

<http://physicsweb.org/article/news/11/1/20>

2007/01/24

## یخ چال - تک الکترونی

یک گروه فیزیک پیشه در فنلاند و ایتالیا طرحی را عرضه کرده اند برای یک یخ چال - ظریف که می تواند اجسام را تا 10 mK سرد کند. این ابزار (که در ساختن آن تا حدی پیش رفته اند) به این شکل کار می کند که الکترون ها ی داغ تک تک از طریق - یک گاف - نارسانا از یک جزیره ی فلزی به یک سیم - آبرسانا تونل می زنند. به گفته ی یوکا پُکلا [1] از دانش گاه - صنعتی ی هلسینکی [2]، این ابزار بالقوه حدوداً سه بار کاراتر از یخ چال ها ی سنتی ی پی وندگاه تونلی است، که به زحمت می خواهند با آن ها به دماها ی کم تر از 100 mK برسند [3].

فیزیک پیشه ها با استفاده از ویژه گی ها ی گرمایی ی هسته ها ی مغناطیسی به دماها ی 100 pK هم رسیده اند، اما این روش ها برای سرد کردن - ساختارها ی نسبتاً بزرگ ی مثل - حس گر ها ی الکترونیکی مناسب نیستند. راه - عملی یی که برای سرد کردن - ابزارها یی مثل - آشکارگرهای فتونی ی فضایی (مورد استفاده ی اخترشناس ها) به نظر - پژوهش گران می رسد استفاده از یخ چال ها ی پی وندگاه تونلی است.

در این یخ چال ها الکترون ها ی داغ (آن ها یی که انرژی ییشان بیش از انرژی ی فرمی [4] است) را از طریق - تونل زنی، از یک فلز بیرون و به یک آبرسانا می فرستند و به این ترتیب فلز گرما از دست می دهد. تونل زنی ی الکترون ها از طریق - یک ماده ی نارسانا فرآیند ی کوانتومی است که با اعمال - یک ولتاژ - ثابت بین - فلز و آبرسانا تقویت می شود. اما همیشه داغ ترین الکترون ها نیستند که از فلز بیرون می روند و همین است که کارایی ی یخ چال ها ی سنتی ی پی وندگاه تونلی را محدود می کند.

در این یخ چال - جدید - تک الکترونی، این فرآیند به این ترتیب به بود می یابد که یک پی وندگاه - تونلی به کار می رود که هر بار فقط یک الکترون می تواند از درون - آن تونل

بزنند. به این پی‌وندگاه‌ها (پی‌وندگاه‌ها ی سیدکولنی) رانش - بین - الکترون‌ها مانع - آن است که چند الکترون هم‌زمان تونل بزنند. به خاطر - این فرآیند - منظم - تونل‌زنی، فقط داغ‌ترین الکترون‌ها از فلز بیرون می‌روند و به این ترتیب کارایی ی سرمایه‌ش زیاد می‌شود. این پژوهش‌گران ضمناً به جا ی ولتاژ - ثابت یک سیگنال - بس آمپرادیویی به کار می‌برند که می‌شود آن را با روی داده‌ها ی تونل‌زنی هم‌زمان کرد. این سیگنال - نوسانی باعث می‌شود الکترون‌ها ی سرد هم از آبرسانا به فلز تونل بزنند و به این ترتیب فرآیند - سرمایه‌ش باز هم کارا تر می‌شود.

پُکُلا به فیزیکس وب [5] گفت این اولین یخ‌چال - چرخه‌ای یی است که بر اساس - ترابرد - الکترون است. گروه - او فعلاً سرنمونه‌ها یی ساخته که با ولتاژ - ثابت کار می‌کنند. این سرنمونه‌ها یک جزیره ی فلزی به ارتفاع - حدوداً  $1 \mu\text{m}$  و و پهنا ی  $100 \mu\text{m}$  دارند. پُکُلا می‌گوید: ” داریم روی دست‌گاه‌ها یی کار می‌کنیم که با سیگنال‌ها ی بس آمپرادیویی کار می‌کنند.“

با این یخ‌چال - تک‌الکترونی بالقوه می‌شود کارایی ی به تری نسبت به دست‌گاه‌ها ی موجود - پی‌وندگاه‌تونلی به دست آورد، اما پُکُلا گمان نمی‌کند این ابزار خارج از پژوهش‌ها ی بنیادی کاربرد بیابد. علت آن است که یخ‌چال‌ها ی سنتی ی پی‌وندگاه‌تونلی می‌توانند گرما ی بیش‌تری بگیرند و قاعدتاً باید برا ی سرد کردن - ابزارها ی زم‌زایشی کافی باشند. اما او معتقد است این یخ‌چال - جدید را می‌شود برا ی بررسی ی رفتار - الکترون‌ها در دماها یی کم‌تر از پیش به کاربرد. شاید فیزیک‌پیشه‌ها بتوانند به این وسیله آبرسانی و پدیده‌ها ی مزوسکپی در ساختارها ی مقیاس‌نانومتری را بررسی کنند.

[1] Jukka Pekola

[2] Helsinki

[3] Physical Review Letters **98** 037201

[4] Fermi

[5] PhysicsWeb