

<http://physicsweb.org/article/news/5/4/7>

2001/04/11

تکه‌های جورچین پلوتنیم سر جای هم قرار می‌گیرند

نقشِ پلوتنیم در صنایع هسته‌ای کلیدی است، با وجود این رفتار ساختاری ویژه‌ی آن 30 سال است فیزیک‌پیشه‌ها را گیج کرده است. آزمون‌های معمولی تعیین ساختار بلور، برای عنصرهای پرتوزا بی مثیل پلوتنیم مناسب نیستند. مدل‌های نظری موجود هم نمی‌توانند پرش عجیب حجم اتمی پلوتنیم در اثر گرمای را پیش‌بینی کنند. سرگشی ساوراسُف [1] و هم‌کارانش از دانش‌گاه راتگرز [2] در ایالات متحده توانسته‌اند با سرهم کردن دو نظریه‌ی موجود، این نابهنجاری را توضیح دهند [3].

وقتی ساختار بلوری پلوتنیم از شکل آلفا در دمای حدوداً 400 K شکل دلتا در دمای حدوداً 600 K تغییر می‌کند، حجم پلوتنیم 25٪ زیاد می‌شود. نظریه‌ای که نوعاً برای توضیح ساختار بلوری به کار می‌رود نظریه‌ی تابعی چگالی است، اما این نظریه نمی‌تواند این افزایش حجم را توجیه کند. به علاوه، نظریه‌ی تابعی چگالی پدیده‌های مغناطیسی بی‌پیش‌بینی می‌کند که تا کنون دیده نشده‌اند.

به گفته‌ی ساوراسُف و هم‌کارانش، این پرش حجم رابطه‌ی نزدیکی با جای پلوتنیم در جدول دوره‌ای دارد. پلوتنیم یکی از رشته‌ی عنصرهای سنگینی به اسم آکتینیدها است. هر چه در این رشته جلوتر برویم، ریاضی‌الکتروستاتیک بین هسته والکترون‌های مداری قوی‌تر می‌شود، چون هر عنصر نسبت به عنصر قبلی یک الکترون و یک پرtron بیش‌تر دارد.

در عنصرهای اولیه‌ی رشته (عنصرهای سبک‌تر از پلوتنیم و خود آن) بسته‌گی الکترون‌ها به هسته سست است و اربیتال‌های الکترونی خارجی هم‌پوشی دارند. به این پدیده ناجای گزیده‌گی می‌گویند: الکترون‌ها در کل شبکه‌ی بلور حرکت می‌کنند و عنصر فلز است. اما در آمریکیم (عنصر بعد از پلوتنیم در رشته‌ی آکتینیدها) الکترون‌ها به شدت

مقيـدـ اـنـدـ: اـرـيـتـالـهـاـيـ خـارـجـيـ هـمـپـوشـيـ نـدارـدـ وـ الـكـتروـنـهاـ جـايـگـزـيـدهـ اـنـدـ.
 گـروـهـ سـاـوـرـاسـفـ پـيـشـ نـهـادـ مـىـ كـنـدـ سـاـخـتـارـ بـلـورـيـ دـلـتـايـ پـلوـتـنـيمـ حلـقـهـيـ گـمـ شـدـهـيـ
 بـيـنـ پـلوـتـنـيمـ وـ آـمـريـكـيـمـ استـ. آـنـهاـ مـعـتـقـدـ اـنـدـ درـاـيـنـ سـاـخـتـارـ تـركـيـبـ يـ اـزـ الـكـتروـنـهاـيـ
 جـايـگـزـيـدهـ وـ نـاجـايـگـزـيـدهـ وجودـ دـارـدـ. گـروـهـ بـهـ طـورـ مـوـفـقـيـتـ آـمـيزـ مـدـلـ مـتـفـاوـتـ يـ پـيـشـ
 نـهـادـ، كـهـ وـيـژـهـگـيـهـاـيـ موـادـ يـ مـثـلـ آـبـرـسـانـهاـ رـاـ توـضـيـحـ مـىـ دـهـدـ، كـهـ درـ آـنـ بـرـهـمـ كـنـشـ بـيـنـ
 الـكـتروـنـهاـ عـاـمـلـ مـهـمـ يـ اـسـتـ. بـهـ اـيـنـ مـدـلـ نـظـرـيـهـيـ مـيـدانـ مـيـانـ گـيـنـ دـيـنـاميـكـيـ مـىـ گـوـينـدـ.
 آـنـهاـ دـرـيـافـتـنـدـ باـ وـارـدـكـرـدنـ اـثـرـ بـرـهـمـ كـنـشـ الـكـتروـنـهاـ دـرـپـلوـتـنـيمـ، نـظـرـيـهـ رـفـتـارـ سـاخـتـارـيـ
 غـيرـعـادـيـ پـلوـتـنـيمـ رـاـ بـهـ دـرـستـيـ توـضـيـحـ مـىـ دـهـدـ.

ساـوـسـاـرـفـ بـهـ فـيـزـيـكـسـ وـبـ [4] گـفتـ: ”بـاـرـاـتمـ وـ سـاـخـتـارـ بـلـورـيـ تـنـهـاـوـرـودـيـهـاـيـ اـسـاسـيـ
 شبـيهـسـازـيـ كـامـپـيـوتـرـيـ اـنـدـ. بـهـ اـيـنـ روـشـ مـىـ شـوـدـ جـرـئـيـاتـ سـاـخـتـارـيـ وـ تـغـيـرـاتـ آـنـهاـ بـرـ حـسـبـ
 مـثـلاـ دـماـ وـ فـشارـ رـاـ پـيـشـبـيـنـيـ كـرـدـ؛ وـ اـيـنـ بـرـايـ موـادـ يـ بـهـ سـمـيـتـ پـلوـتـنـيمـ اـطـلـاعـاتـ فـوقـالـعادـهـ
 اـرـزـشـمنـدـ يـ اـسـتـ.“

[1] Sergei Savrasov

[2] Rutgers

[3] Nature 410 793

[4] PhysicsWeb