



استفاده از یک مولکول هیدروژن به عنوان حسگر کوانتومی

دانشمندان موفق به استفاده از یک مولکول هیدروژن به عنوان یک حسگر کوانتومی شدند که این کار به آنها اجازه می‌دهد تا خواص شیمیایی مواد را در زمان و با وضوح مکانی بی‌سابقه‌ای اندازه‌گیری کنند.

دانشمندان موفق به استفاده از یک مولکول هیدروژن به عنوان یک حسگر کوانتومی شدند که این کار به آنها اجازه می‌دهد تا خواص شیمیایی مواد را در زمان و با وضوح مکانی بی‌سابقه‌ای اندازه‌گیری کنند.

به گزارش ایسنا و به نقل از آی‌ای، اگر بتوانیم از یک مولکول هیدروژن به عنوان یک حسگر کوانتومی در یک "میکروسکوپ تونلی روبشی" مجهز به لیزر تراهرتزی استفاده کنیم، چه می‌شود؟ این کار به ما امکان می‌دهد تا خواص شیمیایی مواد را در زمان و با وضوح مکانی بی‌سابقه‌ای اندازه‌گیری کنیم.

میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) گونه‌ای میکروسکوپ کاوش روبشی است که بر اساس روبش سطح رسانا به وسیله نوک بسیار باریک (در حد چند نانومتر) و تغییر در میزان جریان عبوری برحسب فاصله کار می‌کند. با این میکروسکوپ می‌توان نحوه آرایش اتم‌ها در سطح شبکه را به تصویر کشید. به عبارت دیگر تصویر ایجاد شده نشان‌دهنده آرایش فضایی نوار رسانش فلز یا نیمه هادی است. جریان در این گونه میکروسکوپ مستقیم (DC) است و جریان به صورت نمایی با فاصله نوک از نمونه رابطه دارد. این میکروسکوپ، ابزاری برای تصویربرداری از سطوح در مقیاس اتمی است. این وسیله در سال ۱۹۸۱ اختراع شد و مخترعان آن "گرد بینگ" و "هاینریش روهرر" در IBM زوریخ، جایزه نوبل فیزیک را در سال ۱۹۸۶ برای آن به دست آوردند.

این میکروسکوپ با استفاده از یک نوک رسانای بسیار تیز که می‌تواند اجسام کوچکتر از ۰.۱ نانومتر را تشخیص دهد، با وضوح ۰.۰۱ نانومتری عمق سطح را حس می‌کند. این بدان معنی است که می‌توان به طور معمول از اتم‌ها تصویربرداری و حتی آنها را دستکاری کرد، به صورتی که آنها را می‌توان جابه‌جا کرد و در موقعیت‌های دلخواه قرار داد.

میکروسکوپ STM بر اساس مفهوم تونل زنی کوانتومی ساخته شده است. هنگامی که نوک آن، بسیار نزدیک به سطح بررسی می‌شود، ولتاژ اعمال شده بین این دو، این امکان را فراهم می‌کند تا الکترون‌ها عبور کنند و جریان برقرار شود. این جریان حاصل تابعی از موقعیت نوک، ولتاژ اعمال شده و چگالی محلی نمونه است. اطلاعات با پردازش جریانی که از نوک اسکن می‌شود، بدست می‌آیند و معمولاً به شکل تصویر نمایش داده می‌شوند.

میکروسکوپ اسکن تونلی روبشی در مقایسه با سایر میکروسکوپ‌ها می‌تواند یک انتخاب چالش‌برانگیز هم باشد، زیرا به سطوح بسیار تمیز و پایدار، یک نوک بسیار تیز، سطحی با ایزولاسیون عالی در برابر لرزش (سطحی بدون هیچ گونه لرزش و نوسان) و الکترونیک پیشرفته نیاز دارد. با این وجود، بسیاری از محققان ترجیح می‌دهند از این میکروسکوپ‌ها استفاده کنند. اکنون بر اساس بیانیه‌ای که دانشگاه "کالیفرنیا ایرواین" منتشر کرده است، این تکنیک جدید توسط فیزیکدانان این دانشگاه توسعه یافته است.

یک میکروسکوپ کوانتومی بسیار حساس تر

پروفسور "دانلد برن" و "ویلسون هو" اساتید فیزیک و نجوم و شیمی این دانشگاه و نویسندگان این مطالعه جدید گفتند: این پروژه هم در تکنیک اندازه‌گیری و هم در این علم، پیشرفت را نشان می‌دهد. یک میکروسکوپ کوانتومی که بر کاوش برهم نهی منسجم حالات در یک سیستم دو سطحی تکیه دارد، بسیار حساس‌تر از ابزارهای موجود است که بر اساس این اصل فیزیک کوانتومی عمل نمی‌کنند.

دانشمندان توانستند از طریق یک پالس لیزری به برهم نهی دو حالت دست‌یابند که سیستم تازه مهندسی شده را وادار می‌کند تا به صورت چرخه‌ای از حالت پایه به حالت برانگیخته برود.

حتی با وجود اینکه مدت زمان نوسانات چرخه‌ای تنها چند ده پیکوثانیه به طول انجامید، دانشمندان همچنان قادر به مشاهده نحوه تعامل مولکول هیدروژن با محیط خود بودند.

ادغام یک مولکول هیدروژن با میکروسکوپ کوانتومی

"هو" گفت: مولکول هیدروژن بخشی از میکروسکوپ کوانتومی شد، به این معنا که هر جا که میکروسکوپ اسکن می‌کرد، هیدروژن بین نوک و نمونه قرار داشت. این کار یک کاوشگر بسیار حساس می‌سازد که به ما امکان می‌دهد تغییرات تا ۰.۱ آنگستروم را ببینیم. در این وضوح، می‌توانیم ببینیم که چگونه توزیع بار روی نمونه تغییر می‌کند.

وی همچنین اضافه کرد که این آزمایش نشان‌دهنده اولین نمایش طیف سنجی حساس شیمیایی بر اساس جریان یکسوسازی ناشی از تراهرتز از طریق یک مولکول است.

این روش جدید اکنون می‌تواند برای تجزیه و تحلیل مواد دو بعدی که می‌توانند در سیستم‌های انرژی پیشرفته، الکترونیک و حتی رایانه‌های کوانتومی استفاده شوند، به کار گرفته شود.

این مطالعه در مجله Science منتشر شده است.