

<http://physicsweb.org/article/news/9/8/18>

2005/08/30

## اتم‌ها ی خارجی باعث ابرسانی در کربن می‌شوند

یک گروه فیزیک‌پیشه در فرانسه مقادارهای کمی‌ای از نوع جدیدی ابرسانی کربنی ساخته‌اند. این ماده ( $\text{CaC}_6$ ) شامل اتم‌های خارجی است که بین صفحه‌های دوئیدی گرافیت نشانده شده‌اند. روش ساختن این ماده را نیکلا ایمی [1] از دانش‌گاه آتری پوانکره [2] در نانس، و هم‌کارانش از دانش‌گاه‌های پاریس 6 و 7 بار آورده‌اند. این ماده زیر 11.5 کلون ابرسانی می‌شود.

ابرسانی نبود کامل مقاومت الکتریکی است و در مواد خاص‌ی دیده می‌شود، وقت‌ی این مواد تا زیر یک دمای‌گذار ابرسانی ( $T_c$ ) سرد شوند. همه‌ی فیزیک‌پیشه‌ها معتقدند ابرسانی بر اساس آن است که الکترون‌ها برانش کولنی‌ی بین‌شان غالب شوند و زوج کوپر [3] بسازند. بر اساس نظریه‌ی باردین-کوپر-شریفر (بی‌سی‌اس) [4] برای ابرسانی‌ی سرد، الکترون‌ها به خاطر برهم‌کنش‌شان با فنون‌ها (ارتعاش‌های شبکه در ماده) است که به هم مقید می‌شوند.

$\text{CaC}_6$  مثال‌ی از ترکیب‌های گرافیت میان‌نشانده است. این‌ها رده‌ی جدیدی از مواد اند شامل اتم‌های خارجی (یا مهمان) مثل کلسیم، سدیم، و پتاسیم که در گرافیت نشانده شده‌اند. این مواد از لایه‌های دوئیدی گرافیت ساخته شده‌اند، که بین‌شان لایه‌های اتم‌های خارجی است. گرافیت نیمه‌فلز است، یعنی الکترون‌های اتم‌های خارجی می‌پذیرند یا می‌بخشند ویژه‌گی‌های گرافیت را تغییر می‌دهند و می‌توانند ماده‌ی حاصل را فلزی کنند.

اولین ترکیب گرافیت آلائیده‌ی ابرسانی پتاسیم کربید ( $\text{KC}_8$ ) بود، که 40 سال پیش کشف شد و  $T_c$  ی آن فقط 0.14 کلون است. ام‌سال یک گروه پژوهش‌گرنشان دادند ایتربیم کربید ( $\text{YbC}_6$ ) هم در 6.5 کلون ابرسانی می‌شود و شواهدی به دست آوردند که

$\text{CaC}_6$  هم در 11.5 کلوین آبرسانا می‌شود. اما در آن آزمایش اتم‌ها ی خارجی ی کلسیم فقط در نزدیکی ی سطح ـ ماده وجود داشتند. به همین خاطر دما ی گذار را نمی‌شد به دقت سنجید. امیری و هم‌کاران اش، برا ی حل ـ این مشکل روش ـ جدید ی برا ی ساختن ـ نمونه‌ها ی کپه‌ای ی  $\text{CaC}_6$  بار آوردند.

در این روش گرافیت ـ پیرولیتیک را با یک آلیاژ ـ مذاب ـ لیتیمـ کلسیم، در  $350^\circ\text{C}$  و در جو ـ آرگون به مدت ـ 10 روز گرم کردند [5]. این فیزیک‌پیشه‌ها با استفاده از پراش ـ پرتوی X نشان دادند  $\text{CaC}_6$  تنهاعضو ـ خانواده ی  $\text{MC}_6$  (M یک اتم ـ فلزی است) با تقارن ـ لوزوجهی است. بقیه شش ضلعی اند. به علاوه، آنها افت ـ شدید ی در مغناطیده‌گی ی این ماده زیر ـ 11.5 کلوین دیدند. این دما بیش‌ترین  $T_c$  یی است که تا کنون در یک ترکیب ـ گرافیت ـ میان‌نشانه دیده شده است.

بر اساس ـ محاسبات ـ ماتئو کالاندرا [6] و فرانسچسکو مائری [7] از دانش‌گاه ـ پاریس ـ 6 (که با گروه ـ امیری هم‌کاری کرده اند) آبرسانی در  $\text{CaC}_6$  ناشی از یک سازوکار ـ الکترونـ فنون است [8]. حامل‌های بار ـ این ماده عمدتاً الکترون‌ها ی سطح ـ فرمی [9] ی کلسیم اند که به ارتعاش‌ها ی اتم‌ها ی کربن ـ متحرک در جهت‌ها ی موازی با و عمود بر لایه‌ها ی گرافیت جفت شده اند. به علاوه، از این نتایج بر می‌آید شاید این سازوکار سازوکاری کلی برا ی همه ی ترکیب‌ها ی گرافیت ـ میان‌نشانه باشد.

- [1] Nicolas Emery
- [2] Henri Poincaré
- [3] Cooper
- [4] Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS)
- [5] Physical Review Letters **95** 087003
- [6] Matteo Calandra
- [7] Francesco Mauri
- [8] cond-mat/0506082
- [9] Fermi