

Primi passi a Trieste verso i computer quantistici

Realizzato alla Sissa uno studio su speciali materiali isolanti all'interno e conduttori in superficie

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 quantistici. Ma sono sfuggenti, perché le loro proprietà sono estremamente difficili da osservare. Ora una ricerca pubblicata su *Physical Review Letters* propone una nuova famiglia di materiali in cui lo stato topologico sarebbe direttamente osservabile sperimentalmente, rendendo così la vi-

ta più semplice ai ricercatori. Il lavoro è stato condotto dalla Sissa assieme 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 tut-

ti gli altri materiali isolanti o conduttori non presentano questa dicotomia. Purtroppo le caratteristiche che descrivono questi materiali sono molto sottili, è difficile individuarli e studiarli». Nel ultimo lavoro di Capone e colleghi 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».

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 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.