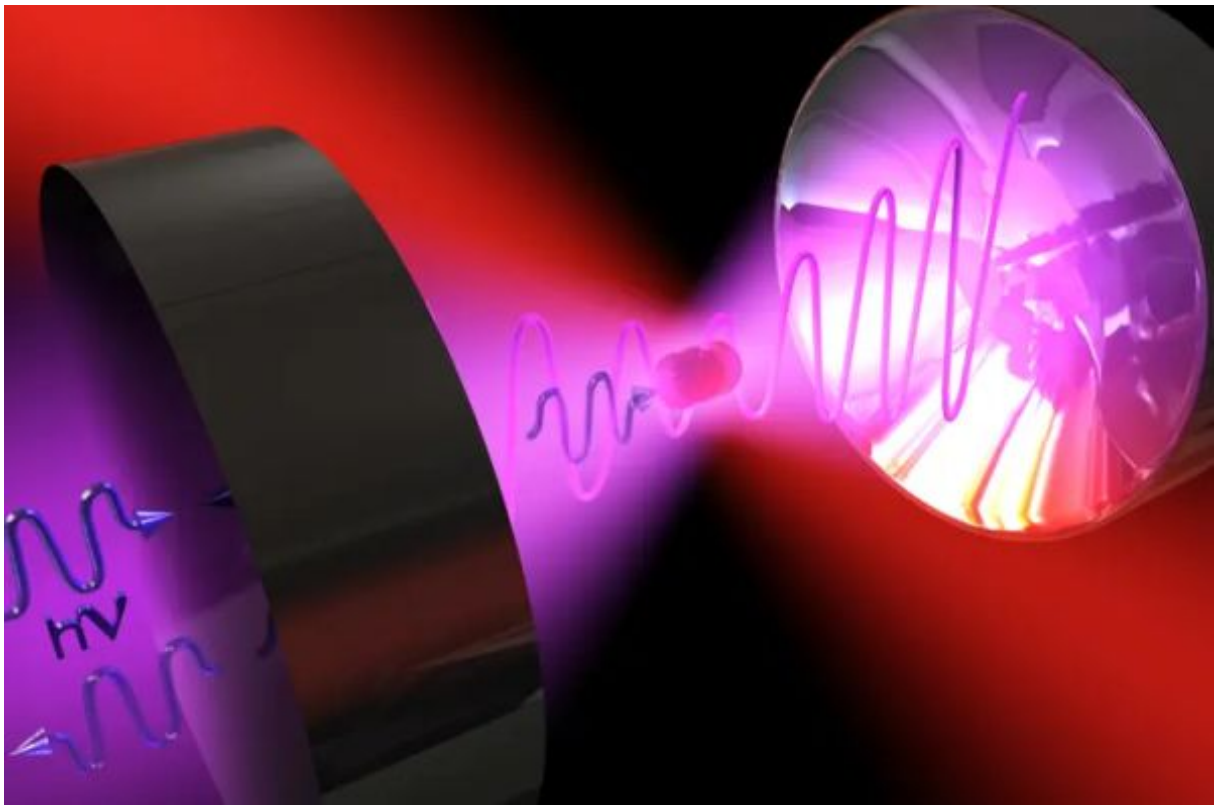

El New Journal of Physics destaca contribucions clau de l'ICFO a la ciencia quantica

El New Journal of Physics ha destacat dos articles on van participar investigadors de l'ICFO entre els deu articles mes significatius sobre fisica quantica publicats a la revista des de la seva creacio.

February 18, 2025

Fa cent anys es van presentar dos formalismes per a la mecanica quantica. Un, basat en matrius, va ser desenvolupat per Werner Heisenberg, Max Born i Pascual Jordan; l'altre, basat en una equacio diferencial, per Erwin Schrodinger. Aquests enfocaments van donar lloc a la mecanica quantica matricial i ondulatoria, respectivament, establint les bases matematiques de la incipient disciplina. Per aquest motiu, les Nacions Unides han designat l'any 2025 com l'Any Internacional de la Ciencia Quantica. Per commemorar aquest esdeveniment, el New Journal of Physics (NJP) ha presentat una col·leccio de deu articles destacats sobre fisic quantica publicats a la revista des de la seva fundacio, entre els quals s'inclouen due

contribucions significatives de l'ICFO

Establint l'optomecanica levitada com una nova area de recerca

El NJP va destacar un article del 2010 escrit pel **Prof. ICREA Dr. Oriol Romero-Isart**, que en aquell moment era investigador a l'Institut Max Planck d'Optica Quantica i actualment es director de l'ICFO; el **Dr. Mathieu L. Juan** i el **Prof. ICREA Dr. Romain Quidant**, tots dos investigadors de l'ICFO en aquell moment; i el **Prof. Dr. J. Ignacio Cirac** de l'Institut Max Planck d'Optica Quantica. En l'article, els autors van proposar aplicar tecniques de control i refrigeracio optica quantica a objectes levitats en el buit. Aquesta idea va obrir la porta a traslladar el moviment d'objectes macroscopics-normalment governats per la fisica classica-al regim quantic.

Els investigadors van suggerir levitar una nanoparticula dielectrica mitjancant pinces optiques dins d'una cavitat optica i refredar-la a traves de la tecnica coneguda com a refrigeracio per efecte de banda lateral (sideband cooling). Ells van predir que aquests sistemes podrien assolir el nivell d'energia mes baix possible, conegut com l'estat fonamental quantic de moviment. Un cop en aquest estat, van proposar diversos metodes per situar la nanoparticula macroscopica en una superposicio quantica de diferents nivells d'energia. L'any 2010, ningu no havia aconseguit refredar una nanoparticula levitada fins al seu estat fonamental. I, amb tot, aquest assoliment es considerava un pas clau cap a l'us de nanoparticules levitades, les quals contenen milers de milions d'atoms, en experiments quantics.

Finalment, el 2021, el grup del Prof. Dr. Markus Aspelmeyer, estret col·laborador d Romero-Isart, va aconseguir transformar la proposta teorica en realitat experimental. Haven aconseguit refredar una nanoparticula levitada fins a l'estat fonamental quantic de moviment ja es poden dur a terme estudis fonamentals de la mecanica quantica i, en concret, es po explorar el limit entre el mon classic i el quantic. Actualment, estan investigant aquest frontera en un projecte financat amb unaERC Synergy Grant, coordinat per Romero-Isart a l'ICFO. i¿½Ates que la nostra proposta es aplicable a objectes dielectrics, tambe vam sugger r que, en principi, els mateixos metodes podrien aplicar-se a microorganismesi¿½, record el Prof. Dr. Oriol Romero-Isart, autor principal de l'article teoric seleccionat pel NJP. No obs ant aixo, la superposicio quantica de microorganismes continua essent un repte sense resol re. L'article del 2010 va apareixer el mateix dia que un altre estudi independent del Prof. Dr. Darrick Chang de l'ICFO i els seus col·laboradors. **Tots dos son considerats treballs pioners que van ajudar a establir l'optomecanica levitada**-l'estudi i control de nano- i micro-objectes levitats en el buit-**com una branca reconeguda de la fisica**. Des de llavors, el camp de l'optomecanica levitada ha conduit a diverses aplicacions, incloent sensors millorats d'acceleracio i forca, aixi com a estudis de fisica de molts cossos. A nivell fonamental, el camp continua estretament vinculat a la fisica quantica: en portar un objecte mesoscopic de milers de milions d'atoms del regim classic al quantic, l'optomecanica levitada busca abordar

preguntes fonamentals sobre la naturalesa de la mecanica quantica a gran escala i la seva interaccio amb la gravetat.

Full de ruta de les tecnologies quantiques

El NJP tambe va seleccionar un article del 2018: un full de ruta de les tecnologies quantiques des d'una perspectiva europea, en que van participar els Professors ICREA de l'ICFO, el **Dr. Antonio Acin** i el **Dr. Maciej Lewenstein**. L'article resumia l'estat, els assoliments i els desafiaments de les tecnologies quantiques-comunicacio, computacio, simulacio i sensors-i de dues arees transversals: teoria i programari quantic, i control quantic.

El full de ruta ha servit com una guia valuosa per al desenvolupament de tecnologies quantiques. Set anys despres, malgrat alguns desafiaments persistents, els avencos en comunicacio, computacio, simulacio i sensors quantics han estat realment notables. Aixi mateix, un segle despres del naixement de la fisica quantica, tecnologies que Heisenberg i Schrodinger no haurien pogut imaginar estan a punt d'impulsar innovacions profundes, amb la capacitat de transformar tant la recerca fonamental com les seves aplicacions en el mon real en els proxims anys.

Referencies:

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