



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 optomecánica levitada como una nueva área de investigación

El NJP destacó un artículo de 2010 escrito por el **Prof. ICREA Dr. Oriol Romero-Isart**, quien en ese momento era investigador en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica 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 Óptica Cuántica. En el artículo, los autores propusieron aplicar técnicas de control y enfriamiento óptico cuántico a objetos levitados en el vacío. Esta idea abrió la puerta a trasladar el movimiento de objetos macroscópicos-normalmente gobernados por la física clásica-al régimen cuántico.

Los investigadores sugirieron levitar una nanopartícula [dielectrica](#) mediante pinzas ópticas dentro de una cavidad óptica y enfriarla a través de la técnica conocida como enfriamiento por efecto de banda lateral (sideband cooling). Ellos predijeron que estos sistemas podrían alcanzar el nivel de energía más bajo posible, conocido como el estado fundamental cuántico de movimiento. Una vez en este estado, propusieron varios métodos para colocar la nanopartícula macroscópica en una superposición cuántica de diferentes niveles de energía. En 2010, nadie había logrado enfriar una nanopartícula levitada hasta su estado fundamental. Y, aun así, este logro se consideraba un paso clave hacia el uso de nanopartículas levitadas, las cuales contienen miles de millones de átomos, en experimentos cuánticos.

Finalmente, en 2021, el grupo del Prof. Dr. Markus Aspelmeyer, estrecho colaborador de Romero-Isart, logró transformar la propuesta teórica en realidad experimental. Habiendo logrado enfriar una nanopartícula levitada hasta el estado fundamental cuántico de movimiento, ya se pueden realizar estudios fundamentales de la mecánica cuántica y, en concreto, se puede explorar el límite entre el mundo clásico y cuántico. Actualmente, están investigando esta frontera en un proyecto financiado con una [ERC Synergy Grant](#), [coordinado por Romero-Isart en el ICFO](#). ¿Dado que nuestra propuesta es aplicable a objetos dieléctricos, también sugerimos que, en principio, los mismos métodos podrían aplicarse a microorganismos? recuerda el Prof. Dr. Oriol Romero-Isart, autor principal del artículo teórico seleccionado por el NJP. Sin embargo, la superposición cuántica de microorganismos sigue siendo un desafío sin resolver.

r. El artículo de 2010 apareció el mismo día que otro estudio independiente del Prof. Dr. Darick Chang del ICFO y sus colaboradores. **Ambos son considerados trabajos pioneros que ayudaron a establecer la optomecánica levitada**-el estudio y control de nano- y micro-objetos levitados en el vacío-**como una [rama reconocida de la física](#)**. Desde entonces, el campo de la optomecánica levitada ha conducido a diversas aplicaciones, incluyendo sensores mejorados de aceleración y fuerza, así como a estudios de física de muchos cuerpos. A nivel fundamental, el campo sigue estrechamente vinculado a la física cuántica: 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>