



## Un camp laser a mida per manipular les rutes quantiques

Un equip d'investigadors publica un experiment a la revista *Optica* on utilitzen un camp laser fet a mida, de dos colors i controlat pe fases, que permet la manipulacio de les diferents trajectorie quantiques dels electrons.

December 27, 2023

Alguna vegada t'has preguntat quin es el limit per copsar la imatge una molecula, fins on podem arribar? Per poder veure on es troben tots els atoms d'una molecula a l'espai, cal una resolucio espacial a escala de picometre. A mes, per tambe "observar" com una molecula experimenta una reaccio quimica, cal una resolucio temporal d'attosegons. La difraccio d'electrons induida per laser (LIED per les sigles en angles) es l'unica tecnica que combina la resolucio en picometres amb la resolucio en subcicles, i permet obtenir imatges de molecules aïllades amb nomes un dels seus propis electrons. Pero, en l'ambit de la mecanica quantica, fins i tot un electro pot estar a diferents ubicacions al mateix temps. Per tant, per arribar a assolir el limit fisic, caldria eliminar aquestes diferents rutes quantiques - o ubicacions - dels electrons.

## Manipulant les trajectories quantiques dels fotoelectrons

Eliminar les diferents rutes quantiques es exactament el que s'ha aconseguit en un experiment, publicat recentment a la revista *Optica*, dut a terme pels [investigadors a l'ICFO Aurelien Sanchez, Kasra Amini i Tobias Steinle](#), liderats pel **Prof. CREA en ICFO Jens Biegert**, en col·laboracio amb els investigadors a la [Universitat de Rostock](#) a Alemanya i els instituts [Weizmann Institute of Science](#) i [Technion](#) a Israel

A l'experiment, l'equip va utilitzar un camp laser fet a mida, controlat per fases i de dos colors, per manipular els patrons de redispersio dels fotoelectrons. Això els permetia, per una banda, seleccionar camins o vies quantiques especificques, i de l'altra, mapejar amb precisió el momentum dels electrons amb el temps de redispersio.

Els investigadors primer van dur a terme experiments a l'infraroig proper (NIR, per les sigles en angles de near-infrared) i a l'infraroig mitja (MIR, per mid-infrared) utilitzant camps laser de dos colors, i manipulant els parametres del laser per poder controlar la intensitat i les fases relatives. Van fer servir una longitud d'ona de 788 nm als experiments NIR i de 3,2 als experiments MIR, amb una durada del pols de 30 fs i 50 fs respectivament

Despres, utilitzant microscopis de reaccio i velocity-map-imaging (VMI), van detectar i mesurar els fotoelectrons emesos. L'equip va veure que en els experiments MIR hi havia una separacio clara entre les trajectories quantiques. Per poder entendre millor aquestes dinamiques quantiques, tambe van analitzar l'espectre resolt en el temps mitjancant simulacions teoriques, diferenciant entre el retorn de dispersio parell i imparell.

Això els va permetre treure les interferencies no desitjades i aïllar les trajectories individuals dels electrons, aconseguint inequívocament mapejar l'energia i el temps de dispersio.

Ajustant els diferents parametres del laser, com ara la diferencia de fases o la ratio d'intensitat relativa, l'equip va poder controlar les contribucions de les trajectories llargues i curtes dels electrons.

Aquesta combinacio de metodes experimentals i aproximacions teoriques - en aquest cas l'equacio de Schrodinger dependent del temps-, l'article demostra que, si es fa servir un camp laser fet a mida, controlat per fases i de dos colors, es poden modelar les trajectories quantiques a les tecnicas LIED. Ser capaç de controlar i seleccionar determinades trajectories quantiques ionitzants té un impacte en moltes aplicacions de la fisica ultrarapida, i en l'espai i el temps de l'escaneig d'imatges.