



*Accelerano i progressi tecnologici nella simulazione quantistica con atomi ultrafreddi: un gruppo di ricercatori dell'Istituto nazionale di ottica del Cnr presso il Lens (Laboratorio europeo di spettroscopia non-lineare) dell'Università di Firenze ha studiato la dinamica di vortici quantistici utilizzando un simulatore programmabile basato su atomi ultrafreddi di litio. Questo lavoro, pubblicato sulla prestigiosa rivista Nature, offre una nuova finestra sui meccanismi elementari alla base del rilassamento di stati quantistici vorticosi come la turbolenza, che rimane tuttora di difficile comprensione e modellizzazione*



Roma, 21 dicembre 2021 - I vortici, ovvero il moto a spirale di un fluido attorno a un asse definito, fanno parte della nostra vita quotidiana. Li osserviamo quando mescoliamo il caffè o quando nuotiamo, ed appaiono nell'atmosfera come cicloni. Nel nostro corpo, la dinamica dei vortici favorisce il trasferimento di ossigeno nei vasi sanguigni e gioca un ruolo cruciale nel tessuto cardiaco, in connessione con l'insorgere di patologie e malfunzionamenti.

Nei fluidi classici, il moto vorticoso tende a scomparire grazie alla diffusione dell'energia rotazionale del fluido causata dalle forze di attrito che gli conferiscono viscosità.

Nel mondo quantistico, in cui le particelle si comportano come onde e le leggi della fisica sono dettate da passi discreti, cioè quantizzati, i vortici si comportano in maniera differente. La velocità del loro moto rotatorio non può assumere qualsiasi valore, ma appunto solo valori “discreti”. Nei superfluidi e nei superconduttori, la dinamica dei vortici quantistici gioca un ruolo fondamentale nell’insorgere di processi dissipativi che ne limitano le proprietà di conduzione senza viscosità e resistenza.

La natura quantistica dei vortici, inoltre, influenza il modo in cui essi perdono energia interagendo tra di loro. In particolare, la dissipazione può avvenire trasformando l’energia rotazionale in onde sonore nel fluido quantistico, anch’esse quantizzate in “quasi-particelle” dette fononi.

Lo studio del meccanismo di conversione tra energia vorticoso e onde sonore nei fluidi quantistici è oggetto di un’intensa attività di ricerca multidisciplinare, resa però difficile dalla complessità dei materiali ordinari in cui disomogeneità e imperfezioni impediscono l’osservazione diretta di tale meccanismo fondamentale.

Il team di ricercatori del dell’Istituto nazionale di ottica del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ino) presso il Lens (Laboratorio europeo di spettroscopia non-lineare), in collaborazione con il Campus BioMedico di Roma e con l’Università di Newcastle (UK), ha osservato per la prima volta il decadimento di vortici quantistici in onde sonore, in campioni di atomi di Litio raffreddati a temperature prossime allo zero assoluto (-273 °C).

Il lavoro è stato pubblicato sulla prestigiosa rivista *Nature*. Per poter osservare questo fenomeno, il team fiorentino ha sviluppato un approccio completamente nuovo. “Abbiamo utilizzato delle tecniche ottiche innovative per realizzare un acceleratore di vortici quantistici, che vengono creati in numero controllato e fatti collidere con energia definita”, spiega Woojin Kwon, ricercatore del Cnr-Ino presso il Lens.

“Il nostro protocollo è l’analogo a livello atomico di un acceleratore di particelle: introducendo i vortici uno a uno nel superfluido atomico in maniera controllata, e osservandone l’evoluzione nel tempo, abbiamo potuto osservare la generazione di onde sonore a seguito del processo di mutua annichilazione tra vortici di circolazione opposta (vortice ed anti-vortice)”, continua Francesco Scazza, ora professore all’Università di Trieste e associato a Cnr-Ino.

“Il nostro lavoro rappresenta una svolta per la comprensione dei meccanismi fondamentali della dinamica dei vortici quantistici collegandosi agli esperimenti effettuati sui campioni di elio liquido, ed offre nuovi

scenari agli studi su stelle di neutroni e superconduttori ad alta temperatura” prosegue Giacomo Roati, dirigente di ricerca Cnr-Ino presso il Lens e responsabile del gruppo di ricerca.

“Questo lavoro mostra ancora una volta come la simulazione quantistica con materia ultrafredda offra un grande potenziale per future indagini in diversi ambiti di ricerca interdisciplinare, dalla materia condensata fino a sistemi biologici, con una prospettiva completamente nuova ed estremamente efficace”, conclude Massimo Inguscio, professore emerito presso il Campus Bio-Medico di Roma, past president Cnr e responsabile dell’Area di Ricerca di Quantum Science and Technology presso il Lens di Firenze.