

<http://physicsweb.org/article/news/8/4/7>

2004/04/15

گازها ی فرمی به رژیم - اَبَرشاره نزدیک می شوند

گروه‌ها ی پژوهشی یی در ایالات - متحد و اتریش می گویند به‌ترین شاهد - اَبَرشاره‌گی تا کنون در یک گاز - فرمی [1] را یافته اند. (اَبَرشاره‌گی جریان‌یافتن - بدون مقاومت - شاره است.) این گاز - از اتم‌ها ی فراسرد - لیتیم - 6 ساخته شده است. این نتایج به فیزیک‌پیشه‌ها چیزها یی درباره ی سیستم‌ها ی غریب‌تر - طبیعت (از جمله اَبَرسانا ی گرم، ستاره‌ها ی نوترونی، و پلازما ی کوارک- گلوئون) می آموزند.

رفتار - اتم‌ها در ماه‌ها ی نزدیک به صفر - مطلق بسیار متفاوت به هم است. نوع - این رفتار را مقدار - تکانه ی زاویه‌ای ی ذاتی ی (یا اسپین -) اتم تعیین می‌کند. اسپین - بزونها ی یک عدد - صحیح ضرب در ثابت - پلانک [2] تقسیم بر (2π) است. اسپین - فرمیون‌ها $(1/2)$ ، $(3/2)$ ، $(5/2)$ ، و غیره ضرب در ثابت - پلانک تقسیم بر (2π) است. ملکول ی که از دو اتم - فرمیونی تشکیل شده بزون است، چون اسپین - ش یک عدد - صحیح است.

همه ی فرمیون‌ها اصل - طرد - پاؤلی [3] را بر می آورند. این اصل می‌گوید دو فرمیون - یک‌سان نمی‌توانند حالت - کوانتمی ی یک‌سان ی را اشغال کنند. اما برا ی بزونها چنین محدودیت ی نیست و بزونها می‌توانند همه به حالت - پایه ی کوانتمی ی یک‌سان ی فروافتند. این فرآیند (چگالش - بُس - آین شتین (بی‌ای‌سی) [4]) اساس - اَبَرسانی (عبور - جریان - الکتریکی بدون - مقاومت) است.

الکترون‌ها فرمیون اند، به همین خاطر برا ی این که بتوانند چگاله ی بُس - آین شتین تشکیل دهند لازم است زوج - کوپر [5] بسازند، یعنی زوج‌ها ی مقید بسازند. (اسم - زوج - کوپر از لُئن کوپر - نظریه ی اَبَرسانی ی باردین - کوپر - شُرِیْفِر (بی‌سی‌اس) [6] آمده.) چگاله‌ها ی فرمیونی یی که در این آزمایش‌ها ی جدید تولید شده اند، فاز - جدید ی در

مرز - رژیم‌ها ی بی‌سی‌اس و بی‌ای‌سی اند، که هنوز برایش نظریه ای نداریم. جان تامس [7] و هم‌کاران اش در دانش‌گاه - دوک [8]، اول یک گاز - اتم‌ها ی لیتیم - 6 را در یک تله ی مغناطوپاتیکی محصور کردند و سپس با استفاده از روش ی به اسم - سردسازی ی تبخیری دما را کم کردند [9]. وقت ی دما به 400 نانوکلوین رسید، تله ی اپتیکی را به مدت - کوتاه ی قطع و سپس دوباره وصل کردند، و به این ترتیب گاز را به ارتعاش در آوردند.

گاز مثل - یک ژله ی هیدرودینامیکی رفتار می‌کرد و به مدت - زیاد ی به نوسان - کپه‌ای به طرف - بیرون و درون ادامه داد. به گفته ی تامس، این نشانه ی رفتار - جمعی (و نه رفتار - مستقل - تک‌اتم‌ها ی بی‌برهم‌کنش) است. از آن مهم‌تر، این ژله دقیقاً با همان بس آمد ی نوسان می‌کرد که بعضی نظریه‌ها ی ابرشاره‌ها ی فرمیونی پیش‌بینی می‌کنند. گروه - دوک می‌گوید این آزمایش مستقیم‌ترین شاهد - ابرشاره‌گی تا کنون است. ام‌سال گروه ی در بولدر [10] در ایالات - متحد، از یک گاز - فرمی ی شدیداً برهم‌کنش‌دار چگاله ی بُس - این‌شتین ی ساخته بود و زوج‌ها ی فرمیونی ی تشکیل‌شده را بررسی کرده بود. تامس در گزارش - مطبوعاتی گفت: ” آن آزمایش - خوب ی بود، اما ابرشاره‌گی را ثابت نمی‌کند. برا ی اثبات - ابرشاره‌گی باید چیزی مثل - هیدرودینامیک داشت، مثل - چیزی که ما دیده ایم.“

تامس می‌پذیرد که به این کار هم انتقادها یی وارد است، چون نمی‌شود در نقطه ی تبدیل - گاز به ابرشاره گذار - خوش‌تعریف ی را مشخص کرد. در مقایسه، در آزمایش ی که رودلف گُریم [11] و هم‌کاران اش از دانش‌گاه - اینس‌بروک [12] انجام داده اند، چنین تغییر - تیزی (در بس آمد - برانگیزش - جمعی) در نقطه ی گذر دیده می‌شود [13]. این گذار هم با نوسان‌ها یی هم‌راه است که به مدت ی طولانی باقی می‌مانند.

گُریم به فیزیکس وب [14] گفت: ” گروه - تامس یافته‌ها ی تجربی ی جالب ی را گزارش کرده، که احتمالاً ابرشاره‌گی تنها توضیح - شان است. اما در هر دو ی آزمایش‌ها یمان فهمیدن - این دشوار است که رفتار - هیدرودینامیکی ی دیده‌شده ناشی از برخورد - بین - اتم‌ها در یک فاز - گازی ی عادی است، یا ناشی از ابرشاره‌گی. این یک رژیم - بس‌ذره‌ای ی پیچیده است، که به بررسی ی دقیق - بیش‌تری نیاز دارد.“

[1] Fermi

- [2] Planck
- [3] Pauli
- [4] Bose-Einstein condensation (BEC)
- [5] Leon Cooper
- [6] Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS)
- [7] John Thomas
- [8] Duke University
- [9] Physical Review Letters **92** 150402
- [10] Boulder
- [11] Rudolf Grimm
- [12] Innsbruck
- [13] [arXiv.org/abs/cond-mat/0403716](https://arxiv.org/abs/cond-mat/0403716)
- [14] PhysicsWeb