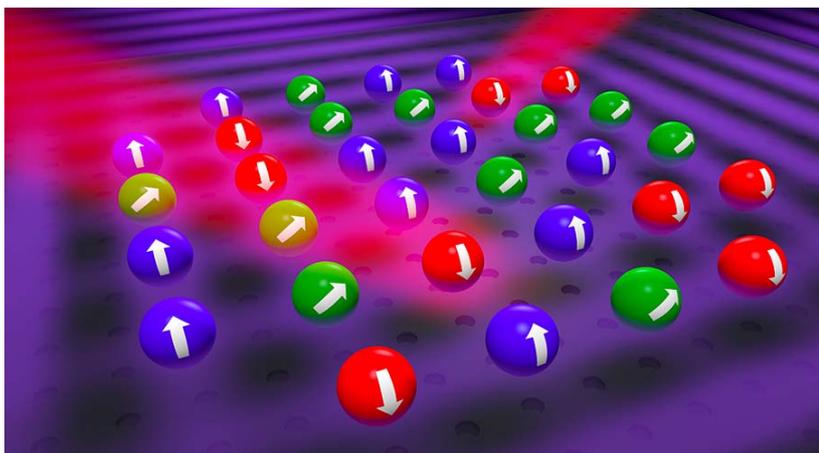


Focus Newsletter

SUPERCONDUTTORI AD ALTA TEMPERATURA: UN SIMULATORE QUANTISTICO STUDIA NUOVI STATI DELLA MATERIA



Un nuovo studio, condotto da una collaborazione italiana di cui fanno parte ricercatori del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze, dell'INFN, del Laboratorio Europeo di Spettroscopie Nonlineari (LENS), dell'Istituto Nazionale di Ottica del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-INO) e della Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), ha mostrato, intrappolando atomi in "cristalli" di

luce laser, la possibilità di un nuovo stato della materia. Questo risultato potrebbe essere un primo passo verso una nuova strada per lo sviluppo di materiali superconduttori a temperatura ambiente. Il lavoro, pubblicato il 23 settembre sulla rivista *Nature Physics*, ha visto un significativo contributo dell'INFN, che ha cofinanziato la ricerca nell'ambito dell'esperimento FISh, nel contesto del quale sono state sviluppate le metodologie sperimentali utilizzate.

La riproduzione di uno stato di localizzazione degli elettroni, un fenomeno responsabile dell'insorgenza di proprietà isolanti in particolari materiali, è stata ottenuta grazie a un simulatore quantistico, realizzato utilizzando un gas raffreddato a pochi miliardesimi di grado sopra lo zero assoluto, e composto da atomi caratterizzati da uno spin totale semintero, simile a quello dei fermioni, cioè la classe di particelle a cui appartengono anche elettroni e quark, e che per questo rappresentano degli ottimi modelli per verificarne il comportamento. Una volta fatto ciò, la collaborazione è stata in grado di catturare gli atomi del gas in cristalli fatti di luce e, per mezzo di sofisticate tecnologie laser, a controllare in maniera accurata il loro spin. Per realizzare la ricerca sono stati impiegati gas atomici di itterbio, che hanno la proprietà di potersi trovare in molteplici stati di spin, e godono anche di una particolare proprietà di simmetria: come i quark nella materia nucleare, che interagiscono tra di loro in maniera indipendente dal loro colore, così gli atomi utilizzati interagiscono in maniera indipendente dal loro spin. Per mezzo della luce laser, è stato quindi creato un accoppiamento tra stati di spin diversi, rompendo questa simmetria in maniera controllata, e studiando per la prima volta l'effetto di questo accoppiamento sul comportamento del sistema.

Il principale risultato della ricerca è, 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 particolare tipologia di materiali superconduttori ad alta

temperatura, dove si ipotizza che un processo simile, indotto però da un accoppiamento magnetico tra diversi orbitali elettronici, sia alla base del comportamento superconduttivo, che può emergere in presenza di drogaggio a partire da uno stato di isolante elettrico (isolante di Mott), come quello studiato nell'esperimento. Questa ricerca 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 potrebbero anche servire a estendere la simulazione quantistica alla fisica delle interazioni fondamentali, per lo studio dei processi che avvengono tra particelle elementari.

I lavori si sono svolti nell'ambito del progetto ERC Consolidator Grant TOPSIM, di cui è responsabile Leonardo Fallani, presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze.