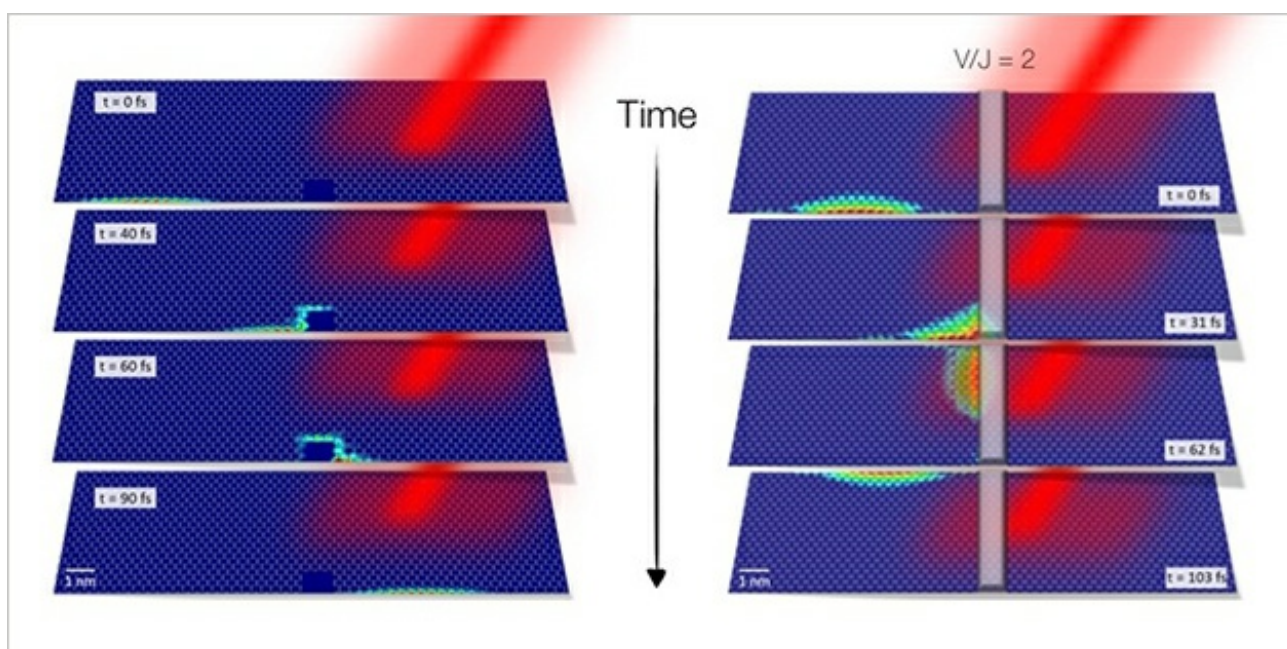


Una (perfetta) autostrada bidimensionale per quasiparticelle elettroniche

✍ M. Puviani 📅 29-08-2018 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/819>



Le due immagini rappresentano l'evoluzione di un elettrone in un nanoribbon di grafene illuminato completamente da un laser (in rosso) a polarizzazione circolare. A sinistra: il pacchetto elettronico si muove sul bordo di un nanoribbon di grafene a cui sono stati rimossi degli atomi, aggirando il difetto perfettamente senza dissipazione o sparpagliamento. A destra: il pacchetto viene riflesso da un bordo all'altro del nanoribbon in presenza di una elevata barriera di potenziale (in grigio).

I materiali a bassa dimensionalità fra cui il grafene, uno strato perfettamente bidimensionale di atomi di carbonio disposti a nido d'ape ("honeycomb lattice"), hanno nell'ultimo decennio attirato l'interesse dei fisici per via delle loro importanti proprietà fisiche e le loro applicazioni nella realizzazione di nuovi ed efficienti dispositivi elettronici. Recentemente è stato scoperto che quando gli elettroni presenti in un materiale interagiscono con i fotoni di un intenso fascio di luce coerente (come un laser), costituiscono delle quasiparticelle con nuove proprietà, e possono perfino formare nuovi stati della materia, come i cosiddetti "isolanti topologici" nel caso del grafene irradiato da un laser a polarizzazione circolare.

Mediante modelli teorici basati sulla teoria di Floquet, è stato dimostrato che alcuni di questi

cosiddetti "photon-dressed electrons", elettroni "rivestiti" di fotoni, sono in grado di muoversi solamente lungo il bordo esterno dei "nanoribbons" (strisce larghe al più qualche decina di nanometri, e lunghezza molto maggiore) di grafene in maniera perfetta, senza scattering o perdita di energia. Grazie a questo studio, in particolare, è stato possibile simulare il percorso di un pacchetto elettronico mostrando come questo sia in grado di trasportare corrente senza dissipazione anche in presenza di imperfezioni o difetti nel materiale, come la diversa disposizione o l'assenza di alcuni atomi rispetto al reticolo atomico ideale. Ciò costituisce un indizio diretto di quello che viene detto uno stato "topologicamente protetto", ovvero resistente a perturbazioni esterne e difetti grazie alle condizioni di simmetria e alla topologia del sistema.

Inoltre, a differenza di quanto previsto dalla meccanica quantistica per una particella che si muove in una direzione, se viene applicata trasversalmente a essi una differenza di potenziale, per esempio generando un campo elettrico come in un circuito, il pacchetto elettronico può essere trasmesso attraverso la barriera sullo stesso lato, grazie al cosiddetto effetto tunnel, oppure può essere riflesso sul bordo opposto del nanoribbon, a seconda dell'intensità del potenziale. Direzione e velocità di propagazione sono fissate da intensità e verso di polarizzazione del laser, e il sistema si comporta come se fosse un'autostrada per elettroni con una perfetta gestione del traffico.

Queste interessanti caratteristiche di robustezza del sistema, assieme alla possibilità di controllare le quasiparticelle elettroniche che si formano in condizioni fuori dall'equilibrio in un modo unico, aprono nuove porte verso la realizzazione di dispositivi energeticamente efficienti, rapidi, affidabili, caratteristiche indispensabili anche per la realizzazione dei futuri computer quantistici.

Scopri di più: 1, 2, 3