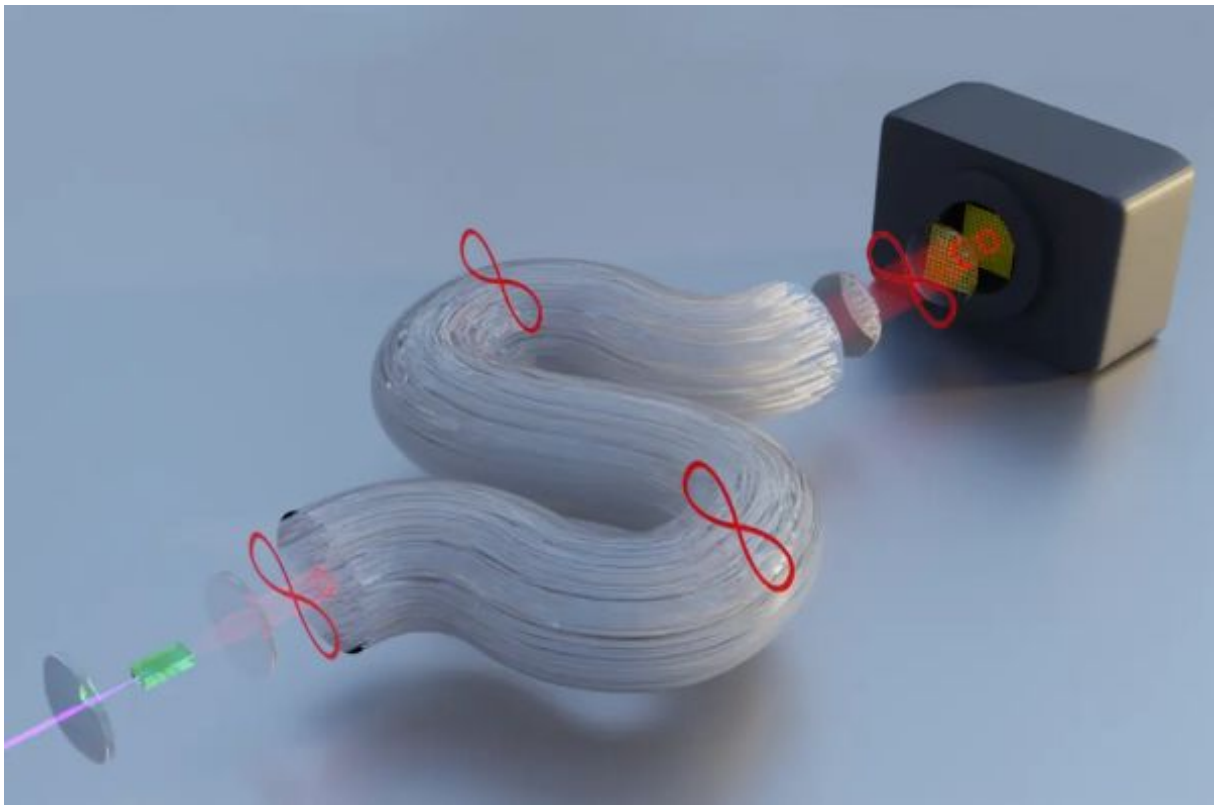


Se logra desarrollar una fibra cuantica

Investigadores del ICFO, Corning Incorporated, Micro Photon Devices y Politecnico di Milano demuestran con exito el transporte de estados cuanticos de dos fotones a traves de una fibra optica de localizacion de Anderson con separacion de fases.

November 23, 2022

La fibra optica de perdida muy baja fue creada en 1970 por Corning Incorporated y, desde entonces, se convirtio en el mejor medio para enviar informacion de manera muy eficiente, sin perdida alguna, a grandes distancias, de un punto a otro. Hoy en dia, la forma mas comun de transmision de datos es a traves de fibras opticas convencionales, es decir, un solo canal central se encarga de transmitir la informacion. Pero, con el aumento exponencial de la generacion de datos, estos sistemas estan alcanzando ya los limites de capacidad en transmision de informacion. Por tanto, los estudios recientes se estan enfocando en encontrar nuevas formas de utilizar todo el potencial de las fibras buscando analizar su estructura interna y aplicar nuevos enfoques para mejorar la generacion y transmision de senales. Incluso, cabe destacar que la investigacion basada en luz clasica esta integrando luz quantica, facilitando la generacion de nuevas aplicaciones basadas en tecnologias cuanticas.

A finales de los anos 50, el fisico Philip W. Anderson (quien tambien realizo importantes contribuciones a la fisica de particulas y la superconductividad) predijo lo que ahora se conoce con el nombre de localizacion de Anderson. Gracias a este descubrimiento, recibio el Premio Nobel de Fisica de 1977. En su formulacion, Anderson mostro teoricamente bajo que condiciones un electron en un sistema desordenado puede moverse libremente a traves del sistema como un todo o estar atado a una posicion especifica como un "electron localizado". Este sistema desordenado puede ser, por ejemplo, un semiconductor con impurezas. Posteriormente, se aplico el mismo enfoque teorico a una variedad de sistemas desordenados, y se dedujo que tambien la luz podia experimentar la localizacion de Anderson. Experimentos en el pasado han demostrado la localizacion de Anderson en fibras opticas, realizando el confinamiento o la localizacion de la luz (luz clasica o convencional) en dos dimensiones mientras se propaga a traves de la tercera dimension. Si bien estos experimentos habian mostrado resultados exitosos con luz clasica, hasta ahora nadie habia probado tales sistemas con luz cuantica, luz que consiste en estados cuanticos correlacionados. Es decir, no se habia experimentado con luz cuantica hasta ahora.

En un estudio publicado recientemente en Communications Physics, los investigadores de ICFO **Alexander Demuth**, **Robin Camphausen**, **Alvaro Cuevas**, dirigidos por el **Prof ICREA en ICFO Valerio Pruneri**, en colaboracion con **Nick Borrelli**, **Thomas Seward**, **Lisa Lamberson** y **Karl W. Koc**h de Corning, junto con **Alessandro Rugger**i de Micro Photon Devices (MPD) y **Federica Villa** y **Francesca Madonini** del Politecnico di Milano, han podido demostrar con exito el transporte de estados cuanticos de dos fotones en la luz a traves de una fibra optica de localizacion de Anderson (PSF) con separacion de fases.

Una fibra optica convencional frente a una fibra de localizacion de Anderson

A diferencia de las fibras opticas modo simple o mono nucleo convencionales, donde los datos se transmiten a traves de un solo nucleo, una fibra de fase separada (PSF) o fibra de localizacion Anderson de fase separada esta hecha de muchos hilos de vidrio incrustados en una matriz de vidrio de dos indices de refraccion diferentes. Durante su fabricacion, a medida que el vidrio de borosilicato se calienta y se funde, se convierte en una fibra, donde una de las dos fases de diferentes indices de refraccion tiende a formar hilos de vidrio alargados. Dado que hay dos indices de refraccion dentro del material, esto genera lo que se conoce como un desorden lateral, que conduce a la localizacion transversal (2D) de Anderson de la luz en el material.

Como expertos en la fabricacion de fibra optica, Corning creo una fibra optica que puede propagar multiples haces opticos en una sola fibra optica aprovechando la localizacion de Anderson. A diferencia de los haces de fibra multinucleo, esta PSF demostro ser muy adecuada para este tipo de experimentos, ya que muchos haces opticos paralelos pueden propagarse a traves de la fibra con un espacio minimo entre ellos.

El equipo de cientificos, expertos en comunicaciones cuanticas, queria transportar la informacion cuantica de la forma mas eficiente posible a traves de la fibra optica de fase

separada fabricada por Corning. En el experimento, el PSF conecta un transmisor y un receptor. El transmisor es una fuente de luz cuantica (construida por ICFO). La fuente genera pares de fotones, correlacionados cuanticamente a traves de la conversion descendente parametrica espontanea (SPDC) en un cristal no lineal, donde un foton de alta energia se convierte en un par de fotones, cada uno con menor energia. Los pares de fotones de baja energia tienen una longitud de onda de 810 nm. Debido a la conservacion del impulso, surge la anticorrelacion espacial. El receptor es una camara de matriz de diodos de avalancha de foton unico (o Single Photon Array Detecttor -SPAD por sus siglas en ingles), desarrollada por Polimi y MPD. La camara SPAD, a diferencia de las camaras CMOS comunes, es tan sensible que puede detectar fotones individuales con un ruido extremadamente bajo; tambien tiene una resolucion temporal muy alta, de modo que puede detectar la hora de llegada de los fotones individuales con gran precision.

Luz Cuantica

El equipo de ICFO diseno el experimento optico con el fin de enviar luz cuantica a traves de la fibra de localizacion de Anderson PSF y detectar su llegada con la camara SPAD. La camara SPAD les permitio no solo detectar los pares de fotones, sino tambien identificarlos como pares, ya que llegan al mismo tiempo (se conocen con el nombre de fotones coincidentes). Como los pares estan correlacionados cuanticamente, con saber donde se detecta uno de los dos fotones nos permite instantaneamente saber la ubicacion del otro foton. Teniendo en cuenta esta tecnica, el equipo verifico esta correlacion justo antes y despues de enviar la luz cuantica a traves de la fibra PSF, demostrando con exito que la anti-correlacion espacial de los fotones se mantuvo.

Habiendo conseguido demostrar esto, el equipo de ICFO se dispuso a mostrar como mejorar sus resultados. Para ello, realizaron un analisis de escalado, con el fin de averiguar la distribucion optima del tamano de las fibras de vidrio alargadas en el video correspondientes para la luz cuantica de 810 nm de longitud de onda. Tras un exhaustivo analisis con luz clasica, pudieron identificar las limitaciones actuales de la fibra PSF y proponer mejoras en su fabricacion, con el fin de minimizar la atenuacion y la perdida de resolucion durante el transporte.

Los resultados de este estudio han demostrado que este enfoque es potencialmente atractivo para procesos de fabricacion escalables en aplicaciones reales que puedan involucrar tecnicas de imagen cuanticas o comunicaciones cuanticas, especialmente para los campos de endoscopia de alta resolucion, distribucion de entrelazamiento y distribucion cantica de claves

Reference: Quantum light transport in phase-separated Anderson localization fiber, Alexander Demuth, Robin Camphausen, Alvaro Cuevas, Nick F. Borrelli, Thomas P. Seward III, Lisa Lamberson, Karl W. Koch, Alessandro Ruggeri, Francesca Madonini, Federica Villa & Valerio Pruneri, Communications Physics volume 5, Article number: 261 (2022).