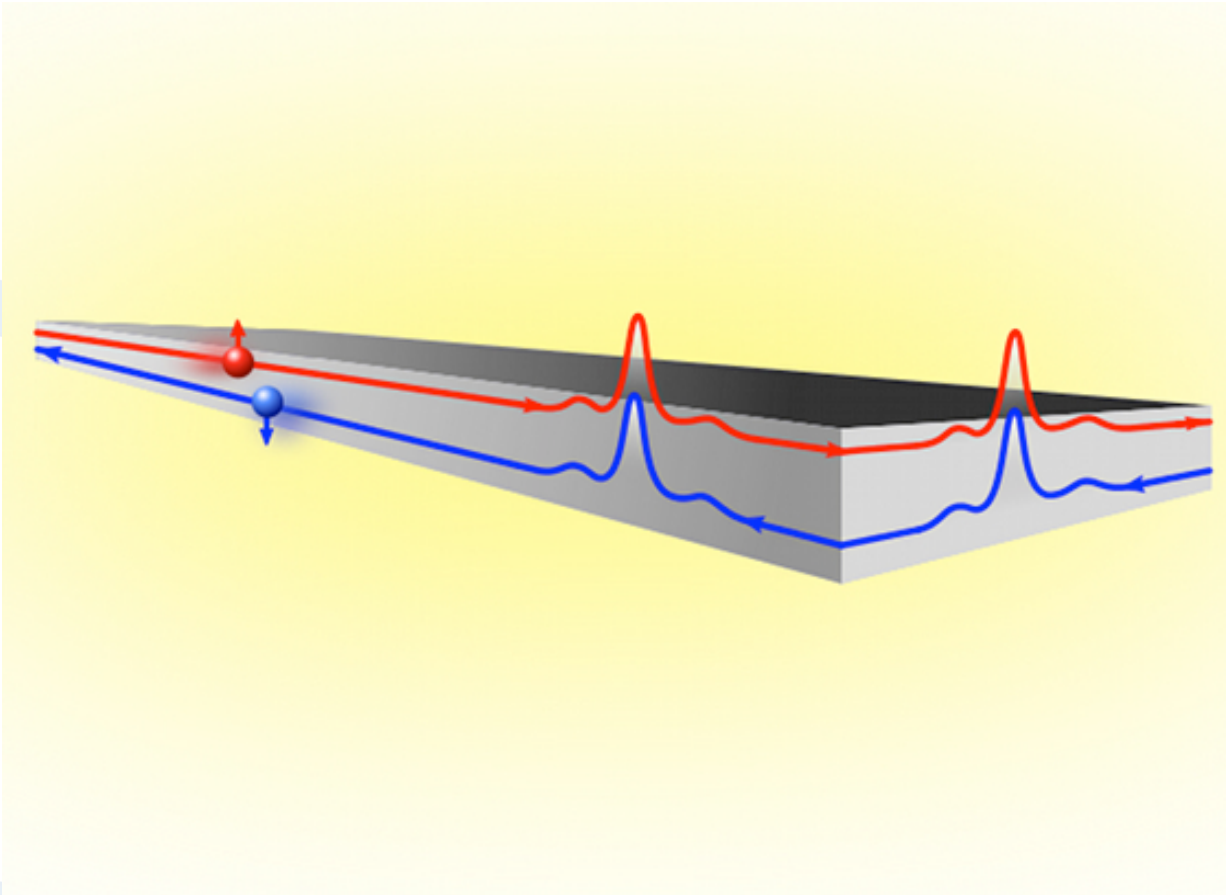


“Groviera” quantistiche per la spintronica del futuro



Gli isolanti topologici diventano un po' meno “sfuggenti”

12 maggio 2015

Sono materiali “strani”, isolanti all'interno, conduttori in superficie. Hanno anche proprietà che li rendono ottimi candidati per fare da base alla spintronica (l'“elettronica basata sullo spin”) e più in generale allo sviluppo dei computer quantistici. Ma sono sfuggenti, perché le loro proprietà sono estremamente difficili da osservare. Ora una ricerca SISSA, pubblicata su *Physical Review Letters*, propone una nuova famiglia di materiali in cui lo stato topologico sarebbe direttamente osservabile sperimentalmente, rendendo così la vita più semplice ai ricercatori. Il lavoro è stato condotto insieme a ricercatori delle Università di Innsbruck in Austria e di Würzburg in Germania, quest'ultima particolarmente importante perché proprio qui nel 2007 questi materiali straordinari sono stati scoperti.



“La cosa che ci interessa degli isolanti topologici non è tanto il fatto che siano isolanti, ma che sulla loro superficie si osservino stati conduttori” spiega Massimo Capone, ricercatore SISSA. “Questa caratteristica li rende unici, perché tutti gli altri materiali isolanti o conduttori non presentano questa dicotomia. Purtroppo le caratteristiche che descrivono questi materiali sono molto sottili, al punto che è davvero difficile individuarli e dunque studiarli”. Nel ultimo lavoro di Capone e colleghi pubblicato su *Physical Review Letters*, si spiega come si potrebbero trovare caratteristiche del genere in materiali con proprietà più evidenti, di fatto rendendo più facile la ricerca in questo campo e aprendo nuove possibilità.

La spiegazione del perché alcuni materiali sono isolanti e altri conduttori è stata uno dei primi risultati tangibili della meccanica quantistica. Uno dei primi risultati di questa teoria è stata infatti proprio la spiegazione matematica del perché certi materiali sono isolanti e altri conduttori. I modelli sviluppati dalla meccanica quantistica prevedono che, nei solidi, gli atomi che costituiscono il materiale possano avere solo certi stati energetici (“posizioni” dove si trovano gli elettroni che ruotano intorno al nucleo), ma non altri. “Quelli possibili e impossibili si alternano con una struttura a bande”, spiega Capone. “Negli isolanti alcune bande sono completamente “piene”, ed altre vuote, mentre nei conduttori restano dei posti vuoti all’interno di una banda”. Gli isolanti topologici assomigliano agli isolanti normali, con la differenza che gli stati energetici sono invertiti. “È come se nelle bande ci fossero dei buchi artificiali”, continua Capone.

La conduzione in questi materiali è strana anche per un altro motivo. “Gli elettroni contenuti negli strati energetici possiedono uno spin, che possiamo immaginare come un verso di rotazione su sé stessi. In un metallo (conduttore) gli elettroni spinti da un campo elettrico si muovono normalmente nella stessa direzione, indipendentemente dal loro spin, mentre in questi isolanti topologici gli elettroni con spin opposto si propagano in direzioni opposte”, racconta Adriano Amaricci, altro ricercatore SISSA coinvolto nel progetto. “Questa caratteristica li rende interessanti per la spintronica”. Nell’elettronica infatti l’informazione è codificata attraverso sequenze, stringhe, di 0 e di 1, che corrispondono a stati “accesi” e “spenti”, mentre nella spintronica gli 0 e gli 1 corrispondono al tipo di spin, che può assumere solo due valori: “su” o “giù”. Gli isolanti topologici potrebbero costruire la base materiale di questo alfabeto.

Più in dettaglio...

La caratteristica che distingue gli isolanti topologici da un metallo normale è molto astratta, sfuggente. “Per capire meglio provate a confrontare questa situazione con la differenza fra uno stato magnetico e uno non magnetico. Quest’ultima è infatti una differenza facilmente misurabile”, spiega Amaricci.

Le proprietà dell’isolante topologico invece sono astratte, definite dalla matematica, e quindi è difficile sapere quando ci si trova tra le mani un materiale del genere. “Noi abbiamo provato, attraverso un modello matematico e delle simulazioni, che possiamo trovare nuovi isolanti



topologici in materiali che esibiscono proprietà 'spettacolari', e cioè facilmente rilevabili a causa delle forti interazioni tra gli elettroni" continua lo scienziato. "In questo modo sarà più semplice identificare sperimentalmente tali materiali, per poi approfondire questo importante campo di ricerca".

Importante davvero, secondo Capone: "lo scopritore di questi materiali, nel 2007, è stato Laurens Molenkamp, che stando alle voci negli ambienti di ricerca è uno fra i papabili per un Premio Nobel nei prossimi anni". Molenkamp lavora all'Università di Würzburg, che ha partecipato allo studio attuale. Insieme ai colleghi di Würzburg, in particolare Sangiovanni e Trauzettel, potrebbe essere possibile coinvolgere Molenkamp in persona nei futuri sviluppi di questa ricerca.

Link utili:

- Articolo originale: <http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.114.185701>

IMMAGINI:

- Crediti: SISSA

Contatti:

Ufficio stampa:

pressoffice@sissa.it

Tel: (+39) 040 3787644 | (+39) 366-3677586

via Bonomea, 265
34136 Trieste

Maggiori informazioni sulla SISSA: www.sissa.it