



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



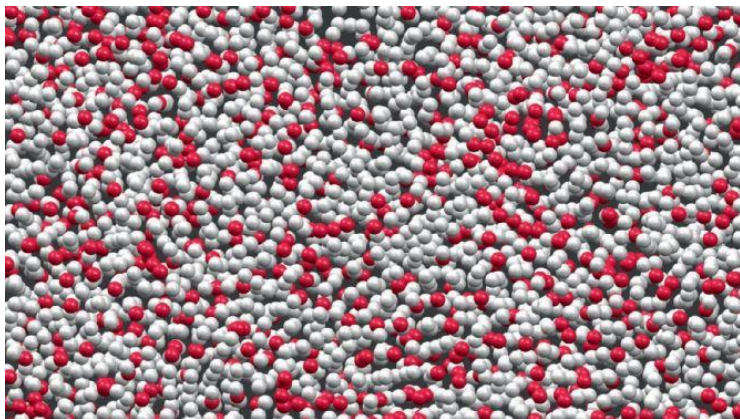
UNIVERSITÀ
DI PISA

Padova/Pisa, 30 marzo 2021

UN LIQUIDO SOTTORAFFREDDATO HA UNA STRUTTURA A MOSAICO

Confermata ai raggi X la dinamica molecolare di un liquido in prossimità della transizione vetrosa. Pubblicato su «Nature Communications» lo studio del team internazionale di ricerca di cui fanno parte le Università di Amsterdam, Padova, Pisa e Barcellona con il contributo dell'European Synchrotron Radiation Facility di Grenoble e del moscovita National Research Center "Kurchatov Institute"

Un vetro può essere immaginato come un liquido che ha perso la sua capacità di fluire. Questa definizione riflette la procedura utilizzata comunemente per produrre i vetri, vale a dire per raffreddamento rapido del fuso. Infatti, quando un liquido è raffreddato al di sotto della sua temperatura di fusione – o, come si dice, è sottoraffreddato – il moto molecolare rallenta fino al punto che, alla transizione vetrosa, il liquido appare all'osservatore come congelato: si è ottenuto un vetro. Nonostante i vetri siano utilizzati in innumerevoli applicazioni tecnologiche, resta da chiarire quale sia il meccanismo microscopico alla base della loro formazione.



Rappresentazione delle molecole che in un liquido sottoraffreddato partecipano al rilassamento Johari-Goldstein (sfere rosse) ad un dato istante. Queste molecole sono molto mobili, si muovono a distanze maggiori del resto delle molecole (sfere bianche) e sono connesse spazialmente in un'unica struttura che attraversa l'intero liquido

Un modo per capire cosa succede alla transizione vetrosa è quello di studiare i moti molecolari, chiamati processi di rilassamento, grazie ai quali un liquido ritorna all'equilibrio dopo una piccola perturbazione. Consideriamo per esempio il caso di una fluttuazione di densità: in un liquido al di sopra della temperatura di fusione – come l'acqua a temperatura ambiente – la struttura cambia, cioè rilassa tornando all'equilibrio, in pochi picosecondi (milionesimi di milionesimi di secondo), mentre in prossimità della transizione vetrosa la struttura cambia su tempi dell'ordine di centinaia di secondi. Questo rilassamento strutturale è tuttavia

anticipato dalla comparsa di un processo dinamico più veloce, noto come rilassamento Johari-Goldstein, il cui ruolo nella transizione vetrosa è argomento di animata discussione.

Il team di ricerca internazionale ha utilizzato un interferometro per raggi X del sincrotrone europeo ESRF dopo la caratterizzazione preliminare dei campioni a Pisa (Rete di strumentazioni CISUP) per studiare, alla scala atomica, il rilassamento Johari-Goldstein in un liquido a temperature prossime alla transizione vetrosa.

I risultati ottenuti forniscono una nuova prospettiva della dinamica microscopica in un liquido sottoraffreddato: il processo Johari-Goldstein segnala la formazione di una struttura a mosaico, con tasselli di molecole meno mobili (sfere bianche in figura) separati da una rete in

continua evoluzione di molecole più mobili (sfere rosse). La comparsa di questa struttura a mosaico conferma l'idea che una transizione di natura dinamica ha luogo nei liquidi sottoraffreddati, come suggerito da alcuni modelli teorici della transizione vetrosa.



Giulio Monaco del Dipartimento di Fisica ed Astronomia "Galileo Galilei" dell'Università di Padova e coordinatore dello studio pubblicato

«Questo esperimento - dice **Federico Caporaletti ora al Van der Waals-Zeeman Institute** - Institute of Physics/Van't Hoff Institute for Molecular Sciences dell'Università di Amsterdam ma che ha iniziato la ricerca durante il suo dottorato al Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento - chiarisce come i liquidi a temperature molto basse siano molto eterogenei da un punto di vista dinamico: alcune molecole sono più lente ed altre più veloci, con queste ultime connesse spazialmente in una sorta di ragnatela che attraversa l'intero liquido».

«L'eterogeneità dei moti molecolari che osserviamo - sottolinea **Simone Capaccioli del Dipartimento di Fisica "E. Fermi" dell'Università di Pisa e direttore CISUP** - potrebbe spiegare alcune importanti proprietà di questi materiali, quali la loro elasticità e duttilità».

«Questo risultato - conclude **Giulio Monaco del Dipartimento di Fisica ed Astronomia "Galileo Galilei" dell'Università di Padova e coordinatore del lavoro** - contribuisce a chiarire i meccanismi microscopici in base ai quali alcuni liquidi possono dar luogo ad un vetro, ad esempio un silicato fuso che diventa un vetro di finestra, invece di cristallizzare, come fa invece l'acqua quando ghiaccia».

Link alla ricerca: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22154-8>

Titolo: "Experimental evidence of mosaic structure in strongly supercooled molecular liquids", in «**Nature Communications**» - 2021 –

Autori: F. Caporaletti (a,g) S. Capaccioli (b,c), S. Valenti (d), M. Mikolasek (e), A.I. Chumakov (e,f), G. Monaco (a,h)

(a) Dipartimento di Fisica, Università di Trento (Italy)

(b) Dipartimento di Fisica "E. Fermi", Università di Pisa (Italy)

(c) CISUP, Centro per l'Integrazione della Strumentazione dell'Università di Pisa (Italy)

(d) Department of Physics, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona (Spain)

(e) European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble (France)

(f) National Research Center 'Kurchatov Institute', Moscow (Russia)

(g) Present address: Van der Waals-Zeeman Institute, Institute of Physics/Van't Hoff Institute for Molecular Sciences, University of Amsterdam (Netherlands)

(h) Present address: Dipartimento di Fisica ed Astronomia, Università di Padova (Italy)

Per ulteriori informazioni e contatti con i ricercatori

Marco Milan cell +39 351 750 5091 mail: marco.milan@unipd.it Ufficio Stampa Università degli Studi di Padova	Antonio D'Agnelli tel. 050/2212113 mail: comunicazione@unipi.it Ufficio Stampa e Comunicazione Università di Pisa
--	---