

<http://physicsweb.org/article/news/9/6/15>

2005/06/22

## در گاز - فرمی گردشاره دیده شد

یک گروه فیزیک‌پیشه شاهد - قاطع ی برای وجود - اَبَرشاره‌گی (جریان - بدون - مقاومت) در یک گاز - فرمی [1] ی فراسرد یافته اند. قبلاً شواهد - غیرمستقیم ی برای وجود - اَبَرشاره‌گی در گازها ی فرمی دیده شده بود، اما فیزیک‌دماي کم‌پیشه‌ها دنبال - شواهد - قاطع ی از نوع - گردشاره‌ها ی کوانتیده در یک گاز - چرخان می‌گشتند. وُلَف‌گانگ کِیترله [2] و هم‌کاران اش از مؤسسه ی فناوری ی ماساچویست (ام‌آی‌تی) [3] در یک گاز - اتم‌ها ی لیتیم - 6 این گردشاره‌ها را مشاهده کرده اند [4]. این نتایج چیزها یی در باره ی گستره ی وسیع ی از سیستم‌ها روشن می‌کنند، از اَبَررساناها ی گرم گرفته تا پلاسما ی کوارک-گلوئون.

اتم‌ها بسته به مقدار - تکانه ی زاویه‌ای ی ذاتی یشان (اسپین - شان) یا بزون اند یا فرمیون، و تفاوت - بین - این دونوع اتم در دماها ی فراسرد مشخص می‌شود. اتم‌ها ی بزونی اسپین - شان بر حسب - واحدها ی کوانتمی صحیح است و می‌توانند با فرآیند ی به اسم - چگالش - بُس - آین شُتین (بی‌ای‌سی) [5] به حالت پایه ی کوانتمی ی یک‌سان ی فروافتند. این فرآیند اساس - اَبَررسانی (گذر - بدون مقاومت - جریان - الکتریکی) و اَبَرشاره‌گی است. اما فرمیون‌ها اسپین - نیمه صحیح دارند و از اصل - طرد - پاولی [6] پی‌روی می‌کنند. این یعنی دو فرمیون نمی‌توانند حالت - کوانتمی ی یک‌سان ی را اشغال کنند. اما فرمیون‌ها می‌توانند با هم پی‌وند برقرار کنند و یک ملکول - بزونی بسازند که می‌تواند چگالیده شود. الکترون‌ها هم (که فرمیون اند) می‌توانند زوج - کوپر [7] بسازند که بر اساس - نظریه ی باردین - کوپر - شُریفِر (بی‌سی‌اس) [8] چگالیده می‌شود.

این که این فرآیند - زوج‌شده‌گی ی کوپر در یک گاز - فرمی هم ممکن است، و این که چیزها ی بیش‌تری در باره ی سازوکار - معمایی ی زوج‌شده‌گی در اَبَررسانی ی گرم

بیاموزیم، به علاقه ی زیاد ی در این زمینه انجامیده است.

کیتیرله و هم کاران اش با یک گاز - لیتیم - 6 شروع کردند که تا دما ی حدوداً 50 نانوکلوین سرد شده بود و بعد یک میدان - مغناطیسی اعمال کردند که شدت - برهم کنش ها ی بین - اتم ها را تغییر می داد. به ازای شدت میدان ها ی خاص ی اتم ها ملکول می ساختند که این ملکول ها چگالیده می شدند و یک بی ای سی ی ملکولی می ساختند.

بعد گروه - ام آی تی شدت - میدان - مغناطیسی را زیاد کرد تا چگاله ی ملکولی به یک گاز - فرمی با برهم کنش - قوی بین - اتم ها تبدیل شود. سرانجام، با استفاده از یک لیزر به عنوان - چیزی مثل - فاشق این گاز را به شدت به هم زدند و به چرخش در آوردند. بر خلاف - شاره ها ی معمولی (مثل - آب)، آبرشاره فقط وقت ی می چرخد که که آرایه ی منظم ی از گردشاره ها ی کوانتیده تشکیل شود که هر یک بخش ی از تکانه ی زاویه ای ی آبرشاره را با خود حمل می کند. گردشاره ها اتم ها را از اطراف - خود می رانند و یک حفره ی ریسمان گونه درست می کنند. ضمناً این گردشاره ها یک دیگر را می رانند و یک نقش - منظم - شبکه ای درست می کنند.

مارتین تسویرلین [9] (متلف - اصلی ی مقاله) می گوید: ” وقت ی آرایه ی زیبا ی گردشاره ها را دیدیم، بلافاصله فهمیدیم نوع - جدید ی از ماده درست کرده ایم: یک آبرشاره ی گرم. شاید این که به این ماده آبرشاره ی گرم بگوییم نامناسب به نظر برسد، اما اگر دما ی گذار - گاز - معمولی به آبرشاره را با چگالی ی الکترون ها در فلزات مقیاس کنیم، نتیجه کاملاً بیش از دما ی اتاق می شود.“

تسویرلین ضمناً یاد آوری می کند اندازه ی زوج ها ی کوپر در آبرساناها ثابت است، در حال ی که ویژه گی ها ی زوج ها ی اتمی در گازها ی فرمی ی آبرشاره را می شود با فقط تغییر دادن - میدان - مغناطیسی تغییر داد. او می گوید: ” به خاطر - همین کنترل پذیری ی یکتا است که گازها ی فرمی ی آبرشاره را می شود به عنوان - مدل ی برای آبرساناها ی گرم و حتا شکل ها ی غریب تری از ماده از جمله ستاره ها ی نوترونی یا ماده ای که در آغاز - جهان وجود داشته به کار بُرد.“

[1] Fermi

[2] Wolfgang Ketterle

- [3] Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- [4] Nature **435** 1047
- [5] Bose-Einstein condensation (BEC)
- [6] Pauli
- [7] Cooper
- [8] Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS)
- [9] Martin Zwierlein