



100 năm khám phá TIA VŨ TRỤ

STAY IN LANE
← →

FUTURE
↓ ↓

PAST
↓ ↓

Bản Tin Vật Lý

Tháng 8/2012

Bản Tin Vật Lý

Tháng 8/2012

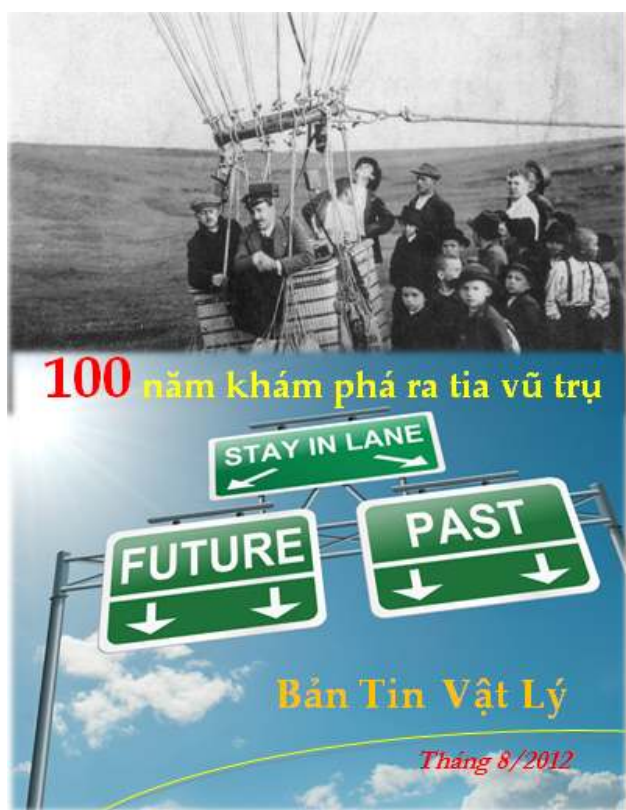
Trang tin phát hành hàng tháng tại thuvienvatly.com

Bản Tin Vật Lý

Thuvienvatly.com

Tháng 8 năm 2012

Trong số này



Ban biên tập

Trần Nghiêm
Trần Triệu Phú

Kỉ niệm 100 năm khám phá ra tia vũ trụ	2
Khám phá hạt Higgs được củng cố thêm bởi phân tích mới	4
Các nhà vật lí giải được câu đố Casimir	8
Lần đầu tiên nhìn tận mắt 20 nguyên tử vàng	10
Hai qubit không tương tác nhưng vướng víu quá khứ - tương lai	11
Tương lai có thể ảnh hưởng đến quá khứ	13
Các nguyên tử cực lạnh mô phỏng sự dẫn điện	16
Laser bán dẫn nhỏ nhất thế giới	17
Trình làng nguyên mẫu 'transistor Mott'	19
Tìm thấy carbon M cứng hơn cả kim cương	21
Bẫy hạt bằng ánh sáng và nhiệt	22
Mô phỏng hiệu ứng Zeeman bằng những giọt chất lỏng phản xạ	24
Lại nói về những tinh thể không thời gian	25
Tìm thấy vệ tinh thứ năm của Pluto	28
Phát hiện sợi dây vật chất tối trong vũ trụ	30
Lần đầu tiên nhìn thấy chuyển động của đám thiên hà	31
Khí tro cũng có thể hình thành phân tử bằng một cơ chế liên kết thứ ba	33



Victor F Hess ngồi trong rổ khí cầu, khoảng năm 1911-1912. Ảnh: VF Hess Society, Schloss Pöllau/Austria

Kỉ niệm 100 năm khám phá tia vũ trụ

Một cơn mưa liên tục gồm những hạt hạ nguyên tử trút xuống từ không gian vũ trụ. Một trăm năm trước, “bức xạ vũ trụ” này đã được khám phá ra bởi nhà vật lí người Áo Victor Franz Hess. Cùng với những đóng góp khác, khám phá của ông đã đặt nền tảng cho một lĩnh vực nghiên cứu mới: vật lí năng lượng cao – ngành nghiên cứu mới đây, chẳng hạn, đã cung cấp cho chúng ta bằng chứng thực nghiệm đầu tiên cho boson Higgs. Một hội nghị kỉ niệm sẽ được tổ chức để ôn lại những cột mốc lịch sử của lĩnh vực nghiên cứu tia vũ trụ và những thí nghiệm trong tương lai.

Khi Hess cho quả khí cầu hydrogen của ông tiếp đất tại Bad Saarow ở bang Brandenburg, Đức, vào giờ ăn trưa ngày 7 tháng 8 năm 1912, ông đã có trong tay một khám phá với những hệ quả vượt xa, cái chắc chắn lúc ấy ông chưa nhận thức hết được. Vào

chuyến bay khí cầu thứ bảy của ông trong năm này, được trang bị ba thiết bị đo ion hóa, Hess đã nhận ra một bức xạ tỏa khắp ở độ cao 5300 mét phía trên hồ Schwieloch ở đông nam Brandenburg. Chỉ sau này thì người ta mới rõ cái gọi là bức xạ vũ trụ này chủ

yếu gồm những hạt nhân nguyên tử tích điện, mang năng lượng cao. Khám phá ra tia vũ trụ đã mang về cho Hess Giải Nobel Vật lí 24 năm sau đó.

“Việc phát hiện ra bức xạ vũ trụ là khám phá của thế kỉ và

mang đến cho chúng ta những kiến thức sâu sắc hoàn toàn mới về vũ trụ,” phát biểu của giáo sư Christian Stegmann, trưởng viện DESY tại Zeuthen ở gần Berlin. “Ngoài ra, nó còn là một bước ngoặt của nền vật lý hạt buổi đầu. Trước khi phát triển các máy gia tốc hạt, nghiên cứu tia vũ trụ dẫn tới khám phá ra nhiều hạt sơ cấp quan trọng, trong số chúng có phản hạt của electron – positron – cũng như muon và pion.”

Viện DESY, Đại học Potsdam, và Viện Lịch sử Khoa học Max Planck ở Berlin đồng tổ chức một hội nghị chuyên đề kỉ niệm 100 năm khám phá ra tia vũ trụ. Từ ngày 6 đến 8 tháng 8, 2012, các nhà khoa học từ khắp nơi trên thế giới sẽ gặp gỡ ở Bad Saarow, nơi Hess hạ cánh quả khí cầu của ông, để trình bày và thảo luận sự phát triển của nhiều lĩnh vực con đa dạng từ những sự khởi đầu lịch sử cho đến những ý tưởng cho những dự án mới.

Cùng với nhà vật lý đoạt giải Nobel, giáo sư James Cronin, một trong những nhà thiết kế của đài thiên văn tia vũ trụ lớn nhất ngày nay, đài "Pierre Auger" ở Argentina, và giáo sư Arnold Wolfendale, nhà thiên văn học Hoàng gia thứ 14, hai người cháu nội của Hess, William và Arthur Breisky cũng đăng kí tham gia hội nghị. Một tượng đài sẽ được khánh thành, những người tham gia sẽ có thể tham

quan những chuyến bay khí cầu, và những điện nghiệm được sử dụng trên khắp thế giới khi ấy để tiến hành các phép đo ion hóa cũng sẽ được trưng bày.

“Lễ kỉ niệm trăm năm sắp tới là thời điểm để vừa nhìn lại sự phát triển của lĩnh vực trên vừa nhìn tới trước: ‘từ đây chúng ta đi đến đâu nữa?’,” ông Wolfendale nói. “Nghiên cứu tia vũ trụ đã dẫn tới những lĩnh vực nghiên cứu mới mẻ, trong đó có ‘những nền thiên văn học mới’ và tương lai cho chúng là thật sự sáng sủa. Nền thiên văn học Neutrino đang ở bên bờ khởi phát và nền thiên văn học tia gamma đã bắt đầu giai đoạn sốt sáng nhất.”

Các nhà vật lý trông đợi có thêm những kiến thức sâu sắc mới về bản chất của các máy gia tốc hạt vũ trụ, chúng mạnh gấp một triệu lần những máy gia tốc mạnh nhất trên trái đất, từ nền thiên văn học tia gamma. Các proton độc thân đến từ bức xạ vũ trụ có thể có nhiều năng lượng như một quả bóng tennis bị đập mạnh, nhưng do điện tích của chúng, những hạt chuyển động nhanh đó bị lệch hướng bởi những từ trường khổng lồ khi chúng truyền đi trong vũ trụ. Điều này có nghĩa là người ta không thể truy nguyên điểm cội nguồn của chúng từ hướng bay của chúng khi chúng chạm đến trái đất.

Vì thế, đã 100 năm kể từ khi khám phá ra chúng, bí ẩn nguồn gốc của vũ trụ vẫn còn lâu mới được giải. “Vũ trụ có đầy những máy gia tốc hạt tự nhiên, ví dụ như trong những vụ nổ sao siêu mới, trong những hệ sao đôi, hay trong những lõi thiên hà hoạt động. Cho đến nay, chỉ có 150 vật thể trong số này được chúng ta biết đến, và chúng ta chỉ mới có kiến thức vật lý sơ bộ của những hệ hấp dẫn này,” Stegmann nói.

Trái với tên gọi có thể khiến người ta nghĩ, bức xạ vũ trụ chủ yếu gồm các hạt, nhưng một phần nhỏ thật sự là bức xạ gamma, nó không bị lệch trên đường đi của nó trong không gian và do đó hướng thẳng đến nguồn phát của nó. Vì các nhà vật lý trông đợi nguồn phát của bức xạ gamma vũ trụ là cùng nơi với các hạt vũ trụ, nên họ đang săn tìm những máy gia tốc hạt vũ trụ bằng những đài thiên văn tia gamma chuyên dụng.

Các đài thiên văn như H.E.S.S. ở Namibia, tên gọi tôn vinh việc khám phá ra bức xạ vũ trụ, MAGIC ở La Palma, và VERITAS ở Mỹ, với sự tham gia của DESY, cho đến nay đã phát hiện ra hơn một trăm nguồn bức xạ gamma vũ trụ năng lượng cao. Ma trận Kính thiên văn Cherenkov CTA mới khánh thành theo kế hoạch cũng đi theo lộ trình khám phá này. “Ma trận Kính thiên văn Cherenkov sẽ quan sát

hàng nghìn máy gia tốc như thế này với độ nhạy chưa có tiền lệ,” Stegmann nói.

Tương tự như tia gamma, các neutrino vũ trụ cũng mở ra một hướng đi với các máy gia tốc hạt của vũ trụ. Neutrino là những hạt trung hòa điện, khối lượng nhỏ, chúng không bị lệch bởi từ trường. Điều này có nghĩa là đường đi tới của

một neutrino hướng ngược đến nguồn phát của nó. Với sự tham gia của DESY, kính thiên văn neutrino lớn nhất thế giới, IceCube ở Nam Cực, đã hoàn tất vào tháng 12 năm 2010 và chỉ mới bắt đầu tìm kiếm neutrino vũ trụ.

“Ở mỗi lộ trình, chúng ta trông đợi những kiến thức sâu sắc hấp dẫn về những máy gia

tốc hạt tự nhiên trong vũ trụ, chúng sẽ làm sáng tỏ thêm những bí ẩn vẫn còn đó của tia vũ trụ,” Stegmann nhấn mạnh.

Website của hội nghị kỉ niệm 100 năm khám phá tia vũ trụ: www.desy.de/2012vhess

Khám phá hạt Higgs được củng cố thêm bởi phân tích mới

Khám phá ra hạt Higgs hồi tháng trước đã đẩy lên một cơn bão truyền thông nhưng nay boson Higgs còn được đảm bảo chắc chắn hơn nữa. ATLAS, một trong hai thí nghiệm chính đưa ra khám phá trên, đã tiến hành một phân tích hoàn chỉnh hơn nâng ý nghĩa thống kê của tín hiệu Higgs lên cao thêm.

Phân tích trên còn giúp phân loại hạt đó là một boson Higgs – mặc dù đây có chính xác là boson Higgs tiên đoán bởi mô hình chuẩn của ngành vật lý hạt hay không, hay nó là một hạt với những tính chất hơi khác một chút.

Hôm 4 tháng 7, hai máy dò hạt tại Máy Va chạm Hadron Lớn ở gần Geneva, Thụy Sĩ – CMS và ATLAS – công bố rằng cuối cùng họ đã tìm thấy boson Higgs được tìm kiếm lâu nay, mảnh còn thiếu cuối cùng của mô hình chuẩn và là hạt mang khối lượng đến cho tất cả những hạt khác.

Hạt Higgs không được phát hiện ra trực tiếp: một khi nó được sinh ra bên trong máy dò hạt, nó phân hủy nhanh đến mức người ta chỉ có thể nhìn thấy những hạt khác mà nó phân hủy thành. ATLAS và CMS chỉ nhìn thấy nó bằng cách tìm kiếm năm tập hợp hạt khác nhau, còn gọi là kênh

phân hủy. Đối với một hạt Higgs thuộc một khối lượng nhất định, mô hình chuẩn dự đoán tốc độ phân hủy cho mỗi kênh.

Hạt Higgs lạ

Thí nghiệm máy dò hạt CMS trình bày tốc độ cho cả năm tập hợp hạt: tốc độ hạt mới phân hủy thành những cặp quark bottom (đáy), quark tau, photon, boson W và boson Z. Phân tích của ATLAS thì kém toàn diện hơn. ATLAS chỉ đủ chắc chắn để trình bày bằng chứng cho hạt Higgs trong hai kênh: photon và boson Z.

Như thế vẫn chưa đủ cho mỗi thí nghiệm độc lập khẳng định một ý nghĩa thống kê 5 sigma, nghĩa có xác suất 5 phần 10 triệu tín hiệu đó là một quá trình nhiễu nền, chứ không phải một hạt mới.

Nhưng nay ATLAS vừa tiến thêm một bước theo hướng hoàn chỉnh phân tích của họ. Hôm 31 tháng 7, họ cho đăng một bài báo lên website bản thảo vật lý arXiv trong đó họ xét cả kênh boson W. Phân tích này làm tăng ý nghĩa thống kê của tín hiệu Higgs của họ lên gần 6 sigma, nghĩa là xác suất để tín hiệu họ quan sát thấy là do các quá trình nhiễu nền bây giờ 2 phần một tỉ.

Vừa cải thiện độ tin cậy ở kết quả ban đầu, những kết quả mới còn sẽ giúp các nhà vật lý xác định hạt đó có là boson Higgs như mô hình chuẩn tiên đoán hay không, hay nó là một cái gì đó lạ hơn. “Có khả năng nó không phải boson Higgs mô hình chuẩn,” phát ngôn viên ATLAS Fabiola Gianotti cho biết.

Đối tượng lạ

Kênh WW, như nó được gọi, không quan trọng cho sự phát hiện boson Higgs như hai kênh ATLAS đã trích dẫn hồi tháng 7. Nhưng nó là một trong những cơ sở quan trọng nhất của mô hình chuẩn, nó mang lại những tiên đoán đặc biệt về khả năng boson Higgs phân hủy thành boson W và boson Z.

“Về cơ bản, né sẽ chọc một lỗ thủng lớn trong cách giải thích hạt này là một loại hạt Higgs nếu tỉ số tốc độ hạt Higgs phân hủy thành W so với tốc độ hạt Higgs phân hủy thành Z không như tiên đoán,” phát biểu của Matt Strassler, một nhà vật lý lý thuyết tại trường đại học Rutgers ở Piscataway, New York. “Đó là tầm quan trọng

của phép đo đó: nó kiểm tra cơ chế Higgs ở mức độ cơ bản nhất của nó.”

Bước tiếp theo cho ATLAS sẽ là kiểm tra hai kênh kia tìm những sai lệch khỏi mô hình chuẩn. CMS nhìn thấy ít hạt tau hơn mô hình chuẩn tiên đoán. Mặc dù ý nghĩa của sự lệch đó có thể không còn, nhưng nó đang làm khuấy trên sự tranh cãi rằng boson Higgs có thể lệch khỏi các tiên đoán của mô hình chuẩn – cái sẽ mở ra một cánh cửa mới bước sang những lý thuyết toàn diện, kì lạ hơn nữa của vũ trụ.

“Chúng tôi rất hứng thú muốn thấy ATLAS phải nói gì về điều đó,” Strassler nói. “Khi sai số trở nên càng nhỏ, khi chúng ta có thêm số liệu và thêm nghiên cứu, chúng ta sẽ có thể hiểu rõ hơn các tính chất của hạt này, nó có là boson Higgs hay là một đối tượng kì lạ hơn nữa,” Gianotti nói.

CMS đã đăng một bài báo lên arXiv cùng ngày với ATLAS, nhưng phân tích của họ giống như phân tích đã trình bày hôm 4 tháng 7.

Tham khảo: Bài báo ATLAS: [arXiv:1207.7214v1](https://arxiv.org/abs/1207.7214v1); bài báo CMS: [arXiv:1207.7235v1](https://arxiv.org/abs/1207.7235v1)

Hạt Higgs là boson, nhưng nó thuộc loại nào?

Con sốt ngày 4/7 đã qua đi, và có lẽ đã đến lúc chúng ta nên bình tĩnh suy xét lại những kết quả mà cộng đồng vật lý vừa mới khám phá ra.

Chúng ta đã tìm thấy nó – giờ chúng ta phải biết đích xác “nó” là cái gì. Đó là suy nghĩ của nhiều nhà vật lý tại CERN khi họ bắt đầu tiếp thu công bố rằng Máy Va chạm Hadron Lớn (LHC) đã phát hiện ra boson Higgs – hay ít nhất là cái gì đó giống như hạt Higgs. Tổng giám đốc CERN Rolf-Dieter Heuer đã rất thận trọng khi mô tả hạt mới tìm thấy, nó có khối lượng khoảng $125 \text{ GeV}/c^2$, là một “boson vô hướng cơ bản”. Tuy nhiên, ngay

cả phần vô hướng của mô tả đó – cái cho thấy hạt có spin zero – cũng không hoàn toàn rõ ràng.

Để biết nhiều hơn về hạt mà họ vừa tìm thấy, các nhà vật lý CERN cần có thêm dữ liệu và thời gian. Do đó, hôm 4/7, Heuer đã công bố rằng LHC sẽ chạy trong ba tháng nữa trước khi nó ngừng chạy để bảo dưỡng theo lịch định vào tháng 12/2012 để cho phép các nhà vật lý làm công việc đó. Theo Bill Murray ở CERN, hiệu suất làm việc của một máy gia tốc và những thí nghiệm đi cùng với nó thường tăng lên vào cuối kì chạy, nghĩa là các nhà vật lý có thể trông đợi nhiều dữ liệu chất lượng

hơn trước khi LHC tạm thời ngừng hoạt động vào đầu năm 2013.



*Các nhà vật lý trong khán phòng chính của CERN lắng nghe công bố kết quả mới nhất từ Máy Va chạm Hadron Lớn.
(Ảnh: CERN)*

Những phép đo chính xác

LHC tạo ra hạt Higgs trong các va chạm proton-proton, với các thí nghiệm khổng lồ ATLAS và CMS phát hiện ra các hạt sản phẩm khi hạt Higgs phân hủy. Sự phân hủy này xảy ra theo một số cách – hay một số “kênh”- khác nhau, và bằng cách nghiên cứu những phân hủy này xảy ra như thế nào, các nhà vật lý sẽ có bức tranh tốt hơn của cái họ đã phát hiện.

Đa phần dữ liệu đóng góp cho khám phá mới đến từ cái gọi là những phép đo chính xác, theo đó hạt Higgs hoặc phân hủy thành hai photon (kênh lưỡng photon) hoặc phân hủy thành hai boson Z (ZZ). Vì toàn bộ những sản phẩm phân hủy ở cả hai kênh này đều có thể phát hiện ra, nên các nhà vật lý có thể tính ra khối lượng của hạt Higgs rất chính xác.

Nhưng cũng có một số kênh khác trong đó không phải sản phẩm phân hủy nào cũng có thể được phát hiện. Những kênh này khó xử lý hơn vì một số thông tin về sự phân hủy đó bị mất mát, do đó khối lượng tính toán dựa trên những kênh này cho giá trị không chính xác.

Hôm 4/7, cả hai đội ATLAS và CMS đều báo cáo rằng các kết quả lưỡng photon và ZZ của họ đủ để đưa cả hai thí nghiệm lên mức thần kì 5σ thường được xem là mức khám phá trong ngành vật lý hạt cơ bản. ATLAS đã chọn không đưa ra kết quả từ những kênh khác, kém chính xác hơn, còn CMS thì công bố cụ thể - nên ý nghĩa thống kê của kết quả của họ giảm xuống còn $4,9\sigma$.

Nằm ngoài Mô hình Chuẩn?

Mô hình Chuẩn của ngành vật lý hạt mô tả cách hạt Higgs phân hủy qua những kênh khác nhau; cho nên bằng cách so sánh những dự đoán này với cách phân hủy thật sự xảy ra trong LHC, các nhà vật lý có thể biết được họ có đang làm gì với một hạt Higgs Mô hình Chuẩn hay không. Cho đến nay, các kết quả phù hợp với một hạt Mô hình Chuẩn, với tất cả các kênh đều vạch Mô hình Chuẩn bên trong cột sai số.

Tuy nhiên, thật bất ngờ, số lượng sự kiện trong kênh lưỡng photon của CMS lẫn ATLAS tiếp tục lớn hơn trông đợi khi có thêm nhiều dữ liệu được thu thập. Sự vượt mức này, do đó, có thể là kết quả của “nền vật lý mới” nằm ngoài Mô hình Chuẩn, ví dụ như một hạt tích điện mới, sự tồn tại một quần chúng Higgs, hay có lẽ là những hiệu ứng “siêu đối xứng” – quan điểm cho rằng tất cả các hạt có “siêu đối hạt” với những tính chất spin rất khác.

Thiếu bằng chứng

Trong khi có sự dư thừa những sự kiện lưỡng photon trong dữ liệu LHC, thì một câu chuyện khác là hạt Higgs có thể phân hủy thành hai boson W – kênh WW. Các lý thuyết thông thường về hạt Higgs dự đoán rằng kênh này sẽ được LHC nhìn thấy, nhưng cho đến nay số lượng sự kiện được báo cáo là thấp hơn nhiều so với dự tính. Thật vậy, nếu kênh này không tồn tại, thì một sự cải tổ lại của lý thuyết vật lý hạt có thể đã ở trước mắt, đó có thể là lý do khiến nhiều nhà vật lý tại CERN tin rằng sự thiếu hụt WW không phải là

có thật mà đơn giản đó là kết quả của thực tế là kênh WW rất khó đo.

Nhưng nếu thật sự có một sự thiếu hụt ở kênh WW, thì nó có thể cho thấy rằng hạt mới có lẽ không phải là một boson vô hướng với spin zero. “Tìm kiếm WW được thiết kế để săn tìm một hạt spin-0 [vô hướng]”, Bill Murray, một thành viên của nhóm ATLAS, thừa nhận. “Chúng không xét khả năng nó có thể là spin-2”. Mặc dù các thí nghiệm tại Tevatron ở Fermilab đã bác bỏ spin-2 (và spin-1 cũng bị bác bỏ bởi dữ liệu lưỡng photon), nhưng các nhà vật lý vẫn nghi ngờ khả năng hạt mới này không phải là một boson vô hướng.

Daniela Bortoletto thuộc trường Đại học Purdue ở Mỹ, một thành viên của đội CMS, trình bày rằng các kênh trong đó hạt Higgs phân hủy thành một cặp lepton tau hoặc một cặp hạt-b cũng dường như bị thiếu sự kiện. Biết rằng hạt tau và hạt-b đều là fermion, Bortoletto cho biết nếu những sự thiếu hụt này vẫn xuất hiện khi có thêm nhiều dữ liệu được thu thập, thì nó có nghĩa là hạt Higgs tương tác khác nhau với fermion và với boson.

Tuy nhiên, Murray cho biết sự thiếu hụt đó có thể hướng đến một “mô hình hỗn hợp” của fermion hoặc boson kết hợp với hạt Higgs, các kênh tau-tau và b-b rõ ràng sẽ có lợi thế từ lần chạy kéo dài ba tháng sắp tới. Thật vậy, đa số các nhà vật lý có mặt tại CERN hôm 4/7 đều tin rằng vào cuối đợt chạy tới họ sẽ có quan điểm tốt hơn nhiều rằng họ đã có một hạt Higgs Mô hình Chuẩn hay không.

Viễn cảnh tương lai

Nhưng một phép đo quan trọng mà LHC sẽ không thể thực hiện cho đến khi nó được nâng cấp để cho va chạm proton ở mức 14 TeV – thay cho 8 TeV hiện nay – là “sự tự tương tác” của boson Higgs. Đó là cách hai hạt Higgs hành xử khi chúng gặp nhau – cái sẽ chỉ nhìn thấy ở những năng lượng va chạm cao hơn trong đó hai hạt Higgs có thể được tạo ra. “Một câu hỏi quan trọng là bạn có cần đo sự tự tương tác đó hay không trước khi bạn có thể nói mình thật sự đã có hạt Higgs?” Murray nói. Sự nâng cấp 14 TeV của LHC có khả năng không thể hoàn thành trước cuối năm 2014 (thời điểm sớm nhất), cho nên tranh cãi có lẽ sẽ tiếp tục.

Trước thời điểm đó, mọi con mắt chắc chắn sẽ đổ dồn xem ai, nếu có, sẽ giành giải Nobel cho khám phá trên. Peter Higgs – người có tên đặt cho hạt boson – miễn cưỡng có mặt tại cuộc họp báo hôm 4/7 cho xôm tụ, ông luôn cho rằng ông không phải là người duy nhất nghĩ ra những quan điểm cốt lõi dẫn tới sự tiên đoán boson Higgs hồi đầu thập niên 1960. Phát biểu với tạp chí *Physics World*, ông nói ít nhất có năm nhà lý thuyết khác – bao gồm Robert Brout, François Englert, Gerald Guralnik, Carl Hagen và Tom Kibble – cũng đáng được nhắc tới. Nhưng biết rằng ủy ban Nobel có thể trao giải thưởng vật lý cho không quá ba người mỗi năm, nên việc lựa chọn chắc chắn sẽ đau đầu rồi đây.

360.thuvienvatly.com

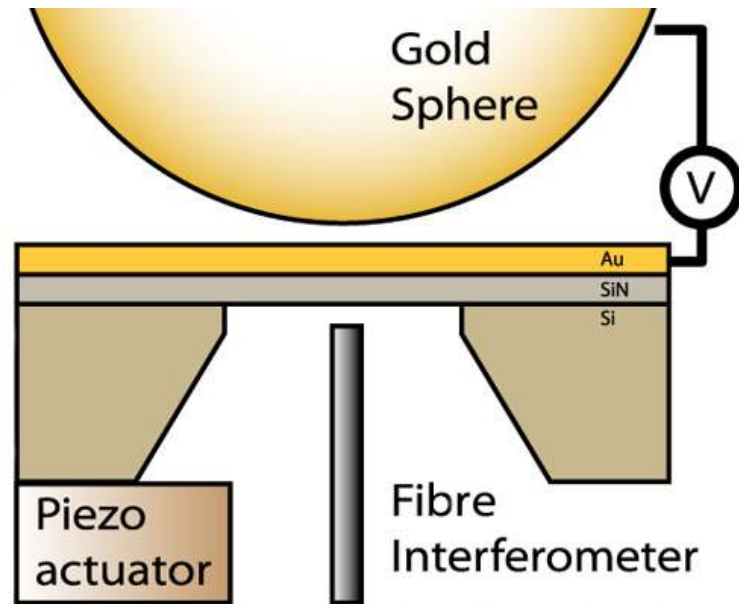
THÔNG TIN VẬT LÝ TỔNG HỢP,
CẬP NHẬT NHỮNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU MỚI NHẤT,
NHỮNG BÀI VIẾT THƯỜNG THỨC KIẾN THỨC VẬT LÝ,
NHỮNG BÀI VIẾT CHIA SẺ KINH NGHIỆM DẠY VÀ HỌC VẬT LÝ,
CÙNG NHIỀU TÀI NGUYÊN PHONG PHÚ KHÁC

Các nhà vật lí giải được câu đố Casimir

Các nhà vật lí ở Mỹ có lẽ vừa kết thúc một cuộc tranh luận kéo dài cả thập kỉ về cách tính lực Casimir – lực ảnh hưởng đến những vật cách nhau những khoảng nhỏ xíu – cho hai vật kim loại. Họ cho biết cái gọi là mô hình Drude, mô hình xem kim loại là một tập hợp những ion dương và electron giống như những quả billiard, thắng vượt trội so với “mô hình plasma”, mô hình giả sử các electron chuyển động trong một mạng lưới cố định gồm những ion dương. Hiểu rõ cách tính lực Casimir có thể giữ vai trò quan trọng trong việc thiết kế các máy móc cỡ micromet và nanomet.

Lực Casimir lần đầu tiên được tiên đoán vào năm 1948 bởi nhà vật lí người Hà Lan Hendrik Casimir. Ông xét cái xảy ra khi hai tấm kim loại dẫn điện hoàn hảo, chưa tích điện đặt đối diện nhau trong chân không. Theo cơ học lượng tử, năng lượng của một trường điện từ trong một chân không không phải bằng zero mà liên tục thăng giáng quanh một giá trị trung bình nhất định. Tuy nhiên, sự cộng hưởng có nghĩa là chỉ những bước sóng nhất định mới tồn tại giữa hai bản kim loại cách nhau một khoảng nhất định.

Cái Casimir nêu rõ là áp suất bức xạ của trường bên ngoài hai tấm kim loại sẽ có xu hướng hơi lớn hơn áp suất bức xạ ở giữa hai tấm, do đó sẽ làm chúng bị hút về phía nhau. Lực hút đó rất nhỏ, nên lực Casimir tỏ ra cực kì khó đo và cho đến năm 1997 thì Steve Lamoreaux, khi ấy tại trường đại học Washington ở Mỹ, mới lần đầu tiên cung cấp bằng chứng thực nghiệm xác thực của lí thuyết Casimir. Mặc dù Lamoreaux và các nhà khoa học khác đã có những phép đo tốt hơn kể từ đó, nhưng vẫn còn đó một bí ẩn là lực Casimir nên được tính như thế nào cho những vật thực tế.



Sơ đồ thể hiện dụng cụ dùng để đo lực Casimir. Màng nano silicon nitride (SiN) được tô màu xám, còn các bề mặt bằng vàng được tô màu vàng. (Ảnh: American Physical Society)

Khe hở càng lớn, lực càng yếu

Mặc dù đã có những phép đo lực Casimir thành công giữa hai bề mặt bằng vàng, nhưng vấn đề là vàng không phải là một chất dẫn hoàn hảo – nghĩa là bức xạ điện từ có thể xâm nhập một quãng nhất định vào kim loại đó. Khoảng trống giữa hai bề mặt thực sự lớn hơn và lực yếu hơn nếu kim loại sử dụng không phải là vật dẫn hoàn hảo, theo giải thích của Thorsten Emig thuộc trường đại học Paris Sud, một chuyên gia về lực Casimir không có liên quan gì trong nghiên cứu trên.

Cả hai mô hình plasma và Drude đều mô tả tốt cách ánh sáng bước sóng ngắn tương tác với các bề mặt kim loại – và do đó có thể dùng để tính ra lực Casimir ở những khoảng cách tương đối ngắn chưa tới khoảng 1 μm . Tuy nhiên, ở những khoảng cách lớn hơn, hai mô hình trở nên khác biệt nhau. Mô hình plasma dự đoán rằng mode điện “tĩnh ngang” của trường điện từ bên trong khe hở góp phần vào lực Casimir, còn mô hình Drude cho biết nó không có đóng góp gì. Thật

không may, các nhà vật lý chưa có thể sử dụng một thiết bị để đo lực Casimir trên một ngưỡng khoảng cách đủ lớn để xác định mô hình nào hoạt động tốt nhất ở mọi khoảng cách.

Drude hoạt động tốt nhất

Lamoreaux, hiện đang làm việc tại trường đại học Yale, đã gia nhập lực lượng với Hong Tang và các đồng sự để đo lực Casimir trên ngưỡng khoảng cách rộng nhất từ trước đến nay – từ 100 nm đến 2 μm . Khi thực hiện những phép đo này, đội khoa học là nhóm đầu tiên chứng minh rằng mô hình Drude hoạt động tốt nhất ở cả khoảng cách lớn và khoảng cách nhỏ.

Trong khi Casimir ban đầu thiết lập lý thuyết của ông cho các tấm kim loại song song nhau, nhưng thật ra việc đo lực theo kiểu này là không đơn giản vì rất khó canh thẳng hai tấm kim loại đủ tốt để tiến hành thí nghiệm. Đột phá của Lamoreaux hồi năm 1997 là đo lực giữa một tấm kim loại và một quả cầu kim loại – một sắp xếp không đòi hỏi sự canh thẳng hàng chính xác. Thí nghiệm mới nhất của ông là đo lực giữa một quả cầu mạ vàng bán kính 4 mm và một màng cực mỏng silicon nitrate cũng được mạ vàng. Màng mỏng đó chỉ dày vài trăm nanomet và lớp mạ vàng dày 200 nm. Một đặc điểm quan trọng của bề mặt vàng thu được là nó phẳng trong cự li 3 nm trên toàn bộ màng là một hình vuông với mỗi cạnh 1 mm.

Màng dao động

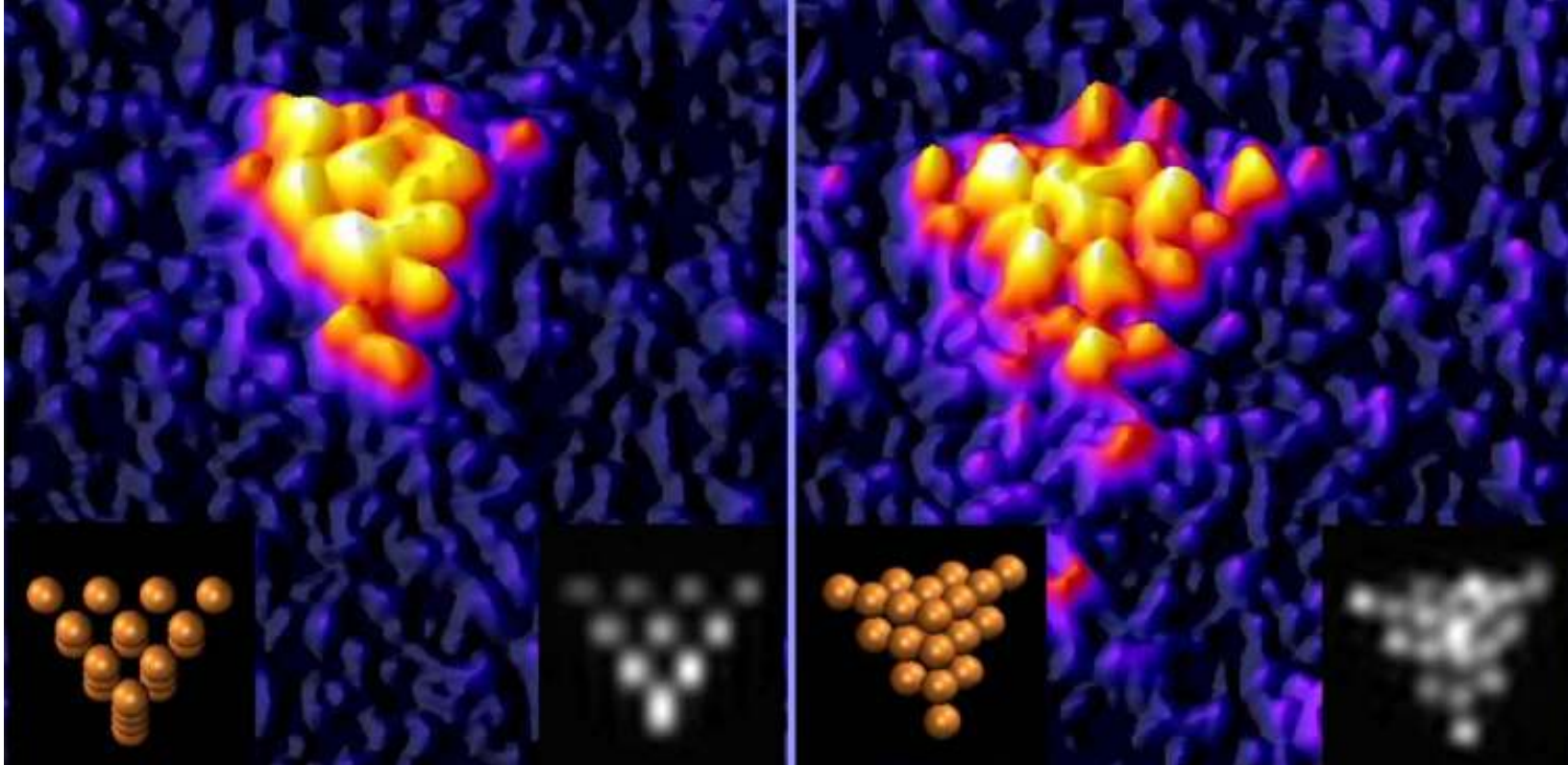
Cái màng được căng ra giống như màng trống trên một cái khung silicon, khung này được làm cho dao động bằng cách sử dụng một bộ kích áp điện. Các nhà khoa học thực hiện phép đo bằng

cách đưa quả cầu đến cách bề mặt vàng khoảng chừng 1 μm đồng thời ghi lại dao động của màng bằng một giao thoa kế sợi. Sự có mặt của lực Casimir có thể được phát hiện bởi tác dụng của nó lên cách dao động của cái màng, với lực được đo bằng cách cho biến thiên khoảng cách trong khoảng từ 100 nm đến 2 μm .

Trên lý thuyết, mọi điểm trên một bề mặt kim loại sẽ có điện thế bằng nhau, nhưng trên thực tế các phân tử bị hấp thụ trên bề mặt làm cho điện thế biến thiên nên nó có thể ảnh hưởng đến các phép đo lực – nhất là ở những khoảng cách tương đối lớn. Để cho phép hiệu ứng này, đội nghiên cứu cho quét quả cầu trên vài cái màng để đo thế năng mặt là một hàm của vị trí. Cách này cho phép các nhà nghiên cứu chọn ra cái màng có sự biến thiên nhỏ nhất với các phép đo Casimir của họ. Thông tin từ sự quét mặt đó cũng được dùng để hiệu chỉnh sự biến thiên không gian trong phép đo.

Vừa chứng tỏ rằng mô hình Drude mô tả lực Casimir tốt nhất, nghiên cứu trên còn làm sáng tỏ vai trò quan trọng của các biến thiên thế trên bề mặt đối với các phép đo lực Casimir. Thật vậy, đội khoa học đề xuất rằng một bước quan trọng tiếp theo trong các phép đo lực Casimir sẽ là lập bản đồ biến thiên thế trên bề mặt của quả cầu. Nếu như thành công, bản đồ này có thể cho phép các phép đo được thực hiện ở những khoảng cách lớn hơn nữa, đó là cái Lamoreaux xem là một bước kế tiếp quan trọng trong việc tìm hiểu lực Casimir.

Nghiên cứu công bố trên tạp chí [*Physical Review Letters*](#).



Khối tứ diện gồm 20 nguyên tử vàng. Ảnh: ĐH Birmingham

Lần đầu tiên nhìn tận mắt 20 nguyên tử vàng

Các nhà khoa học tại trường đại học Birmingham, Anh quốc, vừa phát triển một phương pháp hình dung ra cấu trúc vàng ở thang nano. Họ sử dụng một chùm khảo sát đặc biệt chụp ảnh 20 nguyên tử vàng liên kết thành một cụm. Nghiên cứu công bố trên tạp chí Nanoscale thuộc Hội Hóa học Hoàng gia ngày 26/7/2012.

Từ nhiều năm trước, các nhà vật lý đã lý thuyết hóa cách sắp xếp của các nguyên tử vàng và những nguyên tố khác và cách đây mười năm thì cấu trúc hình tháp tứ diện 20 nguyên tử đã được các nhà khoa học ở Mỹ đề xuất. Nay lần đầu tiên các nhà khoa học Birmingham

đã làm sáng tỏ sự sắp xếp nguyên tử này với việc chụp ảnh một đám nguyên tử bằng kính hiển vi điện tử.

Vàng là một kim loại trơ không hoạt tính và do đó có tính kháng khuẩn trong đời sống thường nhật của chúng ta, nhưng ở thang bậc nhỏ nhất, thang nano, nó trở nên có hoạt tính hóa học cao và có thể dùng làm chất xúc tác để điều khiển các phản ứng hóa học.

Những đám nguyên tử kim loại đã được dùng làm chất xúc tác trong nhiều ngành công nghiệp như lọc dầu, công nghiệp thực phẩm, hóa chất, chưng cất nước hoa và sản xuất dược phẩm, ngoài ra còn

dùng trong các tế bào nhiên liệu cho hệ thống năng lượng sạch dùng cho xe hơi.

Giáo sư vật lý thực nghiệm Richard Palmer thuộc trường đại học Birmingham, Trưởng phòng thí nghiệm Nghiên cứu Vật lý Nano, và là người chỉ đạo nghiên cứu trên, cho biết: “Chúng tôi đang nghiên cứu cách tăng tốc độ sản xuất những đối tượng nano rất chính xác này để cấp cho các công ti dùng cho các ứng dụng như xúc tác hóa học. Các quá trình tuyển lọc ít lãng phí và tránh những sinh phẩm có hại – đây là ngành hóa học xanh sử dụng vàng.”

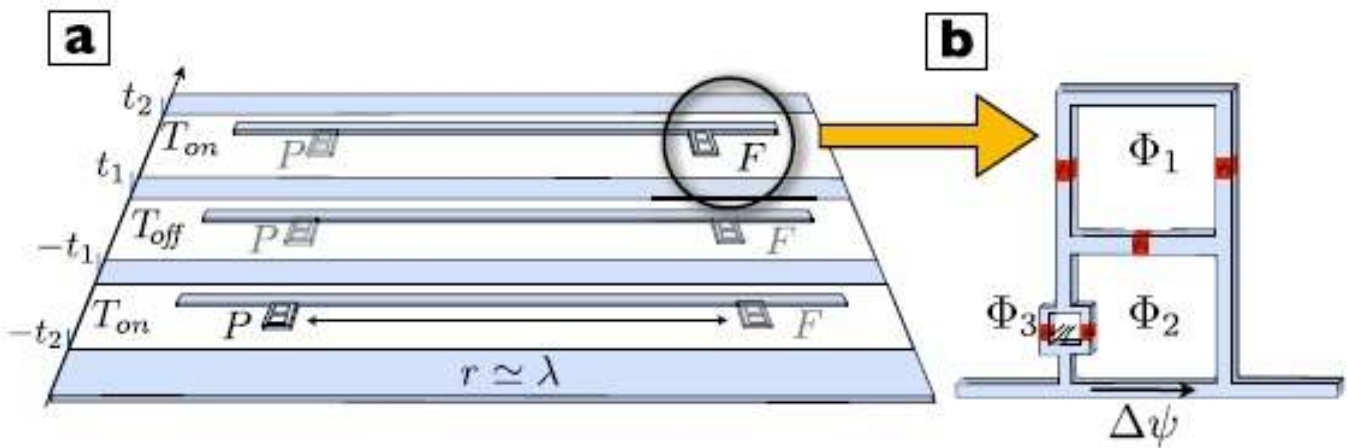
Hai qubit không tương tác nhưng vướng víu quá khứ-tương lai

Thông thường, với hai hạt trở nên bị vướng víu, trước tiên chúng phải tương tác vật lý với nhau. Rồi khi hai hạt đó cách xa nhau về mặt vật lý và vẫn chia sẻ cùng một trạng thái lượng tử, chúng được xem là bị vướng víu. Nhưng trong một nghiên cứu mới, các nhà vật lý đã khảo sát một bước ngoặt mới ở sự vướng víu trong đó hai qubit trở nên vướng víu với nhau mặc dù chúng không hề tương tác vật lý với nhau.

Các nhà vật lý Carlos Sabín, Borja Peropadre, Marco del Rey, và Eduardo Martín-Martínez tại Viện Vật lý Cơ bản thuộc Trung tâm Nghiên cứu

Quốc gia Tây Ban Nha (CSIC) vừa công bố một bài báo về loại vướng víu mới này trên tạp chí *Physical Review Letters*.

“Chúng tôi chứng minh rằng trong một thí nghiệm thực tế, có thể làm vướng víu hai hệ không tương tác với nhau và cũng không tương tác đồng thời với một nguồn tài nguyên chung, và không yêu cầu đo,” Sabin nói. “Thủ thuật là sử dụng sự tương quan giữa những thời điểm khác nhau – giữa quá khứ và tương lai – chứa trong chân không của một trường lượng tử.”



(a) Diễn tiến thời gian cho thí nghiệm để xuất cho sự trích xuất vướng víu quá khứ-tương lai. Trong khoảng thời gian thứ nhất, qubit P tương tác với trường chân không. Sau một khoảng thời gian nhất định không có tương tác, qubit F tương tác với trường, thu được sự vướng víu với qubit P. (b) Để kích hoạt và ngừng kích hoạt sự kết hợp qubit-trường, từ thông được cho biến thiên.

Ảnh: Sabín, et al. ©2012 American Physical Society

Theo thuyết lượng tử, trường lượng tử là hệ chứa mọi hạt quá nhỏ để mô tả theo phương diện cổ điển. Mặc dù không có hạt nào tồn tại trong vùng chân không của một trường lượng tử, nhưng các nhà vật lý đã biết từ thập niên 1970 rằng chân không này có chứa những tương quan lượng tử, hay sự vướng víu lượng tử.

“Chân không đại thể là không có gì, nhưng cục bộ nó na ná như một đám mây gồm những chùm hạt sinh diệt quá nhanh nên không phát hiện được,” Sabin nói. “Theo lý thuyết trường lượng tử, đây được gọi là các thăng giáng lượng tử. Các

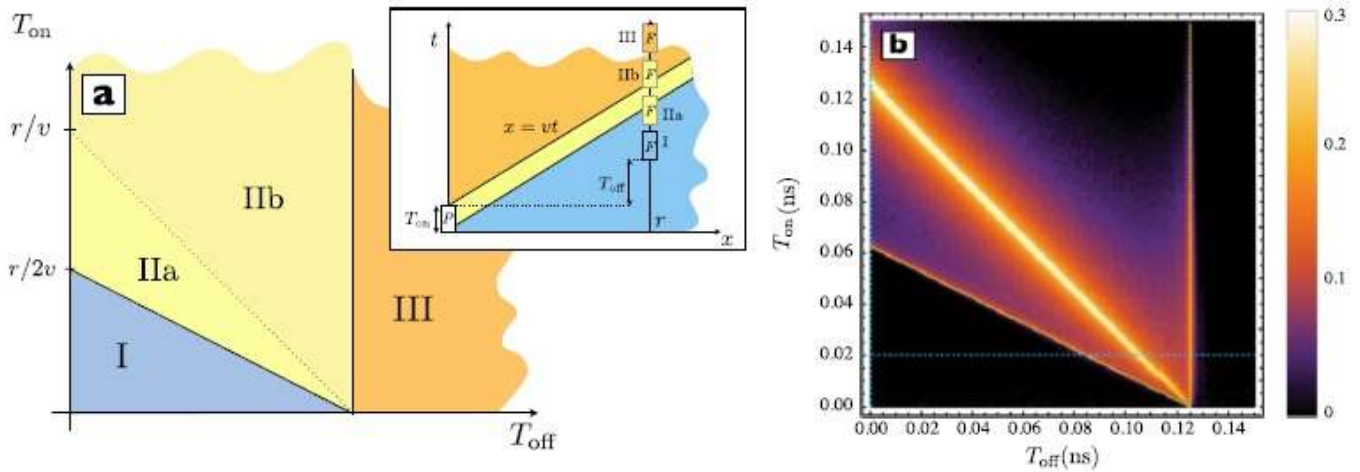
thăng giáng lượng tử này là tương quan nếu chúng ta xét những vùng khác nhau của không gian, cũng như những vùng khác nhau của thời gian.”

Nếu sự vướng víu chân không này có thể được trích xuất ra khỏi chân không và truyền sang những hạt thực, thì nó không còn là một tính chất lượng tử kì lạ và có tiềm năng dùng làm một tài nguyên hữu ích cho các ứng dụng thông tin lượng tử. Nhưng việc hiện thực hóa bằng thực nghiệm sự trích xuất sự vướng víu chân không là rất khó khăn.

Trong nghiên cứu hiện nay, các nhà nghiên cứu đề xuất một thí nghiệm dựa trên điện động lực học lượng tử mạch điện (QED) hoàn toàn nằm trong tầm với của công nghệ hiện nay. Họ mô tả một bố trí gồm một cặp qubit siêu dẫn, P và F, với qubit P nối với một chân không trường lượng tử bằng một đường truyền. Trong khoảng thời gian thứ nhất, cái các nhà khoa học gọi là quá khứ, P tương tác với trường đó. Sau đó P nhanh chóng mất kết hợp với trường trong khoảng thời gian thứ hai. Cuối cùng, F được kết hợp với trường trong một khoảng thời gian gọi là tương lai. Mặc dù P và F không hề tương tác với trường đồng thời hoặc với nhau, nhưng những tương tác của F

với trường làm cho nó bị vướng víu với P. Các nhà vật lý gọi sự tương quan này là “sự vướng víu quá khứ-tương lai”.

Để đảm bảo sự vướng víu đó không có nguồn gốc bởi những phương tiện cổ điển, các nhà vật lý có thể sắp xếp bố trí thí nghiệm sao cho sự trao đổi photon giữa các qubit là bị cấm. Trong trường hợp này, mức độ vướng víu phụ thuộc vào khoảng cách không gian giữa các qubit. Hơn nữa, các nhà khoa học chứng minh rằng, ngay cả khi cho phép một xác suất nhất định của sự trao đổi photon, các tương quan duy nhất giữa các qubit là có tính lượng tử, chứ không phải cổ điển.



(a) Biểu đồ những vùng không thời gian khác nhau và (b) và biểu đồ thể hiện sự vướng víu đáng kể sinh ra ở cả hai phía của những đường phân chia giữa các vùng. Ảnh: Sabin, et al. ©2012 American Physical Society

“Qubit F tương tác với các thăng giáng lượng tử chân không tương quan với các thăng giáng lượng tử chân không mà qubit P tương tác trong quá khứ,” Sabin nói. “Nó giống như là các qubit đang trao đổi những photon ‘ảo’ – trái với thật, nhưng những hạt không thể phát hiện ra này đang truyền đi nhanh hơn ánh sáng thường dùng trong lý thuyết trường lượng tử để soi rọi các phép tính.”

Việc điều khiển loại vướng víu mới lạ này có thể đưa đến những ứng dụng thú vị, có lẽ hấp dẫn nhất trong số đó là bộ nhớ lượng tử. Hai qubit chia sẻ sự vướng víu quá khứ-tương lai có thể dùng để tạo ra một dụng cụ viễn tải một trạng thái lượng tử trong thời gian. Nói cách khác,

trạng thái của qubit P có thể được truyền đến tương lai ở dạng qubit F mà không cần truyền đi trong khoảng thời gian khi không có qubit nào kết hợp với trường. Mặc dù sự viễn tải lượng tử đã được hiện thực hóa bằng thực nghiệm, nhưng kế hoạch này mang lại một giải pháp khác với tiềm năng có độ tin cậy cao.

Trong tương lai, các nhà vật lý hi vọng rằng các nhà thực nghiệm trong lĩnh vực mạch điện siêu dẫn sẽ tiến hành thí nghiệm trên để xác nhận sự tồn tại của sự vướng víu quá khứ-tương lai.

“Chúng tôi cảm thấy những bố trí qubit siêu dẫn và đường truyền như thế này là rất tiện lợi cho các thí nghiệm liên quan đến những câu hỏi cơ

bản trong cơ học lượng tử và lý thuyết trường lượng tử,” Sabin nói.

Tham khảo: Carlos Sabin, et al. “Extracting Past-Future Vacuum Correlations Using Circuit QED.”

PRL 109, 033602 (2012). DOI: [10.1103/PhysRevLett.109.033602](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.109.033602)
arxiv.org/abs/1202.1230



Liệu ngày hôm nay có quyết định ngày hôm qua không? (Ảnh: Shutterstock/Sam72)

Tương lai có thể ảnh hưởng đến quá khứ!

Việc bạn làm hôm nay có thể ảnh hưởng đến hôm qua – đó là kết luận lạ lùng của một thí nghiệm tưởng tượng trong lĩnh vực vật lý lượng tử được mô tả trong một bài báo dạng bản thảo của Yakir Aharonov thuộc trường đại học Tel-Aviv ở Israel và các đồng sự.

Nghe có vẻ như không thể, thật vậy, mặc dù nó vi phạm một trong những nguyên lý yêu quý nhất của khoa học – nguyên lý nhân quả - nhưng các nhà nghiên cứu cho biết các quy tắc của cơ học lượng tử thông đồng với sự bảo toàn tính nhân quả bằng cách “che giấu” sự ảnh hưởng của các lựa chọn tương lai cho đến khi những lựa chọn đó thật sự được thực hiện.

Tâm điểm của quan điểm trên là hiện tượng lượng tử “phi định xứ”, trong đó hai hoặc nhiều hạt tồn tại trong các trạng thái tương quan nhau hay “bị vướng víu” vẫn chưa xác định cho đến khi có một phép đo được thực hiện lên một trong số chúng. Một khi phép đo đó diễn ra, trạng thái của hạt kia cũng lập tức xác định, cho dù nó ở xa bao nhiêu chăng nữa. Albert Einstein lần đầu tiên trình bày “tác dụng từ xa” tức thời này vào năm 1935, khi đó ông cho rằng nó có nghĩa là thuyết lượng phải là chưa hoàn chỉnh. Các thí nghiệm hiện đại đã xác nhận tác dụng tức thời này thật ra là có thật, và ngày nay nó là trọng tâm cho các công nghệ lượng tử thực tế như điện toán lượng tử và mật mã học lượng tử.

Aharonov và các cộng sự của ông mô tả một thí nghiệm cho một nhóm lớn gồm những hạt bị vướng víu. Họ cho rằng, dưới những điều kiện nhất định, sự chọn lựa của nhà thực nghiệm của phép đo trạng thái

của các hạt có thể ảnh hưởng đến đến trạng thái mà các hạt ở trong đó tại một thời điểm trước, khi một phép đo rất lỏng lẻo được thực hiện. Có thể nói thì phép đo “yếu” trước đó dè dặt trước sự chọn lựa được thực hiện trong phép đo “mạnh” sau này.

4D thay vì 3D

Nghiên cứu trên xây dựng dựa trên một cách nghĩ về sự vướng víu gọi là “hình thái vector hai trạng thái” (TSVF) do Aharonov đề xuất hồi ba thập niên về trước. TSVF xét các tương quan giữa những hạt trong không-thời gian 4D thay vì không gian 3D. “Trong ba chiều, nó trông tựa như một số ảnh hưởng kì lạ giữa hai hạt ở xa,” phát biểu của Avshalom Elitzur thuộc Viện Khoa học Weizmann ở Rehovot, Israel, đồng sự của Aharonov. “Trong không-thời gian xem như một tổng thể, nó là một tương tác liên tục vươn ra giữa những sự kiện quá khứ và tương lai.”

Aharonov và đội của ông vừa phát hiện ra một hàm ý nổi bật của TSVF phát sinh từ câu hỏi trạng thái của một hạt giữa hai phép đo là gì – một phiên bản lượng tử của câu đố nổi tiếng của Einstein rằng làm thế nào chúng ta có thể chắc chắn Mặt trăng có ở đó mà không nhìn lên nó. Làm thế nào bạn có thể tìm ra các hạt mà không hề đo chúng? TSVF chứng minh rằng có thể có được thông tin trung gian đó – bằng cách

thực hiện những phép đo đủ “yếu” trên một chùm hạt vướng víu đã được chuẩn bị sẵn theo cách như vậy và tính giá trị trung bình thống kê.

Những phép đo nhẹ nhàng

Lí thuyết đo yếu – lần đầu tiên được đề xuất và phát triển bởi Aharonov và nhóm của ông hồi năm 1988 – tuyên bố rằng có thể thực hiện một phép đo “nhẹ nhàng” hay “yếu” trên một hệ lượng tử và thu được một số thông tin về một tính chất nào đó (ví dụ như vị trí) mà không làm nhiễu thấy rõ tính chất bổ sung kia (xung lượng) và do đó là sự phát triển tương lai của hệ. Mặc dù lượng thông tin thu được cho mỗi phép đo là hết sức nhỏ, nhưng tính trung bình nhiều phép đo cho ta một ước tính chính xác của số đo của tính chất đó mà không làm nhiễu giá trị cuối cùng của nó.

Mỗi phép đo yếu có thể cho bạn biết đôi điều về xác suất của những trạng thái khác nhau (ví dụ như giá trị spin up hay down) – mặc dù sai số rất lớn – mà thật sự không cần làm suy sụp các hạt đó vào những trạng thái xác định, như cái sẽ xảy ra với một phép đo mạnh. “Một phép đo yếu vừa làm thay đổi trạng thái đo được vừa cho bạn biết về trạng thái định xứ thu được,” Elitzur nói. “Nhưng nó thực hiện hai việc đó rất hời hợt, và sự thay đổi mà nó ảnh hưởng lên hệ là yếu hơn thông tin mà nó mang lại cho bạn.”

Hệ quả là, Elitzur giải thích, “mỗi phép đo yếu tự nó gần như chẳng cho bạn biết gì cả. Các phép đo chỉ mang lại những kết cục xác thực sau khi bạn cộng gộp tất cả chúng lại. Khi đó các sai số triệt tiêu nhau và bạn có thể biết chút ít thông tin về tập hợp đó xem như một tổng thể.”

Trong thí nghiệm tưởng tượng của các nhà nghiên cứu trên, kết quả của những phép đo yếu này phù hợp với kết quả của những phép đo mạnh sau đó, trong đó nhà thực nghiệm tự do chọn định hướng spin nào để đo – mặc dù trạng thái của các hạt vẫn không xác định sau các phép đo yếu. Theo Elitzur, kết quả này có nghĩa là trong TSVF “một hạt ở giữa hai phép đo có hai trạng thái được biểu hiện bởi cả hai, quá khứ và tương lai.”

Tự nhiên thật cầu kì

Tóm lại, chỉ bằng cách cộng gộp thông tin sau đó từ các những phép đo mạnh người ta có thể biết các phép đo yếu “thật sự” đang nói lên điều gì. Thông tin có sẵn ở đó – nhưng bị mã hóa và chỉ phơi bày ra

trong hồi tưởng. Cho nên tính nhân quả được giữ vững, mặc dù nó không chính xác như cái chúng ta thường biết. Tại sao có sự kiểm duyệt này thì không rõ, ngoại trừ một viễn cảnh gần như mang tính siêu hình học. “Người ta biết tự nhiên màu mè ở chỗ không bao giờ xuất hiện mâu thuẫn,” Elitzur nói. “Cho nên không có chuyện công khai lật ngược luật nhân quả - người ta giết chết ông bà của mình, vân vân.”

Elitzur cho biết một số chuyên gia về quang học lượng tử đã thể hiện sự quan tâm đến việc tiến hành thí nghiệm trên trong phòng thí nghiệm, cái ông nghĩ sẽ không có gì khó hơn những nghiên cứu sự vướng víu trước đây.

Charles Bennett thuộc Trung tâm Nghiên cứu T J Watson của hãng IBM ở Yorktown Heights, New York, một chuyên gia nghiên cứu lý thuyết thông tin lượng tử, thì không thấy bị thuyết phục. Ông xem TSVF chỉ là một cách nhìn vào các kết quả trên, và ông tin rằng các kết quả trên có thể giải thích mà không cần

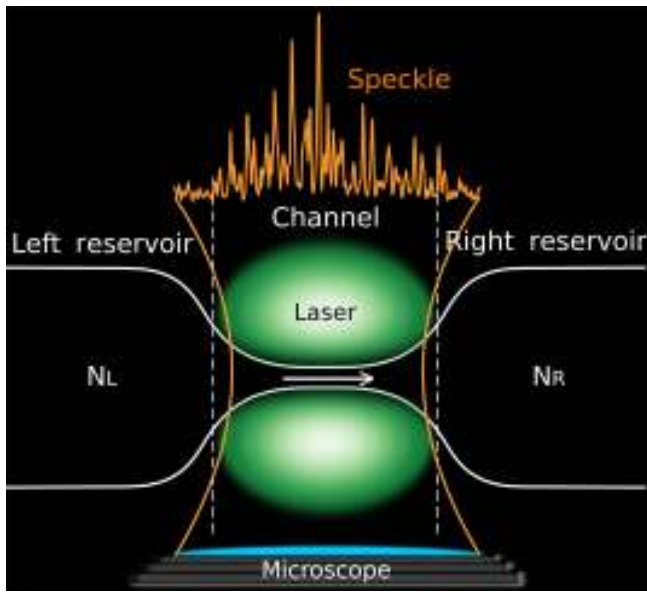
“tính nhân quả muộn” biểu kiến nào, nên các tác giả trên đang dựng lên con bù nhìn bằng rom mà thôi. “Để làm cho con bù nhìn rom của họ trông mạnh hơn, họ sử dụng ngôn ngữ làm nhòe đi sự khác biệt quan trọng giữa sự truyền thông và sự tương quan,” ông nói. Ông cho biết nó giống như một thí nghiệm trong ngành mật mã học lượng tử trong đó người gửi gửi đến người nhận khóa mã hóa trước khi gửi (hay thậm chí quyết định gửi) tin nhắn, và sau đó khẳng định khóa đó vì lý do nào đó nó “biết trước” tin nhắn.

Tuy nhiên, Aharonov và các đồng sự của ông ngờ rằng các kết quả của họ có thể có những hàm ý đối với ý thức. “Nhóm chúng tôi vẫn có chút chưa thống nhất về những câu hỏi triết lý này,” Elitzur nói. Theo ông, quan điểm của Aharonov “có chút chủ nghĩa Talmud: mọi thứ bạn sắp làm thì Chúa đã biết rồi, nhưng bạn vẫn có sự chọn lựa đó.”

Bản thảo của công trình trên có tại

<http://arxiv.org/abs/1206.6224>.

Các nguyên tử cực lạnh mô phỏng sự dẫn điện



Sơ đồ thể hiện sự dẫn điện có thể được mô phỏng và quan sát như thế nào, sử dụng các nguyên tử cực lạnh. Sự mất trật tự có thể đưa vào kênh dẫn bằng cách sử dụng một đốm laser. (Ảnh: T Esslinger)

Các nhà vật lý ở Thụy Sĩ là những người đầu tiên sử dụng các nguyên tử cực lạnh để mô phỏng một trong những tính chất quan trọng nhất về mặt công nghệ của chất rắn: sự dẫn điện. Thí nghiệm quan sát các nguyên tử lithium khi chúng đi qua một kênh nhỏ xíu tạo ra bởi ánh sáng laser. Đội nghiên cứu đã chứng minh rằng các nguyên tử đi thẳng qua một kênh dẫn không chịu bất kỳ sự mất trật tự nào biểu hiện sự dẫn điện theo định luật Ohm, giống hệt như các nguyên tử tung hoành qua một kênh dẫn không trật tự.

Tập hợp gồm những nguyên tử cực lạnh đã được sử dụng để mô phỏng nhiều hệ vật lý vật chất ngưng tụ đa dạng, kể cả các phương diện của từ học và sự siêu dẫn. Các nguyên tử chất khí có thể cung cấp kiến thức quan trọng về bản chất lượng tử của vật chất bởi vì, không giống như các electron trong chất rắn, sự tương tác giữa các nguyên tử cực lạnh có thể được điều khiển vật chất bằng ánh sáng laser và từ trường.

Trên nguyên tắc, sự dẫn điện có thể được mô phỏng bằng cách cho các nguyên tử cực lạnh

chuyển động qua một kênh hẹp từ bể chứa này sang bể chứa kia. Bằng cách đo sự biến thiên mật độ chất khí khi nó đi qua vùng dẫn, các nhà vật lý có thể nghiên cứu quá trình dẫn theo những kiểu không thể nào thực hiện với những chất dẫn thực tế. Điều này sẽ đặc biệt hấp dẫn với những ai đang thiết kế những mạch điện tử cực kỳ nhỏ nơi các hiệu ứng lượng tử có thể giữ vai trò quan trọng trong sự dẫn điện.

Quan sát kênh dẫn

Ngoài việc tạo ra một hệ như thế, việc tương tự ra vùng dẫn cũng tỏ ra hết sức khó khăn – và nay cả hai thách thức này đã được khắc phục bởi Tilman Esslinger và các đồng sự tại trường ETH Zürich. Đội nghiên cứu đã sử dụng kính hiển vi để thu được ảnh phân giải cao của một kênh dẫn rộng khoảng 18 μm và dài chừng 30 μm . Kênh dẫn đó được tạo ra bởi sự tập trung một laser thành hai cái thùy – với một kênh hẹp tồn tại trong vùng tối giữa hai cái thùy đó.

Kênh dẫn đó nối liền hai bể chứa đầy một chất khí gồm khoảng 40.000 nguyên tử lithium-6 được làm lạnh xuống tới 250 nK. Một gradient từ trường tác dụng lên hệ trong quá trình làm lạnh, mang lại mật độ nguyên tử ở bể bên phải lớn hơn ở bể bên trái.

Sau đó người ta tắt gradient từ trường đi và các nguyên tử bắt đầu dẫn qua kênh hẹp từ phải sang trái. Một tính chất quan trọng của chất khí là quãng đường trung bình mà một nguyên tử đi được trước khi nó va chạm với một nguyên tử khác lớn gấp 40 lần chiều dài của kênh dẫn. Điều này có nghĩa là đa số các nguyên tử sẽ bay thẳng qua kênh dẫn như những viên đạn – và sự dẫn kiểu đạn bắn này là cái mà người ta tin rằng xảy ra trong những vật dẫn nhỏ xíu như ống nanocarbon.

Định luật Ohm cho các nguyên tử

Trước tiên, Esslinger và đội của ông tập trung vào trường hợp đạn bắn này và tìm thấy sự dẫn xảy ra theo kiểu tương tự như sự dẫn điện theo định luật Ohm – nghĩa là tốc độ các nguyên tử ra khỏi một bể (tương đương như dòng điện) tỉ lệ với độ chênh lệch số lượng nguyên tử ở mỗi bể (tương đương với điện áp) và là một hằng số liên quan đến sự dẫn của kênh đó. Sự tương tự này được củng cố thêm bởi thực tế rằng, giống như electron, lithium-6 là fermion. Điều này có nghĩa là ở những nhiệt độ thấp, các mức năng lượng của chất khí tương tự như các mức năng lượng của một tập hợp electron.

Sự dẫn theo định luật Ohm được trông đợi khi các nguyên tử chen lấn nhau qua một kênh mất trật tự tán xạ theo kiểu khuếch tán. Vì thế, thoát nhìn, ta thấy có chút lạ là hành trạng kiểu định luật Ohm lại áp dụng cho các nguyên tử đạn bắn không va chạm khi chúng đi qua kênh dẫn. Chìa khóa để tìm hiểu hiện tượng này, theo Esslinger, là hãy nghĩ tới cái xảy ra với các nguyên tử ở ranh giới giữa bể bên phải và kênh dẫn. Tại điểm này, một nguyên tử có thể hoặc bay thẳng qua kênh hoặc bị phản xạ trở lại trong một quá trình cơ lượng tử đã được mô tả lần đầu tiên vào năm 1957 bởi nhà vật lý người Mỹ gốc Đức Rolf Landauer.

Cho nên, mặc dù chúng không tán xạ khi chúng đi qua kênh dẫn, nhưng sự tán xạ của chúng tại

lối vào mang lại một sự dẫn điện theo định luật Ohm. Hành trạng trên được xác thực bằng cách sử dụng kính hiển vi để đo mật độ của các nguyên tử trên toàn kênh dẫn. Kết quả làm sáng tỏ một sự biến thiên đột ngột mật độ tại chỗ tiếp giáp với bể bên phải và một mật độ tương đối đồng đều trong toàn kênh dẫn. Điều này xác nhận rằng đa phần sự tán xạ xảy ra tại ranh giới chứ không phải trong kênh dẫn.

Sự giảm mật độ tuyến tính

Sau đó đội nghiên cứu đã lặp lại thí nghiệm với các thông số của kênh dẫn thay đổi sao cho sự tán xạ khuếch tán xảy ra. Điều này được thực hiện bằng cách đưa một đốm laser vào kênh dẫn. Một lần nữa các nhà nghiên cứu đo được hành trạng kiểu định luật Ohm, nhưng với một hằng số dẫn khác. Ảnh chụp qua kính hiển vi cho thấy mật độ nguyên tử giảm tuyến tính dọc theo kênh dẫn – cái cho thấy sự dẫn mang tính khuếch tán.

Đã tiến hành các nghiên cứu trong một chất khí nguyên tử cực lạnh, Esslinger và các đồng sự muốn nghiên cứu sự dẫn kiểu đạn bắn khi các nguyên tử tương tác với nhau. Yêu cầu này có thể thực hiện bằng cách tác dụng một từ trường được chọn lọc cẩn thận lên các nguyên tử để tạo ra cái gọi là các cộng hưởng Feshbach.

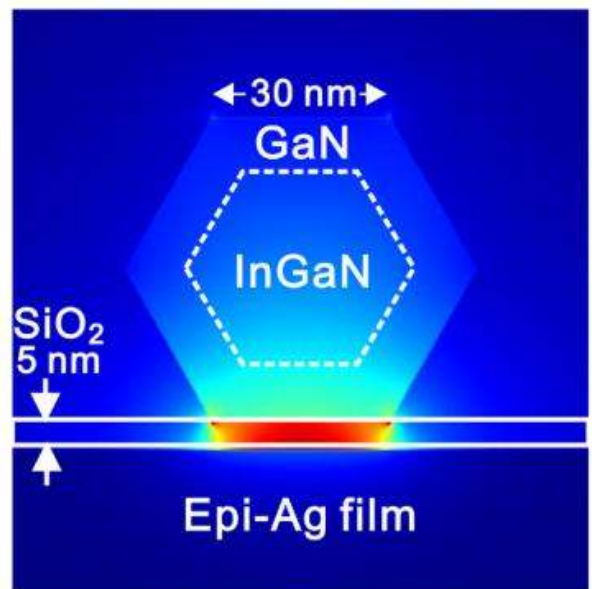
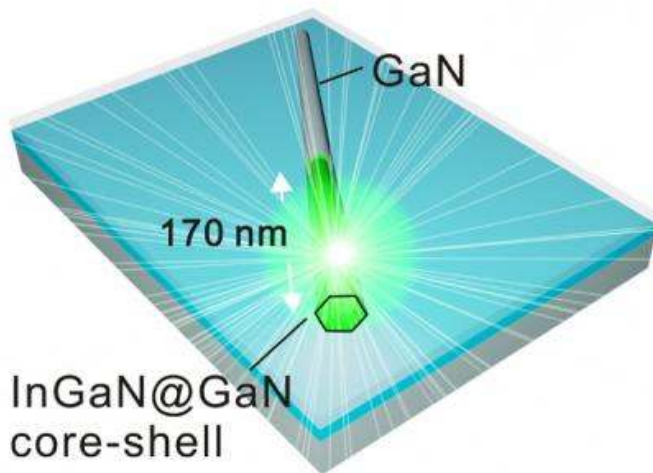
Tham khảo:

<http://www.sciencemag.org/content/early/2012/08/01/science.1223175.abstract>

Laser bán dẫn nhỏ nhất thế giới

Các nhà vật lý tại trường đại học Texas ở Austin, hợp tác với các đồng nghiệp ở Đài Loan và Trung Quốc, vừa phát triển laser bán dẫn nhỏ nhất thế giới, một bước đột phá hợp nhất công nghệ quang lượng tử với những ứng dụng từ điện toán đến y khoa.

Các nhà khoa học công bố kết quả của họ trên tạp chí Science số ra tuần này.



Ảnh minh họa cấu trúc bán dẫn cỡ nano dùng để chứng minh laser nano ngưỡng cực thấp. Một que nano đặt trên một màng mỏng bạc (dày 28 nm). Trường điện từ cộng hưởng được tập trung tại lớp trống silicon dioxide dày 5 nm kẹp giữa que nano bán dẫn và màng mỏng bạc phẳng đến cấp nguyên tử. Ảnh: Science.

Việc thu nhỏ kích cỡ của laser bán dẫn là yếu tố then chốt cho sự phát triển những công nghệ quang nhanh hơn, nhỏ hơn, và ít năng lượng hơn, ví dụ như những chip máy tính cực nhanh; những bộ sinh cảm biến cực nhạy dùng để phát hiện, xử lý và nghiên cứu bệnh tật; và những công nghệ viễn thông thế hệ tiếp theo.

Những dụng cụ quang lượng tử như thế có thể sử dụng laser nano để phát tín hiệu quang và truyền thông tin, và có tiềm năng thay thế cho các mạch điện tử. Nhưng kích cỡ và hiệu suất của các dụng cụ quang lượng tử bị hạn chế bởi cái gọi là giới hạn nhiễu xạ quang ba chiều.

“Chúng tôi vừa phát triển một dụng cụ laser nano hoạt động tốt dưới giới hạn nhiễu xạ

3D,” giáo sư vật lý Chih-Kang “Ken” Shih thuộc trường đại học Texas ở Austin cho biết. “Chúng tôi tin rằng nghiên cứu của mình có thể có tác động lớn đối với những công nghệ cỡ nano.”

Trong bài báo mới đăng, Shih và các đồng sự của ông báo cáo sự hoạt động đầu tiên của một laser sóng liên tục, ngưỡng thấp, dưới giới hạn nhiễu xạ 3D. Khi hoạt động, laser nano đó phát ra ánh sáng màu lục. Cái laser quá nhỏ để có thể nhìn thấy bằng mắt trần.

Dụng cụ gồm một que nano gallium nitride một phần chứa indium gallium nitride. Cả hai hợp kim là chất bán dẫn được sử dụng phổ biến ở đèn LED. Que nano được đặt lên trên một lớp mỏng silicon cách

điện, lớp này lại chồng lên trên một lớp màng mỏng bạc phẳng ở cấp độ nguyên tử.

Đó là chất liệu mà phòng nghiên cứu của Shih đã hoàn thiện trong hơn 15 năm qua. “Tính phẳng đến mức nguyên tử” đó là cái then chốt để xây dựng những dụng cụ quang lượng tử không làm tán xạ và tiêu hao plasmon, sóng electron có thể dùng để di chuyển những lượng lớn dữ liệu.

“Những cấu trúc plasmon phẳng đến mức nguyên tử là những viên gạch cấu trúc đáng khao khát cho những ứng dụng với sự thất thoát dữ liệu thấp,” Shih nói.

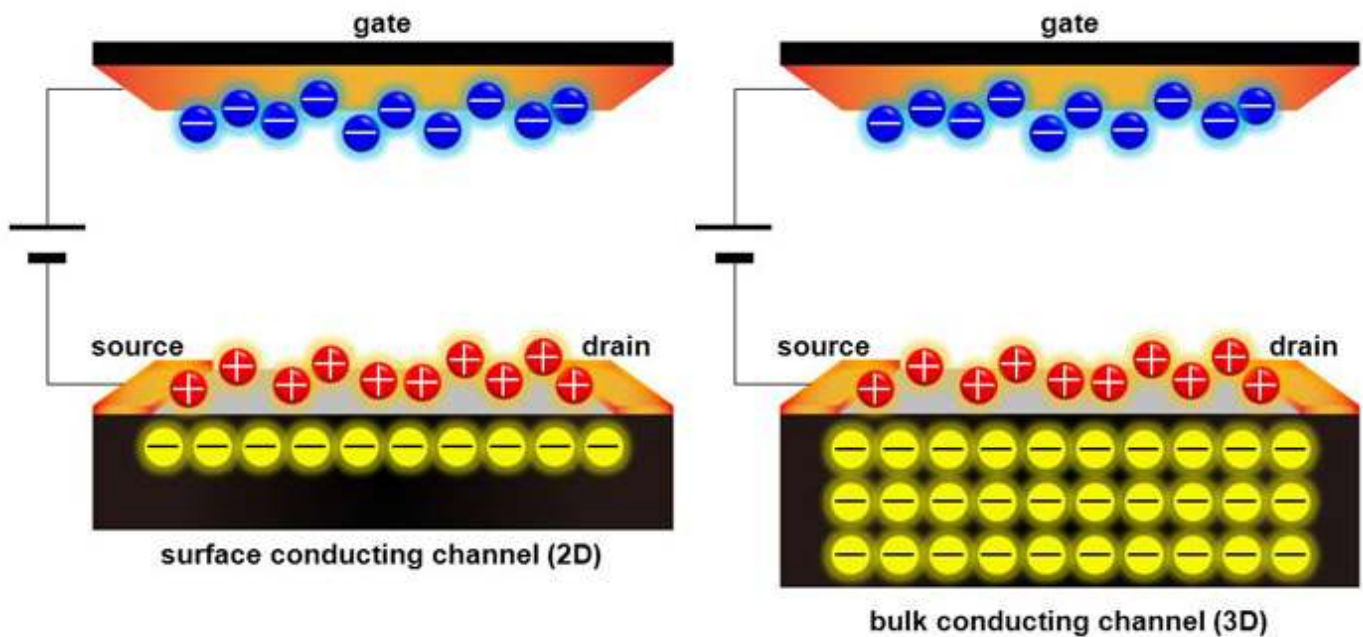
Những laser nano như dụng cụ này có thể cung cấp nền tảng cho sự phát triển chip,

noi mọi quá trình được chứa trên con chip, cái gọi là những hệ truyền thông “trên chip”. Những dụng cụ này sẽ chống

thu nhiệt và tổn thất thông tin thường xuất hiện với các dụng cụ điện tử cho dữ liệu đi qua giữa nhiều con chip.

Tham khảo: "Plasmonic Nanolaser Using Epitaxially Grown Silver Film", Y.-J. Lu et al., *Science*, 2012

Trình làng nguyên mẫu ‘transistor Mott’



Minh họa ở bên trái là một transistor hai lớp điện bình thường. Còn ở bên phải là transistor hai lớp điện gốc vanadium dioxide. (Ảnh: Masaki Nakano, RIKEN)

Các nhà nghiên cứu ở Nhật Bản vừa công bố một nguyên mẫu của “transistor Mott”. Nếu được triển khai thương mại, một transistor như thế có thể mang lại những lợi thế vượt trội so với những thiết kế hiện nay về mặt hiệu quả năng lượng và tốc độ chuyển mạch.

Vì transistor là cơ sở của điện tử học hiện đại, nên các nhà khoa học liên tục đi tìm các phương pháp cải tiến và nâng cao hiệu quả của chúng. Các transistor dùng để chuyển mạch trong máy vi tính hiện đại hoạt động dựa trên hiệu ứng trường. Ở những transistor như vậy, một điện áp đặt giữa cực cổng và cực máng làm tăng độ dẫn của một chất bán dẫn, cho phép dòng điện chạy qua giữa cực nguồn và cực máng. Transistor mang dòng điện nhỏ khi không có điện áp giữa

cực cổng và cực máng (trạng thái off) và mang dòng điện lớn khi có điện áp cổng (trạng thái on). Dòng điện nhỏ quan trọng vì hiệu quả năng lượng, còn dòng điện lớn quan trọng vì nó cho phép mạch điện chạy nhanh hơn.

Transistor lí tưởng

Một transistor lí tưởng sẽ là một chất cách điện hoàn toàn ở trạng thái off và là một chất dẫn hoàn hảo ở trạng thái on. Do đó, một số đo quan trọng của chất lượng của một transistor là tỉ số của dòng điện on so với dòng điện off. Tuy nhiên với transistor hiệu ứng trường chuẩn (FET), sự biến thiên độ dẫn này chỉ bị ảnh hưởng bởi một lớp mỏng nằm gần nơi dòng điện chạy qua giữa cực

cổng và cực máng. Điều này làm hạn chế tỉ số dòng điện on / dòng điện off có thể thu được.

Các nhà khoa học đã đề xuất rằng có thể cải thiện tỉ số này bằng cách khai thác các chất cách điện Mott trong transistor. Chất cách điện Mott là những chất liệu hành xử giống như các kim loại theo các lý thuyết dải dẫn thông thường nhưng lại tác dụng như những chất cách điện dưới những điều kiện nhất định tuân theo các tương quan cơ lượng tử giữa các electron láng giềng. Tuy nhiên, vì những lý do phức tạp và chưa được hiểu hết, các chuyển tiếp pha đột ngột có thể sinh ra giữa trạng thái cách điện và trạng thái kim loại. Ngoài ra, sự chuyển tiếp kim loại-chất cách điện này còn có thể được gây ra bởi một điện trường. Trong khi điện áp cổng ở một transistor thông thường làm điều biến điện trở của một chất bán dẫn, thì điện áp cổng ở một transistor Mott có thể biến một chất cách điện thành kim loại.

Những chuyển tiếp hàng loạt

Trước đây, những nhóm nghiên cứu khác nhau đã cố gắng chế tạo transistor Mott, nhưng họ đều không tạo ra được những điện trường cần thiết để gây ra sự chuyển tiếp kim loại-chất cách điện tại bề mặt của chất cách điện Mott. Nay các nhà khoa học tại Viện Khoa học Cao cấp RIKEN ở Wako, Nhật Bản, cho phủ lên bề mặt của chất cách điện vanadium dioxide một giọt chất lỏng nhiễm ion. Khi đặt một điện áp cổng nhỏ lên chất lỏng nhiễm ion đó, điện áp này sinh ra một điện trường khổng lồ tại bề mặt của chất cách điện Mott, làm cho nó chuyển sang trạng thái kim loại. Cái đáng chú ý nhất là, không giống như ở một transistor bình thường, sự chuyển tiếp pha đó – và do đó là sự biến thiên độ dẫn – không chỉ xảy ra ngay tại bề mặt, mà còn trong nguyên khối chất liệu. Các nhà nghiên cứu vẫn chưa hiểu hoàn

toàn nguyên nhân vì sao như vậy, nhưng họ đoán rằng điện trường tại bề mặt của chất cách điện Mott gây ra một chuyển tiếp pha trong một lớp mỏng ở gần bề mặt đó, và sự chuyển tiếp này truyền năng lượng cho mạng tinh thể của chất, do đó gây ra một loại hiệu ứng thác lũ với ranh giới pha truyền vào trong chất liệu giống như sóng.

Các nhà nghiên cứu đã thu được tỉ số dòng điện on / dòng điện off là 100 / 1. Con số này có vẻ khiêm tốn so với FET hiện đại, chúng có thể thu được tỉ số cao đến 1 triệu / 1, nhưng Jochen Mannhart, một nhà vật lý nghiên cứu vật chất ngưng tụ tại Viện Nghiên cứu Chất rắn Max Planck ở Stuttgart, Đức, cho rằng không hẳn thế. “Đặc điểm nổi bật nhất của nghiên cứu này,” ông nói, “là các nhà nghiên cứu đã chứng minh rằng ở một số chất liệu – trong trường hợp này là vanadium dioxide – bằng cách đặt một điện áp cổng, người ta có thể chuyển nguyên khối chất liệu từ trạng thái cách điện thành dẫn điện và do đó chuyển một thể tích rất lớn electron từ không linh động sang linh động.” Ông giải thích rằng, trong khi FET hiện đại là kết quả của 30 năm tối ưu hóa, thì transistor Mott là một minh chứng nguyên lý và chưa được tối ưu hóa. Mannhart cho biết trở ngại thật sự duy nhất với dụng cụ trên là sự có mặt của chất lỏng nhiễm ion, đó là cái phi thực tế trong một linh kiện và cần được thay bằng một chất cách điện rắn.

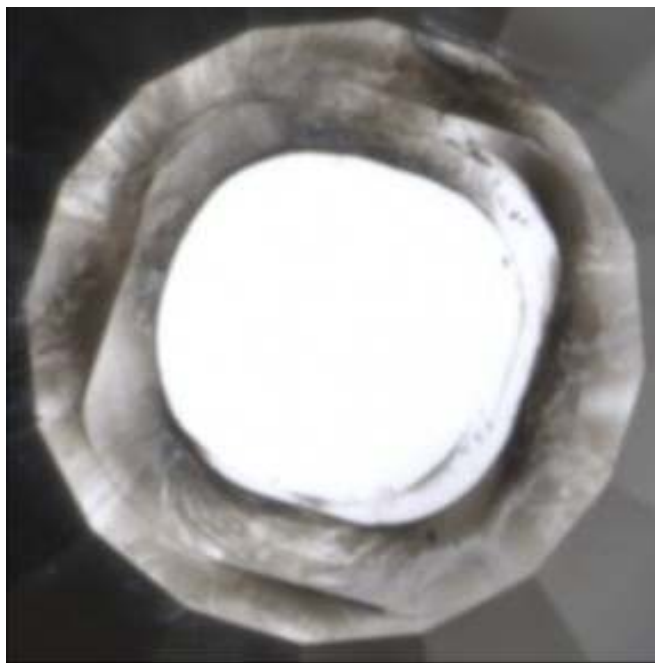
Masaki Nakano, người đứng đầu nghiên cứu trên, đồng ý rằng đó sẽ là cái quan trọng, nhưng ông nói rằng, hiện nay, nhóm của ông không tập trung vào việc phát triển thêm dụng cụ của mình. “Hiện nay, chúng tôi vẫn phải bỏ nhiều thời gian tìm hiểu dụng cụ của mình,” ông giải thích, “và có nhiều cái vẫn chưa rõ ràng.”

Nghiên cứu công bố trên tạp chí [*Nature*](#).

Đã tìm thấy carbon-M cứng hơn cả kim cương

Một đội gồm những nhà vật lý khoáng vật học tại trường Đại học Yale ở Mỹ lần đầu tiên vừa xác nhận qua những thí nghiệm áp suất cao cấu trúc của graphite nén lạnh, một dạng carbon có thể sánh về độ cứng với người họ hàng của nó, kim cương, nhưng chỉ cần áp suất để tổng hợp. Các nhà nghiên cứu tin rằng các kết quả của họ có thể mở ra hướng đi mới cho một chất liệu siêu cứng có thể trụ vững trước lực tác dụng lớn và có thể sử dụng – giống như các chất liệu gốc kim cương ngày nay – trong nhiều ứng dụng điện tử và công nghiệp. Nghiên cứu công bố trên tạp chí *Nature*.

Dưới điều kiện bình thường, carbon tinh khiết biểu hiện những tính chất vật lý rất khác nhau tùy thuộc vào cấu trúc của nó. Ví dụ, graphite thì mềm, nhưng kim cương là một trong những chất liệu cứng nhất được biết. Graphite dẫn điện, còn kim cương là chất cách điện.



Phân bóng mờ cho thấy sự phá hỏng nghiêm trọng từ carbon-M.

Lung chừng ở giữa là dạng carbon mới được đội Yale xác nhận, đặt tên là carbon-M và đã được dự

đoán bởi các phương pháp lý thuyết từ hồi năm 2006. Carbon-M được tạo ra khi graphite bị nén đến áp suất xấp xỉ 200.000 lần áp suất không khí trong phòng, ở nhiệt độ phòng.

Mặc dù người ta đã quan sát thấy lần đầu tiên các biến thiên ở graphite dưới điều kiện áp suất cao và nhiệt độ phòng từ hồi 50 năm trước, nhưng chỉ lúc này thì cấu trúc tinh thể đó mới được xác nhận bởi thí nghiệm, sử dụng sự nhiễu xạ tia X thời gian dài, quang phổ học Raman và các kỹ thuật quang để xác nhận những tiên đoán này.

“Bên cạnh những tính chất cơ học độc đáo phát hiện thấy ở carbon-M, chúng tôi còn tìm thấy sự chuyển tiếp của graphite sang carbon-M là cực kì chậm và đòi hỏi thời gian dài để đạt tới sự cân bằng, đó có thể là một lí do nữa lí giải vì sao bài toán này vẫn chưa được giải trong nửa thế kỉ qua,” phát biểu của Yuejian Wang, tác giả đứng tên đầu của bài báo mới công bố.

Các nhà nghiên cứu cho biết cấu trúc trung gian này có đối xứng thấp hơn nhiều so với kim cương, nhưng nó cứng. Thật vậy, “nghiên cứu của chúng tôi cho thấy carbon-M cực kì khó nén và cứng, kình địch với các tính chất cực độ của kim cương đến mức nó làm hỏng cả kim cương,” phát biểu của nhà nghiên cứu Kanani K.M. Lee tại Yale.

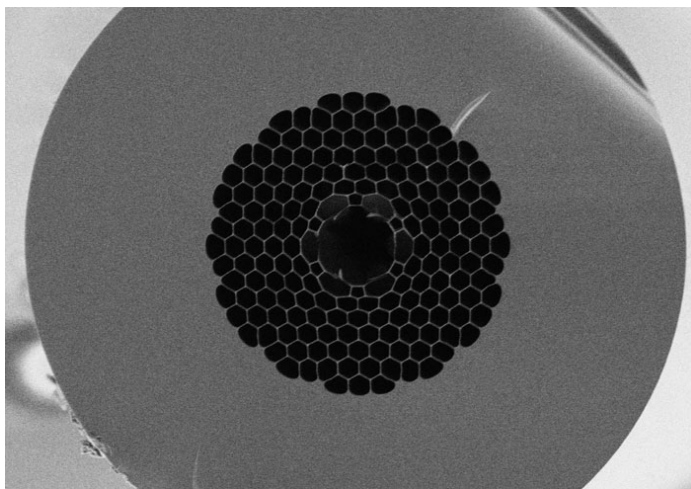
Lee cho biết thêm, “Trong vài năm trở lại đây, nhiều tính toán lý thuyết đề xuất rằng ít nhất có một tá cấu trúc tinh thể khác nhau cho dạng pha mới này, nhưng các thí nghiệm của chúng tôi cho thấy chỉ có một cấu trúc tinh thể khớp với dữ liệu: carbon-M.”

Tham khảo: *Scientific Reports* DOI: [10.1038/srep00520](https://doi.org/10.1038/srep00520)

Bẫy hạt bằng ánh sáng và nhiệt

Các nhà vật lý ở Đức vừa phát triển một cái bẫy dành cho những hạt kích cỡ micron, hoạt động dựa trên ánh sáng laser và nhiệt. Cái bẫy “nhiệt quang” trên, xây dựng xung quanh một sợi tinh thể quang lượng tử, mang lại một bước ngoặt mới cho bẫy hạt vi mô. Kỹ thuật có thể mang lại một cách thực hiện những phép đo chính xác của những lực nhiệt tác dụng lên những hạt nhỏ xíu và còn có thể dùng để sắp xếp và tập trung các hạt vi mô.

Trong hơn 20 năm qua, người ta đã có thể dùng ánh sáng để bẫy các hạt vi mô. Phát triển chủ chốt xuất hiện vào năm 1986 khi Arthur Ashkin, Steven Chu và các nhà khoa học tại Bell Labs ở Mỹ phát minh ra cái gọi là nhíp quang học: ánh sáng laser tập trung có thể giữ các hạt vi mô trong lòng chừng không gian. Hiện tượng trên hoạt động bởi vì các hạt điện môi bị hút về vùng có điện trường mạnh nhất, đó là chỗ tập trung chùm tia laser.



Tiết diện của sợi tinh thể quang lượng tử dùng để bẫy các hạt vi mô. Đường kính ngoài của sợi là 100 μm và đường kính trong là khoảng 12 μm . (Ảnh: Tijmen Euser.)

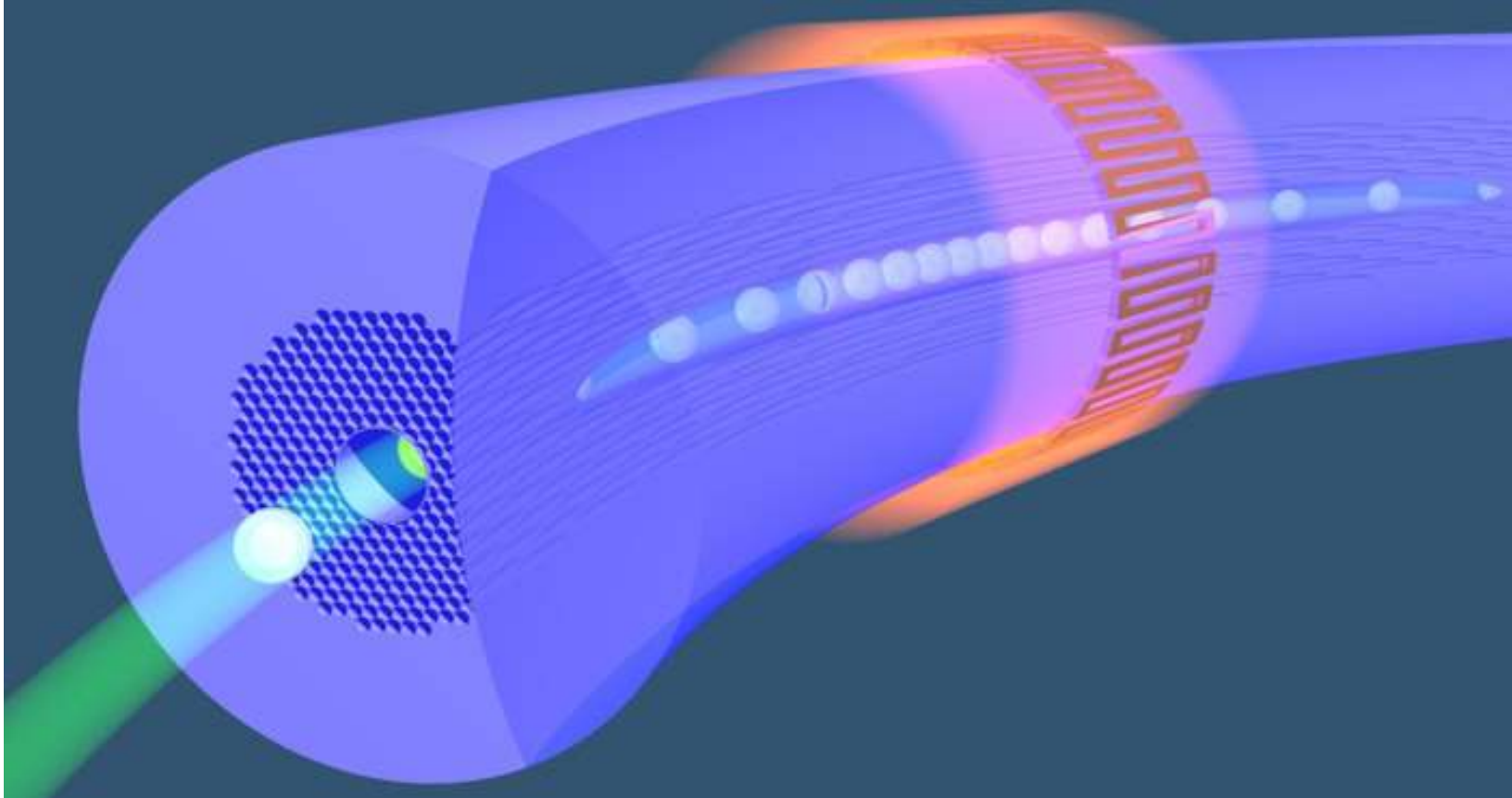
Bẫy ánh sáng và vận chuyển bằng ánh sáng

Nhíp quang ngày nay được sử dụng thường xuyên để bẫy và thao tác trên các hạt vi mô – nhất là những vi hạt sinh học, ví dụ như tế bào và virus. Nhưng ánh sáng không phải là cách duy nhất để bẫy các hạt vi mô – các lực nhiệt, thường phát sinh bởi sự hấp thụ ánh sáng – cũng có thể giữ một vai trò nhất định. Chẳng hạn, một laser có thể làm nóng chỉ một bên của một hạt sao cho các phân tử bật phản xạ trên nó nhận được những lượng động lượng khác nhau tùy thuộc vào chúng chạm vào phía nào. Hiệu ứng trên có thể dùng để bẫy hoặc vận chuyển các hạt trên những cự li centimet trong không khí.

Nay Oliver Schmidt, Tijmen Euser và các đồng sự tại Viện Khoa học Ánh sáng Max Planck ở Erlangen, Đức, vừa tiến hành một phương pháp bẫy mới. Trong dụng cụ của họ, một hạt vi mô có đường kính khoảng 6 μm được chứa bên trong một sợi tinh thể quang lượng tử, lõi rỗng. Đây là một sợi quang trong suốt với đường kính ngoài 100 μm , đường kính trong 12 μm và một ma trận 2D gồm những lỗ nhỏ trong lớp vỏ phủ. Ánh sáng laser lái vi hạt đi dọc theo lõi chứa đầy không khí của sợi quang nhưng, khi nó chạm tới một dải tối son xung quanh sợi, nó tự dừng lại.

Dòng nhiệt đảo

Bố trí trên hoạt động do một hiện tượng gọi là “dòng nhiệt đảo”, hiện tượng chỉ tồn tại rất gần một bề mặt có một gradient nhiệt độ – tức là, một bên nóng và một bên lạnh. Các phân tử nóng trong không khí sẽ truyền cho bề mặt đó nhiều động lượng hơn so với các phân tử lạnh, nghĩa là bề mặt đó nhận một hợp lực theo chiều lạnh. Đáp lại, không khí ở giữa lõi sợi chảy theo chiều ngược lại – từ lạnh sang nóng.



Ảnh minh họa cách một hạt nhỏ xíu bị bẫy trong một sợi tinh thể quang lượng tử. Đốm nóng nhiệt được thể hiện bằng màu cam. (Ảnh: APS/Physics 5 76.)

Trong dụng cụ của nhóm Max Planck, gradient nhiệt được tạo ra bởi sự tán xạ ánh sáng của hạt vi mô, nó bị hấp thụ bởi dải tối. Sự dẫn nhiệt thu được lái một dòng không khí đi theo bề mặt lõi về phía đốm nóng, nó được cân bằng bởi một dòng không khí đi theo giữa lõi theo chiều ngược lại – ra xa đốm nóng – tạo ra một cấu trúc tương tự như dòng đối lưu. Chuỗi hoạt động phức tạp này tạo ra một lực nhót kéo theo chống lại sức đẩy của laser và bẫy vi hạt tại dải đó.

Sắp xếp các hạt vi mô

Schmidt và Euser trình bày rằng, không giống như những cái bẫy nhiệt quang trước đây, dụng cụ của họ đòi hỏi bản thân các hạt vi mô đang hấp thụ ánh sáng. Hơn nữa, bức xạ đó và lực nhót tỉ lệ thuận với công suất của laser, nghĩa là hoạt động bẫy độc lập với công suất của laser. Các nhà nghiên cứu cho biết cái bẫy trên có thể có các ứng dụng trong cái gọi là những hệ “phòng thí nghiệm trên con chip” trong đó các hạt vi mô

có thể được điều khiển cho chuyển động xung quanh một con chip nhỏ xíu trong khi những phân tích khác nhau được thực hiện. Hoặc, nếu như thay những dải sơn phủ bằng những bộ phận làm nóng thật sự, thì cái bẫy có thể dùng để sắp xếp các hạt vi mô theo tính chất vật lý của chúng, hoặc để đo các lực nhiệt tác dụng lên chúng.

Nhà sinh lý học Dieter Braun tại trường Đại học Munich Ludwig Maximilians ở Đức tin rằng để bẫy và phát hiện các phân tử sinh học sẽ cần điều chỉnh sợi quang trên để ghi ảnh huỳnh quang. Nhưng ông cho biết việc sử dụng những sợi rỗng như vậy là “rất căn bản”. Tiềm năng ứng dụng của nó “đáng khích lệ và nên theo đuổi”, ông nói.

Nghiên cứu công bố trên tạp chí [Physical Review Letters](#).

Mô phỏng hiệu ứng Zeeman bằng những giọt chất lỏng phản xạ

Các nhà vật lý ở Pháp vừa sử dụng những cặp giọt chất lỏng phản xạ trên một bề mặt chất lỏng để mô phỏng hiệu ứng Zeeman – một hiện tượng giữ vai trò quan trọng trong sự phát triển buổi đầu của cơ học lượng tử. Khả năng mô phỏng những hiệu ứng lượng tử thuần túy bằng một hệ cổ điển có thể mang lại thêm kiến thức mới về cách hiểu cơ sở toán học của cơ học lượng tử.

Phương trình Schrödinger có ý nghĩa gì? Câu hỏi đó đã khiến các nhà vật lý cãi và kể từ khi nền tảng trung tâm này của cơ học lượng tử được nêu ra gần 90 năm về trước. Trong khi sức mạnh tiên đoán của nó đã được xác thực nhiều lần trong các phòng thí nghiệm trên khắp thế giới, nhưng chính xác nên hiểu các nghiệm cho phương trình đó (các hàm sóng) như thế nào thì vẫn chưa rõ.

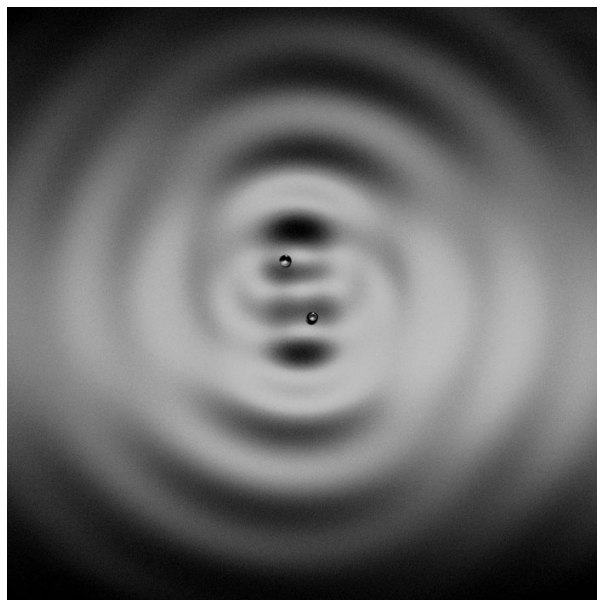
Trường phái tư tưởng thông dụng nhất là “trường phái Copenhagen” nổi tiếng, do Niels Bohr và Werner Heisenberg sáng lập vào thập niên 1920. Cách hiểu xác suất này của cơ học lượng tử cho rằng những tính chất quan sát thấy của một hạt không có những giá trị rõ ràng cho đến khi chúng được đo. Tuy nhiên, quan điểm này không phải ai cũng chấp nhận và có một cách hiểu khác của cơ học lượng tử được các nhà vật lý yêu thích gọi là cách hiểu “sóng hoa tiêu”, do Louis de Broglie thiết lập vào năm 1927 và sau đó được David Bohm phát triển. Cách hiểu này cho rằng những tính chất quan sát thấy của các hạt lượng tử là rõ ràng ở mọi thời điểm nhưng chúng được chỉ dẫn bởi một sóng, cách hiểu này giải thích gọn gàng lưỡng tính sóng-hạt. Đây là một ví dụ của một lý thuyết biến ẩn vì nó giải thích những tính chất có thể đo được của cơ học lượng tử là hệ quả của một đặc điểm có thực, nhưng không thể tiếp cận trên thực nghiệm – sóng vật chất.

Giả tạo hay trực giác?

Cả hai lý thuyết trên không thể phân biệt được về mặt toán học, nên một số nhà vật lý xem cái gọi là

“cách hiểu Bohm” là một nỗ lực dàn cảnh nhằm giải thích những kết quả thực nghiệm của cơ học lượng tử mà không bám lấy tính kì lạ của cách hiểu Copenhagen. Tuy nhiên, vào năm 1980, Michael Berry và các đồng sự tại trường Đại học Bristol ở Anh đã sử dụng một cái tương tự với sóng mặt trong một chất lỏng cổ điển để đi tới một lời giải thích trực giác hơn của một hiện tượng lượng tử kì lạ gọi là hiệu ứng Aharonov–Bohm.

Nay Yves Couder tại trường Đại học Paris Diderot và các đồng sự vừa khảo sát sâu hơn cái tương tự này bằng cách nhìn vào hành trạng của những giọt chất lỏng nhỏ xíu, phản xạ, gọi là “walker” khi chúng di chuyển trên bề mặt của một bể dầu silicon đang dao động. Các giọt chất lỏng đó tạo sóng trên bề mặt chất lỏng và, hóa ra, chúng bị ảnh hưởng bởi những con sóng này. Theo Couder, kết quả này mang lại một sự tương đương thú vị với mô hình “sóng hoa tiêu” của cơ học lượng tử.



Ảnh chụp hai “walker” đang quay xung quanh nhau trên bề mặt của một chất lỏng. (Ảnh: Antonin Eddi et al.)

“Có một sự cộng sinh giữa giọt chất lỏng và bề mặt bên dưới,” Couder giải thích, “vì nếu không

có giọt chất lỏng nào thì không có sóng. Và nếu không có sóng thì giọt chất lỏng đó không di chuyển.” Couder và các đồng sự của ông tin rằng sự tương tác này giữa một walker và các con sóng mà nó tạo ra là một ví dụ của lưỡng tính sóng-hạt ở một hệ cổ điển bởi vì, trong khi giọt chất lỏng bị định xứ trong không gian giống như một hạt, nhưng chuyển động của nó có thể bị ảnh hưởng bởi bất kì cái gì ảnh hưởng đến sóng hoa tiêu.

Các trạng thái liên kết

Couder nhấn mạnh rằng hệ của nhóm ông không phải là một cái tương đương chính xác với cơ học lượng tử bởi vì, chẳng hạn, nó đòi hỏi cấp năng lượng liên tục bằng cách làm cho bề dao động. Tuy nhiên, trong nghiên cứu trước đó, nhóm của ông đã chủ động sử dụng các walker để tạo ra những cái tương đương cổ điển cho những hiệu ứng lượng tử nhiều xạ một hạt và chui hầm. Họ cũng chứng minh rằng hai walker có thể quay xung quanh nhau để tạo ra những trạng thái liên kết, trong một cái tương đương với những trạng thái liên kết bị lượng tử hóa trong một nguyên tử.

Trong nghiên cứu mới, nhóm của ông đã khảo sát hiệu ứng Zeeman – một hiệu ứng lượng tử nhỏ đó các mức năng lượng trong một nguyên tử bị tách ra trong sự có mặt của một từ trường ngoài. Một nguyên tử là một trạng thái liên kết của một hạt nhân và một hoặc nhiều electron – và hệ này được mô phỏng bằng một trạng thái liên kết của hai walker.

Để tạo ra cái tương đương với từ trường ngoài, các nhà nghiên cứu cho bề dao quay. Trạng thái liên kết hai walker khi đó tự do quay hoặc cùng chiều hoặc ngược chiều với chuyển động quay của bề – mô phỏng các trạng thái mômen động lượng quỹ đạo của một nguyên tử. Khi không có từ trường mô phỏng, cả hai trạng thái quay này có cùng năng lượng. Tuy nhiên, khi cái bề quay thì năng lượng của các trạng thái quay phân tách, với một trạng thái tăng lên và một trạng thái giảm đi – giống hệt như các trạng thái mômen động lượng của một nguyên tử trong từ trường. Đội nghiên cứu cũng nhìn thấy những chuyển tiếp bất ngờ giữa các mức năng lượng.

Fernando Lund thuộc trường Đại học Chile ở Santiago, người có một nhóm nghiên cứu đang khảo sát những vấn đề tương tự nhưng không có liên quan với nghiên cứu trên, cho biết: “Đặc điểm nổi bật nhất của bài báo này, và của những bài báo khác của đội này, là việc sử dụng công nghệ tiên tiến theo kiểu dao to búa lớn để mang lại những cái tương tự giữa vật lý cổ điển và vật lý lượng tử mà người ta có thể dễ dàng hình dung ra.” Ông cho rằng cố gắng hình dung ra những hiện tượng lượng tử khác bằng các phương tiện cổ điển có thể thật là thú vị. “Ứng cử viên yêu thích của tôi là spin bán nguyên của một số hạt như electron,” ông nói.

Nghiên cứu công bố trên tạp chí [*Physical Review Letters*](#).

Lại nói về những tinh thể không-thời gian

Những cấu trúc kì lạ gọi là “tinh thể không-thời gian” có thể sớm trở thành thực tế, nhờ một nghiên cứu mới được thực hiện bởi một nhóm nhà vật lý hợp tác ở Mỹ và Trung Quốc. Phát triển ý tưởng đặt ra bởi nhà vật lý lí thuyết Frank Wilczek thuộc Viện Công nghệ Massachusetts ở Mỹ, các nhà nghiên cứu trên đã chứng minh làm thế nào một tinh thể gồm những ion bị bẫy có thể quay liên tục, ngay cả khi ở trạng thái năng lượng

thấp nhất của nó, cho phép nó phá vỡ đối xứng thời gian lẫn đối xứng không gian.

Những tinh thể bình thường gồm những nguyên tử hay phân tử sắp xếp trong những cấu trúc 3D có trật tự, chúng hình thành dưới một nhiệt độ nhất định để giảm thiểu thế năng bên trong chất liệu. Các nguyên tử carbon trong kim cương, chẳng hạn, chịu một lực hút ở cự li xa nhưng chịu

một lực đẩy ở cự li gần hơn, nghĩa là năng lượng của chúng là nhỏ nhất khi chúng cách nhau xấp xỉ khoảng cách trung bình giống nhau. Trái lại, ở nhiệt độ cao, các nguyên tử trong một tinh thể có thể tồn tại trong trạng thái kém trật tự nhiều hơn trong trạng thái trật tự và nếu sự kém trật tự chiếm ưu thế, thì nó làm cho chất liệu tan chảy. “Các tinh thể là một thắng lợi của năng lượng so với entropy,” Wilczek nói.



(Ảnh: iStockphoto/M-X-K)

Phá vỡ đối xứng thời gian

Wilczek đi tới khái niệm “tinh thể thời gian” sau khi tự nghĩ không biết một chất liệu ở những nhiệt độ thấp có thể được cấu trúc trong thời gian, thay vì không gian hay bổ sung thêm cho nó hay không. Một tinh thể bình thường được cho là phá vỡ đối xứng không gian khi các hạt thành phần của nó sắp thẳng theo những hướng nhất định, thay vì phân bố không gian đều đặn (như cái xảy ra ở nhiệt độ cao). Tương tự như vậy, sự phá vỡ đối xứng thời gian có nghĩa là một vật hay một tập hợp hạt chịu một loại biến đổi có hệ thống nào đó trong thời gian. Như Wilczek trình bày, điều này đúng với các hành tinh trong hệ mặt trời cũng như các đồng hồ, chẳng hạn. Nhưng đây là những hệ được đưa vào trạng thái chuyển động bởi một loại nguồn năng lượng bên ngoài nào đó và cuối cùng sẽ dừng lại. Wilczek tự hỏi không biết chuyển động có thể xảy ra trong

những hệ cô lập tồn tại ở trạng thái cơ bản của chúng hay không.

Ông thừa nhận quan điểm này “gần đến mức nguy hiểm” với quan điểm một cỗ máy chuyển động vĩnh cửu. Ông trình bày rằng, ở trạng thái cơ bản của chúng, những hệ như vậy không thể sử dụng để sinh công có ích. Tuy nhiên, chúng sẽ cần năng lượng để dừng lại. “Chúng sẽ tạo ra một dạng chuyển động vĩnh cửu,” ông nói, “đó là cái hơi ròn ròn khi nói với một người có chút danh tiếng trong ngành vật lý”.

Gát những dè dặt sang một bên, Wilczek nhận ra rằng các chất siêu dẫn tiến gần đến hoạt động theo kiểu này, vì chúng tồn tại ở trạng thái thấp nhất của chúng nhưng truyền đi một dòng điện. Tuy nhiên, chúng không đạt tới vì dòng điện đó không thay đổi theo thời gian. Để biến một chất siêu dẫn thành một tinh thể thời gian, Wilczek đề xuất làm biến thiên một siêu dòng để gây cho nó một cực đại nhất thời rồi, khi truyền xung quanh vòng siêu dẫn, cực đại đó sẽ na ná như “một con chuột chạy trong bụng một con rắn”. Ông tìm thấy trên phương diện toán học rằng một kế hoạch như vậy thật ra là có thể, và động năng hữu hạn của hệ là có thể vì nó có từ một sự suy giảm nhiều hơn ở thế năng của hệ.

Bẫy ion

Tuy nhiên, Xiang Zhang và Tongcang Li thuộc trường Đại học California, Berkeley, và các đồng sự nghĩ rằng kế hoạch đặc biệt này sẽ khó triển khai trên thực tế vì nó đòi hỏi các hạt tích điện cùng dấu hút lẫn nhau để tạo ra cực đại ở dòng điện. Thay vậy, đề xuất của họ là bẫy các ion ở những nhiệt độ rất thấp và khai thác lực đẩy tương hỗ của chúng để chúng tự sắp xếp thành hình vòng. Cái vòng này, Li giải thích, sẽ giống như một tinh thể thông thường. Khi đó, bằng cách tác dụng một từ trường với những giá trị nhất định trên cái vòng, cái vòng có thể quay liên tục ở trạng thái năng lượng thấp nhất của nó – nói cách khác, ông nói, nó sẽ trở thành một tinh thể không-thời gian.

Li cho biết thách thức chủ yếu trong việc chế tạo ra một dụng cụ như vậy sẽ là việc làm lạnh các ion trong những cái bẫy đủ nhỏ xuống tới những nhiệt độ thấp vừa đủ. Ông và các đồng sự của mình tính được rằng để tạo ra một tinh thể không-thời gian có bề ngang một phần mười của một millimet sẽ cần 100 ion beryllium được làm lạnh xuống tới nhiệt độ một phần tỉ của một kelvin, với những cái vòng lớn hơn đòi hỏi nhiệt độ còn thấp hơn nữa.. Nhưng ông chắc chắn rằng yêu cầu kỹ thuật này có thể được đáp ứng, hoặc bởi nhóm của ông hoặc bởi những nhóm khác. “Vấn đề đó có thể khắc phục trong tương lai gần với sự phát triển của các công nghệ bẫy ion,” ông nói. Ông cho biết thêm rằng chính xác khi nào làm được như vậy là còn “tùy thuộc vào ngân quỹ và nhiều yếu tố khác”.

Zhang tin rằng, một khi được chế tạo, một dụng cụ như vậy có thể “mang lại một hướng mới cho

việc khảo sát bài toán vật lý nhiều vật và những tính chất đang xuất hiện của vật chất” và có thể còn cải thiện kiến thức của chúng ta về sự phá vỡ đối xứng, ví dụ như cái được tin là đã mang khối lượng đến cho các hạt khi vũ trụ giãn nở và lạnh đi.

Wilczek mô tả đề xuất ion bẫy như thế là “hấp dẫn hơn và chuyên nghiệp hơn” kế hoạch của ông. Ông cũng cho rằng các tinh thể không-thời gian có thể có những ứng dụng thực tế, mặc dù hiện nay không rõ đó là những ứng dụng nào. “Nghiên cứu này đang khảo sát những trạng thái mới của vật chất,” ông nói, “và có thể dẫn tới những hướng nghiên cứu bất ngờ”.

Bài báo trên có bản thảo trên website *arXiv* ([arXiv:1206.4772v1](https://arxiv.org/abs/1206.4772v1)).

Tinh thể không-thời gian sống thọ hơn vũ trụ

Nguyên lý thứ hai của nhiệt động lực học phát biểu rằng tất cả các hệ cô lập đều có xu hướng tăng entropy. Vũ trụ của chúng ta một ngày nào đó sẽ đạt tới một trạng thái toàn bộ năng lượng được phân bố đều và không còn có thể duy trì chuyển động hay sự sống nữa. Một nhóm nhà vật lý vừa cho rằng một khái niệm gọi là “tinh thể không-thời gian” trên lý thuyết có thể tiếp tục hoạt động dưới dạng máy vi tính ngay cả sau cái chết nhiệt của vũ trụ. Vấn đề là cho đến lúc này họ vẫn chưa có ý tưởng làm thế nào xây dựng một tinh thể không-thời gian.

Tinh thể có cấu trúc gồm những sắp xếp lặp đi lặp lại của các nguyên tử và phân tử, chúng đối xứng trong không gian ở trạng thái năng lượng thấp nhất của chúng. Chúng là kết quả của sự loại hết toàn bộ năng lượng ra khỏi hệ (giống như nước đá hình thành khi lấy nhiệt ra khỏi nước). Nhà vật lý giành giải Nobel Frank Wilczek tại Viện Công nghệ Massachusetts cho rằng sự đối xứng của các cấu trúc kết tinh như thế có thể tồn tại trong chiều thứ tư là thời gian cũng như trong ba chiều không gian. Các nguyên tử trong một tinh thể thời gian sẽ liên tục quay và trở lại vị trí ban đầu

của chúng và, ở trạng thái năng lượng thấp nhất có thể có của chúng, chúng sẽ tiếp tục quay ngay cả sau khi vũ trụ đã không còn entropy. Một kiểu chuyển động lặp lại như vậy thường đòi hỏi năng lượng nhưng nay một nhóm nhà khoa học tại trường Đại học Michigan ở Ann Arbor và Đại học Tsinghua ở Bắc Kinh, đứng đầu là Tongcang Li tại trường Đại học California, Berkeley nghĩ rằng họ có thể nêu được làm thế nào tạo ra một tinh thể như thế ở trạng thái năng lượng thấp nhất của nó biểu hiện kiểu lặp lại, hay cấu trúc tuần hoàn này trong không gian lẫn trong thời

gian, tức một tinh thể không-thời gian.

Họ đề xuất xây dựng một cái bẫy ion, thiết bị giữ các hạt tích điện tại chỗ bằng từ trường. Các ion tự nhiên đẩy lẫn nhau do lực đẩy Coulomb, tạo thành một tinh thể hình vòng có thể làm cho quay bằng cách tác dụng một từ trường tĩnh yếu. Nếu sau đó bạn tắt từ trường đi thì các ion sẽ tiếp tục tự quay. Điều này không vi phạm bất kì định luật vật lí nào, nhưng nó không phải là một động cơ

chuyển động vĩnh cửu vì không có năng lượng nào được lấy ra khỏi hệ, nó không thể thực hiện bất kì công nào mặc dù nó đang chuyển động. Thách thức chính trong việc xây dựng tinh thể trên là nhu cầu hạ nhiệt độ xuống gần không độ tuyệt đối.

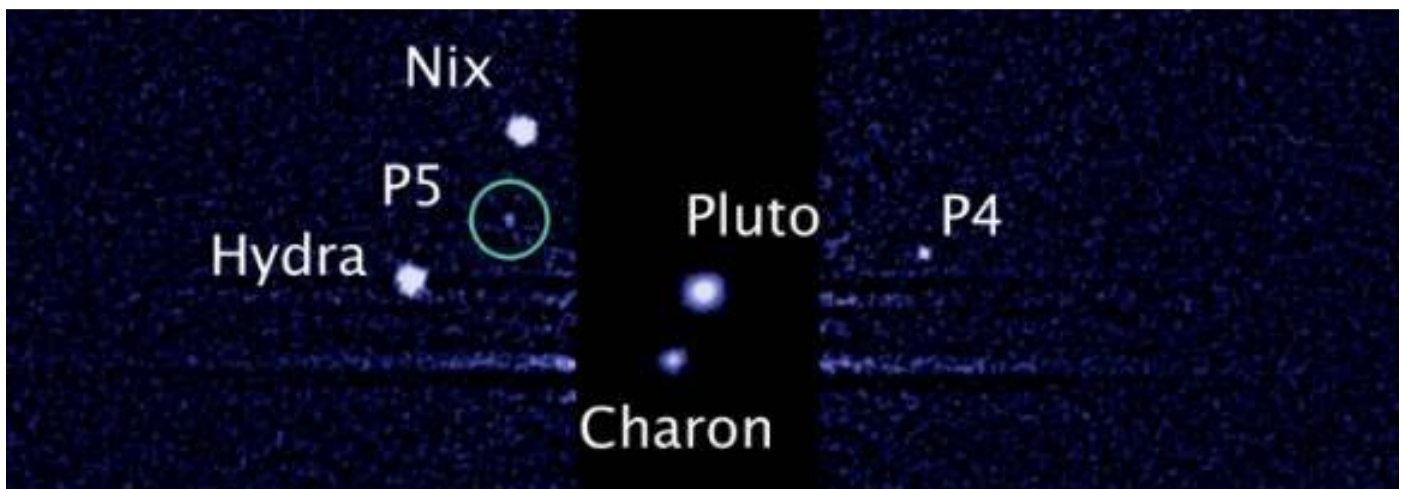
Sự tuần hoàn của tinh thể không-thời gian khiến chúng là những cái đồng hồ tự nhiên. Wilczek đề xuất chế tạo một máy vi tính từ một tinh thể thời gian đang hoạt động, với những trạng thái quay khác

nhau biểu diễn cho các trạng thái 0 hoặc 1 của một máy vi tính thông thường. Một máy vi tính như thế sẽ có thể sống sót sau cái chết nhiệt của vũ trụ. Tuy nhiên, có một trở ngại nhỏ, như Tongcang Li thừa nhận, là “chúng tôi tập trung vào một tinh thể không-thời gian có thể chế tạo trong phòng thí nghiệm, cho nên bạn cần tìm ra một phương pháp làm cho phòng thí nghiệm có thể sống sót trong cái chết nhiệt của vũ trụ”

Tìm thấy vệ tinh thứ năm của Pluto

Hôm 11 tháng 7, 2012, các nhà thiên văn sử dụng Kính thiên văn vũ trụ Hubble vừa công bố phát hiện một vệ tinh mới – vệ tinh thứ năm – của hành tinh lùn Pluto. Tên gọi không chính thức là P5, vệ tinh nhỏ xíu này của Pluto có bề ngang chưa tới 25 km. Nó có hình củ khoai tây và, nó

quay xung quanh Pluto với một quỹ đạo tròn đường kính 58.000 dặm. Theo nhà hành tinh học Alan Stern thuộc Viện Nghiên cứu Southwest ở Boulder, Colorado, một thành viên của đội khoa học vừa công bố khám phá trên, vệ tinh mới này của Pluto thật khó tìm ra.



Kính thiên văn vũ trụ Hubble đã chụp bức ảnh này của hệ Pluto. Bức ảnh thể hiện năm vệ tinh đang quay xung quanh hành tinh lùn băng giá, xa xăm của hệ mặt trời. Vòng tròn màu xanh lá đánh dấu vệ tinh mới phát hiện, tạm gọi tên là P5. Ảnh: NASA; ESA; M. Showalter, SETI Institute

Kính thiên văn vũ trụ Hubble đã chụp những bức ảnh rất, rất sâu để tìm kiếm những vệ tinh mờ nhạt của Pluto. Vệ tinh này mờ hơn nhiều so với những vệ tinh khác đã tìm thấy trước đây. Nó mờ hơn hành tinh Pluto đến một triệu lần. Và Pluto thì mờ hơn một triệu lần so với bất cứ cái gì bạn có thể nhìn thấy bằng mắt trần.

Đội Hubble Pluto hiện đang sử dụng Kính thiên văn vũ trụ Hubble thăm soi vùng không gian xung quanh Pluto. Mục tiêu của họ là vén màn những nguy hiểm tiềm tàng đối với phi thuyền vũ trụ New Horizons, sứ mệnh đi ra hành tinh lùn ở tốc độ 30.000 dặm mỗi giờ trong chuyến bay qua hành tinh này vào năm 2015. Ở tốc độ này, New Horizons

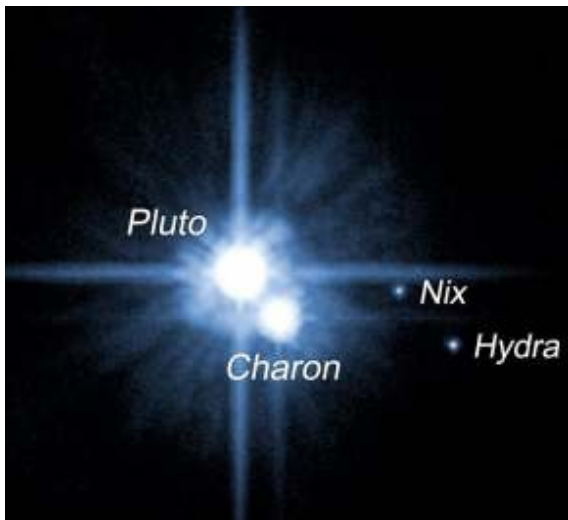
có thể bị phá hủy trong một cú va chạm thậm chí với một mảnh vụn quỹ đạo cỡ chừng bằng một viên đạn BB.

Mặc dù Pluto rõ ràng là trung tâm đối với hệ vật thể quay xung quanh nó, nhưng Hiệp hội Thiên văn Quốc tế vẫn xếp Pluto vào nhóm hành tinh lùn hồi năm 2006.

Stern cho biết ý nghĩa của việc tìm thấy vệ tinh thứ năm của Pluto như sau. Trước tiên, nó cho chúng ta biết sự phong phú của hệ thống vệ tinh đang xung quanh Pluto. Đâu có ai mong muốn có năm vệ tinh đâu? Chúng ta có khả năng nhìn thấy nhiều vệ tinh hơn khi New Horizons đi đến đó. Trong thời gian chờ đợi, chúng ta có thể tìm kiếm khó khăn hơn với kính Hubble.

Vệ tinh mới này thật sự cho chúng ta biết đôi điều về sự kiện nguồn gốc đã tạo ra các vệ tinh nhỏ của Pluto, cùng với hành tinh lớn Charon (bề ngang chừng 1200 km). Đó có thể là một cú va chạm mạnh giữa Pluto và một hành tinh lang thang nào đó trong quá khứ xa xăm của hệ mặt trời. Nhưng chúng ta chưa tìm ra hết những mảnh vụn đó. Chúng ta chỉ mới ở giai đoạn bắt đầu tìm kiếm thôi.

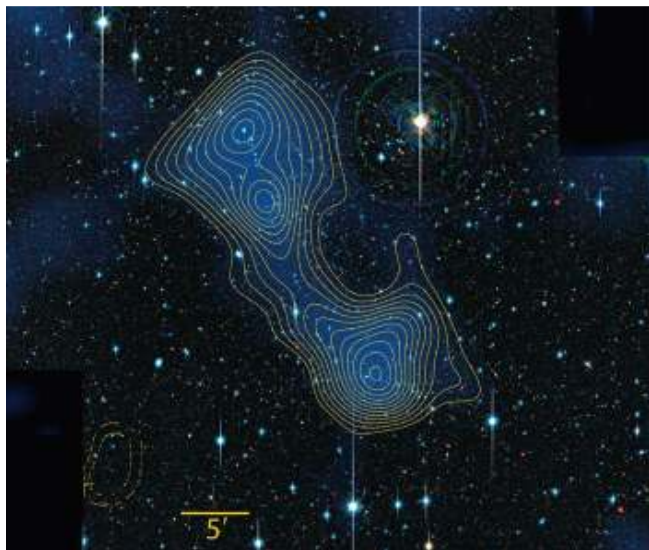
Có tên chính thức tạm thời là S/2012 (134340) 1, vệ tinh mới này được phát hiện ra trong chín bộ ảnh chụp rời nhau của Camera Trường rộng 3 của Hubble vào ngày 26, 27, 29 tháng 6, và 7, 9 tháng 7.



Đây là Pluto, cùng với ba vệ tinh được biết đầu tiên của nó. Các nhà thiên văn đã tìm thấy vệ tinh lớn nhất, Charon, vào năm 1978. Họ tìm thấy hai vệ tinh nữa – nay gọi là Nix và Hydra – vào năm 2005. Họ tìm thấy một vệ tinh thứ tư vào năm 2011, và nay là vệ tinh thứ năm.

Khám phá ra vệ tinh thứ năm của Pluto, P5, theo sau khám phá vệ tinh thứ tư P4 hồi năm 2011, cũng thực hiện bằng dữ liệu thu từ Kính Hubble. Các nhà thiên văn cho biết năm vệ tinh trong hệ Pluto tạo ra một chuỗi quỹ đạo sát nhau, “na ná như những con búp bê kiểu Nga”, theo lời Mark Showalter thuộc Viện SETI, thành viên chỉ đạo nhóm Hubble Pluto.

Ba năm nữa phi thuyền New Horizons sẽ đến nơi. Đây là sứ mệnh đầu tiên của NASA đến Pluto. Nó sẽ là tàu do thám đầu tiên đến hệ Pluto. Và việc khám phá ra vệ tinh này cho chúng ta biết trước sự hào hứng đang chờ đón phía trước khi những thiết bị phức tạp trên New Horizons bắt đầu triển khai những nhiệm vụ của chúng.



Ảnh màu của đám thiên hà Abell 222 và Abell 223 nối với nhau bởi một dây vật chất tối. Những đường contour màu xanh và màu vàng thể hiện mật độ vật chất. Ảnh trên trời to gấp đôi Mặt trăng tròn. (Ảnh: Jörg Dietrich, Đại học Michigan/Đài thiên văn Đại học Munich)

Phát hiện sợi dây vật chất tối trong vũ trụ

Các nhà vật lý khẳng định lần đầu tiên đã phát hiện xác thực một sợi dây vật chất tối đồ sộ vắt giữa hai đám thiên hà. Nếu phát hiện trên là không lừa dối, thì nó có thể là một trong những xác nhận tốt nhất từ trước đến nay của “mô hình chuẩn” của sự phát triển của vũ trụ, cái gọi là mô hình vật chất tối-lạnh lambda (Λ CDM – *lambda cold dark matter*).

Mô hình Λ CDM thừa nhận rằng, trong vũ trụ sơ khai, vật chất tối phân tán trong một mạng lưới gồm những sợi mảnh giống như mạng nhện. Theo thời gian, cái mạng nhện vũ trụ này đã giúp toàn bộ vật chất “baryon tính” bình thường cụm lại với nhau, nhất là trong những vùng nơi các sợi dây đó giao nhau. Ngày nay, chúng ta thấy kết quả của sự co cụm này ở những chỗ dây giao nhau: các đám thiên hà và, ở quy mô nhỏ hơn, từng thiên hà và ngôi sao riêng lẻ.

Mạng nhện vũ trụ

Mô hình Λ CDM có vẻ giải thích được đa số phương diện của vũ trụ, từ cấu trúc vĩ mô cho đến tàn dư còn sót lại của Big Bang (Vụ nổ Lớn) – bức xạ nền vi sóng vũ trụ. Nhưng, nếu vũ trụ thật sự phát triển theo mô hình này, thì các dây vật chất tối vẫn phải còn tồn tại, vắt ngang qua những đám thiên hà giống như những mạng nhện thời cổ. Thật không may, giống như một mạng nhện, vật chất tối khó nhận ra được, mặc dù người ta nghĩ nó chiếm gần một phần tư tổng khối lượng-năng lượng của vũ trụ. Nó không tương tác mạnh với ánh sáng và, do đó, là không nhìn thấy.

Tuy nhiên, các nhà thiên văn đã đang tìm kiếm nó. Hồi thập niên 1980, họ đã lập bản đồ một số vật chất baryon tính (có thể nhìn thấy) chạy dọc theo những sợi dây đó, nhờ đó cho thấy mạng nhện vũ trụ thật sự có tồn tại. Sau đó, khả năng phát hiện ra vật chất tối trong những sợi dây đó cũng mở rộng cửa, với việc sử dụng một kỹ thuật gọi là “sự hội tụ hấp dẫn yếu”. Theo kỹ thuật này, các nhà thiên văn khảo sát ánh sáng đến từ một màn phía sau của nhiều thiên hà ở xa, và xác định ánh sáng bị bóp méo bao nhiêu do lực hấp dẫn của vật chất ở phòng nền phía trước. Từ cuối thập niên 1990, các quan sát dường như cho thấy rằng ở những vùng nằm giữa những đám thiên hà nhất định có sự biến dạng do hấp dẫn lớn hơn so với cái có thể giải thích chỉ bằng vật chất baryon tính: cho nên các nhà nghiên cứu khẳng định đây phải là những sợi dây vật chất tối.

Nhưng điều đó không đúng. Vì các nghiên cứu hội tụ hấp dẫn đòi hỏi các quan sát trên một trường nhìn rất rộng, nên các nhà thiên văn buộc phải gắn trên tiêu diện của các kính thiên văn của họ không chỉ một mà một vài máy dò CCD. Trong những thử nghiệm sau đó, người ta phát hiện rằng một sự không thẳng hàng nhỏ thôi giữa những máy dò này cũng có thể gây ra những tín hiệu méo mó giả.

Những ma trận tiên tiến

Tuy nhiên, nay Jörg Dietrich tại Đài thiên văn Đại học Munich ở Đức nghĩ rằng các nhà vật lý không

còn bị đánh lừa nữa. “Kiến thức của chúng ta về hành trạng của hệ thống quang đó, các camera với những ma trận nhiễu chip, và các cách hiệu chỉnh chúng, đã tiến bộ rất nhiều trong hơn 10 năm qua,” ông nói. Cùng với các đồng sự ở Mỹ và châu Âu, Dietrich đã tìm thấy bằng chứng cho một sợi dây vật chất tối nằm giữa hai đám thiên hà láng giềng Abell 222 và Abell 223.

Dietrich và các đồng sự đã chọn hai đám thiên hà này bởi vì, nằm ở độ lệch đỏ 0,21 và cách nhau trên bầu trời chỉ 0,23°, chúng tương đối ở gần nhau, và do đó có khả năng liên kết với nhau bằng một sợi dây vật chất tối dày. Thật vậy, tín hiệu hội tụ hấp dẫn mà các nhà nghiên cứu tìm thấy là mạnh: chỉ tối đa 9% tín hiệu đó có thể giải thích bằng sự phát xạ tia X từ chất khí nóng. Cộng thêm chừng 5% nữa cho các ngôi sao và 5% cho vật chất lạnh hơn, không nhìn thấy, ta còn lại ước tính khối lượng bình thường cho vật chất tối tính trên tổng lượng vật chất: chừng 80%.

“Tôi thấy kết quả này quan trọng vì nó mang lại sự xác nhận rõ ràng nhất – từ trước đến nay – của một tiên đoán then chốt của mô hình vũ trụ học hiện nay của chúng ta, trong đó đa phần vật chất trong vũ trụ là vật chất tối không nhìn thấy,” phát biểu của nhà thiên văn vật lý lý thuyết Hakon Dahle thuộc trường Đại học Oslo.

Dahle thừa nhận rằng quan sát trên không nhất thiết bác bỏ những lựa chọn khác cho vật chất tối

– một số ít nhà lý thuyết tin rằng họ có thể giải thích những loại hiện tượng này bằng những lý thuyết hấp dẫn sửa đổi – động lực học Newton sửa đổi, hay MOND, là một ví dụ phổ biến. “Có, và sẽ vẫn có, những lựa chọn tiềm tàng cho vật chất tối – nhưng [quan sát mới nhất trên] bổ sung thêm một bộ quan sát sâu rộng nữa phù hợp hoàn toàn với mô hình vũ trụ học hiện nay của chúng ta,” ông nói.

Trường hợp đáng tin cậy

Nhưng thực tế các nhà vật lý thiên văn trước đây từng khẳng định sai lầm là đã nhìn thấy những sợi dây vật chất tối làm phát sinh một nghi vấn: liệu quan sát mới nhất này cũng có thể là một sai số thiết bị hay không?

“Đó là một câu hỏi hợp lý,” Dietrich nói. Ông tin rằng các quan sát của nhóm ông sẽ trụ vững trước những kiểm tra kỹ lưỡng hơn bởi vì, không giống như những quan sát trước đây, chúng không được ghi ở gần khoảng trống giữa các máy dò CCD. Hơn nữa, ông nói, vật chất tối mà họ quan sát thấy ôm chặt lấy khớp chặt với sự phát xạ tia X và ánh sáng phát ra từ các thiên hà, đó là cái mô hình Λ CDM dự đoán. “Tôi rất chắc chắn với trường hợp này,” ông nói.

Kết quả công bố trực tuyến trên tạp chí [Nature](#).

Lần đầu tiên nhìn thấy chuyển động của đám thiên hà

Sử dụng một hiệu ứng được đề xuất gần 40 năm trước, lần đầu tiên một đội quốc tế gồm các nhà thiên văn và nhà vật lý đã phát hiện ra chuyển động vĩ mô của các đám thiên hà. Đây là phép đo trực tiếp đầu tiên của chuyển động của những vật thể ở những cự ly vũ trụ và những quan sát như

thế có thể đưa đến sự hiểu biết tốt hơn về cách thức vũ trụ ra đời và phát triển và đồng thời giúp các nhà thiên văn nghiên cứu vật chất tối và năng lượng tối.

Năm 1972, các nhà vật lý người Nga Rashid Sunyaev và Yakov Zel'dovich cho rằng một đám

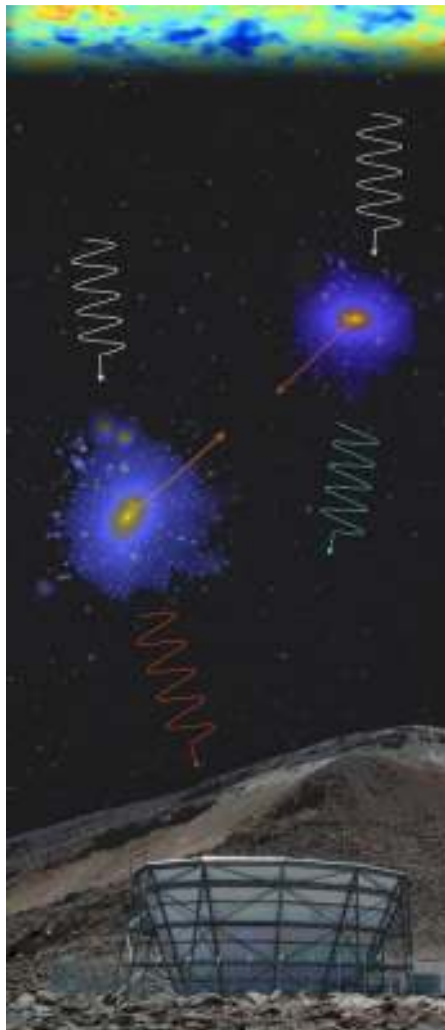
thiên hà đang chuyển động, trên lý thuyết, sẽ gây ra một sự lệch nhiệt độ nhỏ trong bức xạ nền vi sóng vũ trụ (CMB) – bức xạ nhiệt tàn dư từ thời Big Bang (Vụ Nổ Lớn) – khi nó đi qua bức xạ ấy. Hiệu ứng Sunyaev–Zel'dovich (SZ) này có nguyên nhân là do các electron năng lượng cao làm

bóp méo CMB qua sự tán xạ Compton nghịch và có thể chia thành ba loại, hay ba “hiệu ứng” – nhiệt, động học, và phân cực. Chính loại hiệu ứng thứ hai – hiệu ứng Sunyaev–Zel’dovich động học (sKZ) – đã được sử dụng trong nghiên cứu mới trên để phát hiện ra chuyển động cấp độ vũ trụ đã nói. kSZ là một hiệu ứng bậc hai trong đó các photon CMB tương tác với các electron năng lượng cao trong các đám thiên hà, là hệ quả của sự chuyển động tập thể của electron. Bức xạ truyền qua một đám thiên hà đang tiến về phía Trái đất xuất hiện nóng hơn vài phần triệu của một độ, còn bức xạ truyền qua một đám thiên hà đang đi ra xa xuất hiện hơi lạnh hơn một chút. Mặc dù đã được đề xuất hồi 40 năm trước, nhưng đây là lần đầu tiên hiệu ứng kSZ được quan sát thấy.

Hợp tác nhóm

Để khắc phục những khó khăn của việc phát hiện một sự biến thiên nhiệt độ nhỏ như vậy, tác giả đầu nhóm Nick Hand thuộc trường Đại học California, Berkeley ở Mỹ, cùng với 58 cộng tác viên đến từ Kính thiên văn Vũ trụ học Atacama (ACT) ở Chile và dự án Khảo sát Quang phổ học Dao động Baryon (BOSS) ở New Mexico, đã biên dịch tín hiệu thu từ vài đám thiên hà nhằm phát hiện ra sự lệch nhiệt độ đó. Dữ liệu từ một danh mục gồm 27.291 thiên hà

phát sáng thu từ BOSS được đặt chồng lên các bản đồ cùng vùng trời mà ACT quan sát từ năm 2008 đến 2010. Vì mỗi thiên hà có khả năng cư trú trong một đám thiên hà, nên vị trí của chúng được dùng để tính ra vị trí của các đám làm méo bức xạ CMB.



Ảnh minh họa miêu tả CMB (trên). Trong hai đám thiên hà, đám ở bên trái đang chuyển động ra xa Trái đất và vì thế đi qua một đốm lạnh, còn đám bên phải đang chuyển động ra xa Trái đất nên đi qua một đốm nóng trong CMB. Phía dưới ảnh là Kính thiên văn Vũ trụ học Atacama ở Chile. (Ảnh: Sudeep Das, Đại học California-Berkeley)

Trong một thiên hà ở xa xa

Các đội nghiên cứu trên đã phát hiện ra chuyển động của những đám thiên hà ở xa vài tỉ năm ánh sáng và đang chuyển động ở tốc độ lên tới 600 km/s. Vận tốc của những vật thể xa xăm này cực kì khó phát hiện vì chúng đòi hỏi những phép đo khoảng cách rất chính xác.

“Một trong những ưu điểm chính của hiệu ứng kSZ là độ lớn của nó độc lập với khoảng cách từ một đám thiên hà đến chúng ta, cho nên chúng ta có thể đo vận tốc chuyển động của một vật thể tiến đến gần hay ra xa Trái đất ở những khoảng cách lớn hơn nhiều,” Hand giải thích. Ông còn nói rằng phương pháp trên có thể dùng làm một phép kiểm tra thống kê nữa, độc lập với những phương pháp đo được sử dụng hiện nay, cho các phép đo vĩ mô trong tương lai.

Trong số 27.291 thiên hà trong dữ liệu BOSS, đội nghiên cứu đã sử dụng 7.500 thiên hà sáng nhất để vén màn tín hiệu kSZ. Vì hai đám thiên hà tiến về phía nhau là hệ quả của lực hút hấp dẫn tương hỗ của chúng, nên đội khoa học nhận thấy hiệu ứng kSZ trở nên nổi bật hơn – một đốm hơi lạnh trong dữ liệu CMB sẽ cho biết một đám thiên hà đang chuyển động ra xa chúng ta, còn một đốm hơi nóng sẽ có nghĩa là đám đó đang chuyển động về phía chúng ta, tương tự như hiệu ứng Doppler. Khi

lấy trung bình dữ liệu lệch nhiệt độ trên hàng nghìn vật thể BOSS, các nhà khoa học đã nhìn thấy một tín hiệu kSZ rõ ràng.

“Tín hiệu kSZ đó nhỏ thôi vì tỉ lệ một bức xạ vi sóng chạm trúng một electron trong khi truyền qua một đám thiên hà là thấp, và sự biến thiên năng lượng vi sóng từ va chạm này là nhỏ,” phát biểu của nhà vật lý David Spergel, thành viên nhóm ACT. “Việc xét vài nghìn thiên hà trong cơ sở dữ liệu làm giảm đi các tín hiệu méo nhiễu và chúng ta có một tín hiệu mạnh.”

Hai nhóm thì tốt hơn một

Các nhà nghiên cứu trình bày rằng nếu dữ liệu chỉ phân tích riêng từ dự án ACT hoặc BOSS, thì tín hiệu sẽ không rõ ràng, cả hai thiết bị đều không được thiết kế để chuyên tìm

kiếm như thế. Hai dự án ACT và BOSS khác nhau ở những vật thể mà chúng nghiên cứu, phương pháp thu thập dữ liệu của chúng và cả bước sóng mà chúng hoạt động – với ACT là vi sóng, với BOSS là sóng ánh sáng nhìn thấy. Công trình này làm sáng tỏ tầm quan trọng của sự hợp tác nhóm lớn, nhiệm vụ chung có thể khác căn bản với sứ mệnh ban đầu của họ, của việc chia sẻ và kết hợp dữ liệu của họ nhằm nghiên cứu những hiệu ứng vật lý tinh vi mà nếu chỉ một nghiên cứu đơn lẻ thì không thể nào phát hiện ra được.

Theo Hand, “Tín hiệu [kSZ] phù hợp tốt với vũ trụ học CMB tiêu biểu mà chúng ta đã phát triển trong thập niên qua... tốt lắm, thật vậy, tốt hơn cả trông đợi! Cho nên mọi người khá phấn khởi xác nhận cái đã được dự đoán hồi 40

năm trước, khi mà cả ACT lẫn BOSS đều không có kế hoạch cho hoạt động đó.”

Độ lớn của tín hiệu của hiệu ứng kSZ phụ thuộc vào sự phân bố của các electron trong và xung quanh các thiên hà. Cho nên có thể sử dụng tín hiệu trên để tìm ra vị trí của các nguyên tử trong vũ trụ gần, làm sáng tỏ cách các thiên hà ra đời. Trong tương lai gần, Hand hi vọng độ nhạy tăng lên đối với ACT, nó sắp được nâng cấp, và những cơ sở dữ liệu lớn hơn sẽ mang lại những cải tiến tốt hơn nữa của tín hiệu kSZ, thành ra sẽ mang lại những phép đo vận tốc tốt hơn.

Nghiên cứu công bố trên tạp chí *Physical Review Letters*. Bản thảo có đăng tại [arXiv](https://arxiv.org/abs/1508.01394).

Khí trơ cũng có thể hình thành phân tử bằng một cơ chế liên kết thứ ba

Trong từ trường cực mạnh của các sao lùn trắng và sao neutron, một loại liên kết hóa học thứ ba có thể xảy ra. Đó là kết quả của các nhà hóa học lý thuyết ở Na Uy, họ đã sử dụng các mô phỏng trên máy tính chứng minh rằng những phân tử cho đến nay chưa được tìm thấy có thể hình thành trong những từ trường cao hơn nhiều so với những từ trường được tạo ra trên Trái đất này.

Học sinh ngành hóa được học rằng có hai loại liên kết hóa học – liên kết ion, trong đó một nguyên tử nhường một electron cho một nguyên tử khác; và liên kết cộng hóa trị, trong đó các electron được

dùng chung. Thật vậy, các liên kết hóa học trên thực tế thường rơi vào đâu đó ở giữa hai loại.

Khi hai nguyên tử tiến đến nhau, orbital nguyên tử của chúng hợp nhất thành orbital phân tử. Với mỗi hai orbital nguyên tử kết hợp thì có hai orbital phân tử hình thành. Một trong hai orbital này có năng lượng thấp hơn năng lượng của orbital nguyên tử thấp và được gọi là orbital liên kết. Còn orbital “chống liên kết” kia thì có năng lượng cao hơn năng lượng của orbital nguyên tử cao. Các nguyên tử đó thật sự có liên kết hay không được xác định bởi tổng năng lượng của các electron trong những orbital phân tử có thấp hơn

tổng năng lượng của các electron trong các orbital nguyên tử ban đầu hay không. Nếu thấp hơn thì sự hình thành liên kết sẽ ưu tiên về mặt năng lượng và liên kết đó sẽ hình thành.

Liên kết và chống liên kết

Nguyên lý loại trừ Pauli cấm mỗi orbital chứa nhiều hơn hai electron (nó có thể chứa hai electron nếu chúng có spin ngược nhau). Nếu orbital nguyên tử của mỗi nguyên tử chứa đúng một electron, thì cả hai electron có thể đi vào orbital liên kết khi các orbital kết hợp. Do đó, cả hai electron bị giảm năng lượng và sự hình thành liên kết thuận lợi về mặt năng lượng. Nhưng nếu các orbital nguyên tử đó có mỗi orbital chứa hai electron, thì hai trong bốn electron sẽ phải đi vào orbital phân tử chống liên kết. Tóm lại, như vậy hai electron sẽ có năng lượng giảm bằng cách hình thành liên kết, còn hai electron sẽ có năng lượng tăng lên.

Dưới những điều kiện bình thường, orbital chống liên kết luôn luôn tăng năng lượng vượt xa năng lượng của orbital nguyên tử năng lượng cao nhiều hơn orbital liên kết giảm năng lượng dưới năng lượng của orbital nguyên tử thấp. Điều này có nghĩa là một liên kết hóa học có đủ orbital liên kết và orbital chống liên kết của nó sẽ luôn luôn có năng lượng cao hơn những orbital nguyên tử từ đó nó hình thành. Một liên kết như thế, do đó, sẽ không hình thành. Đây là nguyên do vì sao các nguyên tử khí trơ, chúng có các orbital nguyên tử lớp ngoài đầy đủ, hầu như không bao giờ hình thành nên phân tử trên Trái đất.

Nhưng nay Kai Lange và các đồng sự tại trường đại học Oslo ở Na Uy vừa sử dụng một chương trình máy tính do nhóm của họ phát triển, gọi là LONDON, để chứng minh rằng điều này không phải lúc nào cũng đúng. LONDON đã tạo ra các mô hình toán học của các orbital phân tử dưới sự ảnh hưởng của những từ trường khoảng 10^5 T. Giá trị này mạnh hơn nhiều so với những trường 30 – 40 T có thể được tạo ra trong các phòng thí

nghiệm và có ảnh hưởng nhỏ đối với các liên kết hóa học.

Thay đổi quy tắc

Những từ trường lớn có thể liên quan đến những ai đang nghiên cứu các vật thể thiên văn như sao lùn trắng – nơi từ trường có thể đạt tới 10^5 T – và sao neutron, nơi từ trường có thể cao tới 10^{10} T. Dưới những điều kiện như vậy, đội khoa học chứng minh rằng các quy tắc liên kết phải thay đổi. Đặc biệt, orbital chống liên kết giảm năng lượng khi một phân tử lưỡng nguyên tử chịu tác dụng của một từ trường mạnh đặt vuông góc. Các phân tử có đủ orbital liên kết và chống liên kết, ví dụ như helium lưỡng nguyên tử, vẫn có thể được ưu tiên về mặt năng lượng.

Người đứng đầu nhóm Trygve Helgaker giải thích rằng tính phức tạp của LONDON đã cho phép nhóm ông tiến hành những tính toán mà những nhóm khác tìm thấy là không thể. “Chúng tôi có thể thực hiện những phép tính chính xác với mọi định hướng của các phân tử trong từ trường,” ông nói. “Người ta đã làm những phép tính cấu trúc điện tử như vậy trước đây rồi, nhưng tôi tin rằng các phép tính của họ bị hạn chế với tình huống trong đó từ trường song song với trục phân tử.”

Nghiên cứu công bố trên tạp chí Science; trong một bài bình luận đi kèm, Peter Schmelcher thuộc Viện Vật lý Laser tại trường Đại học Hamburg, Đức, cho biết “Các nguyên tử, phân tử và các hệ vật chất ngưng tụ đặt trong từ trường mạnh là một chủ đề nghiên cứu hấp dẫn, và công trình này bổ sung thêm một cơ chế liên kết quan trọng.” Điều thú vị là trong khi ông tán thành rằng từ trường có mặt xung quanh một sao lùn trắng sẽ không thể đạt được trong một phòng thí nghiệm nào đó trong tương lai trước mắt, nhưng ông xem phương án các mô hình của nhóm nghiên cứu là có thể kiểm tra trên thực nghiệm. Các nguyên tử Rydberg là những nguyên tử bị kích thích cao có thể có kích cỡ bằng dấu chấm trên đầu chữ “i”. Vì chiều dài liên kết của các nguyên tử Rydberg là lớn, nên tương tác Coulomb nhỏ hơn nhiều, và Schmelcher tin rằng, do đó, người ta có thể sử dụng chúng để tạo ra từ trường có độ lớn sánh với độ lớn nêu trong nghiên cứu trên.

Bản Tin Vật Lý

Tháng 8/2012

Trang tin phát hành hàng tháng tại thuvienvatly.com