

<http://physicsweb.org/article/news/8/1/14>

2004/01/28

ظهور - چگاله ي فرمیونی

فیزیک‌پیشه‌ها یی در ایالات - متحد، برا ي اولین بار حالت - گریزپای یی از ماده به اسم - چگاله ي فرمیونی ساخته اند. دِبرا جین [1]، مارکوس گُزینر [2]، و سیندی ریگل [3] از آزمایش‌گاه - جیلا [4] در بولدر - کُراد، چگاله را از زوج‌ها ي اتم‌ها ي فرمیونی ي فراسرد ساخته اند [5].

این تک‌خال، درک - فیزیک‌پیشه‌ها از آبرسانی و آبرشاره‌گی را به‌تر خواهد کرد. جین امروز در یک کنفرانس - خبری گفت: ”قدرت - زوج‌شده‌گی در چگاله ي فرمیونی ي ما، با در نظر گرفتن - تصحیح - لازم برا ي جرم و چگالی متناظر با یک آبرسانا ي دمای‌اتاق است. به همین خاطر خوش‌بین ام که فیزیک - بنیاد یی که از چگاله‌ها ي فرمیونی می‌آموزیم، سرانجام - در طراحی ي ماده‌های آبرسانا ي کاربردی‌تر مفید باشد.“

در دماها ي نزدیک - صفر - مطلق، اتم‌ها بسته به مقدار - تکانه ي زاویه‌ای ي ذاتی یشان (اسپین‌شان) رفتارها ي بسیار متفاوت ی دارند. اسپین - بزونها بر واحد - ثابت - پلانک [6] تقسیم بر 2π عدد ی صحیح است، در حال ی که اسپین - فرمیونها بر همین واحد عددی نیم‌صحیح ($1/2, 3/2, 5/2$ ، و مانند - آن) است. فرمیونها از اصل - طرد - پاولی [7] پی‌روی می‌کنند، که می‌گوید دو فرمیون - یک‌سان نمی‌توانند حالت - کوانتمی ي یک‌سان ی را اشغال کنند. اما بزونها چنین محدودیت ی ندارند و به همین خاطر ممکن است همه یشان به حالت - کوانتمی ي پایه ي یک‌سان ی فروافتند. این فرآیند (که به آن چگالش - بُس - آین‌شتین [8] می‌گویند) اساس - آبرسانی (گذشتن - جریان - الکتریکی بدون - مقاومت) است.

الکترون‌ها فرمیون اند. به همین خاطر فرمیونها پیش از تشکیل - چگاله ي بُس

باید زوج - کوپر [9] (به نام - لیئن کوپر - نظریه ی ابرسانی ی باردین - کوپر - شریف (بی سی اس) [10]) بسازند. اگر بشود این فرآیند را در یک گاز - اتم ها ی فرمیونی تقلید کرد، چیزها ی زیاد - دیگری در باره ی ابرسانی می آموزند.

پارسال گروه - بولدر (و مستقل از آن گروه - دیگری از اینس بروک) توانستند از یک گاز - اتم ها ی فرمیونی یک چگاله ی ملکولی بسازند. اتم ها درون - ملکول شدیدتر به هم مقید اند تا درون - زوج - کوپر. حالا گروه - جیلا توانسته یک چگاله از زوج ها ی شامل - تک اتم ها ی فرمیونی ی درون - یک گاز - اتمی بسازد. دوفرمیون - زوج درون - ملکول مقید نشده اند، اما حرکت شان با هم هم بسته است. کل - این زوج مثل - یک بزون رفتار می کند، و به همین خاطر می تواند چگالیده شود.

جین و هم کاران - اش با یک گاز - اتم ها ی پتاسیم - 40 درون - یک تله ی اپتیکی به دما ی حدوداً 300 نانوکلوین شروع کردند. اتم - پتاسیم - 40 فرمیون است. سپس یک میدان - مغناطیسی اعمال کردند که برهم کنش - بین - اتم ها را تغییر دهد و یک تشدید - فیش باخ [11] درست کند. در این حالت برهم کنش از حالت - شدیداً راننده به حالت - شدیداً رابینده تبدیل می شود. اگر میدان - مغناطیسی را دقیقاً کنترل کنند، اتم ها زوج - کوپر می سازند نه ملکول.

جین و هم کاران - اش، برای تئید - این که چگاله از زوج تشکیل شده (و نه مثل - کار - قبلی ایشان از ملکول) زوج ها را به ملکول تبدیل کردند. برای این کار میدان - مغناطیسی ی دیگری اعمال کردند (که شدت - اش دقیقاً به اندازه ای بود که ملکول درست کند) و هم زمان تله ی اپتیکی را هم باز کردند. به این ترتیب توانستند شکل - مشخصه ی ابر - چگاله را ببینند. به گفته ی گروه - جیلا، این تغییر - میدان - مغناطیسی می تواند باعث - تشکیل - ملکول شود، اما سریع تر از آن است که چگاله ی ملکولی بسازد.

جین گفت: "انتظار داریم چگاله ها ی فرمیونی رفتار - ابرشاره گی نشان دهند. این چگاله ها فاز - جدیدی را نمایش می دهند که در مرز - ابرساناها و چگاله ها ی بُس - این شتین اند. این بالقوه راه - بسیار هیجان انگیزی برای مطالعه ی پدیده ها ی ابرسانی و ابرشاره گی تحت - وضعیت ها ی کرانه ای می گشاید، که قبلاً در دست رس نبود."

[1] Deborah Jin

[2] Markus Greiner

- [3] Cindy Regal
- [4] JILA
- [5] arxiv.org/abs/cond-mat/0401554; Physical Review Letters (to be published)
- [6] Planck
- [7] Pauli
- [8] Bose-Einstein
- [9] Leon Cooper
- [10] Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS)
- [11] Feshbach