romain Quidant**, ambos investigadores del ICFO en aquel momento; y el **Prof. Dr. J. Ignacio Cirac** del Instituto Max Planck de Optica Cuantica. En el articulo, los autores propusieron aplicar tecnicas de control y enfriamiento optico cuantico a objetos levitados en el vacio. Esta idea abrio la puerta a trasladar el movimiento de objetos macroscopicos-normalmente gobernados por la fisica clasica-al regimen cuantico.

Los investigadores sugirieron levitar una nanoparticula dielectrica mediante pinzas opticas dentro de una cavidad optica y enfriarla a traves de la tecnica conocida como enfriamiento por efecto de banda lateral (sideband cooling). Ellos predijeron que estos sistemas podrian alcanzar el nivel de energia mas bajo posible, conocido como el estado fundamental cuantico de movimiento. Una vez en este estado, propusieron varios metodos para colocar la nanoparticula macroscopica en una superposicion cuantica de diferentes niveles de energia. En 2010, nadie habia logrado enfriar una nanoparticula levitada hasta su estado fundamental. Y, aun asi, este logro se consideraba un paso clave hacia el uso de nanoparticulas levitadas, las cuales contienen miles de millones de atomos, en experimentos cuanticos.

Finalmente, en 2021, el grupo del Prof. Dr. Markus Aspelmeyer, estrecho colaborador de Romero-Isart, logro transformar la propuesta teorica en realidad experimental. Habiendo logrado enfriar una nanoparticula levitada hasta el estado fundamental cuantico de movimiento, ya se pueden realizar estudios fundamentales de la mecanica cuantica y, en concreto, se puede explorar el limite entre el mundo clasico y cuantico. Actualmente, estan investigando esta frontera en un proyecto financiado con una ERC Synergy Grant, coordinado por Romero-Isart en el ICFO. ¡¿½Dado que nuestra propuesta es aplicable a objetos dielectricos, tambien sugerimos que, en principio, los mismos metodos podri n aplicarse a microorganismosi¿½, recuerda el Prof. Dr. Oriol Romero-Isart, autor principal del articulo teorico seleccionado por el NJP. Sin embargo, la superposicion cuantic de microorganismos sigue siendo un desafio sin resol

r. El articulo de 2010 aparecio el mismo dia que otro estudio independiente del Prof. Dr. Dar ick Chang del ICFO y sus colaboradores. **Ambos son considerados trabajos pioneros que ayudaron a establecer la optomecanica levitada**-el estudio y control de nano- y micro-objetos levitados en el vacio-**como una** rama reconocida de la fisica. Desde entonces, el campo de la optomecanica levitada ha conducido a diversas aplicaciones, incluyendo sensores mejorados de aceleracion y fuerza, asi como a estudios de fisica de muchos cuerpos. A nivel fundamental, el campo sigue estrechamente vinculado a la fisica cuantica: al llevar un objeto

mesoscopico de miles de millones de atomos del regimen clasico al cuantico, la optomecanica levitada busca abordar preguntas fundamentales sobre la naturaleza de la mecanica cuantica a gran escala y su interaccion con la gravedad.

Hoja de ruta de las tecnologias cuanticas

El NJP tambien selecciono un articulo de 2018: una hoja de ruta de las tecnologias cuanticas desde una perspectiva europea, en la que participaron los Profesores ICREA del ICFO, el **Dr. Antonio Acin** y el **Dr. Maciej Lewenstein**. El articulo resumia el estado, los logros y los desafios de las tecnologias cuanticas-comunicacion, computacion, simulacion y sensado-y dos areas transversales: teoria y software cuantico, y control cuantico.

La hoja de ruta ha servido como una guia valiosa para el desarrollo de tecnologias cuanticas. Siete anos despues, a pesar de algunos desafios persistentes, los avances en comunicacion, computacion, simulacion y sensores cuanticos han sido realmente notables. Asimismo, un siglo despues del nacimiento de la fisica cuantica, tecnologias que Heisenberg y Schrodinger no podrian haber imaginado estan a punto de impulsar innovaciones profundas, pudiendo transformar tanto la investigacion fundamental como sus aplicaciones en el mundo real en los proximos anos.

Referencias:

Oriol Romero-Isart et al 2010 New J. Phys. 12 033015. DOI 10.1088/1367-2630/12/3/033015

Antonio Acin et al 2018 New J. Phys. 20 080201. DOI 10.1088/1367-2630/aad1ea

Collection of NJP:
https://iopscience.iop.org/journal/1367-2630/page/internation-year-of-quantum-sci-technol-2025