

<http://physicsweb.org/article/news/11/4/9>

2007/04/13

تقویت - شواهد برای شیشه ی بُس

یک گروه فیزیک‌پیشه در ایتالیا ادعا می‌کنند برای اولین بار شاهدی تجربی برای حالت - جدیدی از ماده به اسم - شیشه ی بُس [1] به دست آورده‌اند. آن‌ها این حالت را با سرد کردن - یک نمونه ی اتم‌ها ی روبیدیم تا نزدیک - صفر - مطلق تهیه کرده‌اند. اتم‌ها ی این نمونه را در یک شبکه ی اپتیکی نگه می‌داشتند، چنان‌که معمولاً این مجموعه در حالت - نارسانا ی مات [2] یا چگاله ی بُس - آین شُتین (بی‌ای‌سی) [3] است. اما این پژوهش‌گران دریافتند وقت ی در شبکه نقیصه ایجاد می‌شود، این مجموعه مثل - یک شیشه ی نارسانا رفتار می‌کند [4].

شبکه ی اپتیکی یک آرایه ی منظم - چاه‌انرژی‌ها ی یک‌سان است که با یک رشته لیزر درست می‌شود. وقت ی یک مجموعه اتم - سرد را درون - یک شبکه ی اپتیکی تزریق کنند، اتم‌ها درون - چاه‌ها آرام می‌گیرند، مثل - تخم‌مرغ‌ها ی درون - جاتخم‌مرغی. اما اتم‌ها می‌توانند با تونل‌زنی از یک چاه به چاه ی دیگر بروند. این حرکت را می‌شود با تنظیم - شکل، عمق، و فاصله ی چاه‌ها از هم تنظیم کرد.

اگر اتم‌ها به‌ساده‌گی بتوانند از یک چاه به چاه ی دیگر بروند، همه ی اتم‌ها ی شبکه ی اپتیکی می‌توانند به حالت - کوانتومی ی یک‌سان ی (حالت - بی‌ای‌سی) برمبند، که به شکل - موج ی هم‌دوس درون - کل - شبکه گسترده است. در این حالت اتم‌ها به شکل - جمعی و مثل - یک آبشاره حرکت می‌کنند و در برابر - حرکت - شان مقاومت ی وجود ندارد. اما اگر چاه‌ها عمیق‌تر شوند، هر اتم در یک چاه است و هم‌دوسی ی و آبشاره‌گی از بین می‌رود. در این حالت مجموعه یک نارسانا ی مات می‌شود.

فیزیک‌پیشه‌ها مدت‌ها است به این فکر می‌کنند که هم‌دوسی و آبشاره‌گی ی بی‌ای‌سی را با وارد کردن - نقیصه به شبکه ی اپتیکی هم می‌شود از بین برد یا نه. به این حالت - ماده

(که وجود آن در 1989 پیش‌بینی شد) شیشه‌ی بُس می‌گویند. علت این نام‌گذاری این است که بی‌ای‌سی را فقط با بزون‌ها می‌شود به‌ساده‌گی ساخت و نقیصه هم یادآور ساختار شیشه‌ی سنتی است (که شبکه‌ی بلوری ندارد).

لُئِنَارْدُ فالانی [5] و هم‌کاران آن از آزمایش‌گاه طیف‌سنجی‌ی غیرخطی‌ی اروپا [6] در دانش‌گاه فیرنِتسه [7]، درست همین کار را کرده‌اند. این پژوهش‌گران با یک شبکه‌ی اپتیکی‌ی یک‌بُعدی شروع کردند که در آن همه‌ی چاه‌ها از نظر عمق، پهنا، و فاصله‌ازهم یک‌سان‌اند. با اعمال یک مجموعه لیزر دیگر که اندک‌ی با شبکه‌ی ناهم‌خوانی دارد، توانستند یک شبکه‌ی نامنظم بسازند که در آن عمق و پهنا و فاصله‌ازهم چاه‌ها یک‌سان نبود. با افزایش شدت لیزر دوم می‌شد مقدار بی‌نظمی را زیاد کرد.

در یک آزمایش، این پژوهش‌گران با یک نارسانای منظم مات شروع کردند و طیف انرژی‌ی برانگیخته‌گی را سنجیدند. (انرژی‌ی برانگیخته‌گی اساساً انرژی‌ی لازم برای کندن یک اتم از چاه آن و انتقال آن به یک چاه مجاور است.) این طیف انرژی‌ی قله‌ها‌ی گسسته‌ای دارد که مشخصه‌ی اتم‌ها‌ی درون یک شبکه‌ی با چاه‌های انرژی‌ی یک‌سان‌اند. اما با وارد کردن بی‌نظمی، این قله‌ها به تدریج محو شدند که از آن برمی‌آید حالت این سیستم از یک نارسانا‌ی منظم به یک نارسانا‌ی نامنظم شبیه یک شیشه تبدیل شده است.

در یک آزمایش دیگر، این پژوهش‌گران با یک شبکه‌ی نامنظم شروع کردند که در آن اتم‌ها می‌توانند بین چاه‌ها تونل بزنند. در نتیجه بخش‌ی از اتم‌ها در حالت آبرشاره بودند و مثل یک موج هم‌دوس رفتار می‌کردند. تصور می‌شد بقیه‌ی اتم‌ها در حالت شیشه‌ی بُس باشند. این پژوهش‌گران مشاهده کردند با افزایش عمق چاه‌ها هم‌دوسی (و در نتیجه بخش‌ی از اتم‌ها که در حالت آبرشاره‌اند) به سرعت به صفر گرایید. به گفته‌ی این پژوهش‌گران، این نشان می‌دهد شیشه‌ی بُس نارسانا است نه آبرشاره.

فالانی و هم‌کاران آن مدعی‌اند این دو مشاهده با تشکیل شیشه‌ی بُس سازگاراند. اما می‌پذیرند برای تئید وجود این حالت جدید باز هم کار لازم است. به ویژه، باید نشان دهند طیف برانگیخته‌گی کاملاً بی‌ساختار است. این نشانه‌ی مهم‌ی از یک شیشه‌ی بُس واقعی است.

[1] Bose

- [2] Mott
- [3] Bose-Einstein condensate (BEC)
- [4] Physical Review Letters **98** 130404
- [5] Leonardo Fallani
- [6] European Laboratory for Non-linear Spectroscopy
- [7] Firenze