

Padova, 18 gennaio 2023

## L'EFFETTO FLIPPER DEGLI ATOMI ESPOSTI AI RAGGI X ALCUNI VETRI DIVENTANO FLUIDI

*Lo studio pubblicato su «PNAS» dal team di ricerca guidato dall'Università di Padova mostra, per la prima volta, come gli atomi di alcuni vetri, esposti a raggi X, si spostano in risposta a tante piccole “molle cariche” che si accendono in maniera casuale nel materiale. L'effetto medio è che gli atomi si muovono con una serie di accelerazioni improvvise, un po' come biglie in un flipper. La ricerca mostra una possibile nuova strategia per modificare, e dunque alla fine controllare, le proprietà fisiche dei vetri*

Un vetro può essere realizzato raffreddando rapidamente un liquido - si pensi ad un comune oggetto di vetro ottenuto per raffreddamento del fuso. In conseguenza di questa procedura, nello stato vetroso gli atomi si trovano in una forma disordinata, come in un liquido. A differenza di quest'ultimo, però, la loro configurazione resta pressoché fissa, vale a dire che gli atomi sono vincolati alla loro posizione di equilibrio e possono spostarsi all'interno del materiale solo in tempi estremamente lunghi (comunque troppo estesi anche per un osservatore molto paziente). Recentemente si è rilevato che, esponendo i vetri a un fascio di raggi X di intensità sufficiente, è possibile indurre spostamenti degli atomi all'interno dei vetri: sottoposti ai raggi X i vetri fluiscono, come i liquidi.



Francesco Dallari

L'origine di questo fenomeno è ancora dibattuta e la ricerca dal titolo “*Stochastic atomic acceleration during the X-ray-induced fluidization of a silica glass*” pubblicata su «PNAS», nata da una collaborazione del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova con Istituto di Fisica dell'Università di Amsterdam, centro di ricerca DESY di Amburgo e Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento, getta nuova luce su come gli atomi, esposti a raggi X, possano spostarsi all'interno della struttura disordinata del vetro su distanze altrimenti irraggiungibili in tempi così brevi.

«Con una serie di misure eseguite con una tecnica nota come *spettroscopia di correlazione di fotoni X* (XPCS) e realizzate nel sincrotrone PETRA III del centro di ricerca DESY ad Amburgo – **afferma Francesco Dallari, ricercatore post-doc del Dipartimento di Fisica ed Astronomia dell'Università di Padova** – è stato possibile tracciare questi spostamenti a partire dalla scala interatomica che è dell'ordine dell'angstrom, pari ad un decimillesimo di millimetro, fino a distanze di svariate centinaia di angstrom,

per intenderci della dimensione di un coronavirus».

La dinamica osservata segue le leggi di quello che viene definito “iper-trasporto”, ossia un tipo di moto dove la distanza percorsa dagli atomi aumenta col passare del tempo più rapidamente non solo di quanto non avvenga in una semplice diffusione (si pensi ad una goccia di caffè che si estende in una tazza di latte) ma addirittura di quanto non avvenga quando una particella si muove a velocità costante in una certa direzione.

«In pratica – spiega il Professor Giulio Monaco del Dipartimento di Fisica ed Astronomia dell'Università di Padova – i raggi X che raggiungono il vetro generano dei difetti all'interno del materiale. Questi inducono dei campi di forza che si comportano come delle molle compresse che a loro volta spostano gli atomi vicini fino a distanze dell'ordine di centinaia o migliaia di angstrom».

Quando, dopo un sufficiente irraggiamento, questi difetti diventano densi (abbastanza numerosi), gli atomi si spostano in risposta a tante piccole molle cariche che si “accendono” in maniera casuale nel materiale. L'effetto medio è che gli atomi si muovono con una serie di accelerazioni improvvise, un po' come palline in un flipper: una traiettoria caratterizzata da tanti spostamenti brevi intervallati da spostamenti sorprendentemente lunghi seguendo una distribuzione di probabilità nota come distribuzione di Lévy.

Questo tipo di distribuzione di spostamenti è osservata in una classe di situazioni molto diverse fra loro: dalla materia interstellare accelerata da campi magnetici distribuiti in maniera casuale, fino alle migrazioni di animali o al trasporto di persone.

Le particelle, quindi, si muovono eseguendo piccoli passi e spostandosi di poco, ma hanno sempre una certa probabilità di eseguire improvvisamente un salto estremamente lungo che le trasporta in una nuova regione dello spazio dove eseguono di nuovo piccoli passi per poi spostarsi nuovamente in un'altra regione completamente diversa. Per analogia si può pensare ad un turista: visita una città muovendosi a piedi, poi prende un aereo, cambia nazione e metropoli e ricomincia a spostarsi a piedi. Questo tipo di dinamica è stata osservata, come si è detto, in molti sistemi su scale estremamente disparate, ma viene osservata, come riportato dallo studio, per la prima volta in un sistema compatto come un vetro per effetto di forze interatomiche.

Questa ricerca mostra dunque una possibile nuova strategia per modificare, e dunque alla fine controllare, le proprietà fisiche dei vetri.



*Giulio Monaco*

Link alla ricerca: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2213182120>

Titolo: "Stochastic atomic acceleration during the X-ray-induced fluidization of a silica glass" - «PNAS» 2023

Autori: Francesco Dallari, Alessandro Martinelli, Federico Caporaletti, Michael Sprung, Giacomo Baldi, Giulio Monaco