

<http://physicsweb.org/article/news/10/9/16>

2006/09/28

## بی‌ای‌سی در دماها ی زیاد معما شده است

دو گروه - پژوهشی ی مستقل ادعا می‌کنند در سیستم‌ها ی شبه‌ذره‌ای ی مختلف ی رمبش - گسترده ای به حالت - پایه را مشاهده کرده اند و به این ترتیب سؤال‌ها ی پیش آورده اند که چگاله ی بُس-آین‌شُتین (بی‌ای‌سی) [1] واقعاً چیست .

ظاهراً تعریف - بی‌ای‌سی روشن است. وقت ی یک مجموعه بزون تا زیر - دما ی معین ی سرد شود، گذارِ فاز ی رخ می‌دهد که بخش - چشم‌گیری از بزونها به حالت - پایه ی کوانتمی می‌روند. پس کم ی عجیب می‌نماید که در نتایج - دو مقاله ی اخیر در این باره شک بروز کرده باشد.

اولین - این دومقاله این هفته در نیچر [2] منتشر شده و در آن گروه ی از مدرسه ی پلی‌تکنیک - فدرال - لُزان (اِپِاِل) [3] آزمایش ی را توصیف می‌کنند که طی - آن با استفاده از یک لیزر - کانونی شده شبه‌ذره‌ها ی نیمه‌سبک - نیمه‌مادی یی در یک نیم‌رسانا تولید شده اند [4]. این به اصطلاح پلاریتون‌ها بزونها یی اند که هر کدام شامل - یک زوج - الکترون - حفره (اکسیتون) و یک فتون - جفت شده به آن اند. این گروه توانسته با افزایش - چگالی ی پلاریتون‌ها سرانجام به یک قطبش - ماکروسکپی و هم‌دوسی ی فضایی دست یابد، که این‌ها نشانه‌ها ی مشخص - کوانتمی ی بی‌ای‌سی اند.

بُنوا دُو-پُلدران [5] از اِپِاِل می‌گوید: ” در بررسی‌ها ی قبلی توانسته بودیم نشان دهیم تعداد - زیاد ی از پلاریتون‌ها را می‌شود در یک حالت جا داد، چنان‌که این‌ها هنوز هم مشخصه ی بزونی‌شان را حفظ کنند. این از اول اصلاً واضح نبود. وقت ی چگالی ی بزونها ی مرکب را زیاد کنند، در آن‌ها این تمایل به وجود می‌آید که به ذره‌ها ی سازنده‌شان تفکیک شوند.“

این کاریک تک‌خال بود، چون می‌شد در دما ی 19 K (که با روش‌ها ی زم‌زایشی

قابل دست‌رسی است) به بی‌ای‌سی رسید. علت آن است که جرم پلاریتون‌ها فوق‌العاده کوچک است. این‌ها یک میلیارد بار کم‌جرم‌تر از اتم‌ها ی رویدیم اند. اتم‌ها ی رویدیم اولین اتم‌ها یی بودند که با سرد کردن شان به بی‌ای‌سی رسیدند (1995). به علاوه، این مؤلف‌ها ادعا می‌کنند این اولین مثال واقعی از یک بی‌ای‌سی در حالت جامد است.

متأسفانه دو ویژه‌گی ی این شبه‌ذره‌ها یک گروه فیزیک‌پیشه ی موازماست‌کش را به این‌جا رسانده که تعریف دقیق بی‌ای‌سی را پیش بکشند. اول این که می‌گویند این سیستم دو بُعدی است، که از آن نتیجه می‌شود افت‌وخیزها باعث می‌شوند ناحیه‌ها از هم‌فازی با هم خارج شوند. دیگر این که عمر این پلاریتون‌ها از مرتبه ی فقط پیکوثانیه است، که این هم رسیدن به تعادل گرمایی را نامحتمل می‌کند.

اما دُو پلیدران هردو ی این‌ها را رد می‌کند: ”این که بی‌ای‌سی در دو بُعد رخ نمی‌دهد، فقط برای سیستم‌ها ی بی‌پایان و بدون بی‌نظمی است. ما با سیستم ی باپایان سروکار داریم که بی‌نظمی هم دارد. پس بی‌ای‌سی مجاز است. و نشان داده ایم باوجود شبه‌ذره‌بودن اجزا و این که عمر شان بسیار کوتاه است، می‌شود به تعادل گرمایی رسید.

### بی‌ای‌سی در دما ی اتاق

در یک مقاله ی دیگر، گروه ی از مؤسسه ی فیزیک کاربرد ی در دانش‌گاه مونسیر [6] در آلمان با اعلام این که برای اولین بار یک بی‌ای‌سی در دما ی اتاق ساخته [7] هیجان به وجود آورده است.

سرگی دمکریٹف [8] از دانش‌گاه مونسیر می‌گوید: ”معمولاً ساختن چگالی‌ی تعادلی یی از ذرات در دماهای گذار زیاد بسیار دشوار است. تا کنون رهیافت اصلی این بوده که دما را تا زیر دما ی گذار کم کنند. اما ما چگالی یی ذرات را به مدت چندین میکروثانیه زیاد کرده ایم تا دما ی گذار به طور چشم‌گیری افزایش یابد.“

در این مورد شبه‌ذره‌ها مگنون اند. (به بسته‌ها ی انرژی ی مغناطیسی مگنون می‌گویند، همان طور که به بسته‌ها ی انرژی ی نورفتون می‌گویند. دمکریٹف و گروه اش، با استفاده از میکروموج درون لایه‌ها ی جامد ترکیب‌ها ی ایتیریم- آهن مگنون دمیده اند. آن‌ها با پاییدن پتانسیل شیمیایی ی مگنون‌ها دریافتند وقت ی دمش به آهنگ ی بحرانی برسد بی‌ای‌سی تشکیل می‌شود.

به گفته ی دمکریٹف، اثبات بی‌ابهام وجود بی‌ای‌سی زمان ی به دست آمد که

پتانسیل - شیمیایی به مقدار - متناظر با پایین ترین حالت - مگنونی رسید. ” اگر عمر - ذره ها خیل ی بیش تر از زمان - لازم برای پراکنش - آن ها از هم باشد، چگالش [در تعادل - گرمایی] ممکن است. در کار - ما، نسبت - عمر به زمان - پراکنش دست کم بیش از 30 است.“

به نظر می رسد بحث به بررسی ی نسبت - مقیاس های زمانی تحویل می شود. اگر برهم کنش - شبه ذره ها با هم خیل ی سریع تر از واپاشی یشان باشد، پیش بینی ی تشکیل - بی ای سی معقول است. و هر دو آزمایش به سادگی این شرط را بر می آورند. دُو - پُلِدِران می گوید: ” تا حد ی شبیه - مقایسه ی شیر با ترانزیستراست. پدیده همان است، اما در اندازه، دما، و عملی بودن تفاوت - زیاد ی هست.“

- [1] Bose-Einstein condensate (BEC)
- [2] Nature
- [3] École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
- [4] Nature **443** 409
- [5] Benoit Deveaud-Plédran
- [6] Münster
- [7] Nature **443** 430
- [8] Sergej Demokritov