

<http://physicsweb.org/article/news/9/11/14>

2005/11/23

معماي شبه‌گاف در اَبَرساناها

یک گروه فیزیک‌پیشه برای اولین بار در یک ماده‌ی مغناطیسی پدیده‌ای به اسم شبه‌گاف دیده‌اند. چنین چیزی قبلاً فقط در اَبَرساناها ی گرم دیده شده بود. از این نتیجه بر می‌آید بر خلاف آن چه قبلاً تصور می‌شد، شاید شبه‌گاف خاص اَبَرساناها ی گرم نباشد و (باز هم بر خلاف باور رایج) شاید برهم‌کنش الکترون‌ها با ارتعاش‌ها ی شبکه‌ی بلور نقش مهم‌ی در این مواد داشته باشد [1].

اَبَرسانی حذف کامل مقاومت الکتریکی در مواد است. این پدیده در مواد خاص‌ی دیده می‌شود، وقت‌ی آن‌ها را تا زیر دمای گذار اَبَرسانی پشان سرد کنند. این پدیده زمان‌ی رخ می‌دهد که الکترون‌ها برانش کولنی‌ی بین‌شان غالب شوند و زوج کوپر [2] بسازند. بر اساس نظریه‌ی اَبَرسانی‌ی باردین-کوپر-شْرِیفر (بی‌سی‌اس) [3]، الکترون‌ها به خاطر برهم‌کنش‌شان با فنون‌ها (ارتعاش‌ها ی کوانتیده‌ی شبکه) است که به هم مقید می‌شوند.

بیش‌تر اَبَرساناها ی گرم شامل لایه‌ها ی مس و اکسیژن‌اند، که بین‌شان اتم‌ها ی فلزی‌یی مثل ایتیریم و باریم قرار گرفته‌اند. دمای گذار این مواد ممکن است تا 138 کلوین هم برسد. اَبَرسانی‌ی گرم اولین بار در 1986 در این مواد کوپراتی کشف شد و بار آوردن نظریه‌ای که بتواند آن را توضیح دهد یک‌ی از چالش‌ها ی برجسته‌ی فیزیک ماده‌ی چگال است. اما بیش‌تر نظریه‌پردازها فرض کرده‌اند در هیچ نظریه‌ی موفق‌ی در این زمینه برهم‌کنش‌ها ی الکترون-فنون نقش مهم‌ی نخواهند داشت.

یک‌ی از ویژه‌گی‌ها ی هر اَبَرسانا گاف‌انرژی‌ی آن است: انرژی‌ی لازم برای این که یک زوج کوپر به الکترون‌ها ی آزاد تجزیه شود. اما در میانه‌ی دهه‌ی 1990، فیزیک‌پیشه‌ها شواهدی کشف کردند برای وجود گاف مشابه‌ی در مواد به اصطلاح

کم آلائیده و در دماها بی کاملاً بیش از دما ی گذار. به این گاف شبه گاف می گویند. ضمناً معلوم شد ویژه گی ها ی الکترونی ی دیگر. کوپرات ها هم به جهت در فضا ی تکانه بسته گی دارند. مدت. زیاد ی است که این دو ویژه گی (وجود. شبه گاف و وابسته بودن. ویژه گی ها ی الکترونی به جهت) را نشانه ها ی خاص. اَبَرسانی ی گرم می دانند.

اما ژی. خون شین [4] از دانش گاه. سَتَن فُرد [5]، و هم کاران. اش از ایالات. متحد، کانادا، ژاپن، و هلند، در یک ماده ی کاملاً متفاوت شبه گاف دیده اند. این ماده یک ترکیب. فلزی ی منگانیت شامل. لانتانم، سترنسیم، منگنز، و اکسیژن است، که مغناطومقاومت. غول آسا دارد و زیر. دمای بحرانی ی خاص ی فرومغناطیس می شود. این گذارِ فاز (که تصور می شود ناشی از برهم کنش. الکترون ها با فنون ها است) با افت. بزرگ ی در مقاومت. الکتریکی هم راه است.

گروه. شین، با استفاده از روش ی به اسم. طیف سنجی ی گسیل فتونی ی با تفکیک. زاویه ای (آرپیس) [6] آهنگ. پراکنش و سرعت. الکترون را بر حسب. انرژی سنجید. این طیف ها نشان می دهند حرکت. الکترون در فاز. فرومغناطیسی قویاً به ارتعاش ها ی شبکه ی بلور هم بسته است. به علاوه این طیف ها به جهت در فضا ی تکانه بسته گی دارند و شواهد ی برا ی وجود. یک شبه گاف می دهند، که این شبیه. رفتار ی است که در اَبَرساناها ی گرم دیده می شود.

از این نتایج بر می آید شبه گاف یک ویژه گی ی کلی ی همه ی فلز واسطه اکسیدها است و نه فقط اَبَرساناها ی کوپراتی، و شاید نظریه پردازها باید در تصور. شان از نقش. فنون ها در اَبَرساناها ی گرم تجدید نظر کنند.

[1] Nature **438** 474

[2] Cooper

[3] Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS)

[4] Zhi-Xun Shen

[5] Stanford University

[6] angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES)