جایزهٔ نوبل برای یافتن قطعهٔ گمشدهٔ پازل جرم نوترینو

ترجمهٔ منیژه رهبر

دو دانشمند برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک برای کشف‌هایی مهم دربارهٔ یک ذرهٔ کیهانی شدند که با سرعت تقریباً برابر سرعت نور در فضا حرکت می‌کند و به راحتی از زمین و حتی بدن ما می‌گذرد.

تاکاکی کاجیتا[1] از ژاپن و آرتور مک دونالد[2] از کانادا برای نشان دادن اینکه ذرات ریز موسوم به نوترینو دارای جرم‌اند به این افتخار نائل شدند.

فرهنگستان سلطنتی سوئد در اعطای این جایزه اظهار داشت، «این کشف شناخت ما از ساختار ماده را تغییر می‌دهد و می‌تواند تأثیری عمیق بر دیدگاه ما از عالم داشته باشد. کار این دانشمندان این باور را که نوترینوها بی‌جرم‌اند را تغییر داده است.»

کاجیتای ۵۶ ساله، رئیس انستیتوی پژوهش پرتوهای کیهانی و استاد دانشگاه توکیوست. مک دونالد ۷۲ ساله، استاد ممتاز دانشگاه کویین در کینگستون اونتاریوست.

وجود نوترینوها ابتدا در سال ۱۹۵۶ ثابت شد. این ذرات از منابع گوناگون در کیهان، زمین و جو زمین سرچشمه می‌گیرند. بیشتر نوترینوهایی که به زمین می‌رسند در واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید تولید شده‌اند. در هر ثانیه تریلیون‌ها نوترینو از بدن‌های ما عبور می‌کند.

کاجیتا در سال ۱۹۸۸ نشان داد که نوترینوهای تولید شده در جو زمین که در آشکارساز کامیوکاندهٔ[3] در ژاپن به دام افتاده بودند تغییر «طعم» داده‌اند. سه سال بعد، مک دونالد که در رصدخانهٔ نوترینوی سادبری[4] کار می‌کند دریافت که نوترینوهای ناشی از خورشید هم تغییر هویت می‌دهند.

رابرت براون[5] رئیس انستیتوی فیزیک امریکا اظهار داشت، «این یافته‌ها شناخت ما از شالوده‌های فیزیک ذرات بنیادی را تغییر می‌دهد و ذرات همه‌چیزهای موجود در عالم را می‌سازند.»

به گفتهٔ آنتونیو اردیتادو[6] رئیس مرکز آلبرت اینشتین برای فیزیک پایه در دانشگاه برن سوئیس، «این واقعاً یک گام بسیار مهم در شناخت ما از طبیعت است.»

به‌نظر جوزف لیکن[7] معاون آزمایشگاه شتابدهندهٔ ملی فرمی در

دستگاه نشان داده شده در شکل (٤) یک نمونهٔ ساختهٔ شدهٔ آزمایشگاهی برای این منظور است که در آن یک صندلی روی سکویی چرخدار قرار داردکه سبب کاهش اصطکاک می‌شود، و فنرهای فشرده دو انتهای سکو را به نگهدارنده‌ای ثابت وصل کرده‌اند. دوره تناوب حرکت نوسانی را می‌توان با استفاده از یک زمان‌سنج (کرونومتر) یا یک حسگر حرکتی اندازه گرفت. شکل (۵) منحنی مکان ـ زمان حرکت نوسانی شخص روی صندلی را نشان می‌دهد (برای رسم این منحنی از نرم‌افزار data studio استفاده شده است) دورهٔ تناوب حرکت را می‌توان با تطابق دادن قسمت رنگی منحنی میرا با یک منحنی سینوسی هماهنگ به‌دست آورد. پس از مدرج کردن دستگاه و اندازه‌گیری زمان تناوب جرم مورد نظر، مقدار کل جرم نوسان‌کننده به‌دست می‌آید. اکنون با دانستن مقدار جرم صندلی می‌توان جرم شخص را برآورد کرد. در صورتی‌که نتایج آزمایش با مقادیر اندازه‌گیری شده به‌وسیله روش‌های متداول مقایسه شود، می‌توان حدود خطای دستگاه را مشخص کرد.

گوشزد!

اگر دو دستگاه نوسانگر، یکی آونگ ساده و دیگری وزنهٔ آویخته از فنر داشته باشیم و هر دو دستگاه به گونه‌ای تنظیم شوند که با دورهٔ تناوب یکسان نوسان کنند (مثلاً با انتخاب طول مناسب برای ریسمان آونگ)، اگر هر دو دستگاه را به کرهٔ ماه ببریم، دستگاه (وزنه ـ فنر) همان دورهٔ تناوبی را خواهد داشت که در زمین دارد زیرا مطابق رابطهٔ $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$، دورهٔ تناوب آن تنها به جرم وزنه و ثابت فنر بستگی دارد که هیچ‌کدام تغییر نخواهند کرد. ولی دورهٔ تناوب آونگ نسبت به مقدار آن در روی زمین تفاوت خواهد کرد، زیرا مطابق رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ به g (شتاب نیروی گرانش) بستگی دارد. چون مقدار g بر روی کرهٔ ماه کوچک‌تر از مقدار آن روی زمین است دورهٔ تناوب آونگ در روی ماه بیشتر خواهد بود.

همچنین در یک سفینه فضایی در حال چرخش به دور زمین تیر دستگاه (وزنه ـ فنر) با همان دورهٔ تناوب روی زمین نوسان خواهد کرد. اما دستگاه آونگ ساده، اصلاً نوسان نخواهد کرد! یعنی اگر وزنهٔ آن را از حالت ترازمندی منحرف کنید، به‌دلیل اینکه نیروی بازگرداننده‌ای بر آن وارد نمی‌شود، همان جا خواهد ماند چرا که سفینه فضایی در حال سقوط آزاد و بنابراین نیروی گرانش مؤثر بر آن صفر است.

پی‌نوشت‌ها

۱. atrophy. فرسوده شدن، کاهش اندازهٔ بافت، عضو یا بخشی از بدن

۲. Osteoclast نوعی سلول بزرگ چند هسته‌ای که عملکرد آن جذب و برداشت استخوان است.

۳. Osteoblast سلولی با منشأ فیبروبلاست که همگام با روند بلوغ تولید استخوان را برعهده می‌گیرد.

4. Calcification

5. Body Mass Mesurment Device

منابع

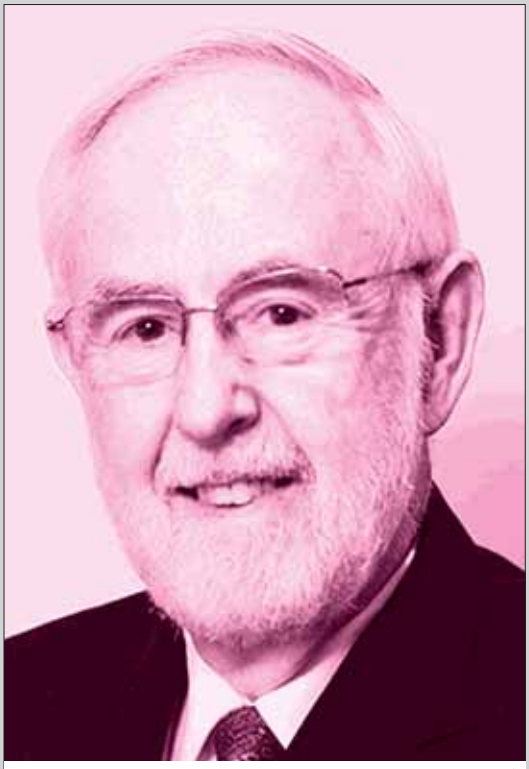
۱. فرهنگ اختصارات پزشکی دورلند ـ ترجمه دکتر آیدین تبریزی دکتر بهرام قاضی جهانی

2. http://Spacemath.gsfc.nasa.gov

3. Wikipedia ویکی‌پدیا

4. The Physics Teacher/ Jan 2012/ how Can Weightless Astronauts be Weighed?

▲ ۱. تاکاکی کاجیتا، رئیس انستیتوی پژوهش پرتوهای کیهانی و استاد دانشگاه توکیو



▲ ۲. آرتور مک دونالد، استاد ممتاز دانشگاه کوئین در کانادا

باتاویا ایلینویز، «این یافته‌ها در واقع باعث شده‌اند که جامعه جهانی دانشمندان باورها و کارهای قبلی خود دربارهٔ نوترینو را کنار بگذارند و بکوشند تا سرشت واقعی نوترینو را درک کنند.»

چیزی که هنوز ناشناخته باقی مانده جرم نوترینوست. گیدو درکسلین[8] یک متخصص نوترینو در انستیتوی فناوری کارلسروهه در آلمان اظهار داشت، «نوترینوها یک میلیون بار از الکترون که گونهٔ باردار نوترینوست سبک‌ترند.» تعیین جرم نوترینو چیزی است که گروه او امیدوارند در سال بعد انجام دهند.

برندگان جایزهٔ نوبل امسال نشان داده‌اند که نوترینوها تغییر هویت می‌دهند. این دگرگونی نیازمند آن است که نوترینوها جرم داشته باشند. در حوالی تغییر هزاره تاکاکی کاجیتا این کشف خود را ارائه کرد که نوترینوهای جو در سر راه خود تا رسیدن به آشکارساز سوپر ـ کامیوکانده در ژاپن هویت خود را تغییر می‌دهند.

در این ضمن، گروه پژوهشی به رهبری آرتور بی.. مک دونالد توانست نشان دهد که نوترینوهای خورشیدی در مسیر خود تا رسیدن به زمین ناپدید نمی‌شوند. بلکه با هویتی دیگر به رصدخانهٔ نوترینوی سادبری می‌رسند.

معمای نوترینو که فیزیک‌دانان به مدت چند دهه با آن دست و پنجه نرم می‌کردند حل شده است. در مقایسهٔ تعداد نوترینوهای اندازه‌گیری شده در روی زمین با تعدادی که از محاسبه‌های نظری به‌دست می‌آید، دو سوم این تعداد گم شده بودند. اکنون، آزمایش‌های انجام شده توسط برندگان نشان می‌دهد که این تعداد تغییر هویت داده‌اند.

این کشف برای فیزیک ذرات بنیادی اهمیتی تاریخی دارد. مدل استاندارد ذرات بنیادی که در شناخت طرز کار این ذرات بی‌نهایت موفق بوده است، به مدت بیش از بیست سال در برابر هرگونه چالش تجربی مقاومت کرده است. با این همه، این مدل نیازمند آن است که نوترینو بی‌جرم باشد، مشاهده‌های جدید به روشنی نشان داده‌اند که مدل استاندارد نمی‌تواند مدلی کامل برای اجزای بنیادی تشکیل‌دهندهٔ عالم باشد.

کشفی که به اعطای جایزهٔ نوبل فیزیک امسال انجامید شناختی بنیادی در مورد دنیای ناشناختهٔ نوترینوها فراهم کرده است. تعداد نوترینوها از کیهان در مرتبهٔ پس از فوتون‌ها قرار دارد. این نوترینو مدام زمین را بمباران می‌کنند.

تعداد زیادی نوترینو در واکنش‌های بین پرتوهای کیهانی و جو زمین تولید می‌شود. تعدادی دیگر هم در واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید به‌وجود می‌آید. در هر ثانیه هزاران میلیارد نوترینو از بدن‌های ما می‌گذرند. به ندرت چیزی می‌تواند آن‌ها را متوقف کند، زیرا نوترینوها گریزپاترین ذرات بنیادی هستند.

اکنون آزمایش‌های زیاد و فعالیت‌های شدیدی در سراسر جهان برای گیر انداختن این ذرات و بررسی ویژگی‌های آن‌ها صورت می‌گیرد. انتظار می‌رود که کشف‌های جدید دربارهٔ اسراسر آن‌ها شناخت کنونی ما از تاریخ، ساختار و سرنوشت آیندهٔ عالم را تغییر دهد.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:
www.nobel Prize, org/nobel Prizes/Physics/laurates

پی‌نوشت‌ها
1. Takaaki kajita
2. Arthur Mc Donald
3. Kamiokande
4. Sudbury
5. Robert Brown
6. Antonio Ereditoto
7. Joseph Lykken
8. Guido Drexlin