

## Comunicato stampa

Firenze, 23 settembre 2022

### Simulare nuovi materiali con le tecnologie quantistiche

*Su Nature Physics i risultati di un esperimento condotto dall'Università di Firenze  
in collaborazione con LENS, CNR-INO, INFN e SISSA*

Un **esperimento** in grado di fare un passo in avanti nell'attività di ricerca dedicata allo sviluppo delle **tecnologie quantistiche** su cui da tempo è impegnata la comunità scientifica internazionale. A realizzarlo un gruppo di ricerca del **Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze**, che ha osservato un **nuovo stato della materia** intrappolando atomi in cristalli di luce laser.

L'esperimento è stato realizzato nei laboratori del Dipartimento dell'Ateneo fiorentino, principale finanziatore della ricerca attraverso il **progetto europeo ERC Consolidator Grant TOPSIM** di cui è responsabile Leonardo Fallani. I risultati della scoperta sono stati illustrati all'interno di un articolo pubblicato dalla rivista scientifica **Nature Physics** dal titolo *'Flavour-selective localization in interacting lattice fermions'* [\(DOI\)](#)

Utilizzando gas raffreddati a pochi miliardesimi di grado sopra lo zero assoluto, il team guidato da Fallani è riuscito a catturare degli atomi fermionici in "cristalli" fatti di luce e, per mezzo di sofisticate tecnologie laser, a controllare in maniera accurata il loro spin. I fermioni sono i mattoni fondamentali della Natura – ne sono esempi particelle elementari come gli elettroni, che conducono elettricità all'interno di un materiale, o i quarks all'interno di protoni e neutroni – e lo spin è una proprietà fondamentale che li caratterizza e che ne determina il comportamento. Il principale risultato della ricerca è stato appunto l'osservazione di un **nuovo stato della materia in cui gli atomi si muovono** più o meno liberamente **a seconda che i loro spin siano accoppiati o meno dalla luce laser**. Questo effetto è di grande importanza per lo studio di una nuova classe di **materiali superconduttori ad alta temperatura**, dove un processo simile si ipotizza sia alla base del comportamento superconduttivo.

I ricercatori fiorentini hanno realizzato un **vero e proprio "simulatore quantistico"**, un prototipo di computer quantistico "dedicato" che, seppur non ancora in grado di essere programmato per risolvere un problema generico, è già in grado di risolvere problemi specifici di fisica quantistica mettendo a dura prova le capacità di calcolo dei computer tradizionali.

*"Questa ricerca – spiega Fallani – apre le porte a molti possibili sviluppi, dallo studio accurato dei meccanismi della superconduttività alla progettazione di prototipi di nuovi materiali. Le nuove tecniche sperimentali che abbiamo messo a punto – aggiunge il docente dell'Ateneo fiorentino – potranno anche servire per estendere la simulazione quantistica alla fisica delle interazioni fondamentali, per lo studio dei processi che avvengono tra particelle elementari".*

L'attività sperimentale è stata resa possibile dalla forte sinergia con gli altri enti di ricerca del campus scientifico tecnologico di Sesto Fiorentino, il Laboratorio Europeo di Spettroscopie Nonlineari (LENS), l'Istituto Nazionale di Ottica del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-INO), e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) nell'ambito dell'esperimento FISH.

Un contributo fondamentale per il progetto è stato dato dal gruppo di Massimo Capone della Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste, esperto nella fisica teorica dei sistemi fortemente correlati, che insieme al gruppo di ricercatori ha concepito l'esperimento e ha curato l'interpretazione teorica dei risultati, validando il risultato della simulazione quantistica