



*Una ricerca condotta dai ricercatori dell'Istituto di nanotecnologia del Cnr rivela la formazione spontanea di ordine topologico in un sistema fotonico. In pratica, le interazioni sono in grado di 'sintonizzare' spontaneamente i fotoni fra loro, neutralizzando la dissipazione energetica. Il lavoro, pubblicato su Nature Materials, contribuisce all'espansione del moderno campo di ricerca in fluidi quantistici di luce*

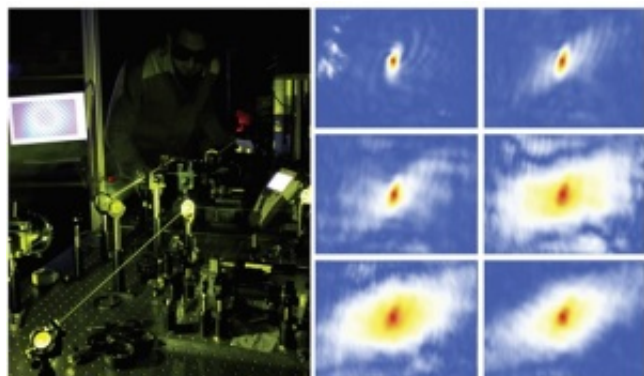


Fig 1: Dettaglio del setup sperimentale del laboratorio di fotonica avanzata presso il Nanotec-Cnr di Lecce. A destra, progressiva formazione ed estensione della fase ordinata di un condensato di luce.

Roma, 20 marzo 2018 - Uno studio condotto recentemente dall'Istituto di nanotecnologia del Consiglio nazionale delle ricerche (Nanotec-Cnr) di Lecce rivela che i fotoni, ovvero particelle di luce, si possono 'sintonizzare' spontaneamente fra loro, quando l'interazione è sufficientemente forte, formando ordine là dove non ce ne dovrebbe essere.

Questo significa che uno dei risultati più importanti della fisica del secolo scorso, ovvero la scoperta di un ordine 'topologico' della materia, premiato dal Nobel 2016, viene esteso a sistemi fatti di luce e potrebbe diventare la base per future tecnologie. I risultati sono pubblicati sulla rivista *Nature Materials*.

“La meccanica statistica pone condizioni precise affinché queste ‘transizioni di fase’ possano essere osservate in natura. Una transizione di fase avviene quando, al variare di un parametro (di solito la temperatura) cambiano improvvisamente le relazioni fra i costituenti elementari di un sistema - spiega Daniele Sanvitto, coordinatore del gruppo di fotonica avanzata del Nanotec-Cnr di Lecce - Per esempio, nel passaggio da una fase più ordinata (liquido) ad una più disordinata (gassoso), oppure nell'emergere di un ordine reticolare nei cristalli o nell'allineamento dei campi magnetici microscopici in un ferromagnete. Ciò è vero anche a livello quantistico: in un condensato di Bose-Einstein, ogni atomo diventa indistinguibile dagli altri al di sotto di una certa temperatura. Ma le transizioni di fase dipendono fortemente dalla dimensionalità del sistema e in sistemi bidimensionali, ovvero confinati in uno spazio a sole due dimensioni, le fasi ordinate sono instabili anche a temperature molto basse favorendo la formazione di strutture disordinate. In questi sistemi esiste però una fase particolare chiamata ‘ordine topologico’, in cui le irregolarità di segno opposto si neutralizzano a vicenda, simmetricamente, e rimangono localizzate in punti spaziali relativamente piccoli, annullando gli effetti a lunga distanza”.

Nel 2016, il Nobel per la fisica è stato assegnato a David Thouless, Duncan Haldane e Michael Kosterlitz

per i loro studi, risalenti agli anni '80, sulle fasi topologiche della materia e le transizioni di fase topologiche in strati bidimensionali sottili, un campo di ricerca di crescente importanza per capire le proprietà quantistiche della materia.

“Tuttavia molte domande rimangono irrisolte. La più importante riguarda cosa succede quando il sistema non è isolato, ma in costante interazione con l'esterno e possibilmente fuori equilibrio termico - afferma Dario Ballarini, ricercatore Nanotec-Cnr e autore dello studio - Uno dei risultati principali del lavoro è stato appunto l'estensione di questo schema a sistemi fatti di luce e materia, dove la componente fotonica ci permette di lavorare a temperature più alte e può essere utile per applicazioni tecnologiche, ma limita l'isolamento del sistema”.

In questo caso i ricercatori impiegano microcavità di semiconduttore dove la luce rimane confinata in sottili strati bidimensionali per un certo tempo prima di essere riemessa.

“La differenza principale rispetto al caso di soli atomi è che i fotoni sono molto più leggeri e veloci e bisogna considerare anche la dinamica delle relazioni d'ordine. Per avere ordine topologico non è infatti sufficiente la coerenza *spaziale* fra due punti distanti, ma è necessaria anche quella *temporale*, cioè quella del punto con se stesso in tempi diversi. Per fare ciò bisogna intrappolare la luce sufficientemente a lungo da permettere alle interazioni di prevalere sul disordine e, per la prima volta, siamo riusciti a dimostrarlo. Si potrebbe dire che la luce si è fatta liquida”, conclude Ballarini.