



COMUNICATO STAMPA 23/2025

## Osservata a Firenze la prima “pioggia quantistica”

*Osservata a Firenze la formazione di file di gocce quantistiche in miscele di atomi ultrafreddi. Il fenomeno è dovuto alla tensione superficiale che, analogamente a quanto osservato nei liquidi classici, provoca la rottura di un filamento atomico in gocce per minimizzare la superficie di interfaccia. Lo studio, pubblicato su Physical Review Letters, costituisce un passo in avanti nella conoscenza dei liquidi quantistici e nello sviluppo di nuove tecnologie “atomiche”*

Un team di ricercatori e ricercatrici del Consiglio nazionale delle ricerche, dell’Università di Firenze e del Laboratorio europeo di spettroscopie non lineare (Lens) ha osservato nel laboratorio di Miscele Quantistiche dell’Istituto nazionale di ottica del Cnr (Cnr-Ino) il fenomeno dell’instabilità capillare in un liquido non convenzionale: un gas quantistico ultra-diluito. Questo risultato ha importanti implicazioni per la comprensione e manipolazione di nuove forme di materia. Alla ricerca, pubblicata su *Physical Review Letters*, hanno collaborato anche ricercatori delle Università di Bologna, di Padova e dei Paesi Baschi (UPV/EHU).

Nella fisica dei fluidi è noto che la tensione superficiale di un liquido, dovuta alle forze di coesione intermolecolari, tende a minimizzare la superficie di interfaccia. Questo meccanismo è alla base di fenomeni macroscopici come la formazione delle gocce di pioggia o delle bolle di sapone. La tensione superficiale è anche all’origine del fenomeno dell’instabilità capillare, nota anche come instabilità di Plateau-Rayleigh, per cui un sottile getto di liquido si rompe formando una sequenza di goccioline. L’instabilità capillare è un meccanismo caratteristico dei liquidi con importanti applicazioni in campo industriale, biomedico e nelle nanotecnologie.

“In un gas atomico raffreddato a temperature prossime allo zero assoluto, gli atomi perdono la loro individualità e seguono le leggi della meccanica quantistica. In particolari condizioni questi sistemi, benché rimangano nella fase gassosa, si comportano come liquidi”. Grazie alla capacità di controllare con grande precisione le interazioni fra gli atomi, i fisici sono capaci, già da alcuni anni, di formare gocce quantistiche (quantum droplet) da gas ultrafreddi. Questi piccoli cluster di atomi, stabilizzati da effetti puramente quantistici, hanno proprietà analoghe ai liquidi classici.

Il team sperimentale, guidato dalla ricercatrice del Cnr-Ino Alessia Burchianti, ha studiato, mediante tecniche di imaging e manipolazione ottica, l’evoluzione dinamica di una singola goccia quantistica formata a partire da una miscela ultrafredda di atomi di potassio e rubidio. La goccia rilasciata in una guida d’onda, realizzata con un fascio di luce laser, si allunga formando un filamento, il quale, superata una lunghezza critica, si rompe in gocce più piccole. Il numero di queste gocce secondarie è proporzionale alla lunghezza del filamento al momento della rottura.

“Combinando esperimento e simulazioni numeriche è stato possibile descrivere la dinamica di rottura di una goccia quantistica in termini di instabilità capillare. L'instabilità di Plateau-Rayleigh è un fenomeno comune nei liquidi classici e osservato anche nell'elio superfluido, ma mai finora nei gas atomici.”, afferma Chiara Fort, ricercatrice dell'Università di Firenze che ha contribuito alla ricerca. “Le misure condotte nel nostro laboratorio da un lato permettono una comprensione sempre più accurata di questa peculiare fase liquida dall'altro mostrano come sia possibile realizzare array di quantum droplet per future applicazioni nel campo delle tecnologie quantistiche” aggiunge Luca Cavicchioli, primo autore dell'articolo, e ricercatore Cnr-Ino.

Questa ricerca è stata possibile anche grazie al sostegno di tre iniziative finanziate dal Ministero dell'Università e della Ricerca con fondi dell'Unione Europea nell'ambito del programma #NextGenerationEU (PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza): il progetto “QUANTAMI” - PRIN 2022, il partenariato “National Quantum Science and Technology Institute” (NQSTI) e l'infrastruttura “Integrated Infrastructure Initiative in Photonic and Quantum Science” (IPHOQS).

Roma, 21 marzo 2025

**Didascalia immagine:** Simulazione numerica dell'esperimento che riproduce la formazione di una sequenza di gocce quantistiche.

### La scheda

**Chi:** Istituto nazionale di ottica del Consiglio nazionale delle ricerche di Sesto Fiorentino (Firenze), Università degli studi di Firenze, Laboratorio europeo di spettroscopia non lineare (Lens)

**Che cosa:** L. Cavicchioli, C. Fort, F. Ancilotto, M. Modugno, F. Minardi and A. Burchianti (2025) Dynamical Formation of Multiple Quantum Droplets in a Bose-Bose Mixture, Phys. Rev. Lett. 134, 093401 (2025). Tutti i ringraziamenti e riferimenti ai progetti finanziatori sono presenti all'interno della pubblicazione.

Link alla ricerca: <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.134.093401>

**Per informazioni:** Alessia Burchianti, Cnr-Ino, [alessia.burchianti@ino.cnr.it](mailto:alessia.burchianti@ino.cnr.it), cell. 348.7720331; Elisabetta Baldanzi, Cnr-Ino, [elisabetta.baldanzi@ino.cnr.it](mailto:elisabetta.baldanzi@ino.cnr.it), cell. 366.9043016 (recapiti per uso professionale da non pubblicare)

### Seguici su



Il Cnr ti aspetta anche su WhatsApp! Clicca [qui](#) per seguire il Canale, oppure inquadra il QR CODE



**Ufficio stampa Cnr:** Francesca Gorini, [francesca.gorini@cnr.it](mailto:francesca.gorini@cnr.it); cell. 329.3178725 **Responsabile:** Emanuele Guerrini, [emanuele.guerrini@cnr.it](mailto:emanuele.guerrini@cnr.it), cell. 339.2108895; **Segreteria:** [ufficiostampa@cnr.it](mailto:ufficiostampa@cnr.it), tel. 06.4993.3383 - P.le Aldo Moro 7, Roma