

BIẾN NGUYÊN TỬ RUBIDI THÀNH MỘT MÁY CHỦ ĐƠN PHOTON

Mỗi lần bạn bật một bóng đèn, có năng lượng của từ 10 đến 15 hạt photon hữu hình, các hạt cơ bản của ánh sáng, sẽ chiếu sáng căn phòng mỗi giây. Nếu như vậy là quá sáng đối với bạn, hãy thấp một ngọn nến. Nếu như vậy cũng còn quá sá

Một nhóm các nhà vật lý trong nhóm của giáo sư Gerhard Rempe tại Viện Quang Học Lượng Tử Max Planck ở Garching gần Munich (Đức), vừa chế tạo được một máy chủ photon đơn, dựa trên một đơn nguyên tử trung hòa bị bẫy. Chất lượng cao của những hạt đơn photon này và tính khả dụng sẵn sàng của chúng rất quan trọng cho các thí nghiệm xử lý thông tin lượng tử bằng các đơn photon trong tương lai. Trong lĩnh vực tương đối mới là xử lý thông tin lượng tử thì mục tiêu là tận dụng các máy lượng tử để có thể tính toán một số nhiệm vụ nhất định đạt hiệu quả hơn rất nhiều so với một máy tính cổ điển.

Một đơn nguyên tử, do bản chất của nó, chỉ có thể phóng ra một photon mỗi lần. một hạt đơn photon có thể được tạo ra tùy ý bằng cách tác dụng một xung laser lên một nguyên tử bị bẫy. Bằng cách đặt một nguyên tử đơn vào giữa hai gương phản chiếu cao, được gọi là hốc, thì tất cả những hạt photon này sẽ được phát ra theo cùng một hướng.

So sánh với các phương pháp tạo đơn photon khác, thì các hạt photon này chất lượng rất cao, nghĩa là có sự biến thiên năng lượng ít và ta có thể kiểm soát được các tính chất của chúng. Chẳng hạn như, có thể làm chúng trở nên đồng nhất, một tính chất rất cần thiết cho các tính toán lượng tử. Mặt khác, cho đến hiện giờ, không thể bẫy một nguyên tử trung hòa trong một hốc và cùng một lúc tạo ra các đơn photon trong một thời gian đủ dài để có thể sử dụng các photon này một cách thiết thực.

Một đơn nguyên tử bị bẫy trong một hốc tạo ra một đơn photon sau khi được kích hoạt bằng xung laser. (Ảnh: Viện Quang Học Lượng Tử Max Planck)

Năm 2005, nhóm nghiên cứu của giáo sư Rempe đã tăng được số lần bẫy các đơn nguyên tử trong một hốc một cách đáng kể bằng cách sử dụng phương pháp làm nguội hốc ba chiều. Trong bài viết này, họ công bố các kết quả về việc họ đã có thể kết hợp phương pháp làm nguội hốc này với việc tạo ra các đơn photon theo một cách mà một đơn nguyên tử có thể phóng ra 300.000 photon.

Trong hệ thống hiện tại của họ, thời gian mà một nguyên tử khả dụng thì dài hơn rất nhiều thời

gian cần để làm nguội và bẫy nguyên tử. Bởi vì hệ thống này có thể vận hành với một chu kỳ tải lớn nên việc phân bổ các photon đến người sử dụng đã có thể thực hiện được. Hệ thống này hoạt động như một máy chủ đơn photon.

Thí nghiệm này sử dụng một bẫy quang học manhêto để tạo ra các nguyên tử rubidi trong một buồng chân không. Các nguyên tử này sau đó được bẫy bên trong hốc trong điện thế lưỡng cực của tia laser hội tụ. Bằng cách tác dụng một chuỗi xung laser từ mặt bên, một dòng đơn photon sẽ được phóng ra từ hốc. Giữa mỗi lần phóng ra một photon đơn lẻ, nguyên tử được làm lạnh để ngăn nó không di chuyển khỏi bẫy.

Để chứng minh là không có hơn một photon được sản xuất ra sau mỗi xung laser, dòng photon được hướng vào máy tách tia, máy này hướng 50% hạt photon vào một máy dò và 50% còn lại vào máy dò thứ hai.

Một đơn photon sẽ được dò hoặc bởi máy dò 1 hoặc bởi máy dò 2. Nếu 2 máy dò dò trùng khớp nhau, thì ắt hẳn có hơn một photon hiện diện trong xung laser. Như vậy, nếu không có sự trùng khớp thì điều đó chứng tỏ rằng, chỉ một và không hơn một photon được tạo ra cùng một lúc, một điều được minh chứng rất thuyết phục trong nghiên cứu này.

Với tiến triển được công bố hiện giờ, việc xử lý thông tin lượng tử bằng photon đã tiến đến một bước gần hơn. Bằng cách vận hành máy chủ đơn photon, giáo sư Gerhard Rempe và nhóm nghiên cứu của mình đã sẵn sàng để đảm nhiệm các thử thách kế tiếp như là thí nghiệm nguyên tử-photon quyết định luận và thí nghiệm móc nối nguyên tử - nguyên tử (atom-atom entanglement).

Thanh Vân