



© *hiepkhachquay*

Bản tin Vật lí tháng 4/2009



Kiên Giang, tháng 4 /2009

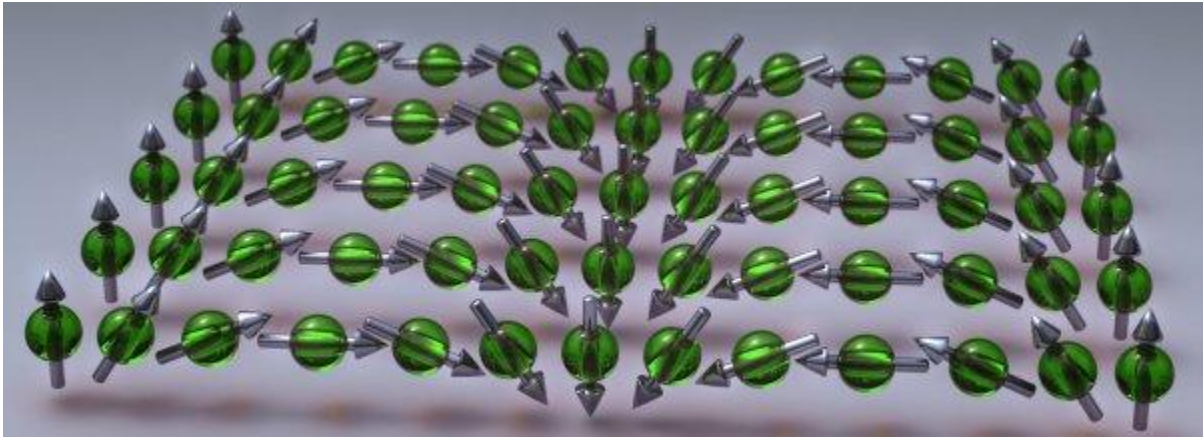


Bản tin tổng hợp hàng tháng

© thuvienvatly.com

HiepKhachQuay tổng hợp từ nguồn tin *physicsworld.com*

Đôi xứng làm tăng thời gian sống của spin



Hình minh họa một xoắn spin bên điển tả kiểu như các mô hình đồ chơi của các spin electron (Ảnh: Keith Bruns).

Các nhà vật lý ở Mỹ vừa phát minh ra một phương pháp mới làm tăng thời gian sống của các spin electron chảy trong một dụng cụ bán dẫn. Kỹ thuật của họ gồm việc điều chỉnh tinh vi các tính chất của một cấu trúc gallium-arsenide nhỏ xíu và khiến họ có thể chế tạo ra các mạch logic sử dụng spin electron.

Spin electron có thể giả định ở một trong hai giá trị - up hoặc down – và tính chất này đã được sử dụng để lưu trữ thông tin trong các ổ đĩa cứng máy tính và các bộ nhớ từ. Trong tương lai, các dụng cụ “công nghệ spin” tiên tiến hơn sẽ có thể khai thác cả spin lẫn điện tích của electron để chế tạo ra một ngưỡng rộng hơn các dụng cụ kỹ thuật số hoạt động nhanh hơn và hiệu quả hơn so với các chip silicon thông thường.

Tuy nhiên, các dụng cụ đó hoạt động trên cơ sở các electron duy trì spin của chúng khi chúng chuyển động xung quanh một mạch điện. Việc này tỏ ra khó khăn vì mỗi lần một electron như vậy bị tán xạ khỏi một chỗ hỏng hoặc một dao động mạng trong kim loại hoặc trong chất bán dẫn, thì có một cơ hội nhỏ cho spin của nó đảo chiều. Hiện tượng này xảy ra vì một sự thay đổi chuyển động của electron làm ảnh hưởng đến hướng của spin của nó qua một hiệu ứng gọi là sự ghép cặp spin quỹ đạo (SO).

Đảo chiều ngẫu nhiên

Trong đa số các chất, electron chịu nhiều va chạm và sự đảo chiều này xảy ra một cách ngẫu nhiên và rất nhanh. Điều này có thể giảm đến mức tối thiểu bằng cách sử dụng các chất không có khiếm khuyết giữ ở nhiệt độ rất thấp – nhưng rõ ràng điều này không khả thi trong các dụng cụ thực tiễn.

Nay Jake Koralek thuộc Phòng thí nghiệm quốc gia Lawrence Berkeley, David Awschalom thuộc trường đại học California Santa Barbara, và các đồng sự đã vượt qua được

trở ngại này bởi việc đưa ra một cách điều chỉnh tương tác SO trong một cấu trúc gallium arsenide nhỏ xíu gọi là một giếng lượng tử ([Nature 458 610](#)).

Đội nghiên cứu tập trung vào hai mặt của cách thức các đối xứng không gian bên trong một chất bán dẫn ảnh hưởng đến sự ghép cặp SO – các hiệu ứng Dresselhaus và Rashba. Hiệu ứng đầu liên quan đến “tính không đối xứng nghịch” xuất hiện trong các tinh thể gallium arsenide và được điều chỉnh bằng cách thay đổi bề rộng của giếng lượng tử. Hiệu ứng Rashba gây ra bởi việc thiết đặt một điện trường vào giếng thế và đội nghiên cứu đã điều khiển hiệu ứng này bằng cách thêm tạp chất (chất gây biến tính) vào những vùng nhất định của giếng lượng tử.

Các số hạng Rashba và Dresselhaus bằng nhau

“Chúng tôi đã điều chỉnh các số hạng Rashba và Dresselhaus cho bằng nhau. Điều này có nghĩa là tương tác SO thu được có sự đối xứng không gian cao hơn nhiều so với trong một chất bán dẫn thông thường hoặc trong kim loại. Mặc dù các spin cá lẻ vẫn bị ảnh hưởng bởi sự ghép cặp spin quỹ đạo, nhưng chúng có thể quay trong đồng bộ trong một trạng thái chung tồn tại lâu gọi là “xoắn spin bên” (PSH).

Bằng cách sử dụng một kỹ thuật laser gọi là phổ cách cách tử spin tức thời, đội nghiên cứu đã đo được thời gian một PSH được phép trong giếng lượng tử. Hai xung laser “bơm” được chiếu vào giếng lượng tử, nơi đó các vân sáng giao thoa thu được tạo ra cách vạch sọc vân của các electron spin up và down – gọi là một cách tử spin. Bước sóng của cách tử spin có thể điều chỉnh đơn giản bằng cách làm thay đổi góc giữa hai xung laser bơm.

Biên độ và bước sóng của cách tử spin khi đó được đo bằng cách chiếu một xung laser “khảo sát” thứ ba vào mẫu và quan sát vân nhiễu xạ thu được. Bằng cách làm biến thiên thời gian giữa các xung bơm và xung khảo sát, đội nghiên cứu đã có thể đo được cách tử spin đó tồn tại trong bao lâu.

Lâu hơn 100 lần

Họ nhận thấy khi bước sóng của cách tử spin bắt gặp với bước sóng trông đợi của xoắn spin bên, thì cách tử spin tồn tại trong hàng trăm pico giây – so với chỉ vài pico giây khi các bước sóng không tương hợp với nhau.

Sự tiến bộ 100 bậc này được trông thấy ở nhiệt độ tương đối thấp 5K và đội nghiên cứu nhận thấy thời gian đó giảm nhanh khi nhiệt độ tăng lên đến nhiệt độ phòng. Sự phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ này không được trông đợi và có thể nó có nghĩa là kỹ thuật đó không phù hợp cho việc sử dụng trong các dụng cụ công nghệ spin thực tiễn.

Mặc dù một vài trăm pico giây nghe chẳng có vẻ gì lâu lắm, Awschalom phát biểu với *physicsworld.com*, nhưng các chất liệu “đã xử lý kỹ thuật spin” như vậy có thể một ngày nào đó sẽ được sử dụng trong các dụng cụ thực hiện những số lượng lớn các phép toán spin trên các electron trước khi spin của chúng bị hủy.

Koralek thêm rằng tương tác Rashba còn có thể điều khiển bằng cách đặt một điện áp vào giếng thế - và điều này có thể đưa đến một transistor spin có thể điều khiển dòng spin on và off.

Thuật toán phát minh ra các định luật vật lý



Con lắc đôi hỗn độn mà hệ phân tích để suy ra các định luật bảo toàn năng lượng phức tạp hơn
(Ảnh: Science/AAAS)

Có phải bạn là một nhà khoa học đang bị thu hút bởi các dữ liệu cho đến nay chưa giải thích được mà bạn không có thời gian để mà phân tích ? Nếu vậy, bạn có thể liên hệ với nhà vật lý ở Mỹ, họ vừa sáng tạo ra một thuật toán có khả năng suy luận ra các định luật vật lý từ dữ liệu thực nghiệm thô với chút ít hỗ trợ từ phía con người.

Không hề có kiến thức vật lý hay hình học nào, thuật toán đó khám phá ra đúng các mối quan hệ năng lượng và động lượng chi phối động lực học của các hệ lò xo – quả nặng

cũng như con lắc đơn và con lắc đôi. Các nhà nghiên cứu dự tính những thuật toán như vậy sẽ làm tăng tốc tiến trình khoa học bởi việc giảm thời gian cần thiết để nhận ra các mô hình có khả năng của những hệ nhất định nào đó.

Kể từ những năm 1960, các nhà khoa học đã sử dụng trí thông minh nhân tạo để thiết kế và chạy các thí nghiệm, phát triển các chương trình ngày càng mạnh hơn để làm phát sinh, thu thập và lưu trữ dữ liệu. Tuy nhiên, họ ít thành công trong việc tự động tinh lọc những dữ liệu này thành các định luật khoa học mới.

Nay thì hai bài báo mới trên tờ *Science* sẽ đương đầu với vấn đề này. Một bài mô tả việc phát triển một robot có thể đưa ra và sau đó kiểm tra các giả thuyết về các hệ sinh học, còn bài kia, của nhà sinh vật học điện toán Michael Schmidt và vị kỹ sư và nhà khoa học máy tính Hod Lipson ở Đại học Cornell ở Mỹ, thì giải thích cách thức các định luật bảo toàn có thể phát sinh một cách tự động ([Science 324 81](#)).

Các tương quan đầy ý nghĩa hay tầm thường ?

Schmidt và Lipson nói rằng khó khăn lớn nhất trong việc tìm kiếm các định luật bảo toàn mới sử dụng một máy tính là việc nhận ra các mối tương quan có ý nghĩa, theo nghĩa ngược với tầm thường, bên trong dữ liệu. Họ chỉ ra rằng dữ liệu thực nghiệm từ một hệ vật lý có thể mang lại một số vô hạn các phương trình bất biến, nhưng chỉ có một vài trong số này sẽ có cái gì đó hấp dẫn để nói về hệ đó. Lời giải của họ cho bài toán này là nói rằng một phương trình chỉ là hữu ích nếu như nó có thể tiên đoán các thành phần con của hệ ảnh hưởng lên nhau như thế nào theo thời gian.

Đưa lời giải này vào thực tiễn, Schmidt và Lipson đã đặt ra một thuật toán thực hiện các phép đo của những biến nhất định theo thời gian bên trong một hệ vật lý nhất định, như các tọa độ x , y và z của một con lắc.

Thuật toán đó tính ra dạng số các đạo hàm riêng cho mỗi cặp biến; sau đó phát sinh ra các hàm có thể mô tả hành trạng của hệ bằng cách gán ngẫu nhiên với nhau các toán tử đại số ($+$, $-$, $\div$, $\times$), các hàm giải tích (như $\sin$ và $\cos$), các hằng số và các biến; rồi sau đó đưa ra các đạo hàm riêng của mỗi một trong số các hàm này.

Các hàm ứng viên tốt nhất là những hàm có các đạo hàm riêng ăn khớp nhất với các đạo hàm riêng dạng số. Những hàm này sau đó có thể lọc lại cho đến khi chúng đạt tới một mức độ chính xác nhất định.

Hỗn độn trong các hệ đơn giản

Để kiểm tra thuật toán của họ, các nhà nghiên cứu đã khảo sát bốn hệ vật lý khác nhau – một vật nặng giữ giữa hai lò xo; hai vật nặng giữ giữa ba lò xo; một con lắc đơn; và một con lắc đôi (một con lắc đơn đưa bên dưới một con lắc khác).

Thuật toán không tạo ra một phương trình duy nhất trong từng trường hợp mà một danh sách ngắn chừng 10 phương trình ứng viên. Đây là đại diện cho những phương trình

chính xác nhất trong một ngưỡng phức (tức là số số hạng trong từng phương trình). Sau đó, nhà khoa học chọn phương trình nào là tùy theo sở thích của họ.

Bịt kín các lỗ trống lí thuyết

Theo Lipson, phương pháp tự động tiếp cận khám phá định luật này có thể hỗ trợ trong những lĩnh vực khoa học trong đó có “một lỗ trống lí thuyết bất kể sự dồi dào dữ liệu”. Vũ trụ học, ông nói, sẽ là một lĩnh vực như thế, và sinh học là trường hợp tổng quát tiếp theo. “Trong sinh học, có nhiều hệ trong đó chúng ta không biết động lực học của chúng hay các quy luật mà chúng tuân theo”, ông thêm. “Việc tìm ra một bất biến có thể giúp các nhà khoa học tập trung nhanh hơn vào một khía cạnh quan tâm nào đó của hệ, cho dù nó không được hiểu một cách trọn vẹn.

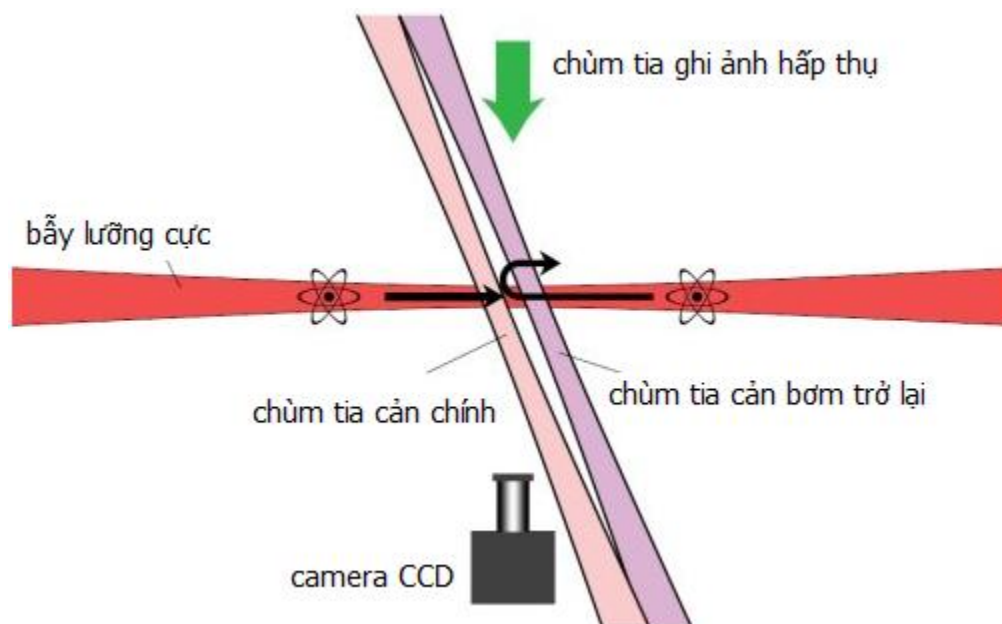
Robert Crease, một nhà triết học tại Đại học Stony Brook ở Mỹ, thì tin rằng các thuật toán đó có thể giúp thúc đẩy tiến bộ khoa học trong một “chân trời đã tỏ”, nhưng ông nói rằng đây không phải là phần hấp dẫn nhất của khoa học. Cái đó, ông nói, “liên quan đến việc khám phá ra điều gì đó làm biến đổi đường chân trời hiện nay của chúng ta, sử dụng hương vị sở thích, sẵn lòng đương đầu với nghịch lí, và có cảm giác cái gì đó là bí ẩn và không phải là một sai sót hay một mâu thuẫn vô lí”.

Vẫn cần có con người

Lipson không khẳng định rằng tự động hóa có thể thay thế các nhà khoa học, vì, ông nói, con người vẫn là cần thiết để chọn dữ liệu nào cần thu thập, cái gì mà những viên gạch cấu trúc của các phương trình phải có, và đồng thời còn “mang ý nghĩa đến cho các kết quả”. Tuy nhiên, ông tin rằng các thuật toán kiểu như của họ có thể tăng thêm tốc độ nghiên cứu và lập mô phỏng những hiện tượng mới. “Giống như các thuật toán tự động cho phép các kĩ sư ủy quyền những công việc tầm thường cho máy tính”, ông nói, “các thuật toán lập mô phỏng có thể cho phép các nhà khoa học tập trung vào việc phát triển những lí thuyết mới thay vì tiêu tốn thời gian của họ để so sánh các mô hình với dữ liệu”.

David Waltz, một nhà khoa học máy tính tại Đại học Columbia ở Mỹ và là đồng tác giả của một bài bình luận về hai bài báo trên tờ *Science*, thì không tin thuật toán Schmidt và Lipson có khả năng tạo ra một kết quả thật sự nổi trội trong tương lai gần. Nhưng ông tin rằng phương pháp tổng quát có thể trở nên phức tạp hơn nhiều, dự tính các hệ thống thông minh có thể liên tục tìm kiếm các mối tương quan bên trong dữ liệu từ một phạm vi thí nghiệm ngày càng rộng lớn hơn trong các lĩnh vực như thiên văn học, địa vật lí và vật lí hạt cơ bản. “Tôi mong rằng các hệ thống điện toán sẽ thể hiện được những lượng ngày càng tăng cái ngày nay chúng ta nói sẽ yêu cầu sự sáng suốt của con người”, ông thêm.

Phương pháp mới tạo ra con quỷ của Maxwell



Biểu đồ thí nghiệm do Daniel Steck và các cộng sự thực hiện

Kể từ khi James Clerk Maxwell mơ thấy con quỷ của ông cách nay gần 150 năm, các nhà vật lý đã có rất nhiều hứng thú trong việc thử chế tạo ra con quỷ tinh quái này. Nỗ lực mới nhất đến từ một nhóm nhà nghiên cứu tại Đại học Oregon, họ đã chế tạo một dải laser mang trật tự đến cho một cụm nguyên tử cực lạnh, giống hệt như con quỷ trong giả thuyết.

Maxwell đã tưởng tượng ra con quỷ của ông là một sinh vật bé nhỏ có khả năng điều khiển một cửa sập trong một chất khí để tách các nguyên tử nóng ra khỏi các nguyên tử lạnh. Ông đưa ra “thí nghiệm tưởng tượng” này vì nó có vẻ mang lại một phương pháp đơn giản vi phạm định luật thứ hai của nhiệt động lực học bởi việc làm giảm entropy trong hệ mà không tiêu tốn chút năng lượng nào.

Sự sáng suốt của con quỷ

Sự thống nhất chung giữa các nhà vật lý là rằng con quỷ đó – như Maxwell đã vạch ra – sẽ không thể nào hiện thực hóa được. Chủ yếu là vì, trong việc tuyển lọc các nguyên tử, con quỷ đó phải mở và đóng cái cửa sập ở những thời điểm thật chính xác; để làm như vậy, nó cần phải biết vị trí và vận tốc của từng nguyên tử tại bất kì thời điểm nào cho trước. “Theo một ý nghĩa nào đó, khi đó, với kiến thức như vậy, con quỷ đó đã truyền entropy của chất khí vào trong não của nó”, theo Daniel Steck, một trong các nhà nghiên cứu tại Đại học Oregon.

Nay, lôi con quỷ đó vào thế kỉ thứ 21, Stein và các cộng sự của ông đã đi giải câu đố bằng cách sử dụng các kĩ thuật hiện đại trong nghiên cứu nguyên tử cực lạnh. Các nhà nghiên cứu đã tạo ra con quỷ của họ bằng một trận địa laser, tập trung lên một nhóm các nguyên tử

Rb-87 cực lạnh. Các laser được điều chỉnh sao cho các chùm sáng của chúng tác dụng những lực đẩy khác nhau lên các nguyên tử khác nhau tùy thuộc vào spin của chúng.

Để bắt đầu, toàn bộ các nguyên tử ở trong một trạng thái trong đó chùm laser thứ nhất không đẩy chúng, nên chúng có thể đi qua chùm sáng một cách dễ dàng. Tuy nhiên, một khi chúng băng qua chùm tia này chúng bị đập bởi một chùm laser thứ hai, làm biến đổi trạng thái spin của chúng và làm cho chúng đẩy nhau với chùm laser thứ nhất. Kết quả là các nguyên tử đó trở nên bị đẩy trên mặt phía xa của chùm laser.

Vấn đề đã được giải quyết ?

“Hàng rào một chiều của chúng tôi tác dụng để đưa toàn bộ các nguyên tử vào một tiểu khu của bình chứa ban đầu. Về bản chất, khu này giống như con quỹ ban đầu, vì đó là điểm con quỹ có thể làm giảm thấy rõ entropy của chất khí”, Steck phát biểu với *physicsworld.com*.

Nghiên cứu này là sự hiện thực hóa của công trình lí thuyết cách nay đã hai năm của Mark Raizen, và, một cách độc lập, Andreas Ruschhaupt và Gonzalo Muga. Những kết quả mới nhất này đã được công bố hồi tuần rồi trên server thảo luận arXiv.

“Động lực nghiên cứu ban đầu được nêu ra có sự tương tự của một diode đối với các nguyên tử lạnh”, Steck nói. “Điều này có thể mang lại một phương pháp tuyệt vời để lái chuyển động của các nguyên tử, chẳng hạn, để đưa thoi các nguyên tử vòng quanh trên một cái bẫy kích cỡ con chip cho các hiện thực hóa tiềm năng của các máy tính lượng tử”.

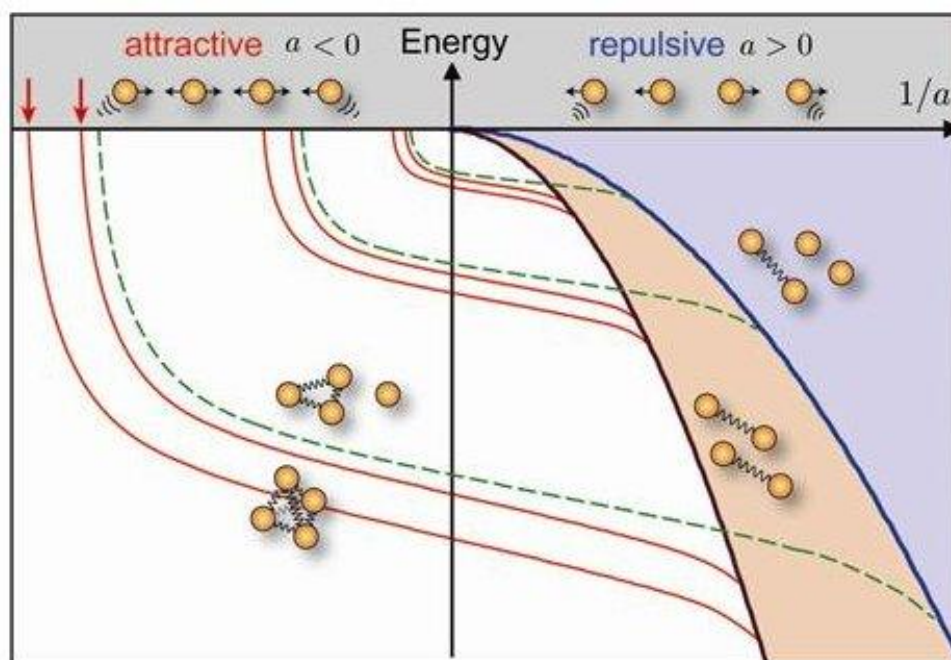
Bất chấp các khẳng định và Steck và các cộng sự, các nhà nghiên cứu khác vẫn không hoàn toàn bị thuyết phục bởi nghiên cứu mới nhất này.

“Mối liên hệ với con quỹ của Maxwell là có khả năng, nhưng chẳng có gì ngạc nhiên, vì việc làm lạnh trong các thí nghiệm nguyên tử lạnh hoạt động trên cơ sở sử dụng thao tác quang để truyền entropy từ các nguyên tử đang khảo sát sang những phần khác của hệ”, theo Jonathon Keeling, một nhà nghiên cứu vật chất hóa đặc tại Đại học Cambridge.

Phát hiện các bộ tứ nguyên tử trong chất khí cực lạnh

Các nhà vật lý ở Áo vừa xác nhận rằng bốn nguyên tử có thể bị “dễ dàng” vào hình thành nên các trạng thái liên kết trong một chất khí cực lạnh – mặc dù các cặp cùng loại nguyên tử đó không thể liên kết với nhau.

Các bộ tứ liên kết lỏng lẻo đã được tiên đoán cách nay 6 tháng và việc phát hiện ra chúng là một gợi ý nữa của cách thức các chất khí cực lạnh có thể được sử dụng để khai thác các khía cạnh cơ sở của vật lý lượng tử.



Kịch bản Efimov mở rộng mô tả một hệ phổ quát của bốn boson giống hệt nhau; các năng lượng được vẽ là hàm của nghịch đảo chiều dài tán xạ. Các đường màu đỏ thể hiện các cặp trạng thái bốn vật phổ quát đi cùng với từng bộ ba Efimov. Trong bức tranh bốn vật, các bộ ba Efimov phát triển thành một chuỗi vô hạn các ngưỡng bộ ba nguyên tử (các đường màu xanh) (Ảnh: Jose D'Incao).

Việc tìm hiểu cách thức hai vật tương tác với nhau khá dễ dàng – lý thuyết hấp dẫn của Newton, chẳng hạn, có thể mô tả cách thức một hành tinh đơn lẻ quay xung quanh Mặt trời. Nhưng khi có nhiều hơn hai vật tham gia vào thì mọi thứ trở nên rất phức tạp. Chỉ cần thêm một hành tinh nữa vào hệ là đã làm cho các phương trình hấp dẫn Newton không thể giải một cách chính xác được.

Tuy nhiên, cách nay gần 40 năm, nhà vật lý người Nga Vitali Efimov đã có thể tính được rằng ba nguyên tử, về nguyên tắc, sẽ có thể hình thành nên những trạng thái lượng tử liên kết lỏng lẻo với nhau – bất chấp sự vắng mặt của các trạng thái liên kết của bất kì hai cặp nguyên tử nào bên trong hệ. Tình huống phản trực giác này chỉ xảy ra đối với các nguyên tử là boson; nghĩa là các nguyên tử có giá trị nguyên của xung lượng góc nội, hay spin.

Trạng thái ba vật Efimov

Hồi năm 2006, Hanns-Christoph Nägerl ở Đại học Innsbruck và các cộng sự đã nhận ra được một trạng thái ba vật Efimov như vậy trong một chất khí nguyên tử caesium cực lạnh. Họ thực hiện được việc này bằng cách làm lạnh chất khí đó xuống chỉ còn 10nK để tạo ra một trạng thái lượng tử vĩ mô gọi là một hóa đặc Bose-Einstein (BEC). Một từ trường được sử dụng để điều chỉnh cân trọng cường độ tương tác giữa các nguyên tử đó. Sự hình thành các bộ tam được suy ra bởi vì BEC mất các nguyên tử trong các nhóm ba – cái gọi là “thất thoát tái tổ hợp”.

Cái mà đội nghiên cứu đó không biết vào lúc ấy là dữ liệu của họ còn cho thấy rằng bốn nguyên tử caesium đang hình thành nên những trạng thái liên kết lỏng lẻo. Họ không xét trường hợp này vì không ai nghĩ điều đó có thể xảy ra. Nhưng sau đó, vào năm 2008, Javier von Stecher và các cộng sự tại Đại học Colorado đã tính toán thấy bộ ba Efimov đã trông thấy hồi năm 2006 có thể bắt một nguyên tử nữa để trở thành một trong hai bộ tứ liên kết khác.

Ấn khuất trong dữ liệu

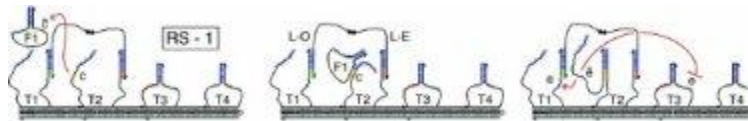
Khi nhóm Colorado xem xét kỹ hơn các dữ liệu thí nghiệm năm 2006, họ đã thấy một dấu hiệu rõ ràng của một trong hai bộ tứ khả dĩ. Hiện nay, Nägerl và các cộng sự đã lặp lại thí nghiệm của họ - và tìm thấy cả hai bộ tứ đúng nơi von Stecher đã tiên đoán.

Ngoài việc minh họa các thức các chất khí cực lạnh có thể được sử dụng để mô phỏng các tương tác của vài ba hạt có khả năng xảy ra trong các hệ như chấm lượng tử và hạt nhân, khám phá mới nhất này còn mang lại cho các nhà vật lý một phương pháp nghiên cứu các bộ ba Efimov bởi cách thức chúng tương tác với các trạng thái bốn vật.

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

ADN đi bộ theo hàng

Một động cơ phân tử hai chân “đi bộ” theo một hướng nhất định thay vì chệch choạng ngẫu nhiên vừa được các nhà nghiên cứu ở Mỹ tiết lộ. Dụng cụ gốc ADN này có thể một ngày nào đó sẽ được sử dụng để lắp ráp các phân tử phức tạp, tải thuốc bên trong cơ thể, hoặc lái những cỗ máy phân tử của tương lai.



Chuỗi thời gian cho thấy cách thức dụng cụ gốc ADN thực hiện một bước đi (Ảnh: Science.)

Các dụng cụ đi bộ phân tử hiện nay cố gắng bắt chước theo các động cơ tế bào actin và kinesin, chúng mang tải hàng từ nơi này sang nơi khác trong các tế bào sinh vật.

Tuy nhiên, cho đến nay, người ta không thể làm cho các phân tử này chuyển động theo một hướng đặc biệt nào đó. Đây là vì khó mà định tọa độ chuyển động của các chân của động cơ sao cho chúng chuyển động theo một cách đồng bộ hóa mà các chân không bị lệch khỏi hướng đi. Điều này cũng có nghĩa là các nhà nghiên cứu phải can thiệp vào mỗi khi cỗ máy đi bộ thực hiện một bước đi, để kích thích nó chuyển động.

Bước tiến quan trọng về phía trước

“Dụng cụ đi bộ đó là tự động và không yêu cầu bất kì sự can thiệp nào một khi đã đi vào hoạt động”, nhà lãnh đạo đội nghiên cứu, Nadrian Seeman, nói - ông đang làm việc ở trường Đại học New York. “Nó cũng chỉ thả bộ theo một hướng, đó là một bước tiến quan trọng hướng tới công nghệ nano vì chúng ta trông đợi các cỗ máy đi bộ trong tương lai kiểu như thế này sẽ chuyên vận hàng hóa từ nơi này sang nơi khác”.

Cỗ máy đi bộ mới do Tosan Omabegho ở Đại học Harvard nghĩ ra và thiết kế và nó là một mảnh ADN chứa một liên kết đầu-nối-đầu ở giữa. Cơ cấu này đảm bảo cho hai chân trong dụng cụ được đồng bộ hóa. Dụng cụ chuyển động dọc theo một đường định sẵn, cũng tạo thành từ ADN, và được cấp nguồn bằng hai thanh nhiên liệu khác trong dung dịch, tác dụng tuần tự. Các thanh nhiên liệu này đẩy cỗ máy đi bộ theo một chuyển động kiểu bánh cóc.

Cỗ máy đi bộ tạo ra các cặp base ADN khi nó chuyển động dọc theo rãnh. Seeman giải thích rằng lực lái động lực học của động cơ này là có nhiều base hình thành sau khi dụng cụ đi qua hơn là ở phía trước nó chưa đi tới. Điều này cho phép máy đi bộ và các thanh nhiên liệu tác dụng như chất xúc tác trong hệ và cung cấp năng lượng cần thiết cho chuyển động. Đồng thời, các thanh nhiên liệu đẩy cỗ máy đi theo rãnh bằng cách trước hết liên kết với rãnh rồi sau đó nhấc chân của cỗ máy ra, vì thế cho phép nó bước đi.

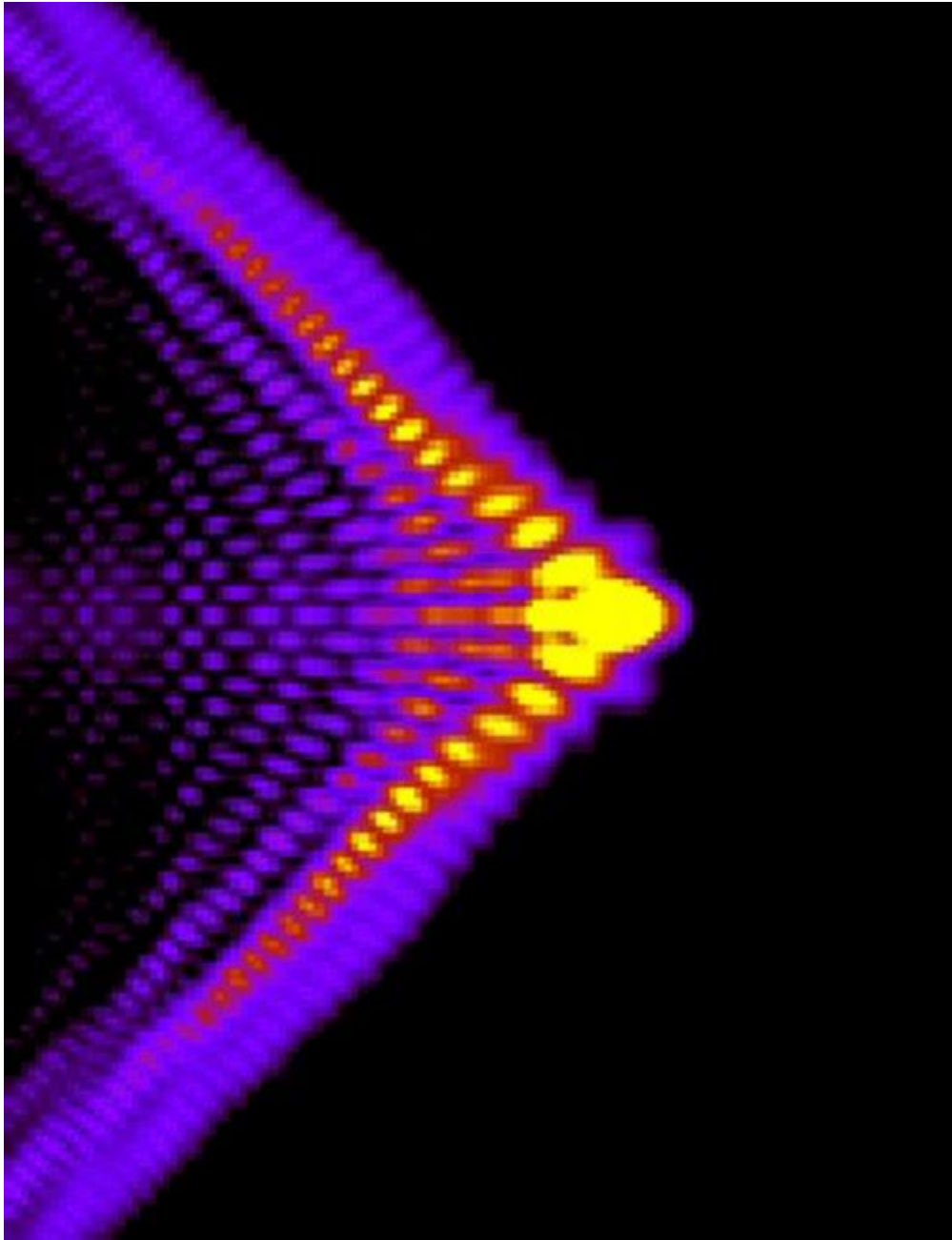
Dịch chuyển hàng hóa

Các nhà nghiên cứu tin rằng việc chứng minh một chuyển động phân tử phối hợp như vậy là một bước tiến quan trọng hướng tới phát triển những cỗ máy ngày càng phức tạp và tự động hơn, chế tạo từ ADN hoặc các chất khác. Họ cho rằng dụng cụ đó có thể sử dụng để chuyển vận hàng hóa, như các phân tử và thuốc, dùng trong các cỗ máy phân tử kì lạ và trong các ứng dụng y sinh. Nó cũng có thể di chuyển các nhóm hóa chất vào nơi tạo ra các polymer đã định sẵn và các loại phức tạp khác. Sự chuyển vận như vậy sẽ quan trọng đối với những cỗ máy phân tử của tương lai giống như xe tải và băng chuyền trong các nhà máy ngày nay.

Đội nghiên cứu hiện có kế hoạch phân tích động học chi tiết của máy đi bộ. “Chúng tôi sẽ cố gắng tích hợp nó vào một phức hợp phức tạp hơn và có khả năng sử dụng một nguồn năng lượng khác”, Seeman tiết lộ.

Nghiên cứu được công bố trên tờ *Science*.

Ánh sáng truyền cong phá vỡ các quy luật



Một xung Airy cường độ mạnh do Polynkin và đội nghiên cứu tại ra. Xung này đang truyền ra khỏi màn hình và cực đại cường độ nằm ở bên trái (Ảnh: *Science*).

Mọi người đều biết rằng ánh sáng truyền đi theo đường thẳng – điều đó có đúng không? Cách đây hai năm, các nhà vật lý đã phát hiện ra điều gì đó rất khác đối với những xung ánh sáng laser nhất định có một cực đại cường độ mạnh nối tiếp với những cực đại khác

nhỏ hơn. Phần sáng nhất trong các xung “Airy” bất cân xứng này, họ nhận thấy, dường như đi theo một quỹ đạo cong.

Các nhà nghiên cứu ở Mỹ vừa nhận thấy rằng các xung Airy cường độ đủ mạnh có thể làm ion hóa các phân tử không khí xung quanh và tạo ra các dây tóc plasma uốn cong. Hơn nữa, các xung Airy đó còn tương tác với không khí sao cho các xung liên tục hội tụ và vì thế có thể truyền đi những khoảng cách xa mà không bị phân tán.

Ánh sáng trắng phát ra bởi các sợi tóc plasma có thể dùng để thực hiện các phép đo phổ từ xa của khí quyển – và bản thân hiệu ứng uốn cong có thể được khai thác trong các loại sóng mang mới.

Bề cong kiểu Airy

Hành trạng uốn cong của các xung Airy lần đầu tiên được phát hiện ra vào năm 2007 bởi Demetrios Christodoulides và các cộng sự tại trường Đại học Florida. Sự giao thoa giữa các cực đại làm cho cực đại cường độ xoay chuyển sang một hướng, còn những cực đại khác thì di chuyển theo hướng ngược lại. Mặc dù tổng động lượng của xung truyền đi theo đường thẳng, nhưng phần sáng nhất của nó dường như đi theo một quỹ đạo cong.

Christodoulides và các cộng sự của ông nay đã lập đội với Pavel Polynkin và những người khác tại trường Đại học Arizona để tạo ra các “dây tóc” plasma uốn cong, sử dụng các xung Airy. Cái quan trọng cho sự thành công của họ, theo Jerome Kasparian thuộc trường Đại học Geneva, người không tham gia trong nhóm, là khả năng của họ - lần đầu tiên – tạo ra các xung Airy cường độ cực cao.

Đội nghiên cứu đã bắt đầu với một xung laser hồng ngoại cường độ mạnh kéo dài khoảng 35 fs. Xung laser hình bánh kẹp ban đầu, xung đối xứng xung quanh hướng truyền của nó, sau đó đi qua một “mặt nạ pha” và rồi một thấu kính, mang lại cho nó hình dạng chữ V với một cực đại cường độ tại chóp đỉnh (xem hình). Xung Airy này sau đó truyền đi chừng 1m trong không khí đến một màn huỳnh quang, nơi ánh sáng được phát hiện.

Các dây tóc uốn cong

Ngoài việc xác nhận các xung Airy cường độ cực mạnh dường như bị bề cong, các xung laser đó còn tạo ra các dây tóc plasma uốn cong bởi việc làm ion hóa các phân tử lân cận trong không khí.

Mặc dù các nhà vật lý từ lâu đã biết rằng các xung laser đối xứng có khả năng tạo ra các dây tóc như thế, nhưng quá trình đó tỏ ra rất khó nghiên cứu. Đây là vì các xung laser đối xứng truyền cùng hướng với ánh sáng trắng phát ra bởi plasma mà chúng tạo ra, nghĩa là bất kể dụng cụ nào cố gắng dò tìm ánh sáng này đều bị lóa mắt hoặc thậm chí bị xung sáng phá hủy mắt.

Tuy nhiên, với các xung Airy, Polynkin, Christodoulides và các cộng sự đã phát hiện thấy ánh sáng plasma truyền đi theo những đường thẳng tiếp tuyến với đường cong của cực

đại sáng. Vì thế, ánh sáng plasma có thể được phát hiện – và có lẽ còn được sử dụng làm một nguồn phát ánh sáng trắng cho quang phổ học.

Việc chiếu các xung laser cường độ mạnh và tầm xa vào không khí, chẳng hạn, có thể cho phép các nhà nghiên cứu thực hiện những phép đo phổ từ xa của bầu khí quyển.

Polynkin còn cho rằng người ta có thể chiếu các xung cường độ mạnh vào những đám mây để “dẫn hướng” sét đến những nơi an toàn trên mặt đất.

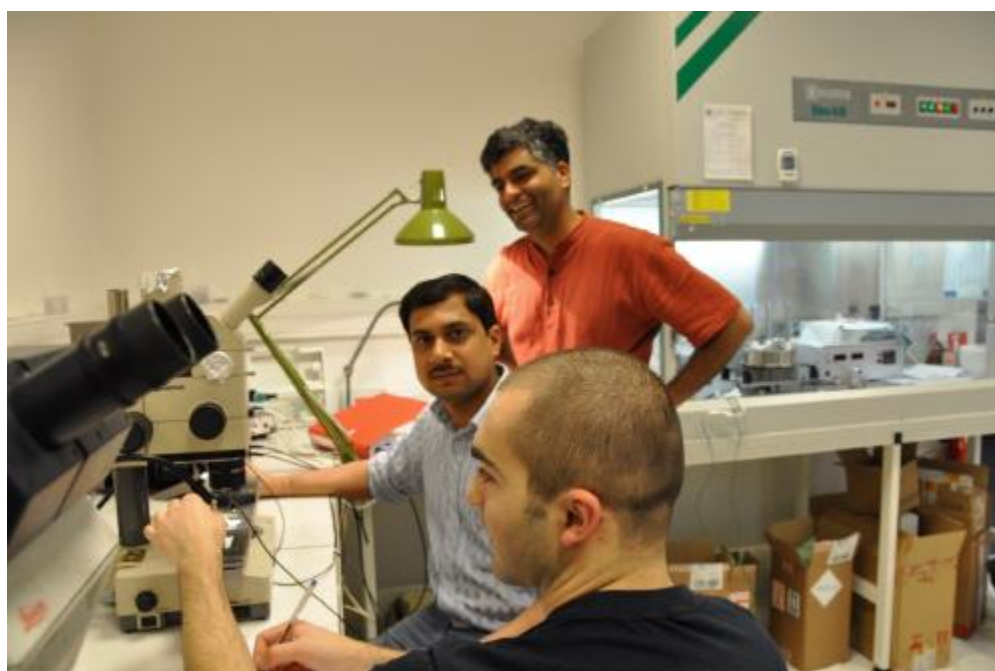
Bản thân sự nghiên cứu ánh sáng plasma còn có thể giúp các nhà vật lý thu được một sự hiểu biết tốt hơn về các cơ sở quang học phi tuyến phức tạp xác định cách thức các chùm laser cường độ mạnh truyền trong không khí. Trong số này có một hiệu ứng “tự hàn kín” nhờ đó chùm tia liên tục tái hội tụ bởi plasma – thay vì bị phân tán ra – cho phép các xung cường độ mạnh truyền đi những khoảng cách rất xa.

Đội nghiên cứu hiện đang nghiên cứu việc tạo ra các dây tóc cong trong nước thay cho trong không khí.

Chế tạo graphene thật dễ

Kể từ khi khám phá ra nó vào năm 2004, graphene liên tục gây mê hoặc các nhà vật lý với danh sách dài những tính chất điện và cơ ngoại hạng ngày càng mở rộng của nó. Trong khi những mẫu nhỏ chất đó – là một tấm carbon dày chỉ một nguyên tử - thật dễ chế tạo, thì việc sản xuất những mẫu lớn, chất lượng cao có thể sử dụng trong các dụng cụ gốc graphene tỏ ra khó khăn hơn nhiều.

Hiện nay các nhà nghiên cứu ở Pháp có lẽ đã đạt tới một phương pháp đơn giản sản xuất những mẫu graphene tương đối lớn. Abhay Shukla và các cộng sự ở trường Đại học Pierre và Marie ở Paris vừa chứng minh được rằng khối graphite có thể gắn kết lên trên thủy tinh borosilicate và rồi tách ra để lại một lớp graphene trên chất nền đó.



Từ trước vào: Adrian Balan, Rakesh Kumar, Abhay Shukla. Ảnh: A Shukla.

Phương pháp “bóc tách” thông dụng nhất dùng để sản xuất graphene chỉ có ích trong việc tạo ra những nguyên mẫu dụng cụ cỡ nhỏ, nhưng phương pháp mới khiến cho có thể áp dụng cách thức này ở một quy mô lớn hơn trong khi vẫn giữ được chất lượng cao của mẫu, Shukla nói.

Bám dính lên thủy tinh

Các nhà nghiên cứu đã sử dụng kỹ thuật gọi là gắn kết dương cực, gắn dính một chất dẫn hoặc chất bán dẫn lên trên một chất nền thủy tinh, sử dụng lực tĩnh điện lớn phát sinh từ sự dẫn ion của chất nền. Điều này có nghĩa là không cần đến chất kết dính nào cả. Phương

pháp đó đã được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp vi điện tử để gắn kết các bánh xếp silicon với thủy tinh.

“Kỹ thuật này chưa từng được thử nghiệm trên các chất nền phân lớp, kiểu như graphene, có lẽ là vì chúng không bám dính mà bị tách ra, nhưng chúng tôi đã chuyển hiện tượng này sang thành lợi thế của mình”, Shukla giải thích. “Chỉ có lớp đầu tiên hoặc vài ba lớp nguyên tử đầu tiên gắn kết với chất nền, còn khối chất có thể bóc tách ra”.

Vì các mẫu được gắn kết với một chất nền thủy tinh rắn chắc, cho nên cách này tạo ra được các mẫu diện tích bề mặt lớn hơn có chất lượng cao theo kiểu hiệu quả và đơn giản. Phương pháp cũng có thể sử dụng cho các chất phân lớp khác.

Từ trước đến nay, các nhà nghiên cứu đã sản xuất được các mẫu kích cỡ mili mét, nhưng họ nói họ có thể cải thiện tỉ lệ này. “Các chất liệu khác ngoài graphene ra vẫn sẽ tạo ra những mẫu lớn hơn, cho người ta khả năng ứng dụng chúng trong vi điện tử học và trong các thí nghiệm cơ bản bị hạn chế bởi kích cỡ mẫu”, Shukla nói.

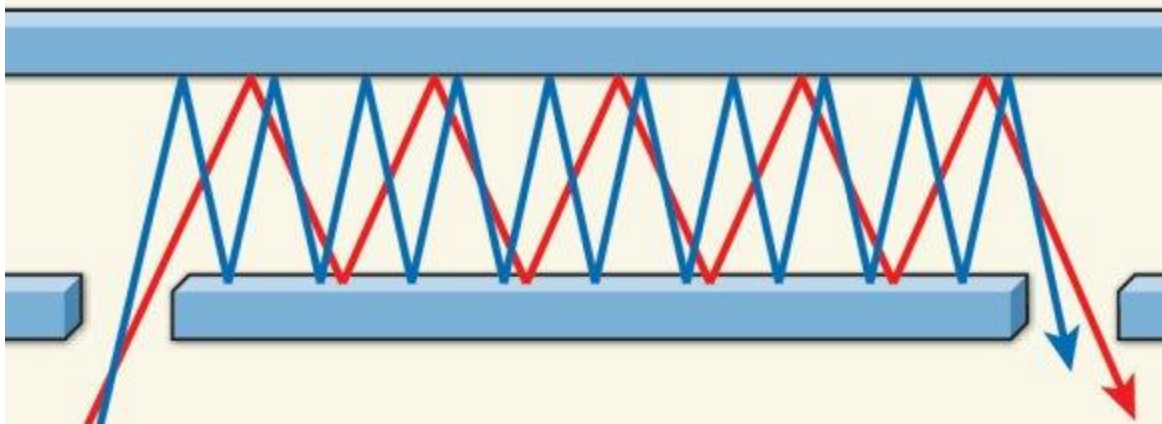
Các lớp nguyên tử lơ lửng

Đội nghiên cứu hiện muốn mở rộng phương pháp đó cho các chất nền khác nữa. Họ cũng muốn sử dụng các chất nền có độ phân giải bề mặt cỡ micro để tạo ra những lớp nguyên tử lơ lửng.

Shukla nói ông đã sử dụng kỹ thuật đó sản xuất các gương tia X bằng cách gắn kết silicon đơn tinh thể lên trên các chất nền thủy tinh dùng trong máy quang phổ tia X tại các synchrotron. “Khi tôi nghe nói tới graphene, tôi đã lập tức nghĩ tới việc thử sử dụng phương pháp đó sản xuất chất liệu này”.

Công trình nghiên cứu được đăng trên [*Solid State Communications*](#).

Phản xạ làm đảo hướng spin electron



Giản đồ biểu diễn cách thức các electron phản xạ dọc theo một rãnh bán dẫn làm cho spin của chúng bị đảo hướng (Ảnh: *Nature*).

Các nhà vật lý ở Canada và Đức vừa phát minh ra một phương pháp mới làm thay đổi hướng của spin electron bằng cách cho nảy phản xạ chúng theo một rãnh bán dẫn nhỏ xíu. Không giống như những cơ cấu khác làm đảo hướng spin trong một chất bán dẫn, phương pháp mới không cần áp đặt điện trường hay từ trường biến thiên. Kết quả là nó sẽ dễ thao tác hơn trong các linh kiện “công nghệ spin” trong tương lai.

Spin electron có thể nhận hai giá trị - “spin up” hoặc “spin down” – và một số nhà vật lý tin rằng tính chất này có thể sử dụng được trong các mạch điện công nghệ spin xử lý thông tin nhanh hơn và hiệu quả hơn các chip máy tính ngày nay. Nhưng trước khi điều này có thể xảy ra, các nhà nghiên cứu phải chỉ ra được một phương thức đơn giản và xác thực làm đảo hướng spin có thể thao tác trong các con chip nhỏ xíu sản xuất hàng loạt.

Phương pháp mới được sáng tạo bởi Joshua Folk và các cộng sự tại trường Đại học British Columbia và Đại học Regensburg. Nó hoạt động bằng cách bơm các electron vào một cái rãnh gallium arsenide rộng khoảng 1 μm và dài 100 μm . Các electron di chuyển dễ dàng qua rãnh nhưng bị bật khỏi các thành của rãnh – cho nên các electron bơm vào xiên góc với hướng của rãnh sẽ phản xạ tới lui khi chúng truyền qua (xem hình).

Mômen quay biến thiên

Đội nghiên cứu đã sử dụng một mẫu bán dẫn nhỏ xíu gọi là một tiếp xúc điểm lượng tử (QPC) để đưa toàn bộ spin electron hướng theo cùng một chiều. Khi một electron phản xạ khỏi một thành rãnh, spin của nó chịu một mômen quay do một hiệu ứng gọi là ghép cặp spin-quỹ đạo (SO) – và khi nó phản xạ khỏi thành đối diện, nó sẽ chịu một mômen quay theo một hướng khác. Mômen quay thay đổi này có tần số được xác định bởi tốc độ electron bơm vào, góc bơm vào của chúng và bề rộng của rãnh.

Một từ trường ổn định được thiết đặt giữa hai bên rãnh, làm cho spin electron chao đảo giống như con quay xoay tròn xung quanh hướng của từ trường. Đội nghiên cứu nhận thấy khi tần số của mômen quay biến thiên và sự chao đảo đó đúng bằng nhau, thì spin bị lật hướng.

Đội nghiên cứu đặt tên cho hiệu ứng này là “cộng hưởng spin đạn pháo” vì các electron di chuyển qua rãnh giống như những viên đạn – và vì hiệu ứng đó giống như hiệu ứng cộng hưởng spin electron, trong đó mômen quay biến thiên do một từ trường biến thiên mang lại.

Tuy nhiên, có một vài thiếu sót cần được khắc phục trước khi sự cộng hưởng spin đạn pháo có thể được sử dụng trong các dụng cụ thực tế.

Các tạp chất là một vấn đề

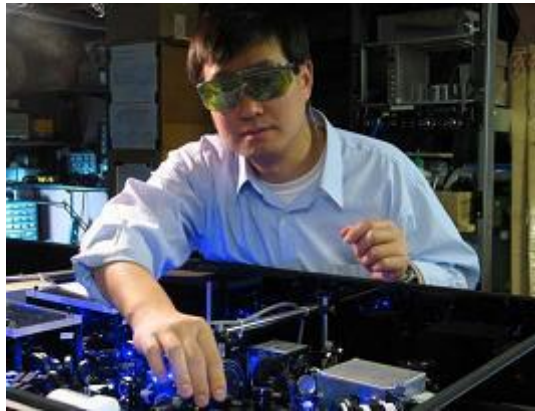
Một trở ngại là các electron có thể tán xạ khỏi các tạp chất trong rãnh mang lại các mômen quay ngẫu nhiên khác. Kết quả là quá trình đảo spin không còn mang tính kết hợp và spin electron không còn theo một định hướng đặc biệt nữa.

Một khó khăn nữa là các electron được bơm vào ở nhiều góc tới khác nhau, nghĩa là không phải tất cả các spin đều chịu tần số mômen quay biến thiên như nhau.

Những trở ngại này có thể khắc phục bằng cách sử dụng các chất bán dẫn với ít tạp chất hơn, và bằng cách làm chuẩn trực các electron bơm vào, theo lời các nhà nghiên cứu.

Các kết quả đã được công bố trên tạp san *Nature*.

Các nhà vật lí phân biệt được giữa những cái không thể phân biệt



Nhà vật lí NIST, Jun Ye, đang điều chỉnh cấu hình laser cho đồng hồ nguyên tử strontium trong phòng thí nghiệm của ông tại JILA (Ảnh: J. Burrus/NIST)

Thôi thúc bởi nghiên cứu của họ về việc chế tạo một trong những chiếc đồng hồ nguyên tử chính xác nhất thế giới từ các nguyên tử strontium-87, các nhà nghiên cứu ở Mỹ vừa phát hiện thấy các va chạm “bị cấm” có thể xảy ra giữa những nguyên tử này.

Nguyên tử strontium-87 thuộc về một lớp đối tượng gọi là fermion và tuân theo nền vật lí lượng tử; các fermion không thể đồng thời chiếm giữ cùng một trạng thái năng lượng và vị trí trong không gian. Vì thế, các fermion ở trong những trạng thái năng lượng y hệt nhau không thể va chạm nhau được. Va chạm làm nhiễu loạn các mức năng lượng nội tại của nguyên tử, và do đó những fermion như vậy phải có các mức năng lượng rất bền.

Tính chất này đã được Jun Ye và các cộng sự tại NIST và JILA khai thác hồi năm ngoái. Họ đã chế tạo một đồng hồ nguyên tử trên cơ sở khoảng 2000 nguyên tử strontium cực lạnh bị bẫy trong một mạng quang của các chùm laser hồng ngoại chồng chất. Các nguyên tử chìm ngập trong ánh sáng phát ra từ một laser đỏ nằm tách biệt ở tần số tương ứng với một chuyển mức nguyên tử ở strontium. Việc này làm cho ánh sáng “khóa vào” tần số chính xác của sự chuyển tiếp và vì thế nó dao động giữa các mức năng lượng, giống hệt như hoạt động tíc tắc của một cái đồng hồ.

Xuất hiện những sai lệch nhỏ xíu

Nhưng nay Ye và các cộng sự đã vừa trông thấy những sai lệch nhỏ xíu trong tần số của các tiếng tíc tắc đồng hồ gây ra bởi va chạm giữa các nguyên tử.

Các nhà nghiên cứu đã có thể đo được những tương tác nhỏ xíu này vì đồng hồ của họ cực kì chính xác (chính xác đến khoảng một phần trong 10^{16} , hoặc không thừa hay thiếu một giây nào trong hơn 200 triệu năm). Họ thực hiện việc này bằng cách kích thích sự chuyển tiếp giữa các trạng thái đồng hồ và đo sự dịch chuyển tần số của sự chuyển tiếp nguyên tử khi mật độ của các đoàn nguyên tử trong mạng quang biến thiên.

Chính xác hơn, đội của Ye đã đo sự dịch chuyển tần số là hàm của nhiệt độ, xác suất kích thích và sự sắp thẳng hàng của chùm laser khảo sát để nghiên cứu nguồn gốc của những tương tác này. Các nhà khoa học phát hiện thấy khi tương tác laser-nguyên tử mang lại một mức độ rất nhỏ của tính không đồng nhất, thì các fermion trước đây không thể phân biệt được trở nên hơi khác nhau một chút. Các fermion đó không còn giống hệt nhau nữa và các va chạm có thể xảy ra.

Không còn giống hệt nhau

Gretchen Campbell ở JILA giải thích rằng lúc bắt đầu phép đo, toàn bộ các nguyên tử ở trong cùng một trạng thái nguyên tử. Tuy nhiên, trong sự chuyển tiếp từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích, sử dụng một xung laser, các tương tác ánh sáng-nguyên tử không còn đồng đều trong toàn bộ mẫu nguyên tử. Điều này có nghĩa là các nguyên tử khác nhau bị kích thích ở những tốc độ hơi khác nhau một chút. Vì thế, những nguyên tử này không còn giống hệt nhau nữa.

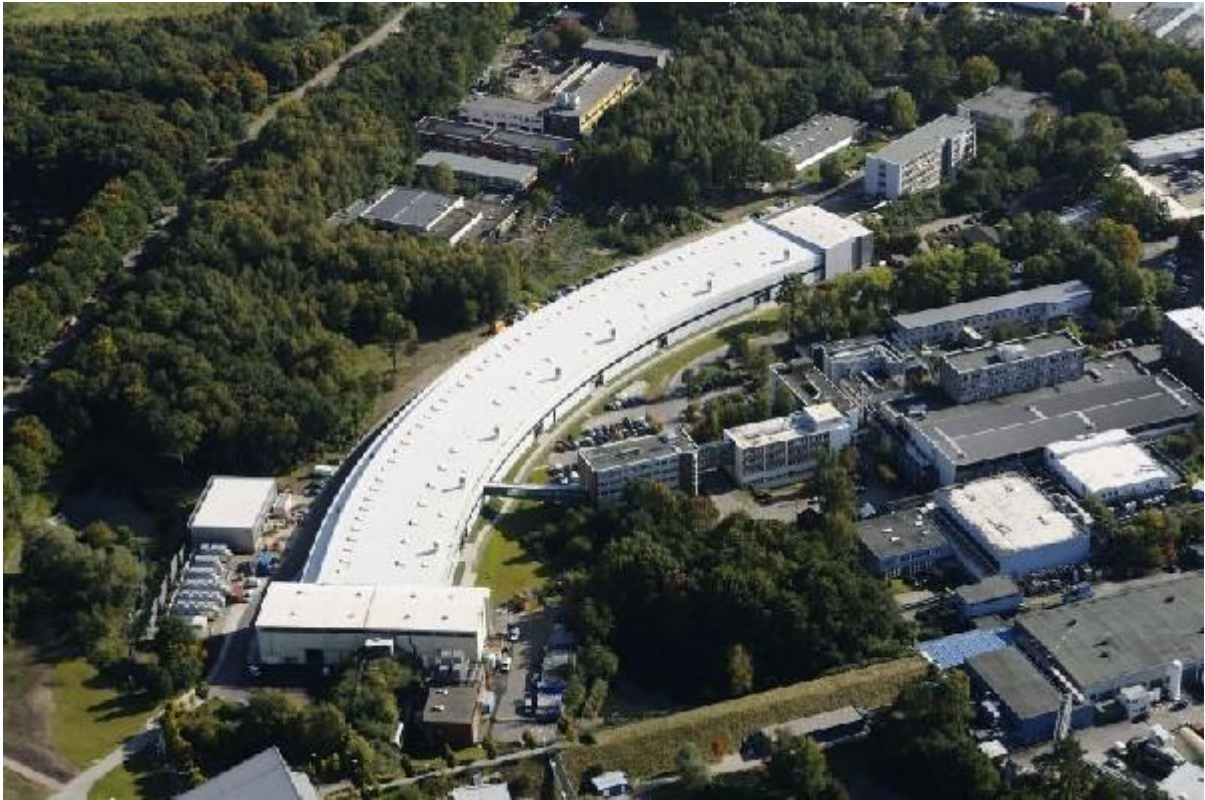
Xác suất các va chạm nguyên tử sẽ xảy ra tùy thuộc vào cách thức các nguyên tử trong đoàn nguyên tử bị kích thích. Thật vậy, đội JILA đã xác định thấy khi các nguyên tử bị kích thích đến gần nửa đường giữa trạng thái cơ bản và trạng thái kích thích, thì các dịch chuyển liên quan đến va chạm trong tần số đồng hồ giảm xuống không. Kỹ thuật đó cho phép đội nghiên cứu cải thiện độ chính xác của chiếc đồng hồ của họ thêm 50%, nên nó không chạy dư hoặc mất một giây nào trong hơn 300 năm triệu năm.

Ngoài việc cải tiến các đồng hồ nguyên tử, nghiên cứu còn giúp làm sáng tỏ cách thức các fermion tương tác, đó là hứng thú cơ bản, Campbell phát biểu với *physicsworld.com*.

Đội nghiên cứu hiện có kế hoạch giam giữ các nguyên tử strontium trong một mạng quang 3D, so với trong mạng quang chỉ một chiều. “Cơ chế cho phép va chạm có thể bị triệt tiêu mạnh trong mạng 3D”, Campbell nói.

Nghiên cứu được công bố trên tờ [Science](#).

Synchrotron lớn nhất thế giới đi vào hoạt động



Tia X phát ra từ PETRA sẽ được đưa vào 14 ống dẫn đặt trong một khu thực nghiệm 300m nối với vòng trữ, sẽ vận hành 30 thí nghiệm từ ngành sinh học cho đến vật lý vật chất hóa đặc.

Các nhà vật lý tại phòng nghiên cứu DESY ở Đức vừa gia tốc thành công chùm electron đầu tiên vào cái được xem là nguồn sáng tia X rực rỡ nhất của thế giới. Synchrotron PETRA- III trị giá 225 triệu bảng ở Hamburg sẽ cho phép các nhà nghiên cứu khảo sát các đối tượng ở thang nano mét như các chấm lượng tử và phân giải cấu trúc của protein. Các thí nghiệm người dùng đầu tiên sẽ bắt đầu hoạt động vào đầu năm 2010.

Synchrotron PETRA-III là nguồn sáng thế hệ thứ ba tạo ra những chùm tia X cường độ mạnh từ các electron đang quay tròn trong vòng trữ chu vi 2,3km của nó. Các electron được cho đi vào vòng sau khi đã được gia tốc lên 450 MeV trong một máy gia tốc thẳng và rồi bơm vào một máy gia tốc hạt, DORIS, làm tăng năng lượng của chúng lên 6 GeV.

Các electron trong vòng trữ PETRA phát ra tia X khi chúng đi qua các bộ “uốn sóng”, buộc electron đi theo một quỹ đạo hình sin. Tia X phát ra từ PETRA sẽ được đưa vào 14 đường dẫn trong một khu thực nghiệm 300m nối với vòng trữ, sẽ vận hành 30 thí nghiệm từ sinh học cho đến vật lý vật chất hóa đặc.

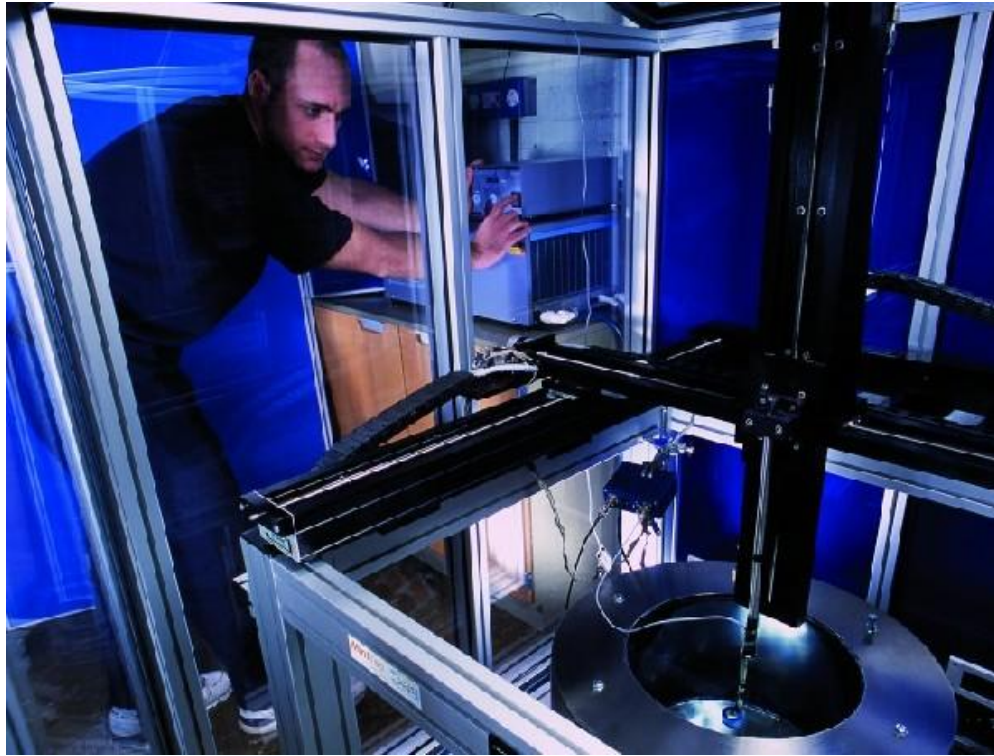
Với bước sóng trong ngưỡng từ 6,2nm đến 0,03nm, các tia X đó sẽ được các nhà nghiên cứu sử dụng để khảo sát cấu trúc và các tính chất của vật liệu. “PETRA sẽ tập trung

vào ngành khoa học tia X cứng, nhất là trong ngưỡng bước sóng 200 keV”, theo lời Edgar Weckert, giám đốc khoa học photon tại DESY.

PETRA-III cũng sẽ có thể tạo ra những chùm tia X với đường kính 1 nm thậm chí ở năng lượng electron cao như thế. “Đây là cái làm cho tổ hợp thiết bị thật sự độc đáo”, Weckert nói, “PETRA sẽ cho phép chúng ta phân giải cấu trúc của những đối tượng rất nhỏ”.

Vòng trữ của PETRA-III ban đầu được xây dựng vào năm 1978 dưới dạng một máy va chạm electron-positron, và vào năm 1979 các nhà nghiên cứu đã sử dụng nó để thu được bằng chứng trực tiếp đầu tiên cho gluon – hạt mang tương tác mạnh. Sau đó, vào năm 1990, PETRA đã được sử dụng làm máy gia tốc cho cỗ máy va chạm HERA chu vi 6,3km trước khi nó đóng cửa vào tháng 6 năm 2007. Việc nâng cấp đã bắt đầu không bao lâu sau đó.

Bọt vỡ trong bệnh viện



Bộ cảm biến mới có thể mang lại con số định lượng sự lau sạch của các thiết bị phẫu thuật.
Ảnh: National Physical Laboratory

Đi nằm viện thật chẳng vui vẻ gì và chắc chắn bạn chẳng muốn bị nhiễm trùng khi nằm dưới lưỡi dao mổ. Điều đó lí giải vì sao một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất mà các nhân viên y tế phải đối mặt là đảm bảo rằng thiết bị sử dụng trong phẫu thuật luôn hoàn toàn vô trùng. Mặc dù quá trình lau sạch, có sử dụng sóng siêu âm, đã được trau chuốt trong nhiều năm, nhưng các phương tiện kiểm tra tính hiệu quả chúng vẫn còn khá thô sơ.

Trong kĩ thuật lau sạch bằng siêu âm, người ta nhúng thiết bị phẫu thuật trong một chất lỏng tẩy uế và chiếu sóng âm cao tần đi qua hỗn hợp đó, làm cho các bọt nhỏ li ti trong chất lỏng vỡ tan – một hiện tượng gọi là sủi tăm. Lực tạo ra khi các bọt này co lại đủ để loại bỏ tạp uế bám trên bề mặt của chất liệu xung quanh. Biết rằng mỗi bọt vỡ dẫn tới những bọt mới, và có hơn 200.000 vị trí trong một thìa nước nơi đó bọt có thể xuất hiện, người ta tin rằng sự sủi tăm mang lại một cơ chế rất hiệu quả cho việc lau sạch.

Tuy nhiên, người ta chẳng có phương tiện nào định lượng sự sủi tăm, và do đó cách thay thế là đo tính hữu ích của sự co bọt một cách gián tiếp. Các phương tiện được ưa chuộng hiện nay là nhúng một lá nhôm vào trong chất lỏng đó và quan sát số lượng “vết mờ” gây ra bởi các bọt vỡ. Hạn chế chủ yếu với phương pháp này là nó chỉ mang tính chất định tính và nó thiếu tính lặp lại: nó không thể phân giải xác thực các vùng “nóng và lạnh” vốn là nơi sự sủi tăm (và do đó là hoạt động lau sạch) thay đổi trong chất lỏng.

Để khắc phục những hạn chế này, và để mang lại một số đo định lượng, các nhà nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm vật lý quốc gia (NPL) ở Anh vừa phát triển một bộ cảm biến có khả năng theo dõi lượng tã sùi bọt tạo ra trong các bình lau rửa. Các bộ cảm biến đó, có dạng hình trụ chế tạo từ một lớp mỏng chất liệu áp điện kẹp giữa các chất hấp thụ đặc biệt, được thiết kế để nằm yên trong chất lỏng và ghi lại tín hiệu “nhiều” cao tần, biến thiên theo không gian của bọt vỡ.

“Thỉnh thoảng có những trường hợp thiết bị y khoa có thể trở nên bị nhiễm trùng nhưng người ta có thể rất khó tìm ra nguyên nhân. Dụng cụ này, và khả năng nó mang lại là một bước phát triển hợp lý nhằm cải thiện việc ứng dụng sự lau sạch bằng siêu âm”, theo Mark Hodnett, một trong các nhà nghiên cứu tại NPL.

Đội nghiên cứu hiện có kế hoạch tiến hành thêm những thử nghiệm mới và sẽ đưa ra một thiết bị tham khảo mới cho sự sùi tã âm học tại NPL trong vòng vài tháng tới. “Chúng tôi đã bán nửa tá dụng cụ cho các nhà sản xuất thiết bị siêu âm cung cấp cho các bệnh viện, và hiện tại chúng tôi đang nhắm tới sản phẩm mang tính chất thương mại trọn vẹn”, Hodnett thêm.

Hạt nhân giàu neutron và thần kì kép đầu tiên

Một đội các nhà vật lý quốc tế vừa tìm thấy bằng chứng mạnh mẽ cho thấy sự tồn tại của một hạt nhân “thần kì kép” mới với một cấu hình neutron không bình thường. Hạt nhân oxygen-24 cũng là hạt nhân thần kì kép đầu tiên rất không bền đối với sự phân rã phóng xạ. Ngoài việc làm sáng tỏ thêm về cấu trúc của hạt nhân lạ, khám phá của đội còn giúp các nhà vật lý thu được sự hiểu biết tốt hơn về các môi trường giàu neutron như các sao neutron và sao siêu mới.

Các nhà vật lý từ lâu đã biết rằng proton và neutron trong hạt nhân chiếm giữ những orbital riêng biệt – theo cách y hệt như các electron thể hiện trong nguyên tử. Hạt nhân thần kì là những hạt nhân có đúng số lượng proton hay neutron cần thiết để lấp đầy một tập hợp cầu các orbital có liên quan gọi là “lớp vỏ”. Hạt nhân có số neutron hoặc proton thần kì được đặc trưng bởi một sự liên kết mạnh hơn, ổn định hơn, và do đó phong phú hơn trong tự nhiên. Trong hạt nhân thần kì kép, cả lớp vỏ proton và neutron đều được lấp đầy, làm cho sự liên kết còn mạnh hơn nữa.

Sự phong phú hạt nhân thần kì kép

“Nhờ các số thần kì kép mà các hạt nhân như oxygen và calcium mới phong phú để cho chúng ta có thể tồn tại trên trái đất”, Rituparna Kanungo, một thành viên của đội tại Đại học St Mary ở Halifax, California, giải thích. “Có rất ít hạt nhân thần kì kép trong tự nhiên, và chúng hình thành nên những điểm chuẩn cho mô hình lớp vỏ hạt nhân”, Kanungo nói thêm.

Số thần kì ở hạt nhân bền – có số proton và neutron bằng nhau và không chịu sự phân rã phóng xạ - được biết là 2, 8, 20, 28, 50, 82 và 126. Tuy nhiên, người ta chẳng biết bao nhiêu về số thần kì ở những hạt nhân không bền trong đó tỉ số neutron trên proton lớn hơn nhiều.

“Một trong những đối tượng khảo sát quan trọng nhất trong ngành vật lý hạt nhân hiện đại là xét xem những con số thần kì này có giữ nguyên không đổi trong những hạt nhân lạ không bền hay không”, Yuri Litvino, một thành viên khác của đội tại máy gia tốc GSI ở Darmstadt, Đức, giải thích.

Tìm kiếm đối xứng cầu

Để trả lời câu hỏi đó, Kanungo, Litvinov và các cộng sự của họ đã khảo sát xem các neutron trong oxygen-24, đồng vị liên kết cuối cùng của oxygen, đã sắp xếp như thế nào. Một chùm hạt nhân oxygen-24 được tạo ra tại máy gia tốc GSI bằng cách bắn hạt nhân calcium-48 vào một bia cố định. Cách này tạo ra khoảng chừng ba hạt nhân oxygen-24 trong mỗi giây, chúng được nhắm tới một bia carbon đặt ổn định khác.

Sự tán xạ thu được lấy mất một neutron, để lại hạt nhân oxygen-23, chúng đã được đội nghiên cứu phát hiện ra. Bằng cách đo sự phân bố động lượng của hạt nhân oxygen-23, đội đã suy luận ra đồng thời nơi neutron bị mất nằm trong oxygen-24 ban đầu và các orbital

được sắp xếp như thế nào bên trong hạt nhân. Các kết quả xác nhận sắp xếp có tính đối xứng cầu – một dấu hiệu xác nhận của hạt nhân thần kì kép.

Thành quả này khiến oxygen-24 trở thành hạt nhân thần kì kép đầu tiên có một số thần kì bình thường (8 proton) và một số thần kì không bình thường (16 neutron). Nó cũng là hạt nhân thần kì kép đầu tiên được xác lập đối với một đồng vị không bền.

Tìm hiểu bụi sao

Theo Litvinov, các kết quả đó hỗ trợ cho kiến thức của chúng ta về các lực hạt nhân và thiên vật lý vật lý học hạt nhân, nơi mà sự tiến triển của lớp vỏ ngoài có thể tác động ngoạn mục lên sự tổng hợp hạt nhân sao. Đặc biệt, việc tìm hiểu cấu trúc lớp vỏ có thể giúp các nhà vật lý phát triển các mô hình và tìm hiểu những hạt nhân nặng hơn.

“Các hạt nhân như oxygen-24 có thể tồn tại trong những vật thể vũ trụ giàu neutron như lớp vỏ sao neutron”, Kanungo nói. “Nỗ lực chung toàn cầu của chúng ta nhằm tìm hiểu nền vật lý ẩn sau các thái cực của vũ trụ của chúng ta đang mang nhiều mẫu ghép của trò chơi ghép hình lại với nhau một cách từ từ”.

Các nhà vật lý hạt nhân khác thì hoan nghênh kết quả nghiên cứu đó. “Đây là một xác nhận đẹp và rất thích đáng của những kết quả khác, ví dụ như phép đo trạng thái kích thích 2+ đầu tiên của oxygen-24, đó cũng là bằng chứng mạnh mẽ cho sự tồn tại của khe trống lớp vỏ”, theo Michael Thoennessen tại Phòng thí nghiệm Cyclotron Siêu dẫn ở Michigan, Mỹ.

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

Vật chất tối có thể phát sinh tự nhiên từ sự hấp dẫn lượng tử

Một nhà vật lý ở Mỹ vừa tính ra được rằng vật chất tối – thực thể chưa biết cấu thành nên phần lớn vật chất trong vũ trụ - có thể phát sinh trong một lý thuyết lượng tử đã khái quát hóa đơn giản của sự hấp dẫn.

Một trong những bài toán tồn tại lâu dài nhất của vật lý hiện đại là các lý thuyết hấp dẫn và cơ học lượng tử không dễ gì hòa hợp với nhau. Trong hơn 90 năm qua, lý thuyết tương đối rộng của Einstein đã làm tốt công việc mô tả sự hấp dẫn ở những quy mô chiều kích lớn, những nó gặp trục trặc đối với những thứ rất nhỏ, nơi cơ học lượng tử chiếm ưu thế. Vấn đề một phần là do thực tế cơ học lượng tử tiên đoán sự tồn tại của các hạt “ảo” phù du, mà xét trong các phương trình Einstein, chúng làm phát sinh các giá trị vô hạn khó xử lý.

Vì thế, đa số các nhà vật lý tin rằng chúng ta cần có một lý thuyết lượng tử của hấp dẫn. Một cách cơ bản khảo sát ý tưởng này là tìm kiếm một “lý thuyết trường hiệu lực” mô tả lực hấp dẫn dưới dạng một chuỗi đã được xác định rõ. Trong sự hấp dẫn Einstein, chuỗi đó sẽ chỉ có một số hạng: một hàm tuyến tính của R , độ cong của không-thời gian. Tuy nhiên, để xử lý các vấn đề lượng tử, thì những số hạng khác có thể được thêm vào chuỗi, chẳng hạn như hàm R^2 . Những số hạng bậc cao này chứa những thông số khác, và đối với R^2 một trong những thông số đó là m^2 , trong đó m là khối lượng của một hạt hay trường vô hướng mới.

Một tác dụng phụ có thể có của việc đưa thêm những số hạng mới là lý thuyết đó có thể tạo ra những hiệu ứng hấp dẫn mà các thí nghiệm sẵn sàng chỉ ra được. Cho nên các nhà lý thuyết thường giữ m lớn sao cho tất cả những hiệu ứng mới bị ẩn mất cho đến khi dưới cái gọi là chiều dài Planck (khoảng 10^{-35} m), nơi lý thuyết hấp dẫn của Einstein sụp đổ. Tuy nhiên, nay Jose Cembranos thuộc trường Đại học Minnesota ở Mỹ, vừa nhận thấy khi ông cho m nhẹ hơn nhiều, thì hạt đó có thể giải thích cho vật chất tối. Hạt đó có thể nhận dạng là một graviton mới, và sẽ hoạt động ở chiều dài khoảng 0,1 mm hoặc ngắn hơn.

Trước nay chẳng ai biết vật chất tối là cái gì, mặc dù các giải thích cho nó thường đưa ra dưới dạng các hạt giả định hoặc trong các phiên bản cải tiến của sự hấp dẫn. Cembranos phát biểu với physicsworld.com rằng nghiên cứu của ông thật quan trọng vì “nó giúp mang lại một khái niệm tổng quát của cái có thể là dấu hiệu hoặc quan sát nếu như vật chất tối có kết quả đến sự hoàn thành lượng tử của tương tác hấp dẫn”.

“Tôi nghĩ mô hình $R + R^2$ là một thí dụ lý thú khác nữa của sự giống nhau và khác nhau của sự hấp dẫn cải tiến với vật chất tối ‘thật sự’, theo lời HongSheng Zhao tại trường Đại học St. Andrews ở Anh. “Tôi khá nhất trí rằng nó có thể xem là một trường vô hướng, nó có thể co cụm. Những cụm như vậy có thể bẻ cong quỹ đạo của các ngôi sao kiểu như vật chất tối thật sự, nhưng không rõ chúng có bẻ cong ánh sáng như vật chất tối thật sự hay không”.

Tuy nhiên, Nemanja Kaloper, một nhà vật lý trường Đại học California ở Davis, người nghiên cứu các lý thuyết hấp dẫn khác, nói rằng ông không hứng thú lắm với nghiên cứu của Cembranos. Ông xem phương pháp lý thuyết trường hiệu lực do Cembranos thực hiện là sự hấp dẫn Einstein bình thường với một trường vô hướng nữa giải thích cho vật chất

tôi chỉ bằng cách điều chỉnh tốt. “Tất cả việc này có thể tiến hành mà không cần đề cập tới sự hấp dẫn $f(R)$ ”, ông nói thêm. “Không cần gì cả, và thật ra việc đưa ra nó làm cho câu chuyện kém mang tính dự báo đi vì thông số đó xác định khối lượng vô hướng là không tính được nhưng rất nhạy với phân tử ngoại của lý thuyết”.

Nghiên cứu được công bố trên tờ [*Physical Review Letters*](#)

Chất ô nhiễm dạng hạt làm giảm lượng carbon dioxide

Hàm lượng đang giảm của chất ô nhiễm aerosol có thể khiến người ta khó kiểm chế tổng lượng CO₂ trong khí quyển hơn. Đó là kết luận của các nhà nghiên cứu khí hậu ở Anh và Thụy Sĩ, họ vừa tìm thấy rằng chất gây ô nhiễm ở dạng hạt aerosol mang lại sự tăng mạnh cho sự quang hợp của cây xanh.

Những lượng lớn aerosol trước đây đã được người ta liên hệ với một chu kì “mờ đi toàn cầu” từ thập niên 1950 đến thập niên 1980, khi lượng ánh sáng mặt trời khả kiến đi tới bề mặt Trái đất phần nào bị giảm đi.



Tuy nhiên, nghiên cứu mới cho thấy cũng trong thời kì đó, các aerosol đang làm khuếch tán rất nhiều ánh sáng mặt trời vào những khu vực bóng râm của thảm thực vật. Kết quả, trái với các mô hình khí hậu hiện nay, là có nhiều cây xanh hơn có thể hấp thụ CO₂ qua sự quang hợp và vì thế làm tăng kích cỡ bể carbon mặt đất lên gần như một phần tư.

Nghiên cứu ngụ ý rằng nếu như hàm lượng các chất ô nhiễm aerosol tiếp tục suy giảm, thì sự hấp thụ CO₂ cũng sẽ giảm theo. “Điều này có nghĩa là chúng ta sẽ phải cắt giảm sự phát khí thải [CO₂] nhiều hơn so với chúng ta nghĩ”, theo lời nhà lãnh đạo nhóm nghiên cứu Lina Mercado thuộc Trung tâm Sinh thái học và Thủy học của Anh quốc.

Ít mờ hơn, ít quang hợp hơn

Sự mờ đi toàn cầu của giữa cho đến cuối thế kỉ vừa qua chỉ trở nên nhận thấy được cách nay vài năm trước. Nó xảy ra chủ yếu ở khu vực đô thị và công nghiệp hóa, cho thấy nguyên nhân chủ yếu của nó là sự phát thải các hạt aerosol sulphate, nhất là từ sự đốt cháy không hạn chế than đá chứa sulphure trong thập niên 1960 và 1970. Đây là vì đa số aerosol làm tán xạ ánh sáng trở lại vào trong không gian, hoặc từ bản thân chúng hoặc bằng cách duy trì các đám mây, và do đó làm giảm tổng lượng ánh sáng mặt trời và nhiệt trên bề mặt Trái đất.

Nhưng aerosol cũng làm cho bầu khí quyển mù sương bởi chúng làm khuếch tán ánh sáng đến từ Mặt trời, và đây là hiệu ứng mà nhóm của Mercado hiện nghiên cứu. Họ đã cải tiến một phần của một mô hình khí hậu do Trung tâm Hadley thuộc Sở Cảnh sát London, nước Anh, sử dụng để đưa thêm vào cả bức xạ trực tiếp và bức xạ khuếch tán đối với sự

quang hợp trong những khu vực bóng râm và những khu vực ngập nắng. Sau đó, họ đã kiểm tra mô hình đó bằng những quan sát thực hiện ở những khu rừng nhiệt đới, lá rộng và lá kim.

Mô hình cải tiến cho thấy, giữa năm 1960 và 1999, sự quang hợp từ ánh sáng khuếch tán đã làm tăng bể carbon mặt đất toàn cầu lên thêm 23,7%. Kết quả chung, cho phép tổng lượng bức xạ giảm trong khoảng thời gian đó, là bể carbon tăng lên khoảng 10%.

Lianhong Gu, một nhà khoa học môi trường tại Phòng thí nghiệm quốc gia Oak Ridge ở Mỹ, phát biểu rằng ông không xem các kết quả của nhóm nghiên cứu trên là có sức thuyết phục vì các mô hình máy tính của các đám mây và aerosol trên quy mô toàn cầu có xu hướng bị sai số lớn.

Tuy nhiên, ông thật sự nghĩ nó là một nghiên cứu quan trọng. “Nó nhắm tới sự phức tạp của các động lực chi phối chu kì carbon địa cầu. Nó cho thấy hai nhân tố khó xác định nhất trong việc dự đoán sự thay đổi khí hậu – các đám mây và aerosol – còn mơ hồ hơn nhiều so với chúng ta nghĩ. [Và] nó cho thấy các kịch bản làm dịu khí hậu phải được đánh giá từ quan điểm hệ Trái đất”, ông nói.

Cắt giảm là cần thiết

Nghiên cứu trên có khả năng làm phát sinh những câu hỏi về việc làm thế nào xử lý tốt nhất sự biến đổi khí hậu. Nhiều chính phủ đã nhận thấy tương đối dễ dàng là cắt giảm sự phát thải aerosol – trái với sự phát thải khí nhà kính – vì lợi ích môi trường, nhưng cho đến nay các mô hình khí hậu chỉ xét đến hiệu ứng tiêu cực mà aerosol tác động lên bể carbon mặt đất.

Mặc dù nhóm của Mercado không có khả năng nói rõ bao nhiêu thiếu hụt aerosol sẽ ảnh hưởng đến tổng hàm lượng CO₂ trong tương lai, nhưng họ thật sự lưu ý rằng “các cắt giảm sẽ là cần thiết” để làm ổn định hàm lượng ở mức 450 phần triệu – ngưỡng giá trị mà trên đó nhiều nhà khí hậu học nghĩ nó có thể có những hệ quả gay gắt.

Quay lại với địa kĩ thuật ?

Nghiên cứu trên cũng mang các đề xuất “địa kĩ thuật” nhất định trở lại cuộc tranh luận khoa học sôi nổi. Một trong những đề xuất dai dẳng nhất là những lượng nhỏ aerosol có thể được đưa một cách có chủ đích vào trong bầu khí quyển, theo kiểu giống như sự phun trào của núi lửa Pinatubo hồi năm 1991 đã ném tung lên những đám mây sulphate khổng lồ và làm giảm nhiệt độ toàn cầu đi chừng nửa độ. Nhưng có những tác dụng phụ khác, ví dụ như thực tế thì aerosol mang lại bề mặt mà trên đó ozone tầng bình lưu có thể bị phân hủy.

Peter Cox, một nhà mô phỏng khí hậu tại Đại học Exeter và là đồng tác giả của nghiên cứu trên, không khuyến cáo đưa thêm aerosol vào khí quyển. Tuy nhiên, ông nói hiện chẳng có lí do gì để cho rằng sự phát triển câu xanh và những cánh đồng hoa màu sẽ giảm sút như một lập luận chống lại đề xuất đó trước đây. “Nếu anh đưa aerosol vào bầu khí quyển, thì chỉ ít mối quan ngại đặc biệt này – tức là những cánh đồng hoa màu sẽ giảm sút – chẳng

là cái gì đó lo ngại hết. Thật ra, nó là một hiệu ứng tích cực chứ không phải tiêu cực”. Các kết quả được công bố trên tờ *Nature*.

Kim loại gia cố sức bền cho tơ nhện



Tơ được thu gom từ một con nhện *Araneus* giống như con này (Ảnh: Seung-Mo Lee, MPI Halle)

Tơ của loài nhện còn dai hơn cả thép – nhưng các nhà vật lí ở Đức vừa nhận thấy người ta còn có thể làm cho nó bền hơn nữa bằng cách cho thêm vào những lượng nhỏ kim loại. Khám phá này có thể giúp các nhà nghiên cứu tìm hiểu nguyên do vì sao một số cấu trúc sinh học chứa kim loại – như quai hàm và kim châm của sâu bọ - lại bền như vậy. Nó có thể đưa đến những quá trình mới cho việc sản xuất các chất liệu tự nhiên và nhân tạo dai hơn nữa.

Tơ nhện là một chất liệu polymer cấu thành từ những tấm protein kết tinh mỏng liên kết với nhau bằng những lớp amino acid vô định hình. Các loài nhện tạo nên nhiều loại tơ khác nhau, nhưng Mato Knez và các cộng sự tại Viện Vật lý Vi Cấu trúc Max Planck và trường Đại học Martin Luther (cả hai đều ở Halle) đã nghiên cứu loại tơ nhện “dây kéo”. Đây là một chất không bám dính mà các con nhện sử dụng để gia cố mạng của chúng và treo lên.

Đội nghiên cứu đã bắt đầu bằng cách khai thác tơ từ một con nhện sống mà họ bắt được trong một khu vườn gần đó. Những sợi tơ ngắn sau đó được gắn vào một cái kẹp giấy và sấy khô trong buồng chân không mà các nhà nghiên cứu thường sử dụng cho các thí nghiệm lắng đọng phân lớp nguyên tử.

Các sợi tơ sau đó được phơi ra trước hơi kim loại sau đó là hơi nước, với quá trình đó lặp lại khoảng chừng 100 lần. Giữa mỗi chu trình, các nhà nghiên cứu giặt mạnh lên một số sợi tơ, đo lực căng và sức căng cho đến khi chúng bị đứt. Dữ liệu lực căng và sức căng sau đó được sử dụng để suy luận ra độ bền của sợi tơ.

Dai hơn tám lần

Thí nghiệm được lặp lại, sử dụng hơi chứa ba kim loại khác nhau – diethyl-kẽm; trimethyl-nhôm; và titanium isopropoxide. Đội nghiên cứu nhận thấy tơ sợi được xử lý kim loại có thể dai gấp tám lần vật liệu chưa xử lý – với titanium dường như có hiệu ứng lớn nhất.

Knez và các cộng sự đã tiến hành các nghiên cứu tia X và cộng hưởng từ hạt nhân của tơ sợi đã xử lý nhằm tìm hiểu xem các kim loại được hấp thụ nằm ở đâu và tại sao chúng làm cho chất dai hơn. Trong mỗi trường hợp, họ nhận thấy kim loại đã di trú vào trong khối chất của sợi tơ.

“Chúng ta giả sử rằng kim loại, sau khi thâm nhập vào sợi tơ, liên kết với protein bằng liên kết kim loại hoặc liên kết cộng hóa trị”, Knez giải thích. Đội nghiên cứu cũng nhận thấy các tinh thể protein co kích cỡ lại sau khi có sự thâm nhập, còn các vùng vô định hình thì phình to hơn, cái Knez tin rằng còn có thể liên quan đến sự dai hóa. Tuy nhiên, ông nói một nghiên cứu sâu hơn là cần thiết để tìm hiểu những quá trình này và chỉ ra chi tiết hơn quá trình dai hóa.

Tơ dệt kiểu thâm nhập

Đội nghiên cứu tin rằng kỹ thuật xử lý của họ, mà họ đặt tên là sự thâm nhập pha hơi dạng xung bội (MPI), có thể sử dụng để làm dai hóa các chất liệu sinh học khác như tơ tằm dùng trong ngành dệt. “Kỹ thuật còn có thể hoạt động với các chất liệu nhân tạo”, ông thêm.

Các nhà nghiên cứu vừa cho biết collagen tìm thấy trong vỏ trứng có thể làm dai hóa bằng cách sử dụng MPI – nhưng hiện nay thì chưa nhiều được như tơ nhện. Hiện họ đang thực hiện các nghiên cứu tương tự trên các chất liệu sinh học khác và các polymer.

Nghiên cứu được công bố trên tờ Science.

Kính thiên văn săn lùng những vụ nổ vũ trụ



Tầm nhìn kép: Kính thiên văn MAGIC-II sẽ tìm kiếm tia gamma phát ra từ các thiên thể xa xôi.
(Ảnh: Robert Wagner, Viện Vật lý Max Planck)

Một chiếc kính thiên văn trên quần đảo Canary được thiết kế để nghiên cứu những sự kiện dữ dội nhất trong vũ trụ sắp sửa chứng kiến “ánh sáng đầu tiên” của nó tại lễ khánh thành hôm 25/4. Được xây dựng ở độ cao 2200m trên ngọn núi lửa Taburiente, chiếc Kính thiên văn Ghi ảnh Tia gamma Khí quyển chính thứ hai (MAGIC-II) nằm ở địa điểm cách kẻ tiền bối MAGIC-I của nó 85 km. Một chương trình khoa học đặc biệt về nghiên cứu của kính thiên văn đó cũng đã diễn ra vào cuối hôm 24/4.

MAGIC-II có thể phát hiện ra ánh sáng phát sinh khi tia gamma với năng lượng khoảng 25 GeV tương tác với bầu khí quyển của Trái đất. Mang tên là bức xạ Cherenkov, những lóe sáng màu xanh này xảy ra khi một hạt tích điện truyền đi nhanh hơn tốc độ ánh sáng trong môi trường của nó. Nghiên cứu bức xạ này cho phép các nhà vật lý phát hiện ra các nguồn tia gamma do các thiên thể phát ra và do đó định vị được chúng trong không gian.

MAGIC-II sẽ hoạt động đồng hành với MAGIC-I – cả hai đều có gương đường kính 17, - nhưng sự kết hợp hai chiếc kính thiên văn sẽ nhạy hơn ba lần so với một mình MAGIC-I. Khi một vệ tinh như Kính thiên văn Vũ trụ Tia gamma Fermi của NASA phát hiện ra một vụ bùng phát tia gamma, thì nó sẽ cảnh báo cho một hệ thống trên mặt đất để các kính thiên văn có thể hướng đến sự phát xạ đó và nghiên cứu bức xạ tàn dư Cherenkov.



MAGIC-II sẽ mang lại một sự tái dựng 3D của những trận mưa thứ cấp tạo ra bởi các tia gamma trong khí quyển (Ảnh: Robert Wagner, Viện Vật lý Max Planck)

“Ngoài việc là hệ thống lớn nhất thế giới thuộc loại này, MAGIC-I và MAGIC-II còn có thể quay trong vòng 40s về phía hướng phát xạ”, theo lời Masahiro Teshima, phát ngôn viên cho MAGIC-II và là giám đốc tại Viện Vật lý Max Planck ở Munich, Đức.

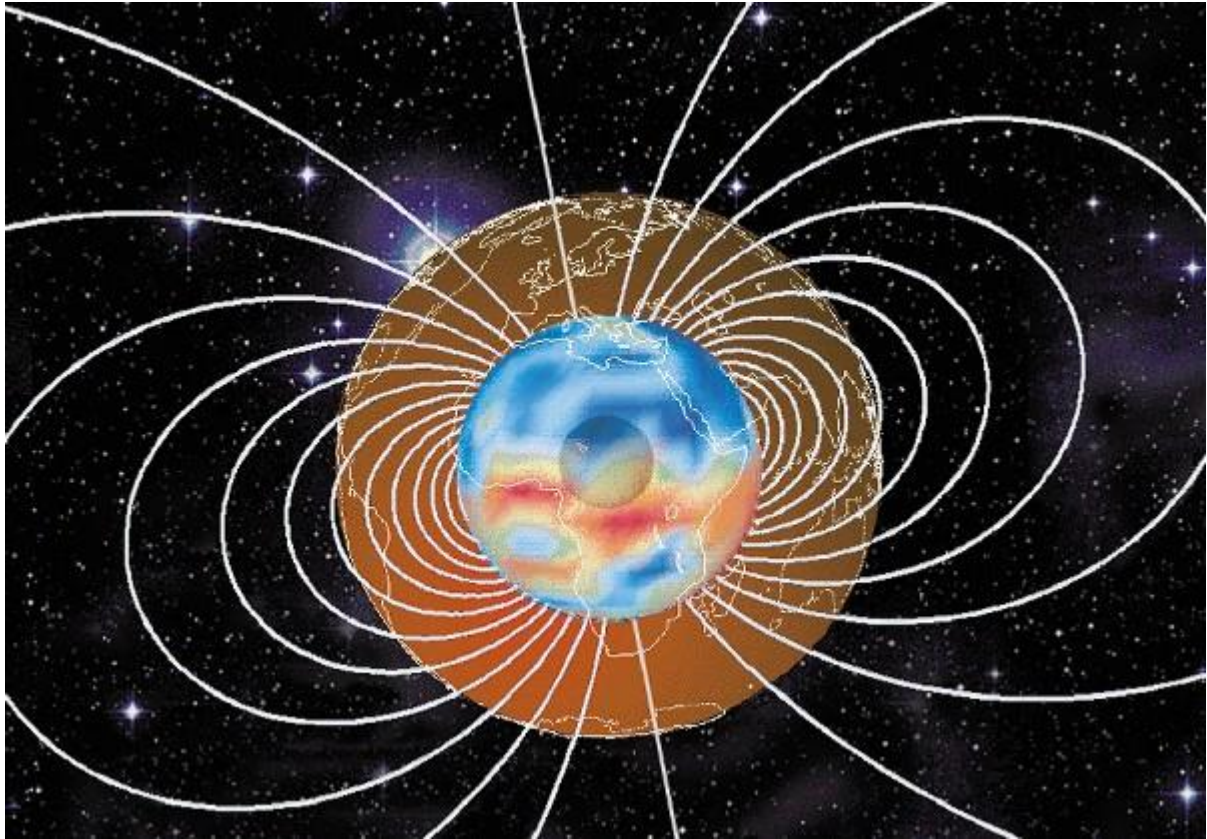
Tập trung vào nghệ thuật tối

MAGIC-I đã thu được những kết quả quan trọng trong ngành vật lý năng lượng cao, ví dụ như khám phá ra các tia gamma năng lượng cao phát ra từ quasar 3C279, cho thấy vũ trụ trogn suốt đối với các photon năng lượng cao hơn là so với mong đợi. Nhưng một lợi thế quan trọng của MAGIC-II, Teshima giải thích, là hệ thống sẽ mang lại một sự tái dựng 3D của những trận mưa thứ cấp tạo ra bởi các tia gamma trong khí quyển. Điều này sẽ cải thiện tỉ số tín-hiệu-trên-nền-nhiều trong việc quan sát các tia gamma và cho phép phát hiện ra các nguồn phát yếu hơn.

Vì ngưỡng năng lượng của thiết bị trong việc dò tìm tia gamma thấp hơn vài lần so với kẻ cạnh tranh của nó – hệ thống Lập thể Năng lượng cao (HESS) ở Namibia và Hệ thống Kính thiên văn Ghi ảnh Bức xạ Năng lượng rất cao (VERITAS) ở Nam Arizona, Mỹ – các nhà vật lý cho rằng nó sẽ đem lại những khám phá quan trọng trong ngưỡng này. “Đóng góp lớn nhất có thể đến ở dạng khám phá ra các nguồn phát ở mức năng lượng dưới 100 GeV và khả năng tuyệt vời của thiết bị đối với sự tiếp diễn nhanh chóng của những đợt bùng phát tia gamma có thể đưa đến những đột phá bất ngờ”, theo René Ong, phát ngôn viên VERITAS.

Khoảng 150 nhà khoa học đang trông đợi sử dụng MAGIC-II, phần nhiều trong số họ đang làm việc ở 9 quốc gia đã tài trợ cho chiếc kính, trong đó có Đức, Tây Ban Nha và Anh. Những kết quả đầu tiên được trông đợi vào đầu mùa hè tới.

Điều vũ đa cực từ có thể đảo lộn từ trường của Trái đất



Các nhà địa vật lí ở Pháp đang đề xuất một cách nhìn đơn giản hóa của từ trường Trái đất, trong đó sự đảo từ là một đặc điểm nội tại của hệ thống từ.

Các nhà nghiên cứu ở Pháp vừa phát triển một mô hình mới của từ trường Trái đất bao hàm một cách giải thích đơn giản tại sao nó đã bị đảo hướng nhiều lần trong lịch sử Trái đất.

Đa số các nhà địa vật lí đều đồng ý rằng thành phần chính của từ trường của Trái đất được phát sinh bởi những dòng đối lưu trong lớp sắt tan chảy trong lõi của hành tinh. Trường lưỡng cực này – cái xác định các cực từ của Trái đất – đã bị đảo hướng phân cực hàng chục ngàn lần trong quá khứ. Chúng ta biết được điều này vì những sắp xếp trường thời cổ địa “bị đông” vào đất đá, vì các hạt từ tính sắp thẳng hàng với các đường sức từ.

Những lí thuyết khác nhau đã được đặt ra nhằm giải thích cơ chế đảo lộn đó nhưng chúng thường quá phức tạp, trong đó các biến đổi ngẫu nhiên của dòng chảy trong nhân lỏng là ngòi kích hoạt chủ yếu.

Cuộc gặp gỡ của các nam châm

Nay, một đội nghiên cứu đứng đầu là Francois Pétrélis ở trường École Normale Supérieure đã làm đơn giản hóa vấn đề bằng cách bắt từ trường của Trái đất phải tuân theo một tập hợp những phương trình cơ bản, cho thấy sự phù hợp mạnh mẽ với các tiên đoán của các mô hình phức tạp hơn. Họ tiến hành công việc này bằng cách tập trung vào sự tác động qua lại giữa các thành phần lưỡng cực và tứ cực của trường.

“Chúng tôi đang đề xuất rằng những sự đảo từ đó là do sự cạnh tranh giữa mode lưỡng cực và một mode dynamo thứ hai, không bền”, Petrelis nói.

Một lần đảo hướng địa từ trường mất khoảng 10.000 năm – một khoảng thời gian rất ngắn trong thang thời gian địa chất – trong suốt thời gian đó, trường giảm xuống gần 10% cường độ bình thường của nó. Trong các mô hình trước đây, các thăng giáng trong dòng chảy của sắt lỏng “làm tắt” thành phần lưỡng cực chính và do đó tái sinh nó trở lại với trạng thái phân cực ngược lại.

Điệu vũ salsa trong lòng đất

Trong đề xuất mới này, không phải dòng chảy hỗn độn mà là một trường thứ hai gọi là “tứ cực” đã chi phối sự đảo hướng. Đưa đến sự đảo hướng của các cực, trường lưỡng cực đó giảm đi về cường độ khi trường tứ cực tăng cường độ. Một khi thành phần lưỡng cực bị triệt hạ, nó có thể bắt đầu phát triển trở lại, khi tứ cực lúc này giảm cường độ xuống.

“Đây là một cn – giống như một số nghiên cứu khác – theo tinh thần thay thế một hệ vật lý rất phức tạp bởi một hệ phương trình thấp chiều đơn giản hóa hơn nhiều lần”, theo Ulrich Christensen, một nhà địa vật lý tại Viện Nghiên cứu Hệ Mặt trời Max Planck ở Đức.

Petrelis phát biểu với *physicsworld.com* rằng các phép đo trực tiếp của từ trường Trái đất cho thấy chúng ta sẽ không chứng kiến một sự đảo từ nào diễn ra sớm trong thời gian tới.

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

Máy gia tốc hướng tới sản xuất đồng vị y khoa



TRIUMF và MDS Nordion muốn chế tạo molybdenum-99 bằng máy gia tốc (Ảnh: Hossain Khan).

Phòng thí nghiệm máy gia tốc TRIUMF của Canada đang hợp tác với nhà cung cấp đồng vị y khoa MDS Nordion nghiên cứu tính khả thi của việc sản xuất molybdenum-99 trong một máy gia tốc thẳng – thay vì trong các lò phản ứng hạt nhân như hiện nay đang làm.

TRIUMF, đặt tại Vancouver, và MDS Nordion trụ ở Ottawa, cũng công bố vào hôm 28/4 rằng họ sẽ thực hiện một kế hoạch nhằm thương mại hóa việc sản xuất đồng vị trên cơ sở máy gia tốc – các đồng vị được sử dụng trong khoảng 80% phép kiểm nghiệm chẩn đoán y khoa hạt nhân trên toàn thế giới.

Thông cáo đó xuất hiện giữa lúc mối e ngại đang tăng dần về tuổi, tính an toàn và tính xác thực của các lò phản ứng sản xuất molybdenum-99 sau một loạt trục trặc kỹ thuật đã công khai rộng rãi trước công chúng và các nhà máy điện hạt nhân đóng cửa không theo lịch trình. Các lò phản ứng mới cấp thiết phải ngăn chặn sự thiếu hụt molybdenum-99 trong tương lai – nhưng việc đạt được sự ủng hộ tài chính, chính trị cho những kế hoạch như vậy tỏ ra chẳng dễ dàng gì.

Chùm photon cường độ mạnh

Tuy nhiên, hồi tháng 11/2008, TRIUMF – cùng với trường Đại học British Columbia, và công ti Advanced Applied Physics Solutions (AAPS) – đã công bố một bản báo cáo cho rằng lò phản ứng có thể là không cần thiết. Thay vào đó, các nhà nghiên cứu đã đề xuất việc chiếu một chùm photon cường độ cao – phát ra bởi một máy gia tốc electron thẳng – vào bia uranium để tạo ra molybdenum-99.

Mặc dù quá trình xử lý trên máy gia tốc sẽ cần nhiều điện năng để hoạt động hơn so với một thiết bị dựa trên lò phản ứng, nhưng tiện lợi là ở chỗ người ta có thể ngừng và khởi động lại việc sản xuất đồng vị theo nhu cầu, điều đó không thể thu được với một lò phản ứng hạt nhân.

Một tiện lợi nữa của kỹ thuật mới là có thể sử dụng bia uranium tự nhiên – trong khi phương pháp lò phản ứng yêu cầu bia uranium đã làm giàu cao khó vận chuyển và xử lý.

Việc xây dựng bắt đầu vào năm tới

Việc xây dựng một thiết bị như vậy tại TRIUMF đã được lên lịch trình khởi động vào năm 2010 với các kiểm nghiệm dự kiến vào năm 2013.

MDS Nordion và TRIUMF còn hợp tác sản xuất các đồng vị y khoa khác sử dụng máy gia tốc cyclotron.

Áo choàng tàng hình tiên vào ngưỡng quang học

Hai nhóm nhà vật lý độc lập nhau khẳng định đã chứng minh được áo choàng tàng hình hoạt động đối với ánh sáng ở các bước sóng quang học.

Cho đến nay, các nhà nghiên cứu chỉ mới có thể tạo ra những chiếc áo choàng tàng hình đối với phần vi sóng của quang phổ. Nhưng hồi tuần rồi, Michel Lipson và các cộng sự tại trường Đại học Cornell đã đăng tải một bản thảo lên *arXiv* trong đó họ mô tả sự minh chứng đầu tiên của một áo choàng có thể che giấu các vật khỏi ánh sáng trong vùng hồng ngoại gần cho đến cận đỏ. Ngay hôm sau đó, Xiang Zhang và các cộng sự tại trường Đại học California ở Berkeley cũng đăng tải một bản thảo trong đó họ mô tả một chiếc áo choàng chỉ hoạt động trong ngưỡng hồng ngoại gần.

Mặc dù nhóm của Lipson đã gửi đăng bản thảo cho tờ *Nature Photonics* và đang chờ đánh giá ngang hàng, nhưng nghiên cứu của nhóm Zhang sẽ sớm được đăng tải trên tờ *Nature Materials*.

Tiến bộ nhanh chóng

Áo choàng tàng hình lần đầu tiên được một nhóm tại trường Đại học Duke ở Mỹ chứng minh hồi năm 2006. Nó dựa trên một siêu chất liệu – một chất liệu nhân tạo có những tính chất điện từ kì lạ - có thể làm cho ánh sáng đi cong xung quanh một vật 2D giống như nước chảy vòng quanh một tảng đá.

Nhưng chiếc áo choàng đó chỉ hoạt động trên một ngưỡng hẹp bước sóng vi ba, và nó mới hồi đầu năm nay, cũng nhóm nghiên cứu đó đã vượt qua được hạn chế này với một phiên bản băng rộng.

Dựa trên một thiết kế của John Pendry ở Imperial College, London, cái gọi là tấm thảm choàng sử dụng một nguyên lý khác nhờ đó một tấm dẫn đặc biệt dường như san phẳng chỗ lồi của một vật che giấu bên dưới. Nó hoạt động bằng cách phản xạ ánh sáng theo kiểu sao cho nó triệt tiêu hết sự bóp mép do mặt cong gây ra, do đó mang lại ảo giác của một gương phẳng.

Các nhóm Cornell và Berkeley đều khẳng định đã cải thiện loại áo choàng này bằng cách chế tạo các siêu chất liệu với đặc trưng cấp độ nano – trái với cấp độ mili mét hai centi mét trước đây – cho nên nó hoạt động được trên những bước sóng ngắn hơn.

Trong dụng cụ của nhóm Cornell, siêu chất liệu là một ma trận silicon đường kính 50nm đính trên một chất nền silicon-dioxide, và gương là hình ảnh dẹt kết cấu gọi là bộ phản xạ phân bố Bragg (DBR). Tuy nhiên, trong dụng cụ của nhóm Berkeley, thì siêu chất liệu là một ma trận các lỗ trống đường kính 110nm trong silicon dioxide, một gương chế tạo từ vàng.

Các dụng cụ ‘rất giống nhau’

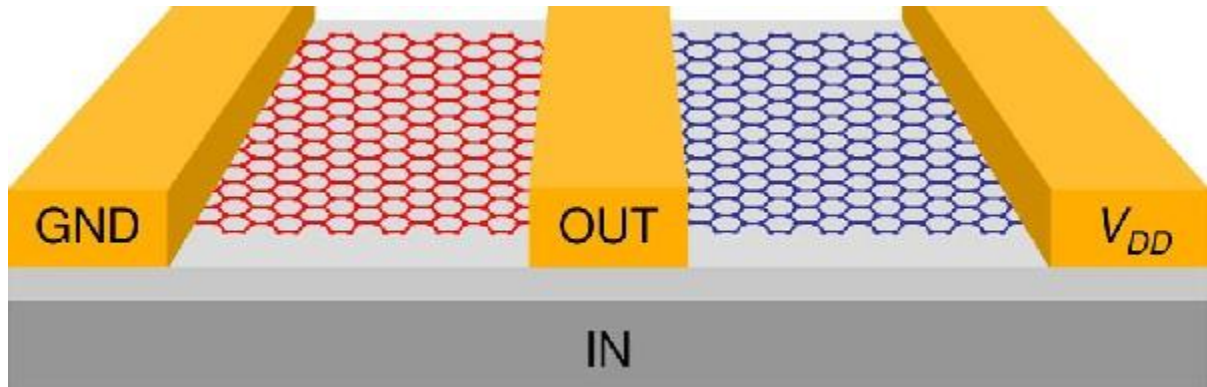
Tính chất che ẩn của cả hai dụng cụ về cơ bản không có gì khác biệt nhau. Nhóm California khẳng định dụng cụ che ẩn giữa bước sóng 1400 nm và 1800 nm, đều nằm trong vùng hồng ngoại gần. Còn nhóm Cornell khẳng định dụng cụ của họ che ẩn ở những bước sóng còn ngắn hơn nữa, từ 1975 nm, nằm trong vùng hồng ngoại gần, đến 1025 nm, nằm ngay ranh giới của màu đỏ.

Cả hai nhóm không thể bình luận gì với *physicsworld.com* về nghiên cứu riêng của họ vì chính sách cấm của *Nature*. Tuy nhiên, Lipson ở trường Cornell nói dụng cụ của hai nhóm “rất giống nhau”, trừ ở chỗ DBR mà nhóm của bà sử dụng về nguyên tắc phản xạ 100% ánh sáng tới.

Tomas Tyc, một nhà vật lý lý thuyết tại trường Đại học Masaryk, Cộng hòa Czech, cho rằng các dụng cụ đó đã thực hiện một tiến bộ hướng đến sự tăng hình thật sự, nhưng bị hạn chế ở chỗ vật thể được che giấu có vẻ như vô hình chỉ từ một hướng. “Chẳng có gì mà nghi ngờ các thí nghiệm đó là quan trọng và hiện là những thành tựu rất tuyệt vời, tuy nhiên vẫn còn lâu mới đạt tới sự tăng hình trọn vẹn trong đó một vật thể ba chiều trông như thể một điểm không chiều, cho nên nó vô hình từ bất kì hướng nhìn nào”, ông nói.

Một bất tiện nữa với cơ cấu tám thăm choàng là bản thân bề mặt đó – tức là “tám thăm” – vẫn bị nhìn thấy. Hồi đầu năm nay, Tyc, cùng với Ulf Leonhardt ở trường Đại học St Andrews ở Anh, đã đưa ra một cơ cấu che ẩn khai thác hình học “không gian cong” hoạt động trong băng rộng và không để lại vết tích của bề mặt, nhưng cơ cấu này cho đến nay vẫn chưa được thực hiện.

Mạch điện graphene thực hiện phép tính logic cơ bản



Giản đồ mạch graphene tích hợp đã chế tạo.

Các nhà nghiên cứu ở Italy vừa chế tạo được mạch tích hợp đầu tiên kết hợp hai transistor chế tạo từ “chất liệu kì diệu” graphene. Bằng cách phỏng theo một kĩ thuật dùng để chế tạo transistor silicon, đội nghiên cứu đã tạo ra được dụng cụ và sau đó chứng minh được nó có khả năng tiến hành những nhiệm vụ điện toán cơ bản. Theo các nhà nghiên cứu thì sự cách tân này tiêu biểu cho một bước tiến quan trọng trong hoạt động theo đuổi ngành điện tử học gốc carbon.

“Thành tựu này mở ra một phương thức chế tạo các mạch tích hợp phức tạp hơn trên graphene, cái có thể thay thế các chip silicon một khi công nghệ silicon đạt tới các giới hạn của nó”, theo Roman Sordan, một trong các nhà nghiên cứu tại Politecnico di Milano.

Nhằm đẩy xa hơn nữa các ranh giới của công suất điện toán, chúng ta sẽ phải cần đến điện tử học thang bậc micro thực hiện những tác vụ logic đơn giản những tốc độ nhanh hơn bao giờ hết. Với các chip silicon thông thường, yếu tố bị giới hạn là độ linh động của hạt mang điện, đó là số đo sự tự do mà các electron chuyển động đi qua chất.

Lộ trình dẫn đến điện tử học tốc độ cao

Graphene — tấm carbon dày một nguyên tử được khám phá hồi năm 2004 – có thể khắc phục trở ngại này với sự hỗ trợ của những tính chất điện tử độc nhất vô nhị của nó. Độ linh động không trội và vận tốc tải của nó có nghĩa là graphene sẽ có khả năng hoạt động ở tần số cao hơn nhiều so với điện tử học thông thường.

Năm 2007, các nhà vật lí ở Mỹ đã chế tạo được nguyên mẫu transistor graphene đầu tiên trên thế giới bằng cách chế tạo các điện cực cỡ nano ở gần bề mặt của graphene để tạo ra một lớp tiếp xúc p-n. Kể từ đó, các nhà nghiên cứu đã tiếp tục tìm kiếm các phương thức làm tăng tốc độ của transistor graphene. Bước phát triển mới nhất này tiêu biểu cho một bước tiến nữa hướng tới mạch điện graphene hoạt động được – các transistor bội kết hợp.

Trước tiên, các nhà nghiên cứu tách một lượng graphene ra khỏi một tấm carbon, sử dụng phương pháp bóc tách cơ học – về cơ bản, kiểu như “băng dính” – trước khi cho lắng lượng graphene này lên trên một chất nền silicon. Sau đó, sử dụng kỹ thuật khắc chùm electron phân giải cao, các nhà nghiên cứu đã chế tạo ra hai transistor loại p trên cùng một giàn giá trên graphene.

Tất cả đều hợp lí

Bước tiếp theo là chế tạo một “bộ đảo” bằng cách nối một transistor loại p với một transistor loại n. Họ cho một dòng điện đi qua một trong các transistor và sử dụng hiệu ứng nhiệt để loại bỏ các tạp nhiễm – phương thức này biến đổi một trong các transistor loại p thành loại n.

Để chứng minh họ đã chế tạo ra một dụng cụ điện toán rất đơn giản, các nhà nghiên cứu đã sử dụng “mạch điện” đó tiến hành phép tính logic đơn giản là phép đảo Boolean.

“Thật tuyệt vời khi mà có người cuối cùng đã có sáng kiến chế tạo mạch điện cơ bản với graphene”, theo Tomas Palacios, một nhà nghiên cứu kỹ thuật điện tại Viện Công nghệ Massachusetts (MIT).

Các nhà nghiên cứu khác thì không bị ấn tượng cho lắm bởi phát triển mới nhất này. Yu-Ming Lin, một nhà nghiên cứu các ứng dụng nano tại Trung tâm nghiên cứu IBM T.J. Watson ở New York thì cảm thấy mạch điện graphen còn non trẻ này cần phát triển thêm nhiều trước khi nó có thể phục vụ trong bất kì mục đích thực tế nào.

“Trong khi bộ đảo là thành phần quan trọng trong bất kì mạch điện kỹ thuật số nào, thì một mặt quan trọng của một bộ đảo đó là độ lợi, nó phải lớn hơn đơn vị thì mới có ích”, ông nói. Nghiên cứu này được công bố trên server bản thảo *arXiv*.

Camera mới nhanh hơn 1000 lần



Phương thức chụp ảnh mới cho tốc độ khung hình và tốc độ cửa sập hơn 1000X, mang lại camera (video) nhanh nhất thế giới (Ảnh: T. Sato)

Một loại camera mới mang tính cách mạng có khả năng chụp ảnh nhanh hơn 1000 lần so với các camera thông thường vừa được tiết lộ hồi tuần rồi. Những người sáng tạo ra nó tại trường Đại học California, Los Angeles (UCLA) nói rằng dụng cụ sẽ trở thành một công cụ không thể thiếu dùng cho nghiên cứu các quá trình động như các sóng xung kích, sự truyền thông giữa các tế bào sống, và phẫu thuật laser.

Điều then chốt đối với camera mới này là khả năng tạo ra những bức ảnh chất lượng cao chỉ sử dụng một detector ánh sáng một ảnh điểm. Khả năng đi cùng với một kỹ thuật chụp ảnh mới vừa chụp vừa khuếch đại ánh sáng trong cùng một quá trình thống nhất. Đội UCLA đã trình diễn chiếc camera bởi việc thực hiện những bức ảnh chụp nhanh của một kỹ thuật laser phẫu thuật ở tốc độ nhanh hơn đáng kể so với cái có thể thực hiện với những camera kỹ thuật số tốt nhất có trên thị trường.

“Camera của chúng tôi khắc phục được sự thỏa hiệp cơ bản giữa độ nhạy và tốc độ mà không cần sử dụng đến sự rơi sáng cường độ cao có thể làm hỏng mẫu vật đang được chụp”, theo Keisuke Goda, một trong các nhà nghiên cứu UCLA.

Hãy chụp ảnh cái này

Trong kỹ thuật chụp ảnh số thông thường như camera CCD và CMOS, tốc độ hình ảnh được tạo ra bị hạn chế bởi thời gian cần thiết để đọc dữ liệu từ một dàn hàng triệu bộ cảm biến. Đồng thời, khi bạn tăng tốc độ cửa sập, là bạn đang làm giảm lượng áp dụng đi tới các bộ cảm biến mang lại hình ảnh chất lượng bị hạn chế. “Để cho đơn giản, khi bạn đang chụp một bức ảnh, bạn không thể thu thập đủ ánh sáng từ một vật tới nếu như thời gian phơi sáng ngắn”, Goda phát biểu với *physicsworld.com*.

Để xử lý vấn đề này, các nhà nghiên cứu UCLA đã phát triển một công nghệ mới mà họ gọi là STEAM – “kính hiển vi khuếch đại chuỗi thời gian mã hóa”. STEAM hoạt động bằng cách đóng băng hình ảnh, sử dụng quá trình quang thay cho quá trình điện tử. Ở chính giữa của nó, một dao động nghiệm và một đi-ốt quang một ảnh điểm bắt lấy một dòng dữ liệu biến thiên theo thời gian một chiều rồi biến đổi nó thành hình ảnh hai chiều chất lượng cao.

Công bố kết quả của họ trên tờ Nature, các nhà khoa học đã sử dụng camera của họ ghi lại sự cắt bỏ bằng laser – một kỹ thuật dùng trong phẫu thuật nhằm loại bỏ những khu vực mục tiêu mà không làm hỏng các mô lân cận. Sự cắt bỏ được thực hiện với một laser xung hồng ngoại trung tập trung lên một chất nền silicon đã tráng một lá nhôm. Camera, vốn vuông góc với bề mặt chất nền, có khả năng chụp sự phun trào hạt ở tốc độ khung hình 6,1 MHz, nơi mà các camera số tiên tiến chỉ có thể thực hiện ở tốc độ 1 kHz.

Chụp nhanh tương lai

Goda phát biểu với *physicsworld.com* rằng mặc dù có sự thành công này, nhưng vẫn còn nhiều thứ cần phải phát triển thêm nữa. Mặc dù camera sử dụng một ADC tối tân, nhưng chất lượng hình ảnh vẫn bị hạn chế phần nào đó bởi sự biến đổi tín hiệu tương tự sang số. Tuy nhiên, trong khi các camera số thông thường sẽ không bao giờ khắc phục được vấn đề này, thì STEAM có thể sửa lại để cắt phân đoạn một ảnh quang thành vài kênh và sau đó dò ra các kênh này bằng một dàn detector.

“Công trình này thật hấp dẫn và hào hứng... sẽ thật quyến rũ để thấy giới hạn trên đối với sự khuếch đại mà chúng có thể thu được”, theo Changhui Yang, một nhà nghiên cứu sinh học lượng tử tại Caltech.

Ala L Hijazi, một nhà nghiên cứu quang học tại Đại học Hashemite ở Nhật Bản phát biểu với *physicsworld.com* rằng ông cũng bị gây ấn tượng tương tự bởi công nghệ đó nhưng ông cũng cảnh báo rằng STEAM có thể bị hạn chế đối với các ứng dụng tốc độ cao. “Có mối lo ngại về việc sử dụng một dụng cụ như thế để thu được sự lập bản đồ 2D định lượng như PIV hoặc phép phân tích phân nhánh”, ông nói.

Phát hiện mới về siêu chất rắn

Nó là chất rắn mà không phải là chất rắn – nó có thể chảy dễ dàng qua vật chất bình thường như thể nó không có mặt ở đó. Đây là một siêu chất rắn trên nguyên tắc, nhưng ít nhất thì trong 5 năm qua, nguồn gốc thật sự của trạng thái này của vật chất, nếu như nó thật sự tồn tại, đã thách thức trí tuệ lẫn lòng dũng cảm của các nhà vật lý.

Nay hai nghiên cứu mới do các nhà nghiên cứu ở Mỹ thực hiện đang mang lại những viễn cảnh mới cho bí ẩn đó, mặc dù còn lâu thì nó mới được giải quyết xong.

Trong nghiên cứu thứ nhất, nhà khoa học đạt giải Nobel Philip Anderson thuộc trường Đại học Princeton xử lý siêu chất rắn trên phương diện lý thuyết. Trái với các mô hình máy tính hiện nay, ông khẳng định trạng thái siêu rắn có thể giải thích là sự siêu chảy của các khoảng trống nguyên tử trong một mạng chất rắn. Ngoài ra, ông nói tất cả các chất rắn “boson tính” – các chất rắn chứa các nguyên tử với giá trị spin nguyên – sẽ là siêu chất rắn ở trạng thái lượng tử cơ bản của chúng.

Trong nghiên cứu thứ hai, Seamus Davis thuộc trường Đại học Cornell và các cộng sự tìm thấy bằng chứng rằng các dấu hiệu siêu rắn quan sát thấy trong các thí nghiệm khác thật sự cho thấy một hành trạng giống thủy tinh hơn là giống trạng thái kết tinh. Nói cách khác, các siêu chất rắn đã báo cáo có thể gọi tên chính xác hơn là “siêu thủy tinh”.

Những tín hiệu lạ

Bằng chứng tuyệt vời đầu tiên cho sự siêu rắn xuất hiện vào năm 2004, khi Mosos Chan và nghiên cứu sinh của ông, Eun-Seong Kim, ở trường Đại học Bang Pennsylvania, nghiên cứu các mẫu helium-4 bên trong một dao động tử xoắn. Họ tìm thấy một cực đại trong tần số của các dao động dưới nhiệt độ khoảng 200mK, cho thấy một phần helium đã trở thành siêu rắn và tách riêng ra khỏi phần còn lại của mẫu. Kể từ đó, ít nhất năm nhóm khác đã tái tạo được các dấu hiệu siêu chất rắn của Chan, mặc dù kết quả từ những nghiên cứu khác không mang lại chút kiến thức nào về nguồn gốc của hiện tượng cả.

Lý thuyết siêu chất rắn ban đầu – đưa ra cách nay đã 40 năm bởi các nhà lý thuyết người Nga Alexander Andreev và Ilya Lifshitz — phát biểu rằng hành trạng kì lạ đó sẽ xuất hiện ở nhiệt độ thấp khi các khoảng trống trong mạng boson “hóa đặc” vào cùng một trạng thái lượng tử cơ bản, và do đó hành xử giống như một đơn thực thể, kết hợp. Nhưng các mô phỏng máy tính gần đây cho thấy ở gần không độ tuyệt đối còn lại rất ít, nếu không nói là chẳng có, khoảng trống nguyên tử. Các thí nghiệm cũng cho thấy các tinh thể helium mất trật tự dường như cho tín hiệu siêu rắn mạnh hơn, ngụ ý rằng hiện tượng đó không thể là một tính chất nội tại của khối helium mà là một tính chất của các khiếm khuyết bên trong mạng.

Nghiên cứu lý thuyết của Anderson, theo lời của ông, xử lý những vấn đề này “từ một quan điểm khác”. Ông nghĩ rằng các mô phỏng máy tính ngày nay không có khả năng loại trừ các khoảng trống. Trên cơ sở các khoảng trống tồn tại, ông đã nghiên cứu làm thế nào pha của chúng có thể biến đổi bằng cách sử dụng “phương trình Gross-Pitaevskii”, phương trình

thường được sử dụng trong nghiên cứu hóa đặc nguyên tử trong các chất khí lạnh. Ông đưa ra lập luận cho việc chọn lựa những thông số khác nhau dựa trên các kết quả thực nghiệm, và tiên đoán rằng các khoảng trống sẽ hóa đặc dưới nhiệt độ 50 đến 70 mK. Tuy nhiên, quan trọng hơn, ông tiên đoán rằng các khiếm khuyết sẽ hút các khoảng trống và do đó làm phóng đại tín hiệu siêu rắn, như các thí nghiệm cho thấy.

Động lực học thủy tinh

Nhóm của Davis, mặt khác, lại nghiên cứu động lực học của một dao động tử xoắn có thể nói gì về các siêu chất rắn. Họ tiến đến một lý thuyết tiên đoán mối quan hệ giữa phản ứng tiêu hao năng lượng và phản ứng tần số cho bất kì chất nào bên trong một dao động tử xoắn ở những thời điểm và nhiệt độ khác nhau. Sau đó, họ đã tái tạo các thí nghiệm dao động tử xoắn với các mẫu helium-4 được làm ấm đột ngột từ 50 mK lên những nhiệt độ khác lên tới khoảng 300 mK.

Họ nhận thấy, biết trước những tiên đoán của họ, cơ sở động lực học đó biểu hiện giống trạng thái thủy tinh hơn là trạng thái kết tinh. Nhưng vì kích cỡ lớn của sự lệch tần số, họ nói trạng thái đó dường như còn có một “siêu” thành phần. Điều này có nghĩa là một lời giải thích khả dĩ cho các dấu hiệu siêu rắn đã báo cáo vì thế là một siêu thủy tinh – một chất rắn vô định hình biểu hiện phần nào sự siêu chảy.

Chan nói ông hài lòng rằng nhóm của Davis đã xác nhận những kết quả tìm kiếm trước đây của nhóm ông, và nói rằng thật “hấp dẫn và trực quan” là xác định kết quả đó theo cơ sở động lực học thủy tinh. Ông cũng cho rằng bài báo của Anderson là quan trọng, vì nó cho thấy, như các thí nghiệm cho thấy, rằng sự siêu rắn có thể tồn tại trong cả tinh thể helium mất trật tự và helium “hoàn hảo”. Tuy nhiên, ông nói rằng nhiều bí ẩn vẫn còn đó, ví dụ như thực tế là dấu hiệu siêu rắn đã biểu hiện biến thiên lên tới ba bậc độ lớn.

Đâu là trạng thái cơ bản ?

Boris Svistunov, một nhà lý thuyết tại trường Đại học Massachusetts, người hồi năm 2006 đã tiên đoán sự tồn tại của trạng thái siêu thủy tinh đối với helium-4, nghĩ rằng kết luận của nhóm Davis là “rất đáng chú ý”.

Tuy nhiên, ông không tán dương lắm công trình của Anderson. Ông nghĩ Anderson đã phạm sai lầm khi ông nói rằng các mô phỏng không đủ mạnh để loại trừ các khoảng trống, vì toàn bộ các mô phỏng cần thiết để thực hiện là tính toán khe trống cần thiết để tạo ra chỉ một trong số chúng. Ngoài ra, ông khẳng định yêu cầu của Anderson rằng mỗi chất rắn boson tính là một siêu chất rắn ở trạng thái cơ bản của nó là “sai”. Ông dẫn ra nghiên cứu ông công bố hồi năm 2005 trong đó ông đã tính các khe hữu hạn cho khoảng trống và các vị trí khiếm khuyết gây ra các trạng thái cơ bản cách điện, không siêu rắn.

Anderson phát biểu với *physicsworld.com* rằng ông trông đợi công trình của ông gây ra tranh luận, và thừa nhận rằng cho đến nay chẳng ai có khả năng thực nghiệm để xác định các chất rắn boson tính khác ở trạng thái cơ bản của chúng và do đó mang lại sức nặng cho

yêu cầu của ông. “Khuyñh hướng hấp dẫn nhất là các nguyên tử lạnh trong một mạng tinh thể, và người ta đang làm điều đó”, ông nói.

Nghiên cứu được công bố trên tờ *Science*.