

<http://physicsweb.org/article/news/6/1/4>

2002/01/09

## یک پیش‌رفت جذاب به سوی یخ‌چال مغناطیسی

با کارِ اِکس بُروک [1] و هم‌کارانش از دانش‌گاه آمستردام، یک گام به یخ‌چال‌های طبیعت‌سازگار با سردکننده‌ی مغناطیسی نزدیک‌تر شده ایم. پژوهش‌گران دریافتند ترکیب‌های شامل فلزهای واسطه می‌توانند در دمای اتاق و با میدان‌های مغناطیسی نه‌چندان بزرگ، به عنوان سردکننده عمل کنند. بازده یخ‌چال‌های با این سردکننده‌ها را هم می‌شود از بازده دست‌گاه‌های فعلی (که با چرخه‌ی بخار کار می‌کنند) بیش‌تر کرد [2].

سردکننده‌ها مغناطیسی، وقتی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند گرم می‌شوند، چون بر اساس قانون دوم ترمودینامیک، انتروپی (یا بی‌نظمی) یک سیستم بسته باید با گذشت زمان زیاد شود. اسپین الکترون‌های ماده با میدان مغناطیسی هم‌جهت می‌شود، و این انتروپی را کم می‌کند. برای خنثاکردن این کاهش انتروپی، حرکت اتم‌ها کتره‌ای‌تر می‌شود، و ماده گرم می‌شود. در یخ‌چال‌های مغناطیسی، این گرما را می‌شود با آب یا هوا جذب کرد. وقتی میدان مغناطیسی خاموش می‌شود، اسپین الکترون‌ها دوباره کتره‌ای می‌شود و دمای ماده از دمای محیط کم‌تر می‌شود. به این ترتیب می‌شود مقدار ی گرما جذب کرد و چرخه تکرار می‌شود.

یخ‌چال‌های مغناطیسی، نسبت به یخ‌چال‌های تجارتي امروز (که گرما را با استفاده از یک بخار و چگالنده می‌گیرند) دو برتری مهم دارند: در یخ‌چال‌های مغناطیسی مواد شیمیایی خطرناک یا مخرب طبیعت (مثلی کلوفلوئروکربن‌ها) به کار نمی‌رود، و بازده یخ‌چال‌های مغناطیسی تا 60% می‌رسد. بازده به‌ترین یخ‌چال‌های چگالش‌گاز به حدود 40% می‌رسد.

گرمایش و سرمایه‌ش‌ی که در سردسازی مغناطیسی رخ می‌دهد به اندازه‌ی میدان مغناطیسی اعمال‌شده و اندازه‌ی دوقطبی‌های مغناطیسی بسته‌گی دارد. این دوقطبی‌ها

عموماً در عنصرهای خاکی نادر بیشترین مقدار را دارند. قبلاً معلوم شده بود یک نوع از این مواد (یک ترکیب گادولینیم) را می‌شود به عنوان سردکننده‌ی مغناطیسی به کار برد، اما در میدان‌های مغناطیسی نه‌چندان بزرگ، فقط در دماهای کم است که انتروپی این ماده به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. بروک می‌گوید برای این که این ماده در دمای اتاق یا بالاتر از آن کار کند، آهن‌رباهای بزرگ آبرسانا لازم است، که گران‌اند و تعمیر و نگهداری پیچیده‌ای هم لازم دارند.

اما ماده‌ای که پژوهش‌گران آمستردام بررسی‌ش کرده‌اند، یک ترکیب منگنز است، که در دمای اتاق هم خوب کار می‌کند. دوقطبی مغناطیسی منگنز نوعاً فقط نصف دوقطبی مغناطیسی عنصرهای خاکی نادر است، اما دمای کوری [3] آن 300 کلوین است و این یعنی انتروپی مغناطیسی آن را می‌شود با آهن‌رباهای دائم کوچک هم به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر داد.

ویتالیی پچارسکی [4] از آزمایش‌گاه ایمز [5] در ایالات متحده فکر می‌کند این ترکیب منگنزا اهمیت زیادی دارد، اما معتقد است پتانسیل تجارتي آن هنوز روشن نیست. پچارسکی و هم‌کارانش، در 1997 راه‌ی برای به‌بود ویژه‌گی‌های سرمایه‌ی گادولینیم پیش نهادند. برای این کار، به ماده ناخالصی افزودند. او می‌گوید پژوهش‌گران ایمز و استراناوتیکز کُرپریشن آمریکا [6]، اخیراً یک سردکننده‌ی مغناطیسی عملی گادولینیم‌پایه ساخته‌اند، که در دمای اتاق و با استفاده از آهن‌ربای دائمی کار می‌کند.

[1] Ekkes Brück

[2] Nature **415** 150

[3] Curie

[4] Vitalij Pecharsky

[5] Ames Laboratory

[6] Astronautics Corporation of America