

Image not found

## Superant barreres en atociencia amb el pols de llum mes curt mai creat

Investigadors de l'ICFO han establert un nou record en generar el pols de raigs X tous mes curt fins ara, de nomes 19,2 attosegons. Es tracta de l'esclat de llum mes rapid, fins i tot mes veloc que la unitat atomica de temps (24,2 attosegons), que correspon al temps que triga un electro a completar una orbita al voltant de l'atom d'hidrogen: l' $i\frac{1}{2}$ any atomic*i* $\frac{1}{2}$ . Això permet capturar com es comporta i interactua la materia a escales atomiques i subatomiques amb una resolucio temporal sense precedents.

December 17, 2025

Els electrons ho determinen tot: com es desenvolupen les reaccions quimiques, com els materials condueixen l'electricitat, com les molecules biologiques transfereixen energia i com funcionen les tecnologies quantiques. Pero la dinamica electronica es produeix en escales de temps d'attosegons, massa rapides per a les eines de mesura convencionals. Ara, han generat un pols de raigs X tous de 19,2 attosegons que, a la practica, crea **una  $i\frac{1}{2}$ camerai*i* $\frac{1}{2}$  capac de capturar aquestes dinamiques elusives en temps real i amb un nivell de detall sense precedents** cosa que permet observar processos mai vistos anteriorment. Els investigadors de l'ICFO, el **Dr. Fernando Ardana-Lamas**, el **Dr. Seth L. Cousin**, la **Juliette Lignieres**, i el **Prof. ICREA Jens Biegert**, han publicat aquest nou record a [Ultrafast Science](#). Amb nomes 19,2 attosegons de durada, es el **pols de raigs X tous mes curt i brillant mai produït**, donant lloc a la  $i\frac{1}{2}$ camerai*i* $\frac{1}{2}$  mes rapida que existeix avui dia. Els esclats de llum en el rang espectral de raigs X tous permeten reconeixer els elements atomics segons la seva  $i\frac{1}{2}$ empremtai*i* $\frac{1}{2}$  identificadora, cosa que permet als científics rastrejar com els electrons es reorganitzen al voltant d'atoms especifics durant reaccions o transicions de fase. Generar un pols aïllat tan curt va requerir innovacions en la generacio d'harmonics alts, enginyeria laser i metrologia d'attosegons. En conjunt, aquests avencos son els que ara permeten observar la dinamica electronica, la qual defineix les propietats dels materials, en la seva escala de temps natural. El camí fins a assolir aquesta fita va començar el 2015, quan l'equip del professor Jens Biegert va ser pioner en la generacio de polsos d'attosegons en el regim de raigs X tous aïllat amb exit rafegues d'aquest tipus de llum. Aquests polsos van demostrar la seva utilitat revolucionaria en resoldre la interaccio dels [electrons amb la xarxa cristal·lina en un solid](#) i en

aclarir com i quan [s'obre un anell molecular](#) (el precursor de diversos processos com la polimerització). Tanmateix, en aquell moment els mètodes per determinar la durada dels polsos tenia diverses limitacions. Ara, aquestes limitacions ja s'han superat, cosa que ha permès demostrar que aquests són els polsos més curts mai mesurats.

Quan vaig arribar al grup i vaig veure els sorprenents indicis, vaig saber que havia d'analitzar-los amb un nou mètode de recuperació de polsos, comparteix amb entusiasme el primer autor, el Dr. Fernando Ardana-Lamas. Per fi podem dir que, fins on sabem, hem demostrat el pols de llum més curt del món.

Aquesta nova capacitat obre el camí a avenços en física, química, biologia i ciència quàntica, permetent l'observació directa de processos que impulsen la fotocatàlisi, els materials correlacionats i els dispositius quàntics emergents, explica el Prof. Biegert, reflexionant sobre el futur dels polsos de raigs X tous de durada inferior a la unitat atòmica de temps. Tal com ell mateix afirma, ara que les bases per a la seva producció estan assentades, el cel és

#### Referència:

[1] Fernando Ardana-Lamas, Seth L. Cousin, Juliette Lignerès, Jens Biegert. Brilliant source of 19.2 attosecond soft X-ray pulses below the atomic unit of time. *Ultrafast Science*. DOI: 10.34133/ultrafastscience.0128

#### Agraïments:

J.B. and group acknowledges financial support from the European Research Council for ERC Advanced Grant TRANSFORMER (788218), ERC Proof of Concept Grant miniX (840010), FET-OPEN PETACOM (829153), FET-OPEN OPTOLOGIC (899794), FET-OPEN TwistedNano (101046424), MINECO for Plan Nacional PID2024-162757NB-I00; QU-ATTO, 101168628; AGAUR for 2021 SGR 01449, MINECO for Severo Ochoa (CEX2019-000910-S), Fundació Cellex Barcelona, the CERCA Programme/Generalitat de Catalunya, and the Alexander von Humboldt Foundation for the Friedrich Wilhelm Bessel Prize. JB also acknowledges Lasers4EU which is funded by the European Union funds under HEU-GA 101131771.

Image not found

Esquema del disseny experimental de l'ICFO per generar, acondicionar i analitzar polsos de raigs X d'attosegons. El diagrama segueix la propagació del feix laser infraroig (vermell) i del feix de raigs X tous (blau).

Image not found