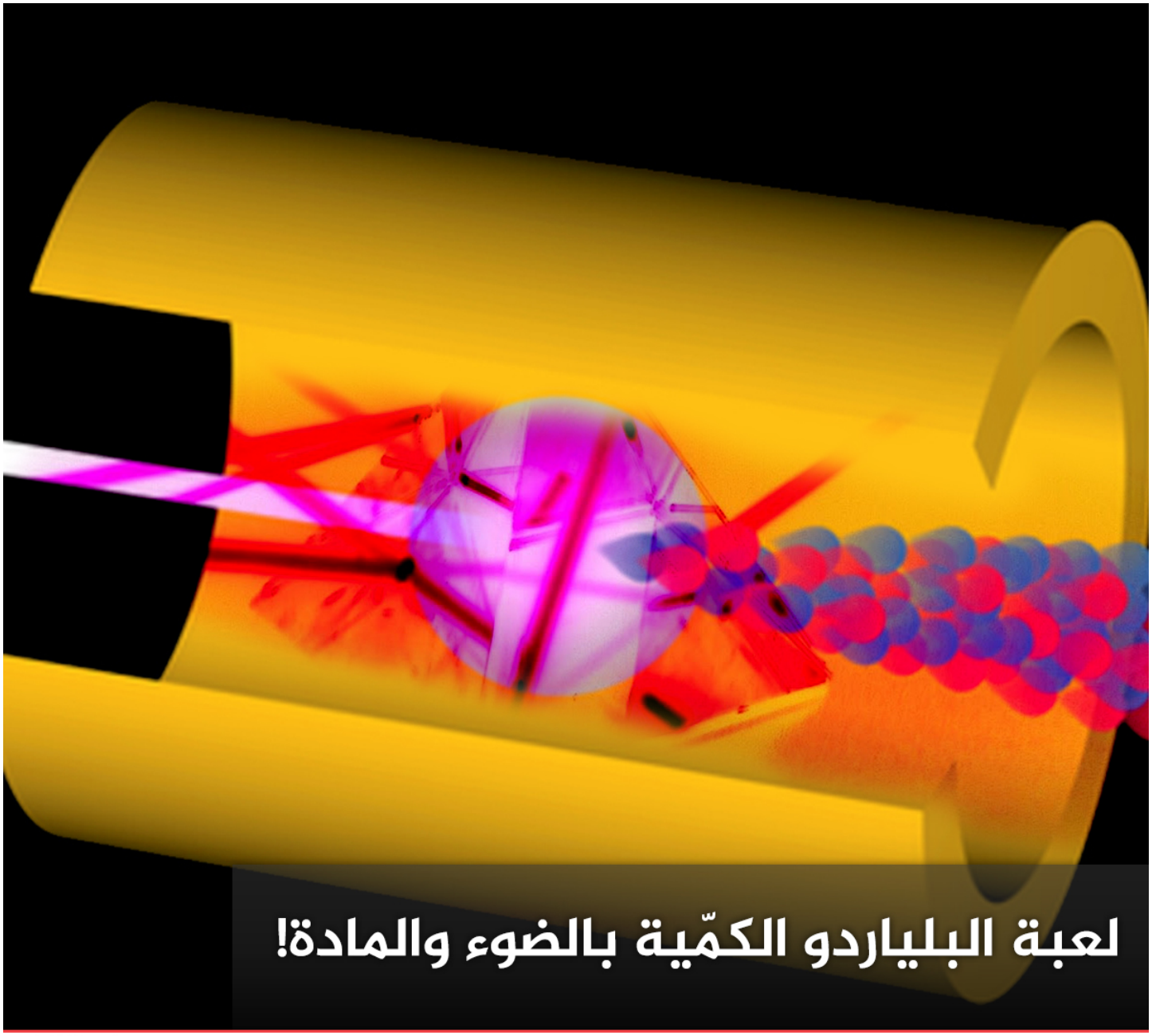
لعبة البلياردو الكمّية بالضوء والمادة!



مختبر تكاثف بوز-أينشتاين للبولاريتون- جامعة أستراليا الوطنية/ ANU Polariton BEC laboratory.

صمّم فريق فيزيائي عالمي لعبة بلياردو كميّة بهدف الحصول على رؤى جديدة حول الفيزياء الأساسية "للنقاط الاستثنائية" **(exceptional points)**. فقد شرح علماء من جامعة أستراليا الوطنية **ANU** واليابان وسنغافورة وألمانيا، للمرة الأولى، بشرح النقاط الاستثنائية في نظام كمّي واسع النطاق باستخدام تكاثف بوز-أينشتاين **(Bose-Einstein condensate)** [2] لبولاريتونات-الأكسيتون **(exciton-polaritons)** [4].

و يفتح هذا البحث آفاقاً جديدة لفيزياء بولاريتونات-الأكسيتون، ومن الممكن أن يقدم اكتشافات لمبادئ تشغيل جديدة لإلكترونيات تعتمد

على البولاريتون [3] في المستقبل.

وقالت د. إلينا أوستروفسكايا **Elena Ostrovskaya**: "إن النقاط الاستثنائية تمثل ظاهرة مثيرة للاهتمام وغير بديهية، مثل الشفافية غير المتوقعة للمواد المبهمة، أو الانتشار الأحادي للضوء، أو أشعة الليزر التي تنطفئ عند ضخها بقوة شديدة". يذكر أن د.إلينا هي قائدة الفريق البحثي من مدرسة بحوث الفيزياء والهندسة في جامعة أستراليا الوطنية.

تحدث النقطة الاستثنائية عندما تلتحم حالتان مختلفتان من النظام المادي ليكوّنا حالة واحدة. وقد تم توقع هذه النقاط في الأنظمة الكمية، ولكن حتى الآن لم يتم رصدها إلا في الموجات البصرية الكلاسيكية والموجات المايكروية.

و تعتبر بولاريتونات_الأكسيتون هجينة من الطاقة والمادة. وبإمكان أعداد هائلة من بولاريتونات_الأكسيتون أن تتصرف بانسجام لتشكل موجة ضخمة من المادة الكمية على تكاثف بوز_أينشتاين.

و قد تمكن الفريق من صنع لعبة بلياردو يبلغ عرضها 10 مايكرومترات تقريباً عن طريق تسليط ضوء ليزر على قطعة شبه موصل. واكتشفوا أن بولاريتونات_أكسيتون المستخدمة في هذه اللعبة بدلاً من كرات البلياردو، تحمل نقاط استثنائية وفيرة في طيفها.

وللكشف عنها استخدم الفريق خاصية غريبة للنقاط الاستثنائية، من خلال الذهاب في حلقة حول نقطة استثنائية في مستوى البارامتر (**parameter plane**)، مع ملاحظة أنه لا يمكنك العودة إلى نفس الحالة الكمومية التي بدأت منها أبداً. وعند الذهاب في حلقة ثانية ستنقلب الحالة رأساً على عقب. وتسمى هذه الميزة "مرحلة بيري الطوبولوجية" (**topological Berry phase**)، وهي حصرية للأنظمة التي تحمل نقاط استثنائية.

ملاحظات

---

[1] النقاط الاستثنائية (**exceptional points**): النقاط الاستثنائية هي تفردات **singularities** بدوال الطاقة لنظام فيزيائي يستطيع إنتاج تأثيرات غير معتادة. (التعريف من نيتشر).

[2] تكاثف بوز_أينشتاين (**Bose-Einstein condensate**): اقترح العالمان ساتيندرا ناث بوز وألبرت أينشتاين أن ذرات الغاز إذا كانت من البوزونات فإنها تحتل حالة كمومية واحدة إذا انخفضت درجة حرارتها إلى درجه الصفر المطلق وهي صفر كالفن. يحصل تكاثف بوز_أينشتاين عند تدني درجة الحرارة تحت درجة معينة، وتدعى هذه الدرجة بالدرجة الحرجة و هي في الغاز ثلاثي الأبعاد لا نهائي الحجم ولا يوجد تأثر متبادل بين جسيماته.

[3] بولاريتون **Polariton**: البولاريتون في الفيزياء هي أشباه جسيمات ناتجة عن اقتران موجات كهرومغناطيسية مع ثنائي قطب كهربائي أو مغناطيسي يحمل إثارة.

[4] بولاريتونات_إكسيتون (**exciton-polaritons**): البولاريتونات المستثارة هي جسيمات المادة الخفيفة الهجينة، المتكونة بواسطة فوتونات متفاعلة بقوة وإكسيتونات (أزواج إلكترون – فجوة) بفجوات مجهرية شبه موصلة. (التعريف من نيتشر).

- التاريخ: 2018-02-02
- التصنيف: فيزياء

#البولاريتونات #تكاثف بوز_أينشتاين #بولاريتونات_إكسيتون

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - نداء البابطين
- مُراجعة
  - خزامى قاسم
- تحرير
  - رضوى نادر
  - منير بندوزان
- تصميم
  - صلاح الحجي
- نشر
  - مي الشاهد