



Nuovo stato della materia scoperto nei nanotubi di carbonio

Uno studio Cnr rivela che in questi cilindri ottenuti arrotolando il grafene, con raggio di pochi nanometri e lunghi quanto il diametro di un capello, si realizza l'isolante eccitonico, predetto mezzo secolo fa dal premio Nobel Walter Kohn e finora mai confermato in modo convincente. La ricerca, pubblicata su Nature Communications, aiuta a far luce sulla natura isolante o conduttiva dei nanotubi di carbonio

Ricercatori dell'Istituto nanoscienze del Consiglio nazionale delle ricerche (Nano-Cnr) hanno mostrato che nei nanotubi di carbonio si realizza spontaneamente un nuovo stato quantistico della materia, detto isolante eccitonico, predetto mezzo secolo fa dal premio Nobel Walter Kohn e finora mai confermato in modo definitivo. Lo studio, condotto in collaborazione con Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (Sissa), Istituto officina dei materiali (Iom-Cnr) e Istituto struttura della materia (Ism-Cnr) del Consiglio nazionale delle ricerche, è stato pubblicato su *Nature Communications*.

I nanotubi di carbonio sono cilindri ottenuti dal grafene, materiale bidimensionale composto da un foglio di carbonio dello spessore di un solo atomo che, una volta arrotolato, forma tubi con raggio di pochi nanometri (un nanometro è pari a un milionesimo di metro) e lunghi quanto il diametro di un capello. Finora il comportamento di una classe importante di nanotubi, in grado di condurre corrente elettrica, si spiegava supponendo che gli elettroni degli atomi di carbonio si muovessero facilmente e indipendentemente uno dall'altro per tutta la lunghezza, cioè che il materiale si comportasse come un metallo. I ricercatori di Nano-Cnr hanno invece dimostrato che quando un elettrone abbandona un atomo di carbonio non si muove liberamente ma si lega con la buca che lascia dietro di sé, formando una particella composita fatta dall'elettrone e dalla buca, detta eccitone.

“Abbiamo riprodotto il comportamento collettivo di tutti questi eccitoni grazie a simulazioni numeriche sofisticate e molto affidabili basate sulla meccanica quantistica”, spiega Massimo Rontani di Nano-Cnr, “e verificato che gli elettroni sono liberi di spostarsi solo se viene fornita una quantità di energia sufficiente a dissolvere gli eccitoni. Questo significa che il nanotubo si comporta come un materiale isolante, un isolante eccitonico: si tratta di un fenomeno quantistico elusivo, a lungo inseguito”.

I nanotubi sono un sistema ideale per la nanoelettronica, potendo funzionare come minuscoli fili conduttori, e lo studio, dimostrando per la prima volta l'esistenza dell'isolante eccitonico nei nanotubi di carbonio, permetterà di comprendere meglio il meccanismo per cui i nanotubi si comportano da metallo o da isolante. “In questa ricerca siamo ripartiti dall'inizio, ignorando

Capo ufficio stampa

Marco Ferrazzoli

tel. 06/4993.3383, cell.333.2796719

marco.ferrazzoli@cnr.it

skype marco.ferrazzoli1

Piazzale Aldo Moro 7 – 00185 Roma

tel. 06/4993.3383, fax 06/4993.3074, e-mail ufficiostampa@cnr.it

sito web www.cnr.it, www.almanacco.cnr.it, www.cnrweb.tv

Twitter @StampaCnr

Facebook Almanacco della scienza CNR, CNR WEB TV

l'opinione consolidata secondo cui l'isolante eccitonico non poteva esistere nei nanotubi di carbonio", spiega Daniele Varsano di Nano-Cnr. "Per arrivare a conclusioni affidabili sono state necessarie simulazioni numeriche sui supercalcolatori particolarmente complesse, rese possibili dal centro di eccellenza MaX, l'infrastruttura europea dedicata alla ricerca computazionale sui materiali guidata da Nano-Cnr. Grazie ai recenti sviluppi del calcolo ad alte prestazioni, l'*high performance computing*, è ora possibile predire proprietà della materia ancora inosservate, che fino a pochi anni fa si ritenevano irrealizzabili e relegate ai libri di testo".

Immagine: Un elettrone (rosso) lungo un nanotubo di carbonio è 'legato' alla buca (blu) che si lascia dietro e forma un eccitone.

Roma, 21 marzo 2018

La scheda

Chi: Istituto nanoscienze - unità di Modena - del Consiglio nazionale delle ricerche

Che cosa: scoperto nuovo stato quantistico della materia, detto isolante eccitonico, nei nanotubi di carbonio. *Carbon nanotubes as excitonic insulators*, D. Varsano, S. Sorella, D. Sangalli, M. Barborini, S. Corni, E. Molinari, M. Rontani. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01660-8>

Per informazioni: Massimo Rontani, Nano-Cnr Modena, tel 059/2055205, e-mail:

massimo.rontani@nano.cnr.it; Daniele Varsano, Nano-Cnr Modena, e-mail:

daniele.varsano@nano.cnr.it; Maddalena Scandola, Ufficio comunicazione Nano-Cnr, cell. 347/0778836, e-mail: comunicazione@nano.cnr.it (*recapiti per uso professionale da non pubblicare*)

Capo ufficio stampa

Marco Ferrazzoli

tel. 06/4993.3383, cell.333.2796719

marco.ferrazzoli@cnr.it

skype marco.ferrazzoli1

Piazzale Aldo Moro 7 – 00185 Roma

tel. 06/4993.3383, fax 06/4993.3074, e-mail ufficiostampa@cnr.it

sito web www.cnr.it, www.almanacco.cnr.it, www.cnrweb.tv

Twitter [@StampaCnr](https://twitter.com/StampaCnr)

Facebook Almanacco della scienza CNR, CNR WEB TV