

<http://physicsweb.org/article/news/6/9/11>

2002/09/18

تولید - انبوه - پاداتم‌ها ی سرد

با تولید - 50 000 اتم - پادهیدروژن در سرن [1]، یک گام به آزمون - قطعی ی تقارن - سی‌پی‌تی [2] (یک ی از بنیادی‌ترین تقارن‌ها ی طبیعت) نزدیک‌تر شده ایم. این پاداتم‌ها را با ترکیب کردن - پادپرتون‌ها و پزیترون‌ها در یک رشته تله ی مغناطیسی و الکتروستاتیکی ساخته اند. با مقایسه ی ساختارها ی اتمی ی هیدروژن و پادهیدروژن، تقارن - سی‌پی‌تی را می‌شود دقیق‌تر از قبل آزمود [3].

مدل - استاندارد - فیزیک - ذرات فرض می‌کند طبیعت تقارن - سی‌پی‌تی را حفظ می‌کند. به بیان - دیگر، فرض می‌شود قانون‌ها ی فیزیک تحت - ترکیب - این سه تبدیل: همه ی ذره‌ها ی درگیر به پادذره‌ها یشان تبدیل شوند (سی [4])، هر سه بعد - فضا و ارون شوند (پی [5])، و زمان و ارونه شود (تی [6]) تغییر نمی‌کنند. می‌دانیم طبیعت سی‌پی [7] (پادگری - هم‌پایه‌گی) را می‌شکند، اما هیچ شاهد - تجربی یی برای شکسته شدن - تقارن - سی‌پی‌تی در طبیعت دیده نشده است.

نقض - تقارن - سی‌پی‌تی، به شکل - اختلاف ی کوچک در بس آمد - گذار - الکترونی از حالت - پایه به اولین تراز - برانگیخته در هیدروژن و پادهیدروژن آشکار می‌شود. این بس آمد را، در آزمایش‌ها ی طیف‌سنجی ی لیزری با اتم‌های هیدروژن - سرد، با دقت - 1.8 بر 10^{14} سنجیده اند. روشن است که تولید و به دام اندازی ی اتم‌های پادهیدروژن - سرد، اولین گام‌ها در هر مقایسه ای اند.

قبلاً تعداد - کم ی اتم - پادهیدروژن در سرن و فرمی‌لب [8] تولید کرده بودند، اما این اتم‌ها تندتر از آن حرکت می‌کنند که برای آزمایش‌ها ی دقیق مناسب باشند. حالا گروه - آئنا [9] (شامل - فیزیک‌پیشه‌ها یی از برزیل، دانمارک، ایتالیا، ژاپن، سوئیس، و بریتانیا) توانسته برای اولین بار تعداد - زیاد ی اتم - پادهیدروژن تولید کند.

همه ی تله‌ها ی آزمایش - آئینا، گونه‌هایی از تله ی معروف - پنینگ [10] اند، که در آن یک میدان - مغناطیسی ی محوری و میدان‌ها ی الکتریکی ی مختلف ی برای به‌دام‌انداختن - ذره‌ها ی باردار به کار می‌روند. پادپرتون‌ها ی حاصل از کُندکننده‌ی پادپرتون - سیرن، در یک لایه ی فلزی ی نازک کُند می‌شوند و به دام می‌افتند. سپس آن‌ها را با برخورد دادن با الکترون‌ها ی سرد، سردتر می‌کنند. کُندکننده ی پادپرتون در تپ‌ها ی کوتاه ی به فاصله ی 100 ثانیه از هم، در هر تپ حدود - 20 میلیون پادپرتون می‌دهد. پس از مرحله‌ها ی به‌دام‌انداختن و سرد کردن، از هر تپ حدوداً 3000 پادپرتون برای ساختن - پادهیدروژن باقی می‌ماند. هم‌زمان، پزیترون‌ها ی حاصل از واپاشی ی پرتوزا ی سدیم - 22 هم در تله‌ی پنینگ - جداگانه ای جمع می‌شوند.

برای تولید - پادهیدروژن، حدود - 70 میلیون پزیترون را به دام می‌اندازند و تا حدود - 15 کلوین سرد می‌کنند. بعد حدود - 10 000 پادپرتون (یعنی سه تپ - کندکننده‌ی پرتون) را، با تغییر دادن - میدان - الکتریکی به درون - پزیترون‌ها پرتاب می‌کنند، و می‌گذارند پادپرتون‌ها و پزیترون‌ها با هم مخلوط شوند. پاداتم فقط زمان ی تشکیل می‌شود که انرژی و تکانه ی اضافی ی برخوردها ی پادپرتون- پزیترون به طریق ی گرفته شود؛ یا با ذره ی سه‌وم ی (به اصطلاح بازترکیب - سه‌جسمی) یا با یک فتون (بازترکیب - تابشی).

شاهد - تشکیل - پادهیدروژن از این جا می‌آید که یک پاداتم از تله بگریزد و در الکترون‌ها نابود شود. پادپرتون نوعاً پیون‌ها ی خنثا یا باردار تولید می‌کند، در حال ی که پزیترون فتون‌ها یی تولید می‌کند که در خلاف - جهت - هم حرکت می‌کنند و انرژی ی مشخص ی دارند. این دست‌گاه در دما ی 15 کلوین نگه‌داری می‌شود، و تصور می‌شود دما ی اتم‌ها ی پادهیدروژن هم همین حدود باشد. با افزایش - دما ی پزیترون‌ها به چند هزار کلوین، هیچ پاداتم ی آشکار نمی‌شد.

گروه - آئینا تخمین می‌زند طی - آزمایش حدود - 50 000 اتم - پادهیدروژن تولید شده، اما دقیقاً نمی‌داند آهنگ - مطلق - تولید چه قدر است و روش - غالب - بازترکیب یا حالت - کوانتمی یی که پاداتم‌ها در آن تولید می‌شوند چیست. این نکته ی آخر به‌ویژه مهم است، چون اتم‌ها (یا پاداتم‌ها) ی هیدروژن، فقط در حالت - پایه به دام می‌افتند.

مایک چارلین [11] (یک ی از اعضا ی گروه - آئینا از دانش‌گاه - ویلز سوان سی [12]) می‌گوید: ”گام - بعدی فهمیدن - جزئیات - واکنش‌ها ی پادپرتون- پزیترون است. احتمالاً افزودن - یک دست‌گاه - لیزر برای آزمایش‌ها ی طیف‌سنجی چند سال طول می‌کشد، و

به دام انداختن - اتم‌ها ي پادهيديروژن از آن هم بيشتتر.

- [1] CERN
- [2] CPT
- [3] M. Amoretti *et al.*; Nature (2002) advance online publication
- [4] C
- [5] P
- [6] T
- [7] CP
- [8] Fermilab
- [9] ATHENA
- [10] Penning
- [11] Mike Charlton
- [12] University of Wales Swansea