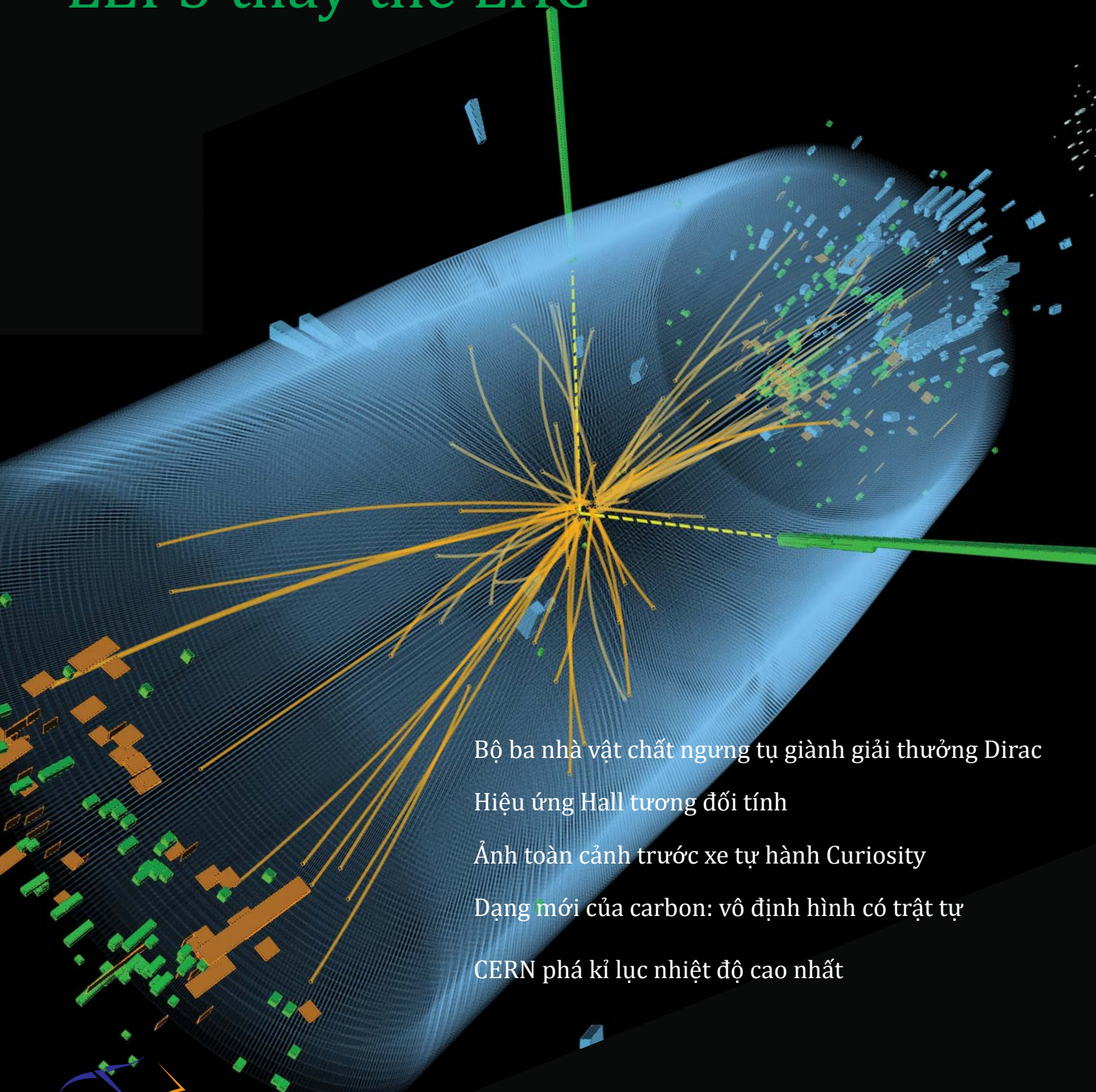


Đề xuất xây dựng LEP3 thay thế LHC



Bộ ba nhà vật chất ngưng tụ giành giải thưởng Dirac

Hiệu ứng Hall tương đối tính

Ảnh toàn cảnh trước xe tự hành Curiosity

Dạng mới của carbon: vô định hình có trật tự

CERN phá kỉ lục nhiệt độ cao nhất

THUVIENVATLY.COM

Bản Tin Vật Lý

© Thư Viện Vật Lý
thuvienvatly.com
banquantri@thuvienvatly.com



Nội dung:

Trần Nghiêm
Lucky_Rua
123physics
Xuân Nguyễn

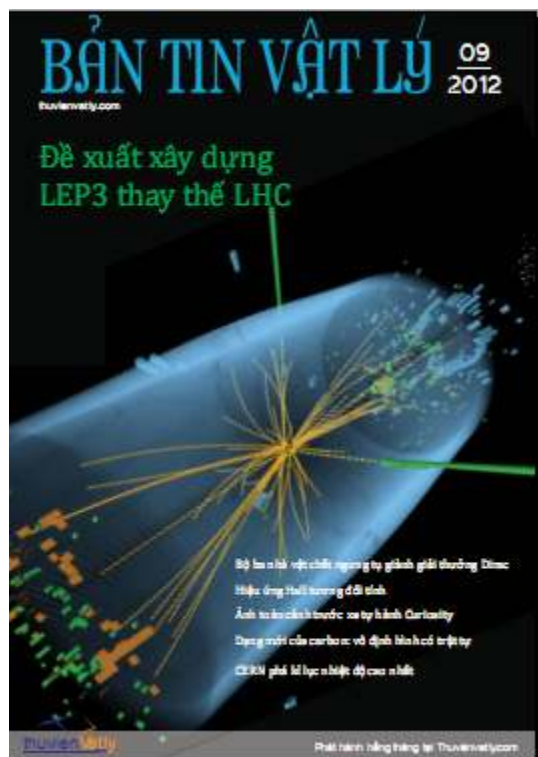
Hoài Ân
KaDick
Taluma
Hoài Thương

☞ Trong bản tin có sử dụng hình ảnh và các bài dịch từ các tạp chí nổi tiếng Physics World, Nature Physics, New Scientist, cùng một số tạp chí khác.

Bản Tin Vật Lý

Thuvienvatly.com

Tháng 9 năm 2012



Ban biên tập

Trần Nghiêm
Trần Triệu Phú

Trong số này

Đề xuất chuyển động LEP3 thay thế LHC	2
Kế hoạch cho cỗ máy va chạm tiếp theo của thế giới	4
Ba nhà vật lý vật chất ngưng tụ giành giải thưởng Dirac	6
Hiệu ứng Hall tương đối tính	8
Ảnh toàn cảnh trước xe tự hành Curiosity	9
Hình dạng photon có thể mã hóa thông tin lượng tử	10
Thêm bằng chứng cho nguồn gốc ngoài địa cầu của giả tinh thể	11
Maser đầu tiên hoạt động ở nhiệt độ phòng	14
Dạng mới của carbon: vô định hình có trật tự	16
Dùng ánh sáng điều chỉnh tính chất của siêu chất liệu	19
Tìm thấy bằng chứng quang học của sóng hấp dẫn	22
Mô sống gắn linh kiện điện tử sắp thành hiện thực	23
Dùng laser lập bản đồ các liên kết hóa học	25
Galileo không phát minh ra nhiệt nghiệm mang tên ông	26
Tế bào năng lượng biến đổi trực tiếp cơ năng thành hóa năng	29
Biến lưỡng cực từ thành đơn cực từ và ngược lại	30
CERN phá kỉ lục nhiệt độ cao nhất	32



Các nhà vật lý đang đề xuất sử dụng tầng hầm tại CERN hiện đang chứa LHC cho LEP3, một máy va chạm electron-positron có thể nghiên cứu boson Higgs chi tiết hơn. (Ảnh: CERN)

Đề xuất xây dựng LEP3 thay thế LHC

Một nhóm nhà vật lý người Thụy Sĩ, Nhật Bản, Nga, Mỹ và Anh vừa đề xuất sử dụng tầng hầm hiện đang chứa Máy Va chạm Hadron Lớn (LHC) tại phòng thí nghiệm vật lý hạt CERN ở gần Geneva cho một cỗ máy chuyên nghiên cứu boson Higgs. Cơ sở mới được đặt tên là LEP3, theo tên máy gia tốc trước đây của CERN, Máy

Va chạm Electron-Positron Lớn (LEP), cỗ máy nằm trong tầng hầm LHC hiện nay trước khi ngừng hoạt động hồi năm 2000. Trong một nghiên cứu sơ bộ đệ trình lên Nhóm Soạn thảo Chiến lược châu Âu, những người hậu thuẫn của LEP3 cho biết cỗ máy có thể được sử dụng trong vòng 10 năm tới.

Các kế hoạch cho LEP3 chỉ mới xuất hiện vài tuần sau khi các nhà vật lý làm việc tại CERN báo cáo rằng họ đã phát hiện ra một hạt mới có sự tương đồng đến bất ngờ với một boson Higgs, như mô tả bởi Mô hình Chuẩn của ngành vật lý hạt. Thí nghiệm ATLAS đo khối lượng của nó vào khoảng 125 GeV, còn thí nghiệm CMS đi khoảng 126 GeV.

LEP3 sẽ hoạt động ở khoảng 240 GeV và gồm hai vòng máy gia tốc tách biệt sẽ cho va chạm các electron và positron thay vì proton và proton, như với LHC. Trong nghiên cứu của họ, 20 tác giả gọi LEP3 là “có tính hấp dẫn cao” và nó đáng được nghiên cứu chi tiết hơn. “Giờ là lúc thích hợp để đưa vấn đề này lên bàn nghị sự,” phát biểu của nhà lý thuyết John Ellis thuộc trường Kings College London ở Anh, là một tác giả của nghiên cứu sơ bộ trên, ông hi vọng rằng nó sẽ làm dấy lên tranh luận giữa các nhà vật lý về cách nghiên cứu boson mới một cách chi tiết.

Tận dụng tầng hầm

LEP3 được thiết kế để lắp đặt trong tầng hầm LHC và phục vụ hai máy dò hạt đa năng của LHC – ATLAS và CMS. Nếu LEP3 được xây dựng, nó sẽ phải hạ gục hai đề xuất cạnh tranh cho cỗ máy va chạm tương lai dùng để nghiên cứu hạt Higgs – Máy Va chạm Thăng Quốc tế (ILC) và Máy Va chạm Thăng Nhỏ (CLIC). Nhưng Ellis cho biết một ưu điểm của LEP3 là tầng hầm chứa nó đã được xây dựng sẵn và cỗ máy va chạm đó sẽ sử dụng hạ tầng hiện có, ví dụ như thiết bị điều nhiệt, do đó LEP3 có hiệu quả chi phí đầu tư hơn. LEP3 cũng sẽ sử dụng các nam châm điện thường để tăng tốc các hạt thay vì những hộp gia tốc siêu dẫn mà ILC sẽ sử dụng.

Cỗ máy nào được xây dựng thay thế LHC sẽ tùy thuộc vào chuyện LHC sẽ khám phá ra cái gì trong hai năm tiếp theo sau khi nó đã chạy ở

năng lượng thiết kế đầy đủ 14 TeV. Nếu hóa ra LHC chỉ tìm thấy hạt Higgs, thì Ellis cho biết đó sẽ là khả năng cao cho LEP3. Nhưng nếu LHC khám phá ra nhiều hạt hơn – ví dụ như các hạt siêu đối xứng – thì người ta sẽ xét hai đề xuất kia. “LEP3 có khả năng là một lựa chọn đảm bảo hơn ILC nếu như chỉ có hạt Higgs được phát hiện,” Ellis nói. “Nhưng, tất nhiên, sẽ thật đại dốt nếu chọn bất cứ đề xuất nào vào lúc này, vì rằng LHC vẫn chưa đạt tới năng lượng trọn vẹn của nó.”

CERN dự tính cho LHC chạy đến thập niên 2030 sau khi nó trải qua một đợt nâng cấp chính về năng lượng và độ rọi trong thập niên tiếp theo. Tuy nhiên, Ellis nghĩ rằng có lẽ có khả năng cho LHC và LEP3 cùng sống chung trong một thời gian ngắn. “Đó không phải là lý tưởng, nhưng đó có thể là cái nên suy nghĩ,” Ellis nói. “Nếu LHC không phát hiện ra thêm gì nữa ngoài hạt Higgs, thì bạn có cho nó chạy thêm nhiều năm nữa hay không?”

“Phạm vi nhỏ”

Nhưng một số người không tán thành rằng LEP3 là cách tốt nhất để nghiên cứu hạt Higgs, ngoài ra cần đưa ra quyết định giữa việc xây dựng LEP3 và cho chạy LHC nâng cấp độ rọi cao trong thập niên 2020. “Chúng đều có hoàn cảnh vật lý tốt, nhưng dẫu sao LEP3 ít có cơ hội của một khám phá lớn,” phát biểu của một nhà nghiên cứu hàng đầu ở CERN không muốn nêu tên. “[Nâng cấp LHC] có những phép đo chính xác cũng như khả năng mang lại khám phá.”

Quan điểm đó được sự chia sẻ của giám đốc máy gia tốc thăng Lyn Evans, ông cho biết ông nghĩ rằng không có khả năng đề xuất cho LEP3 sẽ phát triển xa. “Việc trước mắt là khai thác trọn vẹn LHC và toàn bộ những nâng cấp của nó,” Evans nói, ông đã từng là người chỉ đạo xây dựng LHC. “Đây ít nhất là một chương trình làm việc 20

năm, nên tôi nghĩ rất không có khả năng LHC sẽ bị tháo dỡ và bị thay thế bởi một cỗ máy rất

khêm tốn với phạm vi hẹp trừ nghiên cứu hạt Higgs.”

Kế hoạch cho cỗ máy va chạm tiếp theo của thế giới

Đã từng chỉ đạo xây dựng Máy Va chạm Hadron Lớn (LHC) của CERN, nơi các nhà nghiên cứu mới đây công bố đã khám phá ra một hạt trông tựa như boson Higgs, Lyn Evans vừa được Ủy ban Quốc tế về Máy gia tốc Tương lai bổ nhiệm làm giám đốc đầu tiên của máy gia tốc thẳng hồi tháng 6. Biên tập viên Hamish Johnston của tạp chí *Physics World* của Anh đã đến Geneva tìm hiểu về công việc mới của Evans, xem ông phát triển Máy Va chạm Thẳng Quốc (ILC) và Máy Va chạm Thẳng Nhỏ (CLIC) – hai dự án đang cạnh tranh nhau là cơ sở vật lý hạt lớn tiếp theo sau LHC.

Việc khám phá ra boson Higgs tại LHC sẽ ảnh hưởng như thế nào đến thiết kế của máy va chạm thẳng trong tương lai?

Hiện nay có vẻ như chúng ta đã có hạt Higgs ở một khối lượng thấp, chúng ta biết năng lượng tối thiểu – khoảng 250 GeV – tại đó một máy va chạm thẳng có thể bắt đầu công việc vật lý hấp dẫn. Tuy nhiên, chúng ta vẫn cần có LHC hoạt động ở năng lượng 14 TeV trọn vẹn của nó để chỉ dẫn chúng ta hướng đến những cái khác có lẽ chúng ta cần đến.

CLIC và ILC sánh với nhau như thế nào?

CLIC và ILC là hai khái niệm tách biệt. Cả hai được thiết kế để gia tốc và cho các hạt electron và positron va chạm nhau. Mặc dù có những sự tương đồng giữa hai dự án – nhất là ở các máy dò hạt – nhưng có những khác biệt lớn ở những cấu trúc gia tốc. ILC xây dựng trên công nghệ siêu



Đã từng giúp xây dựng Máy Va chạm Hadron Lớn của CERN, Lyn Evans hiện đang lên kế hoạch cho thí nghiệm vật lý hạt lớn tiếp theo với vai trò mới của ông là giám đốc máy va chạm thẳng. (Ảnh: CERN)

dẫn, gồm một chuỗi những buồng gia tốc được cấp nguồn bằng những klystron. Công nghệ đó đã chín muồi và phần lớn nỗ lực phát triển trên ILC hiện nay tập trung vào việc công nghiệp hóa

công nghệ trên. Xét về mặt năng lượng, thì công nghệ trên có một chút hạn chế nhưng nếu chúng ta muốn một năng lượng va chạm toàn phần 500 GeV thì ILC sẽ là hoàn hảo. Cuối cùng, chúng ta có thể đẩy năng lượng đó lên tới khoảng 1 TeV.

Còn CLIC thì sao?

CLIC xây dựng trên công nghệ hoàn toàn mới, và còn trong giai đoạn R&D (nghiên cứu và phát triển). Nó có gradient gia tốc cao hơn nhiều và do đó có thể hoạt động ở những năng lượng va chạm cao hơn. CLIC xây dựng trên khái niệm hai chùm hạt trong đó một chùm “lái” chạy song song với chùm được gia tốc – và năng lượng truyền từ chùm này sang chùm kia.

CLIC sẽ hoạt động ở mức 11 GHz, trong khi ILC sẽ chạy khoảng 1 GHz. Như vậy sẽ mang lại cho CLIC một gradient gia tốc 100 MV/m cao hơn so với 31 MV/m của ILC. Điều này có nghĩa là, với một năng lượng gia tốc cho trước, CLIC sẽ ngắn hơn đáng kể so với ILC – hay nói cách khác, CLIC có thể đạt tới một năng lượng cao hơn, lên tới 3 TeV, với một chiều dài cho trước.

Cần phải làm những gì trước khi thiết kế thẳng cuộc được chọn?

Một quyết định ban đầu là xây dựng một máy va chạm thẳng sử dụng công nghệ ILC vì nó đã chín muồi. Trong khi đó, không có sự bảo đảm của một quyết định ban đầu, chúng ta sẽ tiếp tục phát triển công nghệ CLIC đến mức chín muồi rồi chúng ta có thể so sánh hai lựa chọn theo khả năng khoa học và chi phí.

Kế hoạch là đưa các đội phát triển CLIC và ILC đến với nhau và hướng họ theo một xu thế chung. Cả hai công nghệ sẽ được phát triển song song trong ba hoặc bốn năm cho đến khi có một quyết định cuối cùng được đưa ra về cái thật sự sẽ được xây dựng. Quyết định đó sẽ được thực

hiện trên phương diện vật lý và không lệ thuộc chính trị hay thiên kiến cá nhân. Công việc của tôi là khuyến khích đối thoại nhiều hơn nữa giữa cộng đồng CLIC và ILC. Tôi cũng cần đảm bảo rằng chúng ta ở trong tình thế có sự quyết định tập thể, dựa trên những nhu cầu khoa học về thiết kế máy va chạm nào được chọn – mà không cần quá nhiều cảm xúc.

Đâu là những khác biệt chính giữa một máy va chạm thẳng và LHC?

Một máy va chạm thẳng cho va chạm các lepton như electron và positron, đó là những hạt sơ cấp. Hệ quả là những va chạm đó tạo ra một số lượng hạt tương đối ít. LHC cho va chạm các hadron, đó là những hạt có cấu tạo gồm quark và gluon. Trong LHC, chúng ta muốn nghiên cứu các va chạm mạnh giữa những thành phần cơ bản, nhưng có rất nhiều những cách khác để các proton có thể va chạm. Có thể sánh nó như việc cho hai quả cam lao vào nhau chỉ để xem các hạt cam va chạm – đó là mớ lộn xộn. LHC là một cỗ máy đẹp cho khám phá nhưng nó kém tốt ở phép đo chính xác hơn máy gia tốc thẳng. Cũng có những quá trình cơ bản chỉ có máy va chạm lepton mới có thể xử lý.

Ông có nghĩ rằng máy va chạm thẳng có thể xây dựng theo từng giai đoạn?

Phương pháp xây dựng theo giai đoạn trông hấp dẫn ở chỗ nó giảm chi phí ban đầu. Chúng ta có thể bắt đầu ở một năng lượng thấp và nâng năng lượng lên đơn giản bằng cách xây dựng cỗ máy dài hơn theo các năm – cái đó không thể thực hiện được với một máy gia tốc tròn. Khoảng chừng 250 GeV là mức năng lượng tốt để khởi điểm và sẽ giảm rất nhiều chi phí.

Máy va chạm thẳng sẽ được xây dựng ở Nhật Bản phải không?

Nhật Bản đang xem xét vấn đề đó rất nghiêm túc. Họ có đóng góp lớn cho sự xây dựng LHC và hiện nay có lẽ đã sẵn sàng làm đất chủ cho một cơ sở quốc tế mới. Có hai địa điểm ở Nhật Bản đã được tài trợ để khảo sát địa chất và sẽ không có gì bất ngờ với tôi nếu như người Nhật đưa ra đề xuất xây dựng một máy gia tốc thẳng trong vài ba năm tới.

Nhưng nỗ lực phát triển máy gia tốc thẳng sẽ có trụ sở ở đâu?

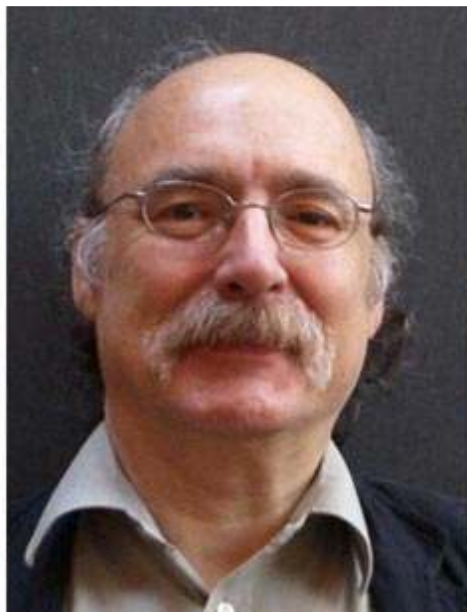
Giống như LHC, nó là một nỗ lực quốc tế. Tôi sẽ làm việc tại CERN và đội CLIC cũng ở đây tại Geneva cùng với các trường viện hợp tác chủ yếu ở châu Âu, nhưng cũng có ở Mỹ, Australia và Nhật Bản. Dự án ILC thì phân tán trên khắp thế giới. Có nghiên cứu đang diễn ra tại KEK ở Nhật Bản, DESY ở Đức và một vài phòng thí nghiệm ở Mỹ, trong đó có Fermilab và Brookhaven. Có một cơ sở tại Fermilab, ở đó các module ILC đã được kiểm tra. Module đầu tiên là ở đó và module thứ hai vẫn đang xây dựng. Tuy nhiên, tình hình ngân quỹ ở Mỹ lúc này rất không chắc chắn. Tại DESY, họ đang xây dựng một laser electron tự do sử dụng công nghệ rất giống với ILC và đây sẽ là một bộ thử quan trọng. Cũng có một công trình phát triển ILC đang diễn ra ở Nhật Bản.

Với cỗ máy mà ông từng làm quân sư, liệu chúng ta có thể trông đợi một nâng cấp cho LHC vượt khỏi năng lượng thiết kế 14 TeV của nó hay không?

Một nâng cấp cho LHC là người không có đầu óc – LHC là một cỗ máy đẹp và có thể hoạt động tốt hơn nhiều so với thiết kế ban đầu của nó. Một chương trình nâng cấp phải là nỗ lực chính của CERN trong 15 năm tiếp theo. Chắc chắn chúng ta sẽ tăng năng lượng từ 8 TeV lên 14 TeV sau thời gian nghỉ dưỡng kỹ thuật 2013-2014 và còn có một kế hoạch nâng độ rọi của LHC lên trong 5 năm, nhưng việc tăng gấp đôi năng lượng lên khoảng 30 TeV sẽ đòi hỏi những nam châm 16 T. Lúc chúng ta bắt đầu lên kế hoạch LHC, chúng ta đã không thể chế tạo những nam châm 8 T hiện nay của nó, nhưng nghiên cứu R&D có thể mang đến công nghệ đó. Tuy nhiên, điều quan trọng nên nhận ra là ở một năng lượng cao hơn, LHC về cơ bản sẽ là một máy va chạm mới, trong khi độ rọi có thể tăng lên thêm. Mọi người đều tán thành rằng ưu thế vượt trội của CERN là khai thác LHC đến tiềm năng trọn vẹn của nó đồng thời góp sức vào nỗ lực quốc tế hướng đến cỗ máy va chạm thẳng tiếp theo.

Bộ ba nhà vật chất ngưng tụ giành giải thưởng Dirac

Ba nhà vật lý vật chất ngưng tụ, những người đã làm tiến bộ sự nhận thức của chúng ta về một loại chất liệu mới lạ gọi là “chất cách điện tô pô học”, vừa giành huy chương Dirac của năm nay từ Trung tâm Quốc tế Vật lý Lý thuyết ở Trieste, Italy. Duncan Haldane thuộc trường Đại học Princeton, Charles Kane thuộc trường Đại học Pennsylvania và Shoucheng Zhang thuộc trường Đại học Stanford, cả ba đều ở Mỹ, cùng nhận chung giải thưởng 5000 USD, giải thưởng mang tên nhà lý thuyết giành giải Nobel người Anh Paul Dirac. Lần đầu tiên trao giải hồi năm 1985, giải thưởng được trao hàng năm vào ngày 8 tháng 8 – ngày sinh Dirac hồi năm 1902.



Shoucheng Zhang, Duncan Haldane và Charles Kane (trái sang phải)

Tại bề mặt

Chất cách điện tô pô học hiện đang là một trong những đề tài nghiên cứu nóng nhất trong lĩnh vực vật lý vật chất ngưng tụ. Các chất cách điện ở bên trong, nhưng chúng dẫn điện trên bề mặt của chúng nhờ những trạng thái điện tử mặt đặc biệt “được bảo vệ tô pô học”, nghĩa là – không giống như các trạng thái mặt bình thường – chúng không thể bị phá hỏng bởi tạp chất hay khiếm khuyết. Hơn nữa, các electron dẫn tự sắp xếp chúng thành các electron spin hướng lên đi theo một chiều và các electron spin hướng xuống đi theo chiều kia. Một “dòng spin” như thế có thể hữu ích cho những ai muốn xây dựng một dụng cụ “điện tử học spin” thực tế khai thác

spin, thay vì điện tích, của các electron.

Những chất cách điện này có một lịch sử khác thường bởi vì – không giống hầu như mọi pha vật chất kì lạ khác – chúng đã được mô tả trên lý thuyết trước khi được khám phá trên thực nghiệm. Kane là một trong những người tham gia vào nghiên cứu sơ bộ ban đầu đó, nghiên cứu dựa trên lý thuyết dải của chất rắn – khuôn khổ cơ lượng tử chuẩn cho việc tìm hiểu các tính chất điện tử của vật liệu. Các trạng thái cách điện tô pô học ở những chất liệu 2D và 3D đã được dự đoán trên lý thuyết vào năm 2005 và 2007, trước khi được khám phá thực nghiệm vào năm 2007.

Những tính chất mới lạ

Biết rằng các chất cách điện tô pô học 3D là những khối chất bán dẫn khá bình thường và các đặc trưng tô pô học của chúng có thể trụ vững với nhiệt độ cao, các tính chất mới lạ của chúng có thể dẫn tới một số ứng dụng hấp dẫn. Nhưng vừa cấu thành một pha mới của vật chất lượng tử khiến các nhà vật lý bận rộn suốt một thời gian, các chất cách điện tô pô học còn khuấy gợi hứng thú vì chúng tỏ ra che giấu các giả hạt tương tự như các “fermion Majorana” – những hạt đồng thời là phản hạt của chúng.

Chính các ứng dụng tiềm năng của chất cách điện tô pô học đã đưa đến phần lớn hứng thú nghiên cứu hiện nay của

những chất liệu này. “Khi phát triển các dụng cụ điện tử cỡ nano và theo đuổi những mục tiêu cuốn hút như máy tính lượng tử, khả năng có những kênh dẫn không hồng

và sẽ hoạt động cho dù cái gì đang diễn ra là cái trông khá quan trọng,” nhà vật lý vật chất ngưng tụ Erio Tosatti phát biểu. Huy chương Dirac được trao hàng năm nhưng

trừ những người đã giành giải Nobel, huy chương Fields hoặc giải thưởng Wolf Foundation.

Hiệu ứng Hall tương đối tính

Người ta thường tin rằng những hiệu ứng phát sinh từ thuyết tương đối Einstein, xảy ra khi các vật chuyển động ở gần tốc độ ánh sáng, chủ yếu phát sinh ở những quy mô khoảng cách lớn, ví dụ như chuyển động của các hành tinh và các sao. Tuy nhiên, như Konstantin Bliokh và Franco Nori thuộc Viện Khoa học Cao cấp RIKEN vừa chứng minh, điều này là không nhất thiết. Các nhà nghiên cứu đã chứng minh rằng một kết hợp của những chuyển động tương đối tính và những hiệu ứng quay có thể dẫn tới một hiện tượng thường gặp hơn xảy ra ở nhiều đối tượng đa dạng, từ các lỗ đen cho đến những chùm ánh sáng nhỏ hay electron.

Khi một vật chuyển động ở gần tốc độ ánh sáng, thì các hiệu ứng tương đối tính xuất hiện. Ví dụ, đối với một người quan sát bên ngoài, một vật đang chuyển động rất nhanh bị nén theo chiều chuyển động của vật đó (hình 1). Đây gọi là sự co Lorentz phát sinh từ khoảng thời gian trong đó ánh sáng đi từ vật chuyển động nhanh đến người quan sát. Bliokh và Nori nay chứng minh rằng nếu lúc đó vật thể cũng đang quay tròn, ví dụ như cái bánh xe, thì chuyển động quay đó cũng bị ảnh hưởng. Các nan hoa trong bánh xe bị méo theo kiểu làm cho chúng dày hơn theo chiều này so với chiều kia. Đây là một hiệu ứng chung. Với các chùm electron chẳng hạn, nó sẽ xuất hiện như

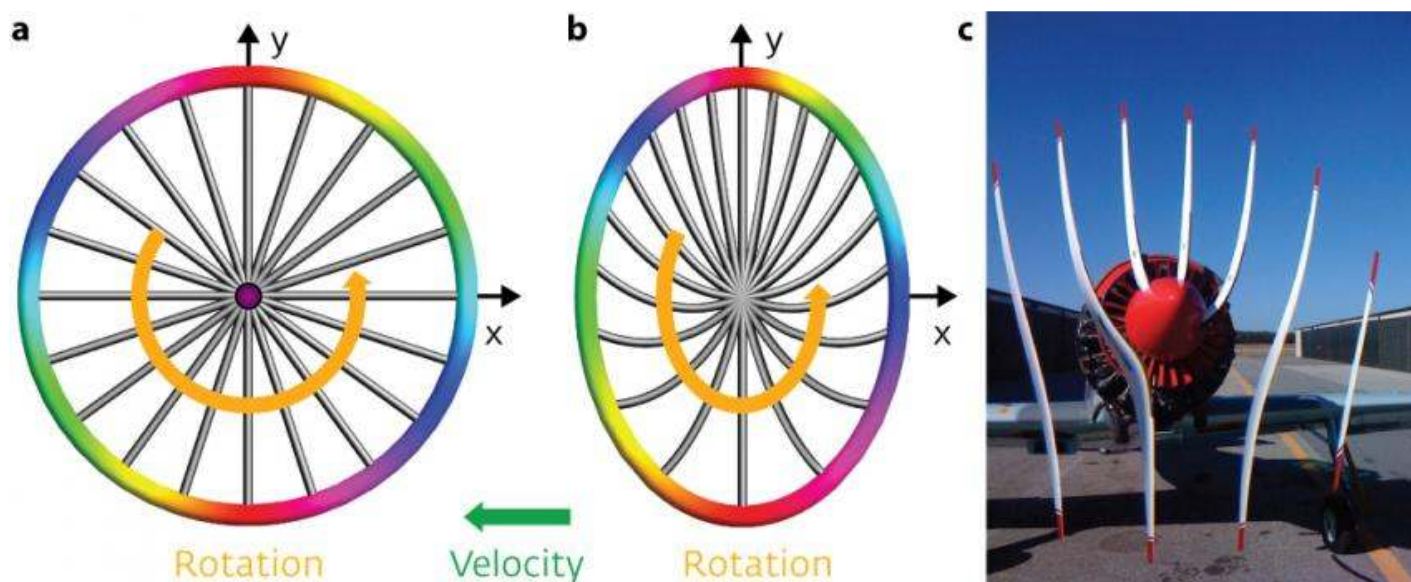
thể các electron chủ yếu tập trung ở một bên. Do đó, hiệu ứng được gọi là hiệu ứng Hall tương đối tính, nó là cái tương tự với hiệu ứng Hall bình thường, trong đó các electron chuyển động trong một từ trường bị dồn về một phía của chất liệu.

Hiệu ứng trên các nan hoa của bánh xe làm phát sinh một sự tương tự đến bất ngờ với một bài toán trong ngành nhiếp ảnh gọi là hiệu ứng cửa sập cuộn. Trong đó, một bộ cảm biến ảnh gốc CMOS, ví dụ trong camera ở điện thoại di động, liên tục đọc từ phía này sang phía kia gây ra những biến dạng trông rất giống với nan hoa của bánh xe. “Hiệu ứng cửa sập cuộn giống với các biến dạng tương đối tính vì nó xuất hiện một sự trễ thời gian rất giống về mặt toán học với một vật chịu các hiệu ứng tương đối tính,” Bliokh giải thích.

Những sự tương tự như thế với ảnh chụp và video có thể hướng đến những khả năng rộng rãi hơn trong việc quan sát hiệu ứng Hall tương đối tính trong những hệ thực tế giống hệt về mặt toán học với những chuyển động tương đối tính. Nhưng nó cũng có thể áp dụng cho những hệ tương đối tính thật sự. “Hiệu ứng Hall tương đối tính có thể giữ vai trò nhất định trong những hệ thiên văn vật lý như các lỗ đen đang quay tròn

hay những chùm ánh sáng dạng xoắn ốc,” Nori nói.

Tham khảo: Bliokh, K.Y. & Nori, F. Relativistic Hall effect. Physical Review Letters 108, 120403 (2012). prl.aps.org/abstract/PRL/v108/i12/e120403



Hình 1. Bánh xe quay tương đối tính. Khi một bánh xe tròn (a) chuyển động ngang, gần bằng tốc độ ánh sáng, nó bị biến dạng đôi với người quan sát (b). Hiệu ứng của sập cuộn (c): các chip camera CMOS liên tục đọc từ trái sang phải của hình. Điều này có thể dẫn tới sự biến dạng ảnh của những vật đang chuyển động nhanh giống một cách bất ngờ với những hiệu ứng Hall tương đối tính.

Ảnh toàn cảnh trước xe tự hành Curiosity



Bức ảnh chụp vào sáng ngày 8 tháng 8 (sứ mệnh Sol 2) với camera Navcam bên trái của cỗ xe tự hành. Đây là ảnh toàn cảnh độ phân giải cao của khu vực phía trước Curiosity tại địa điểm tiếp đất

của nó bên trong miệng hố Gale. Tầm nhìn góc rộng được ghép từ hai ảnh chụp thô tách biệt, cho nên trong khi phần rìa núi non của miệng hố canh thẳng ngang qua chân trời thì có một số biến dạng không canh thẳng của những vật thể ở gần xe hơn do góc nhìn của thấu kính Navcam. Tuy nhiên, đây vẫn là một bức ảnh quá sức tuyệt vời của khu vực xung quanh Curiosity!

Bạn có thể xem những bức ảnh mới nhất từ sứ mệnh Curiosity tại địa

<http://mars.jpl.nasa.gov/msl/multimedia/raw/>

Ảnh: NASA/JPL-Caltech

Hình dạng photon có thể mã hóa thông tin lượng tử

Lần đầu tiên một đội nghiên cứu quốc tế vừa thành công trong việc đo hình dạng của từng photon. Kết quả trên có thể cực kì hữu ích cho sự truyền dữ liệu an toàn bằng ánh sáng.

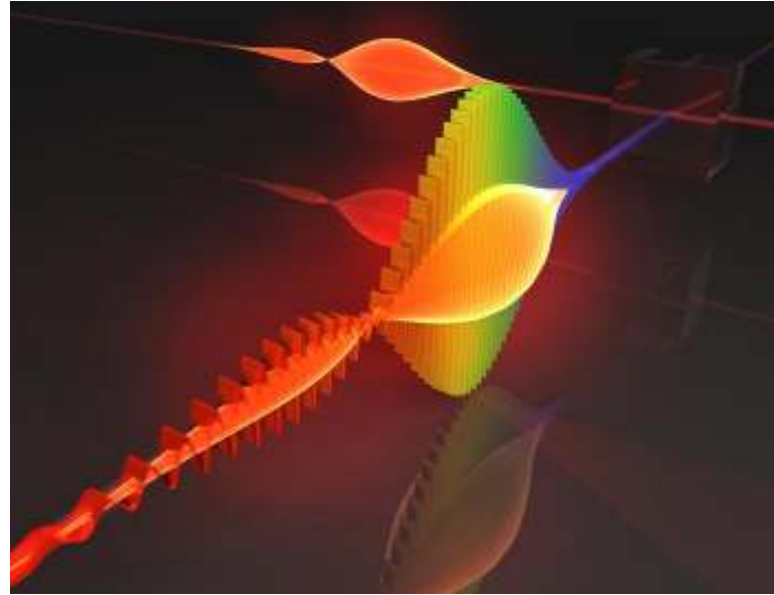
Các xung ánh sáng có thể có hầu như bất kì hình dạng nào trong không gian và thời gian, và những hình dạng này phụ thuộc vào biên độ và pha của các thành phần tần số của xung sáng. Dữ liệu có thể được mã hóa trong các xung sáng bằng cách điều biến biên độ hoặc pha của ánh sáng. Các photon độc thân và các trạng thái ánh sáng lượng tử khác còn có thể được tạo ra trong nhiều hình dạng phức tạp và thông tin mã hóa trong những hình dạng khác nhau này có thể là một cách hiệu quả để truyền dữ liệu an toàn. Thật vậy, hình dạng một photon độc thân có thể biểu diễn, chẳng hạn, bất kì kí tự nào trong bảng chữ cái, hoặc thậm chí một kết hợp lượng tử (hay sự chồng chất) của một vài kí tự.

Tuy nhiên, vấn đề là một khi một photon đã được gửi qua một thiết bị nào đó – ví dụ như một sợi quang – hình dạng của nó có thể bị biến dạng và thông tin chứa bên trong trở nên không thể giải mã nữa. Một đội đứng đầu là Marco Bellini thuộc Viện Quang học Quốc gia ở Florence, Italy, và các đồng sự nay đã làm chủ phép đo hình dạng chính xác của mode của một trạng thái ánh sáng lượng tử xuất hiện tại đầu nhận bằng phương tiện máy dò “lọc mode”.

Thuật toán tiến hóa

Phương pháp hoạt động dựa trên các thuật toán tiến hóa thường sử dụng trong hóa học femto và sinh học tối ưu hóa một kết quả thực nghiệm nhất định bằng cách điều chỉnh một tập hợp những thông số ban đầu. “Cái mới trong công trình của chúng tôi là chúng tôi đã áp dụng các tiếp cận

này cho việc phát hiện các trạng thái ánh sáng lượng tử cực ngắn, lần đầu tiên kết hợp các kĩ thuật rất phức tạp và tiên tiến từ hai lĩnh vực nghiên cứu khác nhau: quang học lượng tử và điều khiển kết hợp femto giây,” Bellini giải thích.



Trong một thí nghiệm “pha trộn”, một photon độc thân có khả năng được phát hiện nhất khi nó được trộn khớp chính xác với xung laser. (Ảnh: Bellini)

Các nhà nghiên cứu bắt đầu bằng việc “trộn” photon được đo với một xung ánh sáng laser tham chiếu cường độ mạnh hay một “dao động tử cục bộ” như tên nó được gọi. Photon và xung laser đó giao thoa và hoặc tăng cường hoặc triệt tiêu lẫn nhau, tùy thuộc vào hình dạng của chúng. Hình dạng của chúng càng gần gũi, thì khả năng photon đó được phát hiện ra càng cao.

Cái Bellini và các đồng sự đã làm là liên tục thay đổi hình dạng của xung laser trong máy dò cho đến khi nó khớp nhất với hình dạng của photon. “Nếu hình dạng của photon là chưa biết, thì chúng tôi bắt đầu từ một tập hợp những hình dạng ngẫu nhiên cho dao động tử cục bộ và thử hết mọi khả năng đó để tìm những hình dạng

phát hiện tốt hơn trạng thái ánh sáng lượng tử đó,” Bellini giải thích. “Những hình dạng tốt nhất này sau đó được biến đổi một chút và trộn với nhau để tạo ra một thể hệ hình dạng mới để chúng tôi kiểm tra lần nữa photon độc thân của chúng tôi. Quá trình tiếp tục cho đến khi tìm thấy những hình dạng khớp nhất theo kiểu thích nghi tiến hóa.”

Hồi phục thông tin mã hóa

Các nhà nghiên cứu đã chứng minh rằng bố trí của họ có thể hồi phục thông tin đã cố ý mã hóa trong hình dạng của photon. Ví dụ, họ đã tạo ra những photon có hai thành phần tần số tách biệt với một độ lệch pha nhất định. Các photon đó có thể được phát hiện ra bằng những xung dao động từ cục bộ có một độ lệch pha ăn khớp nhưng không được phát hiện ra khi các thành phần của xung laser hoàn toàn lệch pha với các photon.

Cho đến nay, đa số các thí nghiệm quang lượng tử đều dựa trên việc phát, xử lý và phát hiện các trạng thái lượng tử của ánh sáng trong một hoặc chỉ một vài mode đã biết rõ. Chẳng hạn, đa số các

giao thức truyền thông lượng tử - ví dụ như mật mã học lượng tử - hoạt động dựa trên những hướng phân cực khác nhau (ngang hoặc dọc chẳng hạn) của một photon. Điều này có nghĩa là thông tin được mã hóa chỉ trong hai trạng thái có thể có của photon đó và mọi sự chồng chất của chúng – cái gọi là một qubit (bit thông tin lượng tử). “Với việc mang lại khả năng truy xuất cấu trúc mode không-thời gian trọn vẹn của một trạng thái ánh sáng lượng tử, số lượng mode trực giao mà một photon độc thân có thể chiếm giữ (những chữ cái có thể có trong ‘bảng chữ cái’) hầu như không bị giới hạn, nên phương pháp của chúng tôi có thể cải thiện đáng kể khả năng của một hệ truyền thông lượng tử hay một hệ điện toán lượng tử,” Bellini nói.

Các nhà nghiên cứu cho biết họ hiện đang kiểm tra các giới hạn của kỹ thuật trên. “Chúng tôi cũng đang cố gắng cải tiến sự phân tích của những trạng thái ánh sáng lượng tử nhất định và cố gắng tăng số lượng mode có thể xử lý độc lập mà một photon độc thân có thể chiếm giữ,” Bellini bổ sung thêm.

Thêm bằng chứng cho nguồn gốc ngoài địa cầu của giả tinh thể

Một đội nghiên cứu quốc tế vừa tìm thấy chín mẫu mới của những giả tinh thể xuất hiện trong tự nhiên. Kết quả đó còn cung cấp thêm bằng chứng rằng các giả tinh thể là do thiên thạch mang đến Trái đất. Khám phá của đội khoa học thách thức kiến thức của

chúng ta về tinh thể học lẫn sự hình thành hệ mặt trời.

Những cấu trúc tinh thể thông thường gồm các nguyên tử, hay những đám nguyên tử, lặp lại tuần hoàn. Những hình mẫu này thường bị ràng buộc với đối xứng quay bậc hai, ba, bốn hoặc sáu – những con số

tương ứng với có bao nhiêu lần tinh thể đó trông y như cũ trong phép quay hết một vòng 360°. Trong một thời gian dài, đây được xem là những quy tắc bất di bất dịch, và không có tinh thể nào phá vỡ những điều kiện này được cho là tồn tại.



Mảnh giả tinh thể 3D 20 mặt gồm bốn loại đơn vị đa diện.
(Ảnh: J E S Socolar, P Steinhardt)

Trật tự, nhưng không tuần hoàn

Tuy nhiên, nhà vật lý người Israel Daniel Shechtman đã tìm thấy một tinh thể phá vỡ quy tắc như thế vào năm 1984 và đã giành Giải Nobel Hóa học năm 2011 cho những nỗ lực của ông. Shechtman đã khám phá ra một giả tinh thể - một tinh thể, trong khi có trật, không chứa những cấu trúc lặp lại tuần hoàn. Tinh thể của Shechtman còn có đối xứng quay bậc 10. Thậm chí sau khám phá của ông, đã có rất nhiều ngờ vực về sự tồn tại của một chất liệu như thế. Nhưng khi năm tháng qua đi, những nhà vật lý khác bắt đầu xây dựng những giả tinh thể của riêng họ và nay có hơn 100 loại khác nhau đã được tìm thấy. Tuy nhiên, đây là những giả tinh thể tổng hợp và đã được tạo ra dưới các điều kiện phòng thí nghiệm được điều khiển chính xác. Giống hệt như lúc đầu người ta cho rằng các giả tinh thể không thể tồn tại, nhưng sau khi khám phá ra chúng người ta cho rằng

chúng không thể tồn tại tự nhiên trong thế giới bên ngoài.

Giả thuyết đó được đưa vào nghi vấn hồi năm 2009 khi Paul Steinhardt ở trường Đại học Princeton – người lúc đầu đã đặt ra cái tên “giả tinh thể” (quasicrystal) – dường như đã phát hiện ra một biến thể xuất hiện tự nhiên trong một mẫu đá nhặt được ở Nga. Steinhardt và người đồng sự của ông, Luca Bindi, ở trường Đại học Florence, Italy, đã đo tỉ số của các đồng vị oxygen bên trong mẫu và kết quả của họ cho thấy mẫu đá đó thuộc về một họ thiên thạch gọi là chondrite giàu carbon. Không những mẫu đá này có chứa một giả tinh thể xuất hiện tự nhiên, mà nó còn đến từ không gian vũ trụ bên ngoài.

Đào sâu quá khứ

Nhưng sự hoài nghi xuất hiện sau khi các giả tinh thể được tìm thấy vẫn tiếp tục diễn ra. Mẫu đá đó có xuất xứ từ Valery Kryachko, một người Nga hồi năm 1979 đã đi đãi platinum trong một dòng suối chảy qu dãy núi Korryak ở miền viễn đông Siberia. Mẫu đá đó qua nhiều thăng trầm rồi xuất hiện trong bộ sưu tập bảo tàng của Bindi ở Italy. “Người ta nghi ngờ câu chuyện ẩn sau khối đá đó vì con đường nó đi tới Florence có liên quan tới những nhật kí bí mật, những kẻ buôn lậu và các điệp viên KGB.”

“Cách duy nhất để dàn xếp tranh luận là tìm thêm mẫu khác nữa,” Steinhardt giải thích. Ông đã lập một đội gồm 10 nhà khoa học, hai lái xe và một đầu bếp và lên đường thám hiểm 4 ngày xuyên Siberia trở lại dòng suối nơi Kryachko đã tìm thấy mẫu đá ban đầu. Khi đến nơi, họ đã đãi 1,5 tấn trầm tích từ bờ suối, cuối cùng tách ra được vài kilogram mang đi phân tích.



Những hoạt động tại dòng suối Listvenitovy (theo chiều kim đồng hồ): lập bản đồ địa chất, khảo sát các mẫu khoáng chất, trích lấy đất sét từ những khu vực dọc theo bờ suối, và đãi đất sét tách lấy khoáng chất. (Ảnh: P Steinhardt và L Bindi)

Sau sáu tuần cần mẫn phân tích từng hạt một, họ đã thu về cái có phần đặc biệt. “Chúng tôi tìm thấy một hạt có một vết kim loại trên nó. Không những nó thật sự có chứa giả tinh thể, mà tỉ số đồng vị oxygen còn đúng bằng [như mẫu ban đầu],” Steinhardt nói. “Đó là một thời khắc khó quên. Ở ngoài đồng, không ai dám cá có hơn 1% cơ hội tìm kiếm thành công cái gì đó,” ông bổ sung thêm. Đội của ông đã tách được tổng cộng chín mẫu giả tinh thể. Người ta nghĩ những mẫu này đến từ cùng một thiên thạch, và phân tích các lớp trầm tích cho thấy nó đã đến với Trái đất 15.000 năm rồi.

Lịch sử hình thành dữ dội

Vì các giả tinh thể đó có nguồn gốc từ một thiên thạch chondrite giàu carbon, nên chúng phải hình thành trong những ngày rất sớm của hệ mặt trời. Các chondrite giàu carbon được cho là đã va chạm với nhau để tạo ra lõi của những hành tinh đá, và vì thế các giả tinh thể của Steinhardt có tuổi lớn hơn tuổi Trái đất. Tuy nhiên, những mô hình hiện nay không thể giải thích sự có mặt của những giả tinh thể này. “Chúng ta cần một loại quá trình địa chất mới lạ để cho chúng hình thành, vì thế nó thách thức các quan điểm của chúng ta về sự hình thành hệ mặt trời,” Steinhardt nói.

Các điều kiện cực độ có mặt thời son trẻ của hệ mặt trời cũng thách thức quan điểm thịnh hành của các giả tinh thể là những vật thể cần một bố trí phòng thí nghiệm được điều khiển cẩn thận để hình thành. “Các giả tinh thể không phải là những chất liệu mong manh như trước đây người ta nghĩ. Những giả tinh thể chúng tôi tìm thấy phải được hình thành dưới những điều kiện dữ dội và khốc liệt trong hệ mặt trời sơ khai,” Steinhardt nói.

Những người khác thì đồng ý rằng thế giới giả tinh thể có thể thay đổi bởi sự tăng 10 bậc này ở số lượng mẫu xuất hiện trong tự nhiên đã biết. “Kết quả này nhấn mạnh các giả tinh thể bình thường như thế nào và hi vọng sẽ khiến chúng bớt lập dị hơn,” phát biểu của Renee Diehl, một nhà nghiên cứu vật lý bề mặt tại trường Đại học Pennsylvania ở Mỹ. “Nó mở rộng tầm mắt của chúng ta trước thực tế là chúng có thể hiện diện xung quanh chúng ta và chúng ta chưa để ý thấy mà thôi,” bà giải thích.



Ảnh chụp lõi maser, nổi lên với ánh sáng bom màu vàng, phát triển tại Phòng thí nghiệm Vật lý Quốc gia ở Anh. (Ảnh: NPL)

Maser đầu tiên hoạt động ở nhiệt độ phòng

Lần đầu tiên các nhà nghiên cứu ở Anh đã xây dựng một nguyên mẫu maser bán dẫn hoạt động ở nhiệt độ phòng, không cần một từ trường ngoài vĩnh cửu. Maser là thiết bị giống như laser nhưng chúng phát ra vi sóng thay vì ánh sáng nhìn thấy. Chúng không được sử dụng rộng rãi vì những điều kiện hoạt động khó khăn của chúng – một số đòi hỏi hệ thống làm lạnh cực thấp hoặc buồng chân không và đôi khi đòi hỏi những từ trường mạnh. Các nhà nghiên cứu khẳng định dụng cụ của họ có thể có nhiều ứng dụng trong tương lai – từ việc dò tìm

chất nổ đến việc phát hiện các trạng thái nguyên tử của các nguyên tử trong điện toán lượng tử.

Các điều kiện cực độ

Có hai loại maser cơ bản. Maser nguyên tử và phân tử là loại đầu tiên được phát minh ra vào năm 1958. Chúng đòi hỏi những buồng chân không

đồ sộ và chỉ có thể phát ra công suất rất thấp. Loại thứ hai và là loại hữu ích hơn – maser bán dẫn – khai thác các chuyển tiếp giữa các trạng thái spin của các ion thuận từ trong một tinh thể chất rắn.

Chúng mạnh hơn nhiều và có thể đưa đến những máy dò nhạy nhất, ít bị nhiễu của các tín hiệu vi sóng yếu từng được phát triển. Thật không may, để duy trì sự nghịch đảo nồng độ hạt cần thiết ở một maser

bán dẫn thông thường đòi hỏi nhiệt độ đông lạnh helium lỏng, thường đi kèm với một từ trường mạnh một chiều.

Yêu cầu có những điều kiện cực độ này có nghĩa là, trong khi NASA sẵn sàng đầu tư vào việc duy trì các maser bán dẫn để thu nhận các tín hiệu yếu do tàu vũ trụ Voyager truyền về, nhưng những ứng dụng mang tính thường nhật hơn là không thể. “Chẳng hạn, bạn có thể sử dụng một maser để tăng độ chính xác của một máy quét cơ thể ở sân bay,” phát biểu của tác giả đầu nhóm Mark Oxborrow thuộc Phòng thí nghiệm Vật lý Quốc gia ở Teddington, Anh quốc, “nhưng như thế sẽ làm tăng chi phí của dụng cụ lên đáng kể. Cho nên tôi nghĩ có nhiều ứng dụng bị liệt vào hàng không khả thi chỉ bởi do yêu cầu nhiệt độ thấp.”

Cơ chế hoạt động mới

Oxborrow và các đồng sự tại trường Imperial College London đã tạo ra maser của họ bằng cách thay một polymer mềm – p-terphenyl pha tạp với pentacene – dùng ruby tinh thể bình thường làm môi trường khuếch đại. Ngoài ra, thay vì bơm nó bằng một

nguồn vi sóng, như thường xảy ra với một maser bán dẫn, họ sử dụng một laser y khoa 585 nm được thiết kế cho điều trị tổn thương mạch máu. Những thay đổi này cho phép họ khai thác một hiện tượng gọi là “sự giao nội hệ chọn lọc spin”, hiện tượng chưa từng được sử dụng ở maser và vẫn chưa được người ta hiểu hết, để duy trì sự nghịch đảo nồng độ hạt trong sự vắng mặt của nhiệt độ thấp hay một từ trường vĩnh cửu mạnh. “Không phải chúng tôi chỉ lấy công nghệ truyền thống và cải tiến dăm ba thứ theo những hướng khác nhau để cho nó hoạt động ở nhiệt độ phòng,” Oxborrow giải thích. “Cơ chế hoạt động của maser nhiệt độ phòng của chúng tôi hoàn toàn khác với maser bán dẫn thông thường.”

Ấn tượng nhưng chưa chắc chắn?

Aharon Blank, một nhà hóa học tại Viện Công nghệ Technion-Israel ở Haifa, Israel, người từng tham gia vào một dự án không thành công hồi 10 năm trước phát triển một maser bán dẫn nhiệt độ phòng, cảm thấy ấn tượng trước nghiên cứu trên. Tuy nhiên, ông cho biết một số

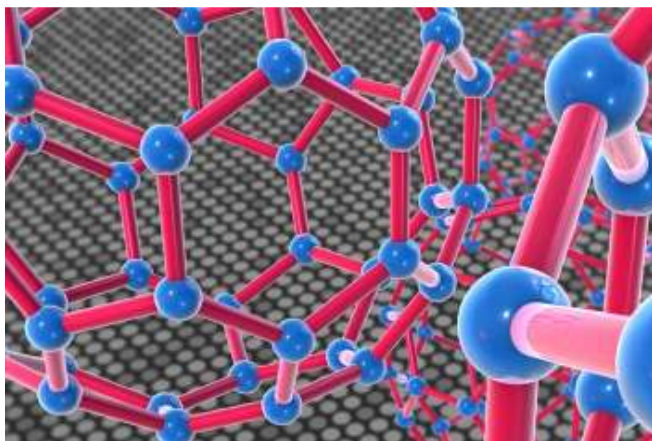
khía cạnh của thiết kế trên có thể còn chưa đảm bảo. Thứ nhất, mặc dù dụng cụ có thể hoạt động mà không cần từ trường, nhưng cần có một từ trường để điều chỉnh điều kiện mà tại đó nó hoạt động. Mặc dù bất tiện, nhưng ông không tin như vậy sẽ gây bất lợi cho một dụng cụ thương mại xây dựng trên công nghệ này. “Có những dụng cụ thương mại đang sử dụng ngày nay dùng một từ trường tĩnh để làm biến thiên tần số,” ông nói, “cho nên đó không phải là vấn đề gì lớn.”

Tuy nhiên, có một trở ngại nghiêm trọng. Hiện nay, giống như những laser đầu tiên, dụng cụ chỉ có khả năng hoạt động ở dạng xung chứ không hoạt động trong mode liên tục. Maser chủ yếu được sử dụng để phát hiện và khuếch đại bức xạ vi sóng tới rất yếu, và công dụng của một máy dò không thể giữ hoạt động liên tục sẽ bị hạn chế. Oxborrow đề xuất có thể dùng nó để lắng nghe tiếng vọng radar chẳng hạn. Đội khoa học hiện đang làm thí nghiệm thêm với dụng cụ của họ để xác định nó có thể hoạt động ở dạng liên tục hay không và, nếu có, thì làm thế nào có thể thu được mode hoạt động liên tục này.

Dạng mới của carbon: vô định hình có trật tự

Một dạng mới của carbon đủ cứng để cắt kim cương vừa được các nhà nghiên cứu người Mỹ và Trung Quốc tạo ra. Chất liệu mới, gọi là *đám carbon vô định hình có trật tự* (OACC), có cấu trúc độc đáo ở chỗ vừa có những thành phần kết tinh vừa có những thành phần mất trật tự. Dưới sự chỉ đạo của Lin Wang ở Viện Khoa học Carnegie ở Mỹ, chất liệu mới được tạo ra bằng cách cho các phân tử carbon-60 hòa tan chịu áp suất gấp 300.000 lần áp suất khí quyển.

Carbon có nhiều dạng thù hình, như graphite, kim cương, ống nano, graphene và than. Nhưng cho đến nay, tất cả đều được phân loại hoặc là chất kết tinh – cấu tạo từ những đơn vị nguyên tử lặp lại tuần hoàn – hoặc chất vô định hình, nghĩa là thiếu sự trật tự cấu trúc xa thấy ở các tinh thể. Là một chất liệu kết tinh gồm những đám vô định hình, OACC là cấu trúc carbon lai đầu tiên mà người ta từng thấy vừa một phần vô định hình vừa một phần kết tinh.



Khi đưa dung môi m-xylene vào một mẫu bóng bucky bình thường và trộn chúng rồi nén đến áp suất hơn 32 GPa, các quả cầu co lại trên chúng và trở thành vô định hình. Nhưng vì dung môi giữ những đám vô định hình này ở tại chỗ trong không gian trong một mạng lưới có trật tự, nên một chất liệu siêu cứng mới gọi là “đám carbon vô định hình có trật tự” được tạo ra. (Ảnh: Shutterstock)

Những cái lồng carbon co lại

Để tạo ra dạng mới của carbon, các nhà nghiên cứu bắt đầu với các phân tử carbon-60 – những cái lồng cầu có trật tự cao trông tựa như quả bóng đá vì chúng có cấu trúc gồm những cái vòng carbon năm cạnh và sáu cạnh. Sau đó, Wang và các đồng sự cho thêm các phân tử của một dung môi hữu cơ, m-xylene, vào giữa những quả cầu đó, trước khi nén chất liệu đến những áp suất khủng khiếp lớn hơn 32 GPa. Khi xét kỹ, các nhà khoa học tìm thấy các lồng cầu carbon đã bị phá vỡ và co lại trên chúng thành những đám carbon vô định hình nhưng vẫn bị khóa lại tại chỗ của chúng trong một mạng lưới tạo bởi các phân tử dung môi.

“Các phân tử dung môi giữ một vai trò thiết yếu,” Wang giải thích. “Với carbon-60 tinh khiết, khi các lồng carbon co lại, toàn bộ cấu trúc chuyển thành vô định hình. Nhưng ở chất liệu này, vì có một số phân tử dung môi ở đó, nên ngay cả khi các lồng carbon co lại, chúng vẫn không di chuyển được.”

Gây ấn tượng

Nhưng cái thật sự khiến Wang và các đồng sự sửng sốt là khi họ nén dạng mới đó của carbon đến áp suất lên tới 60 GPa giữa đầu nhọn của một cặp kim cương trong một cái đe kim cương. Khi họ giải phóng áp suất và sau đó kiểm tra dụng cụ của mình, họ tìm thấy rằng kim cương – chất liệu cứng nhất trong tự nhiên – thật sự bị cắt bởi mẫu chất của họ.

Tính cứng của kim cương có thể quy cho thực tế là mỗi nguyên tử carbon nối với các láng giềng của nó bởi nhóm bốn liên kết cộng hóa trị mạnh. Simon Parsons, một nhà tinh thể học phân tử tại

trường Đại học Edingburg ở Anh, người không có liên quan trong nghiên cứu trên, cảm thấy ngạc nhiên là một cấu trúc phân tử có thể đưa đến loại cứng như thế này. “Tôi nghĩ kim cương với khuôn mẫu cấu trúc 3D trải rộng tròn vẹn của nó là cứng hơn chất liệu có những phân tử hòa tan bít lỗ bên trong,” ông nói. “Nhưng điều đó không đúng ở đây.”

Các mô phỏng phân tử đã củng cố cho cái các nhà nghiên cứu tìm thấy trong phòng thí nghiệm, đó là khi áp suất lên tới 30 GPa được tác dụng và giải phóng, các lồng carbon bật trở lại hình dạng kết tinh ban đầu của chúng. Nhưng với áp suất lớn hơn 32 GPa, chất liệu trải qua một sự biến đổi vĩnh viễn, với các liên kết trong các lồng carbon-60 bị phá vỡ và hình thành lại. Khi áp suất được giải phóng, chất liệu siêu cứng mới có thể lấy lại các điều kiện xung quanh trong khi vẫn nguyên vẹn. Khi các nhà nghiên cứu làm nóng OACC để giải phóng dung môi, thì trật tự xa của nó biến mất và nó suy thoái thành những viên gạch cấu trúc mất trật tự đã co lại của nó, do đó tiếp tục xác nhận vai trò thiết yếu của dung môi trong việc mang lại tính tuần hoàn của OACC.

Hướng phát triển

Một ưu điểm tiềm năng của chất liệu mới là nó được tạo ra ở nhiệt độ phòng. Nhưng nó có tính cạnh tranh kinh tế với kim cương tổng hợp hay không thì vẫn còn chờ đó. Kim cương tổng hợp được chế tạo ở nhiệt độ khoảng 1500°C. Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu tin rằng OACC có tiềm năng có nhiều công dụng cơ, điện tử và cơ điện.

Hiện nay, Wang và đội của ông đang tiếp tục kiểm tra các tính chất của OACC và khảo sát cấu trúc nguyên tử của những đám carbon đã co lại của nó, đồng thời nghiên cứu những chất liệu nào có thể chế tạo được với các phân tử dung môi khác ở áp suất cao.

Đây chính là phương diện mà Parsons cảm thấy hứng thú nhất. “Cái nổi bật ở công trình nghiên cứu này đối với tôi,” ông nói, “là ở chỗ carbon-60 sẽ kết tinh với những dung môi khác nữa và mỗi dung môi có một tính tuần hoàn khác nhau, cho phép bạn xử lý kỹ thuật những cấu trúc tinh thể khác nhau bằng cách thay đổi dung môi.

Hướng tới khép kín tam giác đặc lượng tử

Các nhà nghiên cứu ở Đức vừa tiến thêm một bước hướng đến việc khép kín “tam giác đặc lượng tử” với việc chế tạo ra một mạch điện chứng-minh-nguyên-tắc lần đầu tiên ghép nối tiếp hai dụng cụ điện lượng tử. Một tam giác kín – cái các nhà khoa học đã và đang tìm kiếm trong hơn 20 năm qua – cuối cùng sẽ cho phép tiêu chuẩn hóa các đơn vị hiệu điện thế, dòng điện và điện trở định nghĩa chỉ dựa trên các hằng số cơ bản của tự nhiên.

Khoa học đo lường phát triển khi người ta tìm thấy những phương pháp mới và chính xác hơn tiêu chuẩn hóa các phép đo. Ví dụ, đơn vị mét ngày nay được định nghĩa theo tốc độ ánh sáng, thay vì một nguyên mẫu platinum-iridium như ngày xưa, vì mặc dù nó được bảo quản trong môi trường có kiểm soát, nhưng nguyên mẫu vẫn bị biến đổi hóa học và biến đổi cấu trúc trên cỡ thời gian dài. Các nhà đo lường học lượng tử tìm cách cải tiến các phương pháp đo truyền thống bằng cách đi tìm những phương pháp thực hiện các

phép đo phân giải cao của các thông số vật lý sử dụng thuyết lượng tử và cố gắng liên hệ các số đo với những hằng số cơ bản cố định của tự nhiên.



Định nghĩa ban đầu của mét, do Hội nghị Toàn thể về Cân nặng và Đo lường (CGPM) thông qua, hồi năm 1989 xây dựng trên một thanh mẫu platinum-iridium. Chuẩn mét này được sử dụng cho đến hôm 30 tháng 6 năm 1959. (Ảnh: NIST)

Những mối liên hệ không phức tạp?

Vào thập niên 1960, Brian Josephson phát hiện thấy khi một lớp tiếp xúc giữa hai chất bán dẫn được chiếu xạ vi sóng, thì hiệu điện thế xuất hiện hai bên lớp tiếp xúc đó tỉ lệ với hằng số Planck (h) và tỉ lệ nghịch với điện tích electron (e) – hai hằng số cơ bản của tự nhiên. Vì hiệu điện thế đó không bị ảnh hưởng bởi chiều kích của lớp tiếp xúc và chất liệu cấu tạo của nó, nên chuẩn hiệu điện thế này có thể tái lập lại ở mọi lúc mọi nơi và sẽ luôn luôn như nhau.

Tương tự, một tiêu chuẩn lượng tử cho điện trở, gọi là hiệu ứng Hall lượng tử, được Klaus von Klitzing định nghĩa 15 năm sau đó. Ông tìm thấy rằng việc đặt một chất siêu dẫn ở một nhiệt độ gần như bằng không độ tuyệt đối trong một từ trường mạnh gấp 100.000 lần từ trường của Trái đất, thì điện trở của chất siêu dẫn đó độc lập với các tính chất vật liệu, và một lần nữa chỉ phụ thuộc vào e và h .

Nhưng, theo giải thích của Bernd Kaestner thuộc Physikalisch-Technische Bundesanstalt ở Đức, người vừa hỗ trợ chế tạo con chip mới, “Có một sai số với e và h vẫn còn khá lớn, nên người ta không bao giờ có thể chắc chắn hiệu ứng Hall lượng tử và hiệu ứng Josephson có được xác định tuyệt đối bởi những liên hệ lượng tử này hay là có những hiệu chỉnh nhỏ đối với chúng.”

Khó khập kין tam giác

Trong 20 năm sau đó, các nhà khoa học đã cố gắng liên hệ hai tiêu chuẩn điện lượng tử này trong một tam giác, việc xác định một tiêu chuẩn dòng-lượng tử theo e và h – hiệu ứng tải electron độc thân – là mục tiêu thứ ba. Nếu được hiện thực hóa, tam giác đặc lượng tử này sẽ có thể kiểm tra tính nhất quán của ba tiêu chuẩn điện này và làm sáng tỏ xem có liên hệ nào trong đó cần có sự điều chỉnh tinh vi hay không.

“Mọi yếu tố chuẩn hóa lại sẽ là hết sức nhỏ,” giải thích của J T Janssen thuộc Phòng thí nghiệm Vật lý Quốc gia Anh quốc, người không có liên quan trong nghiên cứu trên, “nhưng nó cũng sẽ hết sức quan trọng, vì nó sẽ xác định lý thuyết hiện nay.”

Phương pháp một con chip

Kaestner và các đồng sự đã thiết kế ra một con chip tạo ra những hiệu điện thế lượng tử rời rạc, bằng cách đặt một bơm electron độc thân bán dẫn và một dụng cụ Hall lượng tử nối tiếp nhau. Hiệu điện thế sinh ra chỉ phụ thuộc vào dòng điện, thành ra chỉ phụ thuộc vào tần số bơm electron độc thân.

“Giờ thì bạn có hai cạnh của tam giác, nếu bạn thích thế, kết hợp trong một dụng cụ,” Kaestner giải thích. Kết quả này mang lại một phép kiểm tra độc lập đối với hiệu điện thế Josephson, vì hiệu ứng Josephson hoạt động trên cơ sở vật lý

siêu dẫn, còn dụng cụ mới thì hoạt động trên cơ sở vật lý bán dẫn. “Giờ thì người ta có thể [thử] tạo ra hiệu điện thế chính xác như nhau với hai nền vật lý khác nhau về cơ bản... Đây là một cách hay để khép kín tam giác đặc.”

Đơn giản hóa và thu nhỏ

“Việc tạo ra hai tiêu chuẩn lượng tử này trong một dụng cụ chắc chắn là một thí nghiệm đẹp,” Janssen nói. Nhưng hiệu điện thế sinh ra chỉ vào cỡ hàng microvolt. Vì các dụng cụ Hall lượng tử tạo ra nhiều trong vùng nanovolt, nên ông cảnh báo “Bạn phải đo trong thời gian rất lâu mới có độ phân giải nhất định.”

Mặt khác, các nhà nghiên cứu đề xuất dụng cụ của họ dễ dàng thu nhỏ, như vậy sẽ cho phép tỉ số tín-hiệu-trên-nhiều rõ ràng hơn. Kaestner cho rằng một mạch tích hợp cũng là phương pháp hợp lý nhất, vì mỗi con chip cỡ micron phải được giữ ở một nhiệt độ nhất định – trong trường hợp này khoảng 1 K – bằng những con quay hồi chuyển chiếm giữ vài mét khối không gian của phòng thí nghiệm.

Nhưng Janssen nghi ngờ tính khả thi của việc nối tiếp 10 nguồn điện và 100 dụng cụ Hall lượng tử trên một con chip nhỏ xíu, như các nhà nghiên cứu đề xuất. Đội của ông chọn một bộ khuếch đại dòng hiện nay, nó sẽ nâng dòng điện từ một dụng cụ electron độc thân khác lên khoảng 10.000 lần mà không có nhiều sai số.

“Thí nghiệm họ đã làm thật đẹp, nó là một dụng cụ đẹp, nhưng sẽ rất khó cho dụng cụ này cạnh tranh với công nghệ truyền thống mà chúng ta đang sử dụng hiện nay... sẽ phải có một bước đột phá lớn trong sự chế tạo dụng cụ mới tạo ra được tính cạnh tranh này,” ông nói.

Kaestner hi vọng công trình chứng-minh-trên-nguyên-tắc này sẽ thúc đẩy những người khác nghĩ ra những kết hợp mới và đổi mới của các dụng cụ lượng tử tích hợp. “Các nguồn electron độc thân là rất mới, và tôi nghĩ ngành công nghiệp bán dẫn không có khả năng đó,” ông giải thích, “đây thật sự là một thành phần mạch điện mới.”

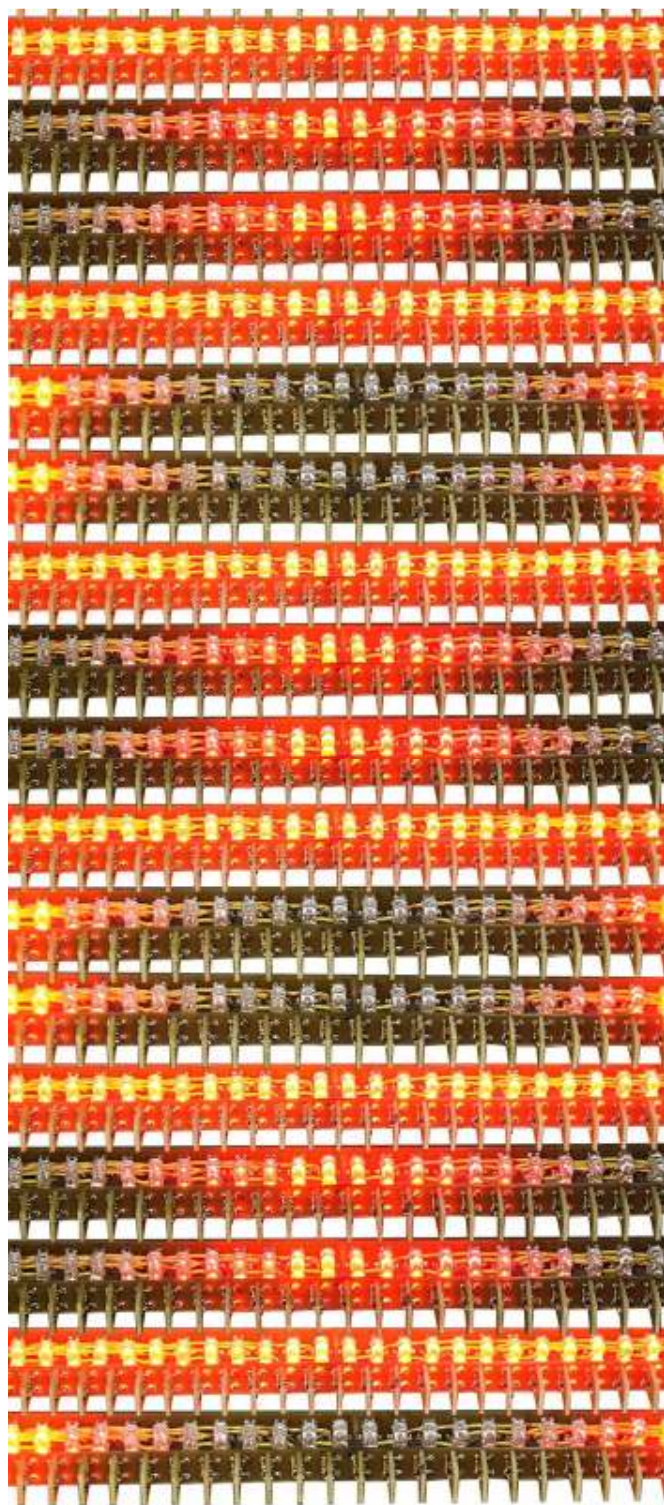
Dùng ánh sáng điều chỉnh tính chất của siêu chất liệu

Một đội nghiên cứu quốc tế vừa tạo ra siêu chất liệu đầu tiên có các tính chất có thể điều khiển được bằng ánh sáng. Theo các nhà nghiên cứu, siêu chất liệu trên – cấu tạo gồm những bộ cộng hưởng kim loại với các mạch điện tử tích hợp các quang diode – có thể khai thác trong các ứng dụng radar và viễn thông.

Các siêu chất liệu lần đầu tiên được tạo ra cách nay khoảng 10 năm trước. Chúng là những cấu

trúc nhân tạo chứa những ma trận thành phần nhỏ xíu như các que và các vòng phản ứng với ánh sáng và những sóng điện từ khác theo những kiểu khác lạ. Ví dụ, một siêu chất liệu có thể được thiết kế để có một chiết suất âm nên nó bẻ cong ánh sáng theo chiều ngược lại với chất liệu bình thường. Một tính chất độc đáo như vậy có nghĩa là các siêu chất liệu được dùng để chế tạo các “siêu thấu kính” có khả năng hội tụ ánh sáng vào một điểm nhỏ hơn bước sóng của nó, cho phép

kính hiển vi quang học nhìn thấy những vật thể nhỏ hơn nhiều khả năng của chúng hiện nay. Chúng còn có thể dùng để chế tạo “áo tàng hình” đối với sóng điện từ.



Nguyên mẫu chất liệu có thể lập trình bằng ánh sáng.
(Ảnh: ANU)

Nhảy ánh sáng

Tuy nhiên, cho đến nay, đa số các siêu chất liệu có kiến trúc cố định và tính chất của chúng không thể điều chỉnh tự do. Một đội đứng đầu là Ilya Shadrivov và Yuri Kivshar ở trường Đại học Quốc gia Australia và Đại học Công nghệ Thông tin, Cơ học và Quang học ở Nga, vừa đi tới một quan điểm mới khắc phục được vấn đề này. Các nhà nghiên cứu quyết định xây dựng một mạng lưới siêu chất liệu không chỉ với những rãnh kim loại đơn giản như trong các thí nghiệm trước đây, mà còn chứa những mạch điện tử tích hợp các quang diode nhảy sáng.

“Điện áp tạo ra bởi quang diode này khi nó được rọi sáng có thể dùng để làm thay đổi sự cộng hưởng của cấu trúc siêu chất liệu,” Shadrivov giải thích. “Điều này có nghĩa là chúng tôi có thể tự do điều khiển các tính chất khúc xạ của cấu trúc và bẻ cong những chùm ánh sáng vì sóng đi qua siêu chất liệu theo bất kì hướng nào mà chúng tôi muốn.”

Ma trận được rọi sáng

Các siêu chất liệu dùng trong nghiên cứu này được chế tạo theo kiểu giống như một bo mạch in thông thường với một mạng lưới những đường dẫn bằng đồng. Trong trường hợp này, các đường dẫn gồm 24 cái gọi là bộ cộng hưởng vòng móc khóa ghép liền kề (SSR) đặt trước một màn hình kim loại. Các bộ phận trong cấu trúc này tương tác với vi sóng giống như các nguyên tử thủy tinh bình thường trong một thấu kính tương tác với ánh sáng. SSR có cấu tạo gồm hai cái vòng hở bằng đồng đặt lên hai bên đối diện nhau của một bo mạch in 1,6 mm. Bán kính trong của SSR là 3,25 mm, bề rộng của sợi dây kim loại là 0,5 mm, bề dày đồng là 30 μ m và khoảng trống giữa chúng là 1 mm. Mỗi cái vòng có một khoảng trống 0,4 mm nữa trong đó đặt một mạch điện tử

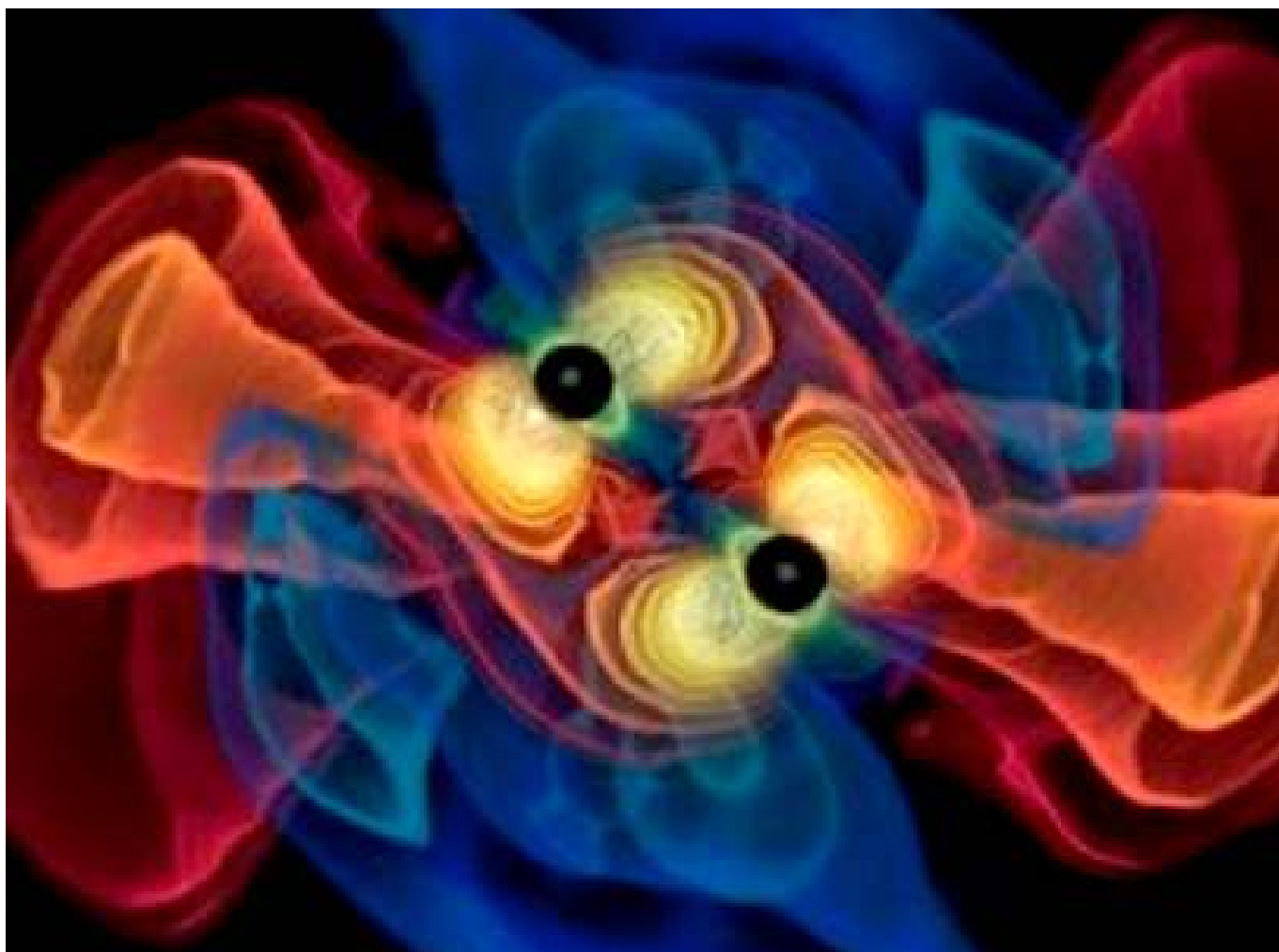
với các quang diode. Những diode này tạo ra một điện áp tăng khi cường độ của ánh sáng tới tăng lên.

“Bố trí của chúng tôi còn cho phép chúng tôi thay đổi tính chất của siêu chất liệu một cách không đều bằng cách rọi lên ma trận đó những chùm ánh sáng có cường độ khác nhau,” Shadrivov nói. “Khái niệm có thể điều chỉnh quang tính của một siêu chất liệu như thế này có tiềm năng sử dụng để chế tạo các đĩa vệ tinh có thể cấu hình lại hoặc những bộ phản xạ cho các anten có thể hoạt động ở những bước sóng ánh sáng khác nhau. Chúng ta có thể làm thay đổi tính chất của một cái đĩa

như vậy (ví dụ như tiêu cự hoặc độ phản xạ của nó) mà không làm chút nào thay đổi hình dạng vật lí của nó và có thể, chẳng hạn, chế tạo một cái đĩa vệ tinh không có dạng đĩa gì cả mà là một cái đĩa phẳng.”

Những cấu trúc như vậy còn có thể được thiết kế thành những bộ hấp thụ mạnh ánh sáng hoặc có thể dùng chúng để chế tạo các áo tàng hình có thể cấu hình lại toàn bộ. “Những dụng cụ này có thể khai thác trong các ứng dụng quân sự lẫn dân sự,” ông nói.

Nghiên cứu sẽ công bố trên tạp chí *Physical Review Letters*.



Mô phỏng một cặp lỗ đen đang gây ra sóng hấp dẫn.

Ảnh: C. Reisswig, L. Rezzolla (AEI); Scientific visualization – M. Koppitz (AEI & Zuse Institute Berlin)

Tìm thấy bằng chứng quang học của sóng hấp dẫn

Bị khóa trong một quỹ đạo xoắn ốc ôm lấy nhau, tàn dư siêu đặc của hai ngôi sao chết đang cung cấp cho các nhà thiên văn bằng chứng cần thiết để xác nhận một trong những dự đoán của Einstein về Vũ trụ.

Một hệ sao đôi ở cách chúng ta khoảng 3.000 năm ánh sáng, SDSS J065133.338+284423.37 (viết tắt J0651 cho gọn) có chứa hai sao lùn trắng đang quay nhanh xung quanh nhau – mỗi vòng quỹ đạo mất 12,75 phút. Hệ sao được phát hiện ra hồi tháng 4 năm 2011, và kể từ đó các nhà thiên văn đã hướng những đôi mắt của họ - bốn chiếc kính thiên văn đặt ở khắp thế giới – quan sát nó để xem có thể nhìn thấy những hiệu ứng hấp dẫn mà Einstein đã tiên đoán hay không.

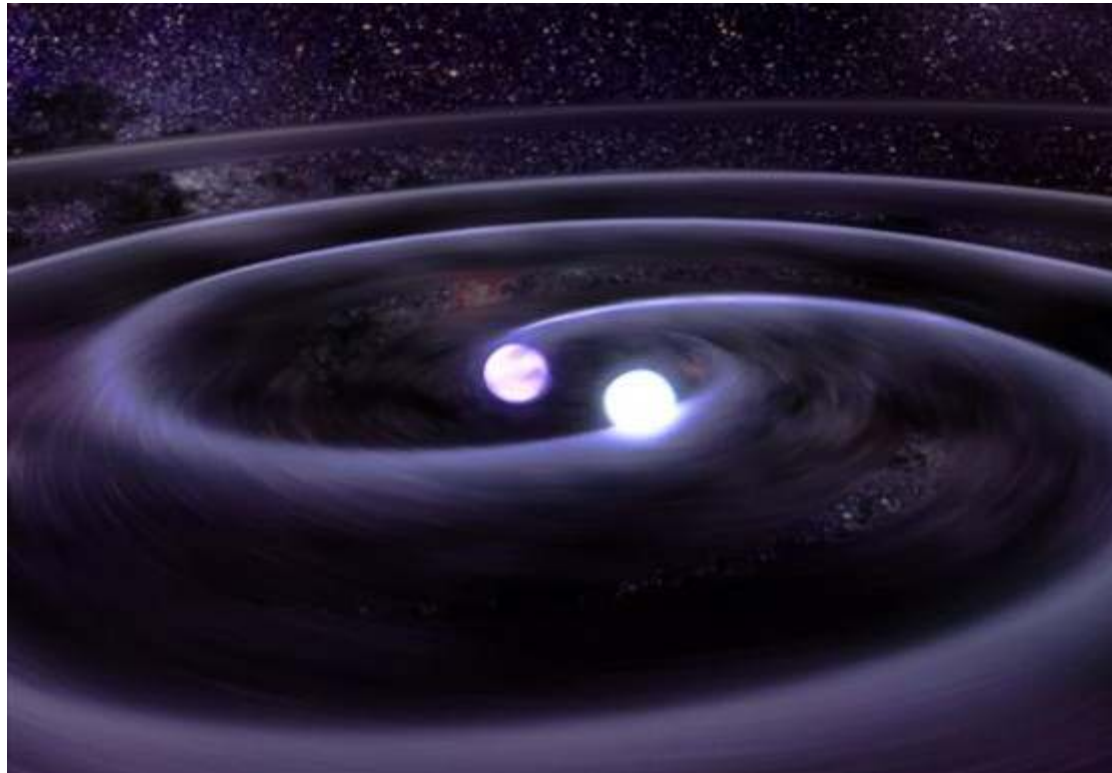
Theo Einstein, không-thời gian tự nó là một cấu trúc, trong đó tất cả các vật thể vũ trụ - các hành tinh, sao, thiên hà – cư trú. Mỗi vật thể có khối lượng tạo ra một “vết lõm” trong cấu trúc này theo mọi chiều; vật có khối lượng càng lớn thì vết lõm đó càng “sâu”.

Năng lượng ánh sáng truyền đi theo đường thẳng, nhưng khi nó gặp những chỗ lõm này nó bị chìm vào và bị đổi hướng, một hiệu ứng chúng ta nhìn thấy từ Trái đất dưới dạng sự khúc xạ hấp dẫn.

Einstein còn dự đoán rằng những vật thể khối lượng hết sức lớn, đang quay nhanh – ví dụ như một cặp sao lùn trắng – sẽ tạo ra những gợn sóng lan tỏa ra ngoài trong không-thời gian cuối cùng sẽ “lấy trộm” động năng khỏi chính những vật đó. Những sóng hấp dẫn này sẽ rất yếu nhưng, trên lí

thuyết, có thể quan sát được.

Cái các nhà nghiên cứu đứng đầu là một đội tại trường Đại học Texas ở Austin, Mĩ, vừa tìm thấy là bằng chứng quang học của sóng hấp dẫn đang làm các ngôi sao trong hệ J0651 chậm đi. Quan sát thấy lúc đầu hồi năm 2011 là hai ngôi sao che khuất nhau (khi nhìn từ Trái đất) chừng sáu phút một lần, nhưng nay hai ngôi sao đó che khuất nhau sớm hơn 6 giây. Giá trị này bằng với sự giảm chu kì quỹ đạo đã tiên đoán là khoảng



Hai sao lùn trắng trong hệ SDSS J065133.338+284423.37 đang chuyển động xoắn ốc vào nhau. Ảnh: D. Berry/NASA GSFC

0,25 mili giây mỗi năm.

“Hai ngôi sao nén này đang quay xung quanh nhau gần đến mức chúng tôi có thể quan sát thấy tác dụng thường bị bỏ qua của sóng hấp dẫn sử dụng một camera tương đối đơn giản trên một chiếc kính thiên văn đã 75 tuổi trong thời gian chỉ có 13 tháng,” phát biểu của tác giả đứng tên đầu của nghiên cứu, J.J. Hermes, một sinh viên tốt nghiệp trường Đại học Texas ở Austin.

Dựa trên những phép đo này, vào tháng 4 năm 2013, hai ngôi sao đó sẽ che khuất nhau

sớm hơn 20 giây so với cái quan sát thấy lần đầu. Cuối cùng, chúng sẽ hoàn toàn hợp nhất với nhau.

Mặc dù đây không phải là sự quan sát “trực tiếp” của sóng hấp dẫn, nhưng nó là bằng chứng được suy luận ra bởi những hiệu ứng đã được tiên đoán của chúng... tương tự như việc nhìn vào những cái đèn lồng trôi nổi trên mặt hồ tối đen lúc ban đêm đang đập bành lên xuống mà biết rằng mặt hồ đang có sóng.

Hồi đầu năm ngoái, NASA và ESA đã có một sứ mệnh được

đề xuất gọi là LISA (Anten Vũ trụ Giao thoa kế Laser) sẽ đưa một chuỗi 3 máy dò lên vũ trụ ở cự li 5 triệu km, nối với nhau bằng laser. Sự bố trí phi tuyến vũ trụ một cách chính xác như vậy có thể phát hiện ra bất kì sóng hấp dẫn nào trong vùng không-thời gian lân cận, giúp quan sát trực tiếp đối với chúng. Thật không may là sứ mệnh này đã bị hủy do sự cắt giảm ngân sách năm tài chính 2012 đối với NASA, nhưng ESA đang hướng tới phát triển một sứ mệnh sóng hấp dẫn của riêng họ, gọi là eLISA/NGO dự kiến sẽ phóng lên vào năm 2014.

Mô sống gắn linh kiện điện tử sắp thành hiện thực

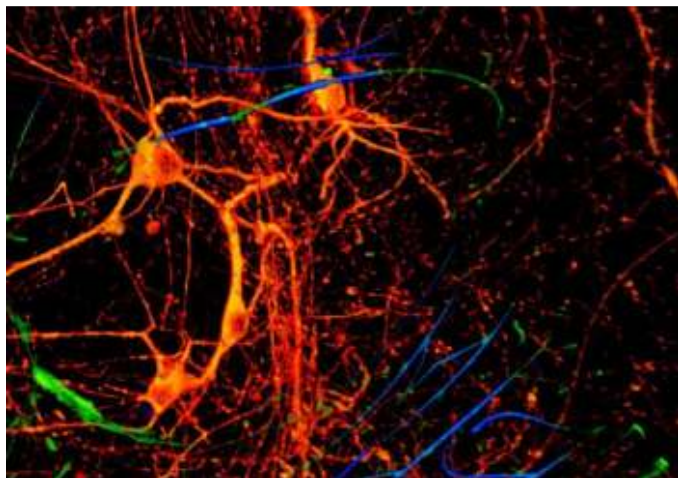
Việc nhúng mạch điện tử vào bên trong mô cơ thể lâu nay vốn là chất liệu chính của truyện khoa học viễn tưởng. Nhưng nay các nhà khoa học ở Mỹ vừa nghĩ ra một phương pháp nuôi một đám mô cấy sống trên một ma trận chứa những bộ cảm biến điện tử nhỏ xíu. Vừa đưa đến những sự cấy mô tốt hơn cho thử nghiệm thuốc, nghiên cứu trên còn góp phần vào sự phát triển của các cơ quan thay thế nhân tạo.

Sự lớn lên của mô sống với các bộ cảm biến điện tử nhúng

bên trong có thể có nhiều ứng dụng sinh học và y khoa. Tuy nhiên, lựa chọn duy nhất cho đến nay là cấy mô và sau đó đưa các điện cực vào trong nó. Đây là điều không mong muốn vì hai nguyên do sau. Thứ nhất, một dây điện cực nhúng vào giống như những cái kim không truy cập mô đó theo một kiểu chính xác và nhạy. Thứ hai, việc đưa các điện cực vào trong mô sẽ gây hại không tránh khỏi.

Nay, đội khoa học của nhà hóa học Charles Lieber tại trường Đại học Harvard vừa hợp tác

với các kĩ sư mô tại Viện Công nghệ Massachusetts và Bệnh viện Nhi đồng Boston phát triển một cách tốt hơn tích hợp mô và dụng cụ điện tử. Thay vì sử dụng các máy dò gốc điện cực truyền thống, Lieber và các đồng sự chọn các transistor hiệu ứng trường silicon (FET) làm máy dò. Các bộ cảm biến FET có thể cực kì nhỏ - trong trường hợp này được làm từ các dây nano đường kính 30 nm – tuy nhiên vẫn mang lại những số đo chính xác.



Ảnh 3D tái hiện lại cho thấy một mạng lưới gồm những bộ cảm biến nano (màu lam/lục) bên cạnh các neuron (màu đỏ) trong một mô cấy. (Ảnh: Charles M Lieber)

Quá trình không xâm hại

Các FET, cùng với mạch điện nối liền, được nhúng bên trong một ma trận 3D xếp, tương thích sinh học đặc biệt. Sau đó các nhà nghiên cứu cấy mô lên trên ma trận này, tạo ra một mạng lưới mịn gồm những bộ cảm biến FET nhúng bên trong mô. “Sự khác biệt lớn giữa phương pháp của chúng tôi và phương pháp cũ là phương pháp của chúng tôi là một quá trình không xâm hại,” phát biểu của Jia Liu, một sinh viên trong phòng thí nghiệm của Lieber và là một trong ba tác giả của bài báo viết về nghiên cứu trên. Khi chúng tôi ghi hoặc kích thích mô, chúng tôi không cần sử dụng các điện cực đâm xuyên qua mô đó.”

Các nhà nghiên cứu đã kiểm tra xem sự có mặt của những bộ cảm biến này có mang lại tác động nào đối với khả năng phát triển tế bào hay không trong vài tuần lễ và tìm thấy mọi tác động là hết sức nhỏ. Tuy nhiên, họ thừa nhận rằng sẽ cần có những nghiên cứu dài hạn hơn trước khi công nghệ có thể dùng để chế tạo các bộ phận cấy ghép trong y khoa.

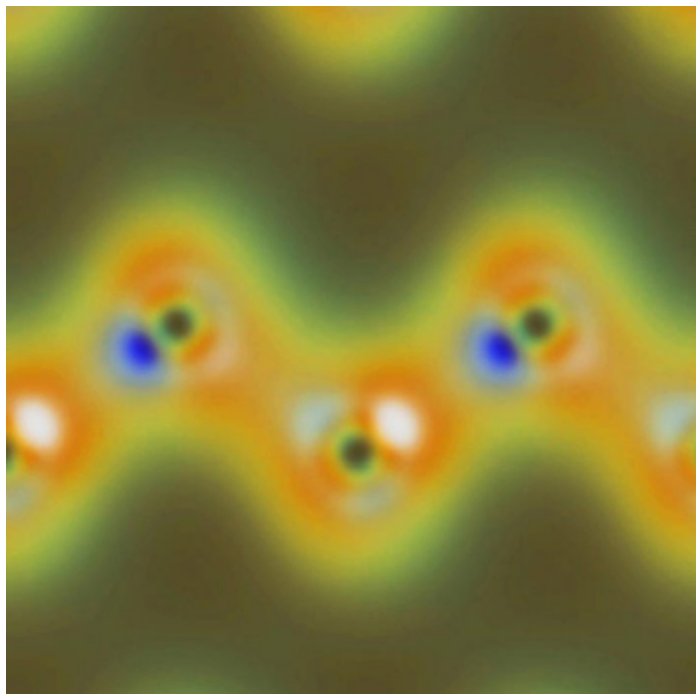
Để chứng minh tính hữu ích của công nghệ của họ đối với sự thử nghiệm thuốc, các nhà nghiên cứu đã tạo ra một mô gồm những tế bào tim tích hợp những bộ cảm biến FET. Họ sử dụng những bộ cảm biến đó theo dõi tác dụng lên mô tim của noradrenaline, một loại thuốc làm tăng nhịp tim. Họ đo thấy sự tăng hai bậc tần số co bóp của tim sau khi sử dụng noradrenaline.

Cơ tổng hợp

“Đây là một bài báo hay và là ví dụ rất sớm của sự kết hợp các dụng cụ điện tử dẻo với kỹ thuật mô. Công nghệ điện tử dẻo gốc dây nano có thể là một trong những cách tiếp cận tốt nhất để những cấu trúc mô 3D như thế có thể khảo sát bằng phương pháp điện,” phát biểu của Zhenqiang Ma, một chuyên gia về điện tử học biểu bì tại trường Đại học Wisconsin-Madison. Ma đề xuất rằng công nghệ trên có thể có giá trị đặc biệt đối với việc tạo ra những phiên bản tổng hợp của các mô ví dụ như cơ và các neuron mà trong sự hoạt động của chúng có liên quan đến sự truyền tín hiệu điện.

Trong tương lai gần, các nhà nghiên cứu tin rằng khả năng ứng dụng của nghiên cứu trên có lẽ chỉ hạn chế với việc cải tiến sự cấy mô để thử nghiệm thuốc. Tuy nhiên, Liu đồng ý rằng, trong thời gian dài hạn, sự đóng góp cho xu hướng truy tìm những phiên bản tổng hợp của các bộ phận cơ thể có thể là có ý nghĩa. Ông giải thích rằng các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực này đã sử dụng những ma trận ngoài tế bào thuộc loại dùng ở đây để cấy mô tổng hợp. “Tuy nhiên, trước đây sự cấy mô như thế này là một chất liệu thụ động chỉ làm nhiệm vụ bệ đỡ cho các tế bào khi chúng lớn lên,” Liu nói. “Nhưng bây giờ, chúng tôi đã tạo ra một sự cấy mô điện tử nano không chỉ làm bệ đỡ cho sự lớn lên của các tế bào, mà còn có thể theo dõi sự hoạt động chức năng của chúng.”

Dùng laser lập bản đồ các liên kết hóa học



Ảnh mô phỏng trên máy tính của mật độ electron hóa trị của kim cương. Các electron hóa trị là những vùng màu trắng và xanh lam. Còn những vùng màu tối là các electron lớp trong của các nguyên tử carbon. (Ảnh: Thornton Glover et al.)

Các nhà khoa học ở Mỹ là những người đầu tiên kết hợp laser hồng ngoại và laser tia X để nghiên cứu tính chất điện tử của vật chất. Kỹ thuật cho chiếu ánh sáng hồng ngoại vào một mẫu kim cương đồng thời cũng được rọi tia X. Một phần ánh sáng bị hấp thụ bởi các electron hóa trị của kim cương và năng lượng của nó khi đó được truyền sang một phần tia X tán xạ từ mẫu ra. Điều này cho phép đội khoa học phân biệt giữa tia X tương tác với các electron hóa trị và tia X tán xạ từ các electron lõi của mẫu – cái trước đây chưa từng làm được.

Kỹ thuật tán xạ tia X là cho tia X bật trên những đám mây electron bao xung quanh các hạt nhân của chất liệu và nghiên cứu hệ vân giao thoa sinh ra. Trong khi kỹ thuật này cung cấp nhiều thông tin về cấu trúc và thành phần của các chất liệu, thì

nó lại cho biết ít thông tin về các electron hóa trị hoạt tính hóa học của mẫu. Đó là vì phần lớn các electron liên quan đến quá trình tán xạ là các electron “lõi”, chúng không tham gia vào các quá trình hóa học.

Hơn 40 năm trước, Isaac Freund và Barry Levine tại Bell Labs đã đề xuất một cách khắc phục vấn đề này. Họ trình bày rằng nếu mẫu được rọi ánh sáng laser, thì các electron hóa trị sẽ phản ứng bằng cách dao động ở tần số laser đó. Một phần năng lượng dao động khi đó truyền sang các tia X khi chúng tán xạ từ các electron hóa trị trong một quá trình gọi là “trộn sóng”. Như vậy, các tia X tán xạ từ các electron hóa trị sẽ có ở một năng lượng hơi cao hơn, tức là bằng tổng năng lượng tia X tới và năng lượng laser.

Cần cường độ cao

Tuy nhiên, hiệu ứng trên là nhỏ, và để nhìn thấy nó đòi hỏi một chùm tia X cực mạnh – cái hiện nay chỉ có tại Nguồn Sáng Kết hợp Thẳng (LCLS) tại Phòng thí nghiệm Máy gia tốc quốc gia SLAC ở California, Mỹ, nơi công trình mới nhất này được thực hiện bởi Thornton Glover và các đồng sự. Đội khoa học đã nghiên cứu kim cương vì tính chất điện tử và cấu trúc của chất liệu này đã được người ta biết rõ. Không phải là một laser theo ý nghĩa thông thường, LCLS được gọi là một laser electron độc thân (FEL) vì nó tạo ra những xung tia X kết hợp cao giống như laser.

Để nghiên cứu các electron hóa trị, đội khoa học đã chiếu đồng thời các xung tia X 8 keV và xung hồng ngoại vào mẫu. Phần lớn chùm tia X chịu sự nhiễu xạ bình thường và rời khỏi mẫu kim cương ở một góc nhất định. Tuy nhiên, một phần chùm tia X hấp thụ năng lượng từ các electron hóa trị và năng lượng hơi tăng lên một chút. Những tia X

này rời khỏi mẫu ở một góc hơi khác và được chiếu qua một lỗ nhỏ để chặn lại phần lớn chùm tia nhiễu xạ cường độ mạnh hơn.

Bằng cách đo cường độ của các tia X tăng năng lượng là một hàm của góc tán xạ, đội khoa học đã có thể tính ra mật độ electron hóa trị theo một hướng nhất định của mạng tinh thể kim cương. Kết quả khớp với cái chúng ta đã biết về carbon, cho thấy kĩ thuật trên hoạt động suôn sẻ.

Các mô phỏng trên máy tính

Để có một hình ảnh 3D hoàn chỉnh của mật độ electron hóa trị, cần lặp lại phép đo trên ở một số định hướng khác của tinh thể kim cương – những phép đo cho đến nay đội khoa học chưa báo cáo. Tuy nhiên, dựa trên những kết quả sơ bộ của họ, Glover và các đồng sự đã thực hiện những mô phỏng trên máy tính cho thấy những phép đo như vậy sẽ cung cấp các bản đồ của các liên kết hóa trị bên trong tinh thể kim cương (xem hình).

Giờ thì đã biết các phép đo trộn sóng có thể thực hiện bằng LCLS, Glover tin rằng kĩ thuật trên có thể dùng để nghiên cứu nhiều chất liệu đa dạng. “Những loại thí nghiệm nhiễu xạ dễ nhất là với các tinh thể, và có rất nhiều cái để tìm hiểu,” ông

nói. “Ví dụ, có thể dùng áp dụng để làm biến đổi trật tự từ trong những chất liệu tiên tiến, nhưng thường thì người ta không rõ lắm ánh sáng đó làm được những gì, ở cấp độ vi mô, để gây ra những biến đổi này.”

Làm sáng tỏ sự quang hợp

Nhìn xa ngoài những chất liệu kết tinh ra, Glover còn tin rằng kĩ thuật trên có thể làm sáng tỏ về sự quang hợp, trong đó năng lượng photon được biến đổi thành hóa năng và sau đó chuyển hóa trong những quá trình xảy ra trên cỡ thời gian pico giây. “Sẽ thật hay nếu chúng ta có thể sử dụng sự trộn tia X và sóng quang học để tạo ra những hình ảnh không gian thực của quá trình này khi nó đang xảy ra, để hiểu rõ thêm về những phương diện lượng tử của sự chuyển hóa năng lượng đó,” Glover nói.

Tuy nhiên, Glover trình bày rằng một phép đo như vậy sẽ đòi hỏi những laser tia X có tốc độ lặp lại cao hơn nhiều so với cái đã có hiện nay. “Các laser electron tự do trong tương lai sẽ kết hợp độ sáng cao với tốc độ lặp lại cao, và sự kết hợp này sẽ mở ra những khả năng mới cho việc khảo sát sự tương tác của ánh sáng và vật chất ở cấp độ nguyên tử.”

Galileo không phát minh ra nhiệt nghiệm mang tên ông

Nhà khoa học vĩ đại người Italy Galileo có lẽ là người đầu tiên sử dụng kính thiên văn để quan sát bầu trời, giúp khởi động cuộc cách mạng khoa học thế kỉ 16, nhưng chắc chắn Galileo không phát minh ra nhiệt nghiệm nổi tiếng mang tên ông. Đó là thông tin kết luận từ một bài báo đăng trên

tạp chí *Journal of Chemical Education* thuộc Hội Hóa học Hoa Kỳ.

Trong bài báo đó, Peter Loyson giải thích rằng một số công ti bán ra cái gọi là “nhiệt nghiệm Galileo”, nhưng ông hàn kín chứa chất lỏng trong đó các quả cầu thủy tinh nổi

lên và chìm xuống thay đổi theo nhiệt độ xung quanh. Các mẫu chế tạo hiện đại đã biến hình thành những vật tuyệt đẹp với những quả cầu nhiều màu sắc và những thẻ nhiệt độ mạ vàng. Thiết bị hoạt động dựa trên một chất lỏng, giống như nước hay cồn, nó có tỉ trọng tăng lên khi nhiệt độ

giảm. Mỗi quả cầu thủy tinh được chế tạo có một tỉ trọng chính xác khớp với chất lỏng nên ở một nhiệt độ nhất định. Khi một quả cầu nổi lưng chừng trong ống, thì nó thể hiện nhiệt độ của căn phòng.

Mặc dù bản thân Galileo có lẽ đã nghĩ ra ý tưởng trên trong

một quyển sách hồi năm 1638, nhưng theo Loyson thì *Accademia del Cimento*, một hội khoa học do các học trò của Galileo thành lập vào năm 1657 ở Florence, mới xứng đáng được vinh danh. *Accademia del Cimento* – “Học viện Thực hành” – còn

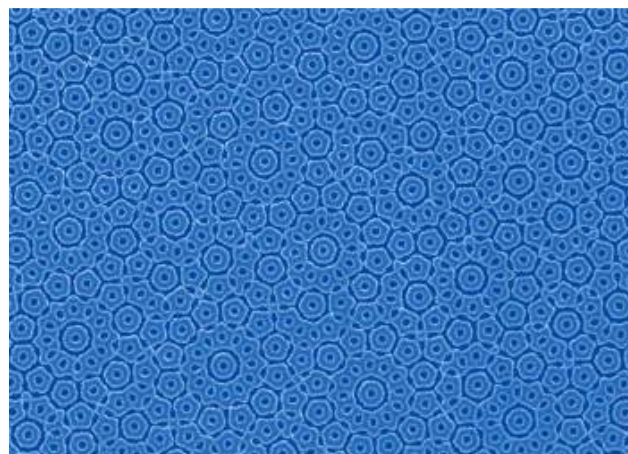
phát triển những thiết bị khác nữa. Loyson đề xuất rằng “nhiệt nghiệm Florentine” là một tên gọi hợp lí hơn cho những sản phẩm nhiều màu sắc lộng lẫy này.

Kỹ thuật vi chế tạo mới tạo ra những giả tinh thể đối xứng bậc cao

Các nhà nghiên cứu ở Mỹ vừa phát minh ra một kỹ thuật vi chế tạo mới có thể tạo ra những cấu trúc 2D với những đối xứng quay rất cao trên những diện tích lớn. Cho đến nay, chỉ có những cấu trúc lặp không gian – những cấu trúc có đối xứng quay bậc sáu hoặc thấp hơn – mới có thể được tạo ra trên những diện tích lớn như thế, sử dụng những kỹ thuật in khắc quang học công nghiệp.

Được đặt tên là in li tô nano moiré, kỹ thuật trên có thể tạo ra những cấu trúc có đối xứng quay lên tới bậc 36 – cái chưa từng quan sát thấy trong tự nhiên. Những đối xứng quay bậc cao như vậy có thể hữu ích trong nhiều ứng dụng đa dạng, từ việc chế tạo các tinh thể quang lượng tử tốt hơn cho đến nâng cao hiệu suất của các dụng cụ quang điện.

Cho đến thập niên 1980, đa số các nhà nghiên cứu nghĩ rằng trật tự xa trong các hệ vật chất là không thể nếu không có sự tuần hoàn không gian. Họ tin rằng các nguyên tử bị giam bên trong các tinh thể trong những cấu trúc đối xứng lặp lại tuần hoàn mãi mãi, và sự lặp lại này là cái cần thiết để có một tinh thể.



Ảnh màu của một wa trận silicon có đối xứng quay bậc 12 được chế tạo bằng kỹ thuật in li tô. (Ảnh: Teri Odom)

Các giả tinh thể phá vỡ khuôn mẫu

Năm 1984, Daniel Shechtman thuộc Viện Công nghệ Technion-Israel đã khám phá ra giả tinh thể - những chất liệu có cấu trúc trật tự nhưng không tuần hoàn. Shechtman thực hiện khám phá của ông trong khi đang nghiên cứu các mẫu hợp kim nhôm-mangan và tìm thấy các nguyên tử trong những tinh thể này sắp xếp thành một hình hai mươi mặt không thể lặp lại nhưng có đối xứng quay “bậc 10”.

Một hệ được nói là có đối xứng quay bậc- n nếu nó trông y hệt như cũ sau khi quay nó đi một góc

360/n độ. Do đó, một mẫu có đối xứng quay bậc 10 vẫn trông như cũ sau khi quay $360/10 = 36$ độ. Trước khi có khám phá của Shechtman, người ta nghĩ một hệ trật tự 2D chỉ có đối xứng quay hoặc bậc 1, 2, 3, 4, hoặc bậc 6, còn những bậc khác thì bị cấm bởi các quy luật tinh thể học.

Kể từ năm 1984, các nhà khoa học đã khám phá ra hàng trăm giả tinh thể khác nhau – một số có những tính chất đáng chú ý về mặt công nghệ – và Shechtman đã giành Giải Nobel Hóa học 2011 cho những nỗ lực của ông.

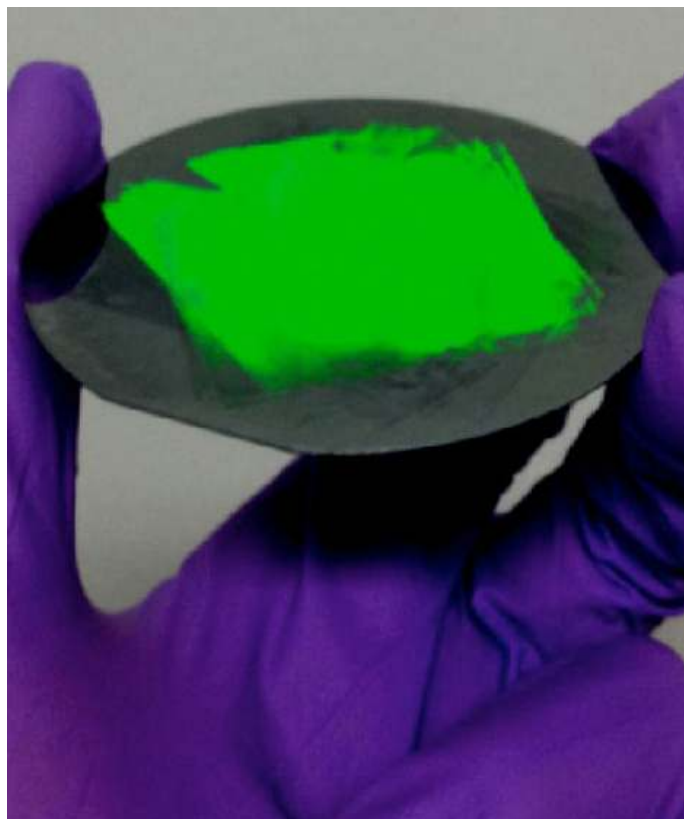
Đối xứng quay bậc 36

Nay một đội đứng đầu là Teri Odom tại trường Đại học Northwestern vừa chế tạo ra những cấu trúc nano giả tinh thể 2D có đối xứng quay bậc 36, sử dụng một kỹ thuật in li tô nano moiré mới. Các cấu trúc moiré đã được biết tới từ lâu và có thể nhìn thấy trong thời gian hàng ngày bằng cách đặt hai tấm lưới mịn lên trên nhau, sau đó quay chúng để tạo ra những cấu trúc mới, phức tạp hơn. Khi bạn tiếp tục quay thì các cấu trúc biến đổi giống như trong một chiếc kính vạn hoa.

Kỹ thuật in li tô nano moiré hoạt động dựa trên sự giao thoa của hai cấu trúc lặp lại chồng lên nhau ở một góc nhất định. Các cấu trúc 2D tuần hoàn có thể được chế tạo dễ dàng bằng kỹ thuật in quang li tô trên những diện tích lớn, nhưng những sắp xếp này có đối xứng quay bậc 6 là nhiều nhất – giống như một mạng lưới hình tổ ong. Những giả tinh thể đối xứng quay bậc cao khác đã trở nên nổi tiếng trong những năm gần đây (nổi tiếng nhất và có đối xứng quay bậc cao nhất là những giả tinh thể đối xứng bậc 12), nhưng những giả tinh thể này phải được định hình qua các phương pháp in li tô tuần tự, ví dụ như khoan chùm ion và in li tô chùm electron, chúng rất tốn thời gian và đắt đỏ.

Phoi moiré

“Chúng tôi đã thành công trong việc chế tạo những cấu trúc nano có đối xứng quay bậc cao hơn bất kỳ giả tinh thể nào từng được báo cáo trước đây bằng cách tiến hành hai hoặc ba lần phoi qua những mặt nạ nhựa đàn hồi poly(dimethylsiloxane) (PDMS) có cấu trúc,” Odom nói. “Vì trước tiên chúng tôi tạo ra các cấu trúc trong một quang trở, nên sau đó chúng tôi đã chuyển cấu trúc moiré đó lên trên nhiều chất liệu đa dạng, từ silicon đến kim loại. Sau đó chúng tôi có thể chế tạo các bộ phản xạ đa hướng hoặc các điện cực, chẳng hạn, sử dụng những cấu trúc này khá dễ dàng.”



Một cấu trúc moiré được tạo ra trên một bánh xốp.
(Ảnh: Teri Odom)

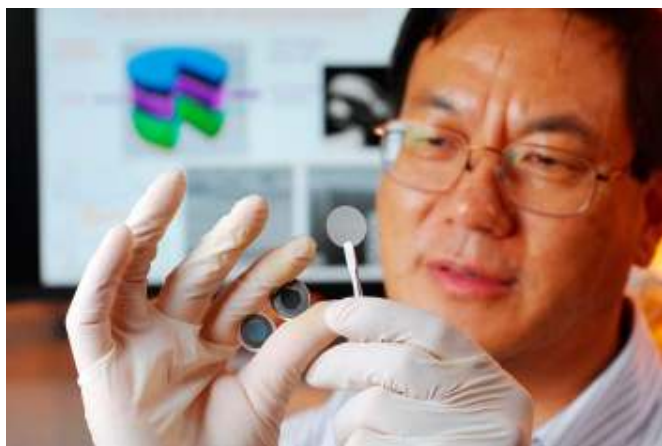
Một nơi mà những cấu trúc nano moiré đối xứng cao như thế có thể có tác động là lĩnh vực quang điện. Nhờ đối xứng quay bậc cao của chúng, những cấu trúc này có thể bắt ánh sáng với hiệu

suất gần như bằng nhau ở mọi hướng. Đặc điểm này có thể có ích cho việc chế tạo các tấm pin mặt trời sẽ không cần những bộ điều khiển phức tạp để hướng theo vị trí của Mặt trời trong ngày.

Và chưa hết, vì khoảng cách giữa các chi tiết trong những mạng đối xứng quay bậc cao này vào cỡ bước sóng của ánh sáng nhìn thấy – khoảng 500 nm – nên những cấu trúc đó có tiềm năng xử lý dòng ánh sáng theo những cách mới và

hấp dẫn. “Chẳng hạn, chúng tôi hiện đang chuyển những cấu trúc này lên các chất nền kim loại có thể bẫy, tập trung và làm chậm ánh sáng qua cái gọi là sóng plasmon mặt,” Odom nói. “Chúng tôi cũng đang khảo sát cách những ma trận lỗ nano được định hình với kỹ thuật moiré này ở những tấm kim loại có khả năng truyền chọn lọc ánh sáng ở những năng lượng nhất định trong vùng quang học.”

Tế bào năng lượng biến đổi trực tiếp cơ năng thành hóa năng



Zhong Lin Wang đang cầm các bộ phận của một tế bào năng lượng tự tích điện mới sử dụng chất liệu áp điện để biến đổi trực tiếp cơ năng thành hóa năng. (Ảnh: Gary Meek)

Các nhà nghiên cứu ở Mỹ vừa chế tạo ra một tế bào năng lượng biến đổi trực tiếp cơ năng thành hóa năng, năng lượng này sau đó có thể dự trữ lại và biến đổi thành điện năng theo nhu cầu. Hệ thống mới này không giống như những công nghệ tương tự khác trước tiên biến đổi cơ năng thành điện năng, sau đó dự trữ dưới dạng hóa năng. Bằng cách bỏ qua khâu biến đổi trung gian, đội nghiên cứu cho biết hệ thống của họ hiệu quả hơn. Nếu công nghệ có thể cải tiến thêm nữa, thì nó có thể được sử dụng trong đế giày chẳng hạn, tại đó nó có thể tích điện cho pin điện thoại di động trong khi người mang giày đang đi lại.

Chúng ta đang sử dụng số lượng dụng cụ điện tử ngày một nhiều trong cuộc sống hàng ngày và việc luôn tích điện đầy cho những dụng cụ này có thể là một thách thức. Nhiệm vụ này đặc biệt khó khăn đối với những người lính đánh bộ, họ có thể làm việc trong những khoảng thời gian dài cách xa nguồn cấp điện và do đó phải mang theo số lượng lớn pin nguồn để giữ liên lạc viễn thông, GPS và chạy những dụng cụ khác. Vì thế, các nhà nghiên cứu trên khắp thế giới đang nghiên cứu những hệ có khả năng phát điện từ chuyển động của cơ thể. Mang dưới chân là chỗ dễ dàng bắt đầu vì người lính đi lại rất nhiều và một lượng nhỏ năng lượng có thể khai thác từ mỗi bước chân bằng cách đặt một dụng cụ phát điện trong đế giày hoặc đế ủng.

Phương pháp lai

Một vài phương pháp làm cho giày phát điện đã được phát triển, và nay Zhong Lin Wang và các đồng sự tại Viện Công nghệ Georgia vừa sáng tạo ra một công nghệ mới trong đó sự phát điện và dự trữ điện diễn ra trong một đơn vị duy nhất.

Tế bào của họ gồm một cathode làm bằng lithium cobalt oxide và một anode làm bằng ống nano titanium-dioxide mọc vuông góc với bề mặt

titanium. Hai điện cực cách nhau bởi một màng mỏng poly(vinylidene fluoride) (PVDF), đó là một chất áp điện. Khi tế bào bị nén, màng PVDF tạo ra một điện tích áp điện, làm các ion lithium chạy từ cathode sang anode. Như vậy biến đổi điện năng thành hóa năng, rồi dự trữ trong lithium titanium oxide. Khi lực nén không còn, tế bào giãn trở lại nhưng hóa năng vẫn còn lưu trữ. Có thể dự trữ nhiều năng lượng hơn trong những chu trình nén liên tiếp. Năng lượng này sau đó có thể lấy lại dưới dạng điện năng bằng cách nối một tải điện giữa anode và cathode, cho phép các ion lithium chạy ngược về cathode, và dụng cụ lại sẵn sàng tích điện.

Cấp điện cho máy tính bỏ túi

Sử dụng lực nén tuần hoàn ở tần số 2,3 Hz, đội nghiên cứu đã có thể tăng điện áp giữa hai điện cực của tế bào lên khoảng 60 mV trong 4 phút. Sau đó tế bào có thể cấp một dòng điện 1 mA trong khoảng 2 phút. Trong khi đây là một năng

lượng quá nhỏ khi so với năng lượng cần thiết để tích điện cho pin điện thoại di động, nhưng đội nghiên cứu đã sử dụng vài tế bào ghép nối tiếp để chạy một máy tính điện tử bỏ túi trong thời gian khoảng 10 phút.

Để chứng minh thiết kế tích hợp của họ hoạt động hiệu quả hơn sự phát và dự trữ năng lượng tách rời hai khâu, các nhà nghiên cứu còn chế tạo ra những dụng cụ trong đó những bộ phận tương tự trước tiên được dùng để phát ra điện năng và sau đó sử dụng năng lượng đó làm di chuyển các ion trong một tế bào khác. Một hệ như vậy sinh chưa tới 5 mV trong 4 phút khi chịu sức nén tương đương như dụng cụ tích hợp.

Trong khi công nghệ này vẫn còn ở giai đoạn rất sớm, Wang tin rằng có nhiều cách nữa có thể tăng cường hiệu quả của nó. Ví dụ, các nhà nghiên cứu tin rằng phần lớn cơ năng của sự nén đang bị tiêu hao trong lớp vỏ thép hình dạng giống như tiền đồng của tế bào, chứ không phải ở màng PVDF.

Biến lưỡng cực từ thành đơn cực từ và ngược lại

Đơn cực từ, những thực thể có cực bắc từ hoặc cực nam từ tách biệt, không được cho là tồn tại. Nếu bạn cưa một nam châm ra làm đôi, cái bạn thành công là có được hai nam châm, mỗi nam châm có một cực nam và một cực bắc. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, sự tồn tại của các đơn cực từ, ít nhất là ở dạng các “giả hạt” gồm những kích thích tập thể trong số nhiều nguyên tử, đã được tiên đoán và chứng minh trong phòng thí nghiệm.

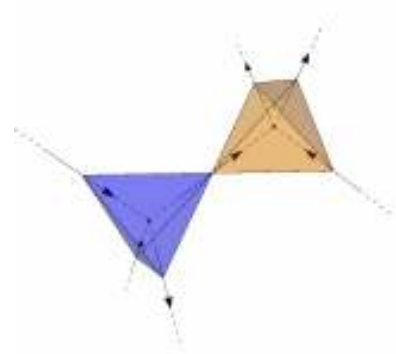
Nay Stephen Powell, một nhà khoa học tại Liên Viện Lượng tử (JQI) và Đại học Maryland, vừa đào sâu thêm nền tảng lý thuyết để các đơn cực từ có thể hoạt động.

“Những dòng trôi đều đặn của các đơn cực từ rõ ràng là không thể,” Powell nói, “nhưng những dòng phù du thì đã được chứng minh, và người ta có thể tưởng tượng tạo ra một dòng xoay chiều, tương đương từ tính của dòng điện xoay chiều.” Cái gọi là

“dòng từ” (magnetricity) này có thể được khai thác trong việc thiết kế những loại lưu trữ dữ liệu mật độ cao kiểu mới.

Các định luật điện từ học dự đoán một sự đối xứng lớn giữa lực điện và lực từ. Tuy nhiên, sự tương đương này không mở rộng cho các “tích” từ cô lập. Các điện tích cô lập, ở dạng electron, tất nhiên là khá dễ gặp. Những điện tích như thế hút hoặc đẩy nhau với một lực tỉ lệ nghịch với bình

phương khoảng cách giữa các điện tích. Một điện tích dương và một điện tích âm có thể hợp thành một lưỡng cực điện trung hòa. Tình huống đó trong từ học thì có vẻ khác: các lưỡng cực thì có, nhưng các đơn cực thì không.



Ô đơn vị cho các chất liệu “băng spin” gồm hai khối tứ diện. Các mũi tên thể hiện sự định hướng của các nguyên tử từ tính trong chất liệu. (Ảnh: Stephen Powell)

Nhưng những ý tưởng mới và những thí nghiệm mới đã làm thay đổi lối suy nghĩ thường nhật đó. Trước tiên, các thí nghiệm với electron lạnh trôi trong một tấm hai chiều có thể, dưới tác dụng của những từ trường mạnh, bị đưa vào chuyển động với quỹ đạo tròn. Những quỹ đạo này hóa ra lại tương tác với nhau tạo ra những giả hạt có điện tích bằng một phần của điện tích electron bình thường. Đây là cái gọi là hiệu ứng Hall lượng tử phân số. Vật liệu có thể có một cái tương đương cho các lưỡng cực từ hay không? Có thể có những tình huống cho

phép sự tồn tại của những từ tích cô lập (hay phân số) hay không? Các thí nghiệm mới đây ở Đức và Pháp đã hướng đến khả năng này trong cái gọi là “băng spin”, một chất rắn cấu tạo gồm các nguyên tố dysprosium (Dy), titanium (Ti), và oxygen (O). Viên gạch cấu trúc cơ bản của những chất liệu này là một cặp nhóm hình tứ diện, với hai nguyên tử Dy (mỗi nguyên tử tác dụng như một nam châm lưỡng cực nhỏ xíu) hướng ra mỗi tứ diện và hai nguyên tử hướng vào trong. Đây là cái tương đương với sự định hướng của các nguyên tử hydrogen trong nước đá, vì thế có tên gọi “băng spin”.

Thông thường, tất cả các cực từ sẽ bị giam cầm bên trong những cặp đôi hai cực – lưỡng cực từ bình thường. Tuy nhiên, ở một nhiệt độ đủ thấp, khoảng 5 K, “sự khử” giữa các nguyên tử từ tính – chúng muốn sắp thẳng hàng với nhau nhưng không thể do dạng hình học vốn có của chất liệu – dẫn tới một trạng thái mất trật tự với những thăng giáng mạnh, được đồng bộ hóa. Những cực từ chưa ghép cặp có thể hình thành giữa mớ lộn xộn này. Nghĩa là, những hạt (những kích thích giả hạt) trong băng spin với một “tích” từ tổng hợp có thể tồn tại và di chuyển.

Một chất khí gồm những điện tích được gọi là “plasma”, nên một số nhà khoa học gọi đám mây tương đương mong manh ấy của các từ tích là “plasma đơn cực”. Bài báo của Stephen Powell, công bố trên tạp chí *Physical Review Letters*, khảo sát cái xảy ra khi các thăng giáng bị đóng băng, chẳng hạn, bởi nhiệt độ còn lạnh hơn nữa hoặc một từ trường cường độ cao. Ông trình bày làm thế nào các đơn cực bị giam cầm trong lưỡng cực từ trung hòa lẫn lộn. Ông là người đầu tiên thực thi sự chuyển tiếp pha từ pha đơn cực (còn gọi là pha Coulomb vì các đơn cực chịu lực nghịch đảo bình phương giống như các điện tích) sang pha giam cầm cực. Việc đạt tới những nhiệt độ thấp hơn đó, và việc quan sát các đơn cực từ bị đóng băng như thế nào thành các lưỡng cực, sẽ thật khó thu được trong phòng thí nghiệm vì người ta khó ép các nguyên tử từ tính vào tương tác đủ mạnh. Nhưng Powell nghĩ rằng có thể làm được. Hơn nữa, nếu chuyển tiếp này giống như những chuyển tiếp pha khác, thì nó sẽ là đối tượng cho một nhóm định luật gọi là “vạn vật”, cái tiêu biểu cho nhiều hiện tượng như thế - nước chuyển thành băng là một ví dụ được ưa chuộng. Powell là người đầu tiên khảo sát tính vạn vật gắn liền với

quá trình đóng băng như thế nào, khi các đơn cực trong băng spin lại sa vào các lưỡng cực ở những nhiệt độ siêu thấp.

“Những loại đơn cực từ này không chỉ là những cái trừu tượng toán học,” Powell nói.

“Chúng thật sự xuất hiện. Chúng có thể di chuyển, ít nhất là di chuyển chút ít. Các nhà khoa học cần tìm hiểu các đơn cực hành xử như thế nào, ngay cả ở những nhiệt độ thấp nhất trong đó chúng bị khóa trở lại vào các lưỡng cực.”

Khuôn khổ của Powell cho các đơn cực bao gồm những tiên đoán có thể kiểm tra về cách quan sát sự chuyển tiếp từ đơn cực thành các cực bị giam cầm.

CERN phá kỉ lục nhiệt độ cao nhất

Rõ ràng việc khám phá ra một hạt na ná hạt Higgs là chưa đủ đối với các nhà vật lí làm việc tại cơ sở CERN, nay một đội khoa học làm việc với LHC vừa phá kỉ lục vật chất nhân tạo nhiệt độ cao nhất từ trước đến nay. Kỉ lục cũ là khoảng bốn nghìn tỉ độ Celsius, kỉ lục mới lập nằm trong ngưỡng năm nghìn tỉ rưỡi, tức là cao hơn trước đây chừng 38%.

Ba đội khoa học làm việc tại CERN, ATLAS, CMS và ALICE đều đang nghiên cứu vấn đề cơ bản giống nhau, tìm hiểu cái tồn tại ngay sau Big Bang (Vụ Nổ Lớn) để hiểu rõ hơn vật chất hoạt động như thế nào ở cấp độ dưới nguyên tử. ATLAS và CMS mới đây đã làm đình đám với việc tìm thấy bằng chứng của những hạt hết sức giống với boson Higgs vốn nổi tiếng khó tìm lâu nay. Trong khi đó, đội ALICE đang cật lực cho các ion chì lao vào nhau tạo ra plasma quark-gluon, chất liệu

được mô tả là một món súp nguyên thủy, vì người ta tin rằng nó giống với chất liệu xuất hiện ngay sau Big Bang, và vì không giống với proton và neutron, người ta tin rằng chúng chuyển động tự do, chứ không tồn tại ở dạng vật chất liên kết.

Kỉ lục nhiệt độ trước đây được lập bởi các nhà nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm quốc gia Brookhaven (BNL) đã được Sách Kỉ lục Guinness ghi nhận. Đội khoa học mới chưa có tên ghi trong sách kỉ lục, vì những kết quả của họ vẫn chưa hoàn tất. Khi công bố những kết quả của họ tại hội nghị Quark Matter năm nay, họ cho biết họ sẽ chưa có bất kì con số chính thức nào trong vòng vài tuần tới, mặc dù họ thật sự trông đợi nó sẽ cao hơn kỉ lục BNL chừng 38%.

Tất nhiên, đội khoa học tại BNL vẫn chưa buông tay, mặc dù họ không thể cạnh tranh với cơ sở CERN ở việc đạt tới

những nhiệt độ cao hơn nữa, nhưng họ đã tìm thấy bằng chứng cho thấy dưới những điều kiện nhất định, plasma quark-gluon, vật chất đã được quan sát thấy là hành xử giống như một chất khí không ma sát, có thể biến thành một chất khí hadron, cái được xem là vật chất bình thường, giống như cách nước biến thành băng hoặc hơi nước, tùy thuộc vào điều kiện.

Đội ALICE, tất nhiên họ không xem việc phá kỉ lục nhiệt độ là một trong những mục tiêu của mình, sẽ tiếp tục nghiên cứu những điều kiện dưới đó plasma quark-gluon tồn tại với hi vọng hiểu rõ hơn những tính chất của nó. Kế hoạch làm việc tổng thể của cả ba đội tại CERN cuối cùng sẽ phối hợp lại để làm sáng tỏ bức tranh không chỉ của cái xảy ra ngay sau Big Bang, mà cả những cái rất bản chất của vật chất.

THUVIENVATLY.COM

Bản Tin Vật Lý

© Thư Viện Vật Lý
thuvienvatly.com
banquantri@thuvienvatly.com



Nội dung:

Trần Nghiêm
Lucky_Rua
123physics
Xuân Nguyễn

Hoài Ân
KaDick
Taluma
Hoài Thương

☞ Trong bản tin có sử dụng hình ảnh và các bài dịch từ các tạp chí nổi tiếng Physics World, Nature Physics, New Scientist, cùng một số tạp chí khác.