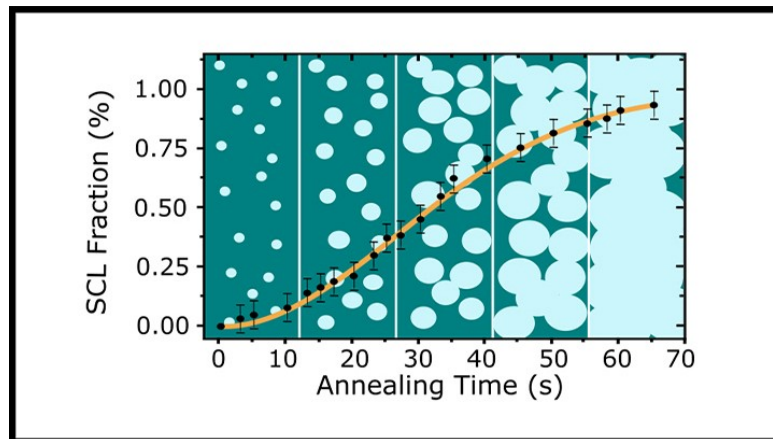


15/07/2020

La fusió dels vidres ultraestables



El pas de vidre a líquid, a causa d'un augment de temperatura, provoca canvis en les propietats dinàmiques de la matèria, com la viscositat, sense canviar la seva estructura. Si bé diferents teories intenten explicar aquest fenomen, segons la Unitat de Física de Materials I de la UAB, centrada en els vidres ultraestables, el mecanisme de transformació s'assembla a un procés de fusió iniciat en regions nanoscòpiques de menor densitat ja existents en el vidre.

El dibuix mostra l'evolució de la fracció transformada en fase líquida en funció del temps a una temperatura per sobre de la temperatura de transició vítria. Les esferes de color verdós representen els nuclis de fase líquida que, després de nuclear a $t = 0$, creixen a costa del vidre.

La transició vítria, el pas d'un vidre d'elevada viscositat a un líquid de major mobilitat en augmentar la temperatura, és encara un dels enigmes de la física de la matèria condensada després de més de cent anys d'intenses investigacions des de diferents camps de la física, la química i/o la fisicoquímica. És sorprenent que un material desordenat, sense ordre atòmic o molecular fins i tot a curtes distàncies, exhibeixi un canvi tan abrupte de les seves propietats dinàmiques, en un interval de temperatura reduït, en el qual l'estructura es manté pràcticament impertorbable. Aquest canvi exponencial de les propietats dinàmiques sense canvis en la microestructura segueix meravellant i inquietant la comunitat científica dedicada a l'estudi de l'estat vítri.

Actualment existeixen teories contradictòries que intenten explicar la transició vítria: unes consideren que després de l'arrest cinètic que s'observa experimentalment en formar el vidre des del líquid existeix una transició de fase termodinàmica, però que no és observable al ser inaccessible al laboratori. Altres teories sostenen que l'estat vítri es correspon amb un líquid subrefredat d'alta viscositat i que res diferencia els dos estats. En general, s'accepta que la transició vítria observada al laboratori i que es manifesta per un salt relativament abrupte en la capacitat calorífica en variar la temperatura és una transició cinètica, ja que la temperatura a la qual es produeix, és a dir la temperatura de transició vítria, depèn de la història tèrmica del material. En un context general, la fenomenologia de la transició vítria es pot aplicar a processos en els quals les escales temporals en les quals alguna magnitud física s'equilibra es tornen més llargues que l'escala de temps en què el sistema és observat.

En un article recentment publicat a *Physical Review Letters*, investigadors/es de la Unitat de Física de Materials I del Departament de Física de la Universitat Autònoma de Barcelona demostren que el mecanisme de transformació dels vidres ultraestables s'assembla a una transformació de primer ordre i es pot descriure en el marc de la teoria clàssica de nucleació i creixement.

En aquest treball, els investigadors/es de la UAB fan servir uns vidres especials anomenats vidres ultraestables. Aquests materials, crescuts en pocs minuts a partir del vapor, posseeixen propietats sorprenents com, per exemple, la seva elevada estabilitat termodinàmica o densitat, comparables a les que podria arribar un vidre obtingut a partir del líquid i estabilitzat durant milers o milions d'anys. La transformació ha estat analitzada mitjançant la tècnica de nanocalorimetria, que dóna accés a la capacitat calorífica de capes ultrafines i en la qual el grup de la UAB és pioner a escala internacional. L'anàlisi de les corbes de capacitat calorífica permet extreure com augmenta la fracció de vidre transformat en fase líquida en funció del temps sota temperatures per sobre de la temperatura de transició vítria. A partir de l'evolució de la fracció transformada es determina el mecanisme de transformació.

Sorprenentment, la transformació s'assembla a una fusió convencional dominada per una nucleació heterogènia en llocs preexistents que, a falta de confirmació experimental, s'especula que puguin ser regions nanoscòpiques de baixa densitat presents en el vidre. Aquest descobriment és de vital importància per estendre la fenomenologia de la transició vítria i tractar d'elucidar la seva veritable naturalesa. En un aspecte més aplicat, aquesta investigació és rellevant per poder fabricar dispositius electrònics, com els OLEDs (*Organic Light Emitting Devices*) més duradors i eficients.

Javier Rodríguez

Física de Materials I.

Àrea de Física Aplicada.

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

javier.rodriquez@uab.cat

Referències

A. Vila-Costa, J. Ràfols-Ribé, M. González-Silveira, A. F. Lopeandia, Ll. Abad-Muñoz, and J. Rodríguez-Viejo. **Nucleation and Growth of the Supercooled Liquid Phase Control Glass Transition in Bulk Ultrastable Glasses**. (2020) *Phys. Rev. Lett.* 124 (7),

076002. DOI:[10.1103/PhysRevLett.124.076002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.076002)

[View low-bandwidth version](#)