

<http://physicsweb.org/article/news/11/5/5>

2007/05/07

لکه‌ها رازها یِ نوفه‌ای یِ مغناطیسی را آشکار می‌کنند

فیزیک‌پیشه‌ها مدت‌ها است توانسته‌اند افت‌وخیزها یِ ریز - مغناطیده‌گی در مواد - فرومغناطیسی مثل - آهن را بسنجند، اما سنجش - نوفه‌ها یِ مشابه یِ در مواد - پادفرومغناطیسی مثل - کرم بسیار دشوارتر بوده است. یک گروه فیزیک‌پیشه از ایالات - متحد و بریتانیا، برای اول‌بین بار این افت‌وخیزها را در یک پادفرومغناطیس سنجیده‌اند و دریافته‌اند این‌ها در ماه‌ها یی بسیار کم هم رخ می‌دهند. این یعنی به‌کاربردن - پادفرومغناطیس‌ها در ابزارها یِ اسپین‌ترونیکی و انبارش - داده دشوار خواهد بود [1].

فرومغناطیس‌ها (مثل - آهن) حوزه‌ها یِ ریزی دارند که در آن‌ها همه یِ تک‌دوقطبی‌ها یِ مغناطیسی هم‌جهت‌اند. در یک تکه آهن - غیرمغناطیده، ممکن است دوقطبی‌های مغناطیسی یِ حوزه‌ها یِ مختلف در جهت‌ها یِ مختلف ی باشند. اما با اعمال - میدان - مغناطیسی می‌شود این دوقطبی‌ها را هم‌جهت کرد. به این ترتیب یک دوقطبی یِ مغناطیسی یِ کپه‌ای (مغناطیده‌گی) به دست می‌آید که حتا اگر میدان را برداریم هم باقی می‌ماند.

تقریباً یک قرن است می‌دانند انرژی یِ گرمایی باعث - حرکت - کتره‌ای یِ مرز - این حوزه‌ها می‌شود. (به این مرزها دیواره یِ حوزه می‌گویند.) این نوفه را می‌شود با آشکارکردن - پرش‌ها یِ کوچک در مغناطیده‌گی (با استفاده از یک پیچه در نزدیکی یِ فرومغناطیس) سنجید. به این ترتیب اطلاعات یِ در باره یِ ویژه‌گی‌ها یِ مغناطیسی یِ ماده به دست می‌آید.

اما سنجش - افت‌وخیزها یِ مشابه یِ در پادفرومغناطیس‌ها ممکن نبوده است. مشکل این است که این مواد (که در آن‌ها دوقطبی‌ها یِ مغناطیسی یِ اتم‌ها یِ مجاور بر خلاف - جهت - یک‌دیگر‌اند) مغناطیده‌گی یِ کپه‌ای ندارند. به همین خاطر آشکارکردن -

افت و خیزها با استفاده از کاوه‌ها ی مغناطیسی ی سنتی مثل - پیچه نشدنی است. الیگ شپیرک [2] و هم کاران - ش از آزمایش گاه - ملی ی آرگن [3] نزدیک - شیکاگُ راه ی برا ی بررسی ی دیواره‌های حوزه ی پادفر و مغناطیسی در کرم طراحی کرده اند، که در آن یک باریکه ی هم دوس - پرتوی X از چشمه ی فتون - پیش رفته [4] ی آرگن به کار می رود.

این گروه در هم کاری با فیزیک پیشه‌هایی از دانش گاه - شیکاگُ [5] و یونیورسیتی کالج - لندن [6]، از این استفاده کرده که پادفر و مغناطیسی ی کرم ناشی از الکترون‌ها ی رسانش است نه ناشی از خود - اتم‌ها. این الکترون‌ها موج - چگالی ی اسپین (اس دی دبلیو) [7] می سازند، که در آن چگالی ی اسپین - الکترون‌ها یک در میان تغییر جهت می دهد و دامنه ی مغناطیده گی یک تابع - سینوسی از مکان است. پرتوی X خود - اس دی دبلیو را آشکار نمی کند، اما این موج با یک موج - متناسب - چگالی ی بار - الکترون (سی دی دبلیو) [8] هم راه است، که آن را می شود با روش ی به اسم - طیف سنجی ی هم بسته گی ی فتون - پرتوی X (اکس پی سی اس) [9] آشکار کرد.

این گروه یک باریکه ی هم دوس - پرتوی X را از یک نمونه ی کرم پراکنده کرد. به این ترتیب نقش پراش ی به دست آمد که آن را طی - یک دوره ی چند ساعته با یک دوربین - سی سی دی ثبت کردند. شکل - دقیق - این نقش به آرایش - سی دی دبلیوها در بخش - ریزی از نمونه بسته گی دارد. شپیرک و هم کاران - ش، با بررسی ی تغییرات - این نقش با زمان توانستند تغییرات - حوزه‌ها ی پادفر و مغناطیسی با زمان در مقیاس طول‌ها یی به کوچکی ی $1 \mu\text{m}$ را مشاهده کنند.

شپیرک به فیزیکس وب [10] گفت این گروه تا حد ی شگفت زده شده که در دماها یی به کوچکی ی 4 K افت و خیزهای حوزه ای در مقیاس - زمانی ی حدوداً یک ساعت دیده شده. فیزیک پیشه‌ها معمولاً دیواره‌های حوزه را ساختارهایی نسبتاً بزرگ می دانند که برا ی حرکت مقدار - چشم گیری انرژی ی گرمایی لازم دارند. اما از نتایج - آرگن بر می آید دیواره‌ها در دماها ی بسیار کم هم به خاطر - تونل زنی ی کوانتمی حرکت می کنند.

همین حالا مواد - پادفر و مغناطیس را دارند در هدها ی ابزارهای انبارش - مغناطیسی به کار می برند و امیدوار اند این مواد در ابزارها ی اسپین ترونیکی هم کاربرد داشته باشند. در این ابزارها، هم اسپین و هم بار - الکترون در پردازش - داده به کار می رود. اما هر فناوری ی دیگری که بر اساس - جا ی دقیق - دیواره‌ها ی حوزه باشد، ممکن است از

تونل‌زنی تثبیر بگیرد. شپیرکُ می‌گوید یک راه این است که نقیصه یا ناخالصی وارد ماده ی پادفرومغناطیس کنیم. نقیصه‌ها جا ی دیواره‌ها را تثبیت می‌کنند. حالا این پژوهش‌گران دارند به مواد مغناطیسی ی دیگری می‌پردازند، از جمله مواد ی که هم حوزه‌ها ی فرومغناطیسی دارند و هم حوزه‌ها ی پادفرومغناطیسی. شپیرکُ می‌گوید این روش را برا ی مطالعه ی گذارِ فازها ی کوانتومی در پادفرومغناطیس‌ها هم می‌شود به کار برد.

- [1] Nature 447 68
- [2] Oleg Shpyrko
- [3] Argonne National Laboratory
- [4] Advanced Photon Source
- [5] University of Chicago
- [6] University College London
- [7] spin density wave (SDW)
- [8] commensurate electron charge density wave (CDW)
- [9] X-ray photon correlation spectroscopy (XPCS)
- [10] PhysicsWeb