

<http://physicsweb.org/article/news/5/3/6>

2001/03/14

عکس برداری از اتم با پرتوی X

فیزیک‌پیشه‌ها برای اولین بار توانسته‌اند با پرتوی X مستقیماً تصویری از اتم‌های درون یک بلور سیلیسیم تهیه کنند. پاول کُرتسکی [1] و گرهارد مایترلیک [2] از هازی لاب [3] در هامبورگ آلمان این دوربین اتمی را طرح کرده‌اند. این دوربین نقش‌های تداخلی حاصل از عبور پرتوی X از درون بلور را کنار هم می‌گذارد و یک تصویر سه‌بعدی درست می‌کند [4].

نکته‌ی نو در روش کُرتسکی و مایترلیک این است که (بر خلاف روش‌های قبلی) در آن از پرتوی X سفید (یعنی با طیف گسترده) استفاده می‌شود نه پرتوی X تک‌رنگ. ضمناً در این روش تصویر فضای واقعی ساختار اتمی تهیه می‌شود، در حالی که در روش‌های دیگر اطلاعات پیچیده‌ای در باره‌ی فاز امواج پراکنده جمع می‌شود، که باید آن‌ها را به‌طور ریاضی ترکیب کرد تا تصویر واقعی به دست آید.

پرتوی X کاوه‌ی ایده‌آل برای ساختارهای اتمی است، چون طول‌موج پرتوی X با فاصله‌ی اتم‌ها در بلور قابل‌مقایسه است. اما در روش‌های فعلی برآسای پرتوی X محدودیت‌هایی از نظر تفکیک و کاربرد وجود دارد. در ابزارهایی که پرتوی X را با عدسی کانونی می‌کنند، مشکل این است که عدسی باید کوچک باشد؛ این تفکیک ابزار را به حدود 10 nm محدود می‌کند، و با این تفکیک نمی‌شود تک‌تک اتم‌ها را مشخص کرد. مشکلی پراش پرتوی X، به اصطلاح مسئله‌ی فاز است: شدت نقش پراش به محل دقیق اتم‌ها بستگی ندارد و به همین خاطر تبدیل داده‌های فاز به تصویر فضای واقعی ساختار اتمی ناممکن است.

نمونه‌ای که کُرتسکی و مایترلیک به کار بردند یک ویفر سیلیسیم به کلفتی $300 \mu\text{m}$ بود. اما این ویفر ضمناً کار فتودی‌ود را هم می‌کند و با استفاده از جریان تولید شده در

آن درجه‌ی تداخل پرتوی X در هر نقطه‌ی بلور تعیین می‌شود. با ترکیب این داده‌های فتوجریان با پرتوی X-فرودی، یک تصویر دوبعدی از بلور به دست می‌آید. کُرتسکی و ماترلیک بلور را به آرامی چرخاندند و هشت تا از این تصاویر را تهیه کردند. با این‌ها تصویر سه‌بعدی بازسازی شد.

کُرتسکی و ماترلیک ضمناً دریافتند هر چه طیف پرتوی X پهن‌تر باشد (یعنی تعداد طول‌موج‌ها موجود در آن بیش‌تر باشد) تصویر واضح‌تر می‌شود. علت این است که با پهن شدن گستره‌ی طول‌موج‌ها، فریزهای ضعیف لبه‌ی نقش‌پراش از بین می‌روند، تا جایی که فقط قله‌ی مرکزی نقش‌پراش (فریز مرتبه‌ی صفر) باقی می‌ماند.

شاید با این روش جدید بشود فهمید اتم‌های آلاینده دقیقاً کجای بلوراند. با روش‌های فعلی، این کار ممکن نیست. چون در این روش تصویربرداری مستقیم ممکن است، تک‌صفحه‌های بلور را به‌ساده‌گی می‌شود بررسی کرد. در روش‌های فعلی، برای ساختن تصویر فضای واقعی داده‌های حاصل از همه‌ی زاویه‌های بلور لازم است.

- [1] Pawel Korecki
- [2] Gerhard Materlik
- [3] HASYLAB
- [4] Physical Review Letters **86** 2333