



## Un campo laser a medida para manipular las rutas cuanticas

Un equipo de investigadores publica un experimento en la revista *Optica* donde utilizan un campo laser hecho a medida, de do colores y controlado por fases, que permite la manipulacion de la diferentes trayectorias cuanticas de los electrones.

December 27, 2023

¿Alguna vez te has preguntado cual es el limite para captar la imagen una molecula, hast donde podemos llegar? Para poder "ver" donde se encuentran todos los atomos de una molecula en el espacio, se necesita una resolucion espacial a nivel de picometro. Ademas, para tambien "observar" como una molecula experimenta una reaccion quimica, se necesita una resolucion temporal de attosegundos. La difraccion de electrones inducida por laser (LIED por las siglas en ingles) es la unica tecnica que combina la resolucion en picometros con la resolucion en sub-ciclos, y permite obtener imagenes de moleculas aisladas con solamente uno de sus propios electrones. Pero, a nivel de mecanica cuantica, incluso un electron puede estar en diferentes ubicaciones al mismo tiempo. Por lo tanto, para llegar a lograr el limite fisico, se necesitaria eliminar estas diferentes rutas cuanticas - o ubicaciones -

de los electrones. ?

### **Manipulando las trayectorias cuanticas de los fotoelectrones**

Eliminar las diferentes rutas cuanticas es exactamente lo que se ha conseguido en un experimento, publicado recientemente en la revista *Optica*, llevado a cabo por los [investigadores en ICFO Aurelien Sanchez, Kasra Amini y Tobias Steinle](#), liderados por el **Prof. CREA en ICFO Jens Biegert**, en colaboracion con investigadores en la [Universidad de Rostock](#) en Alemania y los institutos [Weizmann Institute of Science](#) y [Technion](#) en Israel

En el experimento, el equipo utilizo un campo laser hecho a medida, controlado por fases de dos colores, para manipular los patrones de redispersión de los fotoelectrones. Esto le permitia, por un lado, seleccionar caminos o vias cuanticas especificas, y por otro, mapea con precision el momentum de los electrones con el tiempo de redispersión.?

Los investigadores primero llevaron a cabo experimentos en el infrarrojo cercano (NIR, por las siglas en ingles de near-infrared) y en el infrarrojo medio (MIR, por mid-infrared) utilizando campos laser de dos colores, y manipulando los parametros del laser para poder controlar la intensidad y las fases relativas. Usaron una longitud de onda de 788 nm en los experimentos NIR y de 3.2  $\mu$ m en los experimentos MIR, con una duracion del pulso de 30 fs y 50 fs respectivamente

Luego, utilizando microscopios de reaccion y velocity-map-imaging (VMI), detectaron y midieron los fotoelectrones emitidos. El equipo vio que en los experimentos MIR, habia una clara separacion entre las trayectorias cuanticas. Para poder entender mejor estas dinamicas cuanticas, tambien analizaron el espectro resuelto en el tiempo mediante simulaciones teoricas, diferenciando entre el retorno de dispersión par e impar.

Esto les permitio quitar las interferencias no deseadas y aislar las trayectorias individuales de los electrones, consiguiendo inequívocamente mapear la energia y el tiempo de dispersión. Ajustando los distintos parametros del laser, como por ejemplo la diferencia de fases o la ratio de intensidad relativa, el equipo consiguio controlar las contribuciones de las trayectorias largas y cortas de los electrones.

Con esta combinacion de metodos experimentales y aproximaciones teoricas - en este caso la ecuacion de Schrodinger dependiente del tiempo-, el articulo demuestra que, si se utiliza un campo laser hecho a medida, controlado por fases y de dos colores, se pueden moldear las trayectorias cuanticas en las tecnicas LIED. Ser capaz de controlar y seleccionar determinadas trayectorias cuanticas ionizantes tiene un impacto en muchas aplicaciones de la fisica ultrarrapida, y en el espacio y tiempo del escaneo de imagenes.