

Viscosité de l'eau fortement surfondue et violation de la relation de Stokes-Einstein

A. DEHAOUI, B. ISSENMANN, L. SINGH, F. CAUPIN

Institut Lumière Matière, UMR5306 Université Claude Bernard Lyon 1-CNRS, Université de Lyon, Institut Universitaire de France, 69622 Villeurbanne CEDEX, France
bruno.issenmann@univ-lyon1.fr

...

Résumé :

L'eau est un des liquides les plus familiers, mais aussi les plus anormaux. Dans la plupart des liquides loin de la transition vitreuse, la viscosité et le coefficient de diffusion moléculaire sont couplés par la relation de Stokes-Einstein. Dans l'eau, la viscosité se découple du coefficient de diffusion translationnel dès 20°C. Des simulations prédisent un lien avec une hypothétique transition de phase entre deux formes liquides distinctes de l'eau dans l'état surfondu [1]. Alors que le coefficient de diffusion est très bien connu et tabulé dans l'eau surfondue [2], ce n'est pas le cas de la viscosité [3]. Nous avons pu mesurer cette viscosité jusqu'à -34°C grâce à l'observation du mouvement brownien dans une solution colloïdale de sphères de polymère, en utilisant une technique de décorrélation d'images [4,5].

Abstract :

Water is a familiar liquid but is also very anomalous. In most liquids far from the glass transition, the viscosity and the molecular diffusion coefficient are coupled by the Stokes-Einstein relation. In water, the viscosity starts decoupling from translational diffusion near 20°C. Numerical simulations predict a connection with a putative phase transition between two distinct liquid forms of supercooled water [1]. While the diffusion coefficient is very well known and tabulated in supercooled water [2], it is not the case of viscosity [3]. We could measure the viscosity down to -34°C thanks to the observation of brownian motion in a colloidal solution, using an image decorrelation technique [4,5].

Mots clefs : Viscosité ; eau surfondue ; métastabilité ; relation de Stokes-Einstein

Références

- [1] P. Kumar, S. V. Buldyrev, S. R. Becker, P. H. Poole, F. W. Starr, H. E. Stanley, Relation between the Widom line and the breakdown of the Stokes-Einstein relation in supercooled water, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 104 (2007) 9575
- [2] W. S. Price, H. Ide, Y. Arata, Self-Diffusion of Supercooled Water to 238K Using PGSE NMR Diffusion Measurements, J. Phys. Chem. A 103 (1999) 448-450
- [3] J. Hallett, The temperature dependence of the viscosity of supercooled water, Proc. Phys. Soc. 82 (1963) 1046
- [4] F. Giavazzi, D. Brogioli, V. Trappe, T. Bellini, R. Cerbino, Scattering information obtained by optical microscopy: Differential dynamic microscopy and beyond, Phys. Rev. E 80 (2009), 031403
- [5] R. Cerbino, V. Trappe, Differential Dynamic Microscopy: Probing Wave Vector Dependent Dynamics with a Microscope, Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 188102