

Entrelazamiento 'caliente y desordenado' con billones de átomos

Investigadores del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) han logrado producir un estado entrelazado gigante con 15 billones de átomos. El avance puede ayudar a detectar señales magnéticas extremadamente débiles del cerebro.

SINC

15/5/2020 11:00 CEST

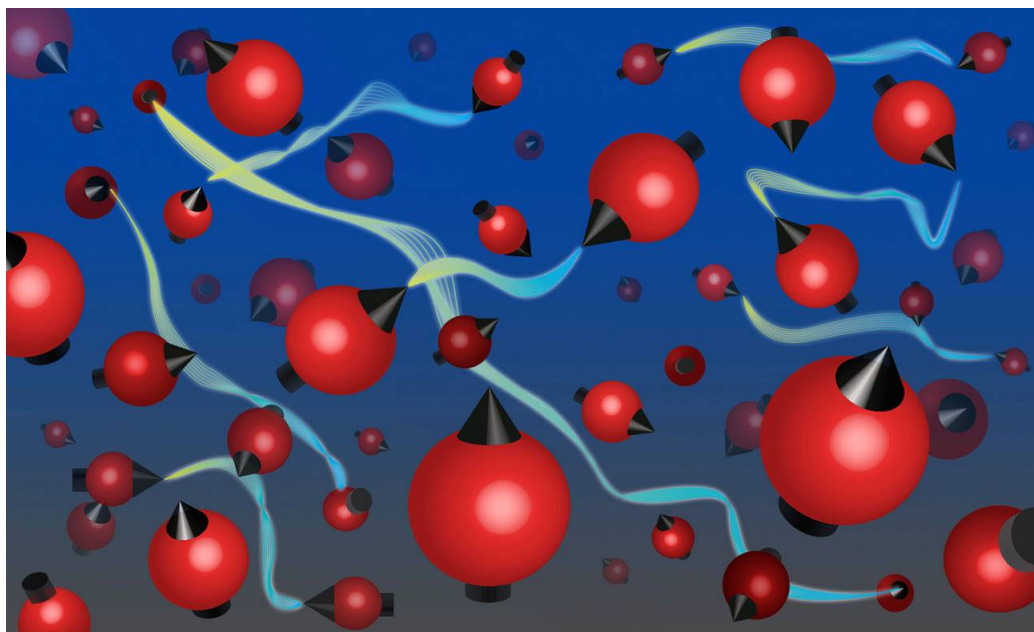


Ilustración de una nube de átomos con pares de partículas entrelazadas entre sí, representadas por las líneas amarillo-azul. / ICFO

El entrelazamiento cuántico es un proceso mediante el cual los objetos microscópicos, como los electrones o los átomos, pierden su individualidad para coordinarse mejor entre ellos. Este fenómeno está en el corazón de las tecnologías cuánticas, que prometen grandes avances en campos como la informática, las comunicaciones y la detección, por ejemplo, de ondas gravitacionales.

Se ha logrado calentar una colección de átomos a 450 kelvins (176,85 °C), es decir, millones de veces más que la mayoría de los átomos

utilizados por las tecnologías cuánticas

Pero los **estados entrelazados** son reconocidos por su fragilidad. En la mayoría de los casos, cualquier mínima perturbación podría deshacer el entrelazamiento. Por esta razón, las tecnologías cuánticas actuales requieren de un gran esfuerzo para aislar los sistemas microscópicos con los que se trabaja y, por lo general, funcionan a temperaturas cercanas al cero absoluto (0 kelvin).

Sin embargo, investigadores del **Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO)**, en Barcelona), han logrado calentar una colección de átomos a 450 kelvins (176,85 °C), es decir, millones de veces más que la mayoría de los átomos utilizados por las tecnologías cuánticas.

Además, los átomos individuales quedaron cuanto menos aislados, chocaban entre sí cada pocos microsegundos y cada colisión provocaba que sus electrones giraran en direcciones aleatorias. Los detalles los publican en la revista ***Nature Communications***.



Celda de vidrio en la que se mezcla el metal de rubidio con gas nitrógeno y se calienta hasta 450 kelvins. A esa alta temperatura, el metal se vaporiza, creando átomos de rubidio libres que se difunden dentro de la celda. / ICFO

Mediante un láser, se logró controlar la magnetización de este gas caliente y caótico se utilizó un láser. Esta magnetización es causada por los electrones que giran en los átomos, y proporciona una forma de estudiar el efecto de las colisiones y detectar entrelazamientos.

Los investigadores observaron una enorme cantidad de átomos entrelazados, aproximadamente **100 veces más de los observados hasta ahora**. También comprobaron que el entrelazamiento que se produce no es local, sino que involucra átomos que no están cerca el uno del otro.

Este entrelazamiento permanece durante aproximadamente un milisegundo, lo que significa que cada mil veces por segundo se está generando un nuevo lote de 15 billones de átomos entrelazados

Entre dos átomos entrelazados hay miles de otros átomos, muchos de los cuales están entrelazados con otros átomos, en un estado entrelazado gigante, caliente y desordenado.

Como explica **Jia Kong**, primera autora del estudio, “si detenemos la medición, el entrelazamiento permanece durante aproximadamente un milisegundo, lo que significa que cada mil veces por segundo se está generando un nuevo lote de 15 billones de átomos entrelazados. Y 1 ms es un tiempo muy largo para los átomos, lo suficiente como para que ocurran aproximadamente cincuenta colisiones aleatorias. Esto muestra que, claramente, el entrelazamiento no es destruido por estos eventos aleatorios. Este es quizás el resultado más sorprendente del trabajo”.

Aplicación en magnetoencefalografía

La observación de este estado entrelazado caliente y desordenado allana el camino para la detección de campos magnéticos ultrasensibles. Por ejemplo, en la magnetoencefalografía (imágenes magnéticas del cerebro), donde una nueva generación de sensores utiliza estos mismos gases atómicos de alta densidad para detectar los campos magnéticos producidos

por la actividad cerebral.

Los nuevos resultados muestran que el entrelazamiento puede mejorar la sensibilidad de esta técnica, que tiene aplicaciones en la ciencia fundamental del cerebro y neurocirugía.

Como afirma **Morgan Mitchell**, profesor ICREA en ICFO, "este resultado es sorprendente, una desviación real de lo que se esperaba del entrelazamiento; esperamos que este tipo de estado entrelazado gigante conduzca a un mejor rendimiento de sensores en aplicaciones que van desde imágenes del cerebro, hasta coches autónomos y la búsqueda de materia oscura".

"Esperamos que este tipo de estado entrelazado gigante conduzca a un mejor rendimiento de sensores en aplicaciones que van desde imágenes del cerebro hasta coches autónomos y la búsqueda de materia oscura", dice un investigador

Los investigadores han utilizado el concepto de **spin singular**, una forma de entrelazamiento en el que los spins de muchas partículas (su momento angular intrínseco) suman 0, lo que significa que el sistema tiene un momento angular total de cero.

En este estudio, en el que también han participado científicos de las **universidades del País Vasco y Hangzhou Dianzi** en China, los autores aplicaron la llamada **medición cuántica de no demolición (QND)** para extraer la información del spin de billones de átomos.

La técnica utiliza fotones de un láser con una energía específica y los hace atravesar la nube del gas de átomos en cuestión. Estos fotones con esta energía precisa no excitan a los átomos, pero ellos mismos se ven afectados por el encuentro. Los spins de los átomos actúan como imanes para rotar la polarización de la luz. Al medir cuánto ha cambiado la polarización de los fotones después de pasar a través de la nube, se puede determinar el spin total del gas de átomos.

Los magnetómetros actuales operan en el denominado **régimen SERF**, lejos de las temperaturas cercanas al cero absoluto que los investigadores suelen emplear para estudiar los átomos entrelazados. En este régimen, cualquier átomo experimenta muchas colisiones aleatorias con otros átomos vecinos, lo que hace que las colisiones sean el efecto más importante sobre el estado del átomo.

Además, debido a que están en un medio caliente, en vez de estar en uno ultra frío, las colisiones rápidamente generan una aleatoriedad en el spin de los electrones de cualquiera de los átomos. El experimento demuestra, sorprendentemente, que este tipo de perturbación no rompe los estados entrelazados, simplemente pasa el entrelazamiento de un átomo a otro.

Referencia:

Jia Kong, Ricard Jimenez Martinez, Charikleia Troullinou, Vito Giovanni Lucivero, Morgan Mitchell, Geza Toth. "Measurement-induced, spatially-extended entanglement in a hot, strongly-interacting atomic system". *Nature Communications*, mayo de 2020

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS ENTRELAZAMIENTO | ÁTOMOS |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

