

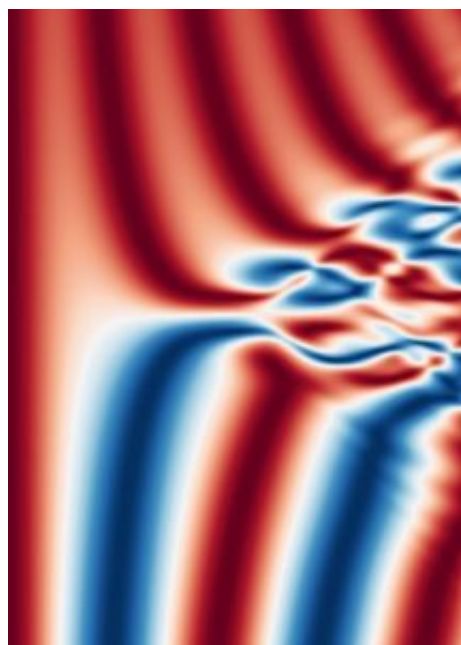


Consiglio Nazionale delle Ricerche



UNIVERSITÀ  
DI TRENTO

*Nel laboratorio di atomi ultrafreddi del Centro BEC di Trento sono stati osservati nuovi fenomeni quantistici simulando materiali magnetici con superfluidi atomici. I risultati, frutto della collaborazione tra l'Istituto nazionale di ottica del Cnr, il Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento e il Tifpa-Inf, sono stati pubblicati nella rivista Nature Physics*



*Fig. 1*

Roma, 2 novembre 2021 - Una delle più significative e promettenti ricadute delle ricerche sulle proprietà quantistiche della materia è rappresentata dalla spintronica, settore dedicato allo sviluppo di dispositivi elettronici con elevate performance e bassi consumi in grado di sfruttare l'orientamento magnetico indotto in un materiale a seguito dell'allineamento dello spin dei suoi elettroni.

Uno studio condotto dal gruppo di ricercatori del Centro Bose-Einstein Condensation (BEC) di Trento e pubblicato sulla rivista *Nature Physics*, fa ora luce su alcuni meccanismi quantistici alla base di tale comportamento magnetico e sulla loro evoluzione nel tempo.

Per ottenere il risultato, conseguito grazie alla collaborazione tra Istituto nazionale di ottica del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Istituto), Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento e Istituto di Trento per la fisica fondamentale e applicata dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (Tifpa-Infn), nell'ambito dell'iniziativa Quantum at Trento (Q@TN), i ricercatori hanno raffreddato un gas composto da atomi di sodio a temperature prossime allo zero assoluto, ponendolo in uno stato quantistico capace di simulare l'interfaccia tra due materiali magnetici, le cui proprietà sono caratterizzate da una diversa orientazione dello spin, situazione analoga a quella presente nei dispositivi di memoria, hard disk, oggi in uso.

Raffreddare il gas fin quasi allo zero assoluto - temperatura alla quale gli atomi smettono di comportarsi come particelle individuali e formano un unico sistema quantistico macroscopico detto condensato di Bose-Einstein - consente di superare i limiti legati alla natura dei gas a temperatura ambiente.

“Attraverso l'impiego di fasci laser e microonde, si possono manipolare gli atomi in maniera estremamente precisa e prepararli in un particolare stato quantistico in grado di mimare l'interfaccia tra due diversi materiali magnetici. Da un lato dell'interfaccia gli spin sono tutti allineati lungo una direzione intrinseca del materiale, dall'altro ruotano attorno alla direzione del campo applicato”, dichiarano Gabriele Ferrari (Unitn) e Alessio Recati (Cnr-Istituto).

Nei materiali magnetici standard lo spin degli elettroni si orienta solitamente lungo la direzione del campo magnetico applicato, mentre nei materiali contraddistinti da una forte anisotropia magnetica, si orienta rapidamente lungo una particolare direzione, anche opponendosi alla presenza di un campo magnetico esterno. È possibile affiancare i due diversi tipi di materiali creando un'interfaccia che rappresenta una netta discontinuità tra i due diversi comportamenti e il sistema raggiunge rapidamente una configurazione di equilibrio.

Nel campione realizzato nel laboratorio trentino, in virtù della intrinseca natura superfluida e dei peculiari legami interatomici che caratterizzano i condensati di Bose-Einstein, il rilassamento verso l'equilibrio avviene in tempi più lunghi, offrendo l'opportunità di osservare direttamente la sua evoluzione nel tempo.

“Ciò ha consentito di individuare un nuovo tipo di onde magnetiche generate a seguito della torsione dello spin, onde che si propagano senza attrito all'interno della nuvola di atomi, distruggendo l'interfaccia da cui sono state generate”, dichiarano Giacomo Lamporesi e Alessandro Zenesini di Cnr-Istituto.

Questa osservazione, frutto della sinergia tra progetti finanziati dall'Unione Europea, dall'Infn e dalla Provincia Autonoma di Trento, corona anni di ricerche del laboratorio del Centro BEC di Trento nell'ambito dei sistemi fuori equilibrio e apre la via a future ricerche nella simulazione di materiali magnetici in condizioni mai osservate prima, utili alla comprensione dei fenomeni di frontiera della spintronica.

Grazie all'universalità di questi meccanismi, che si estendono oltre al mondo dei materiali magnetici, questo risultato rappresenta anche un primo passo verso la simulazione di fenomeni che sono solitamente studiati in fisica subnucleare e in astrofisica.

*Fig. 1 - L'interfaccia tra il materiale magnetico con forte anisotropia magnetica (parte alta in rosso) e quello in cui l'orientamento dell'elettrone oscilla (alternarsi rosso e blu nella parte bassa) si sgretola generando onde magnetiche all'interno di entrambi i materiali*