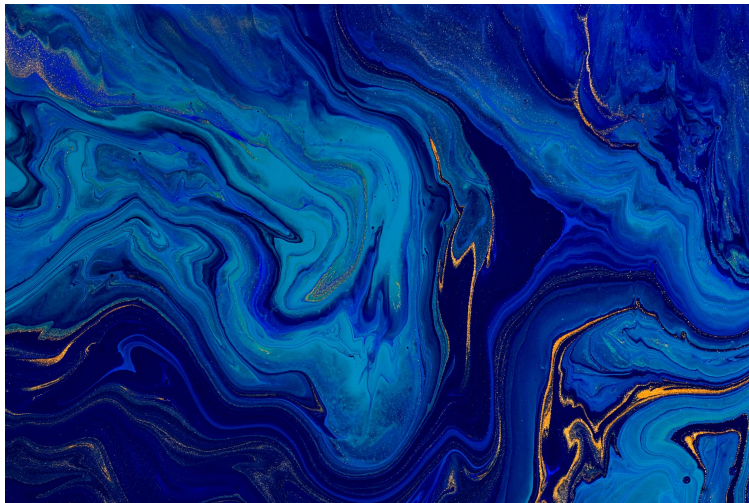


07/06/2022

Lent però constant: així es guanya la cursa. Una història de molècules que ballen diferent



Els fenòmens macroscòpics d'equilibri requereixen un moviment microscòpic de les molècules. Fins ara la dinàmica dels líquids s'havia descrit considerant un únic tipus de moviment conegut com a relaxació estructural. Un equip d'investigació belga de la ULB amb la participació del Dr. Cristian Rodríguez, professor lector del Grup de Propietats Tèrmiques dels Materials a la Nanoescala (GTNaM) de la UAB han descrit un nou moviment, el SAP (Slow Arrhenius Process).

Istockphoto/Galina Timofeeva

Un sistema està en equilibri quan les seves propietats no canvien amb el temps. L'experiència ens diu que tal observació, no obstant, difícilment es a la natura. La transformació de capolls en flors i després en fruits, les reorganitzacions de les plaques a la superfície dels planetes i fins i tot l'evolució del cos humà al llarg de la seva vida són només alguns exemples de sistemes fora d'equilibri. Amb el temps, aquests sistemes lluiten per aconseguir l'equilibri, reorganitzant-se i adaptant-se a l'entorn per a arribar a reduir la seva energia interna.

Des de fa gairebé un segle, sabem que els fenòmens macroscòpics d'equilibri (per exemple, una corda elàstica que s'allarga amb la tracció, o una galleda de gel que es fon quan el traiem del congelador) requereixen un moviment microscòpic de les molècules. En

augmentar la temperatura, les molècules es mouen més ràpid i l'equilibri s'aconsegueix en un temps més curt. Aquest principi fonamental reflecteix la bellesa de la física i té poderoses implicacions.

En observar com reacciona un material davant l'aplicació de petites forces, podem observar el procés d'equilibri i, per tant, comprendre les trajectòries de les molècules, independentment de com de ràpid es moguin aquestes i com de petites siguin les distàncies que recorren.

Gràcies a aquests mètodes experimentals va ser possible observar que les molècules dels líquids necessiten cooperar per a moure's en les seves posicions. Aquest moviment molecular s'aconsegueix només a través una espècie d'acció de col·laboració. Com més fred, més dens i viscos es torna el líquid, i més molècules necessiten coordinar els seus moviments per a equilibrar-se. Durant dècades, la dinàmica dels líquids s'ha descrit considerant únicament aquest tipus de moviment, conegut com a relaxació estructural.

Ara, tal com es publica en *Science Advances*, un equip internacional del Laboratori de Dinàmica de Polímers i Matèria Tova de la Universitat Lliure de Brussel·les (ULB) dirigit pel Prof. Napolitano, amb la participació del Dr. Cristian Rodríguez-Tinoco (actualment, professor lector de la UAB) ha demostrat que les molècules també poden moure's d'una altra forma. A aquest nou procés molecular l'han denominat SAP (Slow Arrhenius Process), que a altes temperatures és més lent que la relaxació estructural i les reorganitzacions associades no es veuen afectats per la densitat (procés Arrhenius).

Aquest treball experimental respon a diverses preguntes sense resposta sobre la dinàmica dels líquids. Laboratoris de tot el món ja havien observat que els líquids poden equilibrar-se d'una manera més eficient que no es pot atribuir a la relaxació estructural; aquest equip de la ULB ha comprovat que les molècules en diferents materials trien el SAP per a reduir la seva energia interna. És important destacar que és possible seguir aquesta nova ruta a qualsevol temperatura: a baixes temperatures, quan el líquid es torna tan viscos que es comporta gairebé com un sòlid, aquest nou mecanisme és més eficient que l'anterior. Gràcies a les seves propietats úniques, el SAP pot facilitar la relaxació dels materials en un temps raonable (dies, mesos), a temperatures a les quals la relaxació a través del procés estructural s'estendria al llarg de temps geològics.

El SAP es pot representar com un equip de ciclistes que lliuren aliments: poden ser més lents que els automòbils durant les hores normals, però en el cas d'un embús de trànsit, pots comptar amb ells per a rebre el menjar calent a taula.

Comprendre la naturalesa del SAP té fortes implicacions. En el disseny de nous materials i els seus protocols de fabricació, per a aconseguir un millor control de propietats en identificar aquelles condicions que afavoreixen mecanismes que no depenen d'un canvi en l'estructura, com és el cas del SAP. A més, atès que la majoria dels materials amorfs s'emmagatzemen a baixes temperatures, el temps d'emmagatzematge d'aquests sistemes es veu significativament afectat per l'equilibri potencial a través d'aquesta nova via descoberta per l'equip de ULB.

Cristian Rodríguez-Tinoco

Grup de Propietats Tèrmiques dels Materials a la Nanoescala (GTNaM), Departament de Física
Universitat Autònoma de Barcelona

cris.tian.rodri.quez@uab.cat

Referències

Song, Zijian & Rodríguez-Tinoco, Cristian & Mathew, Allen & Napolitano, Simone. (2022). **Fast equilibration mechanisms in disordered materials mediated by slow liquid dynamics**. Science Advances. 8. 10.1126/sciadv.abm7154.

[View low-bandwidth version](#)