

<http://physicsweb.org/article/news/11/5/3>

2007/05/01

## فیزیک‌پیشه‌ها می‌گویند اَبَرجامدها شدیداً وابسته به بی‌نظمی اند

یک گروه فیزیک‌پیشه در ایالات - متحد نشان داده اند یک فاز - کوانتومی ی ماده به اسم - اَبَرجامد (که تصور می‌شود وجود داشته باشد) شدیداً به مقدار - بی‌نظمی ی بلوری در نمونه وابسته است. آن‌ها با انجام - آزمایش‌ها بی بر نمونه‌ها بی از هلیوم - 4 شامل - مقدار - زیاد ی بی‌نظمی دریافتند اَبَرجامدی در این نمونه‌ها بیش از 20% است. این بزرگ‌ترین نسبت - دیده‌شده تا کنون است (با اختلاف - زیاد). این شدیداً این حدس را تقویت می‌کند که نظریه ی اولیه ی اَبَرجامدها همه ی داستان نیست [1].

اَبَرجامدی را اولین بار نظریه‌پردازان - روس آلیکساندر آندریف [2] و ایلیا لیفشیتس [3] در 1969 پیش‌بینی کردند. آن‌ها می‌گفتند در دماها ی نزدیک به صفر - مطلق همه ی جاهای خالی ی شبکه ی جامدها بی که از اتم‌ها ی بزونی ساخته شده اند به حالت پایه ی یک‌سان ی می‌روند و یک چگاله ی بُس - آین‌شْتین (بی‌ای‌سی) [4] می‌سازند. در حالت - اَبَرجامد، جای خالی‌ها مثل - یک موجود - هم‌دوس رفتار می‌کنند و بدون - مقاومت (مثل - یک اَبَرشاره) در کل - بقیه ی جامد حرکت می‌کنند. اما فقط اتم‌ها بی که بسیار سست به هم مقید می‌شوند (مثل - هلیوم) اند که اَبَرجامد می‌شوند، چون انرژی ی نقطه‌ی صفر - کوانتومی هم برا ی مختل کردن - ساختار - شان و ایجاد - جاخالی کافی است.

اولین شاهد - وجود - اَبَرجامدی را اوایل - 2004 مُرز چان [5] و اِئون - سُنْگ کیم [6] از دانش‌گاه - ایالتی ی پنسیلوانیا [7] ارائه کردند. آن‌ها تغییرات ی در لختی ی دورانی ی نمونه ای از هلیوم - 4 را جست‌وجو کردند که درون - قرص ی از شیشه ی مختلخل بود که درون - یک نوسان‌گر - پیچشی ثابت شده بود. آن‌ها دریافتند زیر - دما ی 175 mK لختی ی یک نمونه ی هلیوم - 4 یک‌باره افت کرد که از آن بر می‌آمد 2% - نمونه به یک فاز - اَبَرجامد چگالیده شده که در چارچوب - آزمایش‌گاه ساکن می‌ماند. آن‌ها بعداً در

همان سال، با انجام همان آزمایش با هلیوم جامد کپه‌ای و مشاهده‌ی افت مشابه‌ی درلختی، از نتایج شان مطمئن شدند.

از آن پس سه گروه دیگر هم یافته‌ها‌ی کیم و چان را تثبید کرده‌اند. اما یکی از این گروه‌ها (جان ریپی [8] و سُفی ریتنیر [9] از دانش‌گاه کُرِنل [10] در ایالات متحد) دریافت با گرم کردن آرام یک نمونه‌ی کپه‌ای‌ی هلیوم 4 و سرد کردن دوباره‌ی آن می‌شود کاری کرد که فاز آبرجامد کاملاً ناپدید شود [11]. چون انتظار می‌رفت این گرمایش نقیصه‌ها در جامد را کم کند، این فیزیک‌پیشه‌ها‌ی کُرِنل به این فکرافتادند که شاید فاز آبرجامد فقط در ساختارهای بلوری بی‌دیده شود که مقدار بی‌نظمی دارند. اگر چنین استنتاجی درست باشد، نمونه‌ها‌ی از هلیوم 4 که نقیصه‌ها‌ی زیاد‌ی دارند باید مقدار زیاد‌ی آبرجامدی بروز دهند.

ریپی و ریتنیر با چنین نمونه‌ها‌ی آزمایش کرده‌اند. آن‌ها از نوسان‌گریپچی‌بی استفاده کردند شبیه آن چه کیم و چان به کار بردند، اما هلیوم 4 کپه‌ای را در هندسه‌ای متفاوت محبوس کردند که به آن‌ها اجازه می‌داد با سرماییش سریع بی‌نظمی را زیاد کنند. وقت‌ی نمونه را به مدت 14 ساعت و به ملایمت گرم کردند تا بلوری بسیار منظم به دست آید، فقط 6% جامد آبرجامدی بروز داد. اما با سرد کردن سریع نمونه طی 90 ثانیه (که بی‌نظمی‌ی قابل‌ملاحظه‌ای وارد می‌کرد) توانستند 20% یا بیش‌تر آبرجامد به دست آورند. به گفته‌ی ریپی و ریتنیر، این نتیجه نشان می‌دهد بی‌نظمی هم در آبرجامدی نقش دارد و به این ترتیب نظریه‌ی 1969 آندریف و لیفشیتس همه‌ی داستان نیست، چنان‌که نظریه‌پردازان دیگری هم اخیراً حدس زده بودند. با این وجود می‌گویند از نتایج حاصل از نمونه‌ها‌ی اولیه‌ی کیم و چان شگفت‌زده شده‌اند. این نمونه‌ها شامل هلیوم دریک شیشه‌ی متخلخل‌اند و باید نسبت آبرجامدی‌بی که نشان می‌دادند بیش از 2% مشاهده‌شده می‌بود. ریپی به فیزیکس‌وب [12] گفت: ”واقعیت این است که جواب را نمی‌دانیم. آزمایش خیل‌ی جلوتر از نظریه است. اما همین است که موضوع را این قدر جذاب می‌کند.“

شرح مفصل‌ی از بحث آبرجامدی در مقاله‌ی [13] آمده، که در شماره‌ی این ماه فیزیکس وُرد [14] منتشر می‌شود.

[1] Physical Review Letters 98 175302

- [2] Alexander Andreev
- [3] Ilya Lifshitz
- [4] Bose-Einstein condensate (BEC)
- [5] Moses Chan
- [6] Eun-Seong Kim
- [7] Pennsylvania State University
- [8] John Reppy
- [9] Sophie Rittner
- [10] Cornell University
- [11] <http://physicsweb.org/articles/news/10/11/3>
- [12] Physics Web
- [13] <http://physicsweb.org/articles/world/20/5/4/1>
- [14] Physics World