

<http://physicsweb.org/article/news/6/4/12>

2002/04/18

## اسپین ترونیك جدی می شود

به دنبال آزمایش‌های اخیر در باره‌ی شیر اسپین، یک گام به ابزارهای اسپین ترونیك نزدیک‌تر شده ایم. در این ابزارها، هم از بار الکترون و هم از اسپین آن استفاده می‌شود. فیزیک‌پیشه‌ها بی‌درایالات متحد، برای اولین بار توانسته‌اند اسپین الکترون‌های درون یک تک مولکول را تغییر دهند، و نشان دهند اسپین ترونیك با زمینه‌ی رشدیابنده‌ی الکترونیك مولکولی سازگار است. هم‌زمان، گروه‌ی در هلند، توانسته با تغییر اسپین الکترون‌های جاری در یک ابزار، علامت ولتاژ خروجی آن را عوض کند.

در ابزارهای الکترونیکی معمولی، فقط بار الکترون به کار می‌رود. اما فیزیک‌پیشه‌ها معتقد اند اگر بشود اسپین الکترون‌ها را هم کنترل کرد، ابزارهای بسیار قدرتمندتری می‌شود ساخت. اسپین هر الکترون ممکن است  $+1/2$  یا  $-1/2$  باشد. مقاومت در برابر جریان الکترون‌های با اسپین هم‌سو (یا قطبیده) از درون یک رسانا، با مقاومت در برابر جریان الکترون‌های ناقطبیده متفاوت است. اسپین الکترون‌ها را می‌شود استفاده از یک میدان مغناطیسی هم‌سو کرد. این پدیده را می‌شود در یک شیر اسپین بررسی کرد، که در آن یک رسانا بین دو الکتروود فرومغناطیس قرار دارد.

اگر میدان مغناطیسی خارجی بی‌درکار نباشد، الکترودها هم‌جهت (یا موازی) مغناطیده می‌شوند و الکترون‌ها بی‌که از درون رسانا می‌گذرند قطبیده اند. اگر یک میدان مغناطیسی خارجی روشن شود و شدت‌ش آن قدر زیاد شود که مغناطیده‌گی یک‌ی از الکترودها وارونه شود، مغناطیده‌گی الکترودها پادموازی می‌شود و الکترون‌ها ناقطبیده می‌شوند. اما اگر میدان مغناطیسی آن قدر قوی شود که مغناطیده‌گی الکتروود دوم هم وارونه شود، الکترون‌ها دوباره قطبیده می‌شوند.

هندریک شُن [1] از آزمایش‌گاه‌های یل [2]، و هم‌کارانش، با استفاده از یک شیر اسپین

الکترون‌های درون یک تک‌مولکول بنزن-1،2- دی‌تیلات را قطبیده کردند [3]. گروه شُن مولکول آلای را بین دو الکترودهای موازی نیکل گذاشت و یک میدان مغناطیسی اعمال کرد. با افزایش شدت میدان، مغناطیده‌گی الکترودها پادموازی شد و جریان گذرنده از مولکول نصف شد. اما با افزایش بیش‌تر شدت میدان، و موازی‌شدن مغناطیده‌گی الکترودها، جریان دوباره به مقدار قبلی‌ش رسید.

بارت فان وس [4] و هم‌کارانش از دانش‌گاه خرنینجن، رسانش الکترون‌های یک تکه آلومینیم بین دو الکتروود کبالت را بررسی کردند [5]. آن‌ها دریافتند با افزایش میدان مغناطیسی خارجی، ولتاژ خروجی شیر اسپین (ولتاژ بین الکتروود آشکارگر و رسانای آلومینیمی) از مثبت به منفی و دوباره از منفی به مثبت تغییر کرد. این تغییر علامت‌ها متناظر بود با این که الکترون‌ها ناقطبیده، و دوباره قطبیده شوند.

قبلاً هم پدیده‌ی مشابهی دیده شده بود [6]، اما ابزار جدید حدود هزار بار کوچک‌تر است و فان وس و هم‌کارانش توانستند با استفاده از آن سیگنال‌ی به حد کافی قوی تولید کنند، چنان که تغییر علامت ولتاژ خروجی قابل مشاهده باشد.

یکی از اعضای این گروه فریسویدما [7] است، که با وجود دست‌یافته‌ی گروه هش‌دار می‌دهد ساختن ابزارهای اسپین‌ترونیک‌ی مجتمع قابل کنترل با میدان مغناطیسی دشوار است. او به فیزیکس وب [8] گفت: ”با یک میدان مغناطیسی خارجی نمی‌شود تک‌تک ترانزیستورهای اسپینی یک تراشه را کنترل کرد. ما نتایج مان را گام‌ی به سوی مطالعه و کنترل دینامیک اسپین تلقی می‌کنیم.“

هر دو گروه تک‌خال‌شان را در دماهای فقط چند کلوین نمایش داده اند تا آثار مشاهده‌شده بزرگ باشد، اما این پدیده‌ها در دمای اتاق هم به روشنی قابل مشاهده اند.

- [1] Hendrik Schön
- [2] Bell Labs
- [3] H. Schön *et al* Science (2002) to appear
- [4] Bart van Wees
- [5] Nature **416** 713
- [6] Physical Review Letters **55** 1790
- [7] Friso Jedema

[8] PhysicsWeb