اكتشاف موجات صوتية غير اعتيادية في سوائل كميّة

حقوق الصورة: Hinrich Oltmanns, Pexels.com

يمكن أن تنتشر الموجات الصوتية الاعتيادية (وهي التذبذبات الصغيرة للكثافة) عبر جميع السوائل، ما يؤدي إلى ضغط الجزيئات في السائل على فترات منتظمة.

والآن أظهر علماء الفيزياء نظرياً أنه في السوائل الكمومية أحادية البعد، ليست واحدة، بل اثنتين من الموجات الصوتية من الممكن أن تنتشر، إذ يتحرك نوعا الموجات بسرعة متشابهة تقريباً، لكنها عبارة عن مزيج من موجات الكثافة وموجات الحرارة.

قام علماء الفيزياء كونستانتين ماتفيف **Konstantin Matveev** في مختبر أرغون الوطني **Argonne National Laboratory** وأنطون أندريف **Anton Andreev** في جامعة واشنطن ـ سياتل **University of Washington**، بنشر ورقة عن الموجات الصوتية الهجينة في السوائل الكميّة في عدد حديث من مجلة **Physical Review Letters**.

يقول ماتيفيف لموقع **Phys.org**: "إن السوائل أحادية البعد لها خواص كميّة مدهشة درسها علماء الفيزياء لعقود، من المدهش بشكل كبير أننا قد تمكنا من إثبات أنه حتى الظواهر الكلاسيكية كالصوت مثلاً، لا تتصرف بشكلٍ طبيعي في هذه السوائل، لقد أظهر عملنا أنه حتى أبسط الخصائص الكلاسيكية للسوائل يمكن أن تتأثر بشدة بطبيعته الكميّة".

على الرغم من أن السوائل الكلاسيكية تدعم عادة نوعاً واحداً من الموجات الصوتية (موجات الكثافة)، إلا أن أحد الاستثناءات هو الهيليوم السائل، وكمائعٍ فائق يمكن أن يتدفق الهيليوم السائل بدون احتكاك، حيث يمكن أن يتسلق على أطراف الإناء الموضوع فيه، بالإضافة إلى خصائص غير اعتيادية أخرى، وعلى عكس السوائل الكلاسيكية يدعم المائع الفائق الهيليوم نوعين من الموجات الصوتية (موجة الكثافة وموجة الحرارة) واللذين ينتشران بسرعات مختلفة.

كما يشرح العلماء القائمين على الدراسة أن السوائل الكمومية أحادية البعد تُشبِه إلى حد ما الهيليوم السائل، لأن كلا السائلين يدعمان نوعين من الموجات الصوتية، ومع ذلك فهما بطرقٍ أخرى مختلفان تماماً: فبدلاً من أن تكون الموجة الصوتية عبارة عن موجة كثافة وتكون الموجة الصوتية الأخرى عبارة عن موجة حرارة، فإن الموجتين الصوتيتين تَجمعان خصائص كل من الكثافة والحرارة، هذه الطبيعة الهجينة للموجات الصوتية في السوائل الكمومية أحادية البعد تختلف عن طبيعة الموجات الصوتية في أي سائل آخر بما في ذلك الهيليوم السائل، وبالإضافة إلى ذلك أظهر العلماء أن الموجتين الصوتيتين المختلطتين تنتشران بسرعة متساوية تقريباً مع اختلاف في السرعة المجملة حسب درجة الحرارة.

يأمل ويتوقع الفيزيائيون في المستقبل أن تُثبَت هذه الموجات الصوتية الهجينة تجريبياً في أسلاك كمومية طويلة أو مصائد ذرية، حيث من المعلوم وجود السوائل الكميّة أحادية البعد فيها.

بعض المصطلحات وتعريفاتها

الهيليوم السائل (**liquid helium**): يوجد الهيليوم في حالته السائلة فقط عند درجة حرارة منخفضة جداً بسبب ضعف عوامل الجذب بين ذرات الهيليوم، هذه القوى المتداخلة في الهيليوم ضعيفة في البداية لأن الهيليوم غاز نبيل، ولكن عوامل الجذب تتراجع أكثر بسبب تأثيرات ميكانيكا الكم مما يجعلهُ في نهاية المطاف مائعاً فائقاً.

احتكاك (**friction**): هي القوة المُقاوِمة التي تحدث عند تحرك سطحين متلاصقين باتجاهين متعاكسين عندما يكون بينهما قوة ضاغطة تعمل على تلاحمهما معاً (وزن أحد الجسمين مثلاً).

مصائد ذرية (**atomic traps**): وهي أجهزة تستخدم تدرج مجال مغناطيسي لاحتجاز الجسيمات المحايدة ذات اللحظات المغناطيسية، وعلى الرغم من استخدام هذه المصائد في العديد من الأغراض في أبحاث الفيزياء، إلا أنها تُعرَف على أنها المرحلة الأخيرة في ذرات التبريد لتحقيق تكثف بوز-آينشتاين، أول من اقترحه الفيزيائي ديفيد إي بريتشارد **David E. Pritchard**.

الدراسة

K. A. Matveev and A. V. Andreev. "Hybrid Sound Modes in One-Dimensional Quantum Liquids." Physical Review Letters. DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.026803

- التاريخ: 2018-08-30
- التصنيف: فيزياء

#السوائل الكمومية أحادية البعد #مختبر أرغون الوطني #موجات الكثافة #الهيليوم السائل #الموجات الصوتية الهجينة

المصطلحات

- **الهليوم (helium)**: ثاني أخف العناصر الكيميائية وثاني أكثر العناصر الكيميائية وفرةً. تتألف ذرة الهليوم النموذجية من نواة مكونة من بروتونين ونترونين محاطة بالكترونين. تم اكتشاف الهليوم للمرة الأولى في شمسنا، حيث تصل نسبة الهليوم في الشمس إلى ما يُعادل 25% من كتلتها. المصدر: ناسا

المصادر

- PHYS.ORG

المساهمون

- ترجمة
  - سلمان عبود
- مُراجعة
  - شهامة شقفة
- تحرير
  - ليلاس قزيز
  - أحمد كنينة
- تصميم
  - سلمان عبود
- صوت
  - جعفر مهنا
- نشر
  - بيان فيصل