

<http://physicsweb.org/article/news/7/7/22>

2003/07/31

ایتریم هم به چگاله‌ها پی وست

فیزیک‌پیشه‌ها بی در ژاپن، برا ی اولین بار در یک گاز - اتمی ی ایتریم چگالش - بُس - آین شتین [1] دیدند. تفاوت - ایتریم با بیش‌تر - عنصرها پی که قبلاً از آن‌ها چگاله تهیه شده بود این است که این عنصر به جا ی یک الکترون - ظرفیت دو الکترون - ظرفیت دارد و می‌شود آن را در یک حالت - غیرمغناطیسی گذاشت. یُشیرُ تاکاهاشی [2] و هم‌کاران - ش از دانش‌گاه - کیُت می‌گویند ویژه‌گی‌ها ی جدید - چگاله ی ایتریم را می‌شود در ساعت‌ها ی اتمی و آزمون‌ها ی تقارن‌ها ی بنیادی به کاربرد [3].

چگالش - بُس - آین شتین زمان ی رخ می‌دهد که یک گاز اتمی تا آن‌جا سرد شود که طول‌موج - دُبُر ی [4] - اتم‌ها با فاصله ی متوسط - اتم‌ها از هم قابل‌مقایسه شود. در این حالت همه ی اتم‌ها به یک حالت پایه ی کوانتمی ی یک‌تا می‌روند و همه ی نمونه را می‌شود با تابع‌موج - واحد ی توصیف کرد. این یعنی ویژه‌گی‌ها ی کوانتمی ی گاز، در مقیاس - ماکروسکپی آشکار می‌شوند.

فیزیک‌پیشه‌ها قبلاً از پنج فلز - قلیایی (رویدیم، سدیم، لیتیم، پتاسیم، و سزیم) و نیز از هیدروژن و هلیم چگاله ی بُس ساخته‌اند. جز هلیم، همه ی این اتم‌ها یک الکترون - ظرفیت دارند و بنابراین پارامغناطیس‌اند. اتم - هلیم دو الکترون دارد، اما در همه ی چگاله‌ها ی هلیم تا کنون، اتم‌ها ی هلیم ی به کار رفته‌اند که در حالت - سه‌تایی بوده‌اند، که این حالت هم مغناطیسی است. به همین علت پژوهش‌گران مشتاق بودند چگاله‌ها ی بسازند که اتم‌ها ی سازنده یشان دو الکترون - ظرفیت دارند، از جمله ایتریم و عنصرها ی قلیایی - خاکی مثل - کلسیم و سترنسیم.

دو الکترون ظرفیت - ایتریم، می‌توانند به دو شکل - مختلف زوج بسازند. اگر اسپین - این الکترون‌ها در خلاف - جهت - هم باشد، یک حالت - یک‌تایی با اسپین - صفر تشکیل

می‌شود که میدان مغناطیسی بر آن اثری ندارد (بر خلاف اتم‌ها ی دیگری که تا کنون از آن‌ها چگاله تهیه شده). اگر اسپین‌ها هم جهت باشند، یک حالت سه‌تایی ی مغناطیسی تشکیل می‌شود.

در بسیاری از روش‌ها یی که برا ی ساختن چگاله ی بُس-آین شتین به کار می‌رود، از میدان مغناطیسی استفاده می‌شود. تاکاهاشی و هم‌کاران اش باید روش ی کاملاً پتیک ی به کار می‌بردند. ابتدا حدود یک میلیون اتم ایتربیم را در دما ی حدوداً 180 میکروکلون بین دو باریکه ی لیزر به دام انداختند، و سپس شدت باریکه‌ها را تنظیم کردند. در نتیجه پراثری‌ترین اتم‌ها از تله بیرون رفتند و دما ی اتم‌ها ی باقی‌مانده کم‌تر شد. این چگاله حدوداً 5000 اتم داشت و حدود 500 میلی‌ثانیه دوام آورد.

تاکاهاشی به فیزیکس وب [5] گفت: ” حساس نبودن این حالت پایه ی اسپین صفر به میدان مغناطیسی، در بسیاری از آزمایش‌ها ی لیزر اتمی و اپتیک اتمی مزیت بزرگ ی است.“ او افزود گذار بین حالت‌ها ی یک‌تایی و سه‌تایی هم بسیار باریک است و به این ترتیب می‌شود استانداردها ی بس آمد اپتیک ی یا ساعت‌ها ی اتمی ی بسیار دقیق ی ساخت. گروه کیٹ ضمناً امیدوار است از این که ایتربیم هفت ایزوٹپ پای‌دار (پنج بزون و دو فرمیون) دارد، در آزمایش‌ها ی آتی در مورد ویژه‌گی‌ها ی چگاله ی بُس و حالت متناظر در گازها ی فرمی [6] استفاده کند.

[1] Bose-Einstein

[2] Yoshiro Takahashi

[3] Physical Review Letters **91** 040404

[4] de Broglie

[5] PhysicsWeb

[6] Fermi