

Đóng băng các electron đang chuyển động  
Làm vướng víu 100.000 photon  
Bất ngờ lớn trước hệ số ma sát âm  
Phát hiện một loại tia vũ trụ mới

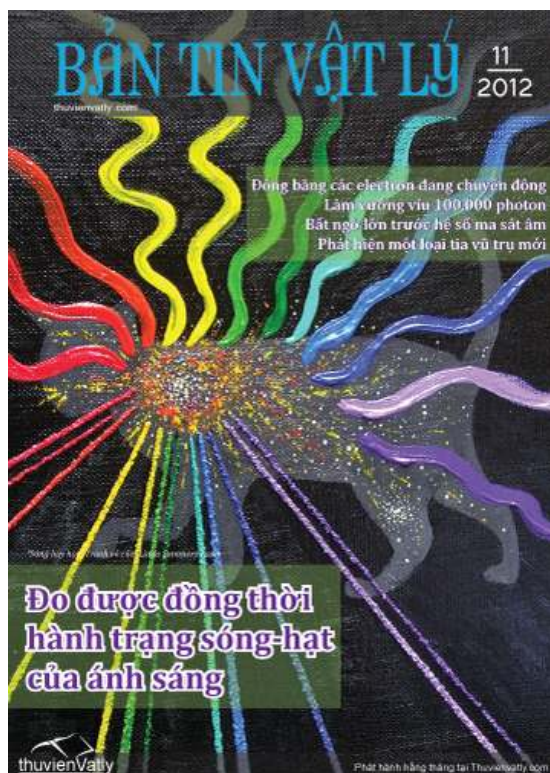
*"Sóng hay hạt" Tranh vẽ của Linda Summers Posey*

**Đo được đồng thời  
hành trạng sóng-hạt  
của ánh sáng**

# Bản Tin Vật Lý

Thuvienvatly.com

Tháng 11 năm 2012



## Ban biên tập

Trần Nghiêm  
Trần Triệu Phú

## Trong số này

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Đóng băng các electron đang chuyển động                         | 2  |
| Bất ngờ lớn trước hệ số ma sát âm                               | 3  |
| Làm vướng víu 100.000 photon                                    | 5  |
| Đo được đồng thời hành trạng sóng-hạt của ánh sáng              | 7  |
| Nụ hôn lượng tử làm đổi màu hư vô                               | 11 |
| Phát hiện một loại tia vũ trụ mới                               | 13 |
| Đi tìm leptiquark – hạt ‘thú có túi’                            | 15 |
| Các electron phốt lờ lý thuyết và đi theo một lộ trình khác     | 17 |
| Buộc nút ánh sáng không phải chỉ cho vui                        | 18 |
| Chẩn đoán sốt rét bằng ánh sáng và nam châm                     | 19 |
| Chỗ nhô lên lại bất ngờ xuất hiện trong dữ liệu CMS             | 21 |
| Tác dụng ma quỷ với những chùm ánh sáng xoắn                    | 24 |
| Từ trường của trái đất có tác dụng giống như cái sàng           | 27 |
| Đồng hồ nguyên tử chính xác hơn với những ion tích điện cao     | 29 |
| Blazar – họ hàng vật thể mới ngoài thiên hà                     | 30 |
| Phát hiện một hành tinh cỡ trái đất trong hệ sao Alpha Centauri | 32 |

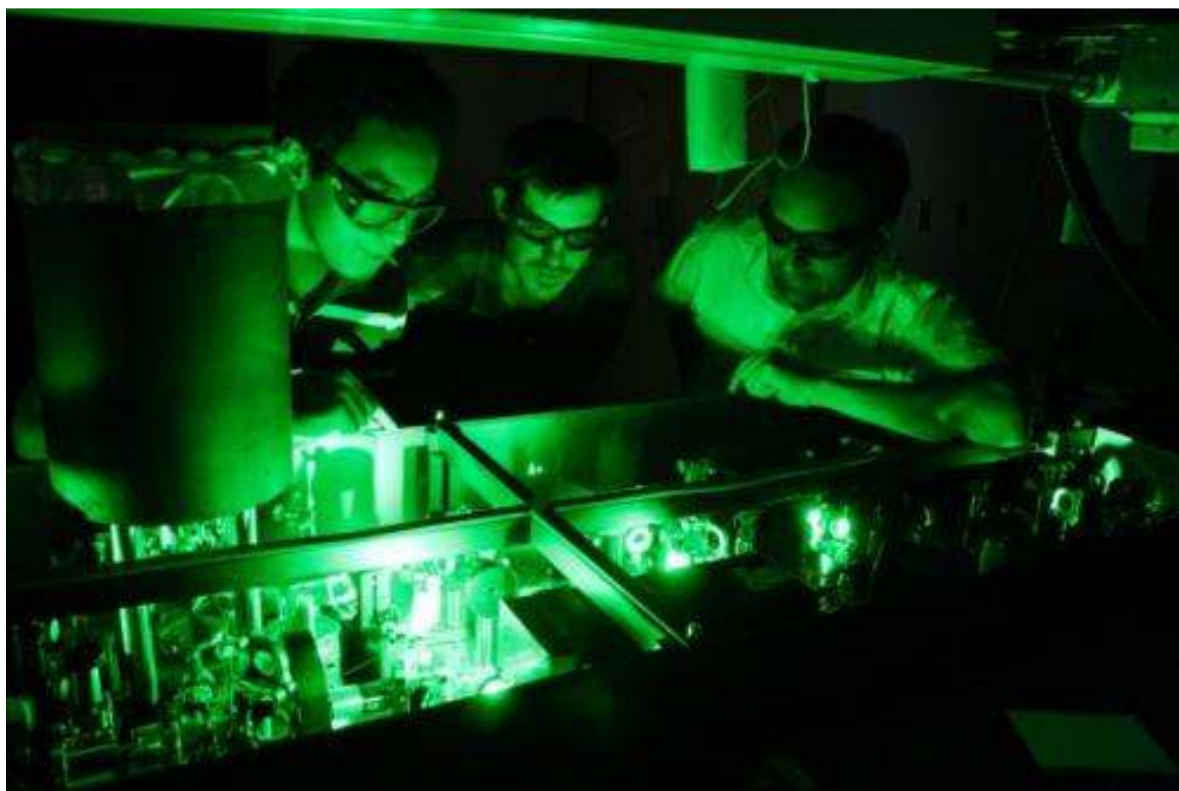
## Đóng băng các electron đang chuyển động

Sử dụng những xung laser nhanh nhất thế giới, các nhà vật lý ở trường Đại học Arizona đã chụp được ảnh thời khắc những phân tử vỡ ra và các electron bị đánh bật ra khỏi nguyên tử. Nghiên cứu của họ giúp các nhà khoa học hiểu rõ hơn những quá trình phân tử và cuối cùng có thể điều khiển chúng trong nhiều ứng dụng khác nhau.

Vào năm 1878, một bộ ảnh chụp nay đã trở thành biểu tượng đã giải quyết tức thời một bí ẩn dai dẳng: Một con ngựa đang phi nước đại có phải lúc nào cũng có chân chạm đất hay không? (Câu trả lời là không). Những ảnh chụp của Eadweard Muybridge tại một trường đua ngựa đã đánh dấu sự ra đời của ngành nhiếp ảnh tốc độ cao.

Gần 134 năm sau, các nhà nghiên cứu ở khoa vật lý, trường Đại học Arizona vừa giải được một bí ẩn tương tự, trong đó các phân tử oxygen siêu kích thích thay thế cho con người, và những xung laser năng lượng cao, cực nhanh thay thế cho những tấm phim nhũ tương của Muybridge.

Sử dụng những xung sáng tử ngoại kéo dài 0,0000000000000002 giây – tức 200 phần tỉ tỉ của một giây – Arvinder Sandhu và đội của ông đã làm đóng băng sự tác dụng nhanh đến mức không thể tưởng tượng xảy ra sau khi các phân tử oxygen bị hạ gục bởi năng lượng cao trong khoảng thời gian hết sức ngắn.



*Nhóm của Arvinder Sandhu (phải) đã khai thác những xung laser nhanh nhất thế giới để chụp ảnh những quá trình cực nhanh, ví dụ như các phản ứng hóa học.*

Việc quan sát những hiện tượng cực ngắn ở các nguyên tử và phân tử đang ngày trở nên quan trọng khi các nhà khoa học đang cố gắng hiểu rõ hơn các quá trình lượng tử ở cấp độ electron, và cuối cùng là điều khiển những quá trình đó để thiết kế ra những nguồn sáng mới, lắp ráp những phân tử mới, hoặc chế tạo những dụng cụ điện tử cực nhanh mới, trong số vô vàn những ứng dụng khác.

Trong khi nhóm của Sandhu không hề giữ kỉ lục thế giới cho sự tạo ra những xung sáng ngắn nhất, nhưng đây là nhóm đi tiên phong sử dụng chúng làm công cụ để giải quyết nhiều câu hỏi khoa học chưa được trả lời.

Thành tựu mới nhất của nhóm, công bố trên tạp chí *Physical Review Letters*, là một bộ ảnh chụp nhanh trực tiếp cái xảy ra với một phân tử oxygen khi nó nổ

tung ra sau khi hấp thụ quá nhiều năng lượng để duy trì liên kết bền giữa các nguyên tử của nó.

Việc có thể phân giải những quá trình phân tử ở cấp độ thời gian ngắn như thế giúp các nhà khoa học hiểu rõ hơn cơ chế động lực học vi mô của sự hình thành và phân hủy của tầng ozone trong khí quyển Trái đất, chẳng hạn.

Tham khảo:

[arxiv.org/abs/1207.4740](https://arxiv.org/abs/1207.4740)

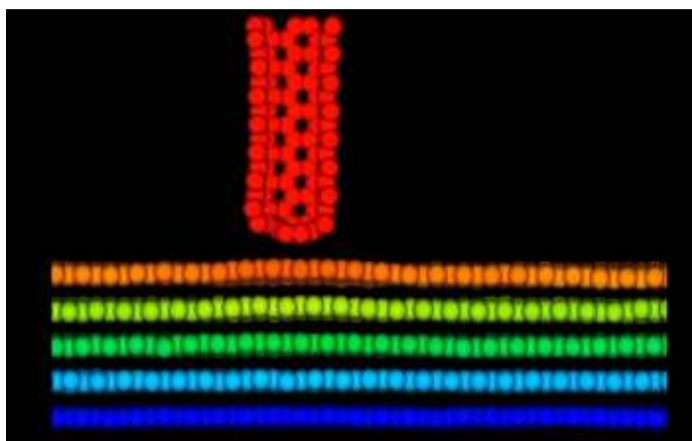
## Bất ngờ lớn trước hệ số ma sát âm

Nếu bạn ấn nhẹ đầu ngón tay của bạn lên bàn và trượt nó trên mặt bàn, bạn sẽ thấy nó trượt khá dễ dàng. Nếu bạn ấn mạnh hơn, thì nó khó trượt hơn vì sự tiếp xúc chặt tạo ra ma sát lớn hơn. Nhưng nay các nhà nghiên cứu ở Mỹ và Trung Quốc vừa chứng minh rằng nếu bạn làm thí nghiệm tương tự với một đầu nhọn kính hiển vi lực nguyên tử trên một bề mặt graphite, thì bạn có thể thấy hiệu ứng xảy ra ngược lại – lực ma sát giảm khi bạn ấn mạnh hơn.

Với những vật thể lớn như ngón tay và mặt bàn, lực ma sát giữa hai bề mặt là do sự gồ ghề bề mặt, sự không tinh khiết, các lớp oxide và vô số những hiệu ứng khác. Tuy nhiên, ở

thang bậc nanomet, từng tương tác nguyên tử trở nên quan trọng. Vì thế, các định luật ma sát học nano – nghiên cứu ma sát ở thang bậc nano – có thể rất khác với lực ma sát mà chúng ta trải nghiệm trong thế giới vĩ mô. Ví dụ, đôi khi lực ma sát có thể biến thiên tuần hoàn theo mạng nguyên tử khi kim nhọn kính hiển vi lực nguyên tử (AFM) di chuyển trên một bề mặt. Ma sát học nano đang ngày trở nên quan trọng khi các nhà khoa học và các kĩ sư phát triển những cỗ máy nano nhỏ xíu cho nhiều ứng dụng tiềm năng từ lắp ráp mạch điện cho đến sự phân phát thuốc trong cơ thể.

Hệ số ma sát đo mức độ ma sát biến thiên theo một hàm của áp lực. Nó có thể biến thiên rất nhiều ở thang nano, với lực ma sát tăng phi tuyến theo áp lực. Tuy nhiên, nó chưa từng được biết là có giá trị âm – nghĩa là, lực ma sát tăng lên khi một vật bị kéo ra khỏi một bề mặt.



Mô phỏng máy tính cho thấy đầu nhọn kim cương AFM (trên) đang di chuyển trên vài lớp trên cùng của graphite. (Ảnh: Smolyanitsky/NIST, Li/Tsinghua University)

## Những phép đo thường nhật

Nhưng đó chính là cái mà what Rachel Cannara, Zhao Deng và các đồng sự tại Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia Mỹ (NIST) ở Maryland và Đại học Tsinghua ở Bắc Kinh vừa tìm thấy. Khám phá bất ngờ trên do Deng thực hiện trong khi đang đo lực ma sát giữa một đầu nhọn kim cương hiển vi và một bề mặt graphite theo một hàm của áp lực đầu nhọn – một phép đo thường thật thực hiện bởi vô số nhà ma sát học nano vẫn làm.

“Chúng tôi đang khảo sát những hành trạng khác nhau được biết là xảy ra và lặp lại cái đã được trình bày trong sách vở,” Cannara giải thích.

Khi Deng tăng áp lực lên đầu nhọn, thật bất ngờ, ông thấy lực ma sát tăng lên. Tuy nhiên, khi ông giảm áp lực trở lại, thì có một bất ngờ. Thay vì trở lại giá trị ban đầu của nó, lực ma sát tiếp tục tăng lên. Điều này tương tự như việc bạn ấn lên cái bàn càng nhẹ thì nó càng khó trượt vậy. Hiện tượng này phù nhận mọi dự đoán lí thuyết và đây là trường hợp đầu tiên ghi nhận một chất liệu thể hiện hệ số ma sát âm. Sự tăng ma sát tiếp tục khi áp lực giảm cho đến khi đầu nhọn hiển vi hoàn toàn tách ra khỏi bề mặt graphite.

Vậy tiếp theo sẽ là gì? Nghiên cứu trước đây chứng minh rằng những chất liệu như graphite có một cấu trúc nguyên tử phân lớp tạo ra ma sát lớn hơn với đầu nhọn của AFM khi chúng chỉ dày vài ba nguyên tử. Người ta nghĩ như vậy bởi vì những chất liệu mỏng thường thì dẻo hơn. Do đó, khi một chất liệu mỏng về phương diện nguyên tử tiếp xúc với một đầu nhọn AFM, nó biến dạng nhiều hơn, và vì thế làm tăng diện tích tiếp xúc và tạo ra nhiều ma sát hơn.

## Một bề mặt bám dính?

Nhóm của Cannara đang nghiên cứu với graphite dạng khối, nhưng các nhà nghiên cứu ngờ rằng khi đầu nhọn hiển vi ấn vào bề mặt của chất liệu này, lực hút liên phân tử của vài lớp nguyên tử trên cùng về phía đầu nhọn kim cương đủ lớn khi áp lực giảm đi, những lớp này hơi bị nhấc khỏi khối graphite, bám vào đầu nhọn và sinh ra ma sát. Chỉ khi đầu nhọn hoàn toàn bị lấy ra khỏi thì graphite mới trở lại trạng thái ban đầu của nó. Hai mô phỏng máy tính khác nhau cho

thấy giả thuyết trên là hợp lý, mặc dù có những khác biệt kỹ thuật ở những kết quả vẫn cần được giải thích, Cannara nói.

Robert Carpick thuộc trường Đại học Pennsylvania ở Philadelphia cảm thấy ấn tượng trước kết quả của nhóm Cannara. “Tôi nghĩ bài báo đó khá có sức nặng,” ông nói. “Họ trình bày kết quả xác thực và họ liên hệ

nó khá thuyết phục với sự bám dính của bề mặt.” Bài báo trước đây của Carpick khảo sát bốn chất liệu khác nhau, chúng đều có cấu trúc phân lớp nhưng khác nhau triệt kể, và tìm thấy mối liên hệ giữa bề dày và sự ma sát tồn tại ở cả bốn chất đó.

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

## Làm vướng víu 100.000 photon

Những xung ánh sáng gồm khoảng 100.000 photon vướng víu đã được tạo ra bởi các nhà vật lý ở Đức và Nga. Những xung ánh sáng đó được tạo ra trong một trạng thái “chân không nén” và đội nghiên cứu tìm thấy sự vướng víu trở nên mạnh hơn khi số lượng photon có trong xung tăng lên. Những xung sáng như vậy có thể ứng dụng trong những công nghệ như mật mã học lượng tử hoặc đo lường học.

Sự vướng víu là một hiệu ứng lượng tử cho phép các hạt như photon có mối liên hệ chặt chẽ hơn so với vật lý cổ điển tiên đoán. Chẳng hạn, người ta có thể tạo ra hai photon trên thực nghiệm, sao cho nếu một hạt được đo là bị phân cực theo phương thẳng đứng, thì phép đo trên hạt kia sẽ cho trạng thái phân cực giống như vậy. Hiệu ứng này xảy ra bất chấp thực tế là một phép đo trên một photon độc thân sẽ cho biết một giá trị ngẫu nhiên của sự phân cực. Trong khi một mối tương quan như thế có thể xảy ra trong thế giới phi lượng tử, nhưng cơ học lượng tử củng cố nó

vượt ngoài cái được trông đợi từ vật lý cổ điển. Sự không tương thích này giữa thế giới lượng tử và thế giới cổ điển đã được mô tả súc tích bởi nhà vật lý người Bắc Ireland John Bell vào năm 1964 và đã được xác nhận bởi một loạt thí nghiệm thực hiện hồi thập niên 1970 và 1980.



*Xung càng sáng, sự vướng víu càng mạnh. (Ảnh: iStockphoto/Mihail Ulianikov)*

Nay Maria Chekhova và các đồng sự tại Viện Khoa học Ánh sáng Max Planck và Đại học Moscow vừa tạo ra những trạng thái lượng tử

chứa tới 100.000 photon, và tất cả chúng đều bị vướng víu với nhau.

### **Những tinh thể phi tuyến**

Thí nghiệm của đội khoa học bắt đầu với việc chiếu một xung laser vào một bộ tách chùm tia phân cực, tạo ra hai xung với sự phân cực khác nhau. Hai xung này được chiếu vào hai tinh thể phi tuyến và “bơm” hai tinh thể đó. Nhờ bản chất phi tuyến của hai tinh thể, một photon trong một xung bơm có thể phân hủy thành một cặp photon vướng víu có sự phân cực giống nhau – nhưng có năng lượng khác nhau (A và B). Một photon thuộc vùng hồng ngoại và photon kia thuộc vùng nhìn thấy của phổ điện từ.

Sự phân hủy ban đầu trong tinh thể sẽ xảy ra tự phát và khi cặp photon thứ nhất truyền qua tinh thể nó sẽ kích thích sự phát xạ của những cặp photon kia. Hiệu ứng thác lũ sẽ tạo ra một xung photon và toàn bộ bị vướng víu trong cái gọi là một trạng thái “chân không nén”. Xung sáng bị nén bởi vì số lượng photon có trong xung A và B có tương quan chính xác hơn ở những xung laser tiêu biểu có năng lượng bằng nhau. Phần chân không của tên gọi có xuất xứ từ thực tế là xung sáng bắt đầu tự phát với không có photon nào – trạng thái chân không.

Những xung photon vướng víu từ mỗi tinh thể sau đó được kết hợp lại trong một bộ tách chùm tia phân cực thứ hai để tạo ra một xung đơn không phân cực. Xung này được xử lý bằng một “bản lưỡng sắc”, làm hướng phân cực của các photon thuộc một năng lượng nào đó – ví dụ A – quay 90 độ so với hướng

phân cực của những photon có năng lượng B. Kết quả là một xung vướng víu là một “trạng thái Bell đơn vĩ mô” – nếu hướng phân cực của photon A đo được là thẳng đứng, thì hướng phân cực của photon B sẽ là nằm ngang và ngược lại. Tính chất này của sự tương quan phân cực đúng cho bất kì sự chọn lựa trạng thái phân cực nào: nếu photon A bị phân cực tròn phải, chẳng hạn, thì photon B bị phân cực tròn trái, vân vân.

### **Do sự vướng víu**

Thách thức tiếp theo đối với đội nghiên cứu là làm thế nào chứng minh rằng các photon đó thật sự bị vướng víu. Yêu cầu này được thực hiện bằng cách cho xung sáng đi qua một tách chùm tia phân cực cuối cùng, gửi những photon có hướng phân cực ngang về phía một máy dò và những photon có hướng phân cực thẳng đứng về một máy dò thứ hai.

Tổng số photon trong mỗi xung được đếm bởi máy dò và mức độ vướng víu của một xung có thể được xác định bằng cách khảo sát sự tương quan giữa các tín hiệu ở hai máy dò. Đội bằng cách đã không thể kiểm tra sự vướng víu trên bằng cách sử dụng bất đẳng thức Bell bởi vì bất đẳng thức Bell thông thường chỉ có giá trị đối với những cặp photon và không có khả năng áp dụng trong trường hợp này. Sự sai lệch khỏi một bất đẳng thức Bell vĩ mô vẫn còn là một thách thức. Tuy nhiên, đội nghiên cứu đã có thể xác lập sự vướng víu bằng cách sử dụng “điều kiện khả năng phân chia” áp dụng cho những hệ như thế. Phân tích cho thấy các xung sáng

có mức độ tương qua lớn hơn cái được phép bởi vật lý cổ điển và do đó là bị vướng víu.

### Càng nhiều photon, càng vướng víu

Các nhà nghiên cứu còn tính được một thông số của xung sáng gọi là “số Schmidt”, đó là một số đo mức độ vướng víu bên trong xung. Họ tìm thấy rằng số Schmidt tỉ lệ với số photon trung bình có trong xung. Theo đội nghiên cứu, điều này có nghĩa là xung càng sáng thì bị vướng víu nhiều hơn so với những xung yếu.

Xiao-Qi Zhou thuộc trường Đại học Bristol ở Anh đã mô tả thí nghiệm trên là “một phương pháp rất khéo léo nhằm phát hiện ra sự vướng víu ở trạng thái quang lượng tử lớn như thế”. Ông nói, “Người ta biết rằng một trạng thái [chân không nén] lớn là bị vướng víu nhưng không biết làm thế nào chứng minh nó bằng thực nghiệm.”

Zhou tin rằng ứng dụng triển vọng nhất nhất của xung sáng vướng víu trên là trong “đo lường lượng tử thực hành”. Ví dụ như kính hiển vi pha và con quay hồi chuyển quang học.

Chekhova cho biết những xung sáng trên còn có thể sử dụng cho sự phân bố khóa lượng tử, lỗ thuật sử dụng sự vướng víu để cho phép hai phe trao đổi thông tin lượng tử với nhau một cách bí mật. “Thông tin lượng tử có thể được mã hóa thành số photon, và khi đó các chùm A và B sẽ được phân bố đến hai người dùng,” bà nói. “Giao thức này sẽ giống với giao thức Ekert đã biết, dựa trên những cặp photon, nhưng ở đây bằng chữ cái sẽ nhiều kí tự hơn.”

Tham khảo:

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v109/i15/e150502>

## Đo được đồng thời hành trạng sóng-hạt của ánh sáng

Ánh sáng cấu tạo từ cái gì: sóng hay hạt? Câu hỏi cơ bản này đã thu hút các nhà vật lý kể từ những ngày đầu của lịch sử khoa học. Cơ học lượng tử dự đoán rằng các photon, những hạt ánh sáng, vừa là sóng vừa là hạt đồng thời. Công bố trên tạp chí *Science*, các nhà vật lý ở trường đại học Bristol vừa nêu ra một minh chứng mới

của lưỡng tính sóng-hạt này của các photon, cái được nhà vật lý giành giải Nobel Richard Feynman gọi là “một bí ẩn thật sự của cơ học lượng tử”.

Lịch sử khoa học từng diễn ra cuộc tranh cãi nảy lửa giữa lý thuyết hạt và lý thuyết sóng của ánh sáng. Isaac Newton là nhân vật chính của phe lý thuyết hạt,

còn James Clerk Maxwell và lý thuyết điện từ học thành công vang dội của ông thì khởi xướng lý thuyết sóng. Tuy nhiên, mọi thứ đã thay đổi kịch tính vào năm 1905, khi Einstein chứng minh rằng có thể giải thích hiệu ứng quang điện (cái cho đến khi ấy vẫn là một bí ẩn) bằng cách sử dụng quan điểm rằng ánh sáng là hạt

photon. Khám phá này có tác động to lớn đối với vật lý học, vì nó góp phần đáng kể cho sự phát triển của cơ học lượng tử - lý thuyết khoa học chính xác nhất từng được phát triển.

Mặc dù thành công, nhưng cơ học lượng tử có một thách thức hết sức to lớn đối với trực giác hàng ngày của chúng ta. Thật vậy, lý thuyết này dự đoán với độ chính xác đáng kể hành trạng của những vật nhỏ như nguyên tử và photon. Tuy nhiên, khi xét kỹ hơn những tiên đoán này, chúng ta buộc phải thừa nhận rằng chúng hết sức phản trực giác. Chẳng hạn, thuyết lượng tử dự đoán rằng một hạt (một photon chẳng hạn) có thể ở những nơi khác nhau cùng một lúc. Thật vậy, nó thậm chí có thể ở vô số nơi đồng thời, giống hệt như sóng vậy. Vì thế khái niệm lưỡng tính sóng-hạt là cơ bản đối với mọi hệ lượng tử.

Thật bất ngờ, khi một photon được quan sát, nó

hành xử hoặc là một hạt hoặc là một sóng. Nhưng cả hai mặt chưa bao giờ được quan sát thấy đồng thời. Thật vậy, nó biểu hiện hành trạng nào là tùy thuộc vào phép đo được bố trí. Những hiện tượng kì lạ này đã được nghiên cứu thực nghiệm trong vài năm trở lại đây, sử dụng các dụng cụ đo có thể bật tắt giữa phép đo dạng sóng và dạng hạt.

Trong một bài báo công bố trên tạp chí *Science*, số ra ngày 1 tháng 11, các nhà vật lý ở trường Đại học Bristol ở Anh đã tạo nên một bước ngoặt mới đối với những khái niệm này. Tiến sĩ Alberto Peruzzo, Peter Shadbolt và giáo sư Jeremy O'Brien thuộc Trung tâm Quang Lượng tử đã hợp tác với các nhà lý thuyết lượng tử, tiến sĩ Nicolas Brunner và giáo sư Sandu Popescu, nghĩ ra một loại thiết bị đo mới lạ có thể đo hành trạng sóng và hạt đồng thời. Dụng cụ mới này hoạt động dựa trên sự phi định xứ lượng tử, một hiệu ứng

lượng tử phản trực giác khác nữa.

Tiến sĩ Peruzzo cho biết: “Thiết bị đo đã phát hiện ra sự phi định xứ mạnh, xác nhận rằng photon hành xử là sóng và hạt đồng thời trong thí nghiệm của chúng tôi. Kết quả này phản bác mạnh mẽ những mô hình trong đó photon hoặc là sóng hoặc là hạt”.

Giáo sư O'Brien, giám đốc Trung tâm Quang Lượng tử, nói: “Tiến hành nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng một con chip quang lượng tử, một kỹ thuật được đi tiên phong ở Bristol. Con chip có khả năng cấu hình nên nó có thể được lập trình và điều khiển để thực thi những mạch điện khác nhau. Ngày nay, công nghệ này là một phương pháp dẫn đầu trong cuộc tìm kiếm xây dựng một máy vi tính lượng tử và trong tương lai sẽ cho phép những nghiên cứu mới và phức tạp hơn của những phương diện cơ bản của các hiện tượng lượng tử.”

## Thực nghiệm xác nhận photon có quyền ‘chần chừ lượng tử’

Các thực thể lượng tử luôn hết sức quý quyết. Xét như photon chẳng hạn. Lượng tử ánh sáng có thể tác dụng như một hạt vào lúc này, đi theo một quỹ đạo rõ ràng giống như một viên đạn nhỏ xíu, và tác dụng như một sóng vào lúc sau đó, chồng chất với chính nó để tạo ra hệ vân giao thoa, giống hệt như một gợn sóng trên mặt nước.

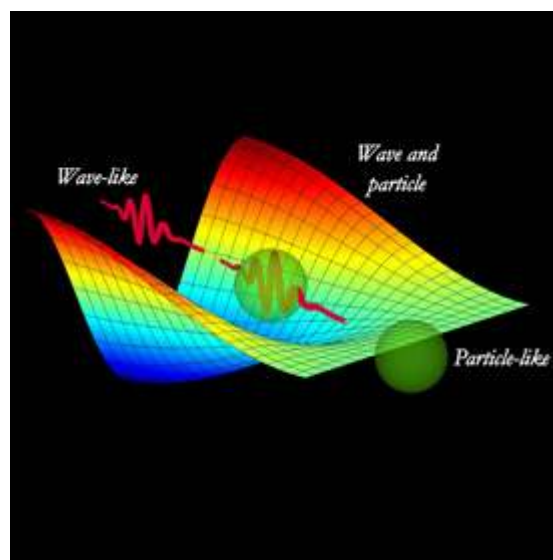
Lưỡng tính sóng-hạt là một đặc điểm quan trọng của cơ học lượng tử, người ta không dễ gì hiểu nổi theo những khái niệm trực giác của kinh nghiệm sống hàng ngày. Nhưng bản chất nước đôi của các thực thể lượng tử chưa dừng lại ở đó mà còn lạ lùng hơn nữa.

Những thí nghiệm mới chứng minh rằng các photon không những chuyển từ dạng sóng sang dạng hạt và ngược lại mà thật sự còn có thể hành xử theo xu hướng sóng và hạt cùng một lúc. Thật vậy, một photon có thể đi qua một thiết bị quang phức tạp và biến mất vĩnh viễn trong một máy dò mà không chọn lựa một hiện thân nào hết – cho dù là sóng hay là hạt.

Trong những năm gần đây, các nhà vật lý đã chứng minh được rằng một photon “lựa chọn” tác dụng như một sóng hoặc một hạt chỉ khi bị ép buộc. Chẳng hạn, nếu một photon bị lái bởi một bộ chiết quang (một loại ngã ba trong quang trình) vào một trong hai lộ trình, mỗi lộ trình dẫn tới một máy dò, thì photon đó sẽ xuất hiện tại máy dò này hoặc máy dò kia với xác suất bằng nhau. Nói cách khác là photon đã chọn một trong hai lộ trình và đi theo nó cho đến kết thúc, giống như

một quả cầu lăn trong một cái ống dẫn.

Nhưng nếu hai lộ trình đã phân tách đó kết hợp lại phía trước máy dò, cho phép cái có trong hai kênh dẫn giao thoa giống như sóng chảy vòng quanh một trụ cầu gặp nhau ở phía bên kia, thì photon đó biểu hiện những hiệu ứng giao thoa dạng sóng, về cơ bản đã truyền đi theo hai lộ trình đồng thời. Nói cách khác, đo một photon như một hạt thì nó hành xử như một hạt. Đo một photon như một sóng thì nó hành xử như một sóng.



*Những thí nghiệm mới khảo sát sự chuyển tiếp liên tục từ những photon tác dụng giống như hạt sang hành xử giống như sóng. Ảnh: S. Tanzilli, CNRS*

Người ta có thể cho rằng các photon đã chọn một trong hai hành trạng – sóng hoặc hạt – từ trước, hoặc khi chúng đi tới bộ chiết quang. Nhưng một thí nghiệm “lựa chọn trễ” hồi năm 2007 đã bác bỏ khả năng đó. Các nhà vật lý sử dụng một giao thoa kế, một dụng cụ thí nghiệm có bộ chiết quang, bố trí kết hợp hai chùm tia và để chúng tách nhau ra. Nhưng chúng thực hiện lựa chọn chỉ sau khi photon

đã đi qua bộ chiết quang. Các photon vẫn biểu hiện các hiệu ứng giao thoa khi kết hợp lại, mặc dù (ít nhất là trong một thế giới đơn giản hơn) các hạt đó vẫn bị buộc phải lựa chọn đi theo lộ trình nào.

Nay hai nhóm nghiên cứu vừa triển khai một phiên bản còn lạ lẫm hơn nữa của thí nghiệm lựa chọn trễ. Trong hai nghiên cứu đăng trên số ra ngày 2 tháng 11 của tạp chí *Science*, một đội ở Pháp và một nhóm ở Anh mỗi bên đều báo cáo sử dụng một công tắc lượng tử thay cho bộ chiết quang. Ngoại trừ là trong thí nghiệm này, công tắc không bị đảo – do đó buộc photon tác dụng như một sóng hoặc như một hạt – cho đến khi các nhà vật lý nhận ra photon đó ở một trong hai máy dò.

Bằng cách thay đổi bố trí trên dụng cụ, cả hai đội không những có thể buộc photon thực nghiệm hành xử như một hạt hoặc như một sóng, mà còn có thể khảo sát những trạng thái trung gian nữa. “Chúng tôi có thể liên tục làm biến hình hành trạng của photon từ hành trạng dạng sóng sang dạng hạt,” phát biểu của Sébastien Tanzilli, một đồng tác giả và là nhà vật lý quang lượng tử tại Trung tâm Quốc gia Nghiên cứu Khoa học ở Paris, ông làm việc tại trường đại học Nice Sophia Antipolis. “Giữa hai thái cực đó, chúng tôi có những trạng thái đi cùng với sự giao thoa suy yếu. Cho nên chúng tôi có một sự chồng chất của sóng và hạt.”

Cái then chốt với cả hai thí nghiệm là sử dụng một công tắc lượng tử trong thiết bị, cho phép giao thoa kế đo lường trong sự chồng

chất của việc đo hành trạng sóng hoặc hạt.

“Trong những thí nghiệm lựa chọn trễ truyền thống như thế này, đầu đó trong thiết bị của bạn, bạn có một công tắc nhị phân cổ điển lớn,” phát biểu Peter Shadbolt, một đồng tác giả và là nghiên cứu sinh vật lý lượng tử tại trường đại học Bristol ở Anh. “Nó [công tắc lượng tử] có ‘sóng’ viết ở phía bên này và ‘hạt’ viết ở phía bên kia. Cái chúng tôi làm là thay thế công tắc cổ điển bằng một qubit, một bit lượng tử, đó là một photon thứ hai trong thí nghiệm của chúng tôi.”

Công tắc lượng tử đó xác định bản chất của thiết bị - cho dù hai quang trình kết hợp lại để tạo ra một giao thoa kế khép kín, cái đo các tính chất dạng sóng, hay vẫn tách biệt để tạo ra một giao thoa kế hở, cái phát hiện những hạt rời rạc. Nhưng trong cả hai trường hợp, giao thoa kế là mở hay đóng – và cho dù photon tương ứng đi qua thiết bị giống như sóng hay hạt – không được xác định cho đến khi các nhà vật lý đo một photon thứ hai. Số phận của photon thứ nhất có liên hệ với trạng thái của photon thứ hai thông qua hiện tượng vướng víu lượng tử, qua đó các vật lượng tử cùng chia sẻ các tính chất tương quan.

Trong thí nghiệm của nhóm Bristol, trạng thái của photon thứ hai xác định giao thoa kế là mở, đóng hay chồng chất của cả hai, thành ra xác định hiện thân sóng hay hạt của photon thứ nhất. “Không có loại phương pháp tiếp cận này, bạn sẽ không thể nhìn thấy sự biến hình như thế này giữa sóng và hạt.”

Dụng cụ do nhóm Tanzilli chế tạo hoạt động tương tự - giao thoa kế là đóng đối với các photon phân cực thẳng đứng (do đó tác dụng giống như sóng) và mở đối với các photon phân cực ngang (cải hành xử dưới dạng hạt). Gửi một photon thử qua thiết bị, các nhà nghiên cứu đo một đối photon vướng víu lúc 20 nano giây sau đó để xác định hướng phân cực của photon thử, và do đó xác định nó thuộc phía nào của lưỡng phe sóng-hạt.

Do thiết kế của thí nghiệm và bản chất của sự vướng víu, bản chất sóng hoặc hạt của photon thử không được xác định cho đến khi photon thứ hai được đo – nói cách khác, cho đến 20 nano giây sau đó. “Photon thử hiện diện trong giao thoa kế và được phát hiện, nghĩa là nó bị phân hủy,” Tanzilli nói. “Sau đó chúng tôi xác định hành trạng của nó.” Trật tự thao tác như thế đưa khái niệm lựa chọn trễ đến cực độ của nó. “Nghĩa là không gian và thời gian dường như không có bất cứ vai trò gì trong chuyện này,” Tanzilli nói.

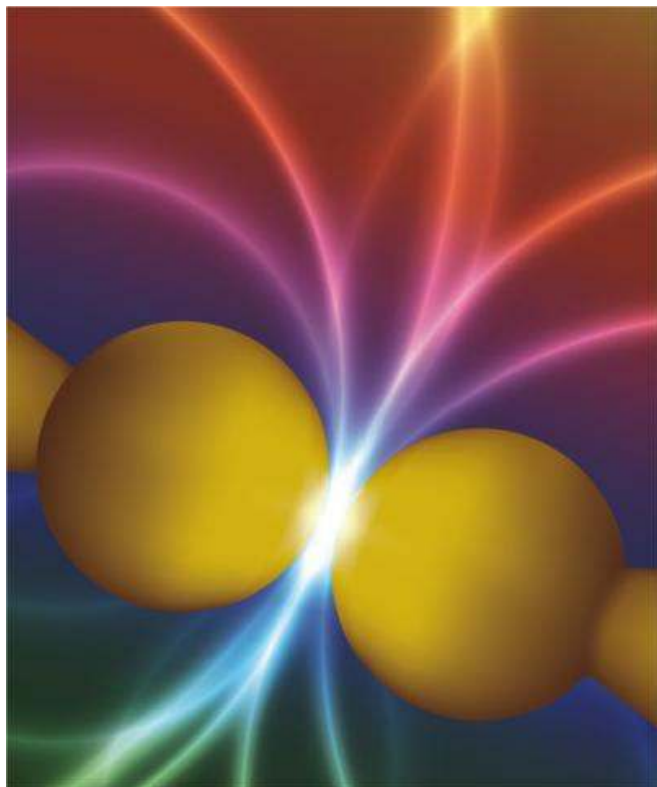
Nhà nghiên cứu thông tin lượng tử Seth Lloyd thuộc Viện Công nghệ Massachusetts đã đặt tên cho hiện tượng trên là “sự chần chừ lượng tử”. “Trong sự có mặt của sự vướng víu lượng tử (trong đó kết cục của các phép đo bị bó buộc với nhau),” ông viết trong bài bình luận trên tạp chí *Science*, “nên có thể trì hoãn việc đưa ra quyết định, như thế các sự kiện diễn ra từng cái một.”

Những thí nghiệm mới trên bổ sung thêm những nếp gợn mới cho thế giới cong của cơ học lượng tử, trong đó một photon có thể dường như là cái gì như nó muốn, ở đâu như nó muốn. “Feynman gọi nó là một bí ẩn thật sự của cơ học lượng tử,” Shadbolt nói về lưỡng tính sóng-hạt. “Nó rất rất lạ lùng. Cơ học lượng tử rất đổi lạ lùng, hoàn toàn không có cái tương đương cổ điển, và chúng ta phải chấp nhận nó như vậy.”

## Nụ hôn lượng tử làm đổi màu hư vô

Ngay cả những khoảng không trống rỗng cũng có màu sắc. Các nhà khoa học vừa chứng minh rằng bước nhảy lượng tử của các electron có thể làm đổi màu khoảng trống giữa những quả cầu bằng vàng kích cỡ nano. Kết quả mới công bố trên tạp chí *Nature* (số ra ngày 7/11) thiết lập một giới hạn lượng tử cơ bản lên mức độ sít sao mà ánh sáng có thể bị bẫy.

Đội nghiên cứu đến từ trường Đại học Cambridge, Xứ Basque và Paris vừa kết hợp những thí nghiệm thành công với những lý thuyết tiên bộ cho thấy ánh sáng tương tác với vật chất như thế nào ở kích cỡ nano mét. Nghiên cứu cho biết làm thế nào họ có thể nhìn thấy cơ học lượng tử đang tác dụng trong không khí ở nhiệt độ phòng.



*Ảnh minh họa sự thay đổi màu sắc khi một hiệu ứng chui hầm lượng tử xảy ra trong một khe trống dưới nano mét*

Vì các electron trong một kim loại di chuyển dễ dàng, nên việc chiếu ánh sáng lên một vết nứt nhỏ xíu làm các điện tích trên bề mặt vết nứt dao động ở tần số quang học. Điện tích dao động đi qua khe trống tạo ra một màu “plasmon” trong vùng ma quỷ ở giữa, nhưng chỉ khi khe trống đó đủ nhỏ.

Giáo sư Jeremy Baumberg thuộc Phòng thí nghiệm Cavendish, Đại học Cambridge, người đứng đầu nhóm nghiên cứu, đề xuất rằng hãy nghĩ đây là sức căng hình thành

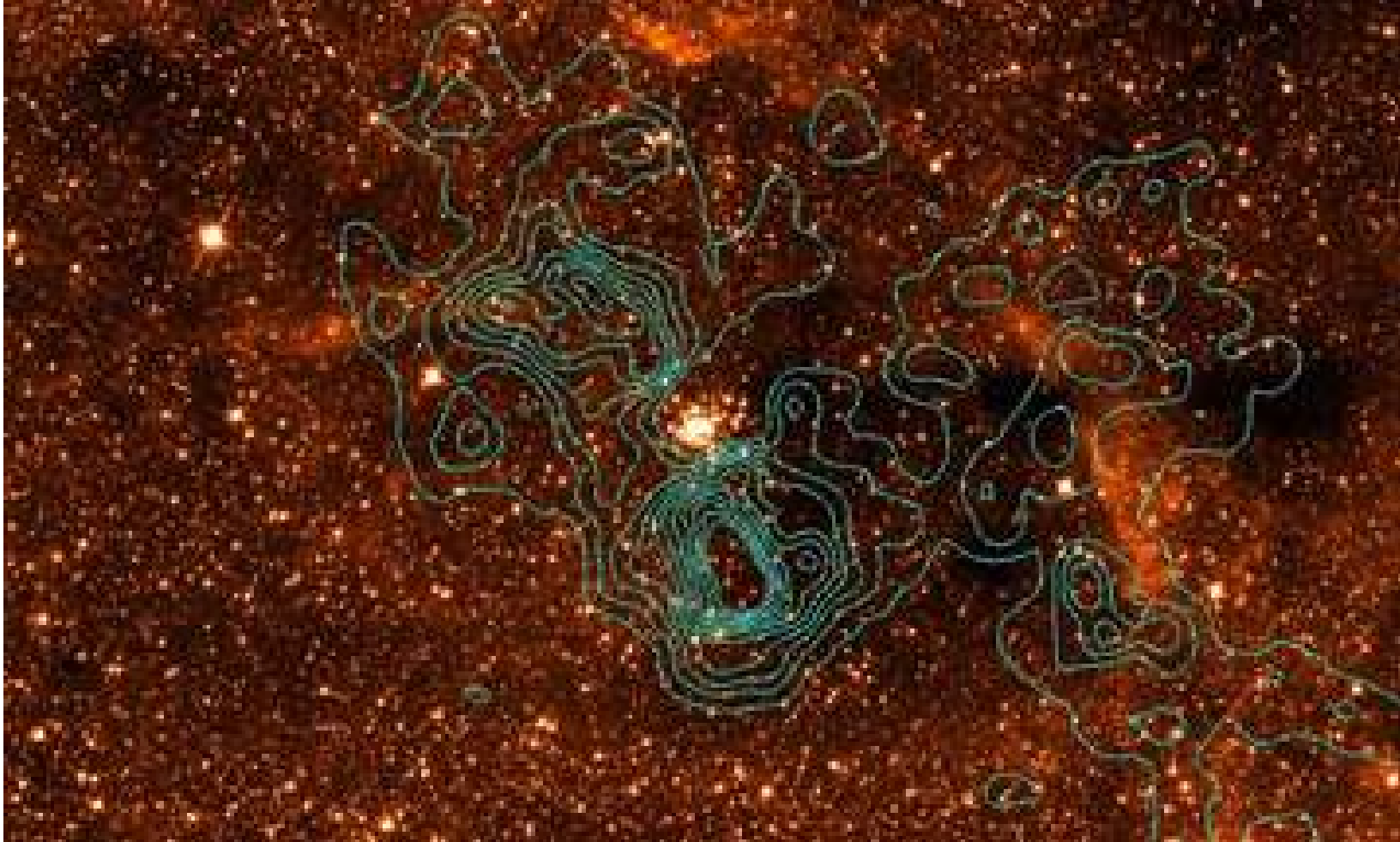
giữa một cặp đôi nguyên tử đang nhìn đắm đuối vào mắt nhau. Khi mặt của họ tiến sát lại thì sức căng đó tăng lên, và chỉ có nụ hôn mới giải phóng được năng lượng này.

Trong những thí nghiệm mới, khe trống đó được thu nhỏ lại dưới 1 nm (một phần tỉ của một mét) làm nhuộm đỏ màu khe trống khi điện tích hình thành. Tuy nhiên, bởi vì các electron có thể nhảy qua khe do sự chui hầm lượng tử, nên điện tích có thể tuồn ra khi khe trống dưới 0,35 nm, nhìn thấy dưới dạng sự lệch xanh của màu sắc. Như Baumberg nói, “Như thế là bạn có thể hôn mà không chạm lưỡi vậy.”

Giáo sư Javier Aizpurua, người đứng đầu đội lý thuyết ở San Sebastian, than vãn: “Việc cố gắng lập mô phỏng quá nhiều electron đang dao động bên trong vàng như vậy không thể nào thực hiện với những lý thuyết hiện có”. Ông phải kết hợp quan điểm cổ điển và quan điểm lượng tử của thế giới mới dự đoán được sự dịch chuyển màu sắc nhìn thấy trong thí nghiệm.

Nghiên cứu này có lợi cho những sự đo đạc thế giới ở cấp độ nguyên tử và phân tử, và các chiến lược khai thác những dụng cụ nhỏ xíu.

Tham khảo: [doi:10.1038/nature11653](https://doi.org/10.1038/nature11653)



Vùng đám sao Arches nhìn trong phổ tia X (đường contour) và phổ hồng ngoại gần (ảnh nền). Ảnh: V. Tatischeff

## Phát hiện một loại tia vũ trụ mới

Sử dụng vệ tinh đài thiên văn tia X châu Âu XMM-Newton, các nhà nghiên cứu thuộc NCRS và CEA vừa phát hiện ra một nguồn mới của tia vũ trụ. Trong vùng phụ cận của đám sao Arches, gần trung tâm của Dải Ngân hà, những hạt này được tăng tốc trong sóng xung kích tạo ra bởi hàng chục nghìn ngôi sao trẻ đang di chuyển ở tốc độ khoảng 700.000 km/h. Những tia vũ trụ này tạo ra

một phổ tia X đặc trưng bởi sự tương tác với các nguyên tử trong đám khí xung quanh. Nguồn gốc của chúng khác với nguồn gốc của những tia vũ trụ do Victor Hess khám phá hồi đúng 100 năm trước – chúng sinh ra trong những vụ nổ sao siêu mới. Các kết quả được công bố trên tạp chí *Astronomy & Astrophysics*.

100 năm trước, nhà vật lý người Áo Victor Franz Hess

đã phát hiện ra sự tồn tại của bức xạ ion hóa có nguồn gốc ngoài địa cầu, cái ông gọi là tia vũ trụ. Ngày nay, bản chất của chúng đã được hiểu rõ. Khi những ngôi sao nhất định lúc cuối đời của chúng phát nổ và trở thành sao siêu mới, vật chất của chúng được giải phóng ra ở tốc độ siêu thanh, phát ra sóng xung kích làm gia tốc các hạt. Vì thế, một số hạt nhân nguyên tử thu được động

năng rất cao và đi vào khí quyển của Trái đất.

Tuy nhiên, những tia vũ trụ năng lượng thấp thì chưa được phát hiện ra trong vùng hành tinh của chúng ta, vì gió mặt trời ngăn cản chúng đi vào nhật quyển. Do đó, người ta biết ít về thành phần hóa học của chúng và thông lượng tia bên ngoài Hệ Mặt trời, mặc dù mọi thứ cho thấy chúng có một vai trò đáng kể trong Thiên hà của chúng ta. Chẳng hạn, bằng cách ion hóa và làm nóng những đám mây đậm đặc nhất giữa các sao, chúng có khả năng điều hòa sự hình thành sao.

Các tác giả của bài báo trên bắt đầu với việc nghiên cứu sự phát xạ tia X trên lý thuyết sẽ được tạo ra bởi tia vũ trụ năng lượng thấp

trong môi trường giữa các sao. Sau đó, họ tìm kiếm những dấu hiệu của sự phát xạ trên lý thuyết này trong dữ liệu tia X do vệ tinh XMM-Newton thu thập được kể từ lúc nó được phóng lên quỹ đạo vào năm 1999 đến nay. Bằng cách phân tích tính chất của phổ tia X của sắt giữa các sao do vệ tinh này ghi lại, họ tìm thấy những dấu hiệu của một đám đông ion nhanh trong vùng phụ cận của đám sao Arches, cách tâm của Dải Ngân hà khoảng 100 năm ánh sáng. Những ngôi sao trong đám này đang di chuyển chung với nhau với tốc độ xấp xỉ 700.000 km/h. Các tia vũ trụ đó có khả năng được tạo ra trong sự va chạm tốc độ cao của đám sao trên với một đám mây khí trên đường đi của nó. Trong vùng đặc biệt này, mật độ năng lượng của

các ion được gia tốc lớn gấp khoảng một nghìn lần mật độ của tia vũ trụ trong vùng láng giềng của Hệ Mặt trời.

Đây là lần đầu tiên một nguồn phát chính của những tia vũ trụ năng lượng thấp được phát hiện ra bên ngoài Hệ Mặt trời. Nó cho thấy sóng xung kích của sao siêu mới không phải là đối tượng duy nhất có thể gây ra sự gia tốc hàng loạt của các hạt nhân nguyên tử trong Thiên hà. Những kết quả này giúp người ta nhận dạng ra những nguồn phát ion mới trong môi trường giữa các sao, và có thể giúp hiểu rõ hơn tác dụng của những hạt giàu năng lượng này đối với sự hình thành sao.

Tham khảo:

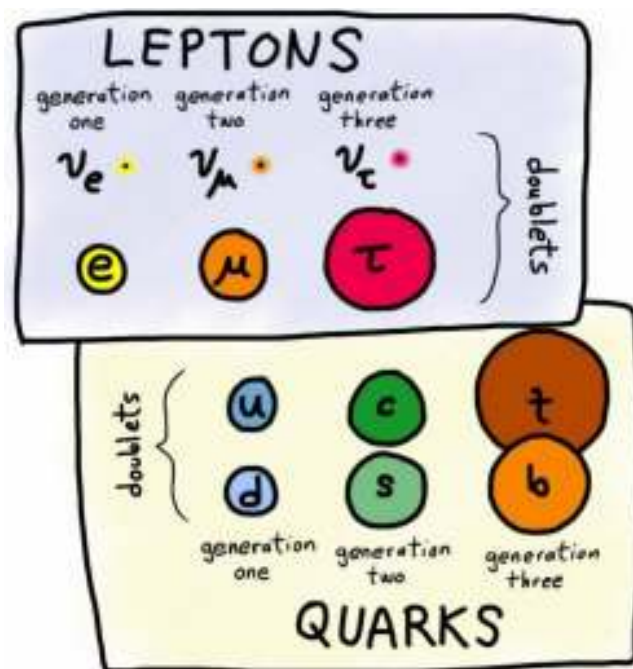
[dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201219016](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201219016)

## Đi tìm leptiquark – hạt ‘thú có túi’

Mọi nguyên tử trong cơ thể của chúng ta có cấu tạo từ electron, proton và neutron, và proton và neutron còn có thể chia nhỏ thành các quark. Như vậy, về cơ bản chúng ta được cấu tạo từ chỉ hai loại hạt: electron và quark. Nhưng những tên gọi này có ý nghĩa gì? Tại sao chúng ta nói các electron và quark khác với nhau?

Vì chúng không có tên gọi giống nhau, nên chúng ta phải định nghĩa hạt qua cách chúng tương tác. Vấn đề có chút tương tự như việc lập danh mục các loài hoang dã trên một lục địa mới – thoát đầu, mọi thứ thật lạ lẫm, nhưng cuối cùng chúng ta thấy các loài có thể được phân nhóm theo những kiểu hình nhất định nào đó như thế nào. Một số con kêu quác quác và đi lạch bạch nên ta gọi chúng là vịt, trong khi một số con khác thì toàn lông và xây đập nên ta gọi chúng là hải li. Khi các nhà vật lý lần đầu tiên khảo sát thế giới hạ nguyên tử, họ để ý thấy có hai loại tương tác hạt nhân cơ bản, một tương tác mạnh hơn tương tác kia nhiều lần. Cho đến ngày nay, chúng được gọi là lực yếu và lực mạnh vì chúng chưa từng có tên gọi nào tốt hơn nữa.

Các lepton và quark khớp một cách tự nhiên thành ba thế hệ bộ đôi dựa trên cách chúng tương tác với lực yếu. Các nhà vật lý không biết vì sao hai loại hạt này lại khớp kiểu với nhau đến như vậy.



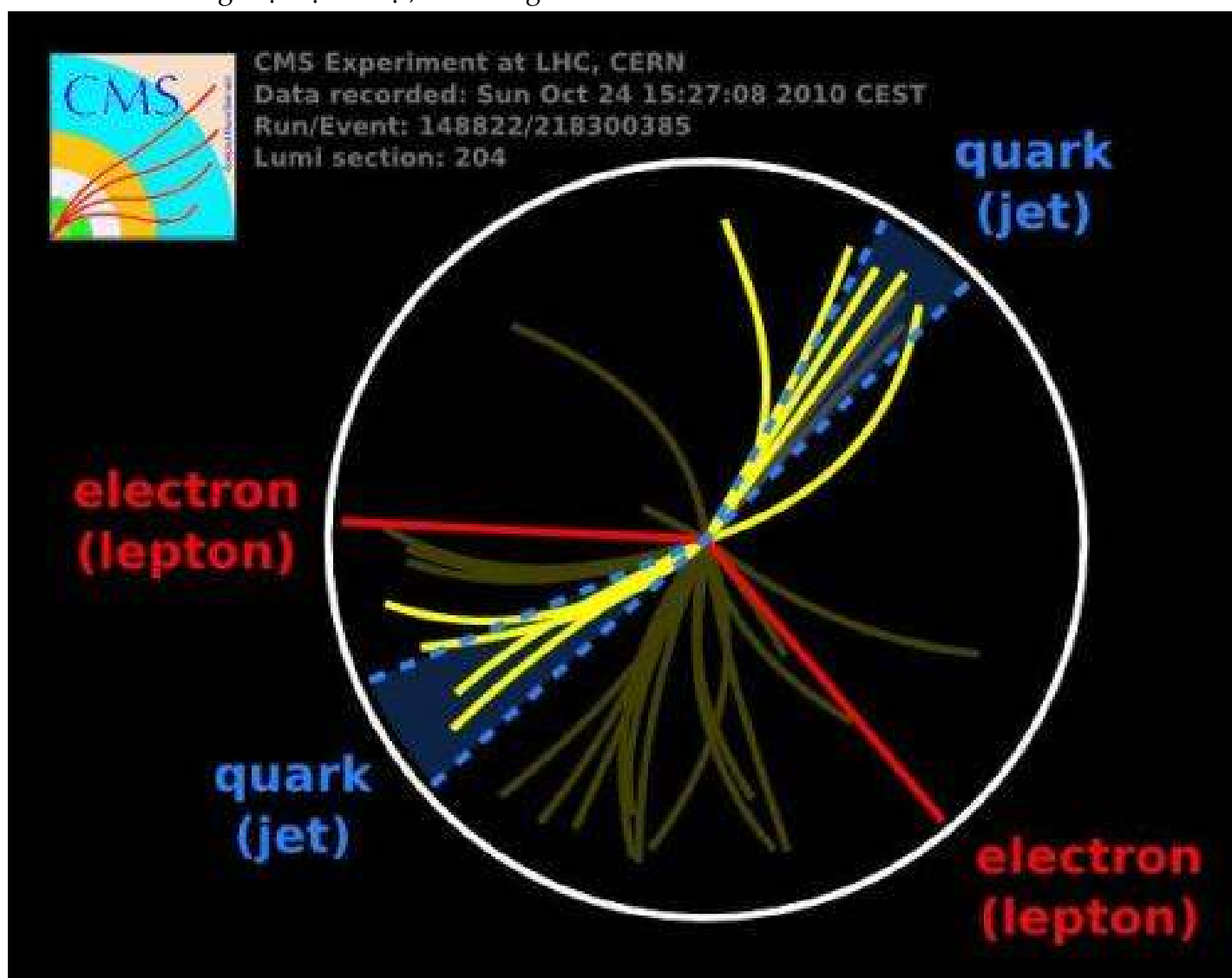
Tương tự như vậy, các hạt vật chất được phân nhóm làm hai họ, lepton và hadron, theo xuất xứ từ nguyên Hi Lạp có nghĩa là nhỏ và lớn. Thật kì lạ, các lepton có vẻ hoàn toàn không bị ảnh hưởng bởi lực mạnh, còn các hadron thì bị lực mạnh thống trị đến cùng cực. Mặc dù các lepton – ví dụ như electron quen thuộc – có thể biến đổi thành lepton khác – muon, tau và neutrino – nhưng tổng số lepton trong vũ trụ dường như không đổi (đếm một lepton vật chất là +1 và một lepton phản vật chất là -1). Điều tương tự cũng đúng đối với các quark, viên gạch cấu trúc cơ bản của hadron. Có một nguyên nhân sâu sắc cho sự tương tự này, nhưng cho đến nay người ta vẫn chưa hiểu rõ.

Sự tương đồng giữa các lepton và quark còn bất ngờ hơn nữa khi chúng ta sắp xếp chúng theo cách chúng tương tác với lực yếu. Nhiều

nhà vật lý cho sự tương đồng như thế giữa lepton và quark không phải là tình cờ, và chúng có thể liên hệ với nhau bằng cách nào đó. Nếu vậy thì có thể có một hạt mới thuộc cả hai loại hạt – một *leptoquark*. Một hạt như thế sẽ gây sốc tương tự như khi phát hiện ra thú có túi, một loài thú đẻ trứng giống như vịt nhưng lại đầy lông giống hải li.

Các nhà vật lý đã bắt đầu tìm kiếm leptoquark trong những năm qua, nhưng chưa tìm ra hạt nào cả. Nếu chúng thật sự tồn tại, thì chúng

phải có khối lượng cao hơn những thí nghiệm trước đây có thể với tới. Leptoquark còn cho phép vật chất bình thường phân hủy tự phát, cái chưa từng được quan sát thấy. Nếu leptoquark có một khối lượng lớn, thì các thăng giáng ở vật chất bình thường sẽ hiếm khi đạt tới nó và các phân hủy sẽ rất hiếm nên khó để ý thấy. Cả hai xét đoán này đều hướng tới một thang năng lượng cao, cho nên nơi có thể tìm kiếm leptoquark là tại LHC, cỗ máy năng lượng cao nhất trên thế giới.



Các leptoquark được sinh ra theo cặp, và mỗi cặp sẽ phân hủy thành một lepton và một quark. Đây là một trong những sự kiện giống-leptoquark tìm thấy trong cơ sở dữ liệu CMS. Có quá ít sự kiện như thế này để bác bỏ những lời giải thích theo nền vật lý chuẩn.

Thí nghiệm CMS đã lùng sục toàn bộ kho dữ liệu thu thập trong năm 2011, tương ứng với khoảng 500 nghìn tỉ va chạm proton-proton. Họ đang tìm kiếm những sự kiện trong đó một leptoquark và một phản leptoquark được sinh ra bởi năng lượng va chạm, mỗi hạt phân hủy thành một lepton và một quark (hay tương đương phản vật chất của chúng). Một số lepton,

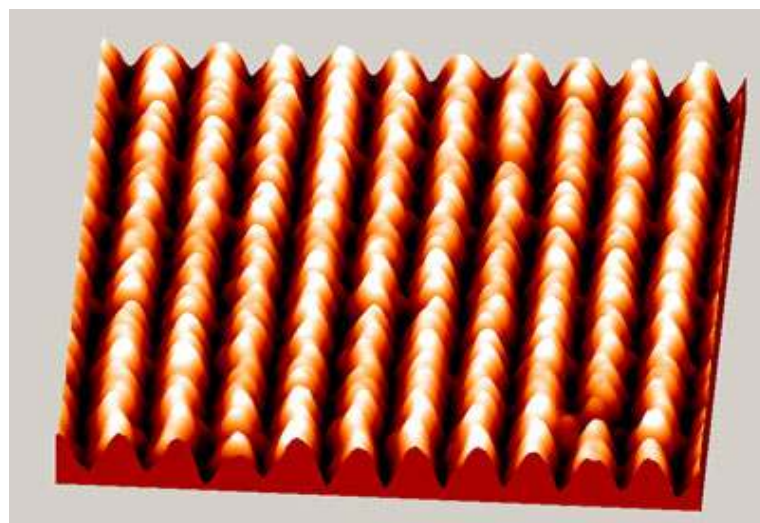
như electron, để lại một vết tích rõ ràng qua máy dò hạt CMS, trong khi những lepton khác, như neutrino, lại vô hình trước máy dò và phải được suy luận ra từ sự mất cân bằng ở các mảnh vỡ. Một quark thì luôn luôn tạo ra một nhánh hạt.

Cuộc tìm kiếm đã nhận ra một số sự kiện với những đặc trưng này, nhưng chúng không được trông đợi từ những quá trình vật

lí đã biết. Vì thế, những kết quả này đặt ra những ràng buộc chặt chẽ nhất cho đến nay đối với khối lượng của leptoquark. CMS hiện đang cất lực khảo sát dữ liệu trong năm 2012, trong đó năng lượng va chạm proton là cao hơn và do đó có thể tạo ra nhiều leptoquark nặng hơn, nếu như chúng có tồn tại.

## Các electron “phốt lò” giả thuyết và đi theo một lộ trình khác

Người ta có thể chế tạo những sợi dây bằng vàng mỏng đến mức thậm chí không có đủ chỗ cho các electron vượt qua nhau. Cứ như thể chúng đang chạy trên xa lộ một làn xe. Nhưng chính xác thì các electron đi theo đường nào? Các phép đo thực hiện bởi các nhà nghiên cứu tại Viện Công nghệ Nano MESA+ thuộc trường Đại học Twente đã mang lại câu trả lời. Thật bất ngờ, người ta tìm thấy các electron không chuyển động qua chính các dây nano đó, mà chuyển động qua những “chỗ hõm” ở giữa chúng. Các nhà nghiên cứu đã chứng minh điều này trong một bài báo đăng trên tạp chí *Nature Physics*.



Ảnh chụp hiển vi lực nguyên tử (17 nm x 15 nm) cho thấy các dây nano trên một chất nền germanium

Các dây nano trên có tiết diện không hơn một nanomet vuông (một nanomet là một phần triệu của một millimet) và được gắn với một chất nền làm bằng chất bán dẫn germanium.

Các dây nano hầu như không có khiếm khuyết đó được đặt cách nhau chỉ 1,6 nm. Bố trí này buộc các electron phải có hành trạng một chiều.

Trong một bài báo mới đăng trên tạp chí *Nature Physics*, các nhà nghiên cứu người Đức trình bày rằng các electron thể hiện hành trạng này theo một chiều song song với các dây nano vàng. Nghiên cứu của họ cho thấy “xa lộ một làn xe” nằm dọc theo các “rãnh” dây nano vàng. Các nhà nghiên cứu người Nhật đáp lại với phát biểu rằng thật ra các electron chuyển động theo một chiều vuông góc trực thẳng hàng của các dây nano.

Các nhà nghiên cứu thuộc nhóm Vật lý Tiếp giáp và Vật liệu Nano, do giáo sư Harold Zandvliet đứng đầu, đã quyết định kiểm tra những quan điểm này, họ tạo ra một ảnh không gian của đường dẫn của các electron. Vậy thì nhóm nào đúng? Chiến thắng thuộc về nhóm người Đức, nghĩa là các electron thật sự di chuyển song song theo các dây nano. Tuy nhiên, sự vận chuyển điện tích xảy ra ở những “chỗ hõm” giữa các dây nano, chứ không trên bản thân các dây nano. Như vậy, nghiên cứu trên đã làm sáng tỏ bất ngờ về hành trạng của những hạt mang điện ở thang bậc nguyên tử.

## Buộc nút ánh sáng không phải chỉ cho vui

Tiến sĩ Anton Desyatnikov thuộc Trung tâm Vật lý Phi tuyến tại trường Đại học quốc gia Australia là một thành viên thuộc một đội khoa học quốc tế đang thiết kế các nút thắt ở ánh sáng, với những ứng dụng tiềm năng trong lĩnh vực quang học hiện đại, chùm tia laser và cả trong điện toán lượng tử.

Sử dụng các khái niệm toán học và vật lý, mô hình do tiến sĩ Desyatnikov và các đồng sự của ông khảo sát

tạo ra những xoáy quang có lõi tối trong một chùm sáng laser rực rỡ, sau đó chúng có thể bị rối tung lên và tạo ra các mối nối và nút thắt.

“Ngoài giá trị hiếu kỳ của chúng, cái thật sự hấp dẫn và hữu ích ở những cái nút thắt tối này là chúng cho bạn biết dòng năng lượng đang làm gì,” tiến sĩ Desyatnikov nói.

“Là một phần của nền khoa học hết sức tiên bộ, chúng tôi đang bắt đầu làm những việc với ánh sáng mà có

thời người ta xem là không thể”.

“Khái niệm một cái nút thắt của ánh sáng là cái các nhà khoa học đã khảo sát trong nhiều năm qua và một vài nhóm đã thu được những nút thắt như thế bằng cách xử lý chính xác những chùm tia laser với những cái nút “nhân tạo”. Còn cái chúng tôi đang nghiên cứu là những mô hình trong đó các nút thắt tự phát hình thành theo kiểu riêng của chúng, giống hệt như

những mối nhợ rối beng mà bạn thường gặp ở dây cáp điện.”

“Tuy nhiên, không giống như dây cáp điện thường hay bị thắt nút, ánh sáng không như thế. Các nhà khoa học đã tìm thấy rằng để làm cho các nút thắt hình thành trong những chùm laser bằng cách đưa vào những nhiễu loạn ở dạng đốm laser chỉ rất hiếm khi gây ra nút thắt.”

“Mô hình của chúng tôi cho thấy bạn phải có những thông số quan trọng của ánh sáng trong một ngưỡng nhất định thì bạn mới có thể dễ dàng buộc ánh sáng thành những cái nút, nhưng một khi bạn làm vậy, các nút thắt hầu như thật chắc chắn,” ông nói.

“Cái thật sự hấp dẫn là chúng ta không thể dự đoán chính xác chúng sẽ hình thành ở đâu. Chỉ dưới

những trường hợp đặc biệt này thì các xoáy quang mới tự phát tự nhiên và tự buộc chúng thành những cái nút nhỏ.”

Tham khảo:

[www.nature.com/srep/2012/121025/srep00771/full/srep00771.html](http://www.nature.com/srep/2012/121025/srep00771/full/srep00771.html)

## Chẩn đoán sốt rét bằng ánh sáng và nam châm

Các nhà khoa học ở Hungary vừa phát triển một kĩ thuật nhận dạng kí sinh trùng bệnh sốt rét trong máu bằng cách sử dụng các nam châm và laser bỏ túi loại rẻ tiền. Kĩ thuật khai thác những tính chất từ và quang học độc đáo của chất thải kết tinh tạo ra bởi kí sinh trùng sốt rét có trong máu và mang lại một giải pháp thay thế rẻ tiền, nhạy và đáng tin cậy cho các công cụ chẩn đoán hiện nay.

Sốt rét là căn bệnh lây nhiễm hàng đầu trên thế giới. Hàng năm có khoảng 200 triệu người trên thế giới bị nhiễm sốt rét và chừng một triệu người tử vong; nhưng bệnh sốt rét dễ điều trị, nên nhiều cái chết như thế này là có thể tránh được. Cho đến nay, ngành y học đã có những phép chẩn đoán đắt tiền, trang thiết

bị công kênh lẫn những phép chẩn đoán di động rẻ tiền hơn với độ nhạy và độ chính xác thấp hơn – nhưng chưa có phương pháp nào đáp ứng nhu cầu đương đầu hiệu quả với bệnh sốt rét.

Một bài báo hồi năm 2008 mô tả một phương pháp khai thác hành trạng từ-quang của "haemozoin" – một chất kết tinh do kí sinh trùng sốt rét bài tiết ra – đã thu hút sự chú ý của István Kézsmárki thuộc trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Budapest và Viện Hàn lâm khoa học Hungary. Khi kí sinh trùng tiêu hóa haemoglobin, chúng để lại một chất gọi là "haem" có tính độc tố cao đối với chúng, cho đến khi chúng biến đổi nó thành những vi

tinh thể haemozoin không hòa tan – còn gọi là sắc tố kí sinh trùng.



*Bệnh sốt rét làm tử vong khoảng một triệu người mỗi năm trên toàn cầu*

### Những tính chất độc đáo

“Những tinh thể đó khá lạ... khi kí sinh trùng chuyển hóa haem thành sắc tố kí sinh trùng, nó trở nên có từ tính,” Kézsmárki giải thích. “Không có chất liệu nào khác trong máy người sẽ tính chất và tạo ra những hiệu ứng giống như vậy cả.”

Đặc tính này một phần là do kích cỡ của các tinh thể và tính dị hướng cao của chúng ở cấp độ phân tử. Sự định hướng của một tinh thể chi phối sự hấp thụ hoặc tán xạ cường độ của ánh sáng phân cực tới trên nó.

Cho nên, việc đặt một mẫu máu nhiễm bệnh trong một từ trường mạnh buộc tất cả các tinh thể đó, chúng thường bị thẳng giáng nhiệt và bị xô đẩy bởi các phân tử xung quanh, hướng theo cùng một chiều. Hiệu ứng tập thể của chúng đối với ánh sáng phân cực thể hiện rõ sự nhiễm bệnh sốt rét.

### Bước ngoặt mới

Trong khi những đặc điểm này khiến haemozoin lí tưởng để sử dụng trong chẩn đoán sốt rét, nhưng Kézsmárki và các đồng sự đã “tạo ra một bước ngoặt nữa khiến nó thật sự khả thi cho sự chẩn đoán rẻ tiền hàng ngày”.

Thay vì sử dụng những thiết bị thuộc loại nghiên cứu như nam châm siêu dẫn và những laser có độ ổn định cao, các nhà nghiên cứu đã tạo ra một từ trường đều bằng cách sắp xếp một vòng nam châm vĩnh cửu loại thường giá 1 bảng Anh xung quanh mẫu. Bằng cách cho cái vòng đó quay tròn, họ làm cho các tinh thể quay tròn theo, với moment quán tính của chúng khớp với độ nhớt của chất lỏng, khiến chúng sắp thẳng hàng trong từ trường.

Khi các nhà nghiên cứu chiếu một laser đơn giản qua mẫu, các tinh thể tác dụng như những kính phân cực thứ cấp, tuần tự truyền và tán xạ ánh sáng khi chúng quay tròn. Một bộ tách chùm tia được sử dụng để phân tách ánh sáng đi ra thành những thành phần nằm ngang và thẳng đứng của nó. Đối với máu không nhiễm bệnh, cường độ của hai thành phần này bằng nhau, độc lập với sự định hướng của từ trường. Đối với máu nhiễm bệnh, hai thành phần dao động ngược với nhau khi từ trường quay.

### Giải pháp cho độ nhạy

Phép chẩn đoán tốt nhất trong phòng thí nghiệm ngày nay có thể nhận ra những hàm lượng kí sinh trùng thấp đến  $5/\mu\text{L}$  máu,

nhưng nó quá tốn kém và không thực tế để sử dụng ở những khu vực vùng sâu vùng xa vốn là nơi bệnh sốt rét hoành hành. Những phép chẩn đoán nhanh, không sử dụng hơn một giọt máu trên một dây plastic phủ kháng nguyên, thì nhanh, di động, rẻ tiền và không phức tạp, nhưng chúng có ngưỡng độ nhạy khoảng 100  $\mu\text{L}$  – quá cao để phát hiện sự nhiễm bệnh giai đoạn đầu.

Đội của Kézsmárki tìm thấy rằng có thể phát hiện ra hàm lượng kí sinh trùng thấp cỡ 25/ $\mu\text{L}$  máu, và khi các nhà nghiên cứu thử nghiệm trên plasma thay vì máu, độ nhạy của chúng nhảy lên mức chưa có tiền lệ - một kí sinh trùng/ $\mu\text{L}$ . Phương pháp của họ có tiềm năng áp dụng ở những giai đoạn rất sớm của sự nhiễm bệnh – vài tuần đầu tiên khi kí sinh trùng mới nhiễm vào gan và sản sinh haemozoin nhưng vẫn chưa nhiễm vào trong máu.

Ngoài ra, haemozoin còn cực kì bền – chính dạng hóa chất này đã được tìm thấy ở những

tàn dư hóa thạch của những sinh vật bị nhiễm sốt rét thời cổ đại – và có mặt ở mọi biến thể sốt rét. Điều này có nghĩa là phép kiểm tra trên sẽ có giá trị sử dụng ở mọi nơi và sẽ không bao giờ trở nên lỗi thời, không giống như phép thử phát hiện nhanh vốn đang gặp khó trước sự đột biến gen liên tục của kí sinh trùng sốt rét.

### Phép thử khả thi

Hiện nay, Kézsmárki và các đồng sự đang tìm kiếm sự hợp tác với các kĩ sư để giảm bớt kích cỡ thiết bị của họ từ cỡ cái laptop hiện nay xuống còn khoảng 20 cm, và tiếp tục theo đuổi phương pháp tối ưu phân tách các tế bào hồng cầu và plasma trong khi vẫn giữ sắc tố kí sinh trùng tiếp xúc trong plasma. “Đây là vấn đề quan trọng cần giải quyết,” Kézsmárki nói. “Mục tiêu của chúng tôi là đi tìm phương pháp đơn giản nhất, và không đòi hỏi phòng thí nghiệm sinh học chuyên biệt nào.”

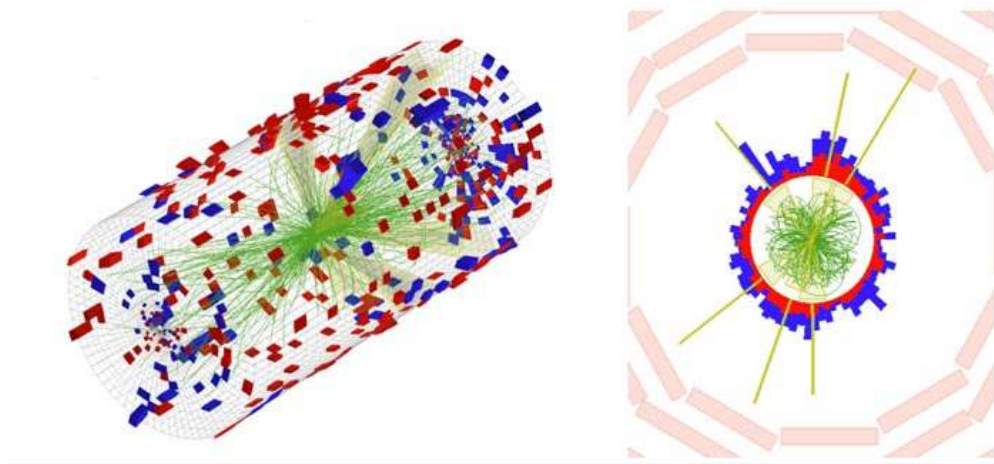
Tham khảo: <http://arxiv.org/abs/1210.5920>

## Chỗ nhô lên bất ngờ lại xuất hiện trong dữ liệu CMS

Dữ liệu đầu tiên từ những va chạm proton-chì tại thí nghiệm CMS (Compact Muon Solenoid) tại CERN có một cấu trúc “nhô lên” trong các tương quan giữa những hạt mới được tạo ra. Theo các nhà lí thuyết ở Mỹ, chỗ nhô lên đó có thể biểu hiện một dạng mới của vật chất gọi là “ngưng tụ thủy tinh màu”.

Đây không phải là lần đầu tiên những tương quan như thế được trông thấy ở những tàn dư va chạm hạt – hồi năm 2005, các nhà vật lí làm việc với Máy Va chạm Ion Nặng Tương đối tính (RHIC) tại Phòng thí nghiệm quốc gia Brookhaven ở New York đã tìm thấy những hạt được tạo ra trong sự va chạm của những hạt nhân vàng có xu hướng phân tán ngang ra khỏi chùm hạt với góc

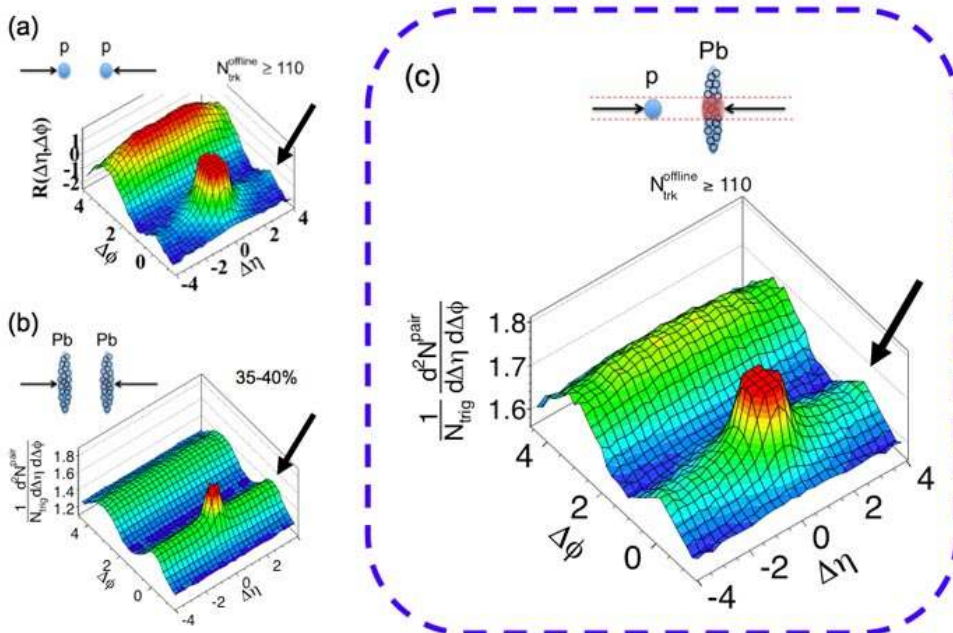
tương đối rất nhỏ, gần như bằng không. Một tương quan giống như vậy đã được trông thấy hồi năm 2010 tại CMS trong các va chạm proton-proton và sau đó một năm trong các va chạm chì-chì.



Một sự kiện va chạm proton-chì ở mức 5,02 TeV, ghi nhận bởi CMS vào ngày 13 tháng 9 năm 2012.  
(Ảnh: CERN/CMS)

## Những chỗ nhô lên

Khi vẽ đồ thị số lượng hạt theo góc phát xạ ngang tương đối và góc tương đối hợp với trục chùm hạt, mối tương quan xuất hiện dưới dạng một chỗ nhô lên thấy rõ. Nay chỗ nhô lên này lại được nhìn thấy trong các va chạm proton-chì lần đầu tiên – trong vòng một tuần thu thập dữ liệu tại CMS ([arXiv:1210.5482](https://arxiv.org/abs/1210.5482)).



Ba đồ thị biểu diễn sự tương quan giữa các cặp hạt nhìn thấy trong máy dò hạt CMS. (a) và va chạm proton-proton; (b) va chạm chì-chì; (c) va chạm proton-chì.  $\Delta\eta$  là góc đo giữa hai hạt trong mặt phẳng dọc.  $\Delta\phi$  là góc lệch giữa hai hạt trong mặt phẳng ngang.  $R$  là hàm của  $\Delta\eta$  và  $\Delta\phi$ . (Ảnh: CERN/CMS)

Mặc dù những quan sát chỗ nhô lên trong những thí nghiệm khác đề xuất chỉ một nguyên nhân, nhưng các nhà lí thuyết tin rằng có lẽ có nhiều hơn một lời giải thích. Khi những cặp hạt nhân (ví dụ như vàng hoặc chì) va chạm nhau, chúng tạo ra một môi trường nóng, đặc tương tự như plasma quark-gluon, một loại vật chất được cho là đã tồn tại rất sớm sau thời khắc Big Bang. Chuyển động của plasma này có lẽ làm tương quan các hạt vào cấu trúc nhô lên đó.

Mặc khác, người ta không trông đợi các va chạm proton-proton tạo ra một plasma quark-gluon, cho nên các nhà lí thuyết đã đi tới những hướng giải thích khác. Một quan điểm, theo Raju Venugopalan tại Phòng thí nghiệm quốc gia Brookhaven ở Mỹ và Kevin Dusling tại trường Đại học Bắc Carolina ở Raleigh, Mỹ, là tương quan nhô lên đó là một loại vương vếu lượng tử bất thường trong đó những hạt sinh ra mang thông tin về trạng thái của

các proton trước khi những proton đó va chạm nhau.

### Bầy hạt hệ thống

Ở những năng lượng rất cao, các proton có thể thăng giáng vào những trạng thái lượng tử không chỉ kết hợp ba quark – những thành phần bình thường của chúng – mà còn có cả một bầy đoàn gluon đi kèm – gluon là những hạt mang lực mạnh. Venugopalan và Dusling cho rằng bầy đoàn này ở các va chạm proton-proton tại CMS có thể dày đặc tới mức đạt tới “sự chiếm giữ tối đa” – hay nói cách khác là bão hòa, và từ đó chuyển thành một ngưng tụ thủy tinh màu – một dạng vật chất trên giả thuyết và còn gây tranh cãi *có thể* giải thích những vấn đề nhất định trong ngành vật lí năng lượng cao, ví dụ như vấn đề các hạt được sinh ra như thế nào trong các va chạm.

Cách lí giải ngưng tụ thủy tinh màu của chỗ nhô proton-proton 2010 của CMS không được chấp nhận rộng rãi. Tuy nhiên,

không bao lâu trước khi những kết quả CMS mới nhất được công bố, Venugopalan và Dusling đã dự đoán rằng, nếu nó tồn tại trong các va chạm proton-proton, thì ngưng tụ đó cũng sẽ phải tồn tại trong các va chạm proton-chì. Nói cách khác, các nhà lí thuyết dự đoán rằng chỗ nhô lên trong các va chạm proton-chì sẽ giống với trong các va chạm proton-proton hơn là với các va chạm chì-chì, đó là một hệ quả của plasma quark-gluon ([arXiv:1210.3890](https://arxiv.org/abs/1210.3890)).

### Đúng như dự đoán

Venugopalan và Dusling cho biết dữ liệu CMS mới phù hợp với tiên đoán của họ, và họ đang chuẩn bị một bài báo tiếp theo mô tả những kết luận của họ. “Một phân tích chi tiết hơn sẽ làm sáng tỏ thêm cho lí thuyết của chúng tôi, và vì thế [làm sáng tỏ thêm] cho hành trạng tập thể hấp dẫn của các trạng thái gluon cấu tạo nên cấu trúc của vật chất ở những năng lượng cao,” Venugopalan nói.

Tuy nhiên, những nhà lí thuyết khác có khả năng có những cách lí giải riêng của họ. Các chuyên gia thực nghiệm CMS Wei Li và Gunther Roland thì cho rằng cấu trúc nhô lên đó là một hiện tượng chưa được giải thích, và họ chờ đợi một đợt chạy proton-chì lâu

hơn tại LHC trong năm tới để tăng mẫu dữ liệu lên gấp một nghìn lần. “Kết hợp với độ lớn bất ngờ của chỗ nhô lên mà CMS nhìn thấy, dữ liệu này sẽ cho phép những nghiên cứu tương quan chi tiết và mở ra một nền tảng kiểm nghiệm mới cho những câu hỏi cơ bản trong

lĩnh vực vật lí những hệ tương tác mạnh và bản chất của trạng thái ban đầu của các va chạm hạt nhân,” họ viết như thế trên một website công chúng.

Tham khảo:

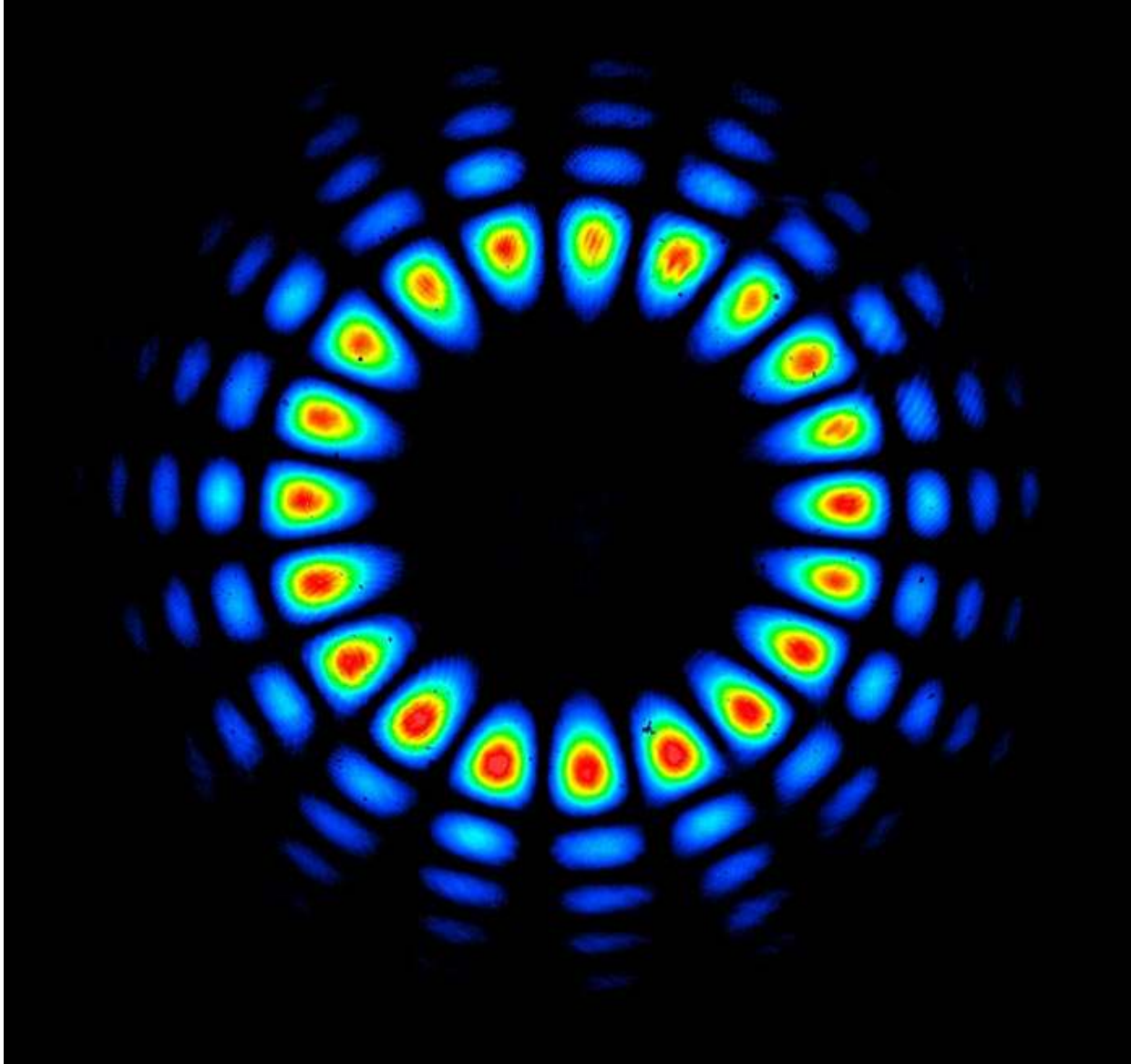
<http://arxiv.org/abs/1210.5482>

## Tác dụng ma quỷ với những chùm ánh sáng xoắn

Các nhà vật lí ở Áo vừa nghĩ ra một kĩ thuật mới làm vướng víu các photon bằng cách sử dụng tính chất của “moment động lượng quỹ đạo”. Các nhà nghiên cứu cho biết lượng lớn moment quỹ đạo mà họ truyền cho các photon đặt nền tảng cho sự vướng víu của những vật vĩ mô và còn có thể ứng dụng trong sự cảm biến từ xa và điện toán lượng tử.

Sự vướng víu là sự kết nối giữa hai (hoặc nhiều) hạt không tồn tại trong vật lí cổ điển.

Nó có nghĩa là việc xác định trạng thái lượng tử của một hạt tự động và tự phát cho biết trạng thái lượng tử của hạt kia, cho dù những hạt đó ở cách xa bao nhiêu chẳng nữa – một hiện tượng mà Einstein từng gọi là “tác dụng ma quỷ từ xa”. Thường người ta đạt tới sự vướng víu này bằng cách sử dụng sự phân cực của các photon – tức hướng dao động của điện trường của một sóng ánh sáng – sao cho các cặp photon vướng víu bị ràng buộc dao động vuông góc với nhau mặc dù mỗi photon bị phân cực ngẫu nhiên.



*Ảnh màu giả của một chùm laser biểu hiện một sự chống chất của 10 lượng tử momen động lượng quỹ đạo quay trái và 10 lượng tử momen động lượng quỹ đạo quay phải, tạo ra  $10 + 10 = 20$  đốm sáng trên cái vòng bên trong. Các photon trong những mode như vậy vừa quay theo chiều kim đồng hồ vừa quay ngược chiều kim đồng hồ. (Ảnh: Robert Fickler, ĐH Vienna)*

## Những cặp hạt vướng víu

Trong nghiên cứu mới, Anton Zeilinger, Robert Fickler và các đồng sự tại trường Đại học Vienna đã làm vướng víu các photon trong moment động lượng quỹ đạo (OAM). Cấp OAM cho các photon có nghĩa là làm xoắn mặt đầu sóng của một chùm tia sao cho khi chùm tia truyền về phía trước, mặt đầu sóng của nó quay xung quanh trục

truyền. Tính chất này đã được nghiên cứu kỹ lưỡng với các chùm laser và đã được khai thác trong cái gọi là cờ lê quang học, cái sử dụng laser để bẫy và làm quay những vật nhỏ. Nhưng nhóm của Zeilinger lại đặc biệt quan tâm đến việc làm vướng víu những photon bị xoắn; nói cách khác là tạo ra những cặp photon có hướng xoắn ngược nhau. Tính xoắn đó được biểu diễn bởi số lượng

từ  $l$  – số lần mặt đầu sóng quay xung quanh trục truyền trong không gian một bước sóng. “Mục tiêu của thí nghiệm của chúng tôi là xem chúng tôi có thể thu được con số này cao đến bao nhiêu,” phát biểu của thành viên đội nghiên cứu Radek Lapkiewicz.

Những nhóm nghiên cứu khác trước đây đã làm vướng víu những photon có OAM bằng cách chiếu

những chùm laser vào các tinh thể “phi tuyến” và sau đó rút một phần rất nhỏ số lượng photon tự phát phân tách bên trong tinh thể để tạo ra hai photon vướng víu có năng lượng thấp hơn. Những photon bị vướng víu đó mang một phổ rộng OAM. Nhưng theo Lapkiewicz, phương pháp này “bị hạn chế bởi cái tự nhiên mang lại”, chỉ cho giá trị  $l$  lên tới 20.

### **Xoắn vòng tròn**

Nhóm nghiên cứu người Áo còn sử dụng một tinh thể phi tuyến để tạo ra các photon. Tuy nhiên, trong trường hợp này, các photon bị vướng víu trong sự phân cực và sự vướng víu này chỉ có vai trò là bước khởi đầu. Bước tiếp theo là gửi các photon bên trong mỗi cặp vào những sợi cáp quang độc lập và sau đó truyền cho chúng OAM. Các nhà nghiên cứu làm như vậy bằng cách cho các photon phản xạ trên một màn hình nhỏ xíu gọi là bộ điều biến ánh sáng không gian, đó là một dụng cụ làm biến đổi

pha của ánh sáng phản xạ từ điểm này sang điểm khác, do đó làm thay đổi hình dạng mặt đầu sóng của chùm tia. Sự biến dạng mặt đầu sóng này phụ thuộc vào hướng phân cực của các photon, sao cho các photon bị phân cực theo chiều này nhận một cú hích OAM dương còn những photon phân cực theo chiều vuông góc nhận một cú hích âm. Kết quả chung là làm thay đổi sự vướng víu của các photon từ một hướng phân cực sang một chiều OAM.

Sử dụng kỹ thuật này, Zeilinger và các cộng sự nhận thấy rằng họ có thể thu được sự chênh lệch số lượng tử  $l$  cao đến 600 (nói cách khác,  $l = +300$  ở một photon và  $l = -300$  ở photon kia). Lapkiewicz cho biết, trên lý thuyết, không có giới hạn trên cho giá trị  $l$  của một photon, nên một photon – một hạt lượng tử - có thể có OAM lớn như một vật vĩ mô, dẫn tới cái ông gọi là một “sự căng thẳng giữa thế giới lượng tử và thế giới cổ điển”. Nhưng

ông cảnh báo rằng kết quả hiện nay vẫn quá nhỏ để làm quay những vật thể cho dù là thật nhỏ. Ông cho rằng những thao tác như vậy có thể làm được vào một ngày nào đó bằng cách kết hợp động lượng của nhiều photon bị vướng víu chung với nhau.

### **Cảm biến từ xa và thông tin lượng tử**

Nhóm của Zeilinger còn cho biết kỹ thuật của họ có thể hữu ích cho sự thực hiện cảm biến từ xa, nhất là trong các thí nghiệm ghi ảnh sinh học ánh sáng yếu. Theo Zeilinger, công trình này còn có thể áp dụng cho lĩnh vực thông tin lượng tử. Ví dụ, theo ông, nó có thể cho phép các bộ xử lý lượng tử hoạt động dựa trên sự vướng víu phân cực nối với những photon đó thay vì khai thác OAM.

Tham khảo:

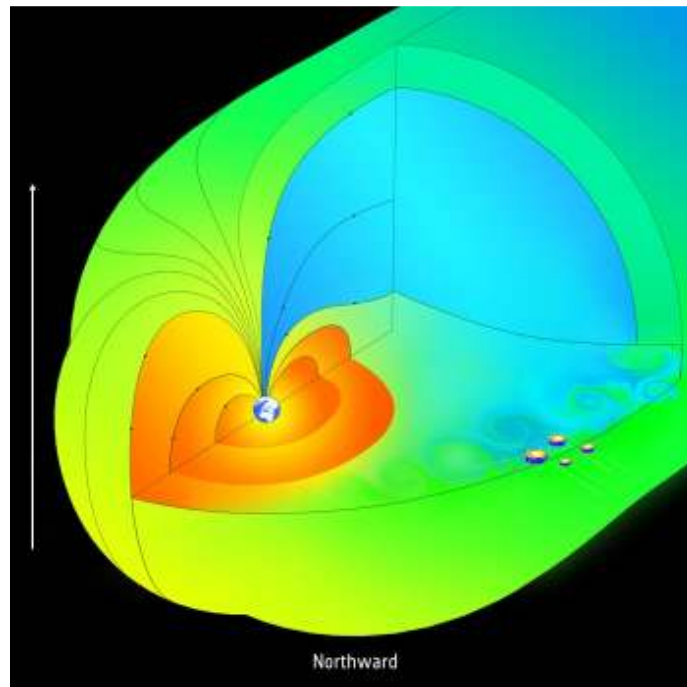
<http://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.1227193>

## Từ trường của Trái đất có tác dụng giống như cái sàng

Từ trường của Trái đất dễ xâm nhập hơn trước đây người ta nghĩ, theo các nhà nghiên cứu phân tích dữ liệu thu từ sứ mệnh Cluster của Cơ quan Vũ trụ châu Âu. Kết quả có những gợi ý cho sự lập mô phỏng những mối nguy hiểm do thời tiết vũ trụ mang lại và còn có thể giúp chúng ta hiểu rõ hơn môi trường từ tính xung quanh Mộc tinh và Thổ tinh.

Sứ mệnh Cluster, phóng lên hồi năm 2000, gồm bốn vệ tinh giống hệt nhau bay trong một đội hình tứ diện ở gần mặt đất. Với quỹ đạo elip cao như vậy, các vệ tinh có thể quét vào và quét ra khỏi môi trường từ tính của Trái đất, dựng nên hình ảnh 3D của sự tương tác giữa gió mặt trời và hành tinh của chúng ta. Gió mặt trời là những dòng hạt tích điện từ những lớp bên ngoài của Mặt trời thổi vào hệ mặt trời. Người ta cho rằng từ trường của Trái đất tạo nên một hàng rào bảo vệ chống lại gió mặt trời.

Tuy nhiên, người ta biết rõ rằng nếu từ trường của gió mặt trời tới có hướng ngược với từ trường của Trái đất, thì các đường sức từ đứt ra và nối lại trong một quá trình gọi là “kết nối lại đường sức”. Quá trình này cho phép plasma từ gió mặt trời xuyên qua ranh giới của từ trường Trái đất (magnetopause) nên nó có thể đi tới hành tinh của chúng ta.



*Khi từ trường của Trái đất và từ trường liên hành tinh thẳng hàng với nhau, chẳng hạn theo hướng bắc như thể hiện bởi mũi tên màu trắng trong hình này, thì các sóng Kelvin–Helmholtz được tạo ra tại những vĩ độ thấp (vùng xích đạo). (Ảnh: ESA/AOES Medialab)*

### Những xoáy hạt

Dữ liệu hồi năm 2004 của Cluster cho thấy sự không khớp định hướng từ này không phải là một quy tắc cứng nhắc và nhanh – những xoáy plasma kéo dài 40.000 km đã được phát hiện ra dọc theo magnetopause, tạo ra những cánh cổng đi vào từ quyển ngay cả khi hai từ trường thẳng hàng với nhau. Vào năm 2006, các nhà nghiên cứu đã kết luận rằng những xoáy này có khả năng là do sóng Kelvin–Helmholtz (KHW), xảy ra khi hai môi trường chảy lên mỗi phía của một ranh giới ở những vận tốc khác nhau. Một ví dụ trên Trái đất là gió thổi trên ranh giới giữa không khí và đại

duong. Trong không gian, ranh giới đó là magnetopause, với plasma bị giảm tốc ở phía Trái đất chuyển động chậm hơn plasma gió mặt trời phía ngoài.

Một khi được tạo ra, biên độ của những sự mất ổn định này có thể cộng gộp lại, làm rối tung các đường sức từ và gây ra sự kết nối lại đường sức mặc dù các đường sức đã thẳng hàng. Tuy nhiên, hiện tượng này chỉ được cho là xảy ra dưới những điều kiện đặc biệt. “Chúng tôi nghĩ [nó] hạn chế với những khu vực xung quanh xích đạo của Trái đất,” phát biểu của Arnaud Masson, một trong các nhà khoa học thuộc sứ mệnh Cluster. Phân tích mới của dữ liệu Cluster, thu được ban đầu vào năm 2003, cho thấy cái tương tự xảy ra ở những vĩ độ cao hơn nhiều, và với một ngưỡng rộng hơn của sự thẳng hàng từ trường. “Có vẻ như cho dù từ trường định hướng như thế nào, thì hiệu ứng cũng có thể xảy ra,” Masson giải thích. “Đường như nó luôn luôn xảy ra, chứ không phải chỉ trong những tình huống đặc biệt.”

#### Mô phỏng thời tiết vũ trụ

Biết được ngưỡng điều kiện dưới đó gió mặt trời có thể xâm nhập vành đai từ bảo vệ của Trái đất giữ một vai trò quan trọng trong sự lập mô phỏng thời tiết vũ trụ. “Bạn phải biết nơi những cánh cửa mở ra trong lá chắn bảo vệ của chúng ta,” Masson giải thích. Chris Arridge thuộc trường đại học College London nhận xét, “Có vẻ như trong cái sàng từ của Trái đất có nhiều cái lỗ hơn chúng ta nghĩ. Nếu chúng ta muốn phát triển khả năng dự báo các hiệu ứng thời tiết vũ trụ, thì điều quan trọng là nên biết ngưỡng đầy đủ của cách thức năng lượng, khối lượng và động lượng có thể đi vào trong hệ.”

Theo Arridge, hướng nghiên cứu này có thể giúp chúng ta hiểu rõ hơn Mộc tinh và Thổ tinh. “Vai trò chính xác của KHW trong từ quyển của những hành tinh khí khổng lồ là một chủ đề nóng. Việc tìm hiểu cơ chế KHW của Trái đất sẽ giúp chúng ta tìm hiểu môi trường từ tính của Mộc tinh và Thổ tinh, và ngược lại,” ông nói.

Tham khảo:

<http://www.agu.org/pubs/crossref/2012/2011JA017256.shtml>

# 360.thuvienvatly.com

## Trang tin tổng hợp của Thư Viện Vật Lý

*Liên tục cập nhật những tin tức vật lý mới nhất và những bài viết thường thức phổ thông và bài viết chuyên ngành về lĩnh vực khoa học vật lý*

## Đồng hồ nguyên tử chính xác hơn với những ion tích điện cao

Một cái đồng hồ nguyên tử mới hứa hẹn có sai số trong ngưỡng 40 ms trong thời gian bằng tuổi của vũ trụ vừa được đề xuất bởi các nhà vật lý ở Mỹ và Australia. Xây dựng trên một nguyên tử bismuth đã bị tước mất 25 electron của nó, cái đồng hồ này có thể dùng để tìm kiếm những biến thiên của hằng số cấu trúc tinh tế - theo những người thiết kế ra nó. Việc khám phá ra những biến thiên như vậy có thể dẫn tới một lý thuyết thống nhất mới của vật lý học.

Ngày nay, những đồng hồ tốt nhất sử dụng một chuyển tiếp nguyên tử làm chuẩn thời gian để đo thời gian chính xác với sai số khoảng một phần  $10^{17}$  – và các nhà vật lý đang nỗ lực chế tạo những đồng hồ tốt hơn nữa. Một cái đồng hồ với sai số một phần  $10^{19}$  có thể giúp làm sáng tỏ những biến thiên hết sức nhỏ ở giá trị của những hằng số vật lý cơ bản, ví dụ như hằng số cấu trúc tinh tế. Hằng số này đặc trưng cho độ lớn của tương tác điện từ và việc phát hiện ra những biến thiên khả dĩ có thể giúp giải được bí ẩn lớn nhất của vật lý học – làm thế nào thiết lập một lý thuyết thống nhất mô tả bốn lực cơ bản: lực hấp dẫn, lực điện từ, lực hạt nhân mạnh và lực hạt nhân yếu.

Hồi tháng 3-2012, một đội nghiên cứu đứng đầu là Corey Campbell tại Viện Công nghệ Georgia ở Mỹ cho rằng mức độ chính xác cần thiết đó có thể thu được bằng cách sử dụng một chuyển tiếp hạt nhân đặc biệt ở ion thorium-229 với điện tích 3+. Tuy nhiên, một đồng hồ nguyên tử thực tế là không có khả

năng bởi vì có hai trở ngại với kế hoạch này. Vấn đề thứ nhất là tần số chính xác của chuyển tiếp thorium-229 là cực kỳ khó tính và do đó mất rất nhiều thời gian và công sức trong phòng thí nghiệm mới tìm ra chuyển tiếp đó. Vấn đề thứ hai là thorium-229 có tính phóng xạ, nên khó làm việc trực tiếp với nó.



*Nổi tiếng vì có tinh thể đẹp, bismuth có thể sớm được sử dụng trong các đồng hồ nguyên tử. (Ảnh: Alchemist-hp)*

### Giải pháp tích điện cao

Nay ba trong số các cộng sự của Campbell đề xuất rằng một phương pháp thực tế hơn đạt tới mức độ chính xác này là sử dụng các ion tích điện cao. Andrei Derevianko thuộc trường Đại học Nevada ở Reno, và Vladimir Dzuba và Victor Flambaum thuộc trường Đại học New South Wales ở Sydney, đã khảo sát những đồng hồ nguyên tử truyền thống xem sai số của chúng có thể giảm xuống tới mức độ của đồng hồ hạt nhân hay không.

Những đồng hồ nguyên tử chính xác nhất hiện nay sử dụng các ion nhôm ( $\text{Al}^+$ ) trong một cái bẫy điện từ. Tuy nhiên, từ trường tán lạc có thể tồn tại trong bẫy và những trường này làm nhiễu loạn các mức năng lượng của ion – làm giảm hiệu suất của đồng hồ.

Derevianko và các đồng sự lý giải rằng khi càng có nhiều electron bị tước khỏi ion thì những electron còn lại sẽ bị hút về gần hạt nhân hơn và từ trường tán lạc sẽ có ít tác động hơn lên hiệu suất đồng hồ.

Vì thế, các nhà nghiên cứu đã tính được rằng việc quan sát một chuyển tiếp điện tử nhất định ở một ion bismuth-209 ( $^{209}\text{Bi}^{25+}$ ) sẽ cho phép họ đạt tới mức độ chính xác cần thiết. Giống như chuyển tiếp hạt nhân đã nói ở trên, chuyển tiếp này cho đến nay chưa được quan sát thấy. Tuy nhiên, Derevianko giải thích rằng, trái hẳn với những tính toán cấu trúc hạt nhân cần thiết để xác định chuyển tiếp hạt nhân, các phép tính cấu trúc điện tử đáng tin cậy hơn nhiều và vì thế vị trí của

chuyển tiếp đó có thể dự đoán trước với độ chính xác cao hơn nhiều. Hơn nữa, bismuth-209 có chu kỳ bán rã hơn 10 tỉ năm – cho nên có thể xem nó là không phóng xạ.

### Công nghệ mới, thách thức mới

Trong khi một cái đồng hồ như thế thật khó chế tạo, nhưng bộ ba tác giả cho rằng nó là có thể. Helen Margolis, một chuyên gia đồng hồ nguyên tử tại Phòng thí nghiệm Vật lý Quốc gia ở Teddington, Anh quốc, thấy bị hấp dẫn trước đề xuất trên nhưng bà tin rằng sẽ có vô vàn thách thức trước khi nó có thể được triển khai trên thực nghiệm. “Người ta rất khéo léo khi mơ tới những phương pháp mới,” bà nói, “nhưng làm việc với những ion tích điện cao thuộc loại này chắc chắn là không dễ dàng gì và họ sẽ cần làm rất nhiều thứ chưa từng làm trước đây.”

Tham khảo:

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v109/i18/e180801>

## Blazar – họ hàng mới vật thể ngoài thiên hà

---

Blazar là một thiên hà có lõi trung tâm cực sáng chứa một lỗ đen siêu khối, giống hệt như một quasar. Sự khác biệt là một blazar có thể phát xạ ánh sáng với những tia gamma năng lượng cực cao thỉnh thoảng giàu năng lượng gấp một trăm triệu lần những tia X

năng lượng cao nhất mà Đài thiên văn tia X Chandra nghiên cứu. Sự phát xạ toàn phần của một blazar còn biến thiên kịch tính theo thời gian và toàn bộ những blazar đã biết đều sáng ở những bước sóng vô tuyến.



Ảnh minh họa một blazar. (Ảnh: NASA-JPL)

Các nhà thiên văn nghi ngờ rằng hành trạng kì lạ của blazar là do khi vật chất rơi lên vùng phụ cận của lỗ đen đồ sộ, phun thành những chùm hẹp, mạnh gồm những hạt tích điện vận tốc cao. Phổ phát xạ tia X và tia gamma cường độ mạnh mà chúng ta thấy, và phổ phát xạ vô tuyến mạnh và khả năng biến thiên nữa, được cho là vì chúng ta tình cờ nhìn thẳng xuống cổ họng của dòng vật chất đó. Ở đa số những thiên hà khác, bức xạ hồng ngoại có xuất xứ do bụi bị nóng lên bởi sự hình thành sao hoặc bức xạ tử ngoại đến từ vùng phụ cận của lỗ đen đồ sộ, chứ không phải một dòng vật chất blazar.

Các nhà thiên văn Allesandro Paggi, Raffaele D'Abrusco, Josh Grindlay, và Howard Smith, cũng những đồng sự khác của họ, mới vừa công bố một phương pháp mới tìm kiếm và nghiên cứu các blazar. Họ phát hiện thấy màu sắc hồng ngoại của các blazar, khi đo bởi vệ tinh WISE của NASA, bất thường đến mức những vật thể có màu sắc này rất có khả năng là những blazar. 97% các blazar đã biết dễ dàng được tìm ra từ hàng nghìn nguồn sáng WISE khác bởi màu sắc hồng ngoại của chúng.

Có khoảng 1873 nguồn phát tia gamma đã biết. Tuy nhiên, có khoảng một phần ba trong số chúng khá bí ẩn, bởi vì vị trí không gian rất không chính xác của chúng không cho phép chúng ở cùng với thiên hà nhất định có thể nghiên cứu với kính thiên văn quang học. Các nhà thiên văn phát hiện thấy khoảng một nửa số nguồn phát tia gamma chưa biết có thể nhận dạng là những blazar phát xạ hồng ngoại, với các tọa độ WISE cho phép những quan sát chi tiết sau đó.

Một nguồn phát tia gamma chưa nhận dạng mới đây đã bùng lên cơn phát xạ, khiến đội nghiên cứu đã khảo sát xem cũng có đối tượng màu sắc hồng ngoại giống blazar phù hợp với vị trí của nó hay không. Trong một bài báo mới đăng trên tạp chí *Astrophysical Journal Letters* số ra tuần này, các nhà thiên văn đã công bố một kết quả. Tuy nhiên, cái bí ẩn là đối tượng đó không phải là một blazar đã biết, nó không có phát xạ vô tuyến, nó không biến thiên, và mặc dù nó là một vật phát xạ tia X nhưng phần còn lại của phổ năng lượng rộng của nó không giống như đa số các blazar. Có khả năng một thiên hà lân cận mới thật sự là nguồn phát tia gamma, nhưng toàn bộ những lời giải thích khác đều không tương xứng. Nếu nguồn WISE đó thật sự là một đối tượng phát tia gamma, thì sự thiếu phát xạ vô tuyến của nó có nghĩa là nó là một loại vật thể mới ngoài thiên hà. Nếu nó không phải là đối tượng đó, thì sự thiếu phát xạ vô tuyến của nó vẫn là một bí ẩn blazar. Cần có thêm nghiên cứu để vén màn bí ẩn này, nhưng công trình nghiên cứu trên cho thấy những khả năng mạnh của sự nghiên cứu đa bước sóng.

# Phát hiện một hành tinh cỡ Trái đất trong hệ sao Alpha Centauri

Hệ Alpha Centauri – hệ sao gần Trái đất nhất, chỉ ở xa 4,3 năm ánh sáng – lâu nay vẫn nằm trong giấc mơ của các nhà tương lai học vũ trụ. Bây giờ hệ sao này còn trở nên hấp dẫn hơn khi mà các nhà thiên văn học người châu Âu vừa công bố khám phá ra một hành tinh có khối lượng ngang ngửa với Trái đất đang quay xung quanh một ngôi sao trong hệ Alpha Centauri. Hành tinh này – quay xung quanh ngôi sao Alpha Centauri B – còn là hành tinh ngoại nhẹ cân nhất từng được phát hiện quay xung quanh một ngôi sao giống với mặt trời của chúng ta. Các nhà thiên văn công bố những kết quả của họ trên số ra trực tuyến của tạp chí Nature, ngày 17 tháng 10, 2012.



*Hình minh họa Alpha Centauri B và hành tinh của nó, Alpha Centauri A và Mặt trời của chúng ta.*

Alpha Centauri là một trong những hệ sao sáng nhất có thể nhìn thấy từ Bán cầu Nam của Trái đất. Cái có vẻ như một ngôi sao trước mắt bạn thật ra là hai ngôi sao liên kết hấp dẫn với nhau, và một ngôi sao thứ ba, Proxima, ở gần đó. Thật ra Proxima chính là ngôi sao gần hệ mặt trời của chúng ta nhất,

nhưng xét nguyên tổng thể thì hệ sao Alpha Centauri được xem là hệ sao gần nhất với Trái đất và Mặt trời của chúng ta.

Hai ngôi sao lớn nhất trong hệ Alpha Centauri giống với Mặt trời của chúng ta. Chúng được đặt tên là Alpha Centauri A và

B. Hành tinh mới phát hiện quay xung quanh Alpha Centauri B, đó là ngôi sao hơi nhỏ hơn và kém sáng hơn Mặt trời của chúng ta. Hành tinh trên có khối lượng lớn hơn khối lượng của Trái đất một chút. Nó quay cực kì gần ngôi sao của nó – chỉ cách khoảng bốn triệu dặm, tức khoảng sáu triệu km. Để so sánh, Thủy tinh – hành tinh có quỹ đạo hẹp nhất trong Hệ Mặt trời của chúng ta – quay cách Mặt trời từ 50 triệu đến 70 triệu dặm. Trái đất quay cách Mặt trời 93 triệu dặm (150 triệu km).

Vì thế, bạn có thể thấy hành tinh này ở quá gần Alpha Centauri B. Nó không nằm trong vùng ở được của ngôi sao – tức vùng mà trong đó nước lỏng có thể tồn tại trên bề mặt hành tinh. Sự sống như chúng ta biết đòi hỏi có nước lỏng. Như vậy rất không có khả năng có sự sống trên hành tinh mới phát hiện trên.

Bầu trời sẽ trông như thế nào từ hành tinh này, nếu như có sinh vật sinh sống trên đó để nhìn ngắm? Trước tiên, mặt trời của nó – Alpha Centauri – sẽ thống ngự bầu trời ban ngày của hành tinh. Lúc ban đêm, ngôi sao lớn kia trong hệ, Alpha Centauri A, sẽ tỏa sáng trên bầu trời của nó, mặc dù Alpha Centauri A ở xa hành tinh hơn Alpha Centauri B đến hàng trăm lần.

Đội nghiên cứu người châu Âu phát hiện ra hành tinh mới trên qua thiết bị HARPS – viết

tắt cho High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher – gắn trên kính thiên văn 3,6 m tại Đài thiên văn La Silla thuộc ESO quản lí ở Chile. Nói cách khác, thiết bị này được thiết kế đặc biệt để tìm kiếm những hành tinh ở xa. Nó hoạt động trên nguyên lí rằng một hành tinh không chỉ quay xung quanh ngôi sao của nó; thay vậy, hành tinh và ngôi sao có một quỹ đạo tương hỗ. Chúng quay xung quanh một khối tâm chung.

Với HARPS, các nhà thiên văn có thể phát hiện ra những chao đảo hết sức nhỏ trong chuyển động của ngôi sao Alpha Centauri B gây ra bởi quỹ đạo tương hỗ của nó với hành tinh đang quay xung quanh của nó. Hiệu ứng là nhỏ - nó làm cho ngôi sao dao động tới lui chưa tới hơn 51 cm/s (1,8 km/h), khoảng bằng tốc độ bò trườn của một đứa trẻ nhỏ. Vậy làm thế nào phát hiện ra được? Bởi vì công nghệ tiên bộ đã cho phép các nhà thiên văn nhìn thấy chuyển động nhỏ xíu này. Theo các nhà thiên văn, khám phá này có độ chính xác cao nhất từng đạt được với phương pháp này.

Đây là hành tinh đầu tiên có khối lượng tương đương với Trái đất từng được tìm thấy quay xung quanh một ngôi sao giống với mặt trời. Nó quay quá gần ngôi sao của nó. Hành tinh này phải quá nóng cho sự sống tồn tại như chúng ta biết. Nhưng, theo các nhà thiên văn, nó có thể chỉ là một hành tinh trong một hệ gồm vài hành tinh.