



## Generant estats correlacionats de Bell de molts cossos en xarxes optiques

**Investigadors de l'ICFO, la Universitat de Varsovia i l'Institut de Fisica de l'Academia de Ciencies de Polònia mostren com generar estats correlacionats de Bell de molts cossos utilitzant gasos quantics ultrs freds en xarxes optiques.**

January 02, 2023

---

Les correlacions quantiques son un aspecte fonamental de la mecanica quantica. Son les correlacions en els resultats dels mesuraments realitzats en dues o mes particules d'un sistema quantic, que poden exhibir comportaments estranys i contraintuitius, no presentis en els sistemes classics.

El fenomen de l'entrellacament es un exemple clar de correlacions quantiques.

L'entrellacament descriu la correlacio entre dues o mes particules, una propietat que la fisica classica no pot explicar. Per exemple, si dues particules estan entrellacades, el resultat de mesurar l'estat d'una particula pot usar-se per a predir l'estat de l'altra, fins i tot si les particules estan separades per grans distancies. Les correlacions de campana son un altre exemple, i es refereixen a les correlacions entre els resultats dels mesuraments duts a terme

en dues o mes partícules, que no poden explicar-se amb cap teoria local de variables ocultes. Aquestes correlacions s'utilitzen sovint per a demostrar la naturalesa no clàssica de la mecànica quàntica i les limitacions de les teories clàssiques.

Les correlacions quàntiques són un element clau en el desenvolupament de les tecnologies quàntiques, que aprofiten les propietats úniques dels sistemes quàntics per a fer tasques que no són possibles amb les tecnologies clàssiques, com per exemple el teletransport quàntic, la criptografia quàntica i la computació quàntica. Hi ha, no obstant això, algunes preguntes obertes en la ciència de la informació quàntica, com per exemple la generació d'estats correlacionats de Bell de molts cossos, especialment els implementats durant el procediment del protocol anomenat One-Axis Twisting (OAT).

En un estudi internacional publicat a la revista *Physical Review Letters*, els investigadors de l'ICFO el Dr. Marcin Poździej - també membre de NAWA Bekker 2020 - i el Prof. ICREA Maciej Lewenstein, en col·laboració amb el Prof. Jan Chwedenczuk de la Universitat de Varsòvia i el Prof. Emilia Witkowska de l'Institut de Física de l'Acadèmia de Ciències de Polònia, ha demostrat que els estats de molts cossos quàntics correlacionats massivament podrien generar-se a través de bosons ultrafreds, en experiments de xarxes òptiques, utilitzant el protocol de torsió d'un eix (OAT), conegut per generar estats d'espín comprimit

### **Estats d'espín comprimits**

Mentre que l'entrellacament mostra que correlacionades poden estar les partícules, la compressió d'espín és un fenomen que ocorre en un sistema de partícules amb un estat quàntic compartit, com un grup d'àtoms o ions. Es tracta de disminuir al màxim la incertesa en la mesura d'una de les variables observables, o "espín", a costa d'augmentar la incertesa en la mesura de les altres variables involucrades.

Un dels mètodes més coneguts per a generar estats entrellacats comprimits és el protocol de torsió d'un eix (OAT per les sigles en anglès). Es pot implementar utilitzant diversos sistemes ultrafreds que interactuen a través de col·lisions o interaccions àtom-llum. Fins ara

s'entenia que crea estats entrellacats de molts cossos i correlacions de Bell de dos cossos. Però en el seu treball, els investigadors han demostrat que la torsió d'un eix també és un recurs viable per a poderoses correlacions de Bell de molts cossos. A l'article, l'equip presenta un estudi analític sistemàtic de la creació d'estats correlacionats amb Bell de molts cossos, durant la dinàmica de torsió d'un eix en sistemes bosònics de dos components. També proporcionen el moment crític en el qual sorgeixen aquestes correlacions de Bell de molts cossos, juntament amb una fórmula simple però poderosa per a caracteritzar la profunditat de les correlacions de Bell i l'entrellacament. Aquestes troballes s'apliquen després per a classificar la generació de correlacions de Bell de molts cossos en sistemes de bosons de dos components carregats en una xarxa òptica unidimensional.

Els resultats obtinguts en aquest estudi mostren que aquestes correlacions es poden crear amb la tecnologia actual. Això és molt important des del punt de vista de les possibles aplicacions, ja que se sap que les correlacions de Bell augmenten la precisió dels sensors

quants o milloren la seguretat dels protocols de criptografia quants. Els aspectes fonamentals de la creació d'aquests estats no-clàssics de molts cossos són rellevants especialment sobre en el context del recent premi Nobel, que va ser atorgat pels estudiants pioners de tals fenòmens.