

<http://physicsweb.org/article/news/5/9/5>

2001/09/12

پراش الکترون با نور لیزر

برای اولین بار از نور برای پراش هم‌دوس الکترون‌ها استفاده شده است. این تجربه نزدیک هفتاد سال پس از پیش‌بینی نظری این پدیده (پدیده‌ی کاپیتسا - دیرک [1]) انجام شده است. به خاطر لیزرهای قوی مدرن بوده که این مشاهده ممکن شده است. این مشاهده ماهیت موجی و ذره‌ای ماده را روشن‌تر می‌کند. هرمان باتلان [2] و هم‌کارانش از یونیورسیتی آو نیبراسکا [3] امیدوار اند بتوانند از این پدیده برای ساختن یک تداخل‌سنج الکترونی استفاده کنند که ده هزار بار از ابزارهای نوری موجود حساس‌تر باشد [4].

در 1933، پتر کاپیتسا [5] و پاؤل دیرک [6] پیش‌بینی کردند یک موج ایستاده‌ی نور می‌تواند مثل یک توری نوری عمل کند که الکترون‌ها از آن پراشیده می‌شوند. اما برهم‌کنش نور با الکترون ضعیف است و کوشش‌های اولیه برای آشکارکردن پراش الکترونی هم‌دوس شکست خورد، چون چشمه‌های نوری که در دسترس بودند ضعیف بودند.

باتلان و هم‌کارانش برای تولید توری دو لیزر تپ‌ی قوی را به طرف هم هدایت کردند و موج ایستاده‌ی آن به طول چند میلی‌متر تولید کردند. فاصله‌ی دو بیشینه‌ی مجاور در این نقش 266 نانومتر بود، برابر با نصف طول موج نور لیزر. یک باریکه‌ی الکترونی باریک را از این توری گذراندند. آشکارگرهایی به فاصله‌ی 24 سانتی‌متر پشت توری توزیع الکترون‌های پراشیده را تعیین می‌کردند.

چنان که گروه انتظار داشت، یک بیشینه‌ی مرکزی و تعدادی قله‌ی ضعیف‌تر به دست آمد و فاصله‌ی دو قله‌ی مجاور 55 میکرومتر بود، همان‌طور که قانون بزرگ [7] پیش‌بینی می‌کند. ارتفاع قله‌ها اندک‌ی با پیش‌بینی معادله‌ی شرودینگر [8] متفاوت است. (این معادله، هم ویژه‌گی‌ها ذره‌ای و هم ویژه‌گی‌های موجی ماده را توصیف می‌کند.) باتلان

و هم کارانش این عدم توافق را به کامل نبودن هم پوشی لیزرهای سازنده ی توری نسبت می دهند.

نکته ی مهم این که رابطه ی فازی الکترون ها حین عبور از توری عوض نمی شود. تداخل سنجی یک کاوه ی قدرت مند برای ساختار ماده است، و اساس آن شکستن و باز ترکیب چنین باریکه های هم دوس ی است. اگر فاز دوباریکه یک سان باشد، این دوباریکه به طور سازنده با هم ترکیب می شوند و یک سیگنال قوی به دست می آید. اما اگر یک ی از این باریکه ها از یک نمونه ی ماده بگذرد فاز آن تغییر می کند و از ترکیب دوباریکه سیگنال ضعیف تری به دست می آید. با دانستن دقیق شدت این سیگنال بعض ی از ویژه گی های آن نمونه معلوم می شود.

چنان که باتیلان توضیح می دهد، تداخل سنج الکترونی بسیار حساس است، چون طول موج متناظر با الکترون های آن حدود ده هزار بار کوچک تر از طول موج نور است. باتیلان به فیزیکس وب [9] گفت: ”پدیده های بسیار کوچک هم می توانند باعث تغییر فاز باریکه ی الکترونی شوند. با چنین تداخل سنج ی می شود میدان الکترومغناطیسی بسیار کوچک مربوط به اتم ها و ذره ها را آشکار کرد.“

- [1] Kapitza-Dirac
- [2] Herman Batelaan
- [3] University of Nebraska
- [4] Nature **413** 142
- [5] Peter Kapitza
- [6] Paul Dirac
- [7] Bragg
- [8] Schrödinger
- [9] PhysicsWeb