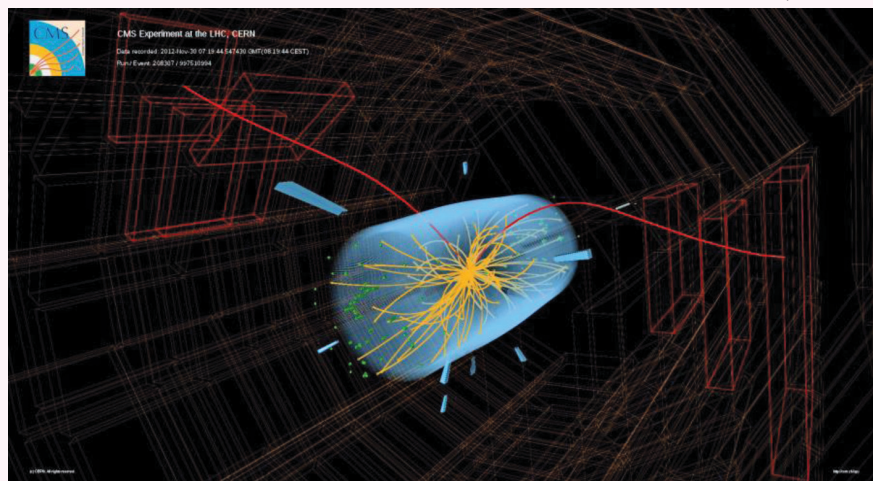


مشاهده‌ی واپاشی بسیار کمیاب در آشکارساز CMS آزمایش CERN، CMS

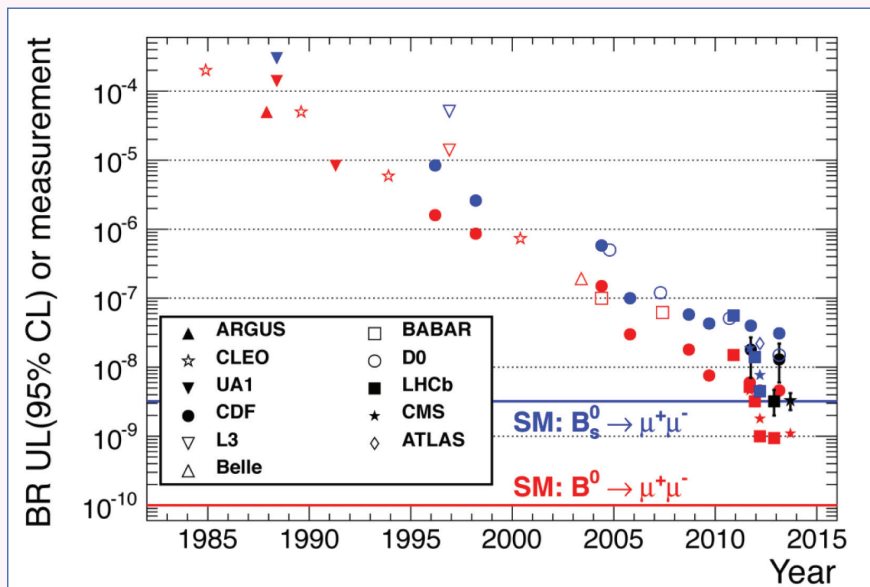
پس از انتظاری ۲۵ ساله واپاشی مزون B_s به زوج میوتون در آشکارساز CMS مشاهده شد. این خبر روز جمعه ۱۹ ژوئیه ۲۰۱۳ در کنفرانس دوسالانه‌ی EPS-HEP در استکهلم، سوئد اعلام شد. از هر یک میلیارد مزون B_s که در اثر برخورد پروتون‌های LHC ساخته می‌شود تنها واپاشی سه مزون انتظار می‌رود. هر مزون به دو میوتون و امی‌پاشد که ذره‌ای مشابه الکترون اما سنگین‌تر است.

در جستجوی پدیده‌ای نو

با وجود پیش‌بینی‌های دقیق می‌دانیم که مدل استاندارد فیزیک ذرات کامل نیست: ماده تاریک (که در مشاهدات نجومی وجودش به اثبات رسیده) و فزونی ماده بر پادماده در عالم را توضیح نمی‌دهد.



شکل ۱: رویداد نامزد واپاشی $B_s \rightarrow \mu\mu$ در آشکارساز CMS که در سال ۲۰۱۲ در برخورد های پروتون با پروتون با انرژی ۸ ترا الکترون ولت ثبت شده است.



شکل ۲: تاریخچه‌ی جستجو برای B^0 و B^+ در برخورددهنده‌های کنونی و گذشته که نشان‌دهنده‌ی چهار مرتبه‌ی بزرگی بهبود در دقت اندازه‌گیری است.

مراجع:

1. A. Haimovici, E. Tagliazucchi, P. Balenzuela, and D. R. Chialvo, "Brain Organization into Resting State Networks Emerges at Criticality on a Model of the Human Connectome," Phys. Rev. Lett. 110, 178101 (2013).
2. J. M. Beggs and D. Plenz, "Neuronal Avalanches in Neocortical Circuits," J. Neurosci. 23, 11167 (2003).
3. D. Plenz, "Neuronal Avalanches and Coherence Potentials," Eur. Phys. J. Special Topics 205, 259 (2012).
4. J. M. Palva, A. Zhigalov, J. Hirvonen, O. Korhonen, K. Linkenkaer-Hansen, and S. Palva, "Neuronal Long-Range Temporal Correlations and Avalanche Dynamics are Correlated with Behavioral Scaling Laws," Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 110, 3585 (2013).
5. E. Tagliazucchi, P. Balenzuela, D. Fraiman, and D. R. Chialvo, "Criticality in Large-Scale Brain fMRI Dynamics Unveiled by a Novel Point Process Analysis," Front. Physiol. 3, (2012).
6. W. L. Shew and D. Plenz, "The Functional Benefits of Criticality in the Cortex," Neuroscientist 19, 88 (2013).
7. M. D. Fox and M. E. Raichle, "Spontaneous Fluctuations in Brain Activity Observed with Functional Magnetic Resonance Imaging," Nature Rev. Neurosci. 8, 700 (2007).
8. A. Margolina, H.J. Hermann, and D. Stauffer, "Size of Largest and Second Largest Cluster in Random Percolation," Phys. Lett. A 93, 73 (1982).
9. O. Shriki, J. Alstott, F. Carver, T. Holroyd, R. N. A. Henson, J. Smith, R. Coppola, E. Bullmore, and D. Plenz "Neuronal Avalanches in the Resting MEG of the Human Brain," J. Neurosci. 33, 7079 (2013).
10. S. Pajevic and D. Plenz, "The Organization of Strong Links in Complex Networks," Nature Phys. 8, 429 (2012).

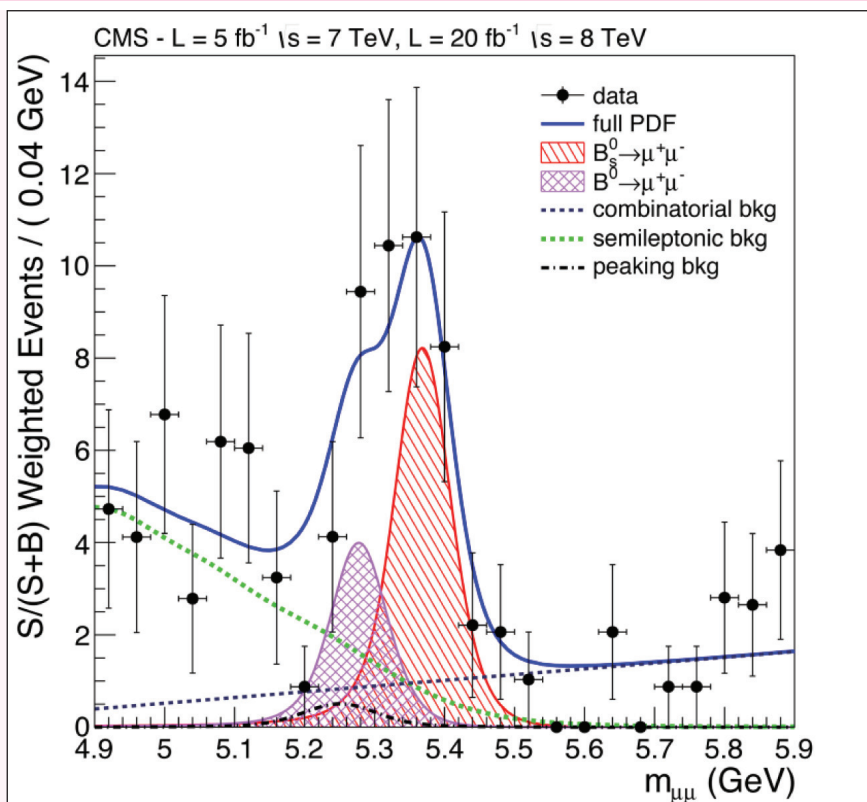
زیر نویس:

1. neuroscience
2. Human Connectum Project
3. Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies
4. Human Brain Project
5. Brainnetome
6. collective phenomena
7. neuronal avalanche
8. anomalous
9. functional Magnetic Resonance Imaging
10. blood-oxygenation-level dependent signal
11. Resting State Network
12. cortex
13. fiber tracts
14. quiescent
15. excited
16. refractory
17. percolation
18. magneto-encephalography
19. in vivo
20. in vitro
21. Diffusion Spectrum Imaging/Diffusion Tensor Imaging
22. criticality

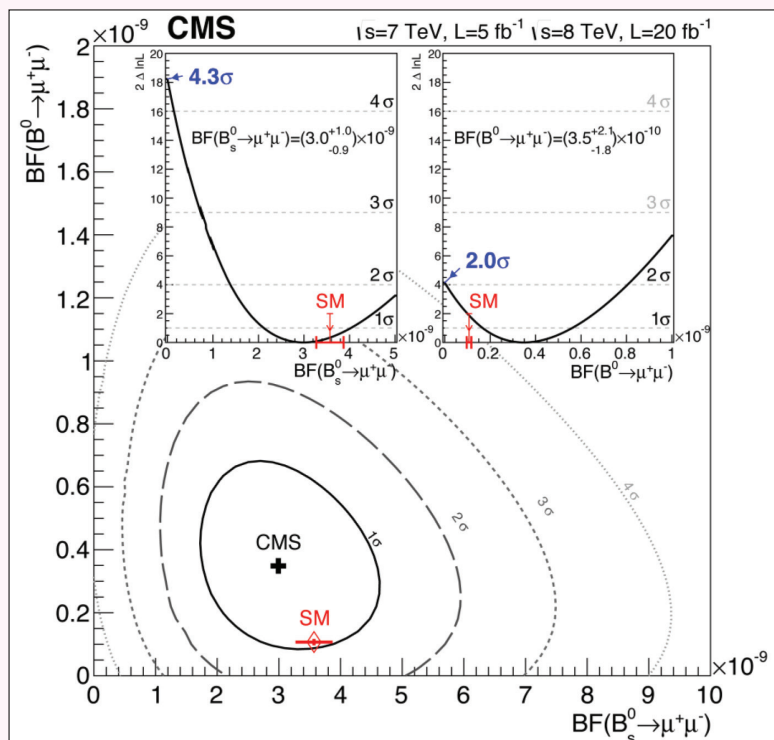
این خبر از وبگاه CMS برداشته شده است. متن اصلی به فارسی بود و همان متن با ویرایش و تغییراتی جزئی در اینجا آمده است.

منبع: https://cms-docdb.cern.ch/cgi-bin/PublicDocDB/RetrieveFile?docid=11970&filename=Bs_Stateement_EPS-13_FA.pdf

جستجوی فرآیندهای کمیاب در آزمایشگاه نیاز به آن دارد که سیگنال تعداد اندکی رویداد را از میان انبوه رویدادهای پس‌زمینه بیرون کشید: انتظار می‌رود از یک میلیارد مزون B_s تنها سه مزون به دو میوون واپاشیده شوند و این آهنگ برای B^0 از این هم پایین‌تر است. نخستین مشکل در یافتن سیگنال رویداد کمیاب، شناختن نامزدهای بالقوه در برخورد پروتون‌ها در آشکارساز CMS است. در هر ثانیه حدود ۴۰۰ برخورد از جذاب‌ترین برخوردهایی که در CMS ثبت شده است انتخاب می‌شود و از این تعداد حدود ۱۰ رویداد برای جستجوی $B_s \rightarrow \mu\mu$ مناسب هستند. این رویدادها بر اساس ویژگی‌های هر دو میوون دسته‌بندی می‌شوند تا ضمن حفظ سیگنال رویدادها، رویدادهای پس‌زمینه هر چه بیشتر حذف شود. علاوه بر این جستجوی CMS باید با دقت نسبتاً خوبی تعداد کل مزون‌های B تولیدشده را بداند. این عدد از شمارش سایر واپاشی‌های مزون B^0 ، که به خوبی بررسی شده‌اند محاسبه می‌شود.



شکل ۳: توزیع جرم زوج میوون. منحنی‌های بنفش و قرمز به ترتیب نماینده‌ی سیگنال B_s^0 و B^0 هستند. در حالی که خط چین، منحنی سبز و منحنی سیاه، سه نوع مختلف پس‌زمینه را نشان می‌دهند. منحنی خط پر نیز جمع مؤلفه‌های برازش است.



شکل ۴: منحنی‌های بسته‌ی دو بعدی نمایانگر قدر آماری در اندازه‌گیری $B_s \rightarrow \mu\mu$ و $B^0 \rightarrow \mu\mu$ هستند. در منحنی‌های یک‌بعدی کمینه‌ی منحنی بهترین برازش برای آهنگ واپاشی را به دست می‌دهد و محل تقاطع منحنی‌ها با $x=0$ قدر آماری را نشان می‌دهد.

در جستجوی فیزیک فرای مدل استاندارد، واپاشی مزون‌های B (حاوی یک کوارک ته و یک کوارک سبک‌تر) به دو میوون (μ) حیطه‌ای ایده‌آل است. واپاشی دو نوع مزون B - مزون B^0 (متشکل از یک کوارک ته و یک کوارک پایین) و مزون B_s (متشکل از یک کوارک ته و یک کوارک شگفت) - به زوج میوون در مدل استاندارد بسیار ضعیف و محدود است. اگر آهنگی که برای هر یک از این واپاشی‌ها اندازه گرفته می‌شود با پیش‌بینی مدل استاندارد نخواند، نشانه‌ای روشن بر فیزیک فرای مدل استاندارد خواهد بود. نزدیک به ۲۵ سال است که در آزمایش‌های پرشمار در برخورددهنده‌های مختلف، این واپاشی‌های نادر بررسی شده است و حدهایی که برای آهنگ این واپاشی‌ها می‌توان تعیین کرد چهار مرتبه بزرگی بهتر شده‌اند و حساسیت اندازه‌گیری به مقادیری که مدل استاندارد پیش‌بینی می‌کند نزدیک شده است. نخستین بار در نوامبر ۲۰۱۲ در آزمایش LHCb گواهی روشن بر وجود واپاشی $B_s \rightarrow \mu\mu$ با قدر آماری 3.5σ به دست آمد.

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 امروزی 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.