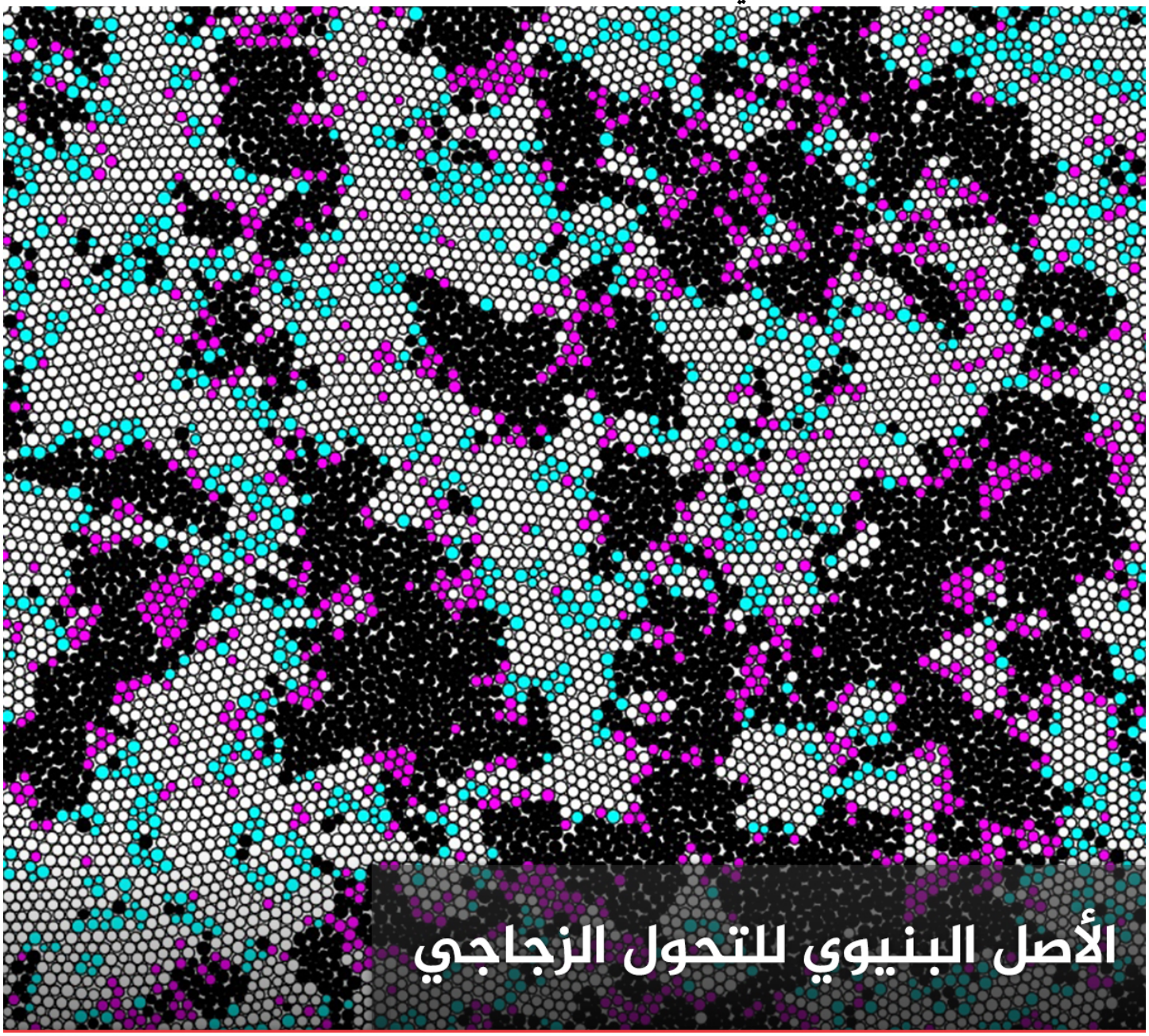
الأصل البنيوي للتحول الزجاجي



توضيح الصورة: تُصور هذه اللقطة ترابط البنية الجسيمية والحركية عند كثافة تصل إلى 0.97، ويُمثل اللون الأبيض حركية منخفضة وترتيباً مرتفعاً، واللون الأسود حركية مرتفعة وترتيباً منخفضاً، واللون السماوي حركية وترتيباً منخفضين، واللون الأرجواني حركية وترتيباً مرتفعين.

برهنت مجموعة بحث من جامعة طوكيو بالاعتماد على عمليات المحاكاة الحاسوبية أن تعزيز الاهتزازات في بنية سائل ما يلعب دوراً رئيسياً في تحول السائل إلى صلب بالقرب من نقطة التحول الزجاجي (**glass-transition point**)، وهي درجة الحرارة الأقل تماماً من نقطة الانصهار (**melting point**).

تحسن هذه النتيجة من فهمنا لأصل التحول الزجاجي، ومن المتوقع أن تسلط المزيد من الضوء على بنية السوائل التي لا تزال تعتبر حتى الآن متجانسة وعشوائية. يتحول السائل في العادة إلى مادة صلبة عندما تنخفض درجة حرارته إلى ما دون نقطة الانصهار؛ ومع ذلك فإن بعض المواد تبقى سائلةً حتى عند درجة حرارة أقل من نقطة الانصهار، وهي في النهاية تتصلب (**solidify**) جرّاء التبريد الزائد أو الفائق (**supercooling**) وصولاً إلى ما يُعرف بنقطة التحول الزجاجي.

وبصرف النظر عن الأبحاث المكثفة التي تمَّ إجراؤها على مدار الأعوام، إلا أن الآلية الفيزيائية لهذه النقطة تبقى مراوغة. وتنص إحدى الاحتماليات على أن الترتيب الهيكلي يتطور في السائل فائق التبريد أثناء تبريده، مما يزيد من حجم البنية وبالتالي يُبطئ من حركيتها ويقود إلى التحول الزجاجي.

من الصعب جداً اكتشاف الاهتزازات الحاصلة في هياكل السوائل التي تُعاني من التحول الزجاجي لأنها فوضوية. ولكن تم اقتراحُ طريقة جديدة للقيام بذلك، ولا تعتمد هذه الطريقة على نوع بنية السائل. وقد حصلت في الواقع على الكثير من الاهتمام لأنها قد تُمكننا من استنتاج حجم البنية، والذي يلعب دوراً رئيسياً في فهم الديناميكا البطيئة لجميع السوائل.

كانت مجموعة البحث الخاصة بالبروفسور هاجيمي تاناكا **Hajime Tanaka** والباحث المشارك في المشروع جون روسو **John Russo** من معهد العلوم الصناعية في جامعة طوكيو قادرة فقط على استرجاع مسافة الفصل المكاني بين جسيمين باستخدام هذه الطريقة، واكتشفوا أن هذه الطريقة تفشل في استنتاج الترابط بين أكثر من جسيمين الترابطات عديدة الأجسام (**many-body correlations**) التي تُعتبر أساسيةً لفهم التحول الزجاجي. ويبدو أن البنية الشبكية السداسية (**hexagonal lattice structure**) التي يُعتبر استخلاصها مستحيلاً بواسطة هذه الطريقة تهيمن على ديناميكا السوائل.

يقول البروفسور تاناكا: "إن هذه الاكتشافات لا تدعم فقط الآلية الفيزيائية المقترحة من قبل مجموعة البحث، والتي تقول بأن الديناميكا الزجاجية البطيئة هي نتيجة لتطور الاهتزازات البنيوية في السائل فائق التبريد، وإنما تُقدم أيضاً رؤية جديدة لطور السوائل (**liquid phase**)، الذي كنا نعتقد أنه متجانس وعشوائي، وتقود أيضاً إلى الحصول على فهمٍ أعمق للطبيعة الدقيقة لحالة السائل فائق التبريد".

- التاريخ: 2015-06-30
- التصنيف: فيزياء

#التحول الزجاجي #ديناميكا السوائل

المصطلحات

- **نقطة التحول الزجاجي (glass-transition point)**: أو اختصاراً Tg، وهي خاصية غاية في الأهمية وتُمثل درجة الحرارة التي يتحول عندها المائع من مادة زجاجية صلبة إلى حالة مطاطية ناعمة، أو بالعكس.
- **الترابطات عديدة الأجسام (many-body correlations)**: هي الترابطات التي تنشأ في الأنظمة عديدة الأجسام.
- **نقطة الانصهار (melting point)**: أو نقطة السيولة (liquefaction point)، وهي درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من

الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند قيمة للضغط مساوية للضغط الجوي.

- **التبريد الفائق (supercooling)**: هي عملية تتضمن تخفيض درجة حرارة سائل ما إلى دون نقطة تجمده (freezing point) دون أن يُصبح صلباً.
- **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

- phys.org
- الورقة العلمية

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- تحرير
  - فراس الصفدي
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد