

<http://physicsweb.org/article/news/11/4/3>

2007/04/04

مشاهده ي درجا ي تونل زنی ي الکترون

میدان الکتريکی ي قوی ي یک تپ ليزر - شديد، ممکن است باعث شود الکترون ها طی - فقط یک ميلياردم - ثانيه به خارج - اتم تونل بزنند. یک گروه فيزيک پيشه در آلمان، برا ي اولين بار اين پديده ي مشهور - کوانتمی را به طور - درجا مشاهده کرده اند. اين تک خال راه را برا ي یک روش - جديد - کاوش - حالت ها ي کوتاه عمر - اتم ها يا ملکول ها هم وار می کند و برا ي اولين بار درک - مستقيم ی از دينامیک - تونل زنی ي الکترون می دهد [1].

یک تپ - ليزر تعداد - کم ی نوسان - میدان الکتريکی دارد و می تواند الکترون ها ي خارجي ي یک اتم را از هسته آزاد کند. در قله ي اين نوسان ها، نیرو ي حاصل از اين میدان الکتريکی آن قدر بزرگ است که الکترون ها ي خارجي ممکن است از اتم بگریزند (يا تونل بزنند)، هر چند انرژی ي کافی برا ي غلبه بر بيايش - هسته نداشته باشند. اما اين فرآيند آن قدر سريع رخ می دهد که با ابزارها ي فعلي فقط حالت - نهايي ي اتم - يونيده قابل مشاهده است و هيچ یک از حالت ها ي ميانی را نمی شود بررسی کرد. فرنتس کراؤس [2] و هم کاران اش از مؤسسه ي کوانتم پتيک - ماکس پلانک [3] راه ی برا ي غلبه بر اين محدوديت ها يافته اند، که در آن اتم ها را با دو تپ - نور می کاوند که طول موج ها يشان مختلف است و به دقت زمان بندی شده اند تا بشود با آن ها از فرآيند - تونل زنی عکس - آني گرفت.

در اين روش اتم ها يی را می کاوند که الکترون ها يی شديداً مقيد دارند (در اين مورد نئون) و با یک تپ - ليزر به تنهائی، به ساده گی يونيده نمی شوند. اول بايد با یک تپ - برانگيزنده اتم ها را آماده کرد. اين تپ بعضی از الکترون ها را به ناحيه ها ي خارجي ي اتم می راند و در اين حالت است که تپ - يوننده می تواند باعث - تونل زنی شود.

برتری ی این روش در همین فرآیند - دومرحله‌ای است: اگر طول موج - تپ - برانگیزنده بسیار کوتاه‌تر از طول موج - تپ لیزر - یوننده باشد، می‌شود تپ - برانگیزنده را طی - یک دوره ی تپ - یوننده بارها روشن کرد و فقط طی - این بازه‌ها است که الکترون‌ها می‌توانند تونل بزنند. با بررسی ی این که طی - یک دوره ی لیزر - یوننده الکترون‌ها کی تونل می‌زنند، به تدریج تصویری از خروج - الکترون‌ها از اتم به دست می‌آید.

در عمل برای رسیدن به هر دقت ی لازم است این دوتپ با دقت ی بهتر از چند میلیارد میلیاردمیلیاردم - ثانیه هم‌زمان شوند. برای دستیابی به این، کراؤس و گروه اش هردوتپ را از یک لیزر - فروسخ ساختند. اول این لیزر را به یک فواره ی گاز تاباندند تا تپ ی از نور - فرابنفش ی با طول موج ی بسیار کوتاه به دست آید. این تپ را به نمونه ی نئون فرستادند و به تپ - اولیه هم تأخیر دادند. سرانجام، با استفاده از آینه‌ها یی برای تنظیم - دقیق - تأخیر توانستند تصویری از تونل‌زنی ی الکترون‌ها با تفکیک - بهتر از یک فمتوثانیه (10^{-15} s) به دست آورند.

بر اساس - یک مدل - 40 ساله ی کوانتمی، احتمال - تونل‌زنی ی الکترون از سد - پتانسیل در قله‌ها ی متوالی ی تپ - یوننده افزایش می‌یابد. کراؤس و هم‌کاران اش برای اولین بار این را تأیید کرده اند.

این روش - تونل‌زنی ی نورالقابیده را می‌شود برای انجام - مشاهدات - دیگری در مورد - حرکت - الکترون هم به کاربرد و به این ترتیب دانش‌پیشه‌ها می‌توانند اطلاعات - جدید ی در زمینه‌ها یی مثل - تصویربرداری ی زیستی و میکروالکترونیک به دست آورند. جاناتان مارانگوس [4] (یک متخصص - فناوری ی زیرفمتوثانیه) به فیزیکس وب [5] گفت: ”چیزها یی در حالت‌ها ی گذرا [کوتاه‌عمر] هست که تا کنون نتوانسته ایم ببینیم -شان. شاید با این روش بتوانیم.“

[1] Nature **446** 627

[2] Ferenc Krausz

[3] Max-Planck Institut für Quantenoptik

[4] Jonathan Marangos

[5] PhysicsWeb