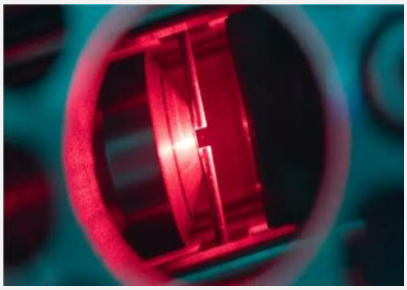

چهار شنبه 30 آبان 1403 - 07:22

نخستین انتقال اتم‌ها از طریق تونل‌زنی کوانتومی محقق شد

مجموعه‌ای از انبرک‌ها یا موچین‌های نوری به دانشمندان کمک کردند تا اتم‌ها را برای اولین بار از طریق تونل‌زنی کوانتومی از مکانی به مکان دیگر منتقل کنند.

مجموعه ای از انبرک ها یا موچین های نوری به دانشمندان کمک کردند تا اتم ها را برای اولین بار از طریق تونل زنی کوانتومی از مکانی به مکان دیگر منتقل کنند.

به گزارش ایسنا، در سال ۱۹۸۶ یک فیزیکدان آمریکایی به نام آرتور اشکین(Arthur Ashkin) ابزاری جذاب ساخت که می توانست به آرامی اجسام میکروسکوپی مانند سلول ها و مولکول ها را بدون دست زدن به آنها در اختیار بگیرد و حرکت دهد. این ابزار که «موچین نوری»(optical tweezer) نام دارد از لیزر متمرکز برای نگه داشتن و دستکاری اشیاء استفاده می کند.

به نقل از آی ای، موچین های نوری حتی پس از گذشت ۴۸ سال هنوز جذاب هستند و فیزیکدانان همچنان از این نوآوری برای کارهایی از تحقیقات نانوذرات تا اصلاح در سطح سلولی استفاده می کنند.

به تازگی، محققان دانشکده فیزیک تکنیون(Technion) به انتقال کنترل شده اتم ها از یک مکان به مکان دیگر از طریق تونل زنی کوانتومی بین موچین های نوری دست یافته اند.

تونل زنی کوانتومی(Quantum tunneling) به فرآیند کوانتومی تونل زدن یک ذره بنیادی در یک سد پتانسیل که از نظر کلاسیک، ذره قادر به عبور از آن نیست، اشاره دارد. این پدیده مهم در چندین پدیده فیزیکی، برای مثال در واکنش های هسته ای که در ستارگان رشته اصلی مثل خورشید اتفاق می افتد، به چشم می خورد. همچنین کاربردهای مهمی در ادوات الکترونیکی مانند دیود تونلی دارد.

این پدیده در اوایل قرن بیستم پیش بینی شده بود و در اواسط همان قرن به عنوان یک پدیده کلی فیزیکی پذیرفته شد. تونل زنی معمولاً با اصل عدم قطعیت هایزنبرگ توضیح داده می شود. در واقع مفاهیم مکانیک کوانتومی حول این پدیده توصیف می شوند و می توان گفت تونل زنی کوانتومی یکی از ویژگی های بنیادی مکانیک کوانتومی و نشانه خاصیت دوگانگی موج-ذره است.

محققان می گویند: این اولین نمایش این روش انتقال است و ما معتقدیم که می تواند نقطه عطف مهمی در توسعه پلتفرم های کوانتومی جدید باشد.

اتم های متحرک در دنیای کوانتومی

وقتی ذره ای از سدی عبور می کند که معمولاً نمی تواند از آن عبور کند، به این پدیده «تونل زنی» می گویند. مثل این است که جلوی دیواری ایستاده باشید و به جای بالا رفتن یا دور زدن آن، به نوعی مستقیم از میان آن عبور کنید.

با این حال هیچ راهی وجود ندارد که بتوانید از دیوار عبور کنید. این به این دلیل است که «تونل زنی» پدیده ای منحصر به جهان کوانتومی است، جایی که ذرات فرصتی برای عبور از یک مانع بالقوه دارند که به طور کلاسیک نمی توانند بر آن غلبه کنند.

محققان برای دستیابی به تونل زنی اتم ها از سه موچین نوری استفاده کردند و آنها را در یک سری مرتب کردند. سپس اتم های فرمیونی فوق سرد(اتم هایی که تا دمای صفر مطلق سرد می شوند) را در این آرایش معرفی کردند.

محققان با استفاده از سه موچین به عنوان تله توانستند با تغییر فاصله بین تله ها، سرعت تونل زنی اتم ها را کنترل کنند. این رویکرد به محققان اجازه داد تا اتم ها را با موفقیت بین دو موچین خارجی انتقال دهند.

محققان در مطالعه خود خاطرنشان کردند: ما یک انتقال نرم و با کارایی بالا از اتم ها را بین دو تله بیرونی مشاهده کردیم که جمعیت بسیار کمی در تله مرکزی باقی می مانند.

آزمایش فوق باعث انتقال یک اتم از موچین اول به موچین سوم، بدون اشغال موچین میانی شد. اما دقیقا چه چیزی مانع از ماندن

اتم ها در موچین میانی شد؟

برای یافتن پاسخ این سوال باید درک کرد که برای عبور چیزی از طریق تونل زنی، اتم ها مانند بسته های موجی رفتار می کنند، به این معنی که خواص موج مانندی از خود نشان دهند.

در طول انتقال، بسته های موج اتم ها در تمام موچین ها پخش می شوند و روی هم می افتند و امواج بخش های مختلف سیستم با یکدیگر تداخل می کنند.

محققان می گویند که تداخل سازنده امواج، قله ها و فرورفتگی هایی را در موچین اول و سوم ایجاد می کند. با این حال در موچین نوری میانی، قله ها و فرورفتگی ها یکدیگر را خنثی می کنند. این تداخل مخرب، احتمال یافتن اتم در موچین میانی را تقریباً صفر می کند و امکان انتقال روان و کارآمد اتم ها را بین موچین های اول و سوم فراهم می کند.

این نتایج نشان می دهد که آرایه های موچین نوری می توانند به عنوان پلتفرمی برای انجام آزمایش های هیجان انگیزتر با هدف ارتقای دانش ما از فیزیک کوانتومی مورد استفاده قرار گیرند.

این مطالعه در مجله Science Advances منتشر شده است.