

LÀM LẠNH VỚI POLARITON

Chiếu ánh sáng vào một đối tượng để làm giảm nhiệt độ của nó dường như là một cách khá lạ lùng, tuy nhiên làm lạnh bằng laser thường xuyên được sử dụng trong vật lý, đặc biệt để tạo nên các mẫu ngưng tụ siêu lạnh. Tuy nhiên giờ đây

Mặc dù Jacob Khurgin tại Đại học Hopkins chưa chứng thực công nghệ nói trên bằng thực nghiệm, nhưng ông đã định lượng được rằng điều này sẽ dẫn tới một cách làm lạnh hiệu quả hơn nhiều cho các đầu thu hồng ngoại và các thiết bị điện tử khác (Phys. Rev. Lett. 98 177401)

Chất rắn có thể được làm lạnh nếu nó hấp thụ một lượng tử ánh sáng (photon) ở một năng lượng và sau đó tái bức xạ một photon ở năng lượng cao hơn. Chừng nào năng lượng phát ra còn lớn hơn một chút năng lượng thu vào thì nhiệt độ của vật sẽ còn giảm. Hiệu ứng này, được biết như là hiệu ứng phản-huỳnh quang Stokes (anti-Stokes photoluminescence), đã được sử dụng từ giữa thập kỷ 90 để làm lạnh các loại kính pha tạp Yb và các nguyên tố đất hiếm nặng khác.

Tuy nhiên, sự cố gắng làm lạnh bằng laser áp dụng cho chất bán dẫn là khó hơn rất nhiều bởi vì các photon được hấp thụ sẽ tạo ra một cặp điện tử-lỗ trống mà cặp này chỉ thỉnh thoảng mới tái hợp để tạo ra một photon có năng lượng cao hơn. Thay vào đó, quá trình tái hợp thường xuyên đem lại kết quả là nhiệt được tỏa ra xung quanh mạng. Thậm chí, nếu quá trình tái bức xạ xảy ra, đó là một cơ hội tốt cho photon mới sẽ được tái hấp thụ bởi chất bán dẫn, càng làm tăng khả năng cho quá trình làm nóng.

Lời giải của Khurgin là đưa một lượng nhỏ khối kim loại, như bạc Ag, kích thước khoảng 10nm, thay vào chất bán dẫn. Điều này được làm để tận dụng hiệu ứng làm lạnh của mặt plasmon-polariton (surface of plasmon polaritons: SPPs), cái mà tồn tại trên bề mặt kim loại. SPPs là các dao động lượng tử xuất hiện từ sự tương tác giữa ánh sáng với các điện tử dẫn trong kim loại.

Trong khi SPPs được tìm ra một cách thông thường trên bề mặt kim loại, Khurgin đã tính toán rằng nếu bề mặt kim loại và bán dẫn được chia tách bởi một khe rất hẹp, thì SPPs có thể được tạo trong phạm vi chất bán dẫn bởi quá trình tái hợp lại của các cặp điện tử-lỗ trống (xem hình vẽ). Khurgin cũng đã tính toán rằng, gần như tất cả các SPPs đó có thể thoát ra khỏi chất bán dẫn và trả lại đến 99.9% năng lượng của chúng cho kim loại - và vì vậy sẽ làm lạnh chất bán dẫn.

Khurgin nói rằng, nếu bạc Ag được sử dụng như kim loại và Gallium nitride (GaN) như chất bán dẫn, mỗi SSP phải đưa năng lượng ra đến gần ba lần so với photon. Ông tiên đoán rằng thiết bị có thể đạt được hiệu suất làm lạnh đến 3%, đủ cho các ứng dụng thực tế. Theo Khurgin, công nghệ có thể cho phép các chất bán dẫn trong các thiết bị điện tử được làm lạnh trực tiếp, hơn là phải sử dụng các máy làm mát bên ngoài. Điều này có thể là đặc biệt quan trọng cho việc thiết kế xếp chặt các đầu thu hồng ngoại được sử dụng trong các vệ tinh quan sát Trái đất, hay trong các thiết bị nhìn ban đêm sách tay... Công trình này vừa được xuất bản trên tạp chí danh tiếng Physical Review Letters (Phys. Rev. Lett. 98 177401).

Elektron

Theo PhysicsWeb.org & Physical Review Letters, Vật lý Việt Nam