

COMUNICATO STAMPA

Una trasformazione di coppia: così gli elettroni supertrasportano la corrente nei “bad metals

“Cattivi”, misteriosi ma efficientissimi nel supercondurre ad alte temperature. Anche se, secondo tutte le aspettative, questi materiali non dovrebbero proprio comportarsi così. Una nuova ricerca della SISSA ora ne spiega il perché. Mettendo d’accordo teoria ed esperimenti



Trieste, 11 novembre 2020

In gergo sono definiti cattivi metalli, o “bad metals”. Ma così cattivi in realtà non sono. Anzi, tra i superconduttori sono i migliori perché riescono a condurre la corrente con altissima efficienza e senza resistenza ad alte temperature. Lo si è visto sperimentalmente. Eppure questo loro comportamento rimane un mistero. Le forze repulsive tra gli elettroni in questi materiali sono infatti molto più forti che nei superconduttori a basse temperature: come fanno dunque queste particelle, con la stessa carica, a vincere queste forze, ad attrarsi e appaiarsi per trasportare la corrente come accade nei superconduttori “tradizionali”? A trovare una possibile, sorprendente, risposta è un’equipe di ricercatori della SISSA di Trieste in collaborazione con l’Università tecnica di Vienna. Secondo lo studio pubblicato su *Physical Review Letters*, in questi materiali gli elettroni si trasformerebbero in “oggetti” nuovi, con un carattere inedito che permetterebbe loro di mettersi in coppia e supercondurre così la corrente. Nella loro ricerca, gli studiosi hanno anche dimostrato le peculiarità di un nuovo tipo di “Bad metals”, chiamati “metalli di Hund”, importante per una classe di materiali basati sul ferro.

Questi materiali, secondo gli scienziati, sarebbero particolarmente interessanti da investigare perché sono superconduttivi e piuttosto malleabili, il che li renderebbe molto adatti alle applicazioni tecnologiche.

Superconduttori a basse e alte temperature

“I superconduttori sono dei materiali interessanti perché nascondono molti misteri ancora insoluti e, allo stesso tempo, perché offrono incredibili potenzialità applicative” spiegano Laura Fanfarillo, Angelo Valli e Massimo Capone, autori della ricerca. Si tratta di composti chimici che, sotto una temperatura detta critica, conducono l’elettricità senza nessuna resistenza, quindi senza dissipazione di calore. Facile immaginare le loro potenzialità in campo tecnologico. Se non fosse che per molti di loro, detti “superconduttori a basse temperature”, la superconduttività si manifesta a livelli spesso prossimi allo zero assoluto, rendendo così complicato, e molto costoso, il loro uso. Esistono però anche i superconduttori ad alte temperature, come i cattivi metalli, la cui temperatura critica, sebbene di parecchio sotto lo zero, è decisamente più alta. Per questa ragione, questi materiali sono reputati i superconduttori più interessanti da esplorare, per far luce sulle caratteristiche fisiche che li rendono così speciali.

“Eppur si muovono (insieme)”

Spiegano i ricercatori: “Per i superconduttori a basse temperature, sappiamo che la superconduttività è il risultato dell’accoppiamento di elettroni che superano la repulsione dovuta alla loro carica negativa grazie a un “mediatore”. Una volta organizzati in coppie gli elettroni iniziano a muoversi coerentemente trasportando corrente elettrica senza incontrare nessuna resistenza. Nei cattivi metalli la repulsione di Coulomb cui gli elettroni sono soggetti, è molto più forte rispetto a un metallo tradizionale. Questa repulsione, in teoria, dovrebbe impedire in maniera ancora più decisa la formazione di queste coppie e il trasporto di supercorrente. E qui sorge il punto interrogativo: “Dato per assodato che l’appaiamento tra elettroni sia il meccanismo alla base della superconduzione e che, anche in questo caso, ci sia un mediatore, rimane da capire come mai proprio i cattivi metalli siano dei così buoni superconduttori. Con i nostri calcoli abbiamo cercato di fare luce su questo intrigante mistero”.

Quasi particelle per condurre l’elettricità

Quello che hanno scoperto gli scienziati è che sono proprio le caratteristiche che, a uno sguardo superficiale, li renderebbe i peggiori candidati possibili, a trasformare questi materiali in superconduttori così potenti. In essi, gli elettroni si trasformano infatti in “quasi particelle” le cui caratteristiche sono in effetti molto più compatibili con l’appaiamento, giustificando così il loro comportamento sperimentale. Ma non è tutto: “In questo lavoro abbiamo anche dimostrato che un nuovo tipo di cattivo metallo caratterizzato da una peculiare tipo di repulsione, chiamato “Metallo di Hund, apre interessanti prospettive nel campo della superconduttività”. “I nostri risultati” concludono gli scienziati “spiegano in modo preciso ed elegante una quantità di evidenze sperimentali nella classe dei superconduttori ferrosi, un tipo relativamente nuovo di materiale scoperto nel 2008

ma le cui inedite proprietà rappresentano ancora oggi un campo di indagine pieno di interrogativi per gli scienziati”.

LINK UTILI

Articolo completo:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.177001>

IMMAGINE

Crediti: Foto di Gerd Altmann su Pixabay

SISSA

Scuola Internazionale
Superiore di Studi Avanzati
Via Bonomea 265, Trieste
W www.sissa.it

Facebook, Twitter
[@SISSAschool](#)

CONTATTI

Nico Pitrelli
→ pitrelli@sissa.it
T +39 040 3787462
M +39 339 1337950

Donato Ramani
→ ramani@sissa.it
T +39 040 3787513
M +39 3428022237