

<http://physicsweb.org/article/news/5/11/16>

2001/11/28

درخش‌های اَبَرکوتاه لیزر برای بررسی روی داده‌های فراسریع

فیزیک‌پیشه‌هایی از اتریش، برای اولین بار تپ‌های لیزر Xی ساخته‌اند که طول‌شان کم‌تر از یک فمتوثانیه (10^{-15} ثانیه) است. فرینک گراؤس [1] از دانش‌گاه وین، و هم‌کارانش، فوران‌های فراکوتاه پرتوی X را برای بررسی فرآیند یونش کریپتون به کار برده‌اند. این فرآیند آن قدر سریع است که آشکارکردن آن با روش‌های موجود ممکن نیست. این تک‌خال به معنی تغییر مقیاس زمانی فرآیندهای قابل‌سنجش از فرآیندهای مولکولی سریع به دینامیک فراسریع گسترده‌ی وسیع‌ی از فرآیندهای زیراتمی در مقیاس زمانی آتوثانیه (10^{-18} ثانیه) است [2].

واکنش‌های شیمیایی نوعاً در مقیاس زمانی فمتوثانیه (10^{-15} ثانیه) رخ می‌دهند و دانش‌پیشه‌ها اخیراً تپ‌های لیزر فراسریع را برای بررسی این واکنش‌ها به کار برده‌اند. اما فرآیندهای مربوط به الکترون (از جمله یونش) حدوداً هزار بار سریع‌تر رخ می‌دهند، و برای بررسی‌شان تپ‌های کوتاه‌تری لازم است.

تپ‌های لیزر فمتوثانیه آن قدر کوتاه‌اند که شامل فقط چند نوسان میدان الکترومغناطیسی‌اند. این یعنی کوتاه‌ترکردن آن‌ها برای بررسی پدیده‌های الکترونی غیرممکن است. گراؤس و هم‌کارانش با شلیک تپ‌های فمتوثانیه به گاز نئون بر این مشکل غلبه کرده‌اند.

تپ نوری که وارد گاز می‌شود، الکترون‌ها را از اتم‌های‌شان می‌کند. این الکترون‌ها به مدت کوتاه‌ی در میدان نور نوسان می‌کنند و سپس با یون‌های نئون‌ی که تازه تشکیل شده‌اند برخورد می‌کنند و یک درخش پرتوی X تولید می‌کنند. نکته‌ی کلیدی آن است که تپ فمتوثانیه‌ی اولیه فقط طی قله‌های دوره‌ی اپتیکی‌ش از اتم‌ها الکترون می‌کند. به همین خاطر فوران‌های X فوق‌العاده کوتاه‌اند.

کُراؤس و هم کارانش برای سنجش طول این تپ‌های X آن‌ها (و تپ نوری اولیه) را به یک هدف کریپتون تاباندند. پرتوی X اتم‌های کریپتون را می‌یوندد و انرژی الکترون‌های آزادشده، به میدان الکتریکی تپ نور در لحظه‌ی کنده‌شدن این الکترون‌ها بسته‌گی دارد. کُراؤس و هم کارانش مقدارهای مختلف‌ی تأخیر بین زمان رسیدن این دو تپ به هدف کریپتون ایجاد کردند و به این وسیله توانستند گستره‌ی انرژی الکترون‌ها را تعیین کنند و نتیجه بگیرند طول تپ‌های X فقط 650 آتوثانیه بوده است.

کُراؤس به فیزیکس وب [3] گفت: ”با این تپ‌های آتوثانیه‌ای، برای اولین بار می‌شود دینامیک گستره‌ی وسیع‌ی از فرآیندهای الکترونی درون اتم را بررسی کرد. این تپ‌ها، هم از نظر اهمیت بنیادی تعقیب پرش‌های کوانتومی الکترون مهم اند، هم با آن‌ها می‌شود لیزرهای پربازده X ساخت، که کاربردهای زیاد‌ی در فیزیک، شیمی، و بیوشیمی دارند.“

[1] Ferenc Krausz

[2] Nature **414** 509

[3] PhysicsWeb