

ĐỊNH NGHĨA CHÍNH XÁC ĐƠN VỊ NHIỆT ĐỘ (KELVIN) NHỜ KỸ THUẬT PHỔ LASER

Các nhà vật lý Pháp vừa thực hiện một đo đạc trực tiếp hằng số Boltzmann bằng kỹ thuật phổ laser. Kỹ thuật mới này bao gồm việc quan sát sự hấp thụ ánh sáng của các phân tử amoniac (NH_3), kém chính xác hơn rất nhiều so với các phương pháp hiện tại.

Các nhà vật lý Pháp vừa thực hiện một đo đạc trực tiếp hằng số Boltzmann bằng kỹ thuật phổ laser. Kỹ thuật mới này bao gồm việc quan sát sự hấp thụ ánh sáng của các phân tử amoniac (NH_3), kém chính xác hơn rất nhiều so với các phương pháp hiện tại để xác định hằng số này. Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu lại tin chắc rằng độ chính xác có thể dễ dàng cải thiện và kỹ thuật này có thể giúp cho việc tạo ra định nghĩa mới chính xác hơn về đơn vị nhiệt độ - thang nhiệt giai Kelvin.

Hằng số Boltzmann, k_B , là một hằng số cơ bản của tự nhiên liên hệ năng lượng động lực của các hệ hạt vi mô (ví dụ như phân tử khí...) với nhiệt độ của chúng. Vì thế, nó cũng tạo ra một sự liên kết giữa thế giới vi mô của các nguyên tử, phân tử và các tính chất vĩ mô của hệ ví dụ như áp suất... Hơn nữa, chỉ có duy nhất một kỹ thuật có thể xác định chính xác hằng số này là phương pháp đo vận tốc âm thanh trong khí Argon (Ar), cho độ chính xác 2 phần triệu (2ppm).

Cũng có thể xác định hằng số này từ một số phương pháp khác ví dụ như đo nhiễu trong điện trở, xác định hằng số điện môi của khí, đo bức xạ phát ra từ các vật đen... nhưng đều cho độ chính xác kém hơn rất nhiều. Hiện tại, có nhiều kỹ thuật khác nhau để xác định k_B nhưng cho những sai số hệ thống khác nhau và đều có những ý nghĩa hết sức quan trọng đối với Ủy ban Đo lường Quốc tế tại Paris (International Committee for Weights and Measures - CIPM), đang có kế hoạch định nghĩa lại thang nhiệt độ Kelvin dựa trên hằng số Boltzmann (kế hoạch cho đến năm 2011).

Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của phép đo (Theo Phys. Rev. Lett. 98 250801).

Hiện tại, 1 Kelvin được định nghĩa là $1/273,16$ sự sai khác nhiệt độ giữa không độ tuyệt đối và điểm ba của nước cực kỳ tinh khiết tại một áp suất nhất định. Trong khi kỹ thuật điểm ba có thể định nghĩa 1 Kelvin với độ chính xác tới 1 phần triệu, nhưng vấn đề phức tạp khác nảy sinh là định nghĩa này dựa trên những trạng thái vật lý xác định cần phải tái tạo lại với một khi định nghĩa Kelvin với độ chính xác cao đòi hỏi. Tuy nhiên, CIPM lại muốn định nghĩa Kelvin và các đơn vị SI khác trên cơ sở những hằng số cơ bản. Và trong trường hợp Kelvin, có thể thu được những kết quả chính xác từ những hằng số cơ bản là hằng số Boltzmann và đơn vị giây, có thể cho độ chính xác tới $1/1016$.

Hình 2. Phổ hấp thụ ở các giá trị áp suất khác nhau (Theo Phys. Rev. Lett. 98 250801).

Mới đây, Christian Chardonnet cùng các cộng sự của Institut Galilee, Đại học Paris 13 khẳng định rằng họ đã phát triển kỹ thuật phổ laser để tạo ra một cách khác cho phép đo hằng số Boltzmann với độ chính xác tới một phần triệu. Kỹ thuật này khai thác một thực tế là chuyển động nhiệt của các phân tử NH_3 sẽ làm mờ đi các peak trong phổ hấp thụ quang học trong một quá trình gọi là sự mở rộng vạch phổ do nhiệt. Độ rộng của sự mở rộng vạch phổ được xác định nhờ hằng số k_B cũng như là áp suất và nhiệt độ của khí và tần số ánh sáng hấp thụ. Bằng các đo đạc độ rộng vạch phổ mở rộng là một hàm của áp suất ở nhiệt độ và tần số xác định, nhóm của Chardonnet đã xác định được hằng số k_B với độ chính xác tới 2 phần mười ngàn (cụ thể là $1,38065(26) \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$).

Mặc dù đây chưa phải là độ chính xác mà CIPM mong muốn, nhưng các nhà nghiên cứu tự tin rằng về mặt nguyên lý, kỹ thuật này có thể được cải thiện để cho độ chính xác tới 1 phần triệu. Đặc biệt, nhóm có ý sử dụng các quá trình điều khiển nhiệt độ một cách chuẩn xác hơn trong thí nghiệm để đạt sự ổn định nhiệt độ tới một phần triệu. Đồng thời, nhóm cũng đang có ý định tăng lượng khí NH₃ trên đường truyền của tia laser và cải thiện sự ổn định của tia laser nhằm cho phép thu thập được nhiều dữ liệu hơn trong một thời gian ngắn (một cách để giảm sai số). Có thể xem chi tiết các kết quả vừa công bố trên Phys. Rev. Lett. 98 250801.

Đã đến lúc định nghĩa lại đơn vị nhiệt độ từ các hằng số cơ bản (Ảnh: VatlyVietNam)

Vạn lý Độc hành

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