

ĐO ĐẠC TRỰC TIẾP NHỮNG THĂNG GIÁNG TRONG ĐÔMEN PHẢN SẮT TỪ

Các nhà vật lý từ lâu đã có thể đo đạc được những thăng giáng nhiệt rất nhỏ trong quá trình từ hóa các vật liệu sắt từ (ví dụ như Fe), nhưng đo đạc những thăng giáng tương tự trong các vật liệu phản sắt từ (ví dụ như Cr) thì lại khó

Các nhà vật lý Mỹ và Anh vừa lần đầu tiên đo được những thăng giáng này trong trong vật liệu phản sắt từ và phát hiện ra ở nhiệt độ thấp một cách kinh ngạc. Điều này có nghĩa là nó có thể gây ra nhiều khó khăn khi sử dụng các vật liệu phản sắt từ trong một số linh kiện lưu trữ và linh kiện spintronics (Các kết quả này vừa được công bố trên tạp chí Nature số 447).

Các chất sắt từ (mà điển hình là sắt) chứa các "vùng" nhỏ mà trong mỗi vùng đó các mômen từ định hướng song song theo một chiều nhất định. Trong toàn bộ vật sắt từ ở trạng thái khử từ, các mômen từ của các vùng này (gọi là các đômen) sẽ định hướng theo nhiều phương khác nhau, tuy nhiên khi ta đặt từ trường vào thì các mômen từ của các đômen có xu hướng định hướng theo cùng một chiều tạo nên từ độ khối của vật từ - và từ độ này được giữ lại khi từ trường bị ngắt bỏ (trạng thái từ dư).

Các đômen sắt từ (Ảnh: Vatllyvietnam)

Từ lâu người ta cũng biết rằng năng lượng nhiệt có thể gây ra các dịch chuyển ngẫu nhiên tại biên giữa các đômen (gọi là vách đômen). Các nhiễu loạn này có thể ghi nhận thông qua việc quan sát các bước nhảy bậc trong quá trình từ hóa (gọi là bước nhảy Bakhausen) khi từ hóa các vật sắt từ. Tuy nhiên, đo đạc những thăng giáng như thế trong các vật liệu phản sắt từ thì lại không dễ dàng chút nào. Vấn đề ở chỗ các vật liệu này có các mômen từ sắp xếp thành 2 phân mạng đối song song với nhau và chúng không có từ độ trên toàn khối. Vì thế mà không thể ghi nhận những thăng giáng này bằng các phương pháp dò từ truyền thống được.

Mới đây, nhóm của Shpyrko cùng các cộng sự ở Phòng Thí nghiệm Quốc gia Argonne (Chicago, Mỹ) đã xây dựng một phương pháp để có thể "nghe trộm" những thăng giáng trong vách đômen của kim loại phản sắt từ Cr bằng cách sử dụng chùm tia X kết hợp ở nguồn bức xạ Argonne's Advanced Photon Source, cùng với sự hợp tác của các nhóm nghiên cứu đến từ Đại học Chicago (Mỹ) và University College London (Anh).

Nhóm đã khai thác một đặc tính là tính phản sắt từ trong Cr chủ yếu phát sinh từ các điện tử dẫn hơn là từ các mômen từ nguyên tử. Các điện tử này tồn tại trong các sóng mật độ spin (Spin density waves - SDWs), mà ở đó mật độ spin của điện tử thay đổi theo hàm sin (cả về chiều, độ lớn) với vị trí - gọi là sóng spin. Mặc dù tia X không thể dò tìm một cách trực tiếp sóng spin, mỗi sóng spin lại tỉ lệ với sóng mật độ điện tích điện tử (charge density wave - CDW), mà sự có mặt của sóng này có thể được ghi nhận bằng cách sử dụng kỹ thuật phổ tương quan photon tia X (X-ray photon correlation spectroscopy - XPCS).

Sơ đồ nguyên lý kỹ thuật đo đạc (a) và kết quả (b) (Ảnh trên Nature 447, 68, 2007)

Nhóm đã sử dụng một chùm tia X kết hợp tán xạ trên mẫu Cr, tạo ra một phổ giao thoa gọi là các vết đốm mà được ghi nhận bởi một CCD camera. Sự có mặt chính xác của các phổ vết đốm liên quan đến sự sắp xếp của sóng mật độ điện tích trong những phần nhỏ của mẫu. Bằng cách quan sát sự thay đổi các vết đốm theo thời gian, nhóm của Shpyrko có thể quan sát được những sự thay

đổi trong đômên phản sắt từ ở khoảng cách nhỏ tới 1 micron.

Shpyrko phát biểu trên Tạp chí Physicsweb rằng nhóm cũng hơi ngạc nhiên khi quan sát thấy những thăng giáng đômên xảy ra trong khoảng thời gian 1 h, ở nhiệt độ thấp tới 4 K. Các nhà vật lý thường xem vách đômên như là một cấu trúc khá lớn và đòi hỏi một năng lượng nhiệt đủ lớn để làm dịch chuyển. Kết quả này cho phép các nhà nghiên cứu giả thiết rằng ở nhiệt độ rất thấp, các vách đômên có thể dịch chuyển nhờ hiệu ứng chui hầm lượng tử.

Các vật liệu phản sắt từ hiện đang được dùng nhiều trong các đầu đọc của ổ cứng máy tính và hứa hẹn khả năng sử dụng trong các linh kiện spintronics, có thể điều khiển cả hai thuộc tính spin và điện tích của điện tử trong quá trình xử lý thông tin. Tuy nhiên, trong các công nghệ của tương lai đòi hỏi sự chính xác về vị trí của các vách đômên thì hiệu ứng thăng giáng do chui hầm lượng tử này có thể gây những ảnh hưởng nhất định. Và theo Shpyrko thì giải pháp có thể là tạo ra các sai hỏng hoặc tạp chất trong vật liệu phản sắt từ để hãm sự dịch chuyển này.

Hiện nay các nhà nghiên cứu đang tập trung việc sử dụng kỹ thuật này để nghiên cứu các vật liệu từ với có cả các đômên sắt từ và phản sắt từ. Shpyrko cũng tin rằng kỹ thuật này có thể sử dụng để nghiên cứu các chuyển pha lượng tử trong các vật liệu phản sắt từ.

Vạn lý Độc hành