

<http://physicsweb.org/article/news/5/6/15>

2001/06/28

## نانولوله‌ها آبرسان‌های جدید اند

آبرسانی را هم می‌شود به فهرستِ خواصِ جالبِ الکترونیکی و مکانیکی نانولوله‌های کربنی افزود. پینگ شینگ [1] و هم‌کارانش از هُنْگ کُنْگ یونیورسیتی آو ساینس آند تِکنالُجی [2] دریافته‌اند نانولوله‌ها زیر 20 کلوین آبرسانی نشان می‌دهند [3].

شینگ و هم‌کارانش آبرسانی را در نانولوله‌های تک‌لایه به قطر فقط 0.4 نانومتر آشکار کرده‌اند. نانولوله‌ها صفحه‌های لوله‌شده‌ی گرافیت اند. شینگ به فیزیکس وب [4] گفت: "فکر می‌کنیم این اولین بار است که آبرسانی در تک‌نانولوله‌های کربنی دیده شده است." آبرسانی قبلاً هم در نانولوله‌های کربنی دیده شده بود، اما آن آبرسانی به خاطر پدیده‌ی مجاورت بود. در این پدیده دو لایه‌ی آبرسانا می‌توانند در بعضی از مواد که بین این دو لایه قرار گرفته‌اند، آبرسانی القا کنند.

نانولوله‌ها سه علامت مشخصه‌ی آبرسانی را نشان دادند: پدیده‌ی میسیر [5]، گاف آبرسانی، و جریان آبرسانا. پدیده‌ی میسیر این است که آبرسانا بی‌که در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته خطوط میدان مغناطیسی را از درون خود می‌راند. شینگ به فیزیکس وب گفت: "این آزمون تعیین‌کننده‌ی آبرسانی است." گروه برای سنجش پذیرفتاری مغناطیسی نانولوله‌های کربنی یک مغناطوسنج سکویید به کار برد. پذیرفتاری مغناطیسی با شار مغناطیسی گذرنده از ماده متناسب است.

در آزمایش نانولوله‌ها را تا 1.8 کلوین سرد کردند و تحت میدان مغناطیسی قرار دادند. سپس دما را تا 50 کلوین افزایش دادند. این فرآیند را برای میدان‌های مغناطیسی از 0.02 تسلا تا 5 تسلا تکرار کردند. زیر 10 کلوین، با افزایش شدت میدان شار گذرنده از نانولوله‌ها مرتباً کم می‌شد و در شدت میدان 5 تسلا نزدیک صفر بود. این پدیده تا دمای نزدیک 20 کلوین هم دیده می‌شد. این مشاهده کاملاً با رفتار پیش‌بینی‌شده‌ی پدیده‌ی

میسر سازگار است.

الکترون‌ها در رساناهای عادی تک‌تک اند، اما در آبرساناها به شکلی زوج حرکت می‌کنند. شینگ می‌گوید: ”به انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌های هر زوج از هم گاف آبرسانا می‌گویند.“ وجود این گاف در نانولوله‌ها شاهد دیگری برای آبرسانی آن‌ها است. پدیده‌ی دیگری که این گروه مشاهده کرده آبرجریان است. شینگ می‌گوید: ”این جریان زوج‌های الکترون فقط در نانولوله‌های بدون نقص دیده می‌شود. به همین خاطر نانولوله‌های درست کردیم که طولشان فقط 50 نانومتر بود تا احتمال وجود نقص کم شود. در این نانولوله‌ها توانستیم آبرجریان آشکار کنیم.“

داده‌هایی که شینگ و هم‌کارانش جمع کرده اند با نظریه‌ی آبرسانی باردین-کوپر-شریفیر [6] سازگار است. بر اساس این نظریه ارتعاش‌های شبکه (فون‌ها) هستند که به زوج شدن الکترون‌ها و جریان آزادشان کمک می‌کنند. شینگ می‌گوید: ”ما پیش‌بینی سال 1995 را (که می‌گفت در نانولوله‌ها به خاطر افزایش جفتش بین فون‌ها و الکترون‌ها آبرسانی رخ خواهد داد) تأیید کرده ایم. نتایج مان هم در گستره‌ی پیش‌بینی شده اند.“

- [1] Ping Sheng
- [2] Hong Kong University of Science and Technology
- [3] Science **292** 2462
- [4] PhysicsWeb
- [5] Meissner
- [6] Bardeen-Cooper-Schreiffer