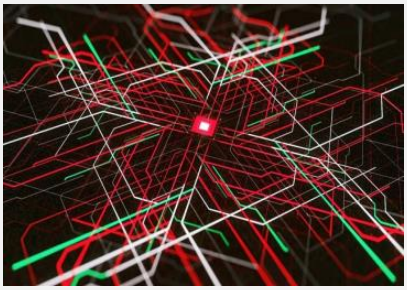

چهار شنبه 10 فروردین 1401 - 05:06

محدودیت سرعت مطلق کوانتومی محاسبه شد

دانشمندان محدودیت سرعت کوانتومی مطلق را برای دستگاه‌های الکترونیکی محاسبه کردند.

دانشمندان محدودیت سرعت کوانتومی مطلق را برای دستگاه های الکترونیکی محاسبه کردند.

به گزارش ایسنا و به نقل از نیواطلس، محققان حد بالای مطلق را برای سرعت احتمالی سیستم های اپتوالکترونیکی محاسبه کرده اند.

اغلب اینگونه تصور می شود که دستگاه های الکترونیکی قرار است همواره و همیشه سریع تر شوند، اما در برخی مواقع، قوانین فیزیک مداخله می کنند و جلوی این افزایش سرعت را می گیرند. اکنون دانشمندان این حد نهایی سرعت را محاسبه کرده اند؛ یعنی نقطه ای که مکانیک کوانتومی مانع از سریع تر شدن ریزتراشه ها می شود.

برای همگان روشن است که هیچ چیز سریع تر از نور در خلاء حرکت نمی کند و این در مورد الکترونیک نیز صادق است. سیستم هایی که از نور برای کنترل الکتریسیته استفاده می کنند، معروف به "اپتوالکترونیک" هستند که سریع ترین دستگاه های دنیا هستند.

اکنون محققان دانشگاه صنعتی "وین" اتریش، دانشگاه صنعتی "گراتس" اتریش و موسسه اپتیک کوانتومی "ماکس پلانک"، حد بالا را برای بیشترین سرعت ممکن اپتوالکترونیک شناسایی کرده اند.

این تیم آزمایش هایی را با استفاده از مواد نیمه هادی و لیزر انجام داد. این نیمه هادی با یک پالس لیزری فوق کوتاه برخورد می کند که الکترون های ماده را به حالت انرژی بالاتر منتقل می کند و به آنها اجازه می دهد آزادانه در اطراف حرکت کنند. سپس یک پالس لیزری ثانویه و کمی طولانی تر، آنها را در جهت خاصی پرتاب می کند و جریان الکتریکی تولید می کند.

محققان با استفاده از این تکنیک و همچنین شبیه سازی های کامپیوتری پیچیده، با پالس های لیزری کوتاه تر به نیمه رساناها ضربه زدند. اما در نقطه ای مشخص، این فرآیند شروع به برخورد با "اصل عدم قطعیت هایزنبرگ" می کند که خصلت و تناقض کوانتومی عجیبی است که در آن هر چه دقیق تر یک ویژگی یک ذره را اندازه گیری کنید، کمتر می توانید از ویژگی دیگر آن مطمئن شوید.

"اصل عدم قطعیت " در مکانیک کوانتومی را "ورنر هایزنبرگ" فیزیکدان آلمانی در سال ۱۹۲۶ فرمول بندی کرد. در فیزیک کوانتومی، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ اظهار دارد که جفت های مشخصی از خواص فیزیکی، مانند مکان و تکانه نمی تواند با دقتی دلخواه معلوم گردد. به عبارت دیگر، افزایش دقت در کمیت یکی از آن خواص مترادف با کاهش دقت در کمیت خاصیت دیگر است. این عبارت به دو روش گوناگون تفسیر شده است. بنا بر دیدگاه "هایزنبرگ"، غیرممکن است که همزمان سرعت و مکان الکترون یا هر ذره دیگری با دقت یا قطعیت دلخواه معین شود. بنا بر دیدگاه گروه دوم، این عبارت راجع به محدودیت دانشمندان در اندازه گیری کمیت های خاصی از سیستم نیست، بلکه امری است راجع به طبیعت و ذات خود سیستم، چنانکه معادلات مکانیک کوانتومی شرح می دهد.

در مکانیک کوانتوم، یک ذره به وسیله بسته ی موج شرح داده می شود. اگر اندازه گیری مکان ذره مد نظر باشد، طبق معادلات، ذره می تواند در هر مکانی که دامنه موج صفر نیست، وجود داشته باشد و این به معنی عدم قطعیت مکان ذره است. برای به دست آوردن مکان دقیق ذره، این بسته ی موج باید تا حد ممکن فشرده شود، که یعنی ذره باید از تعداد زیادی موج سینوسی که به یکدیگر اضافه شده اند(بر روی هم جمع شده اند) ساخته شود.

از طرف دیگر، تکانه ی ذره متناسب با طول موج یکی از این امواج سینوسی است، اما می تواند هر کدام از آنها باشد. بنابراین هر چقدر که مکان ذره به واسطه جمع شدن تعداد بیشتری موج، با دقت بیشتری اندازه گیری شود، تکانه با دقت کمتری معین می شود و بر عکس. تنها ذره ای که مکان دقیق دارد، ذره متمرکز در یک نقطه است که چنین موجی طول موج نامعین دارد و بنابراین تکانه نامعین نیز دارد. از طرف دیگر تنها موجی که طول موج معین دارد، نوسان منظم تناوبی بی پایان در فضا است که هیچ مکان معینی ندارد. در نتیجه در مکانیک کوانتومی، حالتی نمی تواند وجود داشته باشد که ذره را با مکان و تکانه معین شرح دهد.

"اصل عدم قطعیت" را می توان بر حسب عمل اندازه گیری که شامل فروپاشی تابع موج نیز می شود، بازگویی کرد. هنگامی که مکان اندازه گیری می شود، تابع موج به یک برآمدگی با پهنای بسیار کم فروپاشیده می شود، و تکانه ی تابع موج کاملاً پخش می شود. تکانه ی ذره به مقداری متناسب با دقت اندازه گیری مکان، در عدم قطعیت باقی می ماند. مقدار باقی مانده عدم قطعیت نمی تواند از حدی که اصل عدم قطعیت مشخص کرده است، کمتر شود و مهم نیست که فرآیند و تکنیک اندازه گیری چیست.

"اصل عدم قطعیت" کمترین مقدار ممکن در آشفتگی تکانه در حین اندازه گیری مکان و بر عکس را معین می کند.

در مورد این مطالعه جدید، استفاده از پالس های لیزری کوتاه تر به این معنی است که ناظران می توانند دقیقاً بفهمند که الکترون ها چه زمانی انرژی می گیرند، اما این به قیمت اطمینان کمتر در مورد مقدار انرژی است که به دست می آورند و این یک مشکل بزرگ برای دستگاه های الکترونیکی است، زیرا ندانستن انرژی دقیق الکترون ها به این معنی است که نمی توان آنها را به دقت کنترل کرد.

از این رو، محققان حد بالا یا حداکثر سرعت سیستم های اپتوالکترونیک را محاسبه کردند که معادل با یک پتاهرتز یا به بیان ساده تر، یک میلیون گیگاهرتز است.

محققان می گویند، موانع تکنولوژیکی مدت ها قبل از رسیدن دستگاه های اپتوالکترونیک یا الکترونیک نوری به قلمرو پتاهرتز، به وجود می آیند. اما درک محدودیت سرعت دستگاه های اپتوالکترونیکی می تواند به توسعه دستگاه های بهتر کمک کند.

این تحقیق در مجله Nature Communications منتشر شده است.