

LẦN ĐẦU TIÊN QUAN SÁT ĐƯỢC TIA QUANG HỌC AIRY

Lisa Zyga

Lần đầu tiên các nhà khoa học đã quan sát được chùm tia quang học bất thường được gọi là tia Airy. Không giống những tia sáng khác, tia Airy có khả năng duy trì sự nhiễu xạ trong một quãng cách xa, và có thể tăng tốc tự do trong quá trình truyền ánh sáng.

Các nhà khoa học gồm: Georgios Siviloglou, John Broky, Aristide Dogariu, và Demetrios Christodoulides đến từ trường đại học CREOL - Đại học Trung tâm Florida (UCF) hy vọng những đặc điểm lạ thường của tia Airy sẽ được ứng dụng trong thao tác phần tử và các phương tiện truyền thông phi tuyến. Nghiên cứu của nhóm được xuất bản trên Physical Review Report, đã mô tả quá trình quan sát tia Airy từ hình dạng không gian một chiều và hai chiều.

Cái tên Airy xuất phát từ "airy integral" được ông George Biddell Airy giới thiệu vào những năm 1930 để giải thích hiện tượng tự quang ở cầu vồng. Tia Airy lần đầu tiên được dự đoán vào năm 1979 bởi 2 nhà khoa học Michael Berry và Nandor Balazs trong phạm vi cơ lượng tử. Họ phát triển lý thuyết về sự tồn tại của các phần tử tự do, được miêu tả bởi phương trình Schrödinger, có thể sinh ra chùm tia Airy không phát tán trong quá trình truyền – nói khác là không bị nhiễu xạ. Đáng chú ý là chùm tia Airy có khả năng tăng tốc tự do đặc biệt, thậm chí khi có mặt của các tác nhân bên ngoài.

Biểu đồ 2D của tia Airy.

(Ảnh: Georgios Siviloglou et al)

"Chúng tôi không hiểu tại sao dự đoán tuyệt vời đã từng mang danh tiếng cho Michael Berry lại bị lãng quên", Christodoulides nói với PhysOrg.com. "Chúng tôi nghĩ một phần do nó được xuất bản lần đầu tiên trong một tờ báo không tên tuổi. Vấn đề thứ hai liên quan đến việc tiến hành thí nghiệm. Chỉ vừa mới đây thôi chúng tôi mới nhận ra tia Airy bị cắt theo hàm mũ có quang phổ năng lượng Gau-xơ, do đó có thể được tạo ra dễ dàng từ chùm tia Gau-xơ."

Các nhà nghiên cứu thuộc UCF nhận thấy sự tồn tại của hai loại tia không nhiễu xạ hai chiều khác như cái được gọi là tia Bessel được sinh ra do sự xếp chồng theo hình nón của các tia phẳng. Do đặc tính không nhiễu xạ, tia Bessel về lý thuyết mang năng lượng vô tận. Tuy nhiên do thiếu không gian và năng lượng nên tia Bessel bị cắt đoạn và nhiễu xạ trong quá trình truyền ánh sáng.

Khác với tia Bessel và các tia không nhiễu xạ khác, tia Airy không sinh ra từ sự chồng các tia sáng theo hình nón. Hơn nữa, các nhà nghiên cứu tạo ra tia Airy bằng cách sử dụng một thiết bị điều

chỉnh ánh sáng không gian kiểm soát qua máy tính. Thiết bị này đồng bộ tia Gau-xơ, trên máy quay CCD sẽ hiển thị hình ảnh của quá trình. Các nhà khoa học sử dụng nhiều mặt nạ đồng bộ khác nhau để tạo ra tia Airy một chiều hoặc hai chiều.

Họ cũng quan sát thấy đặc điểm cường độ cục bộ của tia Airy khiến nó tăng tốc tự do. Đó là vì loại tia này tương đồng với chức năng sóng của các phần tử cơ lượng tử được quan sát trong trạng thái rơi tự do. Mặc dù khối lượng trung tâm của tia không đổi, cường độ cục bộ chạy theo đường cong hình parabol trong khoảng 25-30 cm trước khi trải qua giai đoạn nhiễu xạ. Ngược lại một tia Gau-xơ bình thường cùng kích cỡ sẽ trải rộng gấp 24 lần cùng trong khoảng đó.

"Tia sáng này có khả năng tăng tốc tự do hoặc tự bẻ cong trong quá trình truyền ánh sáng mà không thay đổi hình dạng", Christodoulides giải thích. "Người ta vẫn biết rằng ánh sáng đi theo đường thẳng, nhưng trong trường hợp này, tia Airy lại đi theo đường cong hình parabol giống như chuyển động của một viên đạn đại bác dưới tác động của lực trọng trường."

Các nhà khoa học giải thích rằng, nhờ có khả năng điều chỉnh tách biệt hai tham số x và y của tia Airy, sự tăng tốc của loại tia không nhiễu xạ này có thể kiểm soát được. Họ cho biết, chỉ cần thay đổi kỹ thuật hơi khác một chút khi phát sinh chùm tia Airy một chiều có thể sinh ra mạch Airy không tán sắc đầu tiên trong các sợi quang học. Thêm vào đó, tia Airy không nhiễu xạ hứa hẹn rất có ích trong các thao tác phần tử và các phương tiện truyền thông phi tuyến.

Theo ông Christodoulides: "Chùm tia này không đối xứng về cường độ, ứng dụng của nó còn đang được nghiên cứu. Hơn nữa, vùng bức xạ không chuyển động theo đường thẳng của tia Airy (có chứa tới hơn 50% năng lượng của nó) có thể được dùng để phân tán các phần tử bằng áp suất bức xạ."