

<http://physicsweb.org/article/news/5/5/3>

2001/05/03

سیم افسانه‌ای بدون مقاومت

مقاومت الکتریکی ناشی از برخورد حامل‌های بار (الکترون‌ها و حفره‌ها) با نقص‌های ماده‌ای است که این حامل‌ها در آن حرکت می‌کنند. پس به طور نظری، رساناهای بلورین کامل (بی نقص) نباید مقاومت الکتریکی داشته باشند. اما بیش از یک دهه آزمایش نشان داده مقاومت سیم‌های عملی نقص تا چندین کیلو اهم است. رافائل دِ پیچُتو [1] از آزمایش‌گاه‌های ییل [2] در ایالات متحده، و هم‌کارانش برای اولین بار نشان داده اند این مقاومت در یک سیم کوچک ولی کاملاً واقعاً صفر می‌شود. آن‌ها نشان داده اند مقاومتی که در آزمایش‌های قبلی دیده شده بود، کاملاً ناشی از مقاومت اتصال‌های سنجه بوده است [3].

عبور بدون مقاومت جریان برای صنایع الکترونیک بسیار مهم است و معمولاً تصور می‌شود این پدیده با آبرسانی ممکن است. اما سیم‌های کوانتومی بالیستیک هم راه دیگری اند. این ساختارهای ریز تقریباً به طور کامل بدون نقص اند و نقص‌های بلوری (مثل ناخالصی یا نابه‌جایی) اند که مقاومت رساناهای معمولی را تولید می‌کنند. گروه دِ پیچُتو توانسته است مقاومت ذاتی سیم را از مقاومت ناشی از اتصال‌ها بی که برای سنجش مقاومت لازم اند جدا کند.

دِ پیچُتو و هم‌کارانش با استفاده از روشی به اسم رشد روی سطح برش خورده یک لایه گالیم آرسنید روی یک تراشه‌ی آلومینیم گالیم آرسنید نشان‌دادند. به این ترتیب، یک ساختار لایه‌ای با لبه‌ی فوق‌العاده هم‌وار به دست می‌آید. سپس دو الکتروود فلزی ریز به عنوان چشمه و دررو روی این ساختار نشان‌دادند و بین آن‌ها ولتاژ اعمال کردند. این اختلاف پتانسیل لبه‌ی هم‌وار ابزار را مجزا می‌کند و این لبه مثل یک سیم یک‌بعدی رفتار می‌کند. به این سیم، سیم بالیستیک می‌گویند، چون الکترون‌ها می‌توانند بدون برخورد با

نقص از درون آن بگذرند.

دو اتصال فلزی دیگر هم بین چشمه و درو می گذارند تا بتوانند مقاومت سیم را بسنجند. وقت ی به این الکترودها ولتاژ منفی اعمال شود، ساختار نیم رسانای زیر آن‌ها از الکترون تهی می‌شود، اما این وضعیت سیم کوانتومی را مختل نمی‌کند. این ناحیه‌های تهی‌الکترون مثل کاوه‌های بدون مقاومت ولتاژ رفتار می‌کنند، و به این طریق است که در پیچتو و هم کارانش می‌توانند مقاومت سیم کوانتومی را بسنجند. این نتیجه که مقاومت‌های سنجد شده در آزمایش‌های قبلی صرفاً ناشی از اتصال‌ها بوده است، بینش مفیدی برای محدودیت‌های احتمالی در مورد مدارهای آینده‌ی بر اساس سیم‌های کوانتومی می‌دهد.

[1] Rafael de Picciotto

[2] Bell

[3] Nature **411** 51