

نخستین دیدار

داده‌های CMS در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲، به ترتیب متناظر با درخشندگی کل ۴/۹ بر فمتوبارن و ۲۰/۴ بر فمتوبارن (fb^{-1}) [۲] است. توزیع جرم زوج میوئون حاصل، فزونی‌ای بر مقدار چشم‌داشتی رویدادهای $B_s \rightarrow \mu\mu$ از پس‌زمینه نشان می‌دهد که متناظر است با آهنگ واپاشی $10^{-9} \times 3/0_{-1.1}^{+1.0}$ خطای اندازه‌گیری هر دو خطای آماری و سیستماتیک را در بر دارد. قدر آماری این اندازه‌گیری ۴/۳ انحراف معیار است. کران بالای $10^{-9} \times 1/1$ نیز برای آهنگ واپاشی $B^0 \rightarrow \mu\mu$ با تراز اطمینان ۹۵٪ محاسبه شده است [۳] که با پیش‌بینی مدل استاندارد در توافق است.

به کجا می‌رویم؟

نتایج این اندازه‌گیری با قدری ناامیدی نیز همراه شده است. با این حال، هنوز تا پایان داستان راه درازی در پیش است. از آنجا که داده‌های بیشتری از LHC در راه است، دقت اندازه‌گیری CMS و دیگر آزمایش‌ها برای این واپاشی‌ها هم‌چنان افزایش خواهد یافت. دقت بیشتر، قیده‌های بیشتری بر تعمیم‌های مدل استاندارد خواهد گذاشت و راه فیزیک فراتر از افق امروزین فیزیک انرژی‌های بالا را روشن‌تر خواهد کرد. در دور بعدی کار LHC در سال ۲۰۱۵ حساسیت اندازه‌گیری بیشتر خواهد شد و به میزانی خواهد رسید که آشکارساز CMS برای اندازه‌گیری آهنگ واپاشی $B^0 \rightarrow \mu\mu$ در حد پیش‌بینی مدل استاندارد نیاز دارد.

مشاهده‌ی چنین واپاشی کمیابی از B_s دستاورد بزرگی از یک سفر ۲۵ ساله است، اما قلمروهای نامکشوف بسیاری در دنیای فیزیک ذرات در برابر ما گسترده است.

توضیحات

[۱] انحراف معیار نشان می‌دهد که تا چه حد رفتار مجموعه داده‌های خاصی با فرض درستی نظریه ناسازگار است. فیزیک‌دان‌ها این انحراف معیار را با نماد نشان می‌دهند. هر چقدر که انحراف معیار از یک بزرگتر باشد، ناسازگاری داده‌ها با نظریه بیشتر است و معمولاً هر قدر کشف پدیده‌ای غیر محتمل‌تر باشد شمار بیشتری انحراف معیار برای متقاعد کردن فیزیک‌دان‌ها لازم است.

[۲] <http://news.stanford.edu/news/2004/july21/femtoham-721.html>

[۳] سطح اطمینان نشان می‌دهد که چه درصدی از نتایج در محدوده‌ای است که انتظار می‌رود. به عنوان مثال، سطح اطمینان ۹۵٪ به معنای آن است که نتیجه‌ی آزمون آماری در ۹۵٪ موارد با آنچه انتظار می‌رود همخوانی دارد.

دوربری کوانتومی بین دو جسم بزرگ دور از هم

منبع: physicsworld.com, Jun 11, 2013

این دوربری قطعیت‌پذیر متغیر پیوسته^۷ را اویگنه پولزیک^۸ و همکارانش در مؤسسه‌ی نیلز بور کپنهاگ به همراه پژوهشگرانی از مؤسسه‌ی علوم فوتونیک (ICFO)^۹ بارسلونا و دانشگاه ناتینگهام مطرح کردند و در آزمایشگاه تحقق بخشیدند. در آزمایش آنها دو نمونه گاز سزیم^{۱۰} ۱۳۳ در دمای اتاق در محفظه‌های شیشه‌ای به‌فصلی ۵۰ سانتی‌متر از هم قرار دارند. هدف آزمایش انتقال اطلاعات حالت اسپینی کوانتومی جمعی^{۱۱} ۱۰^{۱۲} اتم از یک محفظه به محفظه‌ی دیگر است. برای افزایش عمر حالت اسپینی درون محفظه‌ها با ماده‌ای ویژه پوشانده شده بود که تکانه‌ی زاویه‌ای اتم‌ها را جذب نمی‌کند.

حالت‌های اسپینی این سیستم با میدان‌های مغناطیسی متناوب و ثابت به دقت کنترل می‌شود. با همکاری کریستین موشیک^{۱۱} از ICFO و ایگنیاتیسیو سیراک^{۱۲} از مؤسسه‌ی ایتیک کوانتومی ماکس پلانک در نزدیکی مونیخ نیز مدل جدیدی برای برهم‌کنش بین اتم‌ها و نور به‌بار آورده شد. به کمک این پیشرفت‌های تجربی و نظری گروه پژوهشی چندین حالت اسپینی جمعی را از یک محفظه به محفظه‌ی دیگر منتقل کرد و انحراف معیار اندازه‌گیری‌ها را محاسبه کرد. این انحراف معیار از کمینه انحراف معیار نظری که با ارسال اطلاعات حالت اسپینی به‌شکل کاملاً کلاسیک به‌دست می‌آید کم‌تر بود و پولزیک نتیجه می‌گیرد:

«ما نخستین عمل دوربری قطعیت‌پذیر اتم‌ها را برای فاصله‌ی ماکروسکوپی به‌انجام رسانده‌ایم.» این تحقیق در مجله‌ی فیزیک نیچر منتشر شده است [۱].

Quantum teleportation done between distant large objects

Tim Wogan

مترجم: نادر حیدری

با تشکر از فریناز روشنی (گروه فیزیک دانشگاه الزهرا) برای آماده‌سازی خبر

مرجع: [1] H. Krauter, D. Salart, C. A. Muschik, J. M. Petersen, HengShen, T. Fernholz, E. S. Polzik, "Deterministic quantum teleportation between distant atomic objects", Nature Physics 9, 400-404 (2013) doi:10.1038/nphys2631

زیرنویس:

1. Charles Bennett
2. IBM Thomas J. Watson Research Center
3. quantum teleportation
4. entangled
5. probabilistic teleportation
6. deterministic quantum teleportation
7. deterministic continuous-variable teleportation
8. Eugene Polzik
9. Institut de Ciències Fotòniques
10. collective
11. Christine Muschik
12. IgancioCircac

چارلز بنت^۱ از مرکز تحقیقاتی توماس جی واتسون آی‌بی‌ام^۲ در نیویورک و همکارانش، اولین بار در سال ۱۹۹۳ دوربری کوانتومی^۳ را مطرح کردند. با این روش شخصی (معمولاً آلیس) می‌تواند با تبادل اطلاعات کلاسیک محض، اطلاعات حالت کوانتومی ناشناخته‌ای را به فرد دیگری (معمولاً باب) بفرستد. آلیس نیمی از حالت درهم‌تافته‌ای را در اختیار دارد که نیمی دیگرش در اختیار باب است (مثلاً یکی از دو ذره‌ای که هنوز درهم‌تافته‌اند). آلیس برهم‌کنش حالت کوانتومی ناشناخته را با نیمی از حالت درهم‌تافته‌اش اندازه می‌گیرد و نتیجه‌ی اندازه‌گیری را از یک کانال کلاسیک به باب می‌فرستد. عمل اندازه‌گیری، حالت نیمی دیگر زوج درهم‌تافته را که نزد باب است تغییر می‌دهد و باب با استفاده از نتیجه‌ی اندازه‌گیری آلیس می‌تواند حالت کوانتومی ناشناخته را بازسازی کند.

برای آن که آلیس و باب بتوانند اطلاعات را با استفاده از دوربری کوانتومی منتقل کنند بایستی زوج ذرات درهم‌تافته (معمولاً دو فوتون) داشته باشند. در تبادل فوتون‌های درهم‌تافته برخی از فوتون‌ها از دست می‌رود که در بازسازی حالت ناشناخته تأثیر خواهد داشت. اگر اطلاعاتی که مبادله می‌شود به یک حالت گسسته مربوط باشد یک فوتون درهم‌تافته با فوتون آلیس این اطلاعات را در بر خواهد داشت که ممکن است به باب برسد یا نرسد و در نتیجه باب یا خواهد توانست حالت ناشناخته را کاملاً بازسازی کند و یا اصلاً نخواهد توانست. این حالت را دوربری احتمالی^۵ می‌گویند. اگر اطلاعاتی که مبادله می‌شود به حالتی پیوسته مربوط باشد، این اطلاعات در تریب نوری است (که شمار زیادی فوتون دارد) که برخی به باب خواهد رسید و برخی نخواهد رسید. بنابراین باب همیشه می‌تواند حالت ناشناخته را بازسازی کند، اما اگر تلفات زیاد باشند حالت ناشناخته، کاملاً بازسازی نخواهد شد. به این نوع انتقال اطلاعات، دوربری کوانتومی قطعیت‌پذیر^۶ می‌گویند.

یکی از سوالات اصلی‌ای که مطرح می‌شود این است که باب تا چه حد می‌تواند حالت کوانتومی ناشناخته‌ی آلیس را با دقت بازسازی کند و آیا این حد از بیشترین میزان دقتی که براساس اصل عدم قطعیت هایزنبرگ با انتقال صرفاً کلاسیک اندازه‌گیری‌های آلیس ممکن می‌شود بیشتر است یا نه. پاسخ این سؤال تنها به میزان اتلاف فوتون‌ها بستگی ندارد، بلکه پارامترهای دیگر آزمایشگاهی هم باید در نظر گرفته شود مثلاً این که برای برهم‌کنش بین حالت کوانتومی ناشناخته و ذره‌های درهم‌تندیده تا چه مدتی می‌توان حالت‌های کوانتومی را حفظ کرد.