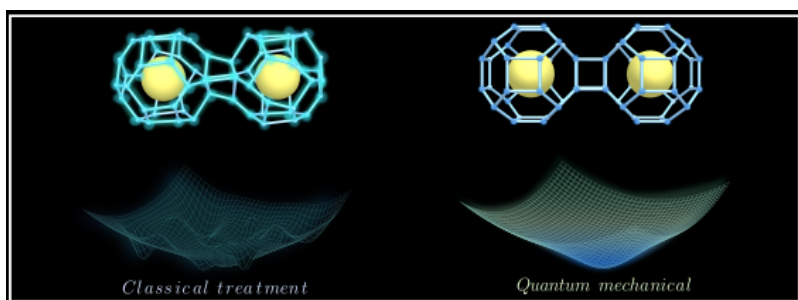


Ricercatori della Sapienza scoprono che la superconduttività a -23°C osservata nel super-idruro del lantano è dovuta alle fluttuazioni quantistiche dei protoni

Ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università, in collaborazione con un team internazionale di ricercatori provenienti da Spagna, Francia, Germania e Giappone, hanno mostrato che le fluttuazioni quantistiche dei protoni stabilizzano una struttura cristallina altamente simmetrica del composto superconduttore ad altissima temperatura LaH_{10} . I risultati sono stati pubblicati dalla prestigiosa rivista Nature.

Raggiungere la superconduttività a temperatura ambiente è uno dei più grandi sogni della fisica, con enormi impatti tecnologici. Renderebbe possibile il trasporto elettrico senza perdite, motori elettrici o generatori ultra efficienti, nonché la possibilità di creare forti campi magnetici senza raffreddamento. Le recenti scoperte della superconduttività, a -73°C in idrogeno solforato (2015) e a -23°C (la temperatura media alla quale lavorano i congelatori domestici) in LaH_{10} (2019) hanno spinto l'attenzione su questi materiali con la speranza di raggiungere la temperatura ambiente. In entrambi i composti la fase superconduttrice si forma ad altissime pressioni, dell'ordine di 100 gigapascal, *un milione di volte la pressione atmosferica*.



La possibilità di ottenere una fase superconduttrice ad alta temperatura in LaH_{10} , un "super-idruro" formato da lantano e idrogeno, è stata anticipata da previsioni teoriche della struttura cristallina nel 2017. Questi calcoli suggerivano la formazione di un composto, LaH_{10} , altamente simmetrico (fcc, Fm-3m), con una gabbia di

idrogeno che racchiude gli atomi di lantano (vedi figura) per pressioni eccedenti i 230 gigapascal. È stato calcolato che questa struttura si deformi a pressioni più basse, rompendo il modello altamente simmetrico. In contraddizione con queste previsioni, gli esperimenti condotti nel 2019 sono stati in grado di sintetizzare il composto superconduttore altamente simmetrico a pressioni molto più basse, da 130 a 220 gigapascal.

Ora, grazie ai nuovi risultati pubblicati su Nature, sappiamo che le fluttuazioni quantistiche dei protoni "trattengono" la struttura simmetrica di LaH_{10} nell'intervallo di pressione sperimentale (in cui è stata osservata la superconduttività). Più in dettaglio, i calcoli mostrano che se i protoni sono trattati come particelle classiche, cioè come semplici corpuscoli nello spazio, molte distorsioni della struttura tendono ad abbassare l'energia del sistema. Ciò significa che il potenziale energetico classico è molto complesso, con molti minimi locali (vedi figura). Tuttavia, quando i protoni vengono trattati come oggetti quantistici, descritti con una funzione d'onda delocalizzata, il potenziale energetico viene completamente rimodellato: e presenta un solo un minimo (vedi figura), che corrisponde alla struttura Fm-3m altamente simmetrica. In altre parole grazie alle fluttuazioni quantistiche i protoni visitano più minimi che perdono la loro individualità. L'inclusione delle fluttuazioni quantistiche permettono inoltre di stimare con grande precisione la temperatura critica di superconduzione misurata.

Infine il lavoro mostra che le instabilità "classiche" sono dovute all'enorme interazione reticolare cristallo-elettrone che rende questo composto un superconduttore da record. La rimozione di tali instabilità a opera delle fluttuazioni protoniche apre nuove speranze per la scoperta di composti di idrogeno superconduttori ad alta temperatura a pressioni molto più basse di quelle attualmente previste in conti classici.