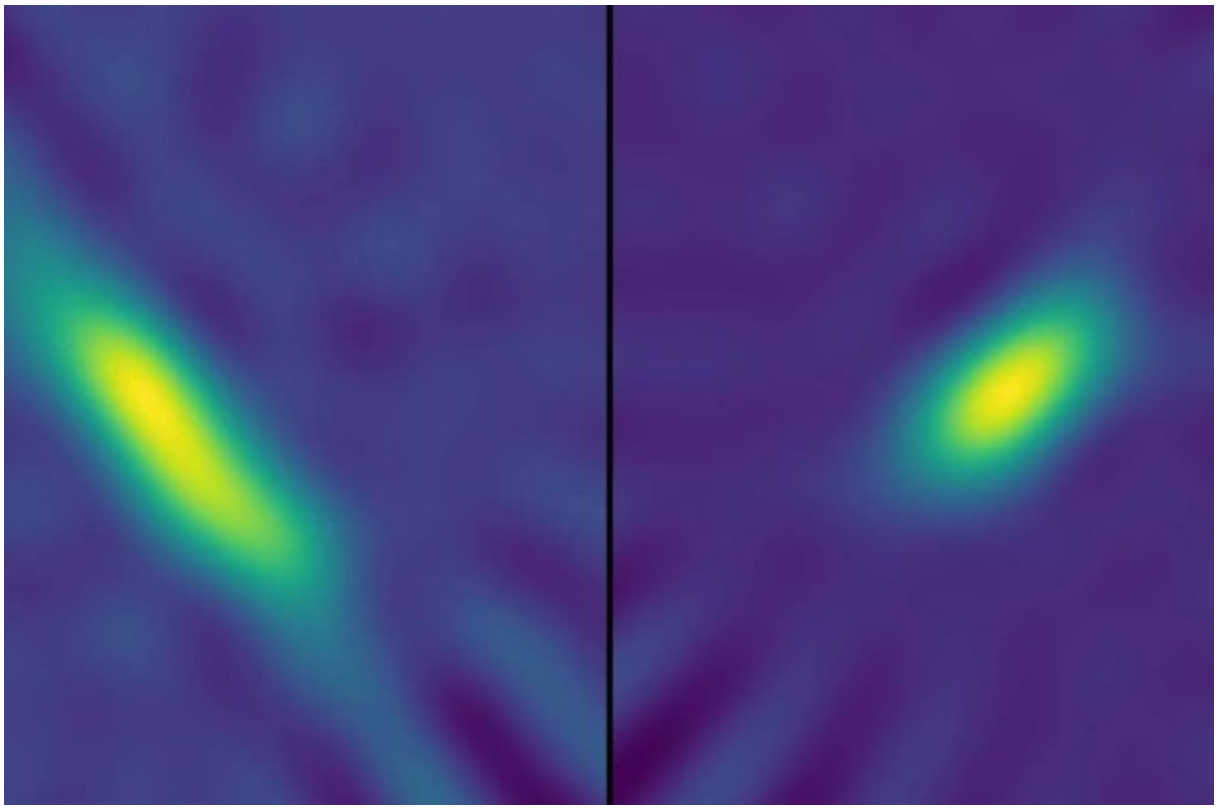

Muestran como dar forma y reconstruir armonicos cuanticos

Investigadores del ICFO han propuesto un novedoso protocolo llamado Interferometria de Attosegundos Cuanticos (AQI, por sus siglas en ingles) para ajustar y reconstruir las caracteristicas cuanticas de la luz emitida mediante la generacion de altos armonicos, incluso en aquellos regimenes donde los metodos convencionales presentan importantes limitaciones.
El protocolo, publicado recientemente en Reports on Progress in Physics, consiste en medir ciertas propiedades cuanticas de la luz a traves de mediciones in situ de pocos attosegundos. La propuesta, por tanto, acerca todavia mas dos campos entre los que cada vez hay mas conexiones: la attociencia y la optica cuantica.

April 22, 2026

La generacion de altos armonicos (HHG, por sus siglas en ingles) es un fenomeno altamente no lineal en el que un sistema (por ejemplo, un atomo) absorbe muchos fotones de un laser

incidente y emite un solo foton de energia mucho mas alta (que es un armonico de los fotones absorbidos). Durante mucho tiempo se penso que este proceso solo producia luz clasica. Descubrimientos recientes, en cambio, han demostrado que tambien es posible producir fotones con caracteristicas cuanticas, como la compresion cuantica (squeezing) y el entrelazamiento. Sin embargo, controlar y analizar estas caracteristicas sigue estando lejos de ser una tarea trivial.

Investigadores del ICFO, el **Dr. Javier Rivera-Dean**, **Lidija Petrovic**, el **profesor Maciej Lewenstein**, y **Philipp Stammer,** han introducido un nuevo enfoque para controlar el estado cuantico de la luz en el proceso de generacion de altos armonicos. Publicado en Reports on Progress in Physics, el esquema propuesto permite extraer y ajustar las caracteristicas cuanticas de los armonicos en el regimen del ultravioleta extremo (XUV), donde los metodos convencionales alcanzan sus limitaciones.

El enfoque impulsa la generacion de altos armonicos mezclando un campo laser intenso con una fuente de luz que presenta compresion cuantica (en lugar de la tradicional luz clasica). Al variar la diferencia de fase entre el laser y la fuente cuantica, los investigadores pueden moldear las caracteristicas cuanticas de los armonicos emitidos. La misma tecnica tambien se puede utilizar para reconstruir su estado cuantico (un proceso conocido como tomografia de estado cuantico), recuperando las huellas cuanticas de dichos armonicos; un enfoque que han denominado "tomografia de attosegundos cuanticos" (AQT).

Este descubrimiento podria aplicarse en escenarios donde los esquemas de tomografia convencionales fallan, como cuando los armonicos generados tienen frecuencias XUV. "Esto se debe a que, en la tomografia estandar, el experimento esta limitado por la longitud de onda y la intensidad del estado a reconstruir. La longitud de onda de la luz XUV, al ser tan corta, se convierte en una gran limitacion", explica Philipp Stammer, investigador principal del estudio. "En AQT no hay un limite estricto porque la reconstruccion se realiza de una manera fundamentalmente diferente, utilizando la propia dinamica no lineal de la HHG".

Este enfoque conceptualmente nuevo, que fusiona por completo la HHG con la optica cuantica, podria ayudar a combinar la resolucion temporal de attosegundos con fuentes de luz genuinamente no clasicas.

Referencia:

Javier Rivera-Dean et al 2026 Rep. Prog. Phys. **89** 04790

Agradecimientos:

P S acknowledges funding from: The European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Sk?odowska-Curie Grant Agreement No 847517. ICFO-QOT group acknowledges support from: European Research Council AdG NOQIA; MCIN/AEI (PGC2018- 0910.13039/501100011033, CEX2019-000910-S/10.13039/501100011033, Plan

National STAMEENA PID2022-139099NB and FUNQIP PID2022-139658NB-I00, Project funded MCIN and by the ?European Union NextGenerationEU/PRTR' (PRTR-C17.I1), FPI); QUANTERA DYNAMITE PCI2022-132919, QuantERA II Programme co-funded by European Union's Horizon 2020 program under Grant Agreement No 101017733; Ministry for Digital Transformation and of Civil Service of the Spanish Government through the QUANTUM ENIA Project call-Quantum Spain Project, and by the European Union through the Recovery, Transformation and Resilience Plan-NextGenerationEU within the framework of the Digital Spain 2026 Agenda; MICIU/AEI/10.13039/501100011033 and EU (PCI2025-163167); Fundacio Cellex; Fundacio Mir-Puig; Generalitat de Catalunya (European Social Fund FEDER and CERCA program; Barcelona Supercomputing Center MareNostrum (FI-2023-3-0024); Funded by the European Union (HORIZON-CL4-2022-QUANTUM-02-SGA, PASQuanS2.1, 101113690, EU Horizon 2020 FET-OPEN OPTOlogic, Grant Nos 899794, QU-ATTO, 101168628), EU Horizon Europe Program (No 101080086 NeQSTGrant Agreement 101080086-NeQST). J R-D acknowledges funding from UK Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) Funding, Grant UKRI2300 - Attosecond Photoelectron Imaging with Quantum Light.