

<http://physicsweb.org/article/news/10/5/9>

2006/05/17

## گازها ی کوانتمی ی سه بُعدی

با این خبر که دو گروه مستقلاً توانسته اند بزونها و فرمیونها را با هم در یک شبکه ی اپتیکی ی سه بُعدی به دام بیندازند، فیزیک ماده ی چگال پیشه ها یک گام به رویا ی آزمایشگاهی یشان نزدیک تر شده اند. این تک خال یک سیستم - مدل برای بررسی ی مواد - واقعی ی حالت جامد فراهم می کند، و حتا شاید به درک - به تری از بعضی سیستم ها ی زیستی و نیز ترافیک بینجامد.

هر اتم ی، بسته به تکانه ی زاویه ای ی اسپینی یش یا بزونها است یا فرمیون، و اختلاف - این دو وقت ی آشکار می شود که دما تا نزدیک ی صفر - مطلق کم شود. فرمیونها اصل - طرد را بر می آورند، یعنی در هر حالت - کوانتمی بیش از یک فرمیون قرار نمی گیرد. برای بزونها چنین محدودیت ی نیست. به همین خاطر بزونها می توانند با فرآیندی به اسم - چگالش - بس - آین شتین [1]، به حالت پایه ی کوانتمی ی یک سان ی بر میند. اما فرمیونها هم می توانند زوج شوند و چگاله بسازند، مثل - الکترونها ی فلزات که به این ترتیب فلز را آبرسانا می کنند.

از 1995 که برای اولین بار چگاله ساخته شد، با استفاده از چگاله ها توانسته اند پدیده ها ی کوانتمی را در مقیاس - بزرگ مطالعه کنند. این که پژوهشگران توانستند یک گاز - کوانتمی را درون - بلوری مصنوعی از نور حاصل از تداخل - چندین باریکه ی لیزر بفرستند، سطح - جدیدی از کنترل به دست داد. تا کنون این سیستم ها از نوع - تله ها ی اپتیکی ی یک بُعدی یا تله ها ی سه بُعدی برای اجزای تک گونه بوده. اینها کاملاً با مواد حالت جامد - بی نقیصه قابل مقایسه اند. اما پژوهشگران برای مطالعه ی مواد حالت جامد - واقعی علاقه مند بوده اند گازها ی کوانتمی ی مخلوط (شامل - فرمیونها و بزونها) را بررسی کنند.

زیلکه اسپلکاوُس [2] و هم کاران آَش از مؤسسه ی فیزیک ـ لیزر [3] در هامبورگ در آلمان، دقیقاً همین کار را کرده اند. آن‌ها مخلوطی از اتم‌ها ی فراسرد ـ روبیدیم ـ 87 (بزون) و پتاسیم ـ 40 (فرمیون) را در دما ی چندصد نانوکلوین درون ـ یک شبکه ی اپتیکی فرستادند و سپس یک باره امواج ـ ایستاده ی اپتیکی را روشن و رفتار ـ گاز را بررسی کردند. در حالت ـ عادی، اتم‌ها ی فرمیونی یک دیگر را می‌رانند و یک نارسانا ی مات [4] می‌سازند. اما بزون‌ها مثل ـ ناخالصی رفتار می‌کنند و ربایش ـ بین ـ فرمیون‌ها و بزون‌ها این تصویر را عوض می‌کند [5].

کُریستیان اُسپلکاوُس [6] (یک ی از اعضا ی این گروه) می‌گوید: ”چنین فیزیک ناخالصی یی در بسیاری از سیستم‌ها ی ماده ی چگال، و حتا در زمینه‌ها یی دیگر مثل ـ ترافیک و سیستم‌ها ی زیستی مهم است. این سیستم ـ جدید ضمناً مانسته یی خوب یی برای اَبَرساناها است. میدان ـ نور مثل ـ شبکه ی بلور است، اتم‌ها ی فرمیونی مثل ـ الکترون‌ها یند (که جریان ـ اَبَرسانا را می‌سازند)، و ربایش ـ بین ـ الکترون‌ها را (که برای ایجاد ـ زوج ـ کوپر [7] لازم است) اتم‌ها ی بزونی تضمین می‌کنند، درست مثل ـ فنون‌ها ی یک شبکه.“

تیل مان اِسلینگر [8] و هم کاران آَش از اِت‌ها زوریخ [9] در سویس هم آزمایش ـ مشابه ی انجام داده اند، که در آن اتم‌ها ی پتاسیم ـ 40 را در اثر ـ تماس ـ گرمایی با اتم‌ها ی بزونی ی روبیدیم سرد می‌کنند و سپس مجموعه را به درون ـ یک تله ی اپتیکی می‌فرستند [10]. گروه ـ زوریخ مشاهده کرد وجود ـ فرمیون‌ها در چگاله ی بُس ـ این شُتین ویژه‌گی‌ها ی ابر ـ بزونی ی اولیه را (که اَبَرشاره بود) تغییر داده است. به ویژه، آن‌ها دریافتند هم‌دوسی ی فازی ی این ابر (که ویژه‌گی ی اصلی ی یک چگاله ی بُس ـ این شُتین است) کم شده است.

اِسلینگر می‌گوید: ”با کار ـ ما می‌شود برهم‌کنش ـ فرمیون‌ها با بزون‌ها در یک پتانسیل ـ شبکه‌ای را بررسی کرد. این‌ها با برهم‌کنش‌ها ی الکترون ـ فنون در جامدها و مخلوط‌شدن ـ مایع ـ هلیوم ـ 3 و اَبَرشاره ی هلیوم ـ 4 شباهت‌ها ی زیاد ی دارند.“ آزمایش‌ها ی هامبورگ و زوریخ مشابه اند، اما جنبه‌ها یی که این دو گروه بررسی کرده اند با هم فرق دارد. اُسپلکاوُس و هم کاران آَش بر برهم‌کنش ـ فرمیون‌ها با بزون‌ها تأکید کرده اند، در حال ی که گروه ـ اِسلینگر به تغییر ـ رفتار ـ بزون‌ها در حضور ـ فرمیون‌ها پرداخته است.

- [1] Bose-Einstein
- [2] Silke Ospelkaus
- [3] Institut für Laserphysik
- [4] Mott
- [5] Physical Review Letters **96** 180403
- [6] Christian Ospelkaus
- [7] Cooper
- [8] Tilman Esslinger
- [9] ETH Zürich
- [10] Physical Review Letters **96** 180402