

<http://physicsweb.org/article/news/4/9/6>

2000/09/07

گذشتن از حد کوانتومی

با وجود سال‌ها پژوهش گسترده در زمینه‌ی ابررساناهای سرد، هنوز هم در این زمینه شگفتی‌هایی دیده می‌شود. در دماهای نزدیک به صفر مطلق، مقاومت این مواد در برابر جریان الکتریکی صفر می‌شود و خطوط شار مغناطیسی هم از آن‌ها دفع می‌شود. تصویر عام این است که شار مغناطیسی فقط به شکلی گردشاره‌ها می‌وارد این مواد می‌شود، که هر یک حامل یک کوانتم شار مغناطیسی اند. کوانتم شار مغناطیسی $\phi = h/(2e)$ است، که h ثابت پلانک [1] و e بار الکترون است. اما این فرض قدیمی نادرست است، و این را اولین بار جان باردین [2] و ویتالی گینزبورگ [3] در دهه‌ی 1960 مطرح کردند. آن‌ها به‌طور نظری نشان دادند شاری که هر گردشاره حمل می‌کند به فاصله‌ی آن از لبه‌ی ماده‌ی ابررسانا بسته‌گی دارد، و در نزدیکی لبه ممکن است از ϕ کوچک‌تر باشد. اما تا وقت‌ی شاهد تجربی‌یی در کار نبود، این کاهش شار را فقط یک پدیده‌ی غیرعادی یا قابل چشم‌پوشی می‌دانستند. حالا در یک لایه‌ی نازک ابررسانا گردشاره‌ها می‌دیده شده که شاری کم‌تر از یک کوانتم شار مغناطیسی حمل می‌کنند [4].

آندری گیم [5] از دانش‌گاه‌های نیم‌خن [6] و منچستر، و هم‌کارانش از روسیه، بلژیک، و بریتانیا، شار گذرنده از قرص‌های آل‌مینیمی‌یی به اندازه‌ی میکرون را سنجیده‌اند. در این قرصها اثر لبه مهم است. سنجش‌ها با استفاده از وسیله‌ای است که به آن مغناطوسنج‌ها [7] می‌گویند. ابتدا نمونه‌ها را در غیاب میدان مغناطیسی تا 0.5 K سرد کردند. سپس میدان مغناطیسی را زیاد کردند. با افزایش میدان، تغییر شار مغناطیسی باعث تغییر ولتاژ‌ها می‌شود، که این را می‌شود به‌ساده‌گی سنجید. حد تفکیک شار مغناطیسی در این روش کسر کوچک‌ی از کوانتم شار است.

گروه دریافت با نفوذ هر گردشاره به درون قرص، شار مغناطیسی به‌طور پله‌ای زیاد

می‌شود. با بررسی دقیق‌تر معلوم شد ارتفاع بعضی از پله‌ها بسیار کم است، تا حد $\phi = 0.001$. ارتفاع بعضی از پله‌ها هم منفی بود، که نشان می‌دهد شار مغناطیسی از ماده دفع می‌شود.

گیم و هم‌کارانش آزمایش را با قرص‌هایی تکرار کردند که شکلی‌شان با قرص‌های قبلی تفاوت‌های جزئی داشت. معلوم شد شاری که گردشاره‌ها حمل می‌کنند به شدت به زبری لبه‌ی قرص وابسته است. علت این پدیده تغییرات ساختار گردشاره‌ها در نزدیکی لبه است. گروه نتیجه‌گیری کرده که این پدیده در بیش‌تر آزمایش‌های مربوط به لایه‌های نازک مهم است.

- [1] Planck
- [2] John Bardeen
- [3] Vitaly Ginzburg
- [4] Nature **407** 55
- [5] Andrey Geim
- [6] Nijmegen
- [7] Hall