

ĐỊNH NGHĨA CHÍNH XÁC AMPERE BẰNG MỘT ELECTRON TẠI MỘT THỜI ĐIỂM

Đây là một phương pháp mới để định nghĩa a ampere, đơn vị chuẩn của cường độ dòng điện, một cách chính xác hơn, được xây dựng do công của các nhà vật lý ở Phần Lan và Mỹ. Nhóm nghiên cứu được dẫn dắt bởi Jukka Pekola thuộc trường đại

Ampere, volt và ohm là ba đại lượng cơ bản của điện học. Mặc dù các nhà vật lý đã phát minh ra các phương pháp hiện đại để định nghĩa a volt và ohm một cách vi mô (các phương pháp đo hiệu điện thế Josephson và hiệu ứng Hall lượng tử), nhưng cho đến nay, như thí nghiệm đo ampere chính xác nhất vẫn chỉ là lặp lại kỹ thuật đo đã được đưa ra từ thế kỷ 19.

"Thiết bị gọn nhẹ một cửa này của chúng tôi dễ dàng được sử dụng cho nhiều linh kiện khác nhau qua các kênh song song để tạo cường độ dòng điện đầu ra lớn hơn," Pekola phát biểu. "Mức cường độ dòng điện nhỏ đã là một cản trở trong việc tạo ra các bơm cường độ dòng đơn electron, và nghiên cứu của chúng tôi hy vọng giải quyết được bài toán khó này".

Ngày nay, ampere vẫn được định nghĩa a là cường độ dòng điện chạy trong hai dây dẫn song song dài, cách nhau 1 mét, khi lực tương tác giữa chúng có một giá trị xác định. Định nghĩa này dựa trên các phép đo vĩ mô, do đó hình dạng hình học của các dây dẫn sẽ làm hạn chế độ chính xác của phép đo.

Đo dòng điện cực nhỏ

Thay vào đó, giờ đây các nhà vật lý đang muốn định nghĩa a ampere bằng cách tạo ra một nguồn điện cực kỳ chính xác: chỉ giải phóng một electron tại một thời điểm. Mặc dù trước đây, các nhà nghiên cứu đã từng cố gắng tạo ra một thiết bị như vậy để định nghĩa a ampere, nhưng vẫn chưa có ai thành công, vì người ta đã chứng minh rằng công việc đo một dòng điện cực nhỏ như vậy là rất khó.

Giờ đây, Pekola và các đồng nghiệp đã giải quyết được vấn đề này bằng cách tạo ra một bóng bán dẫn đơn điện tử, single-electron transistor (bài báo đã được đăng trên Nature Physics). Thiết bị của họ bao gồm một ốc đảo dẫn điện siêu nhỏ (a small conducting island), được kết nối với bên ngoài thông qua 2 lớp tiếp xúc đường hầm. Electron có thể xuyên hầm thông qua lớp tiếp xúc này, chạy dọc theo vật dẫn rồi lại chui hầm thông qua lớp tiếp xúc kia. Thiết bị cũ ng bao gồm một cổng điện cực (gate electrode), dùng để điều chỉnh dòng electron đi qua vật dẫn, bằng cách đặt vào đó một điện áp.

Lớp tiếp xúc đường hầm thực chất là một lớp cách điện rất mỏng mà các electron có khả năng chui qua nhờ hiệu ứng đường hầm lượng tử. Lớp tiếp xúc được thiết kế nhỏ đến mức lực đẩy giữa các electron sẽ đủ để loại trừ khả năng có nhiều hơn một electron chui qua đường ngầm này, tại một

thời điểm.

Mô hình của linh kiện

Làm lạnh dưới 0,1 K:

Thiết bị này được làm lạnh dưới 0,1 K nhằm tránh sự nhiễu loạn do nhiệt, hai đầu của nó được duy trì một hiệu điện thế 1 chiều không đổi, trong khi điện cực cổng được điều khiển bởi một hiệu điện thế xoay chiều. Con số chính xác các electron đi qua thiết bị trong một chu kỳ dao động điện được xác định bởi biên độ và giá trị trung bình hiệu dụng (mean value) của hiệu điện thế đặt vào cổng điện cực.

Đòng điện đi qua thiết bị vốn là số các electron đi qua đường hầm mỗi chu trình nhân với điện tích của mỗi electron và với tần số dao động điện của nguồn. Tần số dao động điện của nguồn và số các electron đi qua thiết bị mỗi chu trình thì có thể xác định được, điện tích của electron cũng đã được biết trước, do đó, có thể xem thiết bị này là một nguồn điện vô cùng chính xác.

Mặc dù các nhà nghiên cứu vẫn cần nâng cao thêm sự chính xác của thiết bị, Pekola tin rằng bóng bán dẫn này là một trong những ứng cử viên sáng giá để chế tạo một "Tổ hợp logic bơm cường độ dòng điện", nhằm định nghĩa ampere. Trả lời Physicsworld.com, ông cho biết vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách đặt song song 10 thiết bị như vậy với nhau, lúc ấy dòng điện sẽ có độ lớn khoảng 10 pA - đủ lớn để có thể đo đạc.

Mô phỏng hoạt động của bóng bán dẫn một điện tử