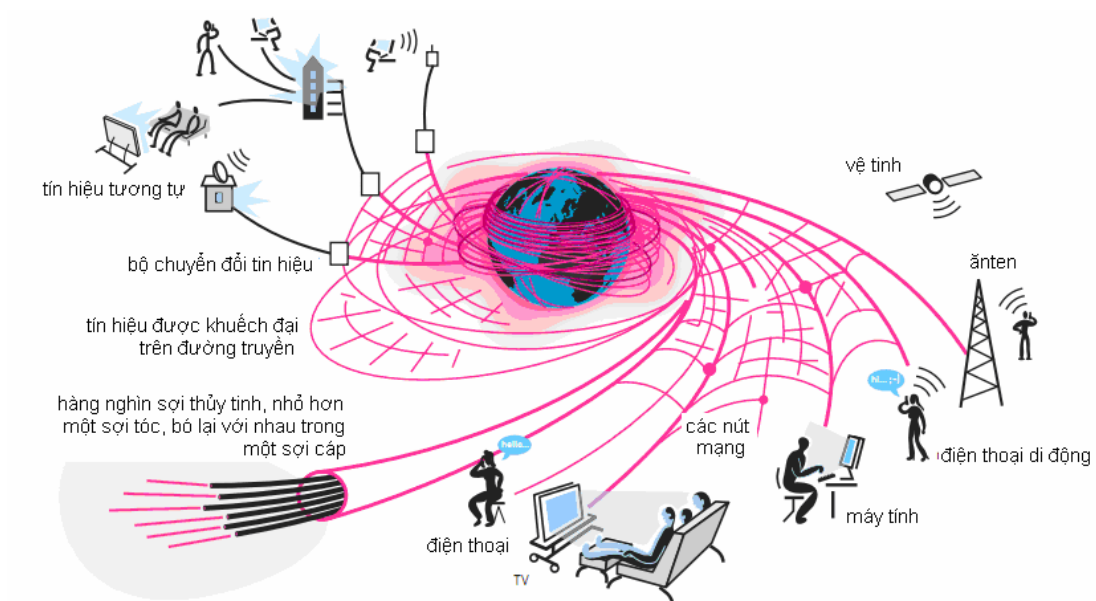
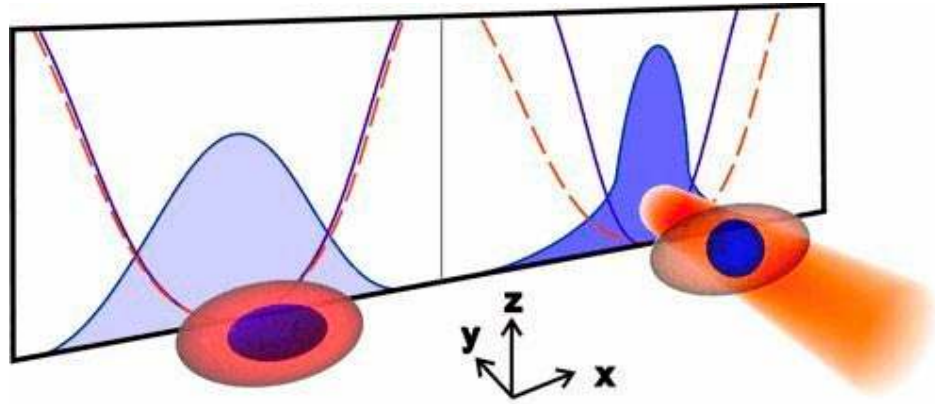


Bản tin Vật lí Tháng 10/2009



Loại entropy ra khỏi các nguyên tử cực lạnh



Giàn đồ thù tục thí nghiệm: Cả hai chất khí bị bẫy bằng từ (hình trái). Chất khí màu xanh là chất khí đích potassium muốn loại bỏ entropy và chất khí màu đỏ là rubidium, chất khí sẽ lấy entropy ra. Một chùm tia lưỡng cực lọc lựa khi đó làm nén chất khí đích, đưa nó vào chế độ suy sụp (hình phải). (Ảnh: APS)

Các nhà vật lý ở Italy vừa nêu ra cách thức truyền entropy từ một chất khí cực lạnh này sang một chất khí cực lạnh khác, sử dụng một chùm laser. Họ nói chất khí entropy thấp thu được có thể là hệ lý tưởng cho nghiên cứu các hiện tượng lượng tử chỉ có thể tồn tại trong các môi trường có trật tự cao.

Việc nghiên cứu tính chất lượng tử của các chất khí đòi hỏi phải làm lạnh chúng xuống tới một phần của một Kelvin bằng những kỹ thuật từ và kỹ thuật gốc laser khác nhau. Việc tạo ra hóa đặc Bose–Einstein (BEC), chẳng hạn, yêu cầu đạt tới chỉ vài chục hoặc vài trăm nanoKelvin. Tại nhiệt độ này, bước sóng de Broglie của nguyên tử, đại lượng tỉ lệ nghịch với động lượng của nó, trở nên đủ dài để có thể so sánh với khoảng cách giữa các nguyên tử, làm cho toàn bộ các nguyên tử co sập vào cùng một trạng thái lượng tử cơ bản.

Tuy nhiên, ngoài việc làm lạnh các nguyên tử, các nhà vật lý còn muốn giảm tối thiểu entropy của chúng. Một mục tiêu trên nguyên tắc là tạo ra các “mô phỏng lượng tử”, trong đó các nguyên tử biểu hiện các hiện tượng lượng tử giống như trong các chất siêu dẫn và các chất liệu “đời thật” khác.

Dễ điều khiển

Một mô phỏng có thể gồm một mạng lưới các nguyên tử cực lạnh giữ tại chỗ bằng các chùm laser trong đó tính chất của các nguyên tử dễ dàng điều chỉnh được. Ví dụ, xác suất một nguyên tử chui hầm từ một nút mạng này sang nút mạng khác hoặc tương tác giữa các hạt có thể điều khiển dễ dàng, công việc cực kì khó thực thi trong các hệ vật chất hóa đặc, ví dụ như các tinh thể.

Ngoài ra, không giống như các tinh thể, trong đó các tạp chất hoặc khiếm khuyết có thể làm ẩn mất một số tính chất lượng tử cơ bản, các nguyên tử trong mạng quang đại diện cho những hệ gần như lý tưởng, hầu như không có tạp nhiễm. Tuy nhiên, thách thức trong việc xây dựng một mô phỏng như thế, là phải đảm bảo các nguyên tử có entropy – một đại lượng liên quan đến sự mất trật tự - đủ thấp để chúng có thể tồn tại trong những cấu hình mạng chính xác.

Giờ thì Massimo Inguscio, Francesco Minardi và các cộng sự tại trường Đại học Florence, cùng với Sandro Stringari tại trường Đại học Trento, vừa chứng minh được một khuôn khổ mới giúp người ta dễ dàng đạt tới những mức entropy thấp như thế. Thủ tục là đưa một hỗn hợp gồm các nguyên tử potassium và rubidium vào trong một bẫy từ và rồi sau đó làm lạnh hỗn hợp ấy. Chiếu một chùm laser với bước sóng thích hợp vào bẫy làm

nén potassium tại tiêu điểm của chùm tia trong khi vẫn để cho rubidium hầu như chẳng thay đổi gì.

Lời giải thích cổ điển

Kết quả là entropy được truyền từ các nguyên tử potassium sang các nguyên tử rubidium trong một quá trình có thể hiểu được với lý thuyết nhiệt động lực học cổ điển. Cho đầy một chất khí vào trong một cái hộp kín và rồi dùng một piston nén khí thì sẽ làm tăng nhiệt độ của chất khí ấy. Nhưng trộn nó với một chất khí thứ hai có thể thoát qua piston sẽ mang lại một sự truyền nhiệt và do đó truyền entropy từ chất khí thứ nhất sang chất khí thứ hai khi chất khí thứ nhất bị nén.

Bình luận về công trình trên, Dan Stamper-Kurn ở trường Đại học California Berkeley cho biết đội Florence không phải là nhóm đầu tiên sử dụng một chất khí lượng tử để làm lạnh một chất khí khác. Nhưng, ông nói, không giống như những nhóm trước đây, họ đã làm chủ được việc truyền entropy này một cách thuận nghịch, nói cách khác, họ có thể cho thoi đưa entropy tới lui giữa chất khí làm lạnh và chất khí đích. Điều này được thể hiện bởi chuyển động lặp đi lặp lại của potassium vào và ra khỏi trạng thái BEC. Điều này quan trọng vì nó cho thấy quá trình trên không phải là không thuận nghịch và nhiệt đưa vào trong hệ không thể nào loại trừ ra.

Stamper-Kurn bổ sung thêm rằng hệ trên cũng có thể dùng để nhận dạng các chuyển tiếp pha của những chất khí đích không được hiểu rõ lắm với những tính chất lượng tử kì lạ. Ông nói, người ta có thể làm được như vậy bằng cách đo các thông số trạng thái, ví dụ như nhiệt độ, áp suất hay độ từ hóa, của chất khí làm lạnh đã biết ở hai điểm khác nhau trong thí nghiệm vì những thông số này sẽ tiết lộ entropy và nhiệt độ của chất khí đích biến đổi như thế nào.

‘Nhiệt động lực học sách vở’

Những nhóm khác, ví dụ như nhóm Wolfgang Ketterle tại Viện Công nghệ Massachusetts ở Mỹ, đã cho truyền entropy không phải giữa hai chất khí khác biệt mà là giữa một vùng của một chất khí và một vùng khác. Tuy nhiên, thành viên đội Florence, Jacopo Catani, cho rằng nghiên cứu của Ketterle nhắm tới việc tạo ra các BEC thuận nghịch nhiều hơn, trong khi công trình của nhóm ông là một phương pháp linh hoạt hơn làm giảm entropy vì chất khí đích và chất khí làm lạnh dễ dàng tách riêng ra. Ông ước tính nghiên cứu này có thể dẫn đến sự ra đời của một mô phỏng lượng tử trong vòng vài ba năm tới, nhưng ông bổ sung thêm rằng đó không chỉ là những ứng dụng tiềm năng của công trình trên mà ông thấy thỏa mãn. “Điều cũng thật hay là xem xem nhiệt động lực học trong sách vở có thể áp dụng như thế nào cho một hệ lượng tử”, ông nói.

Nghiên cứu được công bố trên tờ *Physical Review Letters*.

Giải Nobel Vật lí 2009 vinh danh các nhà cách mạng của công nghệ ánh sáng

Giải thưởng Nobel Vật lí năm nay trao cho hai thành tựu khoa học đã giúp định hình các nền tảng của xã hội mạng ngày nay, với ba nhà vật lí cùng chia sẻ giải thưởng.

Một phần hai giải trao cho Charles K. Kao, “cho những thành tựu mang tính đột phá về sự truyền ánh sáng trong sợi quang trong ngành viễn thông quang học sợi”.



Charles Kuen Kao nhận 1/2 giải

Charles Kuen Kao là công dân mang quốc tịch Anh và Mỹ. Ông sinh năm 1933, tại Thượng Hải, Trung Quốc. Lấy bằng tiến sĩ kĩ thuật điện vào năm 1965 tại trường Imperial College London, Anh. Giám đốc kĩ thuật Các phòng thí nghiệm chuẩn viễn thông, Harlow, Anh. Phó hiệu trưởng trường Đại học Hong Kong. Nghỉ hưu năm 1996.

Một phần hai giải còn lại chia đều cho Willard S. Boyle và George E. Smith, “cho phát minh ra một mạch bán dẫn ghi ảnh – bộ cảm biến CCD”.

Willard Sterling Boyle là công dân Canada và Mỹ. Sinh năm 1924 tại Amherst, NS, Canada. Tiến sĩ vật lí năm 1950 tại trường Đại học McGill. Giám đốc quản trị của Phân viện Khoa học Viễn thông, Phòng thí nghiệm Bell, Murray Hill, NJ, Mỹ. Nghỉ hưu năm 1979.

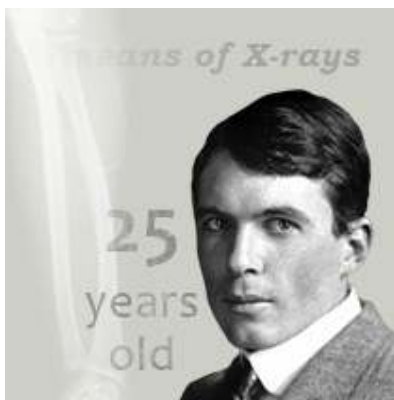
George Elwood Smith là công dân Mỹ. Sinh năm 1930 tại White Plains, NY, Mỹ. Tiến sĩ vật lí năm 1959 tại trường Đại học Chicago, IL, Mỹ. Trưởng khoa Thiết bị VLSI, Phòng thí nghiệm Bell, Murray Hill, NJ, Mỹ. Nghỉ hưu năm 1986.



Willard Boyle (trái) và George Smith (phải) nhận 1/2 giải

Những điều có thể bạn chưa biết về giải Nobel Vật lý

Ngày 27 tháng 11 năm 1895, Alfred Nobel đã kí bản di chúc cuối cùng của ông, dành phần lớn tài sản của ông cho một loạt giải thưởng, hệ thống giải thưởng Nobel. Như đã trình bày trong di chúc của Nobel, một phần của số tiền ấy là dành cho “người có khám phá hoặc phát minh quan trọng nhất trong lĩnh vực vật lý”. Chúng ta hãy tìm hiểu đôi điều về giải thưởng Nobel vật lý, tính từ 1901 đến 2008 (chưa tính đến giải thưởng năm 2009).



Số giải thưởng Nobel Vật lý

Kể từ năm 1901, tổng cộng đã có 102 giải thưởng Nobel Vật lý đã được trao. Có sáu năm không có giải thưởng Nobel Vật lý: 1916, 1931, 1934, 1940, 1941, và 1942.

Tại sao không có giải thưởng được trao trong những năm đó? Theo quy chế của Quỹ Nobel thì: “Nếu không có công trình nào được xem xét có tầm quan trọng như đã nhắc tới trong đoạn thứ nhất ở trên, thì số tiền giải thưởng sẽ được dành lại cho năm sau. Nếu như năm sau đó cũng không thể trao giải nữa, thì số tiền ấy sẽ được xung vào nguồn quỹ có hạn của Quỹ Nobel”. Trong Thế chiến thứ hai, không có giải thưởng nào được trao.

Số giải Nobel Vật lý trao riêng và trao chung

47 giải Vật lý trao cho chỉ một người.

28 giải Vật lý chia sẻ cho hai người.

27 giải Vật lý trao chung cho ba người.

Tại sao như thế? Trong quy chế của Quỹ Nobel có nói: “Một giải thưởng có thể chia đều giữa hai công trình nghiên cứu, mỗi công trình được xem xét để thưởng một giải. Nếu một công trình được trao giải được thực hiện bởi hai hoặc ba người, thì giải thưởng đó sẽ trao chung cho họ. Giải thưởng không được trao cho bất kì trường hợp nào có nhiều hơn ba người”.

Số người đã nhận giải Nobel Vật lý

Giải thưởng Nobel Vật lý đã được trao cho 184 nhà khoa học xuất sắc. Vì John Bardeen từng nhận giải thưởng hai lần, nên có 183 cá nhân từng được trao giải Nobel Vật lý, kể từ năm 1901

Nhà khoa học trẻ tuổi nhất đoạt giải

Tính cho đến nay, nhà khoa học trẻ tuổi nhất từng giành giải thưởng Nobel Vật lý là Lawrence Bragg. Khi nhận giải thưởng cùng với cha mình vào năm 1915, Bragg chỉ mới tròn 25 tuổi. Bragg không những là nhà khoa học trẻ tuổi nhất từng nhận giải Vật lý, Bragg còn là người trẻ tuổi nhất giành giải thưởng Nobel nói chung.



Lawrence Bragg



Raymond Davis Jr

Nhà khoa học lớn tuổi nhất đoạt giải

Nhà khoa học lớn tuổi nhất giành giải thưởng Nobel Vật lý tính cho đến nay là Raymond Davis Jr. Ông đã 88 tuổi khi nhận giải thưởng vào năm 2002.

Những người phụ nữ đoạt giải Vật lý

Có tổng cộng 183 cá nhân được trao giải thưởng Nobel Vật lý, nhưng chỉ có hai người là phụ nữ.

1903 – Marie Curie (bà còn nhận giải thưởng Nobel Hóa học năm 1911).

1963 – Maria Goepert-Mayer

Những nhà khoa học đoạt giải Nobel nhiều lần

John Bardeen là người duy nhất nhận giải thưởng Nobel Vật lý hai lần. Marie Curie được trao giải Nobel hai lần, một lần giải Vật lý và một lần giải Hóa học.



John Bardeen



Marie Curie

Giải Nobel trao sau khi chết

Không có giải thưởng nào được trao sau khi chết đối với giải Nobel Vật lý. Từ năm 1974, Quy chế của Quỹ Nobel quy định rằng giải thưởng không thể trao sau khi đã chết, trừ khi cái chết xảy ra sau khi đã công bố giải Nobel. Trước năm 1974, chỉ hai lần giải Nobel được trao cho người đã khuất: Dag Hammarskjöld (Giải Nobel Hòa bình 1961) và Erik Axel Karlfeldt (Nobel Văn học 1931).

Những gia đình đoạt giải Vật lí

Vợ chồng:

Marie Curie và Pierre Curie được trao giải Nobel Vật lí năm 1903. Marie Curie được trao giải Nobel lần thứ hai vào năm 1911, lần này là nhận giải Nobel Hóa học.

Cha và con:

(Đều nhận giải Nobel Vật lí)

William Bragg và Lawrence Bragg, 1915

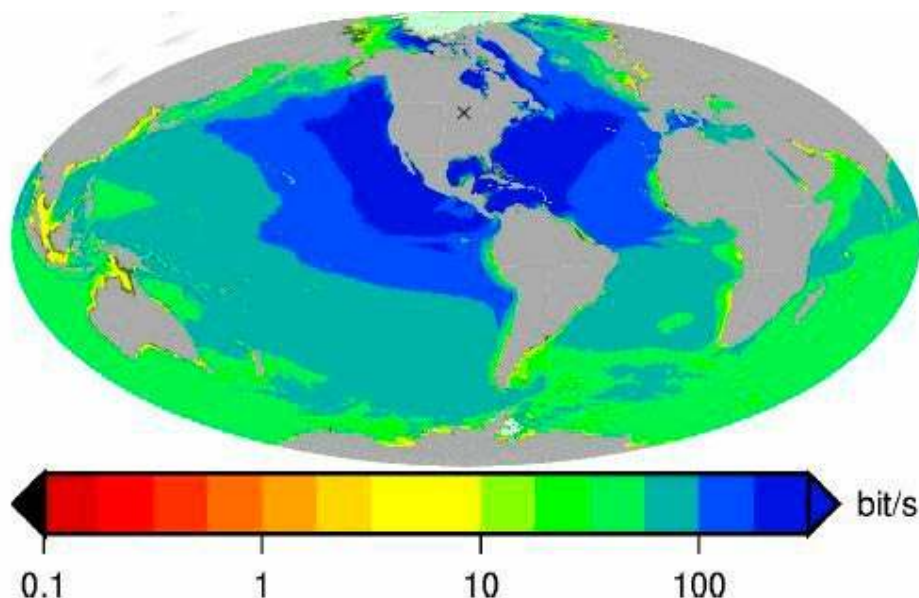
Niels Bohr, 1922 và Aage N. Bohr, 1975

Manne Siegbahn, 1924 và Kai M. Siegbahn, 1981

J. J. Thomson, 1906 và George Paget Thomson, 1937

Theo **NobelPrize.org**

Dùng neutrino truyền thông dưới nước



Tính toán sự phân bố toàn cầu của dung lượng thông tin có thể thu được đối với một chùm neutrino phát ra tại Fermilab, ở gần Chicago. Tính toán trên giả sử tàu ngầm đang sử dụng kế hoạch dò tìm bức xạ Cerenkov trong hàng giờ liền hoặc trong bóng đêm.

Việc truyền tải thông tin với tàu ngầm hạt nhân – đối tượng có thể ở dưới nước về cơ bản là bao lâu cũng được – là một thách thức lớn vì nước biển là không trong suốt đối với phần lớn phổ điện từ. Trước đây người ta đã từng đề xuất sử dụng neutrino là giải pháp cho bài toán này, vì những hạt hạ nguyên tử này dễ dàng đi xuyên qua mọi vật chất, nhưng vấn đề là người ta không có khả năng tạo ra những chùm neutrino có cường độ vừa đủ. Tuy nhiên, một nhà vật lý ở Mỹ hiện nay vừa tính toán được rằng những chùm tia cực mạnh của xương neutrino sẽ làm được công việc đó.

Những con tàu ngầm hạt nhân có thể ở dưới mặt biển hàng tháng trời trong mỗi chuyến đi và chỉ cần ngoi lên mặt nước để nhận cung cấp lương thực hoặc bảo dưỡng máy móc. Tuy nhiên, sự di chuyển của tàu ngầm bị hạn chế bởi nhu cầu nhận tin điều hành hoạt động của chúng. Nước biển chỉ là trong suốt đối với một phần nhìn thấy của phổ điện từ (các bước sóng lam và lục) và ở những tần số dưới khoảng 100 Hz. Sử dụng laser khả kiến là không thực tế và truyền sóng vô tuyến tần số thấp mang lại tốc độ dữ liệu cực kì thấp – khoảng một bit mỗi phút. Kết quả là tàu ngầm hạt nhân hiện nay truyền tin tức bằng cách thả nổi một dây ăngten lên gần mặt biển. Trong khi phương thức này mang lại tốc độ dữ liệu khoảng 50 bit mỗi giây, thì nó lại hạn chế độ sâu và tốc độ hoạt động của con tàu.

Gởi xuyên qua Trái đất

Patrick Huber ở Viện Công nghệ Virginia tin rằng những trở ngại này có thể khắc phục bằng cách sử dụng neutrino. Vì neutrino tương tác cực kì yếu với những đối tượng vật chất khác, nên một chùm hạt như thế có thể gởi xuyên qua Trái đất với sự thất thoát cường độ rất ít. Cho nên một con tàu ngầm trên nguyên tắc có thể nhận thông tin đã mã hóa trong một chùm neutrino gởi đi từ bất cứ nơi nào trên hành tinh bằng cách dò tìm neutrino đi tới con tàu từ phía dưới lên.

Thật không may, các neutrino tương tác rất yếu với vật chất và, do đó, việc tạo ra một tín hiệu có thể đo được đòi hỏi một chùm cường độ rất mạnh. Hiện nay có một số thí nghiệm trên khắp thế giới nhắm tới sự truyền và phát hiện ra các chùm neutrino để đo cách thức neutrino “dao động” khi chúng truyền trong vũ trụ, một lĩnh vực nghiên cứu quan trọng trong ngành vật lý cơ sở. Nhưng những thiết bị ấy không thích hợp cho việc tiến hành truyền thông đường dài. Ví dụ, một chùm hạt gởi đi từ Fermilab ở ngoại ô Chicago đến một mỏ quặng cách xa 700 km ở Minnesota trung bình sẽ mang lại chỉ một neutrino được ghi nhận trong máy dò trong mỗi 12 giờ. Như Huber chỉ rõ, tỉ lệ này cần cải thiện thêm một triệu lần nếu neutrino được dùng để gởi đi tin nhắn.

Tuy nhiên, Huber còn chỉ ra một nguồn phát neutrino mới mà các nhà vật lý hi vọng xây dựng được trong vòng thập kỷ tới – một xưởng neutrino – sẽ mang lại những cường độ đủ mạnh. Một xưởng neutrino sẽ hoạt động bằng cách cho đâm sầm các hạt proton năng lượng cao vào bia thủy ngân lỏng, với các va chạm tạo ra pion, chúng phân hủy thành muon, rồi tiếp tục phân hủy thành muon neutrino.

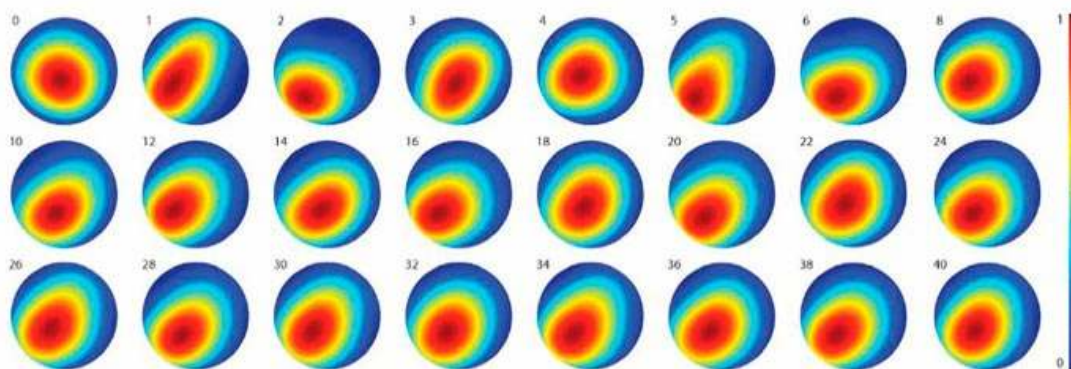
Dò tìm bức xạ Cerenkov

Huber tính được rằng dữ liệu mã hóa dưới dạng những chùm neutrino như thế có thể ghi nhận bởi các detector phủ bên ngoài vỏ tàu ngầm ở tốc độ khoảng 1 đến 100 bit mỗi giây. Những detector này hoặc là sẽ nhận ra các muon sinh ra khi muon neutrino tương tác với nước, hoặc, gián tiếp hơn, đo lường bức xạ Cerenkov sinh ra bởi sự đi qua các muon ấy trong nước. Dữ liệu sẽ được mã hóa bằng cách chia nhỏ thời gian thành nhiều khắc khác nhau, rồi sau đó gởi đi một xung neutrino trong vòng một khắc đặc biệt, cho nên một giây chia thành 16.000 khắc, chẳng hạn, sẽ tương đương với việc truyền một kí tự trong số một bảng chữ cái 16.000 kí tự hay 14 bit (2^{14}).

Xưởng neutrino sẽ không rẻ tiền – nó sẽ tiêu tốn chừng vài tỉ đô la. Và theo Huber, việc làm cho nó tương thích cho truyền thông có thể sẽ làm tăng gấp đôi giá thành này; rồi còn chi phí tăng thêm của việc chế tạo một thiết bị có thể quay được sao cho nó có thể hướng tới bất cứ nơi nào tàu ngầm đang có mặt. Nhưng Huber tin rằng chi phí nên xem xét trong ngữ cảnh tiền chi cho tàu ngầm hạt nhân của nước Mỹ, với 14 chiếc hiện nay, tính luôn tên lửa đạn đạo, tiêu tốn đến 150 tỉ đô la. “Có nhiều thứ tôi không nghĩ chính phủ lại chi một số tiền lớn như thế”, ông bổ sung thêm. “Vì thế, tôi không trông đợi có ai đó thật sự xây dựng một hệ thống như vậy. Nhưng tôi sẽ không ngạc nhiên nếu một ai đó muốn nghiên cứu thêm về nó”.

Công trình trên được mô tả trên arXiv.

Hỗn độn trong con quay lượng tử ‘bị lật’



Dữ liệu thực nghiệm cho thấy các phân bố không gian pha lượng tử (Husimi) đang tiến triển đối với một trạng thái ban đầu nằm giữa một đảo lớn. Các biểu đồ không gian pha giống với biểu đồ thu được từ những con quay cổ điển bị lật. (Ảnh: *Nature*)

Một con bướm đập cánh ở phía bên này Trái đất và gây ra một cơn lốc xoáy ở phía bên kia địa cầu – đó là thí dụ nổi tiếng của lý thuyết hỗn độn. Nhưng hỗn độn có thật sự tồn tại trong những hệ nhỏ xíu thuộc thế giới lượng tử hay không?

Câu trả lời là có, theo các nhà nghiên cứu ở Mỹ và Canada, những người vừa chứng minh được hỗn độn lượng tử trong một hệ tương tự như con quay bị nhiễu, hay “con quay bị lật”. Đột phá ấy có thể giúp tìm hiểu sự chuyển tiếp khó nắm bắt giữa vật lý lượng tử và vật lý cổ điển.

Một trong những dấu hiệu của sự hỗn độn cổ điển là kết thúc cuối cùng của một hệ phụ thuộc rất nhiều vào những chi tiết cụ thể của các điều kiện ban đầu: có lẽ, ví dụ, nếu con bướm vỗ cánh sang trái thì có lốc xoáy, còn nếu nó vỗ cánh sang phải thì chẳng có gì xảy ra. Sự nhạy cảm này có thể thấy ở mọi loại kịch bản, từ quỹ đạo hành tinh cho đến những món đồ chơi trẻ nhỏ.

Hỗn độn lượng tử: bài toán khó

Trong cơ học lượng tử, nguyên lý bất định Heisenberg phát biểu rằng những chi tiết cụ thể ban đầu này – lấy thí dụ, vị trí và xung lượng của một hạt – không thể xác định chính xác đồng thời được. Đặc tính cố hữu này đã khiến cho những nỗ lực trước đây nhằm chứng kiến sự hỗn độn lượng tử đều không thu được thành quả gì.

Nhưng nay Poul Jessen tại trường Đại học Arizona ở Tuscon, cùng với các đồng nghiệp ở đó và Wilfred Laurier ở trường Đại học Waterloo, Ontario, vừa tìm ra một phương thức tránh được vấn đề này. Họ sử dụng các xung laser và từ trường làm cho xung lượng góc của một tập hợp nguyên tử caesium bị biến dạng và quay tròn, giống như con quay bị lật. Theo lý thuyết cổ điển, xung lượng góc của một số nguyên tử sẽ tiến triển trong những vòng tròn xác định, nhưng đối với những nguyên tử khác – phụ thuộc vào các giá trị ban đầu – thì nó sẽ là hỗn độn. Nhưng vì nguyên tử là những đối tượng lượng tử, nên người ta không thể biết chính xác các giá trị ban đầu ấy.

Thay vì thế, nhóm của Jessen khai thác một hiện tượng gọi là sự chui hầm động học. Tương tự như sự chui hầm lượng tử bình thường, trong đó một hạt có thể đi qua một

hàng rào thế mà không cần có đủ năng lượng để nhảy qua, sự chui hầm động học cho phép các nguyên tử caesium nhảy qua giữa những vòng xung lượng góc nhất định. Theo kiểu này, với rất nhiều phép đo được thực hiện, các nhà nghiên cứu có thể dò theo vết tích các vòng ấy và từ đó lập bản đồ sự chuyển tiếp giữa hành trạng bình thường và hành trạng hỗn độn.

‘Một chút bất ngờ’

Fritz Haake, một nhà vật lý tại trường Đại học Duisburg-Essen, Đức, phát biểu với *physicsworld.com*: “Việc quan sát hàm sóng của con quay bị lật và trong đó nhìn thấy sự khác biệt giữa hành trạng bình thường và hành trạng hỗn độn là một thành tựu thực nghiệm quan trọng”. Ông bổ sung thêm rằng có “một chút bất ngờ” là các nhà nghiên cứu có thể trông thấy hiệu ứng ấy ở sâu bên trong địa hạt lượng tử với một xung lượng góc nhỏ như vậy, thay vì ở gần “giới hạn bán cổ điển” hơn.

Nghiên cứu trên được công bố trên tờ *Nature* và, trong một bài báo có liên quan, Daniel Steck ở trường Đại học Oregon đã ca ngợi “cái đẹp” của việc tái dựng lại trạng thái lượng tử ấy. “Đây chẳng phải là công việc dễ dàng, đòi hỏi phải xử lý và kết hợp nhiều phép đo, và không thực hiện được trong các nghiên cứu trước đây về sự chui hầm”, ông viết.

Tên lửa tìm nước đã đâm thẳng vào Mặt trăng

Vệ tinh Cảm biến và Quan trắc Miệng núi lửa Mặt trăng (LCROSS) của NASA đã đâm thẳng vào Mặt trăng hôm 09/10, đúng như kế hoạch định trước.



Đội điều hành sứ mệnh LCROSS đã khởi động khối tải trọng khoa học của LCROSS và nhìn thấy bức ảnh này của Mặt trăng.

Lúc 7: 31 giờ EDT, tên lửa Centaur nặng 2200 kg của nó đã lao vào, hất tung bụi đá lên cao trên bề mặt chị Hằng. Một vài phút sau, một phi thuyền “chăm sóc” thứ hai – dùng để thu thập dữ liệu khoa học – cũng đã va vào bề mặt Mặt trăng.

Đội điều hành sứ mệnh của NASA đã xác nhận dấu hiệu nhiệt của cú va chạm và dự đoán dữ liệu hình ảnh và quang phổ sẽ phản hồi về Trái đất trong vòng vài giờ tiếp theo sau đó.

Sứ mệnh không người lái trị giá 80 triệu đô la trên đang tìm kiếm nước, muối, hydrocarbon và những dấu hiệu khác của những điều kiện có thể ở được trên bề mặt người bạn láng giềng thân cận của chúng ta.

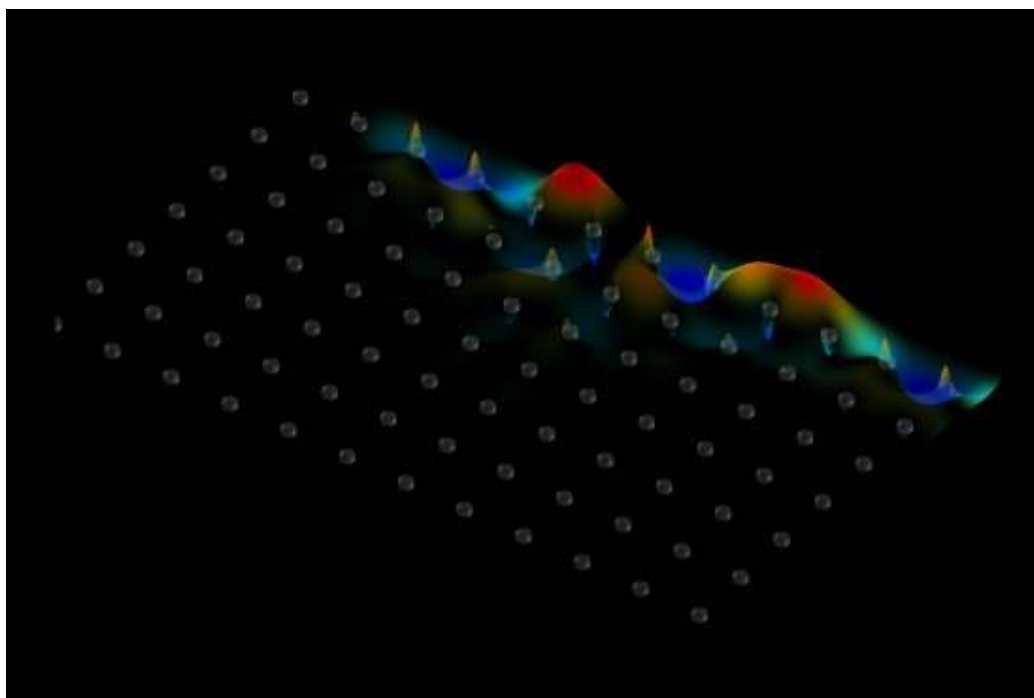
Địa điểm va chạm là một miệng hố rộng 98 km gọi tên là Babine ở gần cực nam của Mặt trăng. Địa điểm này được chọn vì các nhà khoa học dự đoán rằng có thể có những lượng lớn nước đóng băng trong những vùng “âm u” này của mặt trăng.

LCROSS là một phần của một sứ mệnh kép phóng lên vào hôm 19 tháng 6 năm nay nhằm tới mục tiêu làm sáng tỏ một số vấn đề về Mặt trăng. Tên lửa chị em của nó, Tàu quỹ đạo Trinh sát Mặt trăng (LRO) của NASA, đang quay xung quanh Mặt trăng để lập bản đồ bề mặt của nó với độ phân giải cao nhất từ trước đến nay.

Các sứ mệnh trên là những tiền thân quan trọng cho chương trình Constellation của NASA, nhằm tới mục tiêu gửi người lên Mặt trăng và xây dựng một tiền đồn trên mặt

trăng làm một bước đệm để du hành lên sao Hỏa. Ngoài việc xác định xem trên Mặt trăng có nước hay những chất có ích khác hay không, các sứ mệnh trên còn có thể giúp nhận ra những địa điểm thích hợp cho những sứ mệnh có người lái trong tương lai hạ cánh.

Vi sóng tồn tại ở rìa sợi quang



Các trạng thái biên thuận một bên bước vào địa hạt điện từ

Trong tuần ba nhà tiên phong của truyền thông quang học được tặng giải thưởng tối cao của ngành vật lý học, một nghiên cứu mới đã phác thảo ra một đột phá thực nghiệm có thể dẫn đến một thế hệ mới những sợi quang hiệu suất cao.

Các nhà nghiên cứu ở Mỹ vừa tiết lộ một phiên bản mới của một dụng cụ gọi là tinh thể lượng tử ánh sáng, cái họ khẳng định có thể truyền vi sóng với sự thất thoát do tán xạ ít hơn nhiều. Nếu như dụng cụ ấy có thể giảm cỡ để hoạt động ở bước sóng quang học, thì nó có thể cải thiện chất lượng của truyền thông quang học.

Ngoài tiềm năng ứng dụng thực tiễn, chức năng của dụng cụ mới còn thể hiện một sự tương tự của một hiện tượng lượng tử đã biết rõ – hiệu ứng Hall lượng tử.

Dẫn đường cho ánh sáng

“Đây là một bước phát triển tuyệt vời! Nó có khả năng cho phép xây dựng các kênh dẫn, cho phép các mode photon truyền đi theo đường dẫn uốn lượn mà không bị phản xạ trở lại ở chỗ uốn khúc”, theo lời Duncan Haldane tại trường Đại học Princeton, nhưng đã tiên đoán hiệu ứng trên hồi năm ngoái nhưng không có liên quan trong nghiên cứu mới nhất này.

Tinh thể lượng tử ánh sáng là những cấu trúc được thiết kế để bắt và dẫn đường ánh sáng theo kiểu tương tự như cách thức các electron được điều khiển bên trong một chất bán dẫn. Trong khi chất bán dẫn chứa các dải khe điện tử trong đó các electron thuộc một ngưỡng năng lượng nhất định không thể cư trú, thì tinh thể lượng tử ánh sáng cũng xếp lớp để ngăn cản sự truyền ánh sáng ở những bước sóng nhất định – tạo thành một “dải khe lượng tử”.

Những chất liệu này có nhiều ứng dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp quang học, với các sợi quang là một ứng dụng đặc biệt triển vọng. Vì ánh sáng có thể bị bắt lại và dẫn đi dọc theo các kên dẫn có bề rộng xấp xỉ bằng bước sóng của ánh sáng, cho nên có nghĩa là sẽ ít năng lượng bị thất thoát do sự tán xạ bởi sự gồ ghề bên trong của sợi quang.

Bất đối xứng là quan trọng

Zheng Wang và các cộng sự của ông tại Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) vừa phát hiện ra một phương pháp làm giảm sự tán xạ ấy đi nữa. Loại tinh thể lượng tử ánh sáng mới của họ có khả năng giam giữ ánh sáng đến rìa ngoài cùng của chất, nơi không còn “đối xứng nghịch đảo thời gian” của nó nữa. Nói đơn giản, thì điều này có nghĩa là các photon chỉ có thể chuyển động theo một chiều và do đó không thể bị tán xạ ngược trở lại. Điều này có nghĩa là nguyên do duy nhất khiến ánh sáng bị tắt dần là do các hiệu ứng phi tuyến hoặc sự hấp thụ

Chìa khóa quan trọng để thu được hiệu ứng này là chế tạo một tinh thể lượng tử chứa các que gốc sắt. Wang và đội của ông nhận thấy việc thiết đặt một từ trường vuông góc với hướng của bức xạ điện từ buộc các photon vào cái gọi là các trạng thái biên thuận một bên (CES). Hiệu ứng quang này tương tự như hiện tượng một chất khí electron 2D phải chịu qua khi nó đối mặt trước một từ trường mạnh, gọi là hiệu ứng Hall lượng tử.

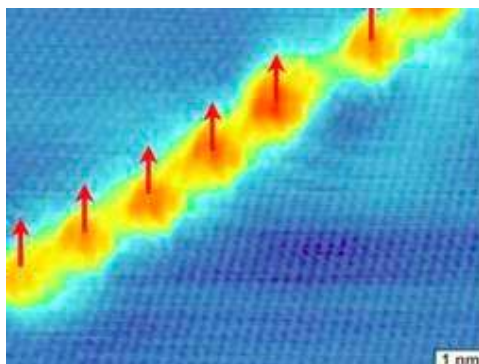
Để chứng minh hiệu ứng trên, các nhà vật lý đã tạo ra một cấu trúc tuần hoàn hoạt động ở tần số vi sóng. Trên nguyên tắc, cũng cấu trúc ấy có thể thu nhỏ xuống để kích hoạt hiệu ứng tương tự ở các tần số quang học.

Nhắc tới sự hiện thực hóa tiên đoán của Haldane, Wang phát biểu với physicsworld.com, “Chúng tôi được truyền cảm hứng bởi lý thuyết của ông và nhận thấy CES tồn tại ở một họ tinh thể lượng tử tổng quát hơn và đã thực hiện phép tính bằng số ủng hộ cho điều đó”. Ông bổ sung thêm, “Vì tính khái quát của lý thuyết của chúng tôi, nên chúng tôi có thể xây dựng một mẫu khả thi trên thực tiễn và sử dụng các chất liệu có sẵn”.

Nghiên cứu này xuất hiện trên số mới nhất của tờ *Nature*.

Giải thích được từ tính của graphite

Các nhà vật lý ở Hà Lan vừa xác nhận graphite là một nam châm vĩnh cửu ở nhiệt độ phòng và xác định được nguồn gốc của tính chất sắt từ nhiệt độ cao ấy. Kết quả trên có thể quan trọng đối với nhiều ứng dụng trong công nghệ nano và kỹ thuật, ví dụ như sinh cảm biến, detector và trong điện tử học spin.



Trong graphite, các vùng nguyên tử cacbon có trật tự phân cách nhau bởi những ranh giới khiếm khuyết rộng 2 nm. Các electron trong những vùng khiếm khuyết (các vùng màu đỏ/vàng) hành xử khác với electron trong những vùng trật tự (màu xanh), thay vào đó, chúng hành xử giống như electron trong các chất liệu sắt từ, ví dụ như sắt và coban (Ảnh: K Flipse)

Graphite cấu thành từ những chồng gồm các tấm cacbon (graphene) và là dạng tương tự của cacbon tìm thấy ở ruột bút chì. Mặc dù tính chất sắt từ ở graphite đã được người ta quan sát thấy trước đây, nhưng thật khó hiểu được các tín hiệu từ tính yếu đó từ đâu mà có. Thật vậy, một số nhà khoa học tin rằng nó có thể phát sinh từ những lượng rất nhỏ của các tạp chất giàu sắt có trong chất liệu ấy, thay vì phát sinh từ bản thân cacbon.

Giờ thì Kees Flipse và các cộng sự tại trường Đại học Công nghệ Eindhoven và các đồng nghiệp tại trường Đại học Nijmegen vừa chứng minh được từ tính ấy xuất hiện trong những vùng khiếm khuyết giữa những lớp cacbon. Họ sử dụng kính hiển vi lực từ (MFM) và kính hiển vi quét chui hầm (STM), cho phép họ đo các tính chất từ và tính chất điện từ với độ phân giải nanomet (10^{-9} m).

Các phép đo mặt và đo khối

Kính hiển vi lực từ quét một que từ rất nhọn trên một bề mặt và đo lực từ giữa mẫu và que nhọn. Lực từ này cho biết tính chất sắt từ tại những chỗ khiếm khuyết trên bề mặt graphite. Đối với những phép khối, đội của Flipse còn sử dụng một từ kế giao thoa lượng tử siêu dẫn (SQUID) – phương pháp nhạy nhất để đo từ trường hiện nay.

Graphite cấu thành gồm những vùng nguyên tử cacbon sắp xếp có trật tự cách nhau bởi những ranh giới khiếm khuyết rộng 2 nm. Các nhà nghiên cứu nhận thấy các electron trong những vùng khiếm khuyết hành xử khác với các electron trong những vùng trật tự và thay vào đó lại hành xử giống electron trong các vật liệu sắt từ như sắt và coban (xem hình). Họ còn phát hiện thấy các vùng ranh giới hạt trong từng tấm cacbon ghép cặp từ với nhau và hình thành nên mạng lưới 2D. Sự ghép cặp này giải thích tại sao graphite là một nam châm vĩnh cửu.

“Graphite đơn tinh thể tinh khiết, hoàn hảo không phải là nam châm vĩnh cửu, nhưng tình huống thay đổi khi bạn tạo ra các khiếm khuyết bên trong chất liệu ấy”, Flipse phát biểu với *physicsworld.com*. “Các khiếm khuyết đơn trong mạng tinh thể graphite hành xử như những lưỡng cực từ, tương tự như các lưỡng cực trong các nguyên tử sắt từ, ví dụ như sắt”.

Các bộ cảm biến sinh tương thích

Ngoài chỗ gây hứng thú với nghiên cứu cơ bản, graphite từ tính sẽ còn quan trọng trong kỹ thuật và công nghệ. Ví dụ, nó có thể dùng để chế tạo các bộ sinh cảm biến, vì cacbon có tính sinh tương thích. Nó cũng có thể đặt nền tảng cho các ứng dụng điện tử học spin gốc cacbon – những dụng cụ khai thác spin của electron cũng như điện tích của nó.

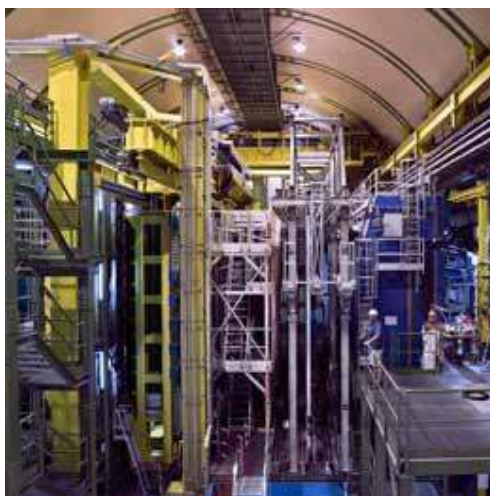
Đội nghiên cứu người Hà Lan đang nghiên cứu vai trò của các khiếm khuyết trong graphite nhằm tìm hiểu kỹ hơn nguồn gốc của từ tính. “Từ quan điểm lý thuyết, bước tiếp theo sẽ là nghiên cứu cấu trúc nguyên tử và điện tử của các ranh giới hạt một cách cụ thể, và để phát triển một lý thuyết hoàn toàn định lượng của từ tính có liên quan”, Flipse nói.

Các kết quả được công bố trên tờ *Nature Physics*.

Một nhà vật lí làm việc tại CERN bị bắt

Cảnh sát Pháp vừa bắt giữ một nhà vật lí đang làm việc tại CERN, phòng thí nghiệm vật lí hạt hàng đầu của châu Âu ở gần Geneva, Thụy Sĩ, vì tình nghi khủng bố.

Kẻ bị hoài nghi, một người mang quốc tịch Pháp-Algeria, bị cảnh sát Pháp bắt giữ vào hôm 8 tháng 10 tại thành phố Vienne. Được biết ông là nghiên cứu sinh hậu tiến sĩ tại Viện Công nghệ Liên bang Thụy Sĩ ở Lausanne (EPFL), người hồi năm 2003 đã tiến hành phân tích một trong bốn thí nghiệm chính tại Máy Va chạm Hadron Lớn (LHC), cỗ máy gia tốc hạt mạnh nhất thế giới.



Chừng 700 nhà khoa học làm việc tại detector LHCb.
Ảnh: Maximilien Brice/CERN

Theo tờ báo Pháp *Le Figaro*, cảnh sát chống khủng bố của Pháp đã bắt giữ nhà nghiên cứu 32 tuổi trên cùng với người em trai 25 tuổi của ông ta. Hai người bị tình nghi đã mang thông tin về những mục tiêu khủng bố bên trong nước Pháp đến các thành viên của al-Qaeda ở Maghreb – cánh tay Bắc Phi của al-Qaeda.

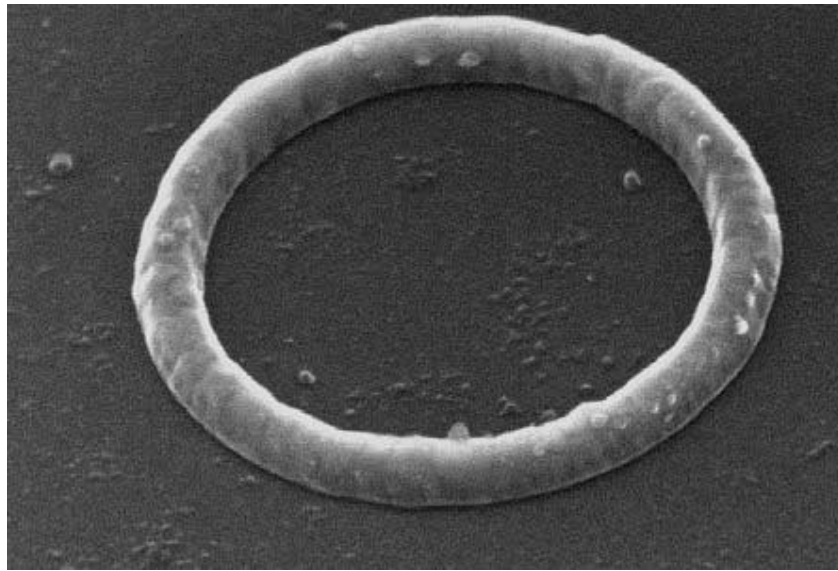
Không có bằng chứng nào cho thấy công việc của ông ta tại CERN có liên quan đến khủng bố, theo lời phát ngôn viên của phòng thí nghiệm CERN, James Gillies. Toàn bộ công việc tại phòng thí nghiệm trên đều được công bố công khai và cơ quan này không mang tính chất quân sự, theo một phát biểu của CERN.

Jérôme Grosse, một phát ngôn viên cho EPFL, nói trường đại học trên không nhận được bất kì thông báo chính thức nào về lệnh bắt giữ. “Chúng tôi vẫn đang chờ một cái tên”, ông nói. “Hiện tại tôi không có bất kì thông tin gì”.

“Mọi người thật bất ngờ”, theo Andrei Golutvin, một phát ngôn viên cho thí nghiệm LHC beauty (LHCb), nơi kẻ bị tình nghi đang làm việc. Được biết cá nhân trên có vai trò quan trọng trong dự án có sự tham gia của chừng 700 nhà khoa học đến từ 52 trường viện trên khắp thế giới. LHCb nghiên cứu sự phân hủy của các quark bottom nặng và các hạt phản quark của chúng. “Công việc chúng tôi đang làm là khoa học cơ bản thuần túy”, Golutvin nói.

LHC đã đóng cửa vào mùa thu năm ngoái sau một sự cố bất ngờ phá hỏng một phân khu của cỗ máy. Cỗ máy va chạm hạt nặng này sẽ khởi động trở lại vào cuối tháng 11 tới.

Electron chạy mãi mãi trong các vòng kim loại



Ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét này cho thấy một vòng có đường kính khoảng 800 nm.
(Ảnh: Jack Harris)

Nếu bạn muốn một dòng điện chạy vòng quanh một vòng dây kim loại bình thường, thì bạn phải cấp đủ năng lượng để thắng điện trở của kim loại – đúng không? Không hẳn như vậy, theo các nhà vật lý ở Mỹ và Đức, những người vừa thu được bằng chứng thực nghiệm tốt nhất từ trước đến nay rằng dòng điện có thể chạy mãi mãi trong các vòng kim loại kích cỡ micromet. Trong nghiên cứu trên, các nhà khoa học đã đo những điện trường nhỏ xíu đi cùng với dòng điện và xác nhận một lý thuyết về các dòng điện liên tục đề xuất hồi năm 1983.

Các nhà vật lý đã quen thuộc với các dòng điện liên tục trong các chất siêu dẫn – trong đó các electron có thể chạy mãi mãi, không bị cản trở bởi điện trở. Nhưng ngay cả những chất dẫn điện tốt nhất như đồng hoặc vàng thì vẫn có điện trở, khiến cho các dòng điện chạy liên tục là không thể có.

Tuy nhiên, nếu như vòng kim loại là rất nhỏ - đường kính chừng 1 micromet hoặc nhỏ hơn – thì cơ học lượng tử phát biểu rằng các electron của nó sẽ hành xử theo kiểu y hệt như các electron đang quay xung quanh một hạt nhân nguyên tử. Và theo kiểu tương tự, các electron ở cấu hình năng lượng thấp nhất của nguyên tử duy trì quỹ đạo của chúng mà không cần nhận thêm năng lượng vào một cách đều đặn, các electron trong các vòng “bán

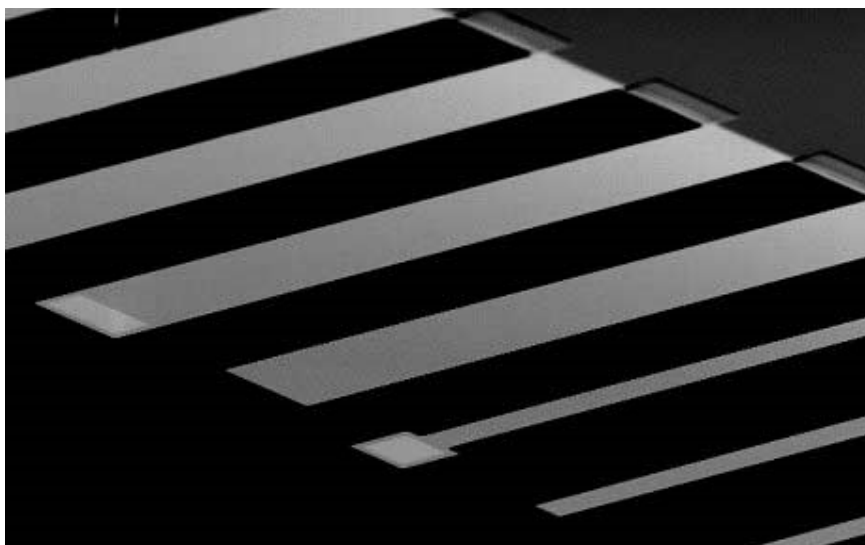
vi mô” như thế sẽ chạy mãi mãi. Thật vậy, một cái vòng đường kính 1 micromet làm lạnh xuống 1 K sẽ duy trì được một dòng điện khoảng 1 nA.

Cắt vòng dây ra

Các dòng nanoampere có thể đo bằng một ampe kế, nhưng thủ tục đo đòi hỏi phải cắt vòng dây ra để đưa ampe kế vào mạch điện. Mạch điện thu được khi ấy sẽ không còn có kích cỡ micromet nữa và sẽ chẳng có dòng điện nào chạy.

Thay cho như vậy, các nhà vật lý đã sử dụng các dụng cụ giao thoa lượng tử siêu dẫn (SQUID) để thử đo những từ trường nhỏ xíu tạo ra bởi các dòng điện liên tục. Việc này rất khó vì SQUID nhạy với các tạp nhiễu từ trong vòng dây. Ngoài ra, người ta còn phải thiết đặt một từ trường dọc theo trục của vòng để làm cho dòng liên tục chạy theo một chiều. Một từ trường như thế khiến khó mà điều khiển SQUID – nhưng không có trường đặt vào thì một số electron sẽ chạy cùng chiều kim đồng hồ, còn một số khác thì chạy ngược chiều kim đồng hồ, kết quả là dòng điện tổng hợp bằng zero.

Vì những trở ngại này, nên các kết quả thực nghiệm mâu thuẫn với nhau và chênh lệch với tiên đoán lý thuyết. Giờ thì Jack Harris và một đội nghiên cứu tại trường Đại học Yale, cùng một đồng nghiệp tại trường Đại học Berlin, vừa phát minh ra một phương pháp hoàn toàn mới đo các dòng liên tục nhạy hơn khoảng 100 lần so với các thí nghiệm gốc SQUID.



Ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét này cho thấy một vài nút chia silicon. Mỗi nút chia dày 300 nm và dài 300 micromet. Những vùng sáng hơn ở đầu của hai nút chia (các mũi tên trắng) là ma trận các vòng dây. (Ảnh: Jack Harris).

Những tấm ván nhún hồ bơi nhỏ xíu

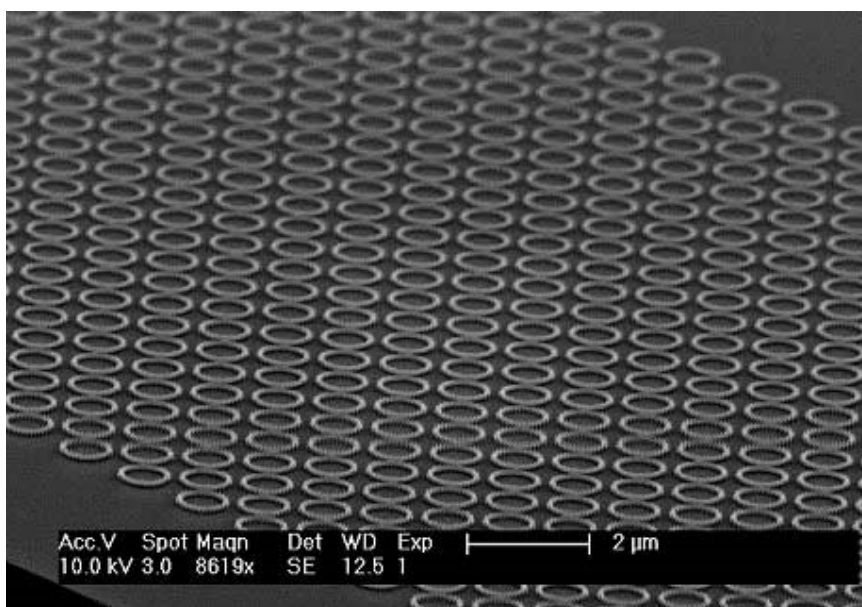
Đội nghiên cứu đã nuôi các vòng nhôm trên một con chip silicon và sau đó sử dụng các quy trình in thạch để tạo ra các nút chia kiểu ván nhún hồ bơi dày 300 nm với một hoặc nhiều vòng tại các đầu nút.

Để đo dòng điện trong các vòng dây, một nút chia được sắp thẳng góc 45 độ với một từ trường mạnh vài Tesla. Thành phần của từ trường ngoài vuông góc với nút chia

làm cho dòng điện liên tục chạy theo một chiều – mang lại một từ trường nửa vuông góc với nút chia. Thành phần song song của từ trường ngoài vuông góc với trường gây ra bởi dòng điện liên tục, mang lại một mômen quay tác dụng lên nút chia.

Mút chia đó có một tần số dao động tự nhiên, tần số dao động ấy thay đổi là hệ quả của mômen quay này. Bằng cách so sánh tần số khi có và không có từ trường ngoài đặt vào, Harris và các đồng sự có thể xác định cỡ của các dòng liên tục trong các vòng kim loại.

Đội đã nghiên cứu một vài nút chia khác nhau được trang hoàng một vòng dây hoặc một ma trận gồm hàng trăm hoặc hàng nghìn dây giống hệt nhau. Các vòng dây trên những nút chia khác nhau có đường kính biến thiên từ 616 nm đến 1,59 micromet.



Ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét này cho thấy một trong các ma trận vòng dây mà Harris và các đồng nghiệp đã nghiên cứu. (Ảnh: Jack Harris).

Khép lại một chương lịch sử

Bằng cách đo cỡ của dòng điện liên tục trong khi thay đổi từ trường ngoài, đội nghiên cứu xác nhận được dòng liên tục là một hàm của lượng tử thông lượng từ h/e – như tiên đoán bởi Yoseph Imry ở Viện Công nghệ Weizmann của Israel và các đồng sự hồi năm 1983. Imry đã mô tả nghiên cứu trên là một “nghiên cứu rất kỹ lưỡng” đã “khép lại một chương về các dòng điện liên tục”.

Tuy nhiên, ông chỉ rõ rằng Harris và các cộng sự đã không nghiên cứu các dòng điện liên tục ở các mức từ trường thấp, trong đó các dòng điện được cho là một hàm của $h/2e$. Thay vì quay tròn xung quanh vòng dây trong một quỹ đạo có một hướng nào đó – thí dụ như cùng chiều kim đồng hồ - một electron nằm trong một từ trường thấp là sự kết hợp của các quỹ đạo cùng chiều và ngược chiều kim đồng hồ, gây ra sự giao thoa và ảnh hưởng đến dòng điện toàn phần quan sát được. Imry phát biểu với *physicsworld.com* rằng Harris nên làm thí nghiệm ở những cường độ trường thấp hơn để thấy chế độ $h/2e$.

Harris dự định làm thêm thí nghiệm ở những cường độ từ trường khác và những góc khác, cũng như ở những nhiệt độ khác và kích cỡ vòng dây khác. Ông cũng nói rằng ông thiết tha muốn đưa những cấu trúc nhỏ xíu vào trong các vòng dây, như các chấm lượng tử hoặc các tiếp giáp Josephson – và nghiên cứu mạch điện bán vi mô thu được gián tiếp bằng kỹ thuật mút chia.

Công trình nghiên cứu được công bố trên tờ *Science*.

Lần đầu tiên phát hiện ra ‘dòng từ’

Lần đầu tiên trong lịch sử, tương đương từ của dòng điện, đặt tên là “dòng từ”, đã được chứng minh thực nghiệm. Giống hệt như dòng electron tạo ra bởi dòng điện, các cực từ bắc và nam riêng lẻ đã được quan sát thấy trôi giạt tự do, tạo ra “dòng từ”.



Từng “từ tích” – tương đương với cực bắc và cực nam của một nam châm – đã được quan sát thấy bên trong một chất kết tinh gọi là băng spin. (Ảnh: STFC)

Kết quả trên có thể dẫn tới sự phát triển của “tử tử học”, trong đó có bộ nhớ máy tính cấp độ nano.

Các nam châm thường có hai cực, bắc và nam, không thể chia tách được. Cắt một thanh nam châm ra thì mỗi nửa của nó phát triển cực bắc và cực nam riêng của nó. Điều đó vẫn đúng cho dù người ta có tháo rời nam châm ra thành từng nguyên tử cá lẻ của nó, vì mỗi nguyên tử hành xử giống như một nam châm nhỏ với hai cực.

Nhưng các nhà vật lý vừa lý thuyết được rằng các đơn cực từ - các cực bắc và cực nam riêng lẻ không kết hợp thành cặp và có thể chuyển động độc lập với nhau – có thể hình thành bên trong một chất liệu kết tinh gọi là băng spin.

Thay đổi mẫu hình

Các nguyên tử cá lẻ vẫn có cực bắc lẫn cực nam. Nhưng các mẫu hình định hướng của chúng sẽ truyền qua khối chất và trông y hệt như các cực từ nhỏ xíu đang trôi giạt ra xung quanh (xem hình). Những mẫu hình này thực tế là các đơn cực từ, trong chừng mực mà phép đo đề cập tới.

Hồi tháng 9, hai đội gồm các nhà vật lý đã bắn neutron vào băng spin cấu thành từ hỗn hợp chứa titan đông lạnh xuống gần không độ tuyệt đối. Hành trạng của các neutron ấy cho thấy các đơn cực từ có mặt trong chất liệu trên.

Nay, một đội nghiên cứu khác vừa làm chủ được việc đo lường “từ tích” trên các đơn cực từ và lần đầu tiên đo được tương đương từ của dòng điện. Đội nghiên cứu gọi chuyển động và tương tác của các đơn cực từ là “dòng từ”.

Thí nghiệm trên, công bố trên tờ *Nature*, do Steven Bramwell ở Trung tâm Công nghệ Nano ở Anh đứng đầu. Bramwell là một thành viên của đội nghiên cứu, đứng đầu là Tom Fennell thuộc Viện nghiên cứu Laue-Langevin ở Grenoble, đã báo cáo các kết quả neutron hồi tháng 9.

“Từ tích”

Để thu được thông tin chi tiết hơn so với trước đây người ta có thể về các đơn cực từ, đội của Bramwell đã đưa muon – những người anh em đồng loại của electron – vào trong băng spin. Khi các muon phân hủy, chúng phát ra positron theo những hướng bị ảnh hưởng bởi từ trường bên trong băng spin.

Kết quả cho thấy các đơn cực từ không chỉ có mặt mà còn đang di chuyển, tạo thành một dòng từ.

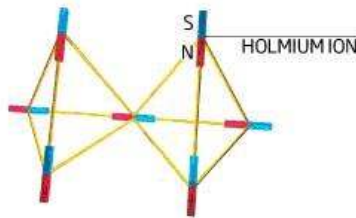
Đội nghiên cứu còn có thể đo được lượng từ tích trên các đơn cực từ. Hóa ra nó vào khoảng 5 đơn vị magneton Bohr trên angstrom, khá phù hợp với con số lý thuyết, tiên đoán là 4,6. Không giống như điện tích mang trên electron vốn cố định, từ tích trên các đơn cực từ biến thiên theo nhiệt độ và áp suất của băng spin.

Shivaji Sondhi tại trường Princeton Đại học ở New Jersey, một nhà nghiên cứu băng spin không nằm trong nhóm của Bramwell, đã gọi thành tựu mới này là “một chiến thắng của một cú đột nhập thực nghiệm táo bạo” trong một bài bình luận đăng cùng trên tờ *Nature*. “Bản thân thí nghiệm và việc xác định từ tích của các đơn cực từ thật ấn tượng”.

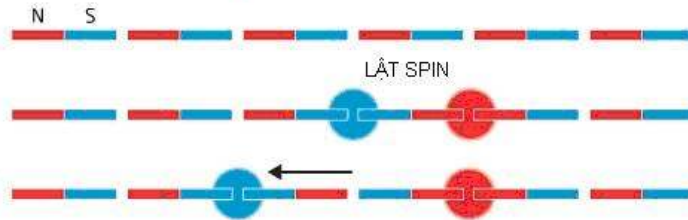
Tạo ra một đơn cực từ

Nhiều lý thuyết quan trọng của các nhà vật lý đòi hỏi tồn tại một đơn cực từ chuyển động tự do. Trong một loại chất rắn từ tính, người ta đã tìm thấy chúng.

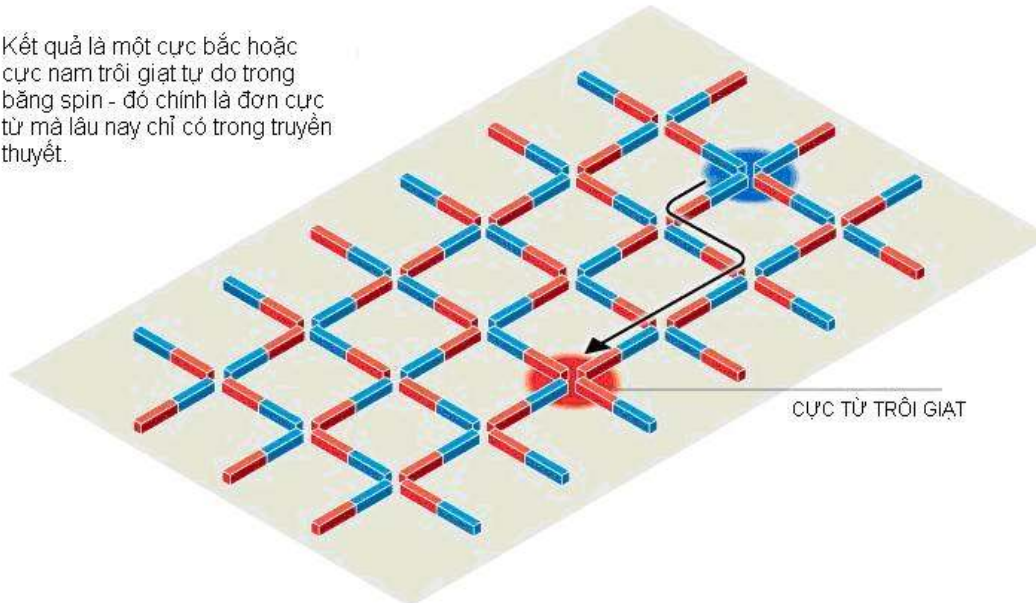
Trong băng spin, các ion từ tính như holmium thường sắp xếp với hai cực bắc và hai cực nam hướng vào phía trong mỗi ô đơn vị hình chóp của mạng chất rắn.



Tăng nhiệt độ có thể làm cho một ion holmium đảo hướng spin của nó, tạo ra hai cực liên kế thuộc cùng một loại. Thêm một chút năng lượng nữa, nam châm bị lật có thể lật người anh em lân cận của nó, một hiệu ứng domino lan đi trong chất rắn.



Kết quả là một cực bắc hoặc cực nam trôi giạt tự do trong băng spin - đó chính là đơn cực từ mà lâu nay chỉ có trong truyền thuyết.



Giảm kích thước bộ nhớ

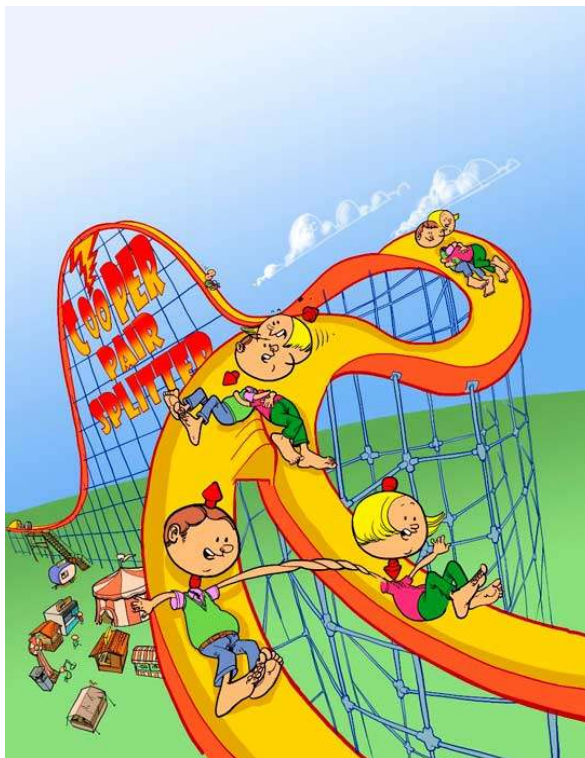
Dữ liệu được lưu trữ trên ổ cứng máy tính bằng cách từ hóa bề mặt của chúng thành những mẫu hình biểu diễn những con số 1 và 0. Bramwell cho rằng có thể một ngày nào đó các đơn cực từ sẽ được sử dụng làm một dạng bộ nhớ nhỏ gọn hơn nhiều so với bất kỳ dụng cụ nhớ nào hiện nay, vì các đơn cực từ có kích cỡ chỉ chừng bằng một nguyên tử.

“Vẫn còn trong giai đoạn đầu phát triển, nhưng ai biết được những ứng dụng tương lai của dòng từ trong thời gian 100 năm tới sẽ gồm những gì”, ông nói.

Các đơn cực từ trong băng spin không giống như các đơn cực từ vũ trụ, những hạt từ tính cơ bản đã được lý thuyết hóa là được tạo ra trong Big Bang nhưng chưa hề được quan sát thấy.

Công trình trên có đăng tại: [Nature \(DOI: 10.1038/nature08500\)](https://doi.org/10.1038/nature08500)

Tách rời được các electron vướng víu



Không chính xác là cái xảy ra trong cuộc sống thực, nhưng hình minh họa này có thể giúp bạn hình dung ra ý tưởng của các nhà nghiên cứu. (Ảnh: Christian Schönerberger.)

Các nhà vật lý ở Thụy Sĩ và Đan Mạch vừa tạo ra được một dụng cụ có khả năng phân tách các cặp electron bị vướng víu. Dụng cụ trên, hoạt động trên cơ sở một tiếp giáp “Y” siêu dẫn, sẽ đặt nền tảng cho các phép kiểm tra cái gọi là tính phi định xứ của cơ học lượng tử trong chất rắn.

Theo lý thuyết cơ học lượng tử, khi hai hạt bị vướng víu, thì phép đo một hạt có thể ảnh hưởng đến trạng thái của hạt kia, cho dù chúng ở cách xa nhau bao nhiêu. Tính phi định xứ như thế dường như ngược lại với lý thuyết tương đối Einstein, lý thuyết hàm ý rằng không có thông tin nào có thể truyền đi nhanh hơn ánh sáng. Tuy vậy, các phép kiểm tra tính phi định xứ sử dụng các cặp photon vướng víu từ trước đến nay cho thấy cơ học lượng tử là đúng.

Nhưng các phép kiểm tra tính phi định xứ sử dụng electron – nghĩa là, vật chất trong chất rắn – tỏ ra tinh vi hơn. Không giống như các photon, đối tượng tương đối dễ tạo ra và thao tác ở trạng thái cô lập, các electron trong chất liệu nhất tề cư trú trong một “biển Fermi”, khiến người ta khó lòng tách ra được một cặp rõ ràng.

Dựa trên cơ sở vững chắc

“Điều đó thật quan trọng [để kiểm tra tính phi định xứ] đối với các electron trong chất rắn, vì đây là những cái gọi là giả hạt sống trong một môi trường nhiều electron”, Christian Schönerberger tại trường Đại học Basel giải thích. “Các hiện tượng lượng tử cơ

sở của vật chất tương tác mạnh rất khác với những nghiên cứu hiện có với photon trong chân không”.

Nhóm của Schönerberger, gồm các nhà nghiên cứu tại Basel và tại Đại học Copenhagen, đã tìm ra một phương thức tách ra các cặp electron vướng víu, và tách chúng ra, sử dụng một tiếp giáp Y siêu dẫn. Một tính chất quan trọng của chất siêu dẫn là các electron có thể tồn tại thành các “cặp Cooper” vướng víu. Những cặp như thế không thể đi vào tiếp giáp Y mà không đi qua một hàng rào thế. Vì xác suất thấp của việc đi qua hàng rào này, cho nên các cặp Cooper có xu hướng đi vào tiếp giáp từng cặp một tại một thời điểm.

Bước tiếp theo là đảm bảo rằng các cặp đó tách ra, thay vì cả hai electron đều đi xuống chỉ một nhánh thôi. Họ làm như vậy bằng cách đặt một mẫu chất siêu dẫn nhỏ xíu – một chấm lượng tử - tại cuối mỗi nhánh. Một electron độc thân có thể đi qua một chấm lượng tử và không có khả năng hai electron (đẩy lẫn nhau về mặt tương tác điện) sẽ chui qua đồng thời.

Mối tương quan phi định xứ

Đội nghiên cứu xác nhận các cặp Cooper vướng víu thật sự bị phân tách ra bằng cách điều chỉnh điện trở của một trong các chấm lượng tử đồng thời ghi lại độ dẫn của từng nhánh. Khi nguồn electron ở trong trạng thái siêu dẫn, thì người ta thấy một “tương quan phi định xứ” giữa những thông số này, cho thấy các cặp vướng víu thật sự đang phân tách ra. Tuy nhiên, khi thiết đặt một từ trường lên nguồn electron – phá hủy sự siêu dẫn và các cặp Cooper của nó – thì mối tương quan phi định xứ đó biến mất.

Takis Kontos, người có nhóm nghiên cứu tại École Normale Supérieure ở Paris, đã đệ trình một nghiên cứu tương tự cho tờ *Physical Review Letters* (bản thảo tại arXiv:0909.3243) sử dụng ống nanocarbon thay cho các dây siêu dẫn, cho rằng sự tách cặp Cooper là “một tiến bộ quan trọng”.

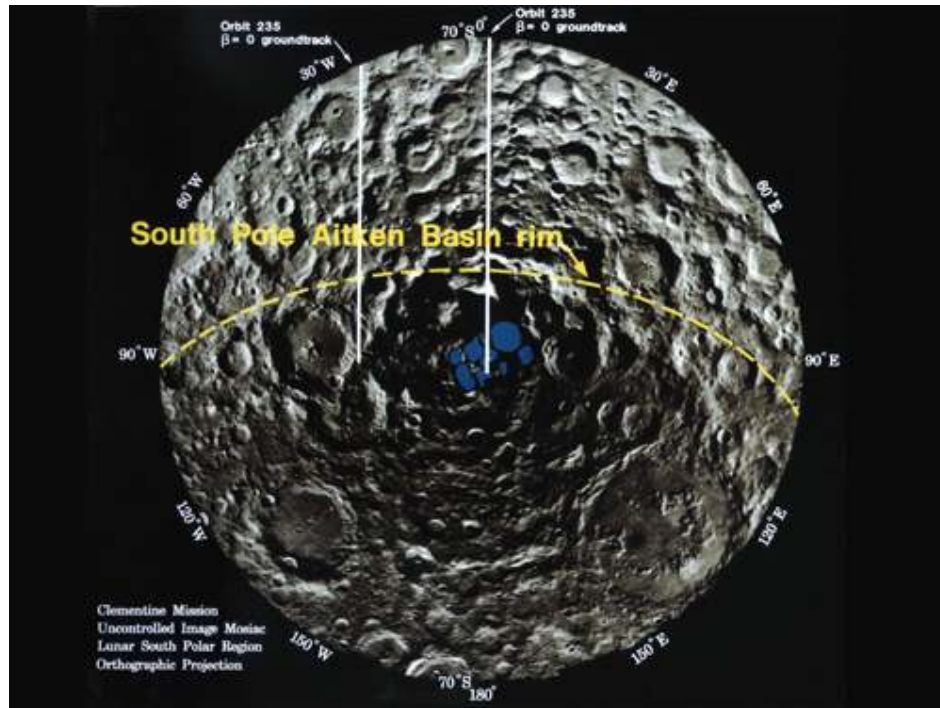
“Nó mở ra con đường lớn cho các thí nghiệm kiểu quang lượng tử tiến bộ hơn nhiều trong các hệ điện tử”, ông nói. “Ví dụ, người ta có thể hình dung các thí nghiệm tương quan cùng với việc sử dụng các bộ lọc spin để khảo sát sự vướng víu lượng tử theo một cách rất tao nhã... Các kết quả thể hiện trong bài báo này mang lại những viễn cảnh rất thú vị và rất có khả năng tạo ra một hoạt động thực nghiệm và lí thuyết mạnh mẽ và đổi mới”.

Schönerberger phát biểu với *physicsworld.com* rằng nhóm của ông và những nhóm nghiên cứu khác hiện đang theo đuổi các phép kiểm tra tính phi định xứ, đặc biệt sử dụng các nghiên cứu thống kê của cái gọi là bất đẳng thức Bell, cái cho biết hành trạng của hai hạt vướng víu có tương quan với nhau hay không.

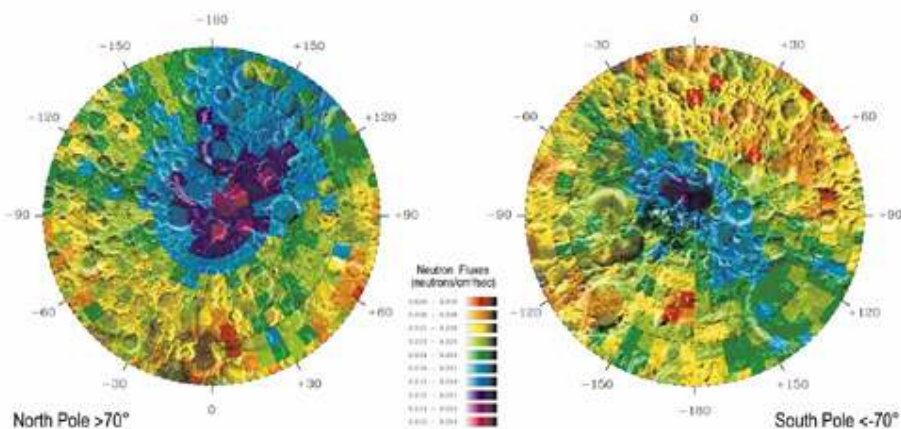
Nghiên cứu được công bố trên *Nature*.

Hành trình đi tìm nước trên Mặt trăng

Sứ mệnh LCROSS của NASA là nỗ lực mới nhất trong loạt cố gắng của con người nhằm vén bức màn nước trên mặt trăng – một số người cho rằng người láng giềng gần gũi nhất này của chúng ta có thể có một vài ốc đảo có nước, trong khi những người khác thì cho rằng cái nhìn thấy đó chỉ là một ảo ảnh mà thôi.



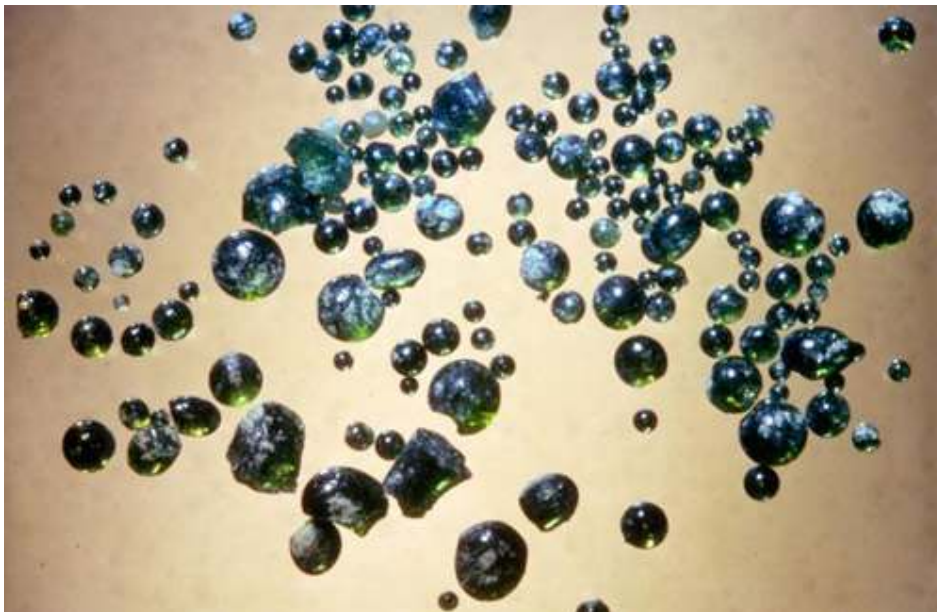
1994: Tàu thăm dò Clementine (Mỹ): Phi thuyền đã cho phản xạ sóng vô tuyến vào trong các miệng hố tối đen tại các cực của mặt trăng và phát hiện ra những tiếng vọng mạnh có thể tạo ra bởi một tầng băng dày (màu xanh trên hình). (Ảnh: Clementine/BMDO/NRL/LLNL)



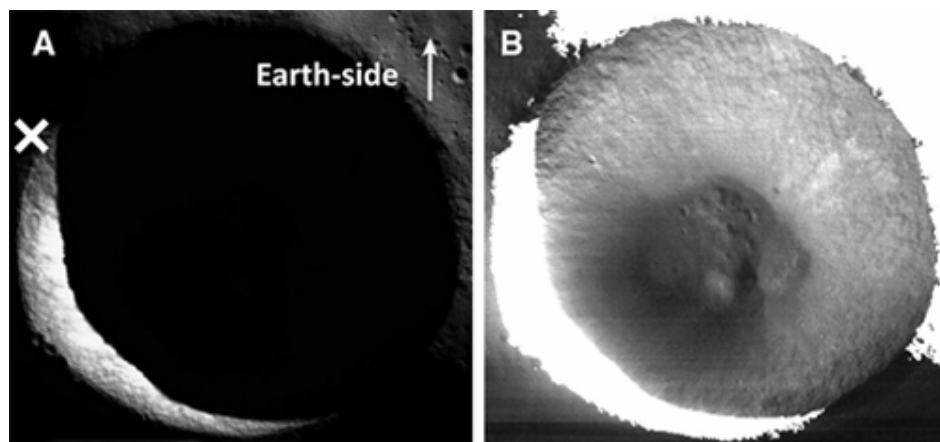
1998: Tàu thăm dò Mặt trăng (Mỹ): Sử dụng một quang phổ kế neutron, phi thuyền tìm thấy hydrogen (vùng xanh đậm và đỏ tía) tại các cực của mặt trăng, cho thấy ở đó có trữ chừng 1 tỉ đến 10 tỉ tấn nước. Nhưng khi con tàu được cho lao vào một miệng hố tại cực nam lúc kết thúc sứ mệnh của nó, thì người ta chẳng tìm thấy có chút nước nào trong khối vật chất bị bắn tung lên. (Ảnh: Feldman et al./Science)



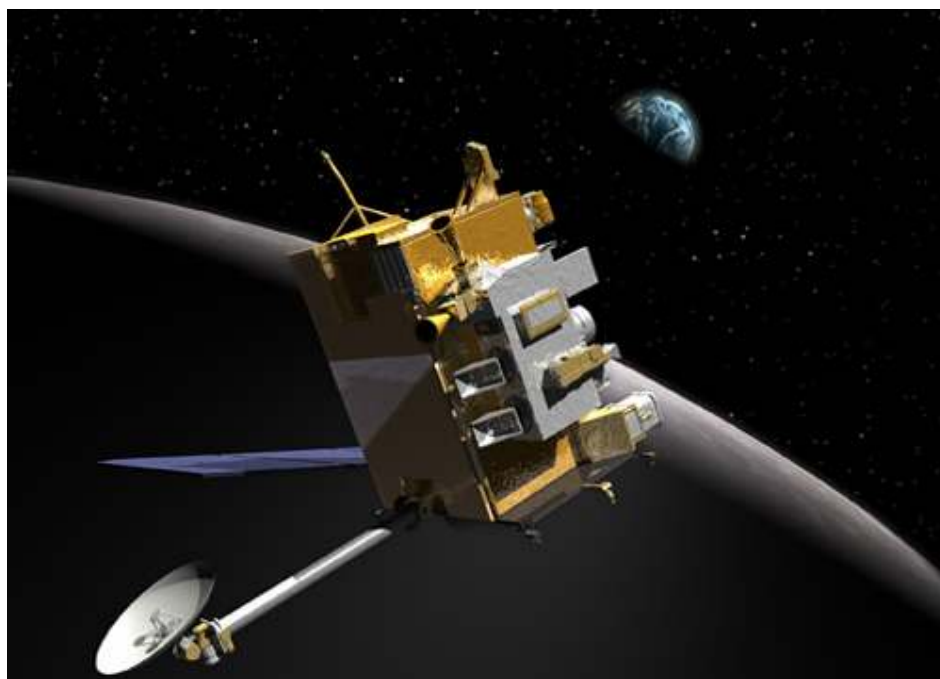
2003: Các nhà khoa học sử dụng kính thiên văn Arecibo ở Puerto Rico cho phản xạ sóng vô tuyến vào trong những miệng hố tối đen tại các cực mặt trăng, nhưng chẳng tìm thấy dấu hiệu nào của tan băng dày ở đó. (Ảnh: NAIC/Arecibo Observatory/NSF)



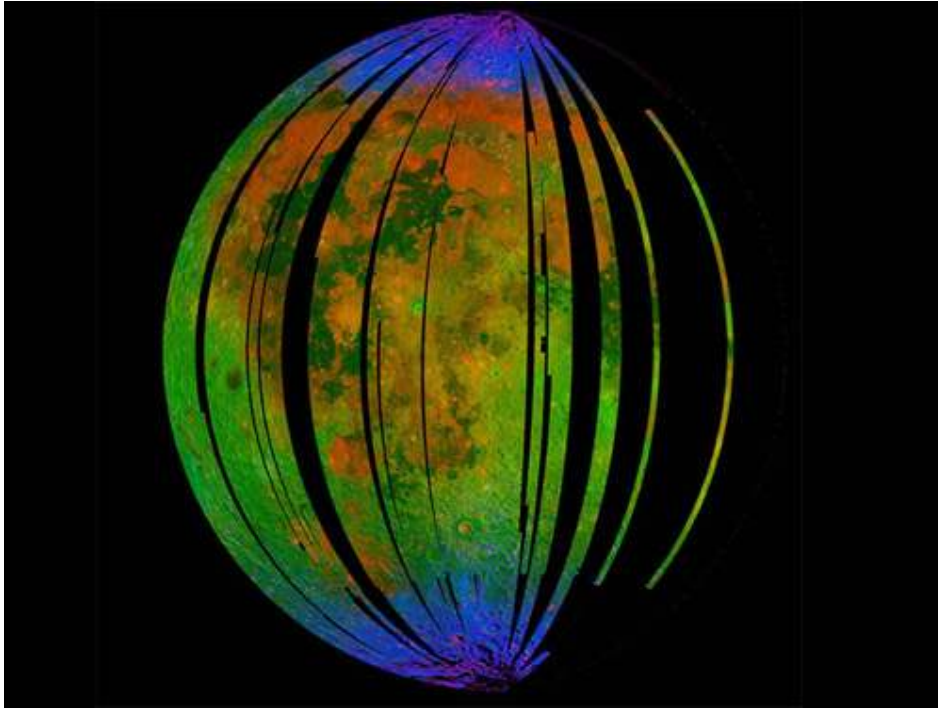
2008 (tháng 7): Các nhà nghiên cứu khảo sát lại những quả cầu thủy tinh núi lửa nhỏ xíu do các sứ mệnh Apollo 15 và 17 mang về hồi những năm 1970, lần đầu tiên tìm thấy có những lượng nhỏ nước bên trong chúng, cho thấy lớp bao của mặt trăng có lượng nước cỡ phân nửa trong lớp bao của Trái đất. (Ảnh: NASA)



2008 (tháng 10): Tàu thăm dò Kaguya (Nhật Bản): Phi thuyền đã chụp các bức ảnh của một miệng hố ở cực nam tên là Shackleton, nơi chưa bao giờ nhận được ánh sáng mặt trời trực tiếp (ảnh bên trái) nhưng thỉnh thoảng được rọi sáng bởi ánh sáng tán xạ từ bờ mép của hố (ảnh bên phải). Các bức ảnh cho thấy không hề có những sân băng sáng bóng – mà chỉ có đất mặt trăng mờ mịt mà thôi. (Ảnh: J Haruyama et al./JAXA/Science)



2009 (tháng 9): Tàu quỹ đạo Trinh sát Mặt trăng (Mĩ): Một detector neutron đã tìm thấy các dấu hiệu của hydrogen – và do đó là của nước – tại các cực mặt trăng. (Minh họa: NASA)



2009 (tháng 9): Tàu quỹ đạo Chandrayaan-1 (Ấn Độ); phi thuyền Cassini và Deep Impact (Mĩ): Cả ba con tàu cùng tìm thấy các dấu hiệu quang phổ của nước; trong hình này, màu xanh lam thể hiện dấu hiệu nước do tàu Chandrayaan tìm ra. (Ảnh: ISRO/NASA/JPL-Caltech/Brown University/USGS)



2009 (tháng 10): LCROSS (Mĩ): Hai phi thuyền đã lao vào một miệng hố tại cực nam của mặt trăng vào hôm 9 tháng 10. Các nhà thiên văn sẽ tìm kiếm các dấu hiệu của nước trong những mảnh vụn bắn tung lên, mặc dù những quan trắc ban đầu không cho thấy có một chút mảnh vụn bụi bặm nào có thể trông thấy. (Minh họa: NASA)

Bước vào địa hạt yocto giây



Các đường dẫn chùm hạt của Máy Va chạm Ion Nặng Tương đối tính tại Phòng thí nghiệm quốc gia Brookhaven, Mĩ. (Ảnh: BNL)

Các xung ánh sáng phát ra bởi một trạng thái kì lạ của vật chất gọi là plasma quark-gluon chỉ tồn tại trong vài yocto giây – đó là kết quả tính toán của các nhà vật lý ở Đức. Một yocto giây là một phần triệu tỉ của một giây (10^{-24} s) và có thể so sánh với thời gian để ánh sáng đi qua một hạt nhân nguyên tử. Thật vậy, các nhà nghiên cứu nói rằng các xung sáng ấy có thể dùng để nghiên cứu các quá trình cực nhanh xảy ra bên trong hạt nhân.

Các laser cực nhanh đúng chuẩn có thể tạo ra các xung sáng tồn tại không ngắn hơn vài femto giây (10^{-15} s). Tuy nhiên, người ta có thể tạo ra các xung atto giây (10^{-18} s) bằng cách kết hợp tần số điều hòa thu được từ sự tương tác phi tuyến của các xung femto giây với nhiều nguyên tử đa dạng.

Nay Jörg Evers và các cộng sự tại Viện Vật lý Hạt nhân Max Planck ở Heidelberg vừa đi đến kết luận rằng người ta có thể mở rộng giới hạn dưới này xuống thêm một triệu lần nữa.

Món súp tự do

Phương pháp của họ sử dụng ánh sáng phát ra bởi một plasma quark-gluon, một món súp gồm các quark tự do và gluon, hạt mang lực thường liên kết các quark lại với nhau bên trong proton và neutron. Người ta tin rằng trạng thái này của vật chất không tồn tại tự nhiên kể từ khi vũ trụ chỉ một phần triệu giây tuổi nhưng có thể tái tạo trở lại bằng cách cho các ion nặng lao sầm vào nhau ở những năng lượng cực kì cao bên trong các máy gia tốc hạt. Nó hiện nay được tạo ra bởi Máy Va chạm Ion Nặng Tương đối tính (RHIC) tại Phòng thí nghiệm Brookhaven ở New York và cũng có thể tạo ra bên trong Máy Va chạm Hadron Lớn, sắp hoạt động trở lại tại CERN, ở Geneva.

Evers và các cộng sự cho rằng một plasma quark-gluon tự nhiên phát ra các xung photon cực ngắn khi nó nguội đi. Plasma này ban đầu rất nóng nhưng sau đó nguội đi nhanh chóng khi nó giãn nở đến khoảng chừng kích thước của một hạt nhân, tại điểm đó nó trở lại thành vật chất bình thường. Các photon năng lượng cao chỉ có thể phát ra bởi chính khối plasma nóng và không thể phát ra bởi vật chất bình thường, nghĩa là các xung photon năng lượng cao như vậy không thể tồn tại lâu hơn thời gian sống của bản thân plasma – tuổi thọ đó chỉ vào yocto giây. Vấn đề là tập trung vào những photon này, thay vì những photon có năng lượng thấp hơn.

Hai xung thì tốt hơn một

Tuy nhiên, việc xác định xem một plasma quark-gluon có tạo ra các xung yocto giây hay không là không đủ để chứng tỏ rằng nó có thể dùng để đo những khoảng thời gian ngắn như thế. Phép đo này đòi hỏi một xung kép: một xung tác động vào hệ và xung kia tiến hành phép đo. Evers minh họa ý tưởng này với một cuộc đua nước rút, trong đó âm thanh của phát súng cho phép người chạy xuất phát và một ảnh được chụp vài giây sau đó xác định vị trí của họ sau thời gian đó.

May thay, một plasma quark-gluon có thể tạo ra một xung kép như thế khi nó giãn nở. Evers giải thích rằng ban đầu plasma phát ra ánh sáng theo mọi hướng, nhưng sau đó có sự cạnh tranh giữa hai cơ chế. Sự giãn nở nhanh chóng của plasma theo trục va chạm ban đầu của các ion nặng ra lệnh rằng sau một thời khắc nào đó, phần lớn các hạt còn lại bên trong plasma phải chuyển động ở những góc thích hợp đối với trục này, đồng thời thúc ánh sáng phát ra theo hướng này. Sau sau đó vài khắc, thì động lực học nội tại phức tạp của plasma lại chi phối chuyển động, và với nó sự phát xạ ánh sáng mang tính đẳng hướng trở lại. Điều này có nghĩa là một detector đặt gần trục va chạm sẽ ghi được một tín hiệu lúc bắt đầu và lúc kết thúc của sự giãn nở của plasma, nhưng không có tín hiệu nào ở khoảng giữa thời gian ấy: đây chính là xung kép.

Theo Evers, kỹ thuật này sẽ làm sáng tỏ cơ chế động lực học bên trong plasma quark-gluon đã phát ra xung kép đó. Ông nói nó còn có thể sử dụng để nghiên cứu các quá trình bên trong hạt nhân nguyên tử, có lẽ cải thiện sự hiểu biết của chúng ta về các tương tác bên trong các ngôi sao chết hoặc sao siêu mới, hoặc giúp chúng ta thiết kế các lò phản ứng nhiệt hạch tốt hơn. Thật vậy, ông lưu ý rằng các phép đo trong khoảng thời gian femto giây đã được dùng trong các ứng dụng công nghiệp, ví dụ như các quá trình đốt khi thiết kế những động cơ mới.

Cần thiết có công nghệ đo

John Tisch, một nhà vật lý laser tại trường Imperial College London, thì nghi ngờ sự dễ dàng của việc xây dựng công nghệ đo các xung yocto giây như thế, và ông bổ sung thêm rằng người ta cũng có những nghi ngờ tương tự đối với công nghệ atto giây. “Điều quan trọng để giải phóng cho nền khoa học atto giây là tận dụng các mặt của bản thân quá trình phát để đo các xung ấy”, ông nói. “Cho nên, tôi đoán rằng các xung yocto giây – nếu được vật chất hóa – có thể đo bằng cách chuyển một số cơ sở vật lý tương tự đang chi phối sự phát xung tác động trở lại lên chính nó”.

Evers nói ông và các cộng sự hiện đang phát triển công nghệ detector yocto giây, nhưng không có bí mật nào ở đây.

Nghiên cứu trên được công bố trên tờ *Physical Review Letters*.

Mặt trăng vẫn chẳng thuộc về ai



Vươn tay bắt lấy mặt trăng. (Ảnh: View China Photo/Rex Features)

Hồi tuần rồi, NASA đã bỏ bom mặt trăng. Hay đúng hơn, họ đã cho lao Tàu trinh sát miệng núi lửa mặt trăng và Vệ tinh cảm biến vào cực nam của mặt trăng trong một nỗ lực nhằm tìm ra các vết tích tàn dư của nước và những nguồn tài nguyên khác.

Đây là hoạt động mới nhất trong loạt hoạt động tập nập thật sự của các sứ mệnh mặt trăng: từ năm 2007 đến 2011 sẽ có tám phi thuyền đến viếng mặt trăng: một từ Nhật Bản, hai từ Trung Hoa, một từ Ấn Độ, một từ Nga, và ba từ Mỹ.

Cuộc chạy đua trở lại mặt trăng được thôi thúc bởi sự nhận thức rằng việc khai thác nó lúc này có thể đã nằm trong tầm với. Và câu hỏi đặt ra là: ai được phép khai thác các nguồn tài nguyên có thể hồi phục của mặt trăng, ví dụ như oxygen hoặc nước?

Vấn đề này có thể giải quyết thông qua đàm phán, như các nhà khoa học vũ trụ hằng hi vọng. Nhưng Hiệp ước Mặt trăng do Liên hiệp quốc soạn thảo hồi thập niên 1990 vẫn chưa được kí bởi các nước có tiềm lực du hành không gian. Vì vậy khiến cho mặt trăng vẫn chưa được luật pháp bảo hộ, và chúng ta có thể thấy một tai ương dường như đang đến rất gần.

Lịch sử cho thấy bước đầu tiên là xâm lược và – vấn đề cấp thiết – cắm cọc mốc chủ quyền. Nhờ các nhà thám hiểm Amundsen, Scott, và những con tàu săn chó biển sớm hơn trong lịch sử, nay nước Anh và Na Uy riêng mỗi nước đã có trong tay chừng một phần sáu Nam Cực. Cho nên, chúng ta có lẽ đang chứng kiến một đoạn phim chiếu chậm của câu chuyện Nam Cực, trong đó các nhà thám hiểm mặt trăng sẽ đặt chân xuống đất mặt trăng khẳng định chủ quyền lãnh thổ.

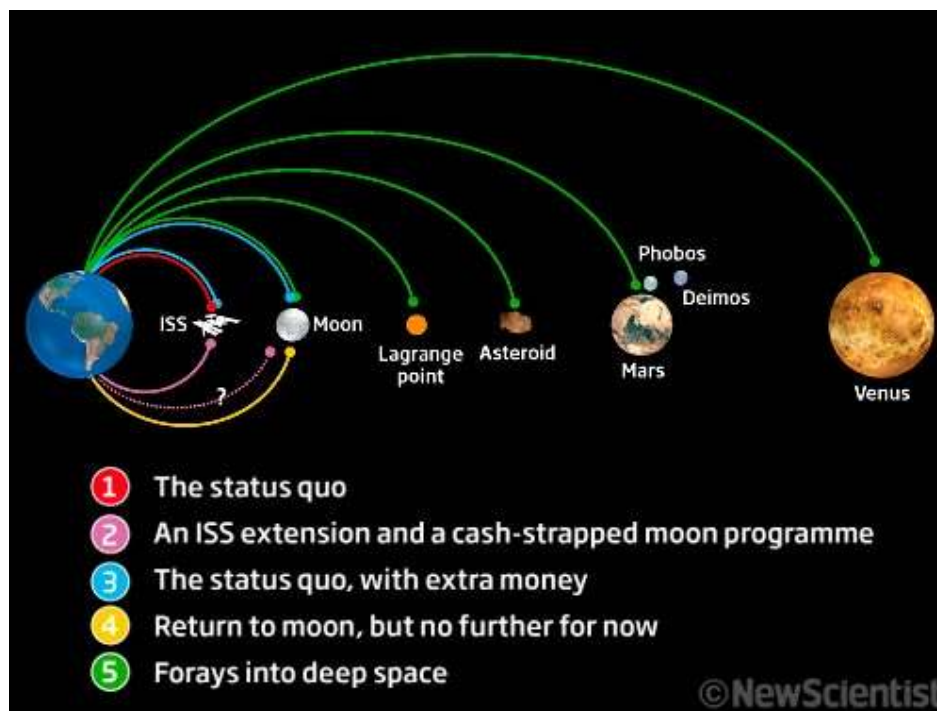
Chúng ta hiện đang chứng kiến một sự pha tạp của lòng nhiệt huyết dân tộc, lòng can đảm, xông pha đương đầu với thách thức, dâng tràn với những giấc mơ đế vương và giàu có mà cuộc đua đến Nam Cực để lại. Song song với đó là mối lo sợ chậm chân. “Ai đặt chân lên mặt trăng trước nhất sẽ có lợi thế nhất”, như Ouyang Ziyuan, nhà khoa học lãnh đạo chương trình thám hiểm mặt trăng của Trung Quốc, có lần phát biểu với BBC.

Món cocktail hiệu nghiệm này có thể được các nhà khoa học sử dụng để chiến thắng trong cuộc đua cho những chương trình quốc gia hùng hậu hơn, tốn kém hơn. Nó là một cuộc chơi dài ngày và đắt đỏ, nhưng người ta chưa bao giờ bỏ cuộc trong cuộc đua ở

[illegible]

Bước tiếp theo NASA sẽ đưa các du hành vũ trụ đến đâu?

Một ủy ban do Nhà Trắng bổ nhiệm vừa xếp hạng 5 viễn cảnh tương lai của chương trình thám hiểm vũ trụ của Mỹ.



Lựa chọn kế hoạch nào: (1) Giữ nguyên hiện trạng. (2) Kéo dài tuổi thọ ISS và một chương trình mặt trăng giá rẻ. (3) Giữ nguyên hiện trạng, nhưng chỉ thêm tiền. (4) Trở lại mặt trăng, nhưng chưa phải lúc này. (5) Đột nhập vào không gian sâu thẳm.

Đây là một thách thức quan trọng đối với NASA. Ủy ban Augustine, vừa được Nhà Trắng bổ nhiệm để xét lại chương trình thám hiểm vũ trụ của con người của NASA, vừa đưa ra bản báo cáo cuối cùng của họ vào ngày thứ ba hôm qua.

Ủy ban đã liệt ra một danh sách 5 kế hoạch cho cơ quan trên. Mỗi kế hoạch được chấm trong một danh mục 12 điểm, trong đó có những lợi ích khoa học, độ an toàn, lợi ích cho nguồn nhân lực và chiến lược phát triển của nước Mỹ.

Ủy ban trên phát biểu rằng họ không sắp xếp tổng điểm cho các lựa chọn trong bản báo cáo cuối cùng, nên tạp chí New Scientist đã xếp hạng 5 kế hoạch trên bằng cách cộng các điểm thành phần do ủy ban nêu ra trong cuộc họp báo. Điểm số cho mỗi tiêu chí là từ -2 đến +2.

Xếp theo thứ tự điểm tăng dần – sau đây là bản kết quả chính.

(Ảnh: Nigel Hawtin/*New Scientist*)



1 Giữ nguyên hiện trạng

Nếu NASA tiếp tục lộ trình hiện nay chẳng có thêm tiền tài trợ, thì tên lửa Ares I mới của họ và tổ hợp Orion (mẫu thiết kế đã lên kế hoạch được minh họa ở đây) sẽ không sẵn sàng sau khi Trạm Không gian quốc tế (ISS) rời quỹ đạo – theo lịch trình xảy ra vào năm 2016. Sự trở lại mặt trăng mà Ares và Orion đã được thiết kế sẽ không xảy ra cho đến “tận thập niên 2030, nếu không nói là chẳng bao giờ”, theo bản báo cáo tóm tắt của ủy ban trên.

Mục tiêu đạt tới: ISS (nhưng chỉ tận năm 2016, khi nó rời quỹ đạo)

Ứng hộ: an toàn (0) – các nhà du hành vẫn tương đối an toàn vì chẳng xông pha vượt ra khỏi quỹ đạo Trái đất.

Phản đối: chiến lược (-2) – con người vẫn muốn hạ cánh xuống mặt trăng, nhưng thiếu tiền tài trợ có thể làm hoãn kế hoạch ấy vô thời hạn.

Tổng điểm: - 15

(Ảnh: NASA)



2 Kéo dài tuổi thọ ISS và chương trình mặt trăng trong tầm với

Theo lựa chọn này, Ares I bị hủy bỏ và NASA gửi các nhà du hành lên ISS trên các phi thuyền thương mại như tổ hợp SpaceX's Dragon, minh họa ở trên. Kế hoạch trở lại mặt trăng có thể cận tiền.

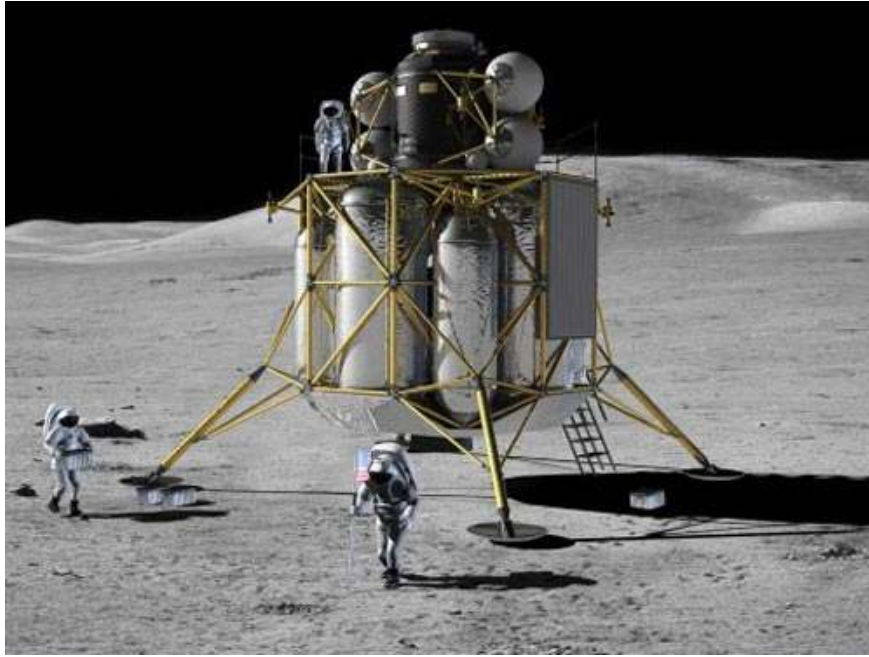
Mục tiêu đạt tới: ISS, mặt trăng (có thể).

Ủng hộ: hợp tác quốc tế (0) – NASA ủng hộ kéo dài tuổi thọ ISS đến năm 2020, làm hài lòng các đối tác quốc tế.

Phản đối: chiến lược (-2) - con người vẫn muốn hạ cánh xuống mặt trăng, nhưng thiếu tiền tài trợ có thể làm hoãn kế hoạch ấy vô thời hạn.

Tổng điểm: - 5.

(Ảnh: NASA)



3 Giữ nguyên hiện trạng, nhưng chỉ thêm tiền

Mới 3 tỉ đô la mỗi năm trong ngân quỹ của mình, NASA có thể cho các nhà du hành trở lại mặt trăng, nhưng chỉ khi hi sinh ISS sau năm 2015.

Mục tiêu đạt tới: ISS, mặt trăng.

Ủng hộ: chiến lược (0) – con người hạ cánh xuống mặt trăng vào giữa thập niên 2020.

Phản đối: hợp tác quốc tế (-2) – NASA ủng hộ ISS đến năm 2015, làm mất tinh thần các đối tác quốc tế.

Tổng điểm: -1.

(Ảnh: NASA)



4 Trở lại mặt trăng trước, nhưng không phải lúc này

Lựa chọn này cũng đòi hỏi chi thêm 3 tỉ đô la. Một phiên bản của kế hoạch này là nghỉ dưỡng tàu con thoi vũ trụ và sử dụng một hậu duệ gần của nó, thể hiện trong hình trên, cho hành trình trở lại mặt trăng. Phiên bản kia thì sẽ trở lại mặt trăng với một biến thể của tên lửa Ares V. Cả hai phiên bản đều sử dụng phi thuyền thương mại để đi lên ISS, tổ hợp được kéo dài thời gian hoạt động đến năm 2020.

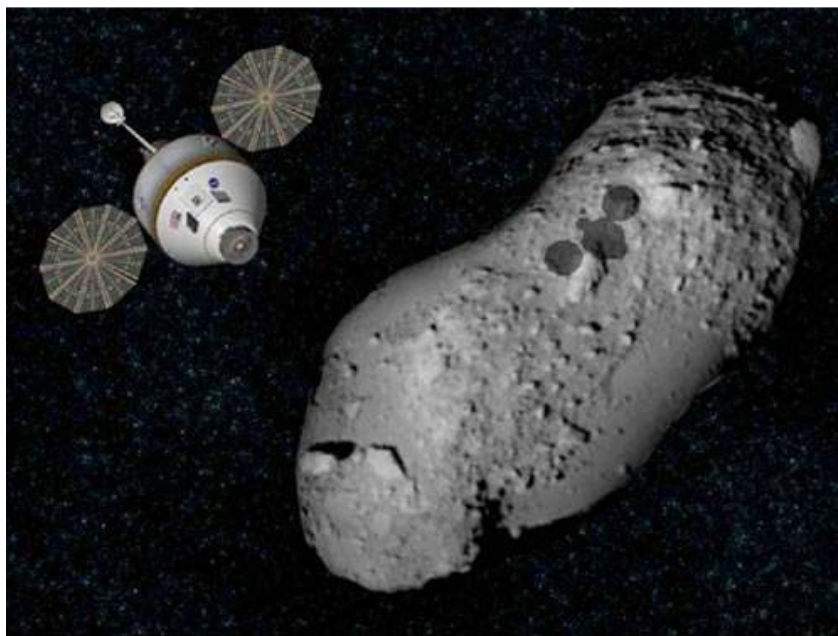
Mục tiêu đạt tới: ISS, mặt trăng.

Ủng hộ: giữ gìn kỹ năng của người Mỹ (0) – một phiên bản của lựa chọn này cho tàu con vũ trụ nghỉ hưu vào năm 2015, giúp giữ lại các công nhân có tay nghề đặc biệt.

Phản đối: hứa hẹn trước công chúng (0) - ủy ban tin rằng sự trở lại mặt trăng sẽ kém hấp dẫn công chúng hơn là hướng tới những mục tiêu mới, như trong lựa chọn 5.

Tổng điểm: 4 hoặc 5, tùy theo phiên bản.

(Ảnh: NASA)



5 Đột nhập vào không gian sâu thẳm

Trong cái gọi là lựa chọn “con đường linh hoạt” này, các nhà du hành NASA sẽ đến thăm một tiểu hành tinh (minh họa ở đây), bay vòng quanh Hỏa tinh, và hạ cánh xuống mặt trăng. Ba phiên bản chỉ khác nhau ở phi thuyền phóng lên dùng để rời khỏi quỹ đạo Trái đất tầm thấp. Lựa chọn này có điểm số cao nhất. Nó cũng yêu cầu tăng thêm 3 tỉ đô la ngân quỹ và sẽ sử dụng các phi thuyền thương mại để đi lên ISS, tổ hợp được kéo dài hoạt động tới năm 2020.

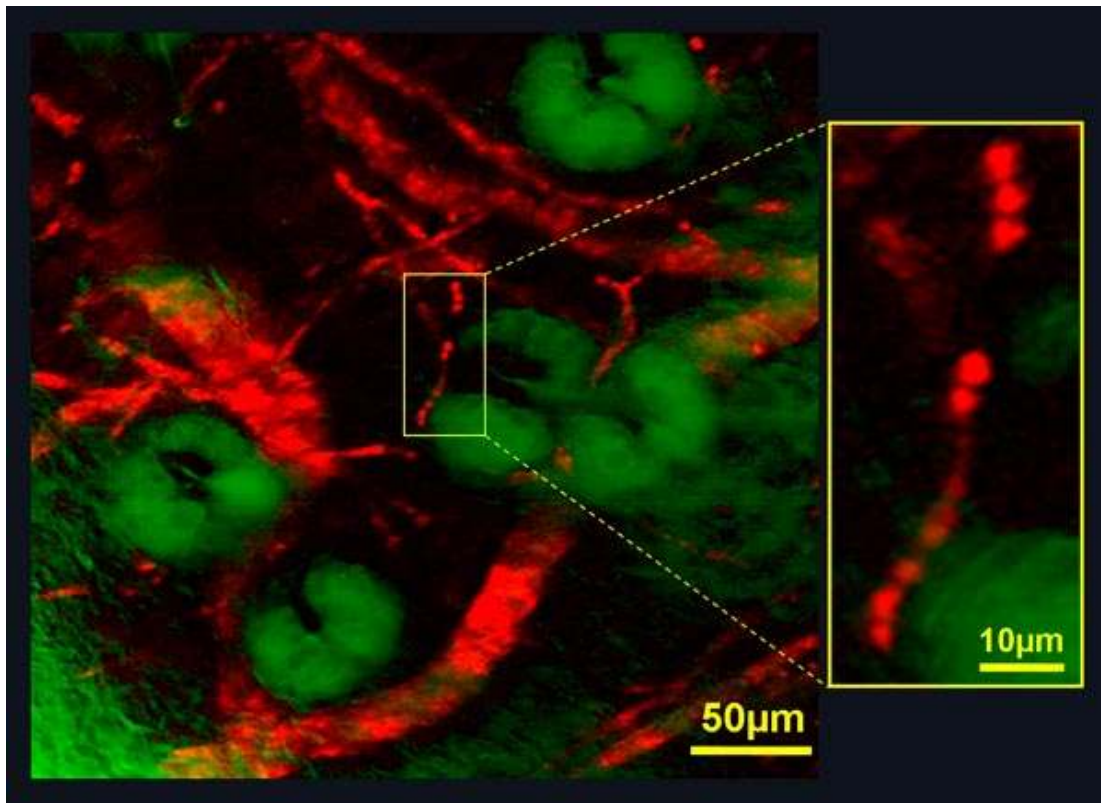
Mục tiêu đạt tới: ISS, các tiểu hành tinh, quỹ đạo Hỏa tinh, mặt trăng.

Ủng hộ: khoa học (2) – đến thăm mặt trăng và tiểu hành tinh cho phép nhiều khám phá khoa học hơn bất kỳ lựa chọn nào khác.

Phản đối: an toàn (-2) – các nhà du hành phải tiến hành hạ cánh xuống mặt trăng và những sứ mệnh đường dài tới các tiểu hành tinh, cả hai đều là hoạt động nhiều rủi ro.

Tổng điểm: 7 đến 9 tùy thuộc vào phiên bản. (Ảnh: NASA)

‘Laser mini’ rọi tỏ cả các phân tử tối



Ảnh phát xạ cảm ứng của các mạch máu của tai chuột xây dựng trên sự tương phản haemoglobin tự nhiên (màu đỏ). Từng tế bào máu trong hệ mạch máu xung quanh tuyến bã nhờn có thể nhìn thấy trong khung hình nhỏ. Lớp màu xanh phủ lên chung xây dựng trên kỹ thuật kính hiển vi phản xạ đồng tiêu. (Ảnh: W Min/S Lu, Đại học Harvard)

Một kỹ thuật hiển vi mới biến các phân tử thành ‘mini laser’ vừa được các nhà nghiên cứu ở Mỹ phát triển. Phương pháp mới có thể giúp các nhà khoa học nghiên cứu các mẫu sinh vật chứa các “phân tử tối”, chúng không nhìn thấy được dưới kính hiển vi uỳnh quang tiên tiến ngày nay.

Hiển vi huỳnh quang là kỹ thuật được chọn nhằm thu được những hình ảnh phân giải cao của các mẫu sinh vật. Nó hoạt động bằng cách gắn các phân tử có trong mẫu với fluorophore – những phân tử phát ra ánh sáng ngay sau khi bị chiếu ánh sáng có bước sóng ngắn hơn. Tuy nhiên, một số phân tử sinh học quan trọng, ví dụ như haemoglobin, không thể gắn theo kiểu này, khiến chúng không nhìn thấy được đối với các kính hiển vi như thế.

Phương pháp mới gọi tên là kính hiển vi phát xạ cảm ứng và được Wei Min, Sijia Lu, Sunney Xie và các cộng sự phát triển tại Đại học Harvard. Nó là một phép đo “bơm-rời-khảo-sát” kinh điển, chiếu hai xung laser khác nhau vào mẫu. Mỗi xung kéo dài khoảng 200 femto giây và hai cách xung cách nhau chưa tới một pico giây.

Năng lượng từ xung thứ nhất (xung bơm) được hấp thụ bởi một phân tử nào đó, đưa nó vào trạng thái năng lượng bị kích thích. Năng lượng của các photon trong xung thứ hai (xung khảo sát) được thiết đặt đúng bằng độ chênh lệch năng lượng giữa trạng thái cơ

bản và trạng thái kích thích. Xung này làm cảm ứng sự phát xạ photon từ các phân tử bị kích thích, làm tăng độ lớn của xung khảo sát lên thêm 10^{-4} – 10^{-8} lần.

Mini laser

Xie phát biểu với *physicsworld.com* rằng đây là quá trình giống như sự hình thành ánh sáng laser – thực ra mà nói, các phân tử đang tác dụng như những laser mini.

Để trích lấy tín hiệu nhỏ xíu này, nhỏ hơn nhiều so với độ nhiễu trong laser khảo sát, đội nghiên cứu đã cho bật đoàn xung bơm và tắt đi ở tần số 5 MHz và sử dụng một bộ khuếch đại gắn trong để loại trừ tín hiệu nhiễu tần số thấp. Có thể tạo ra một ảnh trong chừng vài phút bằng cách quét các xung qua mẫu và lặp lại phép đo.

Bằng cách điều chỉnh năng lượng của laser bơm và laser khảo sát, nhóm Harvard đã có thể ghi ảnh một số mẫu sinh vật chứa các phân tử cho đến nay vẫn còn nằm trong tối. Họ có thể, chẳng hạn, nhìn thấy từng tế bào hồng cầu cá lẻ trong một mẫu mô chuột đồng thời đo được sự phân bố của một loại thuốc nhất định bên trong một mẫu tương tự.

Quan sát các chấm lượng tử

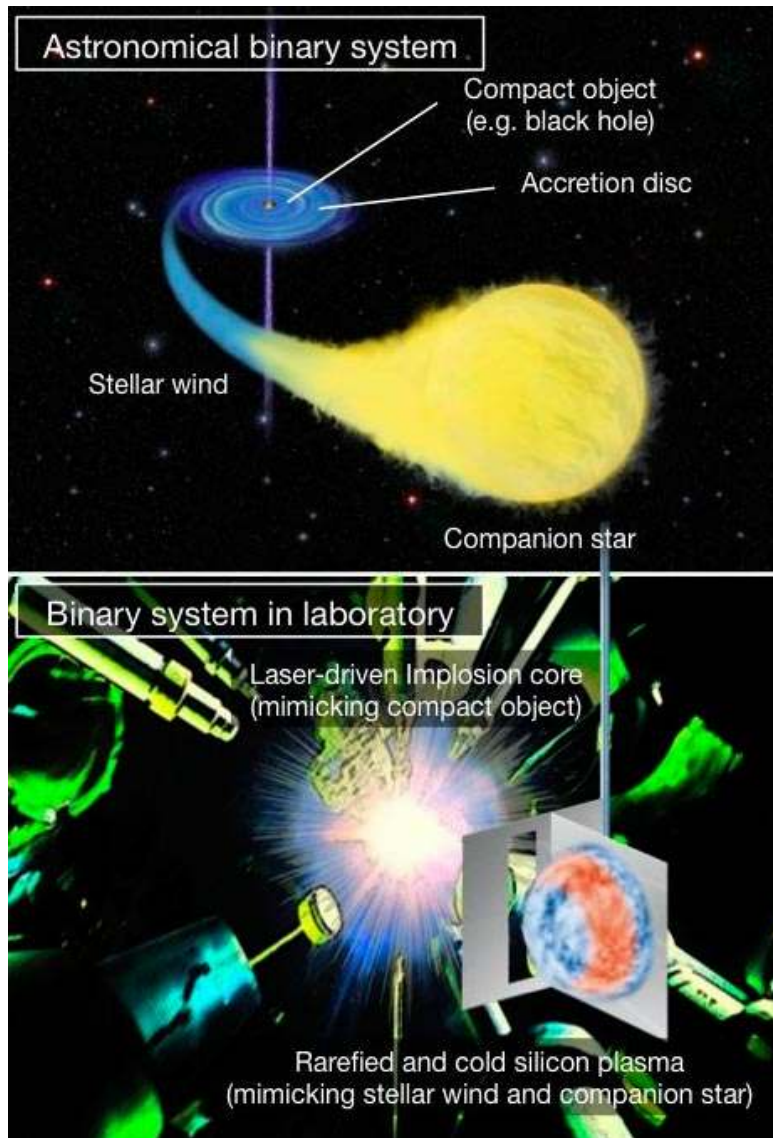
Ngoài các mẫu sinh vật, Xie tin rằng kỹ thuật trên tỏ ra có thể hữu ích trong việc xác định đặc trưng của một ngưỡng rộng các chất liệu hữu cơ và vô cơ có cái gọi là các “trạng thái tối” – gồm cả các chấm lượng tử.

Xie nói ông hi vọng “kiểm tra được mức hứng thú của các nhà sản xuất kính hiển vi” đối với sự thương mại hóa kỹ thuật trên.

Nghiên cứu trên được công bố trên *Nature* và, trong một bài bình luận trên cùng số tạp chí trên, Stefan Hell và Eva Rittweger ở Viện Hóa Sinh lí Max Planck ở Heidelberg đã mô tả công trình trên là “một bước táo bạo hướng tới làm sáng tỏ các chi tiết của các mô và tế bào sống mà những phương pháp khác không giải quyết được”.

Laser tái tạo tia X phát ra bởi lỗ đen

Các nhà vật lý vừa sử dụng laser công suất cao tái tạo được phổ tia X phát ra từ một số lỗ đen và sao neutron. Các kết luận suy ra từ thí nghiệm trên dường như mâu thuẫn với những giải thích trước đây của số liệu thiên văn học, cho thấy chúng ta có lẽ phải suy nghĩ lại quan điểm của mình về cấu trúc môi trường xung quanh lỗ đen và sao neutron.



Vật chất bị hút từ một sao đồng hành sang đĩa bồi tụ bao quanh một lỗ đen, sao neutron hoặc sao lùn trắng (ảnh trên). Vật chất này rơi vào trong lỗ đen và phát ra bức xạ làm quang ion hóa vật chất còn lại trong đĩa bồi tụ, làm chúng phát ra tia X. Các nhà vật lý đã nhại lại quá trình này bằng cách cho nổ một bọc đạn nhỏ và quang ion hóa silicon với bức xạ phát ra (ảnh dưới). (Ảnh: *Nature Physics*)

Những lượng lớn tia X được tạo ra khi một lỗ đen hoặc một sao neutron đang nuốt lấy vật chất từ một ngôi sao đồng hành, tạo thành một vòng vật chất gọi là đĩa bồi tụ. Khi vật chất xoáy ốc vào trong lỗ đen hoặc sao neutron, năng lượng hấp dẫn được biến đổi thành động năng và nhiệt. Bức xạ cường độ cao này truyền ra bên ngoài (dưới dạng

photon) và làm ion hóa vật chất ở gần rìa ngoài của đĩa bồi tụ - tạo ra một plasma phát tia X.

Việc giải thích phổ tia X của một plasma như vậy là chìa khóa để tìm hiểu cơ sở vật lý của các hệ như thế, vì các nhà thiên văn không thể đo trực tiếp nhiệt độ, mật độ và áp suất của nó. Một việc cũng tỏ ra rất khó thực hiện là tái tạo một plasma “quang ion hóa” kiểu như thế ở trên Trái đất vì nó yêu cầu một nguồn bức xạ cực nóng.

Nhưng nay các nhà nghiên cứu ở Nhật Bản, Hàn Quốc và Trung Quốc đang giúp xử trí điểm yếu này bằng cách nghiên cứu phổ của plasma tạo ra trong phòng thí nghiệm. Một phổ như thế rất giống với phổ tạo ra bởi Cygnus X-3, một lỗ đen và một sao đồng hành có các ion silicon đã bị ion hóa cao trên bề mặt của nó. Một phổ tia X tương tự cũng được ghi nhận từ Vela X-1, một hệ sao đôi neutron.

Các nhà nghiên cứu tạo ra phổ tia X của họ tại tổ hợp laser GEKKO-XII, đặt tại trường Đại học Osaka, Nhật Bản. Hệ thống kết hợp một laser 10 TW có khả năng tạo ra các xung nano giây từ 12 chùm tia với một laser 10 PW có khả năng phân phối bốn chùm pico giây.

“Chúng tôi sử dụng 12 chùm laser nano giây với bước sóng, năng lượng và độ dài xung 0,53 μm , 4 kJ tổng cộng, và 1,2 ns [tương ứng]”, giải thích của Shinsuke Fujioka ở trường Đại học Osaka, người đã đề xuất và tổ chức thí nghiệm trên.

Các chùm tia chiếu vào một bao plastic nhỏ xíu, làm cho nó nổ. “Khi nó co lại, một lõi plasma nóng và đặc hình thành bên trong bao”, Fujioka nói. Bức xạ sinh ra khi đó làm quang ion hóa một mẫu khí silicon lạnh ở lân cận.

Giống, nhưng mà khác

Fujioka nói hình dạng phổ tia X của họ khá giống với phổ ghi được bởi các nhà thiên văn học. Tuy nhiên, lời giải thích cho nguồn gốc của các vạch phổ đặc trưng thì khác.

Các nhà thiên văn vật lý khẳng định một cực đại tia X tại 1,84 keV phát sinh từ một chuyển tiếp bị cấm của các ion silicon. Nhưng Fujioka nói các tính toán do đội của ông thực hiện – xét đến các phép đo thực nghiệm về nhiệt độ và mật độ của plasma – cho thấy cực đại ấy xuất hiện cùng với một chuyển tiếp cộng hưởng khác của các ion silicon.

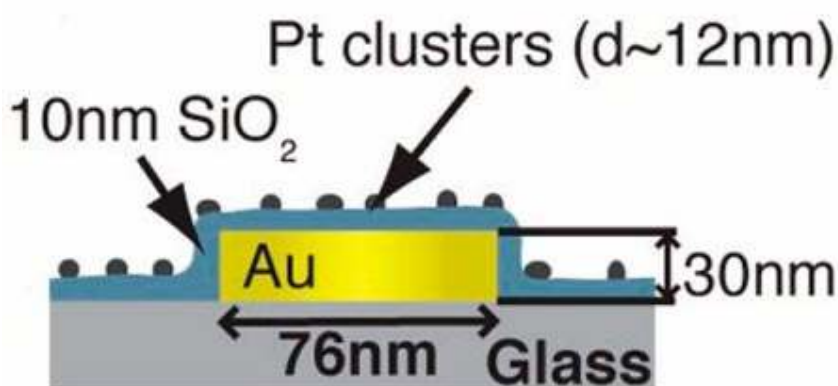
Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu thừa nhận họ không thể đưa một lời giải thích rạch ròi cho nguồn gốc của cực đại này. Đó là vì thông lượng bức xạ tạo ra trong phòng thí nghiệm tồn tại trong những phần nhỏ của một giây, trong khi bức xạ tạo ra bởi một vật thể thiên văn vật lý chắc chắn là liên tục.

Công trình trên đăng tải trên *Nature Physics* và, viết trong một bài báo đăng kèm, Paul Drake ở trường Đại học Michigan đã mô tả kỹ thuật trên là có “tiềm năng to lớn cho sự phát triển thêm nữa”, vì nó cho phép năng lượng của nguồn photon biến thiên trong một ngưỡng rộng trong khi cho phép điều khiển nhiều trên chất liệu quang ion hóa. Tuy nhiên, Drake cũng cảnh báo rằng cần có thể nghiên cứu nữa để mô tả đặc trưng các tính chất vật lý của những plasma thu được.

Fujioka nói đội nghiên cứu hiện đang chuyển sự chú ý của mình sang các nghiên cứu về sự hấp thụ những chùm tia X mạnh. Nhiều người tin rằng tốc độ hấp thụ tia X trong

các chất liệu và plasma là độc lập với cường độ của chùm tia, nhưng họ nghi ngờ rằng một plasma có thể trở nên trong suốt trong những chùm tia X mạnh đến mức khó tin. Nếu đây đúng là trường hợp đó, thì nó sẽ làm thay đổi kiến thức của chúng ta về cách thức các plasma hành xử trong sao siêu mới.

Nhờ plasmon biết thêm về cơ chế xúc tác hóa học



Chất xúc tác và cấu trúc cảm biến dùng để theo dõi các biến đổi trên lớp hút bám. Ảnh: *Science*)

Chất xúc tác là những chất làm tăng tốc các phản ứng hóa học mà bản thân chúng không bị tiêu thụ. Chúng giữ vai trò thiết yếu trong ngành công nghiệp hóa học và cũng được dùng để lọc các chất độc hại ra khỏi khí thải xe cộ. Nay các nhà vật lý ở Thụy Điển vừa nghĩ ra một cách mới theo dõi các tiến trình xúc tác trong những tình huống “thực”. Kỹ thuật mới sử dụng các dao động electron tập thể gọi là “plasmon mặt” và được cho là tốt hơn các phương pháp phân tích hiện có thường dựa trên các kỹ thuật chân không cực cao (UHV) và các mẫu đơn tinh thể.

Nhiều hệ xúc tác, trong đó có các hệ dùng trong xe hơi, gồm các bề mặt tráng những miếng xúc tác nhỏ xíu trên nơi chất khí thổi qua. Mặc dù các hệ như vậy hoạt động ở áp suất khí quyển (hoặc cao hơn), nhưng chúng thường được nghiên cứu trong những môi trường rất khác – đó là các buồng chân không UHV cực sạch, sử dụng các mẫu lớn, đơn tinh thể. Sự khác biệt giữa cái xảy ra trong các hệ thực và trong những thí nghiệm như thế được biết là các khoảng trống “áp suất” và “chất liệu”.

Kỹ thuật mới, phát triển bởi Bengt Kasemo và các cộng sự tại trường Đại học Chalmers, nghiên cứu các quá trình xúc tác ở kích cỡ hạt và áp suất thực tế. Cái đội nghiên cứu đã làm là cho lắng các hạt huyền phù trong một chất lỏng – sau đó làm khô để hình thành nên một mẫu vân tròn trên bề mặt vàng. Khắc bằng axit phân vàng trở ra để lại các đĩa vàng đường kính khoảng 100 nm. Sau đó, mẫu được tráng một màng cách điện mỏng – sâu khoảng 10 nm – và sau đó tráng các miếng platin xúc tác kích cỡ nanomet, phủ 10-20% diện tích bề mặt hoặc ít hơn.

Khi ánh sáng phát ra từ một bóng đèn bình thường chiếu qua miếng chất liệu ấy, bức xạ ở những bước sóng nhất định bị hấp thụ tạo ra các plasmon mặt – dao động tập thể của các electron trên bề mặt các đĩa vàng. Do đó, phổ ánh sáng truyền qua chỗ trống trong phổ hấp thụ ở những bước sóng này. Mặc dù các nhà vật lý đã biết vị trí của cực tiểu này dịch chuyển trong sự có mặt của các hạt platinum, nhưng Kasemo và các cộng sự phát hiện vị trí ấy còn biến đổi khi những phân tử nhất định như oxygen hoặc carbon dioxide bị hấp thụ trên bề mặt platinum.

Đội đã sử dụng kỹ thuật trên nghiên cứu một vài phản ứng xúc tác thông dụng, trong đó có sự oxy hóa carbon monoxide thành carbon dioxide. Ví dụ, bằng cách cho oxygen tinh khiết đi qua mẫu và sau đó đưa carbon monoxide (CO) vào, họ có thể theo dõi xem CO chuyển hóa thành carbon dioxide như thế nào dễ dàng bằng cách đổi theo vị trí của cực tiểu hấp thụ. Đặc biệt, đội nghiên cứu nhận thấy khi nồng độ CO đạt tới khoảng 7% tổng lượng khí, thì cực tiểu ấy dịch chuyển đột ngột.

Điều này xảy ra vì bề mặt platinum đi từ chỗ bị tráng oxygen - ủng hộ sự xúc tác – đến chỗ bị tráng carbon monoxide. Cái thứ hai vừa nó được xem là “sự nhiễm độc” của chất xúc tác vì nó mang phản ứng đến chỗ tạm dừng. Việc tìm hiểu chính xác khi nào sự chuyển tiếp này xảy ra là quan trọng trong việc thiết kế và cho hoạt động các hệ xúc tác. Kasemo và các cộng sự đã nhìn thấy những hiệu ứng tương tự trong khi sử dụng mẫu của họ làm xúc tác cho hai phản ứng khác – sự oxy hóa hydrogen và nitrogen oxide thành nitrogen phân tử.

Phương pháp mới này dựa trên một kỹ thuật đã biết rõ của ngành plasmon học, theo Bill Barnes ở trường Đại học Exeter ở Anh. “Phản ứng quang bị lấn át bởi sự cộng hưởng plasmon mặt định xứ do các đĩa vàng mang lại, và các mode ấy đã được biết rõ là rất nhạy với môi trường quang tính sát cạnh chúng”, ông giải thích.

Niek van Hulst ở Viện Khoa học Quang Lượng tử ở Barcelona cũng ấn tượng trước kỹ thuật trên. “Cái tao nhã của phương pháp ấy là chỉ cần đến thủy tinh trong suốt với các hạt nano gắn trong buồng phản ứng – nó thật đơn giản và hiệu quả”, ông nói.

Công trình được công bố trên tờ *Science*.

7 câu hỏi khiến các nhà vật lý ăn ngủ không yên

Tại sao lại là vũ trụ này?

Trong hành trình theo đuổi các định luật cơ bản của tự nhiên, các nhà vật lý về cơ bản vẫn đang làm việc dưới một khuôn mẫu tồn tại lâu nay: chứng minh tại sao vũ trụ phải giống như cái chúng ta thấy. Nhưng nếu người ta có thể nghĩ ra những định luật khác nữa, thế thì tại sao không thể có những vũ trụ mà chúng mô tả tồn tại ở đâu đó trong không gian ngoài kia? “Có lẽ chúng ta sẽ chẳng tìm được lựa chọn nào khác cho vũ trụ mà chúng ta biết”, Sean Carroll ở Caltech nói. “Nhưng tôi nghi ngờ rằng điều đó không đúng”. Carroll nhận thấy thật dễ tưởng tượng ra rằng tự nhiên cho phép những loại vũ trụ khác với những định luật khác. “Cho nên trong vũ trụ của chúng ta, câu hỏi trở thành là tại sao lại là những định luật này chứ không phải là những định luật nào khác?”

Mọi thứ cấu thành từ cái gì?

Ngày nay, người ta biết rõ rằng vật chất bình thường – các nguyên tử, sao và thiên hà – chiếm chừng 4% tổng quỹ năng lượng của vũ trụ. Còn 96% kia khiến cho nhà vật lý ở trường Đại học Michigan, Katherine Freese, bận rộn suốt. Freese bị kích động rằng một phần của bài toán, bản chất của năng lượng tối, có lẽ là lời giải sắp đến gần. Bà chỉ ra những dữ liệu mới lấy từ các thí nghiệm như vệ tinh Fermi của NASA phù hợp với quan điểm rằng các hạt vật chất tối trong thiên hà của chúng ta đang phân hủy với nhau ở một tốc độ có thể đo được, thành ra làm sáng tỏ các tính chất của chúng. Nhưng khám phá ra năng lượng tối, cái dường như đang làm tăng tốc sự giãn nở của vũ trụ, đã tạo ra một bộ nghi vấn khổng lồ trong đó chẳng có câu trả lời nào hiện ra trước mắt cả. Trong số này có câu hỏi bản chất của bản thân năng lượng tối và câu hỏi tại sao nó có một giá trị quá sức nhỏ, cho phép sự hình thành của các thiên hà, các sao và sự xuất hiện của sự sống.

Sự sống phức tạp xuất hiện như thế nào?

Từ hành trạng không thể tiên đoán của thị trường tài chính đến sự phát triển của sự sống từ vật chất trơ, Leo Kadanoff, nhà vật lý và nhà toán học ứng dụng tại trường Đại học Chicago, tìm thấy những câu hỏi hấp dẫn nhất phát sinh cùng với sự phát triển của các hệ phức. Kadanoff lo ngại rằng các nhà vật lý hạt cơ bản và các nhà vũ trụ học đang thiếu mất một thủ thuật quan trọng nếu họ chỉ tập trung vào cái rất nhỏ và rất lớn. “Chúng ta vẫn không biết kính cửa hoạt động và giữ lấy hình dạng của nó như thế nào”, Kadanoff nói. “Nghiên cứu những cái quen thuộc đúng là quan trọng trong cuộc tìm kiếm kiến thức”. Bản thân sự sống, ông nói, sẽ chỉ thật sự hiểu được bởi việc giải mã những thành phần cấu tạo đơn giản với những tương tác đơn giản có thể dẫn đến những hiện tượng phức tạp.

Có khi nào lý thuyết dây sẽ chính xác không?

Nhà vật lý Cambridge, David Tong, thật say đắm trước nét đẹp toán học của lý thuyết dây – quan điểm cho rằng các hạt cơ bản mà chúng ta quan sát thấy không phải là những chấm điểm, mà là các vòng dây nhỏ xíu. Nhưng ông thừa nhận rằng nó từng mang ông đến một cơn khủng hoảng triết lý khi ông nhận ra ông có thể sống trọn vẹn cuộc đời mình mà không cần biết nó có cấu thành một mô tả của mọi thực tại hay không. Ngay cả những thí nghiệm như Máy Va chạm Hadron Lớn và vệ tinh Planck, trong khi đang chờ đợi làm sáng tỏ nền vật lý mới, cũng không có khả năng nói lên bất cứ điều gì dứt khoát về các dây. Tong tìm lấy sự an ủi ở chỗ biết rằng các phương pháp của lý thuyết dây có thể dẫn đến sự ra đời của những bài toán ít cơ bản hơn, ví dụ như hành trạng của các quark và

các kim loại kì lạ. “Nó là một lí thuyết hữu ích”, ông nói, “cho nên tôi đang cố gắng tập trung vào đó”.

Điểm kì dị là gì?

Đối với nhà vũ trụ học và là giám đốc Viện Perimeter, Neil Turok, bí ẩn lớn nhất là cái đã khai sinh ra mọi thứ, Big Bang. Lí thuyết thông thường hướng ngược đến một trạng thái nóng và đặc vô hạn vào lúc bắt đầu của vũ trụ, nơi đó các định luật vật lí đã biết không còn đúng nữa. “Chúng ta không biết làm thế nào để mô tả nó”, Turok nói. “Liệu có ai đó có thể khẳng định có một lí thuyết của mọi thứ mà không có Big Bang hay không?” Turok hi vọng vào lí thuyết dây và một phát triển có liên quan gọi là “nguyên lí ảnh nổi”, nguyên lí thể hiện một kì dị trong ba chiều không gian có thể chuyển dịch thành một thực thể toán học dễ thao tác hơn trong không gian hai chiều (có lẽ chiều thứ ba và bản thân sự hấp dẫn chỉ là ảo giác). “Những công cụ này đang mang lại cho chúng ta những phương pháp suy nghĩ mới về bài toán trên, nó được thỏa mãn theo một ngữ nghĩa toán học”, ông nói.

Thực tại thật ra là gì?

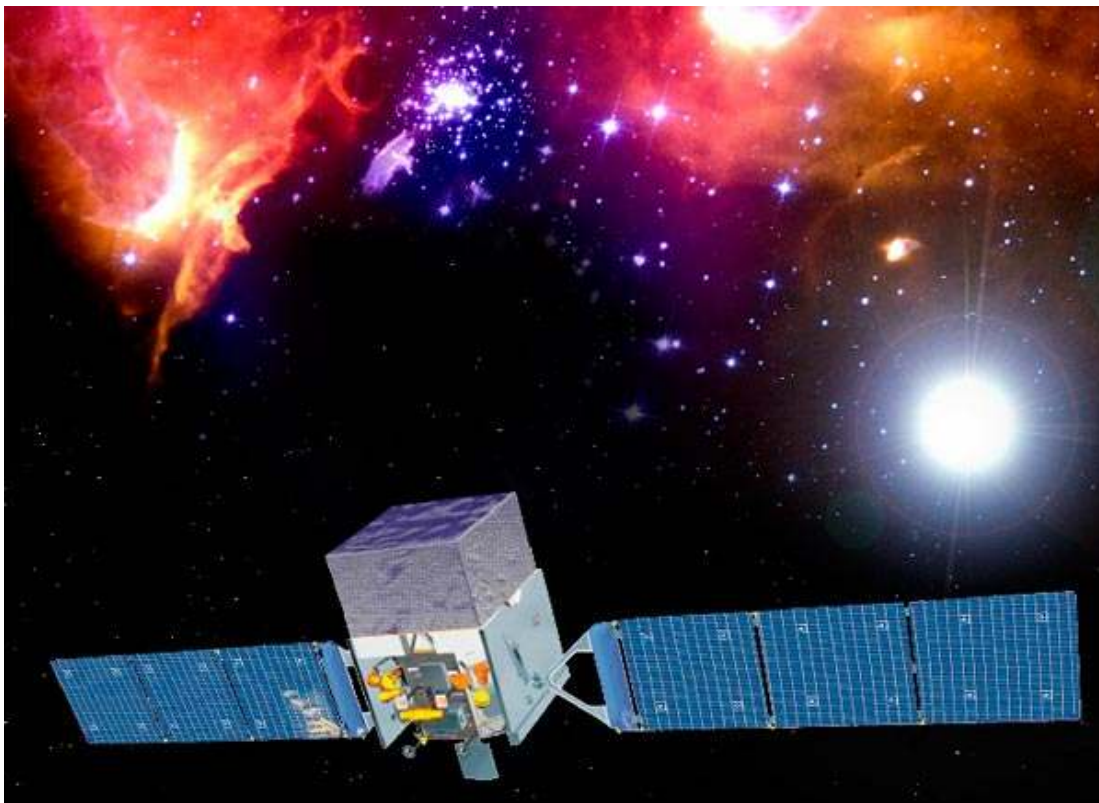
Thế giới vật chất có lẽ, trong chừng mực nào đó, nằm ngoài sự nhận thức, nhưng Anton Zeilinger, giáo sư vật lí tại trường Đại học Vienna, hết sức hi vọng các nhà vật lí chỉ mới sớt qua bề mặt của một số thứ còn to hơn nhiều. Zeilinger chuyên về các thí nghiệm lượng tử chứng minh sự tác động rõ ràng của nhà quan sát lên sự định hình của thực tại. “Có lẽ đột phá thật sự sẽ đến khi nào chúng ta bắt đầu nhận ra các mối liên hệ giữa thực tại, kiến thức và các hoạt động của chúng ta”, ông nói. Khái niệm đó mang tính trí tuệ, nhưng nó được thiết lập tốt trong thực tiễn. Zeilinger và những người khác đã chứng minh được các hạt cách nhau những khoảng cự li xa bằng cách này hay cách khác có thể có các trạng thái lượng tử có liên hệ với nhau, cho nên việc quan sát một hạt làm ảnh hưởng đến trường hợp của hạt kia. Cho đến nay, chẳng có ai thăm dò được xem vũ trụ dường như có biết nó đang bị chúng ta quan sát hay không?

Vật lí học có thể đưa chúng ta tiến đến đâu?

Có lẽ câu hỏi lớn nhất trong tất cả là quá trình thẩm tra làm sáng tỏ quá nhiều về vũ trụ kể từ thời Galileo và Kepler có đang tiến gần đến điểm cuối hành trình hay không. “Tôi ngại rằng chúng ta đã tiến đến những giới hạn của nền khoa học theo lối kinh nghiệm”, Lawrence Krauss ở trường Đại học bang Arizona nói. Đặc biệt, Krauss tự hỏi không biết có cần thiết đến kiến thức về những vũ trụ khác, ví dụ như cái Carroll nêu ra, để hiểu được tại sao vũ trụ của chúng ta lại ở trên hành trình của nó như thế. Nếu kiến thức ấy là không thể nào với tới, thì có lẽ đã đến lúc kết thúc việc đào sâu kiến thức của chúng ta thêm nữa.

Turok nói đó chính xác là nguyên do vì sao tồn tại Viện Perimeter, để khai thác tư duy của những trí tuệ trẻ tuổi xuất sắc nhất thế giới trong một môi trường không bị kìm kẹp. Bằng cách tối ưu hóa các điều kiện dành cho tư duy sáng tạo, có lẽ người ta nên tránh một ngõ cụt như vậy. “Chúng ta thường nghĩ vật lí lí thuyết là bất ngờ”, Turok nói. “Chúng ta cần hỏi có cách nào mang tính chiến lược hơn không để tăng tốc tìm hiểu và khám phá”.

Thuyết tương đối đặc biệt lại vượt qua một kiểm tra quan trọng



Kính thiên văn vũ trụ Tia gamma Fermi của NASA. (Ảnh: NASA)

Các nhà khoa học nghiên cứu bức xạ phát ra từ một vụ bùng phát tia gamma ở xa vừa tìm thấy tốc độ ánh sáng không biến thiên theo bước sóng xuống tới cỡ khoảng cách dưới chiều dài Planck. Họ nói kết quả này không ủng hộ cho những lý thuyết nhất định của sự hấp dẫn lượng tử yêu cầu phải vi phạm bất biến Lorentz.

Bất biến Lorentz quy định rằng các định luật vật lý phải như nhau đối với mọi nhà quan sát, bất kể họ ở nơi nào trong vũ trụ. Einstein đã sử dụng nguyên lý này làm một tiên đề của thuyết tương đối đặc biệt, giả sử rằng tốc độ ánh sáng trong chân không không phụ thuộc vào ai đang đo nó, miễn chừng nào người đó ở trong một hệ quy chiếu quán tính.

Thống nhất vũ trụ với lượng tử

Hơn 100 năm qua, bất biến Lorentz chưa bao giờ bị vi phạm. Tuy nhiên, các nhà vật lý liên tục mang nó ra trước những phép kiểm tra ngày càng nghiêm ngặt hơn, kể cả các phiên bản hiện đại của thí nghiệm giao thoa kế Michelson–Morley nổi tiếng. Xu hướng ưu ái chính xác này chủ yếu phát sinh từ mong muốn của các nhà vật lý muốn hợp nhất cơ học lượng tử với thuyết tương đối rộng, biết rằng một số lý thuyết của sự hấp dẫn lượng tử – trong đó có lý thuyết dây và lý thuyết hấp dẫn lượng tử vòng – hàm ý rằng bất biến Lorentz phải bị phá vỡ. Đặc biệt, những lý thuyết này cho phép khả năng bất biến ấy không còn giữ vai trò gì ở gần chiều dài Planck nhỏ xíu – khoảng 10^{-33} cm – vì ở cỡ khoảng cách này, các hiệu ứng lượng tử ảnh hưởng mạnh lên bản chất của không-thời gian.

Người ta không thể nào kiểm tra cơ sở vật lý ở chiều dài Planck một cách trực tiếp vì chiều dài này tương ứng với năng lượng khoảng 10^{19} gigaelectronvolt – vượt xa khỏi tầm với của các máy gia tốc hạt (cỗ máy mạnh nhất trong số này, Máy Va chạm Hadron Lớn của CERN, sẽ tạo ra các năng lượng va chạm khoảng 104 gigaelectronvolt). Tuy nhiên, nghiên cứu mới nhất này, được thực hiện bởi một chương trình hợp tác của các nhà vật lý dưới sự lãnh đạo của Jonathan Granot thuộc trường Đại học Hertfordshire ở Anh, đã mang lại một phép kiểm tra gián tiếp bất biến Lorentz ở thang bậc Planck.

Granot và các cộng sự đã nghiên cứu bức xạ phát ra từ một vụ bùng phát tia gamma – đi cùng với vụ nổ năng lượng cao trong một thiên hà ở xa – do Kính thiên văn vũ trụ tia gamma Fermi của NASA ghi được vào hôm 10 tháng 5 của năm nay. Họ đã phân tích bức xạ ở những bước sóng khác nhau để xem có bất kỳ dấu hiệu nào cho thấy các photon với những năng lượng khác nhau đi đến detector của kính thiên văn Fermi ở thời điểm khác nhau hay không. Một sự phân trải thời gian tới như thế sẽ cho thấy bất biến Lorentz thật sự bị vi phạm; nói cách khác thì tốc độ của ánh sáng trong chân không phụ thuộc vào năng lượng của ánh sáng đó và không phải là một hằng số chung phổ quát. Bất kỳ sự phụ thuộc năng lượng nào cũng sẽ là nhỏ nhưng vẫn có thể thu được ở dạng một sự chênh lệch có thể đo được ở thời điểm photon tới do các vụ nổ tia gamma ở cách xa chúng ta hàng tỉ năm ánh sáng.

Đội Fermi đã sử dụng hai phép phân tích dữ liệu tương đối độc lập để đi đến kết luận rằng bất biến Lorentz không bị vi phạm. Một là dò tìm một photon năng lượng cao chưa tới một giây sau khi bùng phát vụ nổ, và hai là sự tồn tại của các cực đại nhọn đặc trưng trong sự tiến triển của đợt bùng phát thay vì sự nhòe công suất của nó như trông đợi nếu có sự phân bố tốc độ photon. Các nhà nghiên cứu đi đến kết quả vô hiệu tương tự khi nghiên cứu bức xạ phát ra từ một đợt bùng phát tia gamma phát hiện hồi tháng 9 năm ngoái, nhưng chỉ có thể đạt tới khoảng một phần mười của năng lượng Planck. Điều quan trọng là khoảng thời gian ngắn hơn và cấu trúc thời gian mịn hơn nhiều của đợt bùng phát tia gamma mới này đưa kết quả vô hiệu này đến ít nhất bằng 12 lần năng lượng Planck.

Ràng buộc đối với lý thuyết hấp dẫn lượng tử

Theo Granot, những kết quả này “hết sức không tán thành” các lý thuyết hấp dẫn lượng tử trong đó tốc độ của ánh sáng biến thiên tuyến tính theo năng lượng photon, bao gồm cả một số biến thể của lý thuyết dây hoặc lý thuyết hấp dẫn lượng tử vòng. “Tôi không sử dụng từ ‘bác bỏ’, ông nói, “vì đa số mô hình không có tiên đoán chính xác cho cỡ năng lượng đi cùng với sự vi phạm này của bất biến Lorentz. Tuy nhiên, nhu cầu quan sát của chúng tôi là một cỡ năng lượng cao hơn năng lượng Planck như thế sẽ làm cho các mô hình như vậy trở nên gượng ép”.

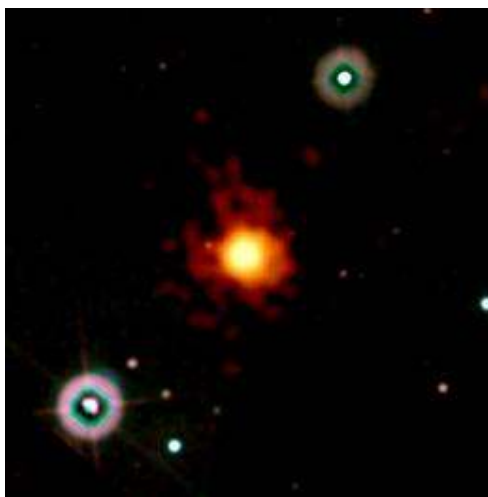
Granot nói cần có thêm những phép đo chính xác hơn nữa để khảo sát thang bậc Planck đối với các lý thuyết đưa ra một sự phụ thuộc bậc hai hoặc cao hơn của tốc độ ánh sáng vào năng lượng photon. Ông cũng chỉ rõ rằng phương pháp của nhóm ông chỉ khảo sát một trong một số hiệu ứng có thể có của sự vi phạm bất biến Lorentz, và những ràng buộc cực kỳ chính xác trên sự vi phạm này thu được bằng cách nghiên cứu sự độc lập có thể có của tốc độ ánh sáng đối với sự phân cực photon từ tia X phát ra bởi tinh vân Con cua. Nhưng ông bổ sung thêm rằng giới hạn mới thiết đặt của nhóm ông là chính xác nhất đối với sự phụ thuộc năng lượng đơn giản.

Giovanni Amelino-Camelia ở trường Đại học Rome La Sapienza thì tin rằng công trình mới nhất này hướng tới sự xuất hiện của lĩnh vực hiện tượng học hấp dẫn lượng tử,

với cuối cùng thì các nhà vật lí có thể đệ trình các lí thuyết hấp dẫn lượng tử với một số loại kiểm tra thực nghiệm. “Tự nhiên, với những phương thức khéo léo vô cùng của nó, có lẽ đã luận ra cách thức lượng tử hóa không-thời gian mà không cần thuyết tương đối tác động. Nhưng ngay cả một cơ hội mong manh nhất của việc đang ở trên bờ dốc của một cuộc cách mạng mới cũng thật sự hào hứng”, ông nói.

Ghi được vụ nổ tia gamma xa kỉ lục

Những đợt bùng phát tia gamma xảy ra khi những ngôi sao nặng nhất định phát nổ dữ dội. Vụ nổ mới nhất xảy ra chỉ 630 triệu năm sau Big Bang (tức là cách nay 13,1 tỉ năm) và là vụ nổ trẻ tuổi nhất từng được ghi nhận – đợt nổ tia gamma phá kỉ lục trước đây xảy ra lúc 825 triệu năm sau Big Bang.



Vụ nổ tia gamma GRB 090423 xảy ra chỉ 630 triệu năm sau Big Bang. (Ảnh: NASA/Swift/Stefan Immler)

Kính thiên văn Swift đặt trên không gian của NASA đã ghi được vụ nổ trên, đặt tên là GRB 090423, vào hôm 23 tháng 4 năm nay. “Các vụ nổ tia gamma là khá hiếm”, theo lời Nial Tanvir ở trường Đại học Leicester, Anh, người đứng đầu một trong những nỗ lực trên nhằm mô tả đặc trưng vụ nổ. Kính thiên văn Swift phát hiện ra khoảng 100 vụ mỗi năm. “Tóm bắt lấy chúng là công việc khó”, ông nói.

Chiếc kính thiên văn trên tự động gửi tin về Trái đất. “Phi thuyền gửi cho chúng tôi một văn bản”, Tanvir nói. Một khi họ nhận được tiếng gọi từ Swift, các nhà thiên văn phải nhanh chóng quyết định xem có theo dõi vụ nổ với những quan sát từ các kính thiên văn mặt đất hay không.

Đội của Tanvir đã sử dụng Kính thiên văn Hồng ngoại Anh (UKIRT) và kính thiên văn 8m Bắc Gemini, cả hai đều đặt ở Hawaii, để theo dõi vụ nổ từ khoảng 20 phút sau khi nó được trông thấy đầu tiên. Những đợt gió mạnh, có thể làm hỏng kính thiên văn nếu đang sử dụng, khiến việc sử dụng UKIRT trong thời gian lâu là quá nguy hiểm. “Thời tiết thật tệ vào đêm hôm đó”, Tanvir nói. Sau đó, họ đã phải đợi cho đến đêm ở Chile, nơi một đội tương tự sử dụng từ xa Kính thiên văn Rất lớn trong sa mạc Atacama để theo dõi ánh chớp của vụ nổ.

Trong khi đó, một đội đứng đầu là Ruben Salvaterra tại Viện Thiên văn Vật lí quốc gia ở Merate, Italy, đã sử dụng Kính thiên văn Galileo trên đảo La Palma trong quần đảo Canary để quan sát vụ nổ.

Cả hai đội đều đã đo phổ ánh sáng thu được từ vụ nổ tia gamma, và cả hai đều thấy cái giống nhau: thiếu mất ánh sáng dưới một bước sóng nhất định. “Chúng tôi thấy ánh sáng ấy là khả kiến chỉ dưới một micromet; dưới đó nữa thì không có ánh sáng”, Salvaterra

nói. Ngưỡng giới hạn này có nguyên do là sự hấp thụ ánh sáng bởi hydrogen dọc theo đường nhìn giữa vật thể và Trái đất, cho thấy ánh sáng truyền từ vụ nổ đã đi một chặng đường dài.

Hai đội nghiên cứu đã có thể sử dụng quan sát đó để tính ra “độ lệch đỏ” của ánh sáng ấy – một số đo xem ánh sáng đã truyền đi bao xa. Ánh sáng giãn ra theo thời gian cần thiết để nó truyền đến Trái đất vì Vũ trụ đang giãn nở. Sự giãn ra đó khiến cho ánh sáng xuất hiện ở đầu đỏ của phổ điện từ - độ lệch đỏ càng lớn, thì vật thể ở càng xa.

Ánh sáng phát ra từ GRB 090423 có độ lệch đỏ 8,2. Một độ lệch đỏ chừng bằng 8 cho thấy ánh sáng đến từ Vũ trụ khi nó nhỏ hơn ngày nay 9 lần. Trước phát hiện này, vụ nổ tia gamma xa xôi nhất từng được trông thấy là ở độ lệch đỏ 6,7. Hai nghiên cứu mới nhất này công bố trên tờ Nature.

Không chỉ là vụ nổ tia gamma phá kỉ lục, mà công trình nghiên cứu trên còn cho thấy các nhà thiên văn có thể khảo sát một cách hiệu quả Vũ trụ sơ khai từ trên mặt đất, Salvaterra nói. “Với những mô hình hiện nay, chúng ta biết những loại vật thể này sẽ tồn tại”, ông nói. “Là một trong những người thật sự phát hiện ra nó là điều khá bất ngờ [đối với ông]”.

Những người khác trong cộng đồng thiên văn thì bị gây ấn tượng mạnh. “Đây là những khám phá ngoạn mục, và nó mở ra những cánh cửa mới không có tiền lệ bước vào Vũ trụ sơ khai”, theo Edison Liang, một nhà thiên văn vật lí tại trường Đại học Rice ở Houston, Texas.

“Chúng ta hiện đang bắt đầu tiếp cận đến thời gian lúc chúng ta nghĩ những thiên hà rất sớm ra đời”, Tanvir bổ sung thêm.

- **Tham khảo**

1. Tanvir, N. R. et al. Nature 461, 1254 - 1257 (2009).
2. Salvaterra, R. et al. Nature 461, 1258 - 1260 (2009).

Con người nhận thức được 10^{1016} vũ trụ!



(Ảnh: Time Life Pictures/NASA/Getty)

Có bao nhiêu đa vũ trụ ở ngoài kia? Các nhà vũ trụ học Andrei Linde và Vitaly Vanchurin tại trường Đại học Stanford ở California tính ra con số thần thoại 10^{500} đòi hỏi trong lý thuyết dây, và làm tăng thêm ý kiến khiêu khích rằng câu trả lời có lẽ tùy thuộc trí não con người.

Quan điểm cho rằng có nhiều hơn một vũ trụ, mỗi vũ trụ có những định luật vật lý riêng của nó, phát sinh từ một vài lý thuyết khác nhau, trong đó có lý thuyết dây và lý thuyết lạm phát vũ trụ. Khái niệm “đa vũ trụ” này có thể giải thích một bí ẩn lâu nay – tại sao năng lượng tối, động lực ngấm ngấm làm tăng tốc sự giãn nở của không gian, dường như được điều chỉnh tinh vi cho sự sống. Với một số lượng lớn vũ trụ, thì sẽ có khả năng có một vũ trụ có giá trị năng lượng tối giống như vũ trụ của chúng ta.

Việc tính toán xác suất quan sát giá trị này – và những đặc điểm khác của vũ trụ – tùy thuộc vào có bao nhiêu vũ trụ thuộc những loại khác nhau cư trú trong đa vũ trụ. Lý thuyết dây mô tả 10^{500} vũ trụ, nhưng nó chỉ đếm những trạng thái chân không khác nhau, chúng giống như những tấm vải bạt trắng trên đó vẽ nên các vũ trụ. Đặc điểm của mỗi tấm bạt xác định bức tranh tổng thể sẽ trông như thế nào – ví dụ như các định luật vật lý trong vũ trụ đó – nhưng không cụ thể.

Nhờ tính ngẫu nhiên của cơ học lượng tử, hai trạng thái chân không giống hệt nhau có thể đi đến những vũ trụ rất khác nhau. Những thăng giáng lượng tử nhỏ trong một vũ trụ rất sơ khai được kéo căng đến thang bậc thiên văn bởi sự lạm phát, thời kì giãn nở nhanh hơn ánh sáng ngay sau Big Bang. Những thăng giáng này vạch nên một bản mẫu hấp dẫn cuối cùng xác định sự sắp đặt của các sao và thiên hà trên bầu trời. Những sai lệch nhỏ trong dạng thức của những thăng giáng này có thể tạo ra một vũ trụ trong đó Dải Ngân hà hơi to hơn, hoặc gần hơn các láng giềng của nó.

Vậy thì có bao nhiêu vũ trụ thuộc loại này mà các thăng giáng lượng tử của sự lạm phát có thể tạo ra? Theo Linde và Vanchurin, con số tổng cộng là khoảng $10^{1010\,000\,000}$ – tức là một số 10 viết tiếp là 10 triệu số 0 (arxiv.org/abs/0910.1589). Thật bất ngờ, con số đa vũ trụ 10^{500} vũ trụ của lý thuyết dây giờ trông thật lép vế.

Tuy nhiên, có thể con số này là không thích hợp, và trong một thế giới bị chi phối bởi cơ học lượng tử thì vấn đề là có bao nhiêu vũ trụ mà một nhà quan sát đơn lẻ có thể

phân biệt được. “Trước khi có cơ học lượng tử”, Linde nói, “chúng ta nghĩ ‘thực tại’ là một từ rõ ràng”. Trong vật lý cổ điển, các nhà quan sát là không có liên quan – đơn giản là chúng ta muốn biết có bao nhiêu vũ trụ tồn tại.

Theo vật lý lượng tử, các nhà quan sát làm ảnh hưởng đến các hệ mà họ đo. Nếu nhà quan sát là một phần không thể thiếu của công thức vũ trụ, thì có bao nhiêu vũ trụ tồn tại là không quan trọng – chỉ cần biết có bao nhiêu vũ trụ mà một nhà quan sát đơn lẻ có thể trìn bày rạch ròi. Nếu nhà quan sát là một người, thì điều đó tùy thuộc vào có bao nhiêu bit thông tin mà não có khả năng xử lý. “Dựa trên số synape trong một bộ não tiêu biểu, một người quan sát có thể ghi nhận 10^{16} ”, Linde nói. Điều đó có nghĩa là con người có thể phân biệt $10^{10^{16}}$ vũ trụ, con số dễ dàng quản lý hơn nhiều so với $10^{10^{10^{000\ 000}}}$ mà Linde và Vanchurin tìm được lúc bắt đầu.

Nhưng liệu não con người có thật sự giữ vai trò trong việc đưa ra các tiên đoán trong đa vũ trụ hay không? “Câu hỏi này đi sâu vào triết học”, Linde nói. “Nó là một đường dốc trơn”.

Nhà vũ trụ học Alex Vilenkin thuộc trường Đại học Tufts ở Boston thì giữ thái độ nước đôi. “Có khả năng đúng là cái quan trọng là cái nhà quan sát trông thấy”, ông nói. “Nhưng cũng có thể có những cái nhà quan sát không trông thấy vẫn tồn tại ở ngoài kia”.