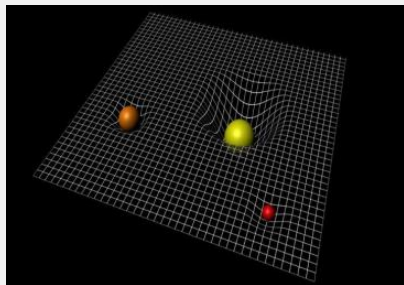


اجسام کوانتومی از گرانرش پیروی می‌کنند

یک آزمایش پیشگامانه نشان داد که اجسام کوانتومی از گرانرش پیروی می‌کنند.



یک آزمایش پیشگامانه نشان داد که اجسام کوانتومی از گرانرش پیروی می‌کنند. به گزارش ایسنا، مکانیک کوانتومی و نسبیت عام اینشتین به ترتیب توضیح می‌دهند که جهان چگونه در کوچکترین و بزرگترین مقیاس‌ها کار می‌کند.

مکانیک کوانتومی ماهیت احتمالی ذرات بنیادی را آشکار کرده است، در حالی که نسبیت عام اینشتین توصیف می‌کند که چگونه بافت فضا-زمان توسط جرم و انرژی برای تولید گرانرش تاب می‌خورد. در نتیجه آنهاسیت که ما نیمه رساناها و GPS را داریم. با این حال، متحد کردن این نظریه‌های فوق‌العاده موفق، اما جدا از هم، در یک «نظریه همه چیز» واحد ممکن است بزرگترین چالش فیزیک مدرن باشد که کاری مانند متحد کردن روغن و سرکه در یک سس خوشمزه با استفاده از خردل است. اکنون فیزیکدانان اولین شواهد مستقیم و تجربی را ارائه داده‌اند که نشان می‌دهد حوزه کوانتومی تحت تأثیر سنگ بنای نظریه

گرانرش، به نام «اصل هم‌ارزی» قرار دارد. ران فولمن (Ron Folman)، فیزیکدان کوانتومی در دانشگاه «بن‌گوریون» و نویسنده اصلی این مطالعه می‌گوید: این یک مقاله منحصر به فرد است، به این معنا که یک آزمایش سخت را با یک تفسیر نظری گسترده، در مورد یکی از اساسی‌ترین سوالات فیزیک ترکیب می‌کند؛ اینکه چگونه می‌توان گرانرش که توسط نظریه نسبیت اینشتین توصیف می‌شود و نظریه کوانتومی را در یک درک از جهان متحد کرد؟

وی افزود: این دو ستون فیزیک مدرن تاکنون از همه تلاش‌ها برای یک چارچوب نظری واحد طفره رفته‌اند، اما این آزمایش پیچیده نکات بیشتری در مورد چگونگی دستیابی به چنین وحدتی ارائه می‌دهد.

اصل هم‌ارزی بیان می‌کند که در سقوط آزاد، گرانرش باید ظاهراً ناپدید شود. بنابراین کسی که در آسانسور سقوط آزاد می‌کند، بی‌وزنی را تجربه خواهد کرد که همان اصلی است که ناسا برای آموزش فضانوردان در شبیه‌سازی ریزگرانرش به آن متکی است. اگرچه این اصل در مورد موجودات ماکروسکوپی صادق بوده است، اما به دلیل تمایل ذاتی به رفتار موجی و در نتیجه حرکت در

پیش از یک مسیر، به جای حرکت فقط به سمت پایین، مشخص نبود که اشیاء کوانتومی چگونه واکنش نشان خواهند داد. گرانرش کوانتومی، مبحثی در فیزیک نظری است که قصد آن متحد کردن نظریه نسبیت عام با مکانیک کوانتومی است. از

مشهورترین تئوری‌های گرانرش کوانتومی، نظریه ریسمان است. نظریه گرانرش کوانتومی، همان نتایج تجربی مکانیک کوانتومی معمولی در شرایط گرانرش ضعیف و همان نتایج نسبیت عام اینشتین در پدیده‌های بسیار بزرگتر از مولکول‌های منفرد را دارد، اما علاوه بر این می‌تواند نتیجه موقعیت‌هایی را که هم اثرات کوانتومی و هم اثرات میدان گرانشی قوی، مهم هستند (در مقیاس پلانک، مگر اینکه حدس ابعاد اضافی بزرگ درست باشد)،

پیش‌بینی کند. اگر نظریه گرانرش کوانتومی با دیگر اندرکنش‌های شناخته شده به یک اتحاد بزرگ برسد، آن‌گاه به یک تئوری همگانی یعنی «نظریه همه چیز» (Theory Of Everything) دست یافتیم. نظریه‌ای که بتواند تمامی قوانین و پدیده‌های موجود در جهان را

توجیه کند. انگیزه برای کوانتومی کردن گرانرش، از موفقیت قابل توجه نظریه کوانتومی در دیگر نیروهای بنیادی و از دیگر شواهد تجربی که پیشنهاد می‌کند که گرانرش می‌تواند اثرات کوانتومی نشان دهد، می‌آید. اگرچه بعضی از نظریه‌های گرانرش کوانتومی مانند نظریه ریسمان و دیگر نظریه‌های یگانگی میدان (یا نظریه همه چیز) برای یکی کردن گرانرش با دیگر نیروهای بنیادی تلاش می‌کنند، دیگر نظریه‌ها مانند حلقه گرانرش کوانتومی (لوپ) چنین تلاشی نمی‌کنند؛ آنها به سادگی میدان گرانرش را کوانتومی می‌کنند، در حالی که آن را از دیگر نیروهای بنیادی مجزا نگه می‌دارند.

این کشف که در نوع خود بی‌نظیر بود، به یک دستگاه آزمایشی بی‌نظیر نیاز داشت. محققان نسخه جدیدی از دستگاهی به نام تداخل سنج را توسعه داده‌اند که معمولاً در علوم مختلف برای اندازه‌گیری چگونگی تداخل امواج با یکدیگر یا چگونگی همپوشانی اوج و فرود آنها استفاده می‌شود. آنها دستگاه خود را «تداخل سنج کوانتومی گالیله» (QGI) می‌نامند.

دستگاه QGI از یک تراشه اتمی برای تولید میدان مغناطیسی استفاده می‌کند و به محققان اجازه می‌دهد تا ابری سرد از تقریباً 20 هزار اتم روبیدیوم را نگه داشته و دستکاری کنند.

محققان با سرد کردن اتم‌ها تا دمای نزدیک به صفر مطلق (منفی ۲۷۳ درجه سانتیگراد)، اتم‌ها را به یک چگالش بوز-اینشتین (BEC) تبدیل کردند که نوعی ماده عجیب است که در آن اتم‌ها دیگر مانند اتم‌های منفرد عمل نمی‌کنند و به عنوان یک ذره واحد عمل می‌کنند.

دستگاه QGI به محققان این امکان را داد تا با دستکاری یک پدیده عجیب کوانتومی-اتمی، کاری بدیع انجام دهند. در حوزه کوانتومی، اتم‌ها و سایر ذرات مانند امواج، در «بسته‌های موج» حرکت می‌کنند. با QGI، محققان بسته موج مرتبط با BEC را تقسیم کردند تا بتواند دو مسیر را طی کند. در یک مسیر، بسته موج در چارچوب نیوتنی در حالت سکون باقی ماند که تحت تأثیر یک نیروی شناور مغناطیسی دقیقاً مخالف گرانرش قرار داشت که آن را نسبت به آزمایشگاه و زمین ثابت نگه می‌داشت.

در مسیر دیگر، بسته موج در حال سقوط آزاد یا در حال سکون در چارچوب اینشتینی در حال سقوط آزاد بود. این بدان معناست که محققان از یک پالس مغناطیسی برای پرتاب این بسته موج به سمت بالا استفاده کردند، سپس اجازه دادند که آزادانه تحت تأثیر گرانرش در یک مسیر بالستیک، مانند یک دنباله دار کوانتومی سقوط کند.

سپس محققان از یک پالس مغناطیسی یکسان برای پاک کردن اختلاف سرعت بین دو بسته موج استفاده کردند و به آنها اجازه

دادند تا با هم همپوشانی داشته باشند یا تداخل کنند و بنابراین هرگونه تغییر حاصل بین دو فاز خود یا هم ترازى قله ها و دره های آنها را نشان دهند. این کار این نتیجه مطلوب را به همراه داشت که تغییرات با پیش بینی ها مطابقت داشت و نشان می داد که «اصل هم ارزی» در قلمرو کوانتومی صادق است. با این حال، محققان تأکید می کنند که این نتیجه نشان دهنده وحدت مطلوب مکانیک کوانتومی و گرانش نیست و همچنین اثبات کوانتومی بودن گرانش نیست. با این حال، این کار راه را برای کاوش های بیشتر هموار می کند. به عنوان مثال، قابلیت های جرم بالاتر QGI ممکن است منجر به آزمایش یک فرضیه عجیب و غریب شود که اخیراً ذکر شد؛ اینکه گرانش می تواند به عنوان کوانتوم عمل کند. گرانش به جای اینکه یک میدان صاف و پیوسته یا یک منحنی در یک پارچه باشد، ممکن است در بسته های گسسته ای از انرژی به نام گراویتون (graviton) توزیع شده باشد؛ به روشی که ذرات انرژی الکترومغناطیسی (نور) در کوانتوم هایی به نام فوتون حرکت می کنند. همانطور که ولاتکو ودرال (Vlatko Vedral)، استاد علوم اطلاعات کوانتومی در دانشگاه آکسفورد و یکی از نویسندگان این مطالعه نتیجه می گیرد: این آزمایش، مکانیک کوانتومی را به یکی از جذاب ترین مرزهایش، یعنی گرانش سوق می دهد و نشان می دهد که یک بار دیگر، پیش بینی های آن درست از آب درمی آید. این پژوهش در مجله Science Advances منتشر شده است.