

<http://physicsweb.org/article/news/5/7/7>

2001/07/11

پرتوی X از واکنش‌های شیمیایی عکس می‌گیرد

با یک روش لیزری جدید، اولین تصویر مستقیم یک واکنش شیمیایی سریع روی یک سطح به دست آمده است. به گفته‌ی مارگارت مِرین [1] و هم‌کارانش از یونیورسیتی آو کُلرادو [2] و یونیورسیتی آمیشیگان [3] در ایالات متحد، تپ‌های فراسریع X رفتار مولکول‌های اکسیژن روی یک سطح پلاتینی را آشکار کرده‌اند. این گروه معتقد است شیمی‌پیشه‌ها با این روش می‌توانند گستره‌ی وسیع‌ی از واکنش‌های سطحی را بکاوند، که بسیاری از آن‌ها در کار کاتالیزرها کلیدی‌اند [4].

بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی طی فقط چند پیکوثانیه رخ می‌دهند. (هر پیکوثانیه 10^{-12} ثانیه است.) برای بررسی واکنش‌های بین گازها یا محلول‌ها روش‌های مختلف وجود دارد، اما دینامیک واکنش‌های سطحی هنوز به خوبی شناخته نشده است. در کارهایی که پیش از این برای مشاهده‌ی این واکنش‌ها انجام شده بود، همیشه تصویرهای پیش از واکنش و پس از واکنش به دست می‌آمد. اما با ابداع تپ‌های لیزر به پهنای فقط چندده فمتوثانیه (هر فمتوثانیه 10^{-15} ثانیه است) مِرین و هم‌کارانش توانسته‌اند آن چه بین حالت اولیه و حالت نهایی رخ می‌دهد را هم مشاهده کنند.

گروه مِرین یک بلور پلاتین را تا حدود 78 کلوین سرد کرد. در این دما مولکول‌های اکسیژن یک الکترون از پلاتین می‌گیرند و با آن پیوند برقرار می‌کنند. این پدیده (جذب شیمیایی) لایه‌ی یک‌نواختی از اتم‌های اکسیژن روی سطح پلاتین درست می‌کند. گروه سطح پلاتین را با لیزرهای فروسرخ برانگیخت. این لیزرها الکترون‌های پلاتین را برمی‌انگیزند، و الکترون‌های برانگیخته به درون پیوند اکسیژن-پلاتین مهاجرت می‌کنند. برای سنجش اثر این فرآیند بر پیوند، سطح را با تپ‌های پرتوی X نرم بمباران کردند. پهنای این تپ‌ها کم‌تر از 10 فمتوثانیه بود. این تپ‌ها الکترون‌های نوار ظرفیت کمپلکس

اکسیژن-پلاتین را به بیرون پرتاب می‌کنند. انرژی این الکترون‌ها ساختار کمپلکس را آشکار می‌کند. هنری کپتین [5] (یک ی از سرپرست‌های گروه) به فیزیکس وب [6] گفت: ”طیف‌سنجی فتوالکترون، برای بررسی شیمی و فیزیک سطح مفید بوده است، چون الکترون‌ها فقط از چند لایه‌ی اتمی اول گسیل می‌شوند.“

میرین و هم‌کارانش با استفاده از این تپ‌های کوتاه X توانستند از پیش‌رفت واکنش چندین طیف فتوگسیلی بگیرند. کلی واکنش حدود نیم پیکوثانیه طول کشید. طیف‌هایی که این گروه گرفته مثل یک فیلم اند، که نشان می‌دهد با نفوذ الکترون‌های اضافی به درون پیوندها، مولکول‌های اکسیژن روی سطح پلاتین تاب می‌خورند. طی چند پیکوثانیه، مولکول‌ها به وضع قبلی‌شان بر می‌گردند.

کپتین می‌گوید: ”شیمی سطح از نظر فناوری بسیار مهم است. مثلاً در مبدل‌های کاتالیزگری آگزوز اتومبیل تعداد زیادی مولکول اکسیژن روی دانه‌های پلاتینی قرار دارند.“ به گفته‌ی کپتین، قدم بعدی القای واکنش بین دو مولکول مختلف روی یک سطح است، مثلاً تولید کربن دی‌اکسید از اکسیژن و کربن منواکسید. او می‌گوید: ”با دنبال کردن دینامیک چنین واکنش‌ها بی می‌شود کنترل آن‌ها را هم آموخت.“

- [1] Margaret murnane
- [2] University of Colorado
- [3] University of Michigan
- [4] Physical Review Letters **87** 025501
- [5] Henry Kapteyn
- [6] PhysicsWeb