

<http://physicsweb.org/article/news/6/4/4>

2002/04/09

میکروسکپ‌ها به مقیاس‌های کوچک‌تر می‌روند

پژوهش‌گران ی در آلمان تیزترین تصویرها بی را که تا کنون با روش‌های اپتیکی تهیه شده تولید کرده اند. شتيفان هیل [1] و مارکوس دوبا [2] از مؤسسه‌ی شیمی زیست‌فیزیکی ماکس پلانک [3]، با استفاده از روش‌های اپتیکی معمولی، از توده‌های باکتری بی به اندازه‌ی فقط 33 نانومتر تصویربرداری کردند. اندازه‌ی این توده‌ها $1/23$ برابر طول موج نوری بود که به آن‌ها تابانده شده بود. این دست‌یافته نشان می‌دهد میکروسکپ‌های اپتیکی میدان دور می‌توانند کاملاً ورای به اصطلاح حد پراش هم کار کنند، بی آن که از ماهیت کوانتومی نور استفاده کنند [4].

مدت‌ها است تصور دانش‌پیشه‌ها این است که به‌ترین تفکیک هر میکروسکپ حدود نصف طول موج نوری است که به جسم می‌تابد. به این محدودیت حد پراش می‌گویند. یک راه به‌بود تفکیک میکروسکپ‌ها استفاده از تابش‌های با طول موج کم‌تر (مثل پرتوی ایکس) است. اما این روش حد پراش را حذف نمی‌کند و برای بعضی از نمونه‌های زیستی هم نامناسب است. اخیراً با روش‌های کاوه‌ی روبشی (که در آن‌ها نمونه را با چشمه‌های ریز نور مورد تابش قرار می‌دهند) به تفکیک‌های زیاد ی ورای حد پراش دست یافته اند.

هیل و دوبا دو روش را ترکیب کرده اند و از باکتری بی رنگ‌شده با یک رنگ فعال نوری، تصویر ی با حرثیات ی بی سابقه تهیه کرده اند. هردوی این روش‌ها (به اسم میکروسکپی تخلیه‌ی گسیل القایی و میکروسکپی هم‌کانونی 4π) نشان داده اند می‌شود حد پراش را در نوردید.

ابتدا یک تپ لیزر ناحیه‌ی کوچک ی از نمونه‌ی باکتری مورد نظر را روشن می‌کند (کوچک‌ترین ناحیه ای که از نظر حد پراش ممکن است). این تپ لیزر مولکول‌های رنگ

این ناحیه را برانگیخته می‌کند. سپس یک تپ‌لیزر دیگر ناحیه ای را روشن می‌کند که با ناحیه‌ی شامل مولکول‌های برانگیخته اشتراک دارد. این لیزر دوم باعث می‌شود مولکول‌های برانگیخته انرژی اضافی‌شان را به شکلی نور بگسیلند و به حالت پایه برگردند. مدت ی بعد، بقیه‌ی مولکول‌های برانگیخته هم به‌طور طبیعی به حالت پایه برمی‌گردند و از ناحیه ای نور می‌گسیلند کوچک‌تر از آن چه از نظر حد پراش ممکن است. با این روش به‌تنهایی، تفکیک‌ها بی تا حد یک دهم طول موج نور به کار رفته به دست آمده است.

هل و دوبایا، با اصلاح مرحله‌ی واهلش طبیعی، تفکیک را از این هم به‌تر کردند. وقت ی نزدیک است مولکول‌های رنگ نور بگسیلند، دو تپ‌لیزر دیگر به نمونه می‌تابند، اما آن را بر نمی‌انگیزانند. نمونه این تپ‌ها را باز می‌تاباند و آن‌ها با هم ترکیب می‌شوند و موج ایستاده ای می‌سازند که فقط یک کمینه‌ی مرکزی دارد. این موج ایستاده مثل یک پالایه عمل می‌کند و نور گسیلیده از فقط کسر کوچک ی از مولکول‌های رنگ را از خود می‌گذراند. عملاً، اندازه‌ی ناحیه‌ی نورگسیل به فقط $1/23$ برابر طول موج تپ لیزر کاهش می‌یابد.

هل به فیزیکس وب [5] گفت: ” این اولین باری است که یک میکروسکپ نوری کانونی به حوزه‌ی چندده نانومتر رسیده است. قبلاً تصور می‌شد این کار غیرممکن است.“

هل و دوبایا تپ‌های نور مرئی و فروسرخ نزدیک را به کار بردند، که برای گاف انرژی رنگ به کار رفته مناسب بود. اما آن‌ها خوش بین اند که اگر سیستم‌شان برای نور فرابنفش تنظیم شود، می‌شود به تفکیک حدود 17 نانومتر رسید. به گفته‌ی هل، این روش را می‌شود طی دوسه سال به شکل یک روش کاربردی درآورد. این پژوهش‌گران معتقد اند دست‌گاه‌ها یی که بر اساس این روش کار می‌کنند، در میکروولیتوگرافی و انبارش اپتیکی داده‌ها کاربرد خواهند داشت. این‌ها دو زمینه اند که فیزیک‌پیشه‌ها در آن‌ها دائماً به دنبال دستیابی به مقیاس طول‌های هرچه کوچک‌تر، با استفاده از نور مرئی اند.

[1] Stefan Hell

[2] Marcus Dyba

[3] Max Planck

[4] Physical Review Letters 88 163901

[5] PhysicsWeb