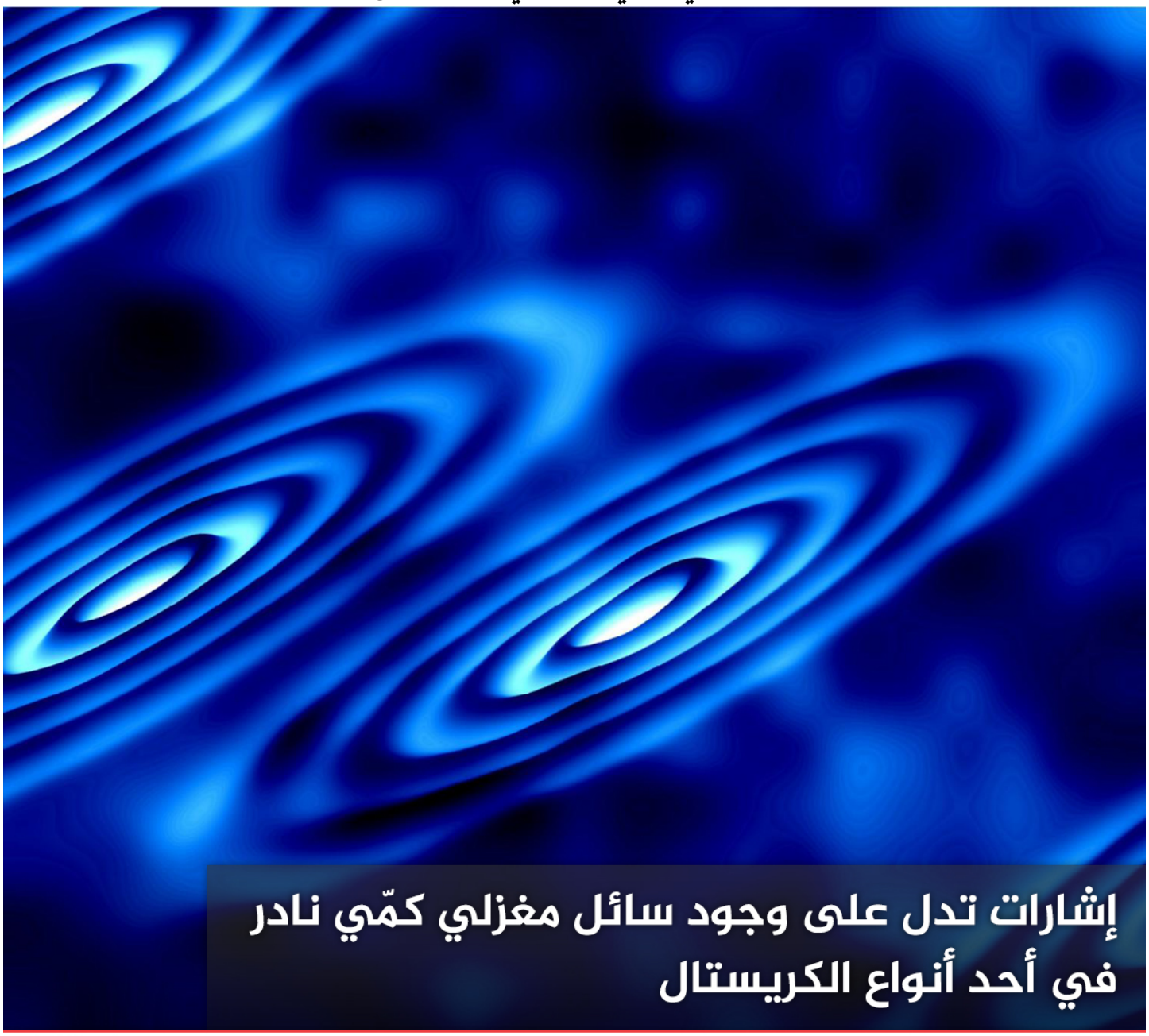
إشارات تدل على وجود سائل مغزلي كمي نادر في أحد أنواع الكريستال



بدأت الأمور تبدو أكثر غرابة!

تمكّن الفيزيائيّون من التوصل إلى دليل على وجود نوعٍ من "الجلبة الكمومية" التي تحدث داخل نوعٍ جديد مذهلٍ من الكريستال، وذُكر أنّ ذلك قد يشير إلى تصنيف كاملٍ من المواد التي لم يتمّ اكتشافها بعد والحاوية على حالةٍ نادرة الوجود للمادة تدعى بالسائل المغزلي الكمّي أو السائل السبيني الكمي **Quantum spin liquid**.

تنبأ علماء الفيزياء النظرية بوجود المواد الحاوية على سائل مغزلي كمومي منذ زمن بعيد، ولكن لم نرى الأدلة على وجودها في الطبيعة إلا مؤخراً. وتمكّن الفيزيائيّون من صناعة نسختهم المزيّفة والتي قد تلعب دوراً هامّاً في مجال الحواسيب الكموميّة في المستقبل.

صنع السائل المغزليّ الكمّي الجديد هذا من كريستال الإتربيوم **ytterbium** من قبل فيزيائيّين في الصين عام 2015. والآن، استطاع فريق عملٍ منفصل في معهد جورجيا للتكنولوجيا من التوصل إلى دليل على وجود هذا السائل داخل الكريستال! إذا بدا لك هذا الأمر معقداً جداً، فلا تقلق، عانى العلماء لعقودٍ حتى يتمكنّوا من استيعاب هذا النوع من السوائل.

في الفيزياء الكمية، لا تشير كلمة "مغزلية" أو "سبين" **Spin** لحالة دوران فعلية، ولكنها تصف نوعاً من الزخم الزاويّ المرتبط جوهرياً بالجزيء، أي أنّها فعلياً تصف كيفية تصرف الجزيء عندما يتحرّك خلال حقلٍ مغناطيسيّ، وكأن له خصائص إبرة بوصلة صغيرة. في السائل المغزلي الكمومي، تبدأ سبينات الالكترونات بالتفاعل لخلق حالة مضطربة بشدة، مما يسبب كل أنواع السلوك المضطرب.

وكما ذكرنا في وقت سابق من شهر نيسان/أبريل 2016، في هذه الحالة، لا تصطف الالكترونات جنباً إلى جنب وإنما تشكّل ما يشبه الحساء المتشابك نتيجة الاهتزازات الكمومية **Quantum fluctuations**.

يتألف هذا الحساء من جزيئات كمومية متشابكة، والتي تتشارك أساساً الوجود، وهذا يعني أنّ ما يحدث لأحد هذه الجزيئات سيؤثّر تباعاً على الجزيئات الأخرى، حتى ولو كانت هذه الجزيئات على بعد عدة سنين ضوئية.

وبناءً عليه، يعدّ السائل المغزلي الكمي نظاماً من ملايين الجزيئات الكمومية المتشابكة مع بعضها، والتي تتصرف جميعها بجنون! وبالرغم من أنّ الحركة الفردية لكلّ من هذه الجزيئات جنونية أيضاً، إلا أنّها تتصرف كمجموعة مترابطةٍ ومتماسكةٍ ككلّ.

يفسّر مارتن موريغال **Martin Mourigal** من فريق معهد جورجيا: "تخيّل حالةً ماديّةً بوجود شبكة لا تحتوي على الكترونين فحسب، بل ثلاثة أو خمسة أو عشرة أو حتى عشرة مليارات جزيء في النظام ذاته، حينها يمكنك خلق حالةٍ مذهلةٍ جداً من المادة، والتي تعتمد على حقيقة أنّ هذه الجزيئات مرتبطةٌ ببعضها البعض، ولا يوجد أي جزيء يقف منفرداً، ولكن جميعها تشكّل الكتروناً كبيراً إذ أنها تتصرّف بشكل جماعيّ".

تماماً مثل كلمة "سبين" لا تشير كلمة "سائل" **liquid** هنا إلى المعنى المتعارف عليه في حياتنا، ولكنّها تصف الطبيعة الجماعية لحركة سبينات الالكترونات.

يضيف مارتن: "وفي هذا (السائل السبيني) لا تكون الاتجاهات محدّدة بدقّة للتحركات داخله، وإنما هي أقرب للعشوائية، برغم كون الجزيئات مرتبطة، ولكن عندما نتحدّث عن (مغزلية صلبة) عندها تكون الاتجاهات محدّدة ومنتظمة بدقة".

عودةً إلى عام 2006، اكتشف علماء من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا كريستالاً طبيعياً يدعى هربرت سميثايت **herbertsmithite** وهو مصدر مرشّحٌ للسوائل الكمومية، له لونٌ قرمزيّ مخضر، وقد عثر عليه في منجم في تشيلي عام 1972، وهذا ما قام عليه كريستال ايتربيوم المصنّع الجديد.

والآن، هناك إشاراتٌ لحالة ماديّة غريبة في كريستال ايتربيوم أيضاً، يشتبه موريغال وفريقه أنّ ما تمّ التوصل إليه بمجال السائل المغزلي الكمّي ليس إلا غيضاً من فيض.

يذكر موريغال أيضاً: "كان التوصل إلى معدن هربرت سميثايت **herbertsmithite** بمثابة القول أنّ (الحيوانات موجودة) إلا أنّ هناك أنواع مختلفة من الحيوانات، فهناك الثدييات، والأسماك والزواحف، والطيور، وبنفس الطريقة، نحن وجدنا نوعاً من أنواع السائل

المغزليّ، ونبحث عن المزيد من هذه الأنواع".

اكتشف موريغال وفريقه من معهد جورجيا هذه الحركة المذهلة من خلال استخدام موصلات مغناطيسية فائقة **superconducting magnet** لتخطيط حركة الالكترونات داخل كريستال ايتربيوم. ويتابع الشرح عن هذه العملية: "بعد ذلك أزلنا الحقل المغناطيسي، وتركنا الالكترونات تعود إلى حالتها الأساسية من الاهتزاز".

وبدلاً من أن تبدّل الجزيئات المترابطة حركتها بطريقة منسجمة، كما يمكن أن يحصل في حالة كمومية عادية، قام كلّ جزيء بما يريد القيام به وبحركته الخاصة بغض النظر عن مجموعته التي ينتمي إليها.

"انقسمت موجة حركة القفز السبينية هذه بعدها إلى موجات أخرى، وذلك لأنّ كل شيء متماسك، وكل شيء متشابكٌ أيضاً، كانت سلسلة من الجسيمات التي تندفع خلال عدة الكترونات في وقت واحد" أضاف موريغال.

صوّرت استكشافات الفريق ما يمكن رؤيته داخل كريستال هيربرت سميثايت الطبيعي، ولكن من أجل إثبات أنّ كريستال إتربيوم الذي صنّعوه يمتلك حالة من السائل المغزلي الكمي، لابد أن يأخذ ذلك سنواتٍ طويلةٍ من البحث والاختبارات المادية المستقلّة. إلا أنّ موريغال يبدو غير قلقٍ من الضغط الذي سيتعرض له الفريق بسبب النتائج التي توصل إليها: "من اللمحة الأولى، يبدو وكأنّ هذه المادة تنادي، إنّني سائلٌ مغزليٌّ كمّي!"

على أمل أن يكون الأمر حقيقياً.

- التاريخ: 2017-02-15
- التصنيف: فيزياء

#النظرية النسبية #الفيزياء الكمومية #الاهتزازات الكمية #التشابك الكمومي

المصطلحات

- **الاهتزازات الكمومية (quantum fluctuations)**: في الفيزياء، يُشير الاهتزاز الكمومي إلى تغير مؤقت في كمية الطاقة المُختزنة في نقطة ما من الفضاء، ويعتمد هذا المفهوم على مبدأ الارتياب الذي صاغه عالم الفيزياء فيرنر هايزنبرغ.
- **الأيونات أو الشوارد (Ions)**: الأيون أو الشاردة هو عبارة عن ذرة تم تجريدها من الكترون أو أكثر، مما يُعطيها شحنة موجبة.وتسمى أيوناً موجباً، وقد تكون ذرة اكتسبت الكتروناً أو أكثر فتصبح ذات شحنة سالبة وتسمى أيوناً سالباً

المصادر

- sciencealert
- الورقة العلمية

- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - رند يوسف
- مُراجعة
  - ريم المير أبو عجيب
- تحرير
  - أحمد فاضل حلي
- تصميم
  - أنس محادين
- نشر
  - مي الشاهد