

<http://physicsweb.org/article/news/5/7/2>

2001/07/05

جهش کوانتمی اتم‌ها

تجربه‌ی روزمره (و قانون اول نیوٹن [1]) می‌گوید ممکن نیست جهت حرکت یک توپ بیلیارد متحرک یک‌باره وارونه شود. اما چنین قانون‌ها بی در جهان کوانتمی درست نیست: به گفته‌ی دو گروه فیزیک‌پیشه، دیده شده که اتم‌ها چنین حرکتی از خود نشان داده‌اند. به این حرکت تونل‌زنی دینامیکی می‌گویند. این دو گروه دریافته‌اند اتم‌ها می‌توانند بین دو حالت پای‌دار حرکت با تکانه‌های برابر و در خلاف جهت هم عقب‌وجلو بجهند، بی آن که از حالت تکانه‌ی صفر (که این دو حالت را از هم جدا می‌کند) بگذرند [2].

تونل‌زنی کوانتمی را اغلب با مدل توپ و تپه مجسم می‌کنند. اگر یک توپ را به طرف تپه برانید، انتظار ندارید توپ از دامنه‌ی تپه بالا رود و از طرف دیگر پایین بیاید. اما ذره‌ی کوانتمی‌بی که در یک ناحیه‌ی مشابه کم‌انرژی محصور است می‌تواند از درون تپه‌ی (یا سد پتانسیل) محصورکننده‌اش تونل بزند. این ویژه‌گی کوانتم مکانیک به خاطر آن است که ماهیت موجی ذره به معنی نوعی پخش‌شدن آن در فضا است.

تابع موج ذره احتمال یافتن آن در یک ناحیه‌ی فضا را توصیف می‌کند. این احتمال در بیرون سد پتانسیل هم غیرصفر است. به همین علت ذره ممکن است بیرون سد هم پیدا شود، یعنی از درون سد تونل بزند. اما در تونل‌زنی دینامیکی (که وجود آن در دهه‌ی 1980 پیش‌بینی شد) سد پتانسیل‌ی در کار نیست، هر چند تغییر حالت سیستم از نظر مکانیک کلاسیک ممنوع است.

مارک ریزن [3] سرپرست گروه یونیورسیتی آو تیگزاس ات آوستین [4] بود. بیل فیلیپس [5] از نشنال اینستیتوت آوستنداردز آند تکنالوجی [6] هم با پژوهش‌گران یونیورسیتی آوکوینزلند [7] در استرالیا هم‌کاری داشت. هر دو گروه روش اپتیکی مشابهی

برای نمایش تونل زنی دینامیکی به کار بردند. حدود یک میلیون اتم در یک شبکه‌ی اپتیکی شامل باریکه‌های متقاطع لیزر به دام افتاده اند. مؤلفه‌ی الکتریکی نور لیزر، در اتم‌ها دوقطبی الکتریکی بی‌الفا می‌کند که آن‌ها را به ناحیه‌های با شدت بیشینه در شبکه می‌کشاند. ضمناً اتم‌ها را تا حد چند نانوکلوین نسبت به صفر مطلق سرد می‌کنند تا ارتعاش‌های گرمایی هم (که آثار کوانتومی را می‌پوشانند) حذف شوند.

وقت‌ی اتم‌ها در این بسته‌ها جمع شدند و همه در یک حالت اولیه‌ی کوانتومی قرار گرفتند، بس آمد نور لیزر را بین 220 کیلوهرتز و 320 کیلوهرتز به نوسان در می‌آورند. طی زمان‌ی که این مدولش بس آمد برقرار است، تکانه‌ی اتم‌ها را در بازه‌های معین‌ی با استفاده از یک روش تصویربرداری جذبی می‌سنجند. هر دو گروه دریافتند با تغییر بس آمد تکانه‌ی اتم‌ها پس و پیش می‌شود، بی‌آن‌که از حالت میانی تکانه‌ی صفر بگذرد.

این‌که اتم‌ها از حالت با تکانه‌ی صفر نمی‌گذرند، به معنی آن است که طی گذار از یک حالت به حالت دیگر، زمان‌ی عملاً در هر دو حالت بوده‌اند. این مثال‌ی از برهم‌نهش کوانتومی است، پدیده‌ای که شاید زمان‌ی اساس کامپیوتر کوانتومی شود.

این آزمایش‌ها به یک پدیده‌ی جدید به اسم تونل زنی کوانتومی کمک شده با آشوب هم اشاره می‌کنند. در این شبکه‌ی اپتیکی ناحیه‌های آشوب‌ناک وجود دارد و هر دو گروه شواهدی یافته‌اند که پدیده‌ی آشوب (که در جهان ماکروسکوپی معمول است) ممکن است به تونل زنی بین دو حالت کوانتومی مختلف کمک کند.

- [1] Newton
- [2] Nature **412** 52; Sciencexpress (2001) 1961569
- [3] Mark Raizen
- [4] University of Texas at Austin
- [5] Bill Phillips
- [6] National Institute of Standards and Technology
- [7] University of Queensland