http://physicsweb.org/article/news/5/4/7
2001/04/11

تکه‌های جورچینِ پلوتنیم سر جای هم قرار می‌گیرند

نقشِ پلوتنیم در صنایعِ هسته ای کلیدی است، با وجودِ این رفتارِ ساختاریِ ویژه‌ی آن 30 سال است فیزیک‌پیشه‌ها را گیج کرده است. آزمون‌های معمولیِ تعیینِ ساختارِ بلور، برای عنصرهای پرتوزا یی مثلِ پلوتنیم مناسب نیستند. مدل‌های نظریِ موجود هم نمی‌توانند پرشِ عجیبِ حجمِ اتمیِ پلوتنیم در اثرِ گرما را پیش‌بینی کنند. سِرگِی ساوْراسُف [1] و هم‌کارانَش از دانش‌گاهِ راتگِرز [2] در ایالاتِ متحد توانسته اند با سرِهم‌کردنِ دو نظریه‌ی موجود، این نابهنجاری را توضیح دهند [3].

وقت ی ساختارِ بلوریِ پلوتنیم از شکلِ آلفا در دمای حدوداً 400 K، به شکلِ دلتا در دمای حدوداً 600 K تغییر می‌کند، حجمِ پلوتنیم 25% زیاد می‌شود. نظریه ای که نوعاً برای توضیحِ ساختارِ بلوری به کار می‌رود نظریه‌ی تابعیِ چگالی است، اما این نظریه نمی‌تواند این افزایشِ حجم را توجیه کند. به علاوه، نظریه‌ی تابعیِ چگالی پدیده‌های مغناطیسی یی پیش‌بینی می‌کند که تا کنون دیده نشده اند.

به گفته‌ی ساوْراسُف و هم‌کارانَش، این پرشِ حجم رابطه‌ی نزدیک ی با جای پلوتنیم در جدولِ دوره‌ای دارد. پلوتینم یک ی از رشته‌ی عنصرهای سنگین ی به اسمِ آکتینیدها است. هر چه در این رشته جلوتر برویم، ربایشِ الکتروستاتیکِ بینِ هسته و الکترون‌های مداری قوی‌تر می‌شود، چون هر عنصر نسبت به عنصرِ قبلی یک الکترون و یک پرتون بیش‌تر دارد.

در عنصرهای اولیه‌ی رشته (عنصرهای سبک‌تر از پلوتنیم و خودِ آن) بسته‌گیِ الکترون‌ها به هسته سست است و اربیتال‌های الکترونیِ خارجی هم‌پوشی دارند. به این پدیده ناجای‌گُزیده‌گی می‌گویند: الکترون‌ها در کلِ شبکه‌ی بلور حرکت می‌کنند و عنصر فلز است. اما در آمریکیم (عنصرِ بعد از پلوتنیم در رشته‌ی آکتینیدها) الکترون‌ها به‌شدت

مقید اند: اربیتال‌های خارجی هم‌پوشی ندارد و الکترون‌ها جای‌گُزیده اند.

گروهِ ساوْراسُف پیش‌نهاد می‌کند ساختارِ بلوریِ دلتای پلوتنیم حلقه‌ی گم‌شده‌ی بینِ پلوتنیم و آمریکیم است. آن‌ها معتقد اند در این ساختار ترکیب ی از الکترون‌های جای‌گُزیده و ناجای‌گُزیده وجود دارد. گروه به طورِ موفقیت‌آمیز مدلِ متفاوت ی پیش نهاده، که ویژه‌گی‌های مواد ی مثلِ اَبَررساناها را توضیح می‌دهد، که در آن برهم‌کنشِ بینِ الکترون‌ها عاملِ مهم ی است. به این مدل نظریه‌ی میدانِ‌میان‌گینِ دینامیکی می‌گویند. آن‌ها دریافتند با واردکردنِ اثرِ برهم‌کنشِ الکترون‌ها در پلوتنیم، نظریه رفتارِ ساختاریِ غیرِعادیِ پلوتنیم را به‌درستی توضیح می‌دهد.

ساوْسارُف به فیزیکس‌وِب [4] گفت: "بارِ اتم و ساختارِ بلوری تنهاورودی‌های اساسیِ شبیه‌سازیِ کامپیوتری اند. به این روش می‌شود جزئیاتِ ساختاری و تغییراتِ آن‌ها بر حسبِ مثلاً دما و فشار را پیش‌بینی کرد؛ و این برای مواد ی به سَمیتِ پلوتنیم اطلاعاتِ فوق‌العاده ارزش‌مند ی است."

[1] Sergei Savrasov

[2] Rutgers

[3] Nature **410** 793

[4] PhysicsWeb