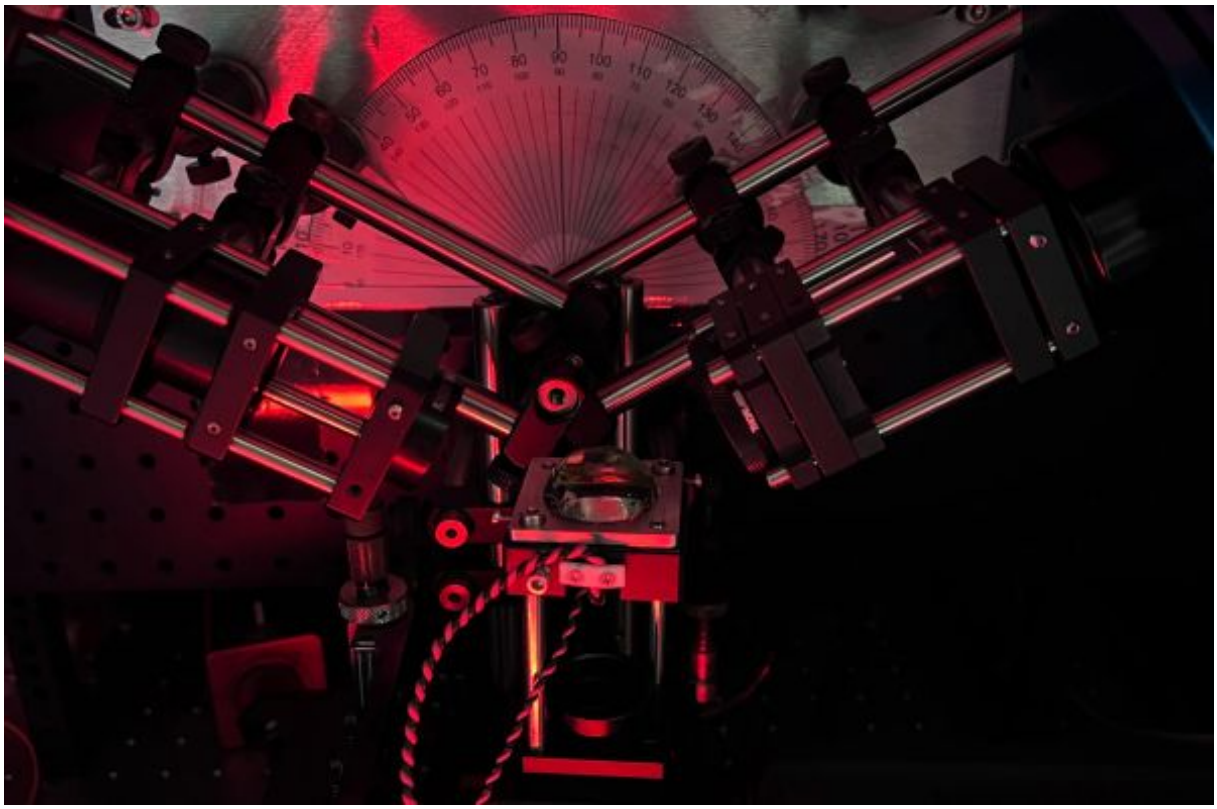


Los cristales liquidos permiten ajustar los estados ligados en el continuo

Investigadores del ICFO han demostrado una forma de ajustar las propiedades de los estados ligados en el continuo inducidos por anisotropia -estados que pueden mantener la luz dentro de una estructura en lugar de dejarla escapar- utilizando cristales liquidos.

July 14, 2025

Cuando la luz esta dentro de una estructura, se propaga hacia el espacio abierto mediante un proceso radiativo. Este rango de luz saliente es continuo, lo que significa que incluye todas las frecuencias dentro de el. Todas las frecuencias, excepto aquellas correspondientes a los llamados **estados ligados en el continuo** (**BICs**, por sus siglas en ingles). Los BICs son la excepcion que confirma la regla. A estas frecuencias especificas, sorprendentemente la estructura no pierde energia por radiacion; en cambio, mantiene la luz atrapada en su interior. Esto hace que los BICs sean interesantes en contextos donde se requieren anchos de banda extremadamente estrechos, asi como capacidades eficientes de almacenamiento y transmision de energia, como ciertos tipos de sensores, cavidades laser y filtros.

Los BICs tipicamente existen en una frecuencia especifica y cuando la luz se propaga en una direccion concreta, con ambos aspectos determinados por el indice de refraccion del material y su geometria. Estas caracteristicas estructurales quedan fijas durante el proceso de fabricacion, y lo mismo ocurre con los BICs. Si los BICs estan fijados, resulta dificil adaptarse a diferentes condiciones operativas o corregir errores que puedan surgir durante la fabricacion, lo que podria llevar a una frecuencia o direccion no deseadas.

Los investigadores del ICFO, la **Dra. Marlin Baral**, el **Dr. Samyobrata Mukherjee**, **Pilar Pujol-Closa**, el **Prof. del ICFO y la UPC Lluis Torner**, y el **Dr. David Artigas**, han explorado una nueva plataforma que permite un control mas dinamico sobre estos estados. En una publicacion reciente en Optica, informaron, por primera vez, de la observacion de un tipo particular de BIC (BIC por interferencia inducida por anisotropia), cuya existencia fue elucidada por ellos mismos hace ocho anos. Ademas, mediante una configuracion especifica basada en guias de onda especialmente disenadas y un nucleo de cristal liquido, el equipo logro cambiar a voluntad la frecuencia de los BICs detectados.

Para conseguir esto, el equipo utilizo cristales liquidos, materia que puede fluir como un liquido pero que tambien posee cierto orden molecular, similar al de un cristal. Los investigadores aprovecharon el hecho de que las propiedades opticas del cristal pueden cambiar en respuesta a estimulos externos. Luego demostraron que, dependiendo de estas propiedades, tambien cambia la frecuencia del BIC.

Especificamente, aplicaron un voltaje para reorientar las moleculas del cristal liquido. Esta reorientacion modifico las condiciones bajo las cuales se propaga la luz, sin alterar en absoluto la geometria ni los materiales del sistema. De este modo, el equipo fue capaz de seleccionar un BIC u otro tras el proceso de fabricacion, a la practica eligiendo que frecuencia quedaba capturada dentro de la estructura.

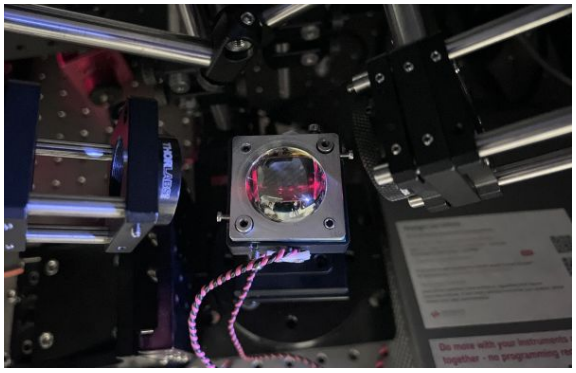
Sin embargo, los exitosos resultados no surgieron de la nada. i¿½Ya teniamos la idea n mente desde la publicacion del articulo teorico, sobre el 2017i¿½, comenta el Dr. D vid Artigas, autor principal del articulo. i¿½Comenzamos a trabajar en ello ese mismo ano, y con mas intensidad en los ultimos tres anos, cuando Marlin aporto su experiencia en cri tales liquidos al grupoi¿½. Reconoce que el proceso no fue sencillo. Tuvieron que enfre tarse a nuevos desafios cada dia, desde la fabricacion de las muestras hasta la interpretacio de los resultados, que, como recuerda David, inicialmente no se ajustaban a la teoria. i? ½Ha sido una carrera de fondo, toda una maratoni ?½, anade. Al final, la concentracion de esfuerzos dio sus frutos, y el equipo logro el objetiv largamente perseguido de modificar dinamicamente la frecuencia de los BICs inducidos por nisotropia. Ahora, los investigadores del ICFO buscan formas de ampliar y desarrollar aun m s el metodo propuesto; por ejemplo, para incluir el control sobre la direccion de propagacio de la luz, algo que ya han demostrado que es posible t

Referencias:

Gomis-Bresco, D. Artigas, and L. Torner, i¿½Anisotropy-induced photonic bound states in t e continuum,i¿½ Nat. Photon. 11, 232-236 (2017).
Mukherjee, J. Gomis-Bresco, P. Pujol-Closa, et al., i¿½Topological properties of bound stat s in the continuum in geometries with broken anisotropy symmetry,i¿½ Phys. Rev. A 98, 063826 (2018).

Marlin Baral, Samyobrata Mukherjee, Pilar Pujol-Closa, Lluis Torner, and David Artigas, "Dynamic tuning of anisotropy-induced bound states in the continuum in liquid crystal waveguides," Optica 12, 1061-1067 (2025). DOI: https://doi.org/10.1364/OPTICA.558590

Agradecimientos:
Agencia Estatal de Investigacion, (PID2022-138280NB-I00), Fundacion Carmen y Severo 296 Ochoa (CEX2019-000910-S) Agencia de Gestio d'Ajuts Universitaris i de Recerca (2021 SGR 01448).
This work was partially supported by the Ministerio de Economia y Competitividad, 298 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, by and Generalitat de Catalunya (CERCA).



Guia de ondas utilizada en el estudio. Credito: ICFO.