

<http://physicsweb.org/article/news/8/11/1>

2004/11/01

فقط کمی نمک بیفزایید، تا تعداد بیش‌تری نوترینو ببینید

با حل کردن 100 000 کیلوگرم گادولینیم تری‌کلرید در مخزن عظیم آب فراخالصی که قلب آزمایش اَبَرکامیُکانده [1] در ژاپن است، می‌شود کارایی آشکارگر نوترینو این آزمایش را بهبود داد. گادولینیم تری‌کلرید یک نمک فلز خاکی نادر است. جان بیگم [2] از دانش‌گاه ایالتی اُهایو [3] و مارک وِجینس [4] از دانش‌گاه کَلیفُرنیا در ایروین [5] می‌گویند با گادولینیم تری‌کلرید ($GdCl_3$)، فیزیک‌پیشه‌ها برای اولین بار خواهند توانست نوترینوها را آشکار کنند که از بیرون گه‌کشان می‌آیند [6].

نوترینو یکی از سازه‌های بنیادی ماده است و در سه طعم (نوترینو الکترون، میون، و تائو) ظاهر می‌شود. در خورشید مقدار زیاد نوترینو الکترون تولید می‌شود، و در انفجارها اَبَرنوآختری هر سه طعم نوترینو تولید می‌شود. اما آشکار کردن سه طعم نوترینو فوق‌العاده دشوار است، چون نوترینوها بار الکتریکی ندارند، جرمشان بسیار کم است، و فقط از طریق برهم‌کنش‌های ضعیف با ماده‌ها دیگر برهم‌کنش دارند. آزمایش اَبَرکامیُکانده شامل 50 000 تن آب فراخالص در مخزن حدوداً 1000 متر زیر زمین در ژاپن مرکزی است. با این آزمایش می‌شود هم نوترینوها الکترون و هم نوترینوها میون (اما نه نوترینوها تائو) را آشکار کرد. آشکارسازی این نوترینوها از طریق درخش‌های تابش چرنکف [7] است. این درخش‌ها در اثر برهم‌کنش نوترینوها با الکترون‌های ملکول‌های آب آشکارگر تولید می‌شوند. با استفاده از این روش جدید، اَبَرکامیُکانده برای اولین بار خواهد توانست پادنوترینوها (پادزده‌های متناظر با نوترینوها) را هم آشکار کند.

پادنوترینوها الکترون با پرتون‌های ملکول‌های آب برهم‌کنش می‌کنند و طی هر

واکنش یک نوترون و یک پزیترون تولید می‌شود. اما فعلاً نوترون‌ها را نمی‌شود دید، و پزیترون‌ها را هم نمی‌شود از پرتوها ی گاما و الکترون‌ها ی تابش - زمینه تشخیص داد.

بیگم و وِجینس پیش‌نهاد کرده اند این مشکلات را می‌شود با افزودن - فقط 0.2% - جرمی (تقریباً 100 تن) $GdCl_3$ به آب - آشکارگر حل کرد. علت این است که گادولینیم نوترون را بسیار بهتر می‌اندازد تا پرتون را. مقطع مؤثر - گادولینیم برای گیراندازی ی نوترون‌ها ی گرمایی 49 000 بارن، و برای گیراندازی ی پرتون فقط 0.3 بارن است.

بیگم و وِجینس به فیزیکس وب [8] گفتند: "با آزمایش‌ها ی فعلی فقط نوترینوهای آبرنواختری بی را می‌شود آشکار کرد که در هم‌سایه‌گی ی که‌کشان - خود مان تولید شده باشند. ما روش ی یافته ایم که با آن می‌شود دست‌رسی ی این آزمایش‌ها را تا حدود - نصف - جهان - شناخته‌شده گسترش داد. به جا ی این که سال‌ها یا دهه‌ها منتظر باشیم تا در نزدیکی یمان انفجاری رخ دهد، می‌توانیم جریان - پی‌وسته ی نوترینوهای آبرنواختری ی حاصل از که‌کشان‌ها ی دور را ثبت کنیم." روش - $GdCl_3$ ، ضمناً آبرکامیکانده را نسبت به پادنوترینوها ی حاصل از واکنش‌گاه‌ها ی هسته‌ای 50 بار حساس‌تر از آشکارگر - کام‌لند [9] می‌کند. کام‌لند آشکارگر - خاص - این کار است که در همان معدن - آبرکامیکانده است.

بیگم و وِجینس دارند در زمینه ی روش‌ها ی به‌کاربردن و پالاییدن در $GdCl_3$ ، در ایروین پژوهش می‌کنند، و امیدوارند بتوانند سال - آینده این روش‌ها را برای یک آشکارگر - 1000 تنی در ژاپن، و تابستان - 2006 برای آشکارگر - خود - آبرکامیکانده به کار ببرند.

پارسال فیزیک‌پیشه‌ها ی رصدخانه ی نوترینو ی سادیری (اس‌ان‌ا) [10] در کانادا، گزارش دادند با افزودن - 2000 کیلوگرم نمک طعام (سدیم کلرید) - فراخالص به آشکارگر - شان، حساسیت - این آشکارگر را سه برابر کرده اند. در اس‌ان‌ا، به جا ی آب - معمولی آب - سنگین به کار می‌رود و به این ترتیب می‌شود هر سه طعم - نوترینو را آشکار کرد. اما این آشکارگر خیل ی کوچک‌تر از آبرکامیکانده است، و به همین خاطر نمی‌تواند همان تعداد روی داد آشکار کند که آبرکامیکانده می‌کند.

[1] Super-Kamiokande

[2] John Beacom

- [3] Ohio State University
- [4] Mark Vagins
- [5] University of California at Irvine
- [6] Physical Review Letters **93** 171101
- [7] Cerenkov
- [8] PhysicsWeb
- [9] KamLAND
- [10] Sudbury Neutrino Observatory (SNO)