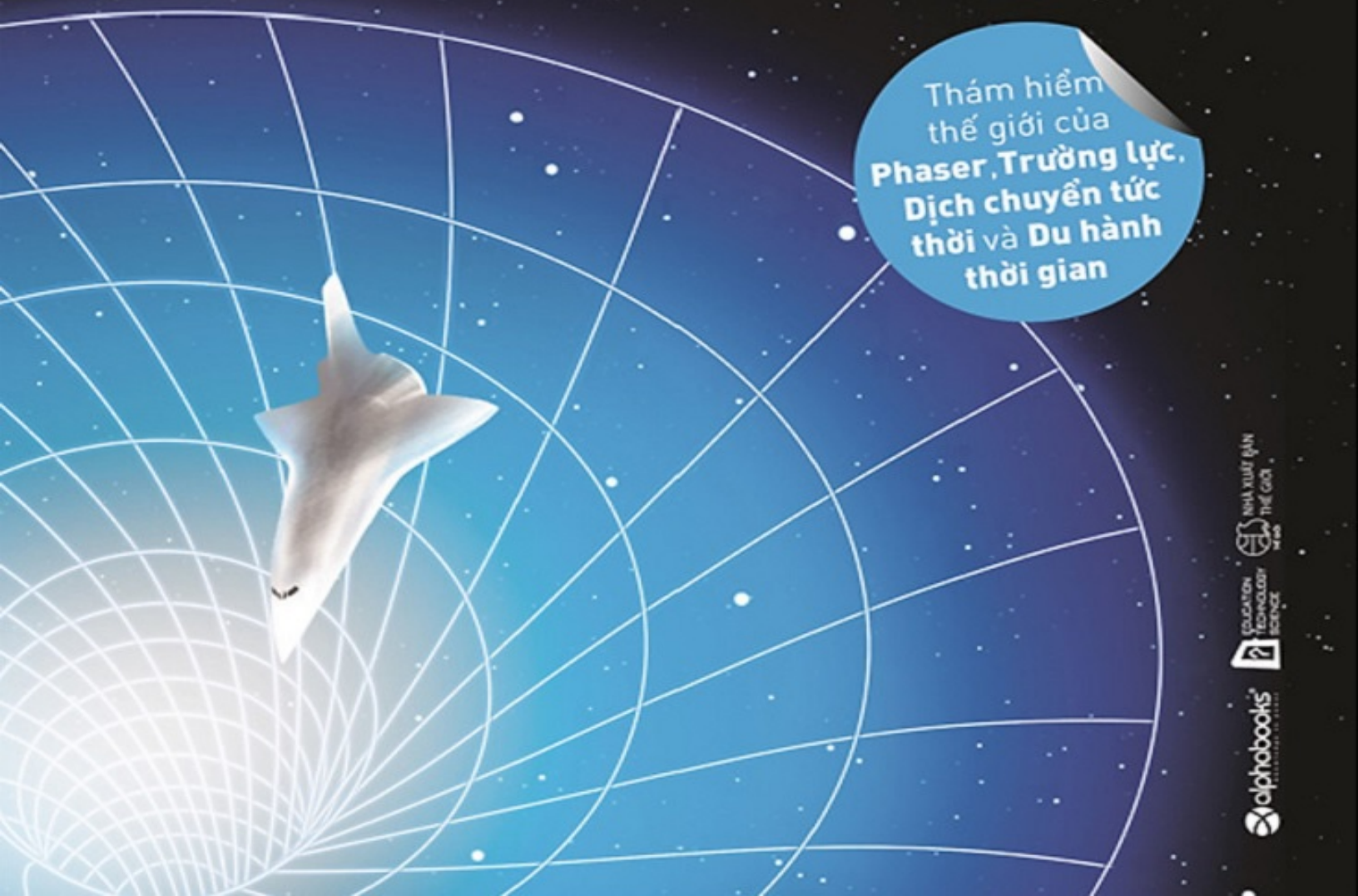
MICHIO KAKU

PHYSICS OF THE IMPOSSIBLE

VẬT LÝ CỦA NHỮNG ĐIỀU TƯỞNG CHỪNG BẤT KHẢ

Thới Ngọc Tuấn Quốc *dịch*



Thám hiểm thế giới của **Phaser**, **Trường lực**, **Dịch chuyển tức thời** và **Du hành thời gian**

alphabooks
EDUCATION TECHNOLOGY SCIENCE
NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI

[ebook©vctvegroup]

Vật lý của những điều tưởng chừng bất khả

—★—

Tác giả: Michio Kaku
Người dịch: Thới Ngọc Tuấn Quốc
Phát hành: Alphabooks
Nhà xuất bản Thế Giới 2019

NHỮNG LỜI NGỢI KHEN

"Kaku khuyến khích chúng ta nhìn nhận nghiêm túc về những ý tưởng mà các bậc trí tuệ tinh anh nhất thế giới vẫn coi là điên rồ. Ông gợi nhắc chúng ta rằng chính những bộ óc siêu việt này đôi khi cũng tự hỏi liệu các lý thuyết và mô hình khác biệt đó có đủ điên rồ để trở thành sự thật."

— *The Seattle Times*

"Cuốn sách thú vị và đầy cảm hứng; lời nhấn mạnh việc các nhà khoa học biết-tuốt cần tránh sớm tự mãn với những gì đã đạt được."

— *Physics World*

"Cả những người hâm mộ khoa học và khoa học viễn tưởng đều có thể dễ dàng bắt theo những giải thích của Kaku, khi ông chỉ ra rằng trong thế giới khoa học diệu kỳ, những điều bất khả vẫn xảy ra mỗi ngày."

— *Publishers Weekly*

"Cuốn sách cực kỳ dễ tiếp cận… Với sự nghiêm túc tuyệt đối, Kaku đã chạm đến những câu hỏi có thể khiến mọi cậu bé trở nên hứng thú."

— *The Sunday Telegraph* (London)

"Cuốn sách đầy ắp thông tin bổ ích và rất dễ đọc… Kaku vui mừng lạc quan về những điều kỳ diệu đang chờ đợi chúng ta."

— *The Inspector*

Dành tặng người vợ yêu của tôi, Shizue,
cùng các con Michelle và Alyson

LỜI NÓI ĐẦU

Nếu một ý tưởng nghe chừng không có gì ngớ ngẩn
thì đừng mong có hy vọng gì cho nó.
— ALBERT EINSTEIN

Liệu sẽ đến một ngày chúng ta có thể đi xuyên tường? Chế tạo được tàu vũ trụ di chuyển nhanh hơn tốc độ ánh sáng? Đọc được suy nghĩ của người khác? Tàng hình? Di chuyển đồ vật bằng ý nghĩ? Hay dịch chuyển tức thời?

Từ thuở bé, tôi đã luôn bị cuốn vào những câu hỏi như vậy. Giống như nhiều nhà vật lý khác, lớn lên tôi cũng bị mê hoặc bởi khả năng du hành thời gian, súng bắn tia, trường lực, các vũ trụ song song, v.v. Pháp thuật, những tác phẩm huyền ảo, khoa học viễn tưởng là sân chơi rộng lớn cho trí tưởng tượng của tôi. Chúng đã khơi nguồn trong tôi tình yêu lâu dài cho những điều tưởng chừng không thể.

Tôi còn nhớ hồi xem series phim truyền hình *Flash Gordon*[1] chiếu trên tivi. Cứ mỗi thứ Bảy, tôi lại dán mắt vào màn hình, kinh ngạc trước những cuộc phiêu lưu của nhóm Flash, tiến sĩ Zarkov và Dale Arden với những thiết bị tuyệt vời mang công nghệ của tương lai: tàu tên lửa, áo khoác tàng hình, súng bắn tia và những thành phố trên không. Tôi không bỏ lỡ tập nào. Chương trình đã mở ra một thế giới hoàn toàn mới trước mắt tôi. Tôi hứng khởi với ý nghĩ một ngày nào đó sẽ được cưỡi tên lửa đặt chân lên miền đất của người ngoài hành tinh và khám phá địa thế lạ lẫm ấy. Bị những phát minh tuyệt vời này cuốn hút, tôi biết cuộc đời mình sẽ gắn liền với những thành tựu khoa học hứa hẹn mà bộ phim gợi mở.

Và hóa ra, tôi không hề đơn độc. Nhiều nhà khoa học lẫy lừng cũng trở nên hứng thú với khoa học nhờ khoa học viễn tưởng. Nhà thiên văn học vĩ đại Edwin Hubble đam mê các tác phẩm của Jules Verne tới mức quyết định từ bỏ sự nghiệp luật gia hứa hẹn, không theo tâm nguyện của cha mà

quyết tâm theo đuổi khoa học. Cuối cùng, ông trở thành nhà thiên văn học vĩ đại nhất thế kỷ 20. Carl Sagan, nhà thiên văn học lỗi lạc và tác giả nổi tiếng, đã được khai sáng sau khi đọc loạt truyện *John Carter of Mars* (John Carter ở Hỏa Tinh) của nhà văn Mỹ Edgar Rice Burroughs. Giống như nhân vật John Carter trong truyện, ông mơ ước một ngày được thám hiểm những dải cát của Hành tinh Đỏ.

Ngày Albert Einstein qua đời, tôi hãy còn là một đứa trẻ, nhưng tôi nhớ người ta nói về cuộc đời và sự ra đi của ông đầy kính cẩn. Ngày hôm sau, tôi thấy trên báo một bức ảnh chụp bàn làm việc với những bản thảo dở dang của công trình vĩ đại nhất nhưng chưa hoàn tất của ông. Tôi tự hỏi điều gì quan trọng đến mức nhà khoa học vĩ đại nhất thời đại của chúng ta lại không thể hoàn thành? Bài báo viết rằng Einstein có một giấc mơ bất khả thi, một vấn đề quá khó mà không người phàm tục nào có thể hoàn thành. Tôi phải mất hàng năm trời mới tìm ra được bản thảo đó viết về cái gì: nó viết về một lý thuyết vĩ đại, thống nhất; một "lý thuyết của vạn vật". Giấc mơ ấy — thứ đã lấy đi ba thập kỷ cuối đời ông — giúp tôi đưa những suy tưởng của mình tập trung hơn. Tôi mong muốn, theo cách nhỏ bé nào đó, được là một phần trong nỗ lực hoàn thành công trình của Einstein, để thống nhất các định luật vật lý thành một lý thuyết duy nhất.

Khi lớn hơn, tôi bắt đầu nhận ra rằng mặc dù nhân vật anh hùng Flash Gordon luôn chiếm được thiện cảm của các nhân vật nữ chính, nhưng chính nhân vật nhà khoa học mới là linh hồn của series truyền hình ấy. Không có tiến sĩ Zarkov thì sẽ không có tàu tên lửa, không có các hành trình tới Mongo, cũng chẳng thể giải cứu Trái Đất. Chỉ có những pha mạo hiểm, mà không có khoa học, thì sẽ chẳng có khoa học viễn tưởng.

Và rồi tôi nhận ra những câu chuyện này bất khả về mặt khoa học; chúng chỉ là sự bay bổng của trí tưởng tượng. Càng lớn người ta càng rời xa những ảo tưởng như vậy. Tôi được dạy rằng trong đời thực, ta phải rời xa những điều bất khả và đón nhận những thứ thực tiễn hơn.

Tuy vậy, tôi đã kết luận rằng nếu tôi vẫn muốn tiếp tục theo đuổi những suy tưởng dường như bất khả ấy thì chìa khóa nằm trong địa hạt của vật lý học. Nếu không có nền tảng vững chắc về vật lý tiên tiến, tôi sẽ mãi phải suy đoán về những công nghệ tương lai mà không biết liệu chúng có khả năng trở thành hiện thực hay không. Tôi nhận ra cần phải đắm mình trong lĩnh vực toán cao cấp và nghiên cứu về vật lý lý thuyết. Và đó chính là

những điều tôi đã làm.

Trong một dự án khoa học thời trung học, tôi đã lắp ráp một máy nghiền nguyên tử trong gara của mẹ. Tôi đến công ty Westinghouse và xin được hơn 180 kg thép bỏ đi. Cả kỳ nghỉ Giáng sinh, tôi đã nối hơn 35 km dây dồng trên sân bóng của trường. Cuối cùng, tôi đã xây dựng thành công một máy gia tốc hạt beta 2,3 triệu eV (electronvolt) ngốn đến gần 6 kw điện (toàn bộ công suất điện của gia đình tôi) và tạo ra một từ trường lớn gấp 20.000 lần từ trường Trái Đất. Mục đích của thiết bị này là phát ra chùm tia gamma đủ mạnh để tạo phản vật chất.

Dự án khoa học của tôi được tham dự Triển lãm Khoa học Quốc gia và đã giúp tôi thực hiện giấc mơ của mình — giành học bổng vào Harvard, nơi tôi có thể theo đuổi mục tiêu trở thành một nhà vật lý lý thuyết và tiếp bước thần tượng Albert Einstein.

Ngày nay, tôi vẫn nhận được nhiều email từ các nhà văn và biên kịch phim khoa học viễn tưởng nhờ trau chuốt các câu chuyện của họ bằng cách khám phá giới hạn của các định luật vật lý trong đó.

"BẤT KHẢ" CHỈ LÀ TƯƠNG ĐỐI

Là một nhà vật lý, tôi học được rằng "bất khả thi" thường là một giới hạn tương đối. Tôi còn nhớ thời đi học, cô giáo đến bên tấm bản đồ Trái Đất treo trên tường và chỉ cho chúng tôi đường bờ biển của Nam Mỹ và châu Phi. Cô cũng nói liệu đây có phải chỉ là một sự trùng hợp kỳ lạ khi hai đường bờ biển này vừa khít với nhau như hai miếng xếp hình. Cô nói một số nhà khoa học cho rằng có lẽ chúng từng nằm chung trên một lục địa rộng lớn. Nhưng khi ấy người ta cho điều này là ngớ ngẩn. Không có tác động nào đủ mạnh để đẩy hai lục địa lớn ra xa nhau. Suy nghĩ đó là bất khả, cô kết luận.

Cũng trong năm học đó, chúng tôi nghiên cứu về khủng long. Giáo viên nói với chúng tôi rằng các em có thấy lạ không khi loài khủng long ngự trị trên Trái Đất suốt hàng triệu năm rồi bỗng dưng biến mất vào một ngày nọ? Không ai biết tại sao chúng tuyệt chủng. Một vài nhà cổ sinh vật học cho rằng có lẽ một thiên thạch đã tiêu diệt chúng, nhưng khi ấy người ta cho điều này là bất khả, chỉ tồn tại trong khoa học viễn tưởng.

Ngày nay chúng ta biết rằng các lục địa thực sự có di chuyển do hoạt

động kiến tạo mảng và 65 triệu năm trước rất có thể một thiên thạch có đường kính hơn chín kilômét đã xóa sổ khủng long và hầu hết sự sống khỏi Trái Đất. Trong những năm cuộc đời ngắn ngủi đã qua, tôi từng thấy hết lần này đến lần khác những điều tưởng như bất khả dần trở thành các thực tế khoa học. Vậy liệu có bất khả không khi nghĩ rằng một ngày nào đó chúng ta có thể dịch chuyển tức thời từ nơi này đến nơi khác, hay chế tạo một phi thuyền không gian đưa loài người vượt nhiều năm ánh sáng đến các ngôi sao xa xôi?

Những kỳ công như vậy thường được các nhà vật lý hiện nay nhìn nhận là bất khả thi. Nhưng vài thế kỷ tới thì sao? Hoặc 10.000 năm tới, khi công nghệ của chúng ta đã tiến bộ vượt bậc? Hay một triệu năm nữa? Hoặc theo cách khác, nếu chúng ta chạm trán với một nền văn minh tiến bộ hơn hàng triệu năm, liệu công nghệ mà họ sử dụng hàng ngày có giống như "ma thuật" đối với chúng ta hay không? Đây chính là một trong những câu hỏi xuyên suốt cuốn sách này: dù "bất khả thi" ở thời điểm hiện tại thì trong tương lai hàng thế kỷ hoặc cả triệu năm tới liệu đó có còn là điều không thể?

Dựa vào những thành tựu nổi bật đã đạt được trong thế kỷ trước, đặc biệt là sự khai sinh thuyết lượng tử và thuyết tương đối rộng, hiện nay chúng ta có thể ước lượng sơ bộ về thời điểm một số công nghệ tuyệt vời trên được đưa vào thực tiễn. Với sự tham gia của các lý thuyết tân tiến hơn nữa, như lý thuyết dây chẳng hạn, ngay cả những khái niệm chỉ có trong khoa học viễn tưởng như du hành thời gian và vũ trụ song song cũng đều đang được các nhà vật lý hiện nay xem xét lại. Hãy nghĩ *về* 150 năm trước: những công nghệ mà các nhà khoa học thời đó cho là bất khả thi thì hiện nay lại là một phần của cuộc sống thường nhật. Jules Verne viết cuốn tiểu thuyết *Paris in the twentith* (Paris ở thế kỷ 20) vào năm 1863 nhưng không xuất bản và nó bị rơi vào quên lãng cả thế kỷ, cho đến khi được một người chắt trai của nhà văn tình cờ phát hiện và xuất bản lần đầu tiên vào năm 1994. Trong sách, Verne đã tiên đoán quang cảnh Paris vào năm 1960. Cuốn tiểu thuyết này đầy ắp công nghệ được cho là bất khả thi vào thế kỷ 19, bao gồm máy fax, hệ thống thông tin toàn cầu, những tòa nhà kính chọc trời, xe hơi chạy bằng khí đốt và tàu tốc hành chạy trên cao.

Không hề ngạc nhiên khi Verne có thể đưa ra những tiên đoán chính xác đến như vậy, vì ông đã đắm mình trong thế giới của khoa học và học hỏi từ

những bộ óc học thuật quanh mình. Chính niềm trân trọng sâu sắc dành cho các nền tảng khoa học đã cho phép ông đưa ra những dự báo gây sửng sốt đến vậy.

Buồn thay, một số nhà khoa học lớn nhất của thế kỷ 19 lại có quan điểm trái ngược và cho rằng các công nghệ như vậy hoàn toàn là bất khả thi. Nam tước Kelvin, có lẽ là nhà vật lý lỗi lạc nhất thời Victoria (ông được chôn cất bên cạnh Isaac Newton trong tu viện Westminster), đã tuyên bố những phương tiện "nặng hơn không khí" như máy bay là bất khả. Ông nghĩ tia X chỉ là trò bịp và chẳng có tương lai nào cho sóng vô tuyến. Nam tước Rutherford, người phát hiện ra hạt nhân của nguyên tử, lại gạt bỏ khả năng chế tạo ra bom nguyên tử và xem ý tưởng ấy là điên rồ. Các nhà hóa học thế kỷ 19 cũng cho rằng công cuộc tìm kiếm đá hiền triết, vật hoang đường có thể biến chì thành vàng, sẽ đi vào ngõ cụt. Hóa học của thế kỷ 19 dựa trên tính chất cơ bản bất biến của các nguyên tố, như chì. Tuy nhiên, với những máy va chạm nguyên tử ngày nay, về nguyên tắc chúng ta có thể biến chì thành vàng. Hãy nghĩ xem, những công nghệ ngày nay như tivi, máy vi tính và Internet hẳn phải có vẻ "kỳ diệu" thế nào vào thời điểm chuyển giao sang thế kỷ 20.

Cho đến gần đây thôi, hố đen vẫn được xem là một thứ thuộc về khoa học viễn tưởng. Bản thân Einstein đã viết một bài nghiên cứu vào năm 1939 để "chứng minh" hố đen không thể nào hình thành. Nhưng ngày nay Kính thiên văn Không gian Hubble và Kính thiên văn tia X Chandra đã tìm thấy hàng ngàn hố đen tồn tại trong vũ trụ.

Những công nghệ này được cho là "bất khả thi" là bởi các định luật cơ bản của vật lý và khoa học chưa được biết đến vào thế kỷ 19 và đầu thế kỷ 20. Với những khoảng trống lớn trong hiểu biết khoa học ở thời điểm đó, đặc biệt là ở thang nguyên tử, chẳng hề ngạc nhiên khi người ta coi các ý tưởng như vậy là bất khả thi.

NGHIÊN CỨU NHỮNG ĐIỀU BẤT KHẢ THI

Trớ trêu thay, nghiên cứu nghiêm túc về những thứ bất khả thi lại thường mở ra những lĩnh vực khoa học phong phú và hoàn toàn nằm ngoài dự tính. Ví dụ, cả thế kỷ tìm kiếm trong vô vọng một "động cơ vĩnh cửu" đã đưa các nhà vật lý đến kết luận loại máy như vậy không thể tồn tại, thúc đẩy họ

tìm ra định luật bảo toàn năng lượng và ba định luật của nhiệt động lực học. Như vậy, việc cố gắng chế tạo động cơ vĩnh cửu đã mở ra một chân trời hoàn toàn mới là nhiệt động lực học, làm nền tảng cho động cơ hơi nước, thời đại cơ giới và xã hội công nghiệp hiện đại.

Cuối thế kỷ 19, các nhà khoa học cho rằng Trái Đất không thể đã tồn tại hàng tỷ năm. Nam tước Kelvin còn quả quyết Trái Đất nóng chảy chỉ mất từ 20 đến 40 triệu năm để nguội đi, ngược lại với quan điểm của giới địa chất học và các nhà sinh học theo trường phái Darwin cho rằng Trái Đất có thể đã hàng tỷ năm tuổi. Điều không thể ở đây cuối cùng được chứng minh là có thể, nhờ phát hiện của bà Curie và cộng sự về lực hạt nhân, cho thấy cách lõi Trái Đất được duy trì ở trạng thái nóng chảy hàng tỷ năm nhờ sự hấp nhiệt từ các phân rã phóng xạ.

Chúng ta cũng tự đặt mình vào hiểm nguy nếu cứ phớt lờ những điều bất khả. Những năm 1920 và 1930, Robert Goddard, người phát minh ra tên lửa hiện đại, đã trở thành đối tượng chỉ trích kịch liệt của những người nghĩ rằng tên lửa không thể di chuyển trong không gian ngoài vũ trụ. Họ mỉa mai gọi những theo đuổi của ông là "trò ngốc của Goddard". Năm 1921, các biên tập viên *Thời báo New York* gần như đã sỉ vả công trình của ông: "Tiến sĩ Goddard không biết mối liên hệ giữa lực với phản lực và sự cần thiết phải có thứ gì đó chắc chắn hơn chân không để phản lại tác động. Có vẻ như ông thiếu những kiến thức căn bản mà người ta vẫn giảng dạy hằng ngày ở trường phổ thông." Các biên tập viên nặng lời rằng tên lửa không hề khả thi vì không có không khí để đẩy ngược lại trong môi trường chân không. Thật đáng buồn khi người hiểu được ý tưởng của Goddard về các tên lửa "bất khả thi" này lại là Adolf Hitler. Trong Thế chiến II, hàng rào tên lửa tân tiến đến "bất khả" V-2 của Đức đã gieo rắc nỗi chết chóc và sự tàn phá xuống London.

Nghiên cứu về điều bất khả còn có thể làm thay đổi lịch sử thế giới. Những năm 1930, hầu hết các nhà khoa học, thậm chí cả Einstein đều tin rằng bom nguyên tử là "bất khả." Các nhà vật lý đều biết có một năng lượng khổng lồ bị nhốt bên trong hạt nhân nguyên tử, theo phương trình của Einstein $E = mc^2$, nhưng năng lượng giải phóng từ từng hạt nhân riêng lẻ lại không mấy đáng kể. Tuy nhiên, nhà vật lý nguyên tử Leo Szilard nhớ rằng trong tiểu thuyết *The World Set free* (Thế giới tự do) của H. G. Wells xuất bản năm 1914 mà ông từng đọc, tác giả đã tiên đoán về sự phát triển

của bom nguyên tử. Trong sách, Wells cho rằng bí mật của bom nguyên tử sẽ được một nhà vật lý phát hiện vào năm 1933. Szilard tình cờ biết đến cuốn sách vào năm 1932 và bị nó thôi thúc, để rồi vào năm 1933, đúng như tiên đoán của Wells hai thập kỷ trước, ông ngộ ra ý tưởng tăng cường năng lượng của một nguyên tử đơn lẻ bằng phản ứng dây chuyền, giúp năng lượng phân hạch của mỗi hạt nhân urani tăng lên hàng ngàn tỷ lần. Tiếp đó, Szilard thực hiện một loạt thí nghiệm quan trọng và những cuộc thương thảo bí mật với Einstein cùng tổng thống Mỹ Franklin Roosevelt, từ đó dẫn đến Kế hoạch Manhattan chế tạo bom nguyên tử.

Hết lần này đến lần khác, chúng ta nhận thấy việc nghiên cứu những điều bất khả thi đã mở ra những viễn cảnh mới mẻ, đẩy lùi các giới hạn của vật lý và hóa học, buộc các nhà khoa học phải định nghĩa lại những gì là "bất khả thi". Như bác sĩ, nhà vật lý nổi tiếng người Canada William Osler từng nói: "Triết lý của một thời đại có thể trở nên lỗi thời ở thời đại tiếp theo, sự xuẩn ngốc của ngày hôm qua sẽ trở thành sự thông thái của ngày mai."

Nhiều nhà vật lý tán thành câu châm ngôn nổi tiếng mà nhà văn người Anh T. H. White trong cuốn *The One and Future King* (Nhà vua của quá khứ và tương lai): "Những gì không bị cấm đoán thì là bắt buộc!" Chúng ta vẫn luôn tìm thấy dẫn chứng cho điều này trong vật lý. Nếu không có một định luật vật lý nào ngăn cản một hiện tượng mới xảy ra thì rồi chúng ta sẽ thấy hiện tượng đó tồn tại. (Điều này đã xảy đến vài lần trong công cuộc tìm kiếm các hạt hạ nguyên tử. Bằng cách thăm dò những giới hạn cấm, các nhà vật lý thường phát hiện ra định luật mới). Như vậy một hệ quả rút ra được từ câu châm ngôn của T. H. White là: "Những gì không phải là bất khả thi thì là bắt buộc!"

Chẳng hạn, nhà vũ trụ học Stephen Hawking từng cố gắng chứng minh du hành thời gian là bất khả bằng cách tìm kiếm một định luật vật lý ngăn cản nó, được ông đặt tên là "phỏng đoán đảm bảo trật tự thời gian". Thật không may, sau nhiều năm làm việc vất vả ông vẫn không thể chứng minh được định luật này. Ngược lại trong thực tế, các nhà vật lý đã chứng minh được rằng định luật ngăn cản việc du hành thời gian đang nằm ngoài khả năng toán học hiện nay. Vì không có định luật vật lý nào cản trở sự tồn tại của cỗ máy thời gian nên các nhà vật lý ngày nay phải nghiêm túc xem xét khả năng có những cỗ máy này.

Mục đích của cuốn sách này là xem xét các công nghệ được xem là "bất khả thi" ở thời nay nhưng có thể sẽ trở nên phổ biến trong vài thập niên cho đến vài thế kỷ tới.

Hiện tại, có một công nghệ "bất khả thi" đang được chứng minh là khả dĩ, đó là khái niệm dịch chuyển xuyên khoảng cách hay viễn tải (ít nhất là ở cấp độ nguyên tử). Mới chỉ vài năm trước, các nhà vật lý còn cho rằng việc gửi hoặc bắn đi một vật từ nơi này đến nơi khác vi phạm các định luật của cơ học lượng tử. Thực tế, những nhà biên kịch của series *Star Trek* ban đầu đã bị các nhà vật lý chỉ trích kịch liệt đến nỗi phải thêm vào "cơ cấu bù trừ Heisenberg" để lý giải các thiết bị viễn tải của họ nhằm đối phó với khiếm khuyết khoa học đương thời. Còn ngày nay nhờ vào những đột phá gần đây, các nhà vật lý có thể viễn tải các nguyên tử qua khoảng cách một căn phòng hoặc đưa các photon vượt sông Danube.

TIÊN ĐOÁN TƯƠNG LAI

Luôn có đôi chút mạo hiểm khi đưa ra các tiên đoán, đặc biệt đối với các dự báo cho tương lai trong hàng trăm hay hàng ngàn năm tới. Nhà vật lý Neils Bohr rất tâm đắc với câu nói: "Thật khó để đưa ra các tiên đoán, đặc biệt là về tương lai." Nhưng có những khác biệt căn bản giữa thời đại của Jules Verne và ngày nay. Hiện tại, các định luật nền tảng của vật lý đã được khám phá. Các nhà vật lý ngày nay hiểu rõ những định luật cơ bản chi phối trong khoảng kích cỡ lên đến 43 bậc độ lớn, từ bên trong hạt proton đến vũ trụ đang giãn nở. Nhờ đó, họ có thể tự tin đáng kể khi đưa ra những nét khái quát của công nghệ trong tương lai và chỉ ra được sự khác biệt giữa những công nghệ hầu như không thể và những công nghệ thật sự không thể thực hiện được.

Bởi vậy trong cuốn sách này, tôi chia những điều "bất khả thi" thành ba nhóm.

Đầu tiên là nhóm *Bất khả thi loại I*. Đây là những công nghệ ngày nay chưa thực hiện được nhưng không vi phạm các định luật vật lý đã biết. Vì vậy chúng có thể khả thi trong thế kỷ này hoặc xa hơn, trong hình thái đã được thay đổi. Các công nghệ này bao gồm viễn tải, động cơ phản vật chất, một số hình thức ngoại cảm, viễn di (điều khiển các vật bằng ý nghĩ) và tàng hình.

Kế đến là nhóm *Bất khả thi loại II*. Đây là các công nghệ nằm ở chân trời hiểu biết của chúng ta về thế giới vật lý. Nếu quả thật là khả dĩ thì chúng cũng cần phải chờ hàng vạn đến cả triệu năm nữa mới biến thành sự thật. Các công nghệ này gồm cỗ máy thời gian, du hành siêu không gian và du hành qua các lỗ sâu vũ trụ.

Cuối cùng là nhóm *Bất khả thi loại III*. Đây là các công nghệ vi phạm các định luật vật lý đã biết. Thật ngạc nhiên là có rất ít công nghệ bất khả thi như vậy. Nếu được chứng minh là khả dĩ, chúng sẽ làm thay đổi căn bản nhận thức của chúng ta về vật lý.

Tôi nghĩ cách phân loại này là hợp lý, vì nhiều công nghệ trong khoa học viễn tưởng bị các nhà khoa học gạt bỏ và coi là hoàn toàn bất khả thi, nhưng đôi khi thật ra họ muốn nói là chúng không thể thực hiện được đối với nền văn minh còn thô sơ như của chúng ta. Ví dụ, việc viếng thăm những người ngoài hành tinh thường được xem là bất khả thi vì khoảng cách giữa các ngôi sao là quá lớn. Việc du hành giữa các ngôi sao là hoàn toàn không khả thi đối với nền văn minh của chúng ta, nhưng có thể là hiện thực đối với những nền văn minh đi trước chúng ta hàng ngàn hoặc hàng triệu năm. Vì vậy, việc sắp xếp những thứ "bất khả thi" như vậy là quan trọng. Các công nghệ là không thể đối với nền văn minh hiện tại của chúng ta không nhất thiết phải là bất khả thi đối với những nền văn minh khác. Nói về những thứ có thể và không thể phải tính đến các công nghệ của hàng vạn đến hàng triệu năm tới.

Carl Sagan từng viết: "Nền văn minh một triệu năm có thể tạo ra những gì? Chúng ta có kính thiên văn vô tuyến và tàu không gian trong vài thập kỷ gần đây khi nền công nghệ của chúng ta mới vài trăm năm tuổi… một nền văn minh tiên tiến vài triệu năm tuổi sẽ vượt xa chúng ta, giống như khi so sánh chính chúng ta với đứa trẻ sơ sinh hay với loài khỉ."

Trong nghiên cứu, tôi tập trung vào việc cố gắng hoàn thành giấc mơ của Einstein về một "lý thuyết của vạn vật". Cá nhân tôi luôn thấy hứng khởi khi được nghiên cứu một "lý thuyết tối hậu" giúp giải quyết trọn vẹn những thách thức "bất khả thi" nhất trong khoa học ngày nay, như liệu việc du hành thời gian có khả thi hay không, có gì nằm ở tâm của hố đen, hay những gì xảy ra trước Vụ Nổ Lớn (Big Bang). Tôi vẫn mơ mộng về những thứ bất khả thi như một tình yêu của cuộc đời tôi và tự hỏi khi nào những thứ bất khả thi này sẽ trở nên quen thuộc trong cuộc sống thường nhật.

LỜI CẢM ƠN

Tư liệu xây dựng nên cuốn sách này trải rộng trên nhiều lĩnh vực và ngành nghề, có tham khảo các công trình của nhiều nhà khoa học lớn. Tôi muốn gửi lời cảm ơn chân thành tới các cá nhân sau, những người đã tử tế dành cho tôi quỹ thời gian quý báu để thực hiện các cuộc phỏng vấn dài, những ý kiến đóng góp và nhiều cuộc tranh luận thú vị đầy khích lệ:

Leon Lederman, giải Nobel Vật lý, Viện Công nghệ Illinois,

Murray Gell-Mann, giải Nobel Vật lý, Viện Santa Fe Institute và Cal Tech,

Henry Kendall, giải Nobel Vật lý, Viện Công nghệ Massachusetts,

Steven Weinberg, giải Nobel Vật lý, Đại học Texas tại Austin,

David Gross, giải Nobel Vật lý, Viện Kavli về Vật lý Lý thuyết,

Frank Wilczek, giải Nobel Vật lý, Viện Công nghệ Massachusetts,

Joseph Rotblat, giải Nobel Hòa bình, Bệnh viện St. Bartholomew,

Walter Gilbert, giải Nobel Hóa học, Đại học Harvard,

Gerald Edelman, giải Nobel Triết học và Y khoa, Viện Nghiên cứu Scripps,

Peter Doherty, giải Nobel Triết học và Y khoa, Bệnh viện Nghiên cứu về Trẻ em St. Jude,

Jared Diamond, giải thưởng Pulitzer, Đại học California tại Los Angeles,

Stan Lee, sáng lập Marvel Comics và nhân vật Người Nhện,

Brian Greene, Đại học Columbia, tác giả cuốn *The Elegant Universe,*

Lisa Randall, Đại học Harvard, tác giả cuốn *Warped Passages,*

Lawrence Krauss, Đại học Case Western, tác giả cuốn *The Physics of Star Trek*,

J. Richard Gott III, Đại học Princeton, tác giả cuốn *Time Travel in Einsteins Universe*,

Alan Guth, nhà vật lý, MIT, tác giả cuốn *The Inflationary Universe,*

John Barrow, nhà vật lý, Đại học Cambridge, tác giả cuốn *Impossibility,*

Paul Davies, nhà vật lý, tác giả cuốn *Superforce,*
Leonard Susskind, nhà vật lý, Đại học Stanford,
Joseph Lykken, nhà vật lý, Phòng thí nghiệm Quốc gia Fermi,
Marvin Minsky, viện MIT, tác giả cuốn *The Society of Minds,*
Ray Kurzweil, nhà sáng chế, tác giả cuốn *The Age of spiritual Machines,*
Rodney Brooks, giám đốc Phòng thí nghiệm Trí tuệ Nhân tạo MIT,
Hans Moravec, tác giả cuốn *Robot,*
Ken Croswell, nhà thiên văn học, tác giả cuốn *Magnificent Universe,*
Don Goldsmith, nhà thiên văn học, tác giả cuốn *Runaway Universe,*
Neil de Grasse Tyson, giám đốc Heyden Planetarium, thành phố New York,
Robert Kirshner, nhà thiên văn học, Đại học Harvard,
Fulvia Melia, nhà thiên văn học, Đại học Arizona,
Sir Martin Rees, Đại học Cambridge, tác giả cuốn *Before the Beginning,*
Michael Brown, nhà thiên văn học, Viện Công nghệ California,
Paul Gilster, tác giả cuốn *Centauri Dreams,*
Michael Lemonick, biên tập viên mảng Khoa học, tạp chí *Time,*
Timothy Ferris, Đại học California, tác giả cuốn *Coming of Age in the Milky Way*,
Ted Taylor, người thiết kế đầu đạn hạt nhân của Hoa Kỳ,
Freeman Dyson, Học viện Nghiên cứu Phát triển, Princeton,
John Horgan, Học viện Công nghệ Stevens, tác giả cuốn *The End of Science,*
Carl Sagan, Đại học Cornell, tác giả cuốn *Cosmos,*
Ann Druyan, vợ của Carl Sagan, xưởng phim Cosmos Studios,
Peter Schwarz, nhà tương lai học, sáng lập Global Business Network,
Alvin Toffler, nhà tương lai học, tác giả cuốn *The Third Wave,*
David Goodstein, trợ lý điều hành Viện Công nghệ California,
Seth Lloyd, học viện MIT, tác giả cuốn *Programming the Universe,*
Fred Watson, nhà thiên văn học, tác giả cuốn *Star Gazer,*
Simon Singh, tác giả cuốn *The Big Bang,*
Seth Shostak, nhà báo khoa học của thời báo *New York Times,*

Jeffrey Hoffman, học viện MIT, phi hành gia của NASA,
Tom Jones, phi hành gia của NASA,
Alan Lightman, học viện MIT, tác giả cuốn *Einsteins Dreams,*
Robert Zubrin, sáng lập Mars Society,
Donna Shirley, thuộc chương trình Hỏa Tinh của NASA,
John Pike, GlobalSecurity.org,
Paul Saffo, nhà tương lai học, Học viện Tương lai,
Louis Friedman, đồng sáng lập Planetary Society,
Daniel Werthheimer, SETI@ home, Đại học California tại Berkeley,
Robert Zimmerman, tác giả cuốn *Leaving Earth,*
Marcia Bartusiak, tác giả cuốn *Einstein's Unfinished Symphony,*
Michael H. Salamon, chương trình Beyond Einstein của NASA,
Geoff Andersen, Học viện Không quân Hoa Ký, tác giả cuốn *The Telescope*.

Tôi cũng muốn gửi lời cảm ơn tới người đại diện của tôi, Stuart Krichevsky, người đã ở bên cạnh tôi trong suốt những năm qua, chăm sóc cho những cuốn sách của tôi; và biên tập viên của tôi, Roger Scholl — sự chắc chắn, những đánh giá sáng suốt và kinh nghiệm biên tập của anh đã chỉ đường cho nhiều cuốn sách của tôi. Tôi cũng xin cảm ơn các đồng nghiệp tại Cao đẳng New York và Đại học thành phố New York, đặc biệt là V. P. Nair và Dan Greenberger, những người đã hào phóng dành thời gian để cùng tôi bàn luận.

PHẦN 1
BẤT KHẢ THI LOẠI I

1: TRƯỜNG LỰC

I. Khi một nhà khoa học xuất sắc nhưng lớn tuổi khẳng định thứ gì đó là khả dĩ thì ông ta gần như chắc chắn là đúng. Còn khi ông cho rằng điều gì đó là bất khả thi, nhiều khả năng ông ta sai.

II. Cách duy nhất để khám phá giới hạn của sự khả thi là dám bước qua những giới hạn ấy để hướng về những điều bất khả.

III. Công nghệ càng tiến bộ thì càng khó phân biệt với ma thuật.

— BA ĐỊNH LUẬT CỦA ARTHUR C. CLARK

"Khiên chắn!"

Trong nhiều tập phim *Star Trek,* đây là mệnh lệnh đầu tiên của thuyền trưởng Kirk dành cho phi hành đoàn, yêu cầu bật tấm chắn trường lực để bảo vệ phi thuyền *Enterprise* trước hỏa lực của địch.

Các trường lực đóng vai trò sống còn trong phim *Star Trek* vì kết quả của trận chiến phụ thuộc hoàn toàn vào khả năng chống đỡ của trường lực trước các đợt tấn công của đối phương. Mỗi khi năng lượng của các trường lực cạn, vỏ tàu *Enterprise* lại bị công phá nghiêm trọng cho đến khi việc đầu hàng là không thể tránh khỏi.

Vậy trường lực là gì? Trong khoa học viễn tưởng, nó đơn giản đến mức dễ gây hiểu lầm: một rào chắn mỏng manh vô hình nhưng không thể xuyên thủng, có thể làm lệch tia laser và các tên lửa. Thoạt nghe, trường lực đơn giản tới mức dường như tạo ra nó chỉ trong tích tắc. Người ta mong mỏi đến ngày một nhà sáng chế nào đó tuyên bố đã khám phá ra một trường lực có khả năng phòng thủ. Nhưng sự thật lại không đơn giản như vậy.

Cũng như bóng đèn điện của Edison đã cách mạng hóa nền văn minh hiện đại, trường lực có thể ảnh hưởng sâu sắc lên mọi mặt của cuộc sống. Trường lực giúp quân đội không thể bị tấn công vì nó sẽ tạo ra một tấm khiên không thể xuyên thủng chống lại tên lửa và đạn đạo của đối phương. Về lý thuyết, các cây cầu, đường siêu cao tốc và những con đường có thể

được xây dựng chỉ bằng một cái bấm nút. Các thành phố có thể mọc lên từ hoang mạc chỉ trong chớp mắt, với những tòa nhà chọc trời được xây dựng hoàn toàn nhờ vào các trường lực. Những trường lực được dựng lên trong khắp thành phố có thể giúp cư dân ở đó điều chỉnh thời tiết — cuồng phong, bão tuyết và cả vòi rồng — như mong muốn. Các thành phố có thể được xây dựng dưới đáy đại dương bên trong những mái vòm an toàn bằng trường lực. Kính gương, sắt thép và vữa có thể được thay thế hoàn toàn.

Tuy vậy, thật kỳ lạ vì trường lực là một trong những thiết bị khó có thể tạo ra nhất trong phòng thí nghiệm. Trên thực tế, một số nhà vật lý tin rằng trường lực thực sự là bất khả nếu không bổ sung thêm các tính chất cho chúng.

MICHAEL FARADAY

Khái niệm trường lực bắt nguồn từ các công trình của nhà vật lý lỗi lạc người Anh thế kỷ 19 — Michael Faraday.

Sinh ra trong một gia đình thuộc tầng lớp lao động (cha ông là thợ rèn), Faraday nỗ lực tìm cách đổi đời từ vị trí người học việc nghề đóng sách vào đầu những năm 1800. Chàng trai trẻ Faraday bị mê hoặc bởi hàng loạt phát hiện đột phá về các tính chất kỳ lạ của hai lực mới: lực điện và lực từ. Faraday đọc ngấu nghiến tất cả những gì tìm được liên quan đến chúng và tham dự các lớp của giáo sư Humphrey Davy ở Viện Hoàng gia London.

Một ngày, giáo sư Davy bị thương nặng ở mắt trong một tai nạn hóa học và thuê Faraday làm thư ký. Faraday dần nhận được sự tin tưởng của các nhà khoa học ở Viện Hoàng gia và được phép tiến hành các thí nghiệm của riêng mình dù vẫn còn bị coi thường. Năm tháng qua, càng ngày giáo sư Davy càng đố kỵ với người cộng sự trẻ tuổi, một ngôi sao đang lên trong mảng thực nghiệm, thậm chí làm lu mờ cả tiếng tăm của ông. Sau khi Davy mất vào năm 1829, Faraday được tự do tiến hành một loạt thí nghiệm đột phá dẫn đến sự ra đời các máy phát điện có thể cung cấp năng lượng cho cả thành phố và làm thay đổi vĩnh viễn tiến trình của nền văn minh thế giới.

Chìa khóa cho những phát minh vĩ đại nhất của Faraday là khái niệm "trường lực". Nếu đặt các mạt sắt quanh một nam châm, ta sẽ thấy chúng sắp xếp thành một hệ thống giống hình mạng nhện trong không gian bao

quanh. Đó là các đường sức, mô tả một cách hình ảnh cách điện trường và từ trường lan ra không gian. Ví dụ, nếu vẽ đồ thị từ trường của Trái Đất, ta sẽ thấy các đường sức đi ra từ cực bắc và đi vào ở cực nam. Tương tự, nếu vẽ đồ thị các đường sức điện của một cột thu lôi trong cơn dông, ta sẽ thấy chúng tập trung chủ yếu ở đầu nhọn của cột. Theo Faraday, chân không không trống rỗng mà tràn ngập các đường sức có thể dịch chuyển các vật thể ở xa. (Do tuổi thơ khó khăn nên Faraday không được học toán, hệ quả là các cuốn sổ tay của ông không chứa nhiều công thức toán mà tràn ngập những hình vẽ các đường sức. Thú vị thay, chính những thiếu sót trong kiến thức toán học lại giúp ông tạo ra những hình ảnh đẹp đẽ về các đường sức mà ngày nay ta vẫn thấy trong bất cứ cuốn sách giáo khoa vật lý nào. Trong khoa học, các hình ảnh thường quan trọng hơn những thuật toán dùng để mô tả chúng.)

Các sử gia đã nghiên cứu cách Faraday khám phá ra các trường lực, một trong những khái niệm quan trọng nhất của khoa học. Trong thực tế, *toàn bộ nền vật lý hiện đại* được viết dựa trên ngôn ngữ các trường lực của Faraday. Năm 1831, ông đã có khám phá mang tính bước ngoặt liên quan đến trường lực, từ đó khiến nền văn minh của chúng ta thay đổi mãi mãi. Một ngày nọ, khi đang di chuyển một thanh nam châm ngang qua một cuộn dây dẫn, ông chợt nhận ra mình có thể "tạo ra" dòng điện trong cuộn dây mà không hề tác động đến nó. Điều này cho thấy, một trường vô hình nào đó của nam châm đã đẩy các electron trong dây dẫn chuyển động, từ đó tạo thành dòng điện.

Các trường lực của Faraday, thứ trước đây được cho là vô dụng và chỉ là những đường nét nguệch ngoạc, hóa ra lại là một lực thực sự, có thể di chuyển các vật và tạo ra điện năng. Ngày nay, chính ánh đèn mà ta dùng để đọc trang sách này cũng có thể được cung cấp năng lượng bởi khám phá của Faraday về lực điện từ. Nam châm quay đã tạo ra một trường lực đẩy các electron trong dây dẫn, khiến chúng chuyển động có hướng và tạo thành dòng điện, có thể dùng để thắp sáng bóng đèn. Nguyên lý trên cũng được áp dụng để tạo ra dòng điện cung cấp năng lượng cho các thành phố trên thế giới. Ví dụ, nước chảy ra từ các đập thủy điện làm quay một nam châm khổng lồ đặt trong tua-bin, từ trường của nam châm này di chuyển các electron trong dây dẫn tạo thành dòng điện, được truyền tải bằng đường dây cao thế đến nhà của chúng ta.

Nói cách khác, các trường lực của Michael Faraday là động lực thúc đẩy sự tiến bộ của nền văn minh hiện đại, từ các xe ủi đất dùng điện đến máy vi tính, Internet và iPod ngày nay.

Các trường lực của Faraday đã truyền cảm hứng cho các nhà vật lý trong hơn một thế kỷ qua. Lấy cảm hứng từ chúng, Einstein đã viết nên thuyết trường hấp dẫn. Và tôi cũng chịu tác động từ chúng. Nhiều năm trước, dựa trên ý tưởng về các trường lực của Faraday, tôi đã xây dựng thành công lý thuyết dây và nhờ đó đồng khai sinh ra lý thuyết này. Và trong vật lý, khi có ai đó nói "anh suy nghĩ như một đường sức" thì đó là một lời ca tụng.

BỐN LỰC CƠ BẢN

Trải qua 2.000 năm, một trong những thành tựu đỉnh cao của vật lý là phân loại và nhận diện bốn lực chi phối vũ trụ. Tất cả các lực này đều có thể được mô tả bằng ngôn ngữ trường mà Faraday đã đề xuất. Nhưng thật không may, không có lực nào trong đó mang đủ các tính chất của những trường lực trong khoa học viễn tưởng. Các lực đó là:

1. *Lực hấp dẫn:* là lực thầm lặng giữ chúng ta trên mặt đất, ngăn cản sự tan rã của Trái Đất và các ngôi sao, cũng như giữ các hệ mặt trời và thiên hà không tách ra xa nhau. Không có lực hấp dẫn giữ lại, chúng ta sẽ bị văng ra khỏi Trái Đất với tốc độ hơn 1.600 km/giờ do sự quay của hành tinh. Vấn đề ở đây là lực hấp dẫn lại có tính chất trái ngược với trường lực trong khoa học viễn tưởng. Lực hấp dẫn là lực hút chứ không phải lực đẩy, hơn nữa lại thường quá yếu và tác dụng trên khoảng cách thiên văn rất lớn. Nói cách khác, lực này gần như đối lập hoàn toàn với tấm rào chắn phẳng, mỏng và bất khả xuyên thủng ta vẫn thấy trong truyện hay phim khoa học viễn tưởng. Ví dụ, sức hút của toàn bộ Trái Đất mới đủ để hút được một sợi lông vũ rơi xuống đất, nhưng ta có thể thắng được lực hấp dẫn này bằng cách nâng nó lên chỉ với một ngón tay. Vậy là lực tác dụng của ngón tay có thể đánh bại lực hấp dẫn do một hành tinh nặng sáu tỷ tỷ tỷ tỷ kilôgam gây ra.

2. *Lực điện từ:* là lực thắp sáng các thành phố của chúng ta. Laser, máy phát thanh, tivi, đồ dùng điện tử, máy vi tính, Internet, điện

trường, từ trường đều là hệ quả của lực điện từ. Đây có lẽ là lực hữu dụng nhất mà con người từng sử dụng. Không giống lực hấp dẫn, lực điện từ có thể cả hút và đẩy. Tuy nhiên, một vài lý do cho thấy nó không hoàn toàn phù hợp để làm một trường lực. Đầu tiên, nó rất dễ bị vô hiệu hóa. Chẳng hạn, nhựa và các vật liệu cách điện khác có thể dễ dàng xuyên qua điện trường hay từ trường mạnh. Ta có thể ném một mảnh nhựa qua từ trường mà không hề bị cản trở. Thứ hai, trường điện từ tác dụng trên khoảng cách lớn nên khó có thể tập trung trên một mặt phẳng. Những định luật về lực điện từ được mô tả qua hệ phương trình của James Clerk Maxwell, và có vẻ những phương trình này không có nghiệm là các trường lực.

3 & 4. *Các lực hạt nhân yếu và mạnh*: Lực yếu là lực gây nên các phân rã phóng xạ, cũng là lực gia nhiệt cho lõi của Trái Đất thông qua sự phóng xạ. Đây cũng là lực góp phần gây nên hiện tượng núi lửa phun trào, động đất và lục địa trôi. Lực mạnh là lực giữ hạt nhân ở trong nguyên tử. Năng lượng do Mặt Trời và các ngôi sao phát ra bắt nguồn từ lực hạt nhân và giúp thắp sáng vũ trụ. Vấn đề ở đây là lực hạt nhân có tầm tác dụng ngắn, chỉ ảnh hưởng trong phạm vi hạt nhân nguyên tử. Vì gắn chặt với các tính chất của hạt nhân nên chúng rất khó để điều khiển. Hiện tại, cách duy nhất để chúng ta có thể thao tác với các lực này là phá vỡ cấu trúc hạ nguyên tử bằng các máy va chạm hoặc kích nổ bom nguyên tử.

Mặc dù các trường lực được đề cập trong khoa học viễn tưởng có thể không phù hợp với các định luật vật lý đã biết, nhưng vẫn có cơ sở để cho rằng việc tạo nên các trường lực như vậy là khả thi. Đầu tiên là sự tồn tại của một lực thứ năm, tuy vẫn chưa được quan sát thấy trong phòng thí nghiệm. Một lực như vậy có thể tác dụng trong khoảng cách từ vài cm đến 0,3 m, chứ không phải ở khoảng cách thiên văn. (Tuy nhiên, những nỗ lực ban đầu để nhận diện sự tồn tại của lực thứ năm này vẫn chưa cho thấy kết quả khả quan.)

Thứ hai, chúng ta có thể sử dụng plasma để bắt chước một số tính chất của trường lực. Plasma là trạng thái thứ tư của vật chất. Rắn, lỏng và khí là ba trạng thái quen thuộc của vật chất, nhưng trạng thái phổ biến nhất trong vũ trụ lại là plasma, một loại khí gồm các nguyên tử bị ion hóa. Vì các nguyên tử của plasma bị xé toạc, với các electron bị tách lìa khỏi nguyên

tử, nên chúng mang điện và có thể điều khiển dễ dàng bởi điện trường và từ trường.

Plasma là trạng thái vật chất khả kiến dồi dào nhất trong vũ trụ. Nó tạo thành Mặt Trời, các ngôi sao và những quầng khí trôi nổi ở giữa. Plasma lạ lẫm với chúng ta vì nó ít được tìm thấy trên Trái Đất, nhưng chúng ta có thể thấy chúng dưới dạng các tia sét, Mặt Trời và cả bên trong chiếc tivi plasma.

CỬA SỔ PLASMA

Như đã đề cập ở trên, nếu khí được làm nóng đến nhiệt độ đủ cao để tạo thành plasma, nó có thể được định dạng và thành hình nhờ điện trường và từ trường. Chẳng hạn, plasma có thể mang dạng tấm hoặc dạng cửa sổ chắn. Hơn nữa, "cửa sổ plasma" có thể được dùng để ngăn cách chân không và môi trường không khí. Về nguyên tắc, ta có thể ngăn không khí bên trong phi thuyền rò rỉ ra không gian bằng cách tạo ra một bề mặt phân cách tiện lợi, trong suốt giữa không gian bên ngoài và phi thuyền.

Trong series truyền hình *Star Trek,* người ta sử dụng một trường lực như vậy để ngăn cách khoang chứa các tàu con thoi loại nhỏ với chân không bên ngoài. Đây không chỉ là cách thông minh để tiết kiệm chi phí mà còn là một thiết bị khả thi.

Cửa sổ plasma được nhà vật lý Ady Herschcovitch phát minh vào năm 1995 tại Phòng Thí nghiệm Quốc gia Brookhaven ở Long Island, New York, Mỹ. Ông phát triển thiết bị này để giải quyết vấn đề hàn kim loại bằng chùm electron. Mỏ hàn axetylen sử dụng một luồng khí nóng để nung chảy và hàn các mảnh kim loại với nhau nhưng chùm electron có thể hàn kim loại nhanh hơn, gọn hơn và rẻ hơn. Tuy nhiên, việc hàn bằng chùm electron cần được thực hiện trong môi trường chân không. Điều này rất bất tiện vì như vậy ta phải tạo ra một buồng chân không lớn bằng cả một căn phòng.

Tiến sĩ Herschcovitch phát minh ra cửa sổ plasma để giải quyết vấn đề này. Chỉ cao 1 m và có đường kính chưa tới 0,3 m, cửa sổ plasma có thể làm nóng khí lên đến gần 6.650°C, tạo ra một plasma được giữ lại trong điện trường và từ trường. Các hạt plasma tạo áp suất đẩy ngăn không khí tràn vào buồng chân không, nhờ đó cách ly buồng chân không với môi

trường bên ngoài. (Khi ta dùng khí argon trong cửa sổ plasma, nó phát ra màu xanh dương giống như trường lực trong phim *Star Trek*.)

Cửa sổ plasma được ứng dụng rộng rãi trong du hành không gian và công nghiệp. Nhiều khi quá trình sản xuất đòi hỏi môi trường chân không để thực hiện gia công và làm khô các vết khắc cho mục đích công nghiệp, nhưng làm việc trong môi trường chân không lại thường đắt đỏ. Với cửa sổ plasma, ta có thể tạo ra môi trường chân không chỉ với một cái bấm nút.

Như vậy có thể sử dụng cửa sổ plasma như một tấm khiên không thể xuyên thủng? Liệu nó có trụ vững dưới sức công phá của một khẩu thần công? Trong tương lai, chúng ta có thể mường tượng ra một cửa sổ plasma có công suất và nhiệt độ vượt trội, đủ sức phá hủy hay thậm chí làm bốc hơi các vật thể bay đến. Nhưng để tạo ra một trường lực thực tế hơn, giống như trong khoa học viễn tưởng, chúng ta phải kết hợp một vài công nghệ xếp lớp với nhau. Từng lớp riêng lẻ có thể không đủ mạnh để chống lại đạn pháo, nhưng khi kết hợp lại thì có thể khác.

Lớp ngoài cùng là một cửa sổ plasma đậm đặc, được làm nóng đến nhiệt độ đủ cao để làm nóng chảy kim loại. Lớp kế tiếp là một tấm màn laser năng lượng cao, gồm hàng ngàn chùm tia laser đan chéo nhau, có thể tạo ra một lớp màng có tác dụng làm nóng rồi làm bốc hơi các vật đi qua. Tôi sẽ thảo luận thêm về tia laser trong chương kế tiếp.

Đằng sau tấm màn laser, ta có thể tưởng tượng một tấm lưới khác được tạo thành từ các ống "nano cacbon" nhỏ xíu, là các nguyên tử cacbon riêng lẻ có bề dày một nguyên tử và cứng hơn thép nhiều lần. Mặc dù chiều dài kỷ lục hiện tại của một ống nano cacbon chỉ là 15 mm, nhưng chúng ta có quyền mong mỏi đến một ngày mà các ống nano cacbon có thể được chế tạo với chiều dài tùy ý. Nếu các ống nano cacbon có thể bện thành một tấm lưới, chúng sẽ tạo ra một rào chắn đủ mạnh, cho phép đẩy lùi hầu hết các vật tiến đến. Vì mỗi ống nano cacbon có kích thước nguyên tử nên chúng vô hình nhưng lại cứng hơn bất cứ vật liệu thông thường nào.

Nhờ sự kết hợp của cửa sổ plasma, tấm màn laser và lưới chắn nano cacbon, chúng ta có thể mường tượng về một bức tường vô hình có khả năng ngăn cản hầu hết mọi vật.

Tuy nhiên, ngay cả tấm khiên nhiều lớp này cũng không có được các tính chất của một trường lực trong khoa học viễn tưởng, vì nó trong suốt và do đó không thể ngăn cản tia laser. Trong trận đánh có sử dụng súng

laser, tấm khiến đa lớp này trở nên vô dụng.

Để chống lại laser, tấm khiên này cần được bổ sung thêm đặc tính "đảo sắc". Đây là quá trình được tích hợp trong kính đổi màu, kính tự tối đi khi tiếp xúc với tia tử ngoại để hạn chế tia này truyền qua. Kính đảo sắc dựa trên các phân tử có thể tồn tại ở ít nhất hai trạng thái. Trong một trạng thái, các phân tử trở nên trong suốt. Nhưng khi tiếp xúc với tia tử ngoại, nó lập tức chuyển sang trạng thái thứ hai để chắn tia này.

Một ngày nào đó, chúng ta có thể sử dụng công nghệ nano để tạo ra một loại vật liệu bền như ống nano cacbon và có thể thay đổi tính chất quang học khi tiếp xúc với laser. Khi đó, tấm khiên có thể ngăn được cả laser chùm hạt hay đạn pháo. Tuy nhiên, hiện nay chúng ta vẫn chưa chế tạo được loại kính đảo sắc có thể chống tia laser.

NÂNG BẰNG TỪ TRƯỜNG

Trong khoa học viễn tưởng, các trường lực không chỉ làm lệch đường đạn mà còn được dùng như một tấm đỡ có thể kháng lực hấp dẫn. Trong phim *Back to the Future* (Trở lại tương lai), Michael J. Fox (thủ vai Marty McFly) cưỡi một "tấm ván bay" trông giống như ván trượt thông thường nhưng có thể lơ lửng trên đường. Một thiết bị kháng lực hấp dẫn như vậy không phù hợp với các định luật vật lý đã biết (như ta sẽ thấy trong chương 10), nhưng những chiếc xe bay và tấm ván bay được nâng bằng từ trường có thể trở thành hiện thực trong tương lai, mang lại khả năng nâng các vật nặng như ý muốn. Trong tương lai, nếu "vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ phòng" được chế tạo, ta có thể dùng năng lượng của từ trường để nâng các vật.

Nếu ta đặt cực bắc của hai thanh nam châm gần nhau, chúng sẽ đẩy nhau. (Nếu ta đặt cực nam của một nam châm gần cực bắc của nam châm kia thì chúng sẽ hút nhau.) Ta có thể áp dụng nguyên lý này vào việc nâng các vật nặng lên khỏi mặt đất. Hiện đã có vài quốc gia đang xây dựng hệ thống tàu điện tân tiến được nâng bởi từ trường (tàu đệm từ) với hệ thống đường ray sử dụng các nam châm thông thường để nâng đoàn tàu. Vì không có ma sát nên chúng có thể đạt tốc độ kỷ lục nhờ chạy trên một lớp đệm không khí.

Năm 1984, hệ thống tàu đệm từ tự động đầu tiên phục vụ cho mục đích

thương mại được đưa vào vận hành ở Vương quốc Anh, chạy từ sân bay quốc tế Birmingham đến nhà ga quốc tế Birmingham ở gần đó. Tàu đệm từ cũng được xây dựng ở Đức, Nhật Bản và Hàn Quốc dù hầu hết không được thiết kế để chạy ở tốc độ cao. Tàu đệm từ thương mại cao tốc đầu tiên được sử dụng ở đường chạy thử nghiệm từng phần (IOS) tại Thượng Hải (Trung Quốc), đạt tốc độ tối đa 431 km/ giờ. Tàu đệm từ của Nhật Bản ở quận Yamanashi đạt vận tốc 581 km/ giờ, nhanh hơn mọi tàu lửa thông thường.

Nhưng các thiết bị sử dụng đệm từ này cực đắt đỏ. Một cách để tăng hiệu suất là sử dụng vật liệu siêu dẫn — những vật liệu có điện trở giảm mạnh khi được làm lạnh đến gần không độ tuyệt đối. Tính chất siêu dẫn được nhà vật lý người Hà Lan Heike Onnes phát hiện vào năm 1911. Nếu một số loại vật nhất định được làm lạnh xuống đến khoảng dưới 20 độ K trên không độ tuyệt đối, điện trở của nó hầu như biến mất. Thông thường, khi chúng ta hạ nhiệt độ của kim loại, khả năng cản trở dòng điện của chúng cũng giảm dần theo. (Điều này là bởi dao động nhiệt của các nguyên tử cản trở dòng điện chạy qua dây dẫn. Bằng cách giảm nhiệt độ, các dao động này cũng yếu đi nên dòng điện chạy qua ít bị cản trở hơn.) Nhưng Onnes vô cùng ngạc nhiên khi nhận thấy điện trở nhất định của một số vật liệu lại giảm đột ngột về không khi đạt đến một nhiệt độ tới hạn nào đó.

Các nhà vật lý nhanh chóng nhận ra tầm quan trọng của kết quả này. Các đường dây tải điện gây ra hao phí năng lượng đáng kể khi truyền điện đi xa. Nhưng nếu toàn bộ điện trở của chúng được loại bỏ thì sẽ không có thất thoát điện năng. Thực tế, nếu chạy trong một mạch kín, dòng điện có thể duy trì trong hàng triệu năm mà năng lượng không hề giảm. Hơn nữa, các dòng điện cực lớn này có thể được dùng để dễ dàng chế tạo ra các nam châm có năng lượng khổng lồ. Với những nam châm như vậy, ta có thể dễ dàng nâng các vật nặng.

Dù có nhiều tiềm năng ứng dụng tuyệt diệu như vậy, nhưng việc sử dụng tính chất siêu dẫn lại có vấn đề là chi phí để nhúng các nam châm lớn vào một bể khổng lồ chứa chất lỏng siêu lạnh thường rất đắt đỏ. Để duy trì chất lỏng ở trạng thái siêu lạnh cần sử dụng một hệ thống máy lạnh rất lớn, khiến việc chế tạo các nam châm siêu dẫn đội giá lên quá cao.

Nhưng sẽ đến một ngày, các nhà vật lý có thể tạo ra được "vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ phòng" — chiếc chén thánh của các nhà vật lý chất rắn.

Phát minh ra vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ phòng trong phòng thí nghiệm sẽ khởi đầu cho một cuộc cách mạng công nghiệp mới. Từ trường năng lượng cao nâng được xe cộ và tàu điện sẽ có giá thành đủ thấp để những vật thể bay như vậy trở nên khả thi về mặt kinh tế. Với vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng, những chiếc xe bay huyền thoại trong các bộ phim *Back to the Future* (Trở lại tương lai), *Minority Report* (Báo cáo thiểu số) và *Star Wars* (Chiến tranh giữa các vì sao) sẽ trở thành hiện thực.

Về nguyên tắc, ta có thể đeo một chiếc thắt lưng làm từ nam châm siêu dẫn, giúp ta dễ dàng nâng cơ thể mình lên khỏi mặt đất. Với nó, ta có thể bay trong không khí như Siêu Nhân. Vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng gây được nhiều ấn tượng đến mức chúng xuất hiện trong nhiều tiểu thuyết khoa học viễn tưởng (chẳng hạn trong series *Ring World* — Thế giới nhẫn) do Larry Niven chấp bút vào năm 1970).

Vài thập kỷ trôi qua, nhưng công cuộc tìm kiếm vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng của các nhà vật lý vẫn chưa đạt được kết quả. Nó dần trở thành một công việc nhàm chán, quẩn quanh tìm kiếm và kiểm tra hết vật liệu này đến vật liệu khác. Nhưng vào năm 1986, loại vật liệu mới với tên gọi "vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao" được tìm thấy, chúng trở thành vật liệu siêu dẫn khi đạt đến 90 độ trên không độ tuyệt đối, hay 90 độ K, nằm trong tầm với của giới vật lý. Cánh cổng dường như đã mở. Hết tháng này qua tháng khác, các nhà vật lý chạy đua với thời gian để thiết lập kỷ lục mới về vật liệu siêu dẫn. Có những thời điểm tưởng chừng như vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng đã bước ra khỏi các trang giấy của khoa học viễn tưởng để đi vào đời thực. Nhưng sau vài năm phát triển với tốc độ chóng mặt, những nghiên cứu về vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao bắt đầu hạ nhiệt.

Kỷ lục thế giới hiện nay đối với siêu dẫn nhiệt độ cao thuộc về một hợp chất ôxit có chứa đồng, canxi, bari, tali và thủy ngân, đạt đến trạng thái siêu dẫn ở nhiệt độ 138 độ K (-135°C). Nhiệt độ tương đối cao này vẫn còn cách xa nhiệt độ phòng. Nhưng kỷ lục 138 độ K này là rất quan trọng. Nitơ hóa lỏng ở 77 độ K và nitơ lỏng chỉ có giá ngang với sữa. Như vậy nitơ lỏng có thể được dùng để làm lạnh các vật liệu siêu dẫn với giá thành thấp. (Dĩ nhiên, các vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ phòng sẽ chẳng cần phải làm lạnh.)

Đáng tiếc thay, hiện chưa có lý thuyết nào giải thích được hiện tượng siêu dẫn nhiệt độ cao. Thực tế, giải Nobel vẫn đang chờ đợi nhà vật lý xuất

chúng nào đó giải thích được cách thức vận hành của hiện tượng siêu dẫn nhiệt độ cao. (Các vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao này tạo thành từ các nguyên tử được sắp xếp theo những lớp đặc biệt. Nhiêu nhà vật lý cho rằng sự phân lớp của vật liệu gốm cho phép các electron có thể dịch chuyển tự do trong mỗi lớp, tạo nên tính siêu dẫn. Nhưng điều này diễn ra chính xác như thế nào thì vẫn còn là một bí ẩn.)

Cũng vì hạn chế này, các nhà vật lý không may lại quay về với quá trình loay hoay tìm kiếm các vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao mới. Điều này có nghĩa là các vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng có thể được khám phá ngay ngày mai, trong năm tới, hoặc không bao giờ. Không ai biết khi nào, hay thậm chí có thể tìm thấy chúng hay không.

Nhưng một khi vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng được khám phá ra, vô vàn ứng dụng thương mại của chúng sẽ được đưa vào sản xuất. Các từ trường mạnh hơn từ trường Trái Đất cả triệu lần rồi sẽ trở nên tầm thường.

Một tính chất phổ biến của tính siêu dẫn là hiệu ứng Meissner. Nếu đặt một nam châm bên trên một vật liệu siêu dẫn, nam châm được nâng lên như thể bị một lực vô hình đẩy lên. (Nguồn gốc của hiệu ứng Meissner là do nam châm tạo ra một nam châm "ảnh gương" bên trong vật liệu siêu dẫn, dẫn đến sự đẩy nhau giữa nam châm ban đầu và nam châm ảnh gương. Ở một góc nhìn khác, từ trường không thể xuyên qua vật liệu siêu dẫn mà bị đẩy ngược lại. Do đó, nếu một nam châm được đặt phía trên một vật siêu dẫn, đường sức của nó bị vật siêu dẫn đẩy lại, và các đường sức này lại đẩy ngược lại nam châm, khiến nam châm được nâng lên.)

Với hiệu ứng Meissner, ta có thể mường tượng về một tương lai khi đường cao tốc được xây dựng từ những loại gốm đặc biệt này. Khi đó các nam châm được gắn trong thắt lưng hay đế giày sẽ giúp ta bay lơ lửng tới nơi cần đến mà không bị cản trở hay thất thoát năng lượng.

Hiệu ứng Meissner chỉ xuất hiện ở các vật liệu có từ tính như kim loại. Nhưng ta cũng có thể dùng nam châm siêu dẫn để nâng các vật liệu không có từ tính, gọi là chất thuận từ và chất nghịch từ. Tự thân các vật liệu này không có từ tính, chúng chỉ xuất hiện các tính chất từ khi được đặt trong một từ trường ngoài. Vật thuận từ bị nam châm hút, trong khi vật nghịch từ lại bị đẩy.

Ví dụ, nước là một chất nghịch từ. Vì tất cả thể sống được tạo thành từ

nước nên chúng có thể được nâng lên khi có một từ trường mạnh. Với từ trường khoảng 15 tesla (mạnh hơn từ trường Trái Đất 30.000 lần), các nhà khoa học có thể nâng một số động vật nhỏ, như ếch. Nhưng nếu siêu dẫn nhiệt độ phòng trở thành hiện thực, người ta có thể dùng nó để nâng cả các vật lớn không có từ tính, nhờ vào tính chất nghịch từ của chúng.

Tóm lại, các trường lực thường được mô tả trong khoa học viễn tưởng không trùng khớp với bốn lực vận hành vũ trụ. Tuy nhiên, chúng ta có thể mô hình hóa nhiều tính chất của các trường lực bằng cách sử dụng một tấm khiên đa lớp, bao gồm các cửa sổ plasma, màn chắn laser, các ống nano cacbon và kính đảo sắc. Nhưng việc chế tạo một tấm khiên như vậy phải mất nhiều thập kỷ, thậm chí cả thế kỷ hoặc lâu hơn nữa. Và nếu các vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng được tìm thấy, ta có thể sử dụng từ trường rất mạnh để nâng xe cộ, tàu điện và các vật thể bay trong không khí như đã thấy trong phim khoa học viễn tưởng.

Với những xem xét trên đây, tôi sẽ xếp trường lực vào nhóm Bất khả thi loại I — là những thứ chưa thể thực hiện với công nghệ ngày nay nhưng khả dĩ trong thế kỷ tới, với một vài điều chỉnh cần thiết.

2: TÀNG HÌNH

Ta không thể lệ thuộc vào đôi mắt
khi trí tưởng tượng đã vượt khỏi tầm nhìn.
— MARK TWAIN

Trong tập phim *Star Trek IV: The Voyage Home* (Star Trek IV: Hành trình về nhà), phi hành đoàn của tàu *Enterprise* đã đánh cắp một chiến hạm của Klingon. Không giống như các phi thuyền thuộc Hạm đội Liên đoàn các Vì sao, tàu bay của Đế quốc Klingon có một "tấm choàng bí mật", giúp chúng vô hình trước ánh sáng và sóng radar, nhờ đó có thể lặng lẽ tiếp cận và phục kích các tàu của Liên đoàn. Tấm choàng này là một lợi thế chiến lược của đế quốc Klingon trước Liên đoàn các Hành tinh.

Liệu một thiết bị như vậy có khả dĩ? Tàng hình từ lâu đã là một trong những tuyệt phẩm của khoa học viễn tưởng và truyện hư ảo, từ những trang tiểu thuyết *The Invisible Man* (Người tàng hình) của H. G. Wells, đến áo choàng tàng hình trong loạt truyện *Harry Potter,* hay chiếc nhẫn trong *The Lord of the Rings* (Chúa tể của những chiếc nhẫn). Thế nhưng, trong ít nhất một thế kỷ, các nhà vật lý vẫn chối bỏ khả năng chế tạo được những thứ như vậy, thẳng thừng cho rằng chúng là bất khả thi: chúng vi phạm các định luật quang học và không phù hợp với những tính chất đã biết của vật chất.

Nhưng hiện nay, những thứ bất khả thi như vậy có thể trở thành hiện thực. Các tiến bộ mới về "siêu vật liệu" đang thúc đẩy việc chỉnh sửa gần như toàn bộ hệ thống sách giáo khoa về quang học. Các mẫu thử nghiệm của loại vật liệu này đang được chế tạo trong phòng thí nghiệm và nhận được sự quan tâm ngày càng lớn của truyền thông, các ngành công nghiệp và cả quân đội trong việc biến những thứ khả kiến thành vô hình.

SỰ TÀNG HÌNH TRONG TIẾN TRÌNH LỊCH SỬ

Tàng hình có lẽ là một trong những khái niệm cổ xưa nhất trong thần thoại. Lịch sử từ những thời xa xưa nhất cũng đã ghi nhận việc những người phải ở một mình trong đêm tối sợ hãi linh hồn vô hình của người quá cố hay những hồn ma lang thang lẩn khuất trong màn đêm. Người anh hùng Hy Lạp Perseus tiêu diệt nữ quỷ Medusa nhờ đội chiếc mũ tàng hình. Các vị tướng ước mơ có được chiếc áo tàng hình. Khi vô hình, ta có thể dễ dàng xuyên qua phòng tuyến để bất ngờ bắt giữ kẻ thù. Tội phạm có thể sử dụng khả năng tàng hình để thực hiện những phi vụ trộm cướp ngoạn mục.

Sự tàng hình đóng vai trò hạt nhân trong lý thuyết của Plato về đạo lý và đức hạnh. Trong kiệt tác triết học *Cộng hòa,* Plato đã nhắc đến thần thoại về chiếc nhẫn của Gyges. Chàng chăn cừu nghèo nhưng tốt bụng Gyges xứ Lydia lạc vào một hang động bí ẩn và tìm thấy một ngôi mộ chứa bộ xương đeo một chiếc nhẫn vàng. Gyges phát hiện ra chiếc nhẫn này mang sức mạnh ma thuật có thể giúp anh tàng hình. Chẳng mấy chốc, chàng chăn cừu nghèo bị đầu độc trở nên mê mẩn trước quyền năng của chiếc nhẫn. Sau khi lẻn vào lâu đài nhà vua, Gyges sử dụng ma lực của chiếc nhẫn để quyến rũ hoàng hậu, rồi với sự giúp đỡ của nàng, anh giết nhà vua và lên ngôi vua xứ Lydia.

Vấn đề đạo đức mà Plato muốn đề cập ở đây là không ai có thể cưỡng lại cám dỗ trở thành kẻ cắp và giết người. Mọi người đều có thể trở nên tội lỗi. Đạo đức là một khái niệm do xã hội áp đặt. Một người có thể tỏ ra đạo đức trong cộng đồng để được đánh giá chính trực và chân thật, nhưng một khi có được sức mạnh tàng hình, họ sẽ chẳng thể cưỡng lại việc sử dụng quyền năng của nó. (Một số người tin rằng câu chuyện đạo đức này đã truyền cảm ứng cho J. R. R. Tolkien viết nên bộ ba tiểu thuyết *Chúa tể của những chiếc nhẫn,* trong đó chiếc nhẫn chúa làm cho người đeo nó trở nên vô hình, và đây cũng chính là nguồn gốc của tội ác.)

Tàng hình cũng là một phương cách thường thấy trong khoa học viễn tưởng. Trong series truyền hình *Flash Gordon* của thập niên 1930, Flash đã tàng hình để trốn khỏi đội quân của Ming Tàn bạo. Trong loạt truyện và phim Harry Potter, Harry sở hữu một chiếc áo choàng đặc biệt, cho phép cậu lang thang trong trường Hogwarts mà không sợ bị phát hiện.

H. G. Wells cũng sử dụng phương cách thần thoại này để xây dựng nên tiểu thuyết kinh điển *Người tàng hình,* trong đó một sinh viên y khoa vô tình phát hiện ra sức mạnh của chiều không gian thứ tư và sở hữu khả năng

tàng hình. Không may là hắn lại sử dụng sức mạnh kỳ diệu này cho mục đích cá nhân, gây ra một loạt vụ án, và cuối cùng chết khi cố gắng trốn khỏi cảnh sát.

CÁC PHƯƠNG TRÌNH MAXWELL VÀ BÍ MẬT CỦA ÁNH SÁNG

Phải đợi đến các công trình của nhà vật lý người Scotland James Clerk Maxwell, một tượng đài của vật lý thế kỷ 19, các nhà vật lý mới hiểu rõ các định luật quang học. Ở một vài phương diện, Maxwell trái ngược hoàn toàn với Michael Faraday. Trong khi Faraday có tài thực nghiệm thiên bẩm nhưng không được đào tạo bài bản thì Maxwell, người sống cùng thời với Faraday lại là một bậc thầy về toán cao cấp. Maxwell là sinh viên vật lý tính toán xuất sắc của trường Cambridge, chính là nơi mà hai thế kỷ trước, Newton đã thực hiện những công trình của mình.

Newton phát minh ra giải tích toán học, được biểu thị qua "các phương trình vi phân", dùng để mô tả cách thức các vật dần trải qua những thay đổi cực nhỏ trong không gian và thời gian. Chuyển động của sóng biển, chất lỏng, chất khí hay đạn pháo đều có thể được biểu diễn qua các phương trình vi phân. Mục tiêu rõ ràng ban đầu của Maxwell là sử dụng các phương trình kiểu này để biểu diễn các khám phá mang tính cách mạng và những trường lực của Faraday.

Maxwell bắt đầu với phát hiện của Faraday về việc điện trường có thể biến thành từ trường và ngược lại. Từ các mô tả của Faraday về trường lực được ông viết lại theo ngôn ngữ chính xác của phương trình vi phân, tạo ra hệ phương trình quan trọng bậc nhất của khoa học hiện đại. Đây là một hệ gồm tám phương trình vi phân. Các nhà vật lý và kỹ sư trên thế giới đều phải "toát mồ hôi hột" mới nắm vững được lý thuyết trường điện từ ở trường đại học.

Tiếp đến, Maxwell tự đặt ra câu hỏi quan trọng: nếu từ trường có thể biến thành điện trường và ngược lại, thì điều gì sẽ xảy ra nếu quá trình này lặp lại vô hạn? Maxwell nhận thấy rằng các trường điện-từ tạo ra một loại sóng giống như sóng biển. Trong sự ngạc nhiên tột cùng, ông tính ra được tốc độ truyền của loại sóng này bằng với tốc độ ánh sáng! Năm 1864, dựa trên phát hiện này, ông đưa ra tiên đoán: "Tốc độ này gần bằng tốc độ ánh

sáng nên chúng ta có lý do chắc chắn để kết luận rằng bản thân ánh sáng… là những dao động của điện từ trường."

Đây có lẽ là một trong những phát hiện vĩ đại nhất của loài người. Lần đầu tiên bí mật của ánh sáng đã được hé lộ. Maxwell chợt nhận ra rằng mọi thứ, từ ánh bình minh rạng rỡ, ánh hoàng hôn sáng chói, sắc màu rực rỡ của cầu vồng cho đến ánh sáng của bầu trời sao, đều có thể mô tả qua các sóng mà ông đang viết nguệch ngoạc trên giấy. Ngày nay, chúng ta đã biết toàn bộ phổ của sóng điện từ — từ radar cho đến tivi, ánh sáng hồng ngoại, ánh sáng khả kiến, ánh sáng tử ngoại, tia X, vi ba và tia gamma — đều là các sóng Maxwell, được tạo thành từ dao động của các trường lực Faraday.

Khi đề cập đến tầm quan trọng của hệ phương trình Maxwell, Einstein cho rằng chúng là những gì "tinh túy nhất và phổ quát nhất mà vật lý đạt được kể từ thời Newton."

(Bi đát thay, Maxwell, một trong những nhà vật lý vĩ đại nhất thế kỷ 19, đã mất ở tuổi 48 do ung thư dạ dày, căn bệnh đã giết chết mẹ ông ở cùng độ tuổi. Nếu sống lâu hơn, hẳn ông đã khám phá ra rằng các phương trình của mình cho phép không-thời gian dao động, điều trực tiếp dẫn đến thuyết tương đối của Einstein. Thật khó hình dung rằng, thuyết tương đối đã có thể được phát hiện ngay từ giai đoạn Nội chiến Mỹ.)

Thuyết ánh sáng của Maxwell cùng thuyết nguyên tử mang lại cách lý giải đơn giản về quang học và khả năng tàng hình. Trong chất rắn, các nguyên tử gắn kết chặt chẽ với nhau, trong khi trong chất lỏng hay chất khí, các phân tử lại cách xa nhau. Hầu hết chất rắn đều chắn sáng vì tia sáng không thể xuyên qua ma trận nguyên tử dày đặc tạo nên chất rắn — chúng giống như một bức tường gạch. Ngược lại, nhiều chất lỏng và chất khí lại trong suốt vì ánh sáng có thể dễ dàng đi vào khoảng trống giữa các nguyên tử — khoảng không gian này lớn hơn nhiều so với bước sóng của ánh sáng khả kiến. Ví dụ, nước, cồn, amoniac, axetôn, nước sát trùng, khí đốt và nhiều thứ khác đều truyền sáng, cũng giống như các chất khí như ôxi, hiđrô, nitơ, cacbonic, mêtan…

Nguyên tắc này có một vài ngoại lệ quan trọng. Nhiều loại tinh thể có dạng rắn nhưng lại truyền sáng. Các nguyên tử của một tinh thể được sắp xếp theo cấu trúc lưới, chúng nằm trên các hàng xếp đều nhau với khoảng cách không đổi. Nhờ đó, có rất nhiều con đường để một tia sáng đi qua được mạng tinh thể. Do vậy, mặc dù một tinh thể gồm các nguyên tử xếp

chặt giống như các chất rắn khác nhưng ánh sáng vẫn truyền được qua.

Ở một số điều kiện nhất định, một vật rắn có thể trở nên trong suốt nếu các nguyên tử của nó được sắp xếp ngẫu nhiên. Điều này có thể thực hiện bằng cách nung nóng vật đến nhiệt độ cao rồi làm lạnh nhanh. Ví dụ, thủy tinh là chất rắn nhưng lại mang nhiều tính chất của chất lỏng vì các nguyên tử của nó được sắp xếp ngẫu nhiên. Một số loại kẹo cũng trở nên trong suốt bằng phương pháp tương tự.

Rõ ràng, tàng hình là một tính chất xuất hiện ở thang nguyên tử theo hệ phương trình Maxwell, do đó sẽ gặp nhiều khó khăn, nếu không muốn nói là bất khả thi, khi áp dụng vào khoảng cách thông thường. Để khiến Harry Potter trở nên vô hình, ta phải hóa lỏng cậu, đun sôi để biến cậu thành hơi, đợi cậu hóa rắn rồi nung nóng và làm lạnh trở lại — quá khó, kể cả là đối với một phù thủy.

Mặc dù không thể tạo ra máy bay tàng hình nhưng quân đội đã thử một phương án thực tiễn hơn: dùng công nghệ ẩn mình khiến những chiếc máy bay trở nên vô hình trước radar. Công nghệ này sử dụng tính chất của hệ phương trình Maxwell để tạo ra một chuỗi thủ thuật. Một chiến đấu cơ phản lực có thể dễ dàng nhìn thấy bằng mắt thường, nhưng ảnh radar của nó trên màn hình quan sát của địch chỉ có kích cỡ như một con chim lớn. (Công nghệ ẩn mình thực sự là sự kết hợp của rất nhiều thủ thuật. Bằng cách thay đổi chất liệu chế tạo máy bay, giảm các cấu kiện bằng sắt để thay bằng nhựa và chất dẻo, thay đổi các góc cạnh ở thân máy bay, bố trí lại các ống xả khói…, người ta có thể làm cho chùm tia radar của địch khi chạm vào máy bay bị phân tán theo mọi hướng, do đó chúng không thể quay lại màn hình radar của địch. Tuy nhiên, công nghệ này không giúp máy bay tàng hình mà chỉ làm lệch hướng và phân tán sóng radar nhiều nhất có thể.)

SIÊU VẬT LIỆU VÀ KHẢ NĂNG TĂNG HÌNH

Có lẽ sự phát triển hứa hẹn nhất liên quan tới khả năng tàng hình nằm ở một loại vật liệu mới có tên gọi "siêu vật liệu", vào một ngày nào đó sẽ khiến các vật trở nên vô hình thực sự. Mỉa mai thay, việc chế tạo một loại vật liệu như vậy từng được cho là không thể vì chúng vi phạm các định luật quang học. Nhưng vào năm 2006, các nhà nghiên cứu thuộc Đại học Duke ở Durham, Bắc Carolina và các đồng nghiệp thuộc Cao đẳng Hoàng gia ở

London đã thách thức những hiểu biết thông thường khi sử dụng siêu vật liệu để chế tạo một vật có khả năng tàng hình đối với bức xạ vi ba. Dù còn một số trở ngại nhưng đây là lần đầu tiên trong lịch sử, chúng ta có một kế hoạch rõ ràng trong việc biến những vật bình thường thành vô hình. (Cơ quan Chuyên trách Các dự án Nghiên cứu Tân tiến của Lầu Năm Góc cấp vốn cho nghiên cứu này.)

Nathan Myhrvold, cựu giám đốc kỹ thuật của Microsoft, cho rằng siêu vật liệu "sẽ thay đổi triệt để cách tiếp cận của chúng ta trong lĩnh vực quang học và hầu như mọi mặt của ngành điện tử… Một số loại siêu vật liệu có thể mang những tính năng mà vài thập niên trước vẫn được coi là kỳ lạ."

Vậy siêu vật liệu là gì? Chúng là những vật liệu có các tính chất quang học không tìm thấy trong tự nhiên. Người ta tạo ra siêu vật liệu bằng cách cấy những mẫu nhỏ vào trong một loại vật liệu, khiến sóng điện từ bị bẻ cong bất thường khi truyền tới. Tại Đại học Duke, các nhà khoa học cấy những mạch điện nhỏ li ti vào trong các tấm đồng được sắp xếp thành những vòng tròn đồng tâm trên một mặt phẳng (hơi giống với các vòng dây quấn trong bếp điện). Kết quả thu được là một hỗn hợp tinh vi của gốm, teflon, các hợp chất dạng sợi và kim loại. Những mô cấy li ti này bẻ cong và dẫn bức xạ vi ba đi theo một quỹ đạo đặc biệt. Hãy hình dung cách nước sông chảy qua một tảng đá cuội. Vì nước nhanh chóng vây quanh tảng đá nên hình ảnh tảng đá bị che mờ đi trong dòng nước. Tương tự, siêu vật liệu liên tục thay đổi và bẻ cong liên tục đường đi của vi ba để khi sóng này truyền quanh một hình trụ chẳng hạn, thì mọi thứ bên trong hình trụ trở nên vô hình với loại sóng này. Nếu siêu vật liệu có thể loại bỏ tất cả các tia phản xạ và những bóng mờ, nó có thể khiến một vật trở nên hoàn toàn vô hình đối với dạng bức xạ đó.

Các nhà khoa học đã minh họa thành công nguyên lý này bằng một thiết bị gồm 10 vòng nhẫn làm từ sợi thủy tinh, bao phủ bởi các cấu kiện bằng đồng. Một chiếc nhẫn đồng đặt trong thiết bị này gần như vô hình với vi ba, chỉ để lại một vết mờ nhỏ.

Tính chất quan trọng nhất của siêu vật liệu là khả năng thay đổi chiết suất. Chiết suất cho biết mức độ bẻ cong của tia sáng khi nó truyền trong môi trường trong suốt. Khi nhúng tay vào nước hoặc nhìn qua kính, ta sẽ nhận thấy nước và kính gây nhiễu động và làm cong quỹ đạo thông thường của tia sáng.

Tia sáng trong thủy tinh hay trong nước bị bẻ cong là do tốc độ ánh sáng giảm khi truyền trong môi trường đặc. Tốc độ ánh sáng trong chân không luôn không đổi, nhưng khi truyền trong thủy tinh hay nước, nó phải vượt qua hàng tỷ tỷ nguyên tử và do đó bị chậm lại. (Chiết suất là tỷ lệ giữa tốc độ ánh sáng trong chân không và tốc độ chậm lại của ánh sáng khi truyền trong môi trường chiết quang. Vì ánh sáng chậm đi khi truyền trong thủy tinh nên chiết suất của thủy tinh luôn lớn hơn 1,0.) Ví dụ, chiết suất của chân không là 1,00, của không khí là 1,0003, của thủy tinh là 1,5 và của kim cương là 2,4. Thông thường, môi trường càng đặc bẻ cong tia sáng càng nhiều, do đó có chiết suất càng lớn.

Một ví dụ quen thuộc liên quan đến ảnh hưởng của chiết suất là hiện tượng ảo ảnh. Nếu ta lái xe vào một ngày nắng nóng và hướng mắt về phía trời, mặt đường có thể trông lung linh, tạo ra ảo ảnh giống như mặt hồ lấp lánh. Người đi trên hoang mạc cũng có thể đôi lần nhìn thấy hình ảnh các thành phố và núi non ở đằng xa. Hiện tượng này là vì khí nóng bốc lên từ mặt đường hay hoang mạc có khối lượng riêng nhỏ hơn không khí bình thường, do đó nó có chiết suất nhỏ hơn không khí lạnh ở xung quanh, khiến ánh sáng xuất phát từ những vật ở xa bị khúc xạ trên mặt đường và đi vào mắt ta, tạo ra những ảo ảnh mà ta nhìn thấy.

Chiết suất thường là hằng số. Một chùm sáng hẹp bị bẻ gãy khi đi vào thủy tinh và sau đó truyền thẳng. Nhưng giả sử ta có thể thay đổi chiết suất của thủy tinh để nó biến thiên liên tục thì ánh sáng truyền trong vật liệu mới này sẽ bị bẻ cong và liên tục đổi hướng, tạo nên đường truyền quanh co trong vật như một con rắn.

Nếu ta điều chỉnh được chiết suất của một loại siêu vật liệu để ánh sáng truyền quanh vật thì vật đó sẽ trở nên vô hình. Để làm được điều này, loại siêu vật liệu đó phải có *chiết suất âm,* vốn là tính chất bị các cuốn sách quang học phủ nhận. (Siêu vật liệu được đề xuất lý thuyết lần đầu tiên trong một nghiên cứu của nhà vật lý Liên Xô Victor Veselago vào năm 1967, chúng cho thấy những tính chất quang học kỳ lạ như chiết suất âm và hiệu ứng Doppler ngược. Siêu vật liệu quá kỳ lạ và ngược đời nên trước đây, người ta cho rằng không chế tạo được. Nhưng trong vài năm trở lại đây, các loại siêu vật liệu đã được chế tạo trong phòng thí nghiệm, buộc các nhà vật lý phải miễn cưỡng viết lại các sách quang học.)

Các nhà nghiên cứu về siêu vật liệu liên tục bị các phóng viên quấy rầy

do muốn biết khi nào những chiếc áo tàng hình được đưa ra thị trường. Câu trả lời là: còn lâu.

David Smith thuộc Đại học Duke cho biết: "Các ký giả gọi liên tục và chỉ muốn bạn cho họ một con số cụ thể. Bao nhiêu tháng hay bao nhiêu năm nữa. Họ cứ thúc ép và cuối cùng bạn đành nói ờ thì có thể là 15 năm nữa. Vậy là bạn đã đặt ra cho mình một thời hạn, đúng không nào? 15 năm cho chiếc áo choàng của Harry Potter." Đó là lý do giờ đây ông từ chối đưa ra bất cứ thời gian cụ thể nào. Những người hâm mộ *Harry Potter* hay *Star Trek* sẽ phải đợi. Các nhà vật lý đồng ý rằng mặc dù loại áo khoác tàng hlnh *thực sự* nằm trong tầm với của các định luật vật lý, nhưng vẫn có những trở ngại lớn cần vượt qua trước khi công nghệ này được mở rộng để có thể hoạt động đối với ánh sáng khả kiến chứ không chỉ với bức xạ vi ba.

Nói chung, các cấu trúc được cấy bên trong siêu vật liệu phải có kích cỡ nhỏ hơn bước sóng của bức xạ. Chẳng hạn, nếu vi ba có bước sóng khoảng 3 cm thì để một loại siêu vật liệu có thể bẻ cong đường đi của sóng này, các mô cấy bên trong nó phải nhỏ hơn 3 cm. Nhưng để tạo thành một vật có thể tàng hình đối với ánh sáng xanh, nếu bước sóng ở khoảng 500 nm (nanomét) thì các mô cấy bên trong siêu vật liệu chỉ được dài khoảng 50 nm, trong khi nanomét là kích cỡ ở thang nguyên tử nên cần đến công nghệ nano. (Một nanomét bằng một phần tỉ mét, bằng khoảng kích cỡ của năm nguyên tử xếp lại với nhau.) Đây có lẽ là vấn đề mấu chốt của chúng ta khi chế tạo một chiếc áo tàng hình thực sự. Các nguyên tử đơn lẻ trong siêu vật liệu cần được điều chỉnh mới có thể bẻ cong chùm tia sáng như hình con rắn.

SIÊU VẬT LIỆU DÀNH CHO ÁNH SÁNG KHẢ KIẾN

Cuộc đua đã bắt đầu.

Kể từ sau tuyên bố về việc siêu vật liệu đã được chế tạo thành công trong phòng thí nghiệm, đã có nhiều hoạt động bùng lên sôi nổi trong lĩnh vực mới này, cùng với đó là sự thay đổi nhận thức và những đột phá gây sửng sốt xuất hiện liên tục. Mục tiêu rất rõ ràng: sử dụng công nghệ nano để tạo thành các loại siêu vật liệu có thể bẻ cong ánh sáng khả kiến chứ không chỉ vi ba. Một vài hướng tiếp cận đầy hứa hẹn đã xuất hiện.

Một trong số đó là sử dụng những công nghệ có sẵn trong ngành công nghiệp bán dẫn để tạo ra các siêu vật liệu mới. Công nghệ "in li-tô" đóng vai trò hạt nhân trong công cuộc thu nhỏ kích cỡ các vi mạch, qua đó dẫn đường cho cuộc cách mạng máy vi tính. Nhờ công nghệ này, các kỹ sư có thể gắn hàng trăm triệu transistor lên bề mặt của một tấm silic không lớn hơn ngón tay cái của chúng ta.

Theo định luật Moore, cứ sau 18 tháng, sức mạnh của máy tính lại tăng gấp đôi nhờ việc sử dụng các tia tử ngoại để "khắc" các chi tiết ngày càng nhỏ lên chip silic. Kỹ thuật này rất giống với cách sử dụng giấy stencil dập màu cho áo phông. (Các kỹ sư máy tính phủ nhẹ lên một tấm bán dẫn mỏng một số lớp vật liệu. Sau đó, họ đặt lên trên tấm bán dẫn một mặt nạ nhựa, đóng vai trò khuôn in. Tấm nhựa này gồm chi chít các dây dẫn, transistor và các vi xử lý tạo thành một sơ đồ mạch điện. Tấm bán dẫn được chiếu tia tử ngoại, là loại tia có bước sóng rất ngắn, để in các hình mẫu trên tấm nhựa lên tấm bán dẫn. Nhờ được xử lý bằng các loại khí và axit đặc biệt, mạch điện phức tạp trên tấm nhựa sẽ được khắc lên tấm bán dẫn ở điểm được chiếu tia tử ngoại. Quá trình này tạo ra một tấm bán dẫn chứa hàng trăm triệu rãnh nhỏ, tạo đường dẫn cho các transistor). Hiện nay, những linh kiện nhỏ nhất tạo ra nhờ kỹ thuật khắc này có kích cỡ khoảng 30 nm (tương đương với bề rộng của khoảng 150 nguyên tử).

Một cột mốc quan trọng trong công cuộc tìm kiếm khả năng tàng hình là khi một nhóm nhà khoa học sử dụng kỹ thuật khắc này để tạo ra siêu vật liệu hoạt động với ánh sáng khả kiến. Theo thông báo vào đầu năm 2007, các nhà khoa học ở Đức và Bộ Năng lượng Mỹ, lần đầu tiên trong lịch sử, đã chế tạo thành công một loại siêu vật liệu có hiệu lực với ánh sáng đỏ. Điều vốn bị cho là "bất khả thi" giờ đã đạt được trong khoảng thời gian ngắn đến vậy!

Nhà vật lý Costas Soukoulis thuộc Phòng Thí nghiệm Ames tại bang Iowa (Mỹ) cùng Stefan Linden, Martin Wegener và Gunnar Dolling thuộc Đại học Karlsruhe ở Đức đã chế tạo thành công một loại siêu vật liệu có chiết suất -0,6 đối với ánh sáng đỏ, có bước sóng 780 nm. (Trước đó, kỷ lục thế giới về siêu vật liệu có khả năng bẻ cong đường đi của bức xạ được ghi nhận với bước sóng 1.400 nm, nằm trong vùng hồng ngoại chứ chưa phải là ánh sáng khả kiến).

Bằng phương pháp kết tủa, các nhà khoa học phủ lớp đồng mỏng lên

một tấm thủy tinh, kế tiếp là lớp magiê florua rồi đến một lớp đồng khác để tạo thành một "chiếc bánh kẹp" dày chỉ 100 nm. Sau đó, họ dùng kỹ thuật khắc thông thường để đục nhiều lỗ nhỏ li ti hình vuông lên chiếc bánh kẹp này, tạo thành một hình mẫu giống như tấm lưới đánh cá. (Những lỗ nhỏ này có kích cỡ chỉ 100 nm, nhỏ hơn nhiều so với bước sóng của ánh sáng đỏ.) Khi chiếu chùm sáng đỏ đi qua tấm vật liệu này, các nhà khoa học đo được chiết suất của nó là -0,6.

Các nhà vật lý đã nhìn thấy trước nhiều ứng dụng của công nghệ này. Theo tiến sĩ Soukoulis, siêu vật liệu "có thể dẫn tới sự phát triển của một loại siêu thấu kính có bề mặt phẳng dùng cho ánh sáng khả kiến. Một thấu kính như vậy sẽ có độ phân giải cao hơn nhiều lần so với loại thông thường, nhờ đó có thể quan sát những chi tiết rất nhỏ so với bước sóng của ánh sáng." Ứng dụng trực tiếp của siêu thấu kính này là để chụp ảnh những vật vi mô với độ nét cao như bên trong của một tế bào, hoặc chẩn đoán các dị tật của thai nhi. Lý tưởng hơn nữa, ta có thể thu được những tấm ảnh chụp các thành phần của một nguyên tử ADN mà không cần đến phương pháp chụp ảnh tinh thể sử dụng tia X.

Cho đến nay, các nhà khoa học mới chỉ tạo được vật liệu có chiết suất âm đối với ánh sáng đỏ. Bước tiếp theo là sử dụng công nghệ này để tạo ra loại siêu vật liệu có thể bẻ cong ánh sáng đỏ quanh một vật, làm cho vật đó trở nên vô hình đối với ánh sáng này.

Những phát triển trong tương lai theo hướng này có thể diễn ra trong lĩnh vực "tinh thể quang tử". Mục tiêu của công nghệ tinh thể quang tử là tạo ra những con chip sử dụng ánh sáng thay cho dòng điện để truyền tải thông tin. Để làm được điều này, người ta dùng công nghệ nano để khắc những chi tiết li ti và có chiết suất khác nhau lên một tấm bán dẫn. Các transistor sử dụng ánh sáng có nhiều điểm tiện lợi hơn so với dùng điện, ví dụ như việc chúng tỏa nhiệt ít hơn đáng kể. (Lượng nhiệt mà những con chip silic xịn tỏa ra đủ để rán chín một quả trứng. Chúng sẽ hỏng nếu không được làm mát liên tục, mà việc này lại rất tốn kém). Chẳng mấy ngạc nhiên khi thấy rằng khoa học về tinh thể quang tử phù hợp lý tưởng đối với siêu vật liệu, vì cả hai đều liên quan tới sự điều chỉnh chiết suất của ánh sáng ở thang nano.

TÀNG HÌNH SỬ DỤNG KỸ THUẬT PLASMON

Không chịu kém cạnh, một nhóm nghiên cứu tuyên bố vào giữa năm 2007 rằng họ đã chế tạo được một loại siêu vật liệu có thể bẻ cong ánh sáng khả kiến, bằng cách sử dụng một công nghệ hoàn toàn khác biệt, là "kỹ thuật plasmon". Các nhà vật lý Henri Lezec, Jennifer Dionne và Harry Atwater thuộc Viện Công nghệ California (Cal Tech) cho biết họ đã tạo ra loại siêu vật liệu có chiết suất âm đối với miền ánh sáng xanh lục-lam thuộc phổ ánh sáng khả kiến — miền ánh sáng được cho là khó khăn hơn.

Mục đích của kỹ thuật plasmon là "nén" ánh sáng để ta có thể điều khiển các vật ở thang nano, đặc biệt là trên bề mặt kim loại. Sở dĩ kim loại dẫn điện được là do các electron liên kết lỏng lẻo với các nguyên tử, nên chúng có thể chuyển động dọc theo bề mặt tinh thể của kim loại. Dòng điện trong nhà chúng ta là dòng chuyển động liên tục của các electron liên kết yếu trên bề mặt kim loại của dây dẫn. Nhưng trong những điều kiện nhất định, khi một chùm sáng được chiếu tới bề mặt kim loại, các electron có thể dao động đồng bộ với chùm sáng, tạo thành các đợt sóng electron (được gọi là các plasmon) hợp phách với chùm sáng ban đầu. Quan trọng hơn, người ta có thể "nén" các plasmon này để chúng có cùng tần số với chùm sáng tới (nhờ đó các thông tin chúng mang lại là giống nhau) nhưng có bước sóng nhỏ hơn nhiều. Về mặt nguyên tắc, ta có thể đưa các sóng đã được nén lại này vào trong các dây nano. Cũng giống như tinh thể quang tử, mục đích cuối cùng của kỹ thuật plasmon là tạo ra các chip máy tính có thể sử dụng ánh sáng để thực hiện các thuật toán chứ không dùng dòng điện như thông thường.

Nhóm nghiên cứu của Cal Tech đã chế tạo loại siêu vật liệu từ một lớp bán dẫn silic — nitơ (có dày chỉ 50 nm) kẹp giữa hai tấm đồng, có tác dụng như một ống dẫn sóng dùng để định hướng các sóng plasmon. Tia laser đi vào và ra khỏi thiết bị thông qua hai khe được đục sẵn bên trong siêu vật liệu. Bằng cách đo góc lệch của tia laser khi nó đi qua siêu vật liệu, ta có thể kết luận chiết suất của vật liệu này đối với ánh sáng laser là âm.

TƯƠNG LAI CỦA SIÊU VẬT LIỆU

Siêu vật liệu sẽ phát triển tăng tốc trong thời gian tới vì lý do đơn giản là việc tạo ra các transistor sử dụng ánh sáng thay vì dùng điện đang ngày càng được quan tâm. Nhờ đó, các nghiên cứu về khả năng tàng hình sẽ tác

động ngược lại những nghiên cứu hiện thời trong lĩnh vực tinh thể quang tử và kỹ thuật plasmon nhằm tạo ra các thiết bị thay thế cho chip silic. Hàng trăm triệu đô-la đã được đầu tư để tạo ra công nghệ thay thế cho công nghệ silic và các nghiên cứu về siêu vật liệu sẽ được hưởng lợi từ những nỗ lực nghiên cứu này

Với những đột phá xuất hiện cứ vài tháng một lần trong lĩnh vực này thì chẳng hề ngạc nhiên khi một số nhà vật lý cho rằng vỏ bọc tàng hình sẽ sớm rời phòng thí nghiệm để đi vào ứng dụng thực tế trong vòng vài thập niên tới. Các nhà khoa học tin rằng chỉ vài năm nữa họ sẽ tạo ra được loại siêu vật liệu có thể làm cho một vật hoàn toàn vô hình đối với một tần số xác định của ánh sáng khả kiến, ít nhất là trong không gian hai chiều. Điều này đòi hỏi việc cấy những mô nhỏ có kích cỡ nano, tạo nên những hình mẫu phức tạp, ánh sáng liên tục bẻ cong quanh vật.

Kế đến, các nhà khoa học phải tạo ra loại siêu vật liệu có thể bẻ cong ánh sáng trong không gian ba chiều, thay vì chỉ dùng được trong mặt phẳng hai chiều. Kỹ thuật in li-tô phù hợp hoàn hảo trong việc chế tạo các tấm bán dẫn silic phẳng, nhưng để tạo ra siêu vật liệu ba chiều ta cần kết hợp nhiều tấm bán dẫn theo cách phức tạp hơn hẳn.

Sau đó, các nhà khoa học cần chế tạo được loại siêu vật liệu có thể bẻ cong không chỉ một mà nhiều tần số ánh sáng. Đây có lẽ là công đoạn khó nhất, vì các mô cấy li ti được chế tạo để bẻ cong ánh sáng chỉ có một tần số duy nhất. Ta có thể phải tạo ra siêu vật liệu gồm nhiều lớp, mỗi lớp giúp bẻ cong một tần số xác định. Tuy nhiên, cách giải quyết cho vấn đề này chưa thực sự rõ ràng.

Mặc dù vậy, nếu tấm khoác tàng hình rốt cục cũng được chế tạo thành công, nó vẫn có những bất tiện nhất định. Chiếc áo choàng của Harry Potter được làm từ loại vật liệu mềm mỏng, giúp ai khoác nó lên người sẽ trở nên vô hình. Để làm được như vậy, chiết suất bên trong chiếc áo phải thay đổi liên tục theo cách phức tạp khi nó đung đưa, mà điều này lại không mang nhiều tính thực tiễn. Một "chiếc áo choàng" tàng hình có vẻ thực tế hơn phải là một hình trụ rắn được làm từ siêu vật liệu, ít nhất là ở bước đầu. Khi đó, chiết suất bên trong hình trụ được giữ không đổi. (Loại cải tiến hơn có thể kết hợp nhiều siêu vật liệu mềm mại và cuộn lại được, giúp ánh sáng truyền trong chúng theo quỹ đạo mong muốn. Bằng cách này, người khoác áo sẽ di chuyển dễ dàng hơn.)

Tuy nhiên, có một hạn chế của tấm áo choàng tàng hình: người choàng tấm áo sẽ không thể nhìn ra bên ngoài được. Hãy tưởng tượng toàn bộ cơ thể Harry Potter vô hình hết chỉ trừ đôi mắt hiện ra lơ lửng giữa không trung. Người bên ngoài chiếc áo có thể nhìn thấy hết những lỗ khoét trên áo mà người mặc từ đó " nhòm ra". Nếu Harry Potter hoàn toàn vô hình, cậu sẽ không nhìn thấy bên ngoài vì bị tấm áo choàng che phủ. (Một giải pháp cho vấn đề này là đặt hai tấm thủy tinh nhỏ ở vị trí lỗ khoét. Nó hoạt động như một thiết bị "tách tia sáng", cho phép một phần ánh sáng đi đến mắt. Nhờ đó, hầu hết ánh sáng đến tấm áo choàng sẽ truyền quanh nó, giúp người khoác áo trở nên vô hình, nhưng vẫn có một ít ánh sáng đến được mắt họ).

Mặc dù còn nhiều khó khăn như vậy, các nhà khoa học và kỹ sư vẫn lạc quan về khả năng chế tạo được một tấm khoác tàng hình trong vài thập niên tới.

TÀNG HÌNH VÀ CÔNG NGHỆ NANO

Như đã đề cập, chìa khóa của tàng hình là công nghệ nano với khả năng điều khiển các cấu trúc cỡ nguyên tử, có kích thước chỉ khoảng một phần tỷ mét.

Công nghệ nano khởi đầu từ bài giảng nổi tiếng vào năm 1959 của nhà vật lý đạt giải Nobel Richard Feynman ở Hội Vật lý Mỹ với cái tựa đầy hài hước: "Vẫn còn nhiều phòng trống ở tầng trệt". Trong bài giảng, ông đưa ra dự đoán về những động cơ nhỏ nhất phù hợp với các định luật vật lý đã biết: chúng sẽ được chế tạo ngày càng nhỏ hơn đến khi đạt kích thước nguyên tử, do đó các nguyên tử có thể được sử dụng để tạo ra những động cơ như vậy. Kết luận của ông là cũng giống như ròng rọc, đòn bẩy hay bánh xe, những động cơ nguyên tử hoàn toàn phù hợp với các định luật vật lý mặc dù rất khó chế tạo.

Công nghệ nano đã phải chờ đợi nhiều năm vì việc điều khiển các nguyên tử riêng lẻ vượt quá khả năng của công nghệ thời đó. Nhưng điều này đã trở nên khả thi khi các nhà vật lý phát minh ra kính hiển vi quét xuyên hầm (STM — scanning tunneling microscope), một đột phá vào năm 1981 đã mang về giải Nobel Vật lý cho các nhà khoa học Gerd Binnig và Heinrich Rohrer thuộc phòng thí nghiệm IBM ở Zurich.

Các nhà vật lý bỗng có thể thu được những hình ảnh ấn tượng về các nguyên tử riêng lẻ sắp xếp ngay ngắn như được chép ra từ trong sách, điều mà các chuyên gia lý thuyết nguyên tử từng coi là bất khả thi. Giờ đây người ta có thể chụp những bức ảnh tuyệt đẹp về các nguyên tử trong mạng tinh thể hay trong kim loại. Các công thức hóa học được sử dụng để mô tả một phân tử gồm một chuỗi rối rắm các nguyên tử liên kết với nhau giờ đã có thể nhìn được bằng mắt thường. Hơn nữa, kính hiển vi quét xuyên hầm còn mở ra khả năng điều khiển các nguyên tử đơn lẻ. Thực tế, các nhà khoa học đã dùng chính các nguyên tử đơn để sắp xếp thành các ký tự "IBM", gây chấn động giới khoa học. Họ không còn phải mò mẫm khi điều khiển các nguyên tử đơn lẻ mà đã thực sự nhìn thấy và "chơi đùa" với chúng.

Thoạt nhìn, kính hiển vi quét xuyên hầm có vẻ đơn giản. Cũng giống như khi mũi đọc của máy loa kèn quét trên đĩa hát, một đầu dò nhọn di chuyển chậm trên bề mặt vật liệu để phân tích thông tin. (Mũi đầu dò nhọn đến mức trong thực tế, nó chỉ gồm một nguyên tử duy nhất). Một lượng điện tích nhỏ được tích sẵn ở đầu dò sẽ tạo ra dòng điện xuyên qua vật liệu để sang mặt bên kia. Khi đầu dò đi qua một nguyên tử đơn lẻ, điện lượng chuyển qua đầu dò thay đổi và các thay đổi này được ghi lại. Dòng điện tăng rồi giảm khi mũi nhọn của đầu dò di qua nguyên tử, nhờ đó ghi lại rõ nét đường viền của nguyên tử. Từ đồ thị những thăng giáng của dòng điện, người ta có thể thu được các hình ảnh đẹp của những nguyên tử cấu thành nên mạng tinh thể của vật liệu.

(Kính hiển vi quét xuyên hầm được chế tạo dựa trên một định luật kỳ lạ của vật lý lượng tử. Thông thường, các electron không đủ năng lượng để di chuyển từ đầu dò rồi xuyên qua vật liệu để đến mặt bên kia. Nhưng nhờ vào nguyên lý bất định, electron trong dòng điện vẫn có xác suất dù nhỏ để "xuyên hầm" hoặc vượt qua các rào thế, mặc dù điều này không đúng với lý thuyết của Newton. Như vậy, dòng điện truyền qua đầu dò có thể nhạy với những hiệu ứng lượng tử yếu ớt bên trong vật liệu. Tôi sẽ thảo luận chi tiết về những hiệu ứng của lý thuyết lượng tử trong phần sau).

Đầu dò này cũng đủ nhạy để di chuyển các nguyên tử, tạo nên một kiểu động cơ đơn giản chỉ gồm những nguyên tử đơn lẻ. Hiện nay, tiến bộ công nghệ vượt bậc cho phép ta hiển thị một đám nguyên tử lên màn hình máy tính và chỉ cần di chuyển con trỏ là các nguyên tử sẽ được di chuyển theo

cách ta mong muốn. Ta có thể điều khiển hàng chục nguyên tử dễ dàng như chơi xếp hình Lego. Bên cạnh việc sắp xếp những nguyên tử đơn lẻ thành các ký tự, chúng ta còn có thể tạo nên một số món đồ chơi, ví dụ bàn tính nguyên tử. Các nguyên tử được dàn hàng trên một mặt phẳng ngang với các ô trống theo chiều dọc. Ta có thể bỏ vào những ô trống này các quả cầu bucky cacbon (có dạng quả bóng, nhưng được làm từ các nguyên tử cacbon). Chúng có thể di chuyển lên xuống để lấp vào các ô trống, tạo nên một bàn tính nguyên tử.

Người ta cũng có thể dùng chùm tia electron để khắc lên các thiết bị nguyên tử. Chẳng hạn, các nhà khoa học ở Đại học Cornell đã chế tạo cây đàn ghita nhỏ nhất thế giới, chỉ bằng 1/20 kích thước sợi tóc, bằng cách khắc lên tinh thể silic. Cây đàn này có sáu dây, mỗi dây có đường kính 100 nguyên tử và được gảy bằng kính hiển vi lực nguyên tử. (Cây ghita này có thể chơi nhạc, nhưng tần số âm thanh mà nó tạo ra nằm ngoài ngưỡng nghe của tai người).

Ở thời điểm hiện tại, hầu hết các "động cơ" nano chỉ là những món đồ chơi. Người ta chưa chế tạo được các động cơ phức tạp có bánh răng và những ổ bi. Nhưng nhiều kỹ sư tin rằng thời đại mà chúng ta chế tạo được những động cơ nguyên tử thực sự đang đến. (Thực ra, chúng ta có thể tìm thấy những động cơ nguyên tử ngay trong tự nhiên. Các tế bào có thể di chuyển dễ dàng trong nước nhờ vào các chân bơi li ti. Nhưng khi phân tích điểm nối giữa các chân bơi và tế bào, người ta tìm thấy các động cơ nguyên tử cho phép các chân bơi di chuyển theo hướng tùy ý. Vì vậy, chìa khóa để phát triển công nghệ nano là bắt chước tự nhiên, bởi chính tự nhiên đã lĩnh hội được nghệ thuật của các động cơ nguyên tử từ hàng tỷ năm trước).

TOÀN ẢNH VÀ TÀNG HÌNH

Cách khác để làm cho một người trở nên tàng hình một phần là chụp ảnh khung cảnh phía sau người đó rồi chiếu trực tiếp ảnh nền này lên quần áo hoặc lên một màn hình đặt ngay trước người đó. Khi nhìn từ phía trước, người này trông có vẻ trong suốt, như thể ánh sáng đi xuyên qua cơ thể họ.

Naoki Kawakami, nhà nghiên cứu tại Phòng Thí nghiệm Tachi thuộc Đại học Tokyo, đang nỗ lực phát triển công nghệ này, được ông gọi là

“ngụy trang quang học”. Ông cho biết: “Nó sẽ được dùng để giúp các phi công nhìn xuyên qua sàn buồng lái xuống đường băng bên dưới, hoặc các tài xế nhìn xuyên qua hàng rào để đậu xe.” “Tấm choàng” của Kawakami được đính phủ những hạt nhỏ có thể phản xạ ánh sáng, có tác dụng như một màn hình hiển thị. Một máy ghi hình sẽ chụp ảnh phía sau tấm choàng. Tiếp theo, những hình ảnh này sẽ được truyền đến một máy chiếu đang bật ngay trước tấm choàng, khiến ánh sáng như đang đi xuyên qua cơ thể người khoác tấm choàng.

Một số mẫu thử nghiệm của tấm choàng ngụy trang quang học đã được chế tạo trong phòng thí nghiệm. Nếu nhìn thẳng vào người đang khoác tấm choàng giống như màn ảnh này, ta sẽ thấy như thể người này đã biến mất vì tất cả những gì ta nhìn thấy chỉ là hình ảnh phía sau. Nhưng nếu ta hơi nghiêng đầu, hình ảnh trên tấm choàng không hề thay đổi, cho thấy sự biến mất chỉ là giả tạo. Để ngụy trang quang học giống thực hơn, ta cần đến những ảo ảnh ba chiều tức là cần đến phép toàn ảnh.

Một bức toàn ảnh là hình ảnh ba chiều do các chùm tia laser tạo ra (giống như hình ảnh ba chiều của công chúa Leia trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao)*. Một người có thể trở nên vô hình nếu khung cảnh xung quanh họ được một máy ảnh toàn ký đặc biệt chụp lại, rồi được chiếu lên một màn ảnh đặt ngay trước người đó. Một người đứng phía trước quan sát sẽ nhìn thấy màn ảnh toàn ký đang chiếu những hình ảnh ba chiều của khung cảnh xung quanh nhưng người được chụp ảnh toàn ký thì như thể đã biến mất. Tại chỗ anh ta đang đứng là chính hình ảnh ba chiều của khung cảnh xung quanh. Thậm chí, nếu có di chuyển đến góc nhìn khác thì ta cũng không thể phân biệt nổi những gì đang thấy là giả.

Người ta có thể tạo ra ảnh ba chiều do tia laser có “tính kết hợp”, tức là các sóng ánh sáng dao động đồng bộ với nhau. Những bức toàn ảnh được chế tạo bằng cách tách chùm laser kết hợp thành hai phần. Một nửa chiếu lên một tấm phim ảnh, nửa kia rọi lên vật, rồi bật trở lại cùng tấm phim. Khi hai nửa chùm laser gặp nhau trên tấm phim, hình ảnh giao thoa của chúng mang đầy đủ thông tin của chùm laser ban đầu. Khi được rửa ra, tấm phim này không có vẻ gì đặc biệt mà trông như một mạng nhện phức tạp với những vòng xoáy và đường chằng chịt. Nhưng khi chiếu một chùm laser lên tấm phim này, một bản sao ba chiều của vật bất ngờ hiện ra như có phép màu.

Tuy nhiên, việc tàng hình sử dụng phép toàn ảnh còn gặp nhiều khó khăn về mặt kỹ thuật. Thách thức đầu tiên là phải tạo ra một máy ảnh toàn ký có tốc độ chụp tối thiểu 30 hình/giây. Vấn đề kế tiếp là lưu trữ và xử lý toàn bộ thông tin đã chụp được. Và cuối cùng, ta phải chiếu những hình ảnh này lên một màn hình sao cho chúng trông như thật.

TÀNG HÌNH THÔNG QUA CHIỀU THỨ TƯ CỦA KHÔNG GIAN

Chúng ta cũng nên đề cập đến khả năng tàng hình phức tạp hơn từng được nói đến trong tiểu thuyết *Người tàng hình* của H. G. Wells và liên quan tới việc sử dụng chiều thứ tư của không gian. (Tôi sẽ thảo luận chi tiết khả năng tồn tại các chiều cao hơn của không gian trong phần sau). Liệu chúng ta có thể rời khỏi thế giới ba chiều của mình và bay lượn bên trên nó từ vị trí thuận tiện của một chiều không gian thứ tư hay không? Cũng giống như một con bướm trong không gian ba chiều đang bay lượn phía trên một mặt giấy hai chiều, chúng ta sẽ trở nên vô hình đối với những ai sống trong vũ trụ có số chiều thấp hơn. Ý tưởng này có một trở ngại là ta vẫn chưa chứng minh được sự tồn tại của những chiều bậc cao hơn. Hơn nữa, một chuyến đi giả định vào các chiều bậc cao này sẽ cần lượng năng lượng vượt xa khả năng đáp ứng của công nghệ hiện tại. Xét về khả năng đạt đến sự tàng hình, phương pháp này rõ ràng nằm ngoài tầm hiểu biết và khả năng của chúng ta ở thời điểm hiện tại.

Với những thành tựu to lớn đã đạt được, sự tàng hình rõ ràng đủ điều kiện để được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I. Trong vài thập niên tới, hoặc ít nhất là trong thế kỷ này, một dạng tàng hình nào đó có thể sẽ trở thành chuyện bình thường.

3: SÚNG PHASER VÀ NGÔI SAO TỬ THẦN

Chẳng có tương lai nào cho máy truyền thanh.
Những cỗ máy bay nặng hơn không khí là bất khả.
Tia X rồi sẽ được kiểm chứng là một trò bịp.
— NAM TƯỚC KELVIN, 1899

Bom [nguyên tử] sẽ không bao giờ thành.
Tôi nói điều này với tư cách một chuyên gia về chất nổ.
— ĐÔ ĐỐC WILLIAM LEAHY

4 — 3 — 2 — 1, khai hỏa!

Ngôi sao Tử thần là một vũ khí khổng lồ, lớn bằng cả Mặt Trăng. Hướng thẳng về phía hành tinh Alderaan yếu ớt, quê nhà của công chúa Leia, Ngôi sao Tử thần khai hỏa, khiến hành tinh này vỡ vụn trong một vụ nổ khủng khiếp, các tàn dư của nó bắn tung tóe khắp hệ mặt trời. Hàng tỷ linh hồn gào thét trong đau đớn, cảnh hỗn loạn bao trùm cả thiên hà.

Nhưng liệu vũ khí Ngôi sao Tử thần của loạt phim *Chiến tranh giữa các vì sao* có thật sự khả thi? Liệu loại vũ khí như vậy có thể tạo ra một nguồn laser đủ để làm bốc hơi cả một hành tinh hay không? Còn những thanh gươm ánh sáng có chùm sáng phát ra từ chuôi gươm mà Luke Skywalker và Darth Vader sử dụng thì sao? Liệu những khẩu súng bắn tia giống như súng phaser trong phim *Star Trek* có trở thành vũ khí của cảnh sát và quân đội trong tương lai?

Các hiệu ứng đặc biệt trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao* đã mê hoặc hàng triệu khán giả nhưng lại không vừa mắt một số nhà phê bình: họ chỉ trích chúng hay thì có hay nhưng thiếu tính thực tế. Họ đánh giá những khẩu súng bắn tia cỡ Mặt Trăng có thể phá hủy cả một hành tinh, hoặc những thanh gươm ánh sáng chỉ là hão huyền, kể cả đối với một thiên hà cách xa chúng ta. Họ cho rằng lần này thì chuyên gia hiệu ứng đặc biệt

George Lucas đã hơi quá đà.

Mặc dù khó tin, nhưng sự thật là không có giới hạn vật lý nào cho việc tích trữ một lượng năng lượng thô vào trong một chùm sáng. Các định luật vật lý không hề ngăn cản việc tạo ra một vũ khí như Ngôi sao Tử thần hay thanh gươm ánh sáng. Thực tế, ngay trong tự nhiên cũng tồn tại các bức xạ gamma có thể tạo thành chùm tia đủ để đốt cháy cả hành tinh. Bức xạ từ sự bùng phát khủng khiếp của một nguồn phát tia gamma trong không gian sâu thẳm có thể tạo ra một vụ nổ chỉ đứng sau Big Bang. Bất cứ hành tinh xấu số nào nằm trong tầm hoạt động của nguồn phát tia gamma sẽ bị nướng cháy hoặc bị thổi bay thành từng mảnh.

NHỮNG LOẠI VŨ KHÍ BẮN TIA TRONG LỊCH SỬ

Giấc mơ chế ngự những chùm tia năng lượng thực ra không mới mẻ mà đã xuất hiện ngay từ các truyền thuyết và thần thoại cổ đại. Thần Zeus của Hy Lạp nổi tiếng nhờ quyền năng giáng những tia sét trừng trị người phàm. Thần Thor của Bắc Âu sở hữu chiếc búa thần Mjolnir có thể phóng sét, còn thần Indra của đạo Hindu lại nổi tiếng với cây thương bắn ra các chùm năng lượng.

Ý tưởng sử dụng các chùm tia như một vũ khí thực sự có lẽ bắt nguồn từ công trình của Archimedes, nhà toán học vĩ đại người Hy Lạp — ông có lẽ là nhà khoa học vĩ đại nhất thời cổ đại, đã phát minh ra dạng thô sơ của giải tích cách đây 2.000 năm, trước cả Newton và Leibniz. Trong một trận chiến lẫy lừng trước quân đội La Mã do tướng Marcellus chỉ huy trong Chiến tranh Punic lần II vào năm 214 TCN, Archimedes đã giúp vương quốc Syracuse phòng thủ bằng cách tạo ra một hệ thống gương phản xạ có thể hội tụ ánh sáng Mặt Trời để đốt cháy những cánh buồm của thuyền địch. (Thậm chí tới ngày nay, các nhà khoa học vẫn còn tranh luận xem liệu loại vũ khí sử dụng tia sáng này có thực sự hoạt động không; nhiều nhóm nghiên cứu cố gắng lặp lại kỳ tích này nhưng kết quả đạt được vô cùng khác nhau).

Súng bắn tia đã được đưa vào bộ tiểu thuyết khoa học viễn tưởng kinh điển *Chiến tranh giữa các thế giới* của H. G. Wells năm 1889, trong đó người Hỏa Tinh đã thiêu rụi hết các thành phố bằng những vũ khí bắn các chùm tia nhiệt được đặt trên giá đỡ ba chân. Trong Thế chiến II, với tinh

thần hăm hở áp dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật mới nhất để chinh phạt thế giới, Đức Quốc Xã đã thử nghiệm chế tạo nhiều loại súng bắn tia, trong đó có súng âm thanh, sử dụng các gương parabol để hội tụ chùm âm thanh có cường độ lớn.

Loại vũ khí tạo ra chùm tia sáng hội tụ xuất hiện trước công chúng cùng nhân vật điệp viên 007 — James Bond trong phim *Goldfinger* (Ngón tay vàng), bộ phim đầu tiên của Hollywood đề cập đến laser. (Điệp viên huyền thoại người Anh này bị trói chặt trên một mặt bàn kim loại, trong khi một chùm tia laser mạnh từ từ tiến tới cắt dọc mặt bàn giữa hai chân đe dọa xẻ ông thành hai nửa).

Ban đầu, các nhà vật lý giễu cợt ý tưởng súng bắn tia trong tiểu thuyết của Wells vì chúng vi phạm các định luật về quang học. Theo hệ phương trình Maxwell, ánh sáng mà chúng ta nhìn thấy nhanh chóng bị phân tán và đánh mất tính kết hợp (nó trở thành một mớ hỗn lốn gồm nhiều sóng có tần số và pha khác nhau). Do đó, chúng ta không thể chế tạo được chùm sáng kết hợp, hội tụ và đồng bộ giống như chùm tia laser.

CUỘC CÁCH MẠNG LƯỢNG TỬ

Toàn bộ suy nghĩ ấy đã thay đổi khi lý thuyết lượng tử ra đời. Đầu thế kỷ 20, người ta nhận thấy rõ ràng mặc dù các định luật Newton và hệ phương trình Maxwell đạt được những thành công đáng kể trong việc giải thích chuyển động của các hành tinh và nguyên lý hoạt động của ánh sáng, nhưng chúng không lý giải được tất cả các hiện tượng. Chúng không thể giải thích tại sao các vật liệu có thể dẫn điện, tại sao mỗi kim loại lại nóng chảy ở nhiệt độ nhất định, tại sao chất khí bức xạ ánh sáng khi được nung nóng, tại sao một số chất trở thành siêu dẫn ở nhiệt độ thấp — tất cả đòi hỏi sự hiểu biết về động lực học bên trong nguyên tử. Thời điểm chín muồi của một cuộc cách mạng đã điểm. Nền vật lý Newton 250 năm tuổi sắp bị lật đổ, báo hiệu sự ra đời của một nền vật lý mới.

Năm 1900, nhà vật lý người Đức Max Planck đề xuất rằng năng lượng không liên tục như cách nghĩ của Newton, mà được tạo thành từ những lượng nhỏ và rời rạc, được gọi là "lượng tử". Đến năm 1905, Einstein cho rằng chùm ánh sáng được tạo thành từ những gói nhỏ (hay lượng tử) gọi là "photon". Với ý tưởng đơn giản nhưng mạnh mẽ này, Einstein đã giải thích

được hiệu ứng quang điện, rằng tại sao các electron có thể bứt ra từ bề mặt kim loại khi được chiếu sáng. Ngày nay, hiệu ứng quang điện và photon đóng vai trò nền tảng trong sản xuất tivi, laser, pin quang điện và nhiều thiết bị điện tử hiện đại. (Lý thuyết photon của Einstein cách mạng đến nỗi một người ủng hộ Einstein nhiệt tình như Max Planck ban đầu cũng không tin vào nó. Planck đã viết về Einstein như sau: "Đôi khi, Einstein có thể mắc sai lầm… chẳng hạn như trong giả thuyết về lượng tử ánh sáng, cũng không thể trách Einstein được.")

Rồi đến năm 1913, nhà vật lý Đan Mạch Neils Bohr đã cho ta bức tranh hoàn toàn mới về nguyên tử, giống như một hệ mặt trời thu nhỏ. Nhưng không giống như ở một hệ mặt trời thực sự, các electron chỉ có thể chuyển động trên các quỹ đạo hoặc các lớp vỏ rời rạc quanh hạt nhân. Khi electron "nhảy" vào quỹ đạo bên trong mang mức năng lượng thấp hơn, nó sẽ bức xạ một photon. Khi electron hấp thụ một photon có năng lượng rời rạc, nó sẽ "nhảy" lên quỹ đạo bên ngoài có mức năng lượng cao hơn.

Một lý thuyết gần như hoàn chỉnh về nguyên tử xuất hiện vào năm 1925, với sự ra đời của cơ học lượng tử và các công trình mang tính cách mạng của Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg và nhiều nhà khoa học khác. Theo thuyết lượng tử, electron là một hạt nhưng luôn có một sóng kết hợp với nó, mang lại cho electron các tính chất vừa giống hạt vừa giống sóng. Các sóng này tuân theo phương trình sóng Schrödinger — phương trình giúp chúng ta tính được các tính chất của nguyên tử, bao gồm tất cả các "bước nhảy" mà Bohr đã đưa ra.

Trước năm 1925, người ta vẫn xem các nguyên tử là thứ huyền bí, thậm chí nhiều người, như nhà triết học Ernst Mach, tin nó không thực sự tồn tại. Sau năm 1925, chúng ta đã có cái nhìn thấu đáo về động lực học của nguyên tử, từ đó tiên đoán được các tính chất của chúng. Thật ngạc nhiên, điều này đồng nghĩa nếu có một chiếc máy tính đủ mạnh thì ta có thể rút ra tính chất của các nguyên tố hóa học từ những định luật của lý thuyết lượng tử. Cũng giống như các nhà vật lý theo trường phái Newton có thể tính toán chuyển động của các thiên thể trong vũ trụ nếu sở hữu một chiếc máy có khả năng tính toán đủ mạnh, các nhà vật lý lượng tử nhận định rằng về mặt nguyên lý, họ có thể tính được tính chất của những nguyên tố tồn tại trong vũ trụ. Nếu có một chiếc máy như vậy, ta thậm chí có thể viết được cả hàm sóng của chính con người.

MASER VÀ LASER

Năm 1953, giáo sư Charles Townes của Đại học California tại Berkeley và các đồng nghiệp đã tạo ra được bức xạ kết hợp dưới dạng vi ba đầu tiên. Nó được đặt tên là "maser" (viết tắt từ microwave amplification through stimulated emission of radiation — khuếch đại vi ba qua phát xạ kích thích). Nhờ công trình này, ông cùng hai nhà vật lý người Nga là Nikolai Basov và Aleksandr Prokhorov đã được trao giải Nobel vào năm 1964. Kết quả nghiên cứu của họ nhanh chóng được phát triển sang cả ánh sáng khả kiến, từ đó cho ra đời laser. (Còn phaser chỉ là một thiết bị viễn tưởng nổi tiếng trong phim *Star Trek)*.

Trong thiết bị laser, trước tiên ta cần một môi trường đặc biệt như một loại khí, tinh thể hay điốt để truyền tia laser. Sau đó, ta bơm năng lượng vào trong môi trường này từ một nguồn bên ngoài, dưới dạng dòng điện, sóng vô tuyến, ánh sáng hoặc một phản ứng hóa học. Dòng năng lượng đột ngột này kích thích các nguyên tử trong môi trường, các electron hấp thụ năng lượng đó và sẽ nhảy ra các lớp vỏ bên ngoài.

Ở trạng thái kích thích do được bơm năng lượng, môi trường trở nên không ổn định. Nếu ta chiếu một chùm ánh sáng vào môi trường này, các photon sẽ va chạm với từng nguyên tử, khiến nguyên tử giải phóng thêm nhiều photon để chuyển về mức năng lượng thấp hơn. Quá trình này lại kích thích electron giải phóng ngày càng nhiều photon dẫn tới một đợt suy giảm năng lượng của các nguyên tử, với hàng tỷ tỷ photon được sinh ra để tạo thành tia. Điều quan trọng là ở những môi trường xác định, khi các photon ào ạt sinh ra, chúng dao động kết hợp với nhau.

(Hãy tưởng tượng một dãy đôminô. Các quân đôminô có năng lượng thấp nhất nằm trên mặt bàn. Các quân đôminô có năng lượng cao thì đứng thẳng, giống như các nguyên tử đã được bơm năng lượng trong môi trường. Nếu đẩy một quân đôminô, ta có thể khởi phát quá trình ngã đổ hàng loạt, giống như trong một tia laser.)

Chỉ một số loại vật liệu nhất định mới có thể tạo thành tia laser. Đó là những vật liệu đặc biệt, có khả năng phát xạ photon kết hợp với photon ban đầu khi nguyên tử ở trạng thái kích thích va chạm với chúng. Kết quả của sự kết hợp này là tất cả các photon trong tia sẽ dao động đồng bộ, tạo thành một tia laser mảnh như ruột bút chì. (Trái với tưởng tượng của nhiều

người, tia laser không duy trì trạng thái đó mãi. Ví dụ, khi chiếu tia laser lên Mặt Trăng, nó sẽ mở rộng dần đến khi tạo thành một vùng sáng có kích thước vài dặm).

Một laser khí đơn giản cấu tạo gồm một ống chứa khí heli và neon. Khi có dòng điện chạy qua ống, các nguyên tử khí trong ống được bơm năng lượng. Nếu năng lượng này được giải phóng đồng thời, một tia sáng kết hợp được tạo thành. Được khuếch đại bằng hai gương đặt ở hai đầu ống, tia này phản xạ qua lại giữa hai gương. Một gương phản xạ toàn bộ ánh sáng chiếu đến, còn gương kia cho phép một ít ánh sáng truyền qua, tạo nên tia laser đi ra từ đầu ống này.

Ngày nay, chúng ta có thể thấy laser ở khắp nơi, từ quầy thanh toán của cửa hàng tạp hóa đến cáp quang Internet, máy in laser, đầu đọc đĩa CD hay cả các máy tính hiện đại. Chúng còn được dùng trong phẫu thuật nhãn cầu, xóa xăm, thậm chí trong các thẩm mỹ viện. Năm 2004, hơn 5,4 tỷ đô-la đã được chi để mua các thiết bị laser trên toàn thế giới.

CÁC KIỂU LASER

Các loại laser mới liên tục ra đời mỗi khi người ta chế tạo được những loại vật liệu mới có khả năng khuếch đại ánh sáng nhờ phát xạ kích thích, hoặc khám phá ra cách khác để bơm năng lượng vào môi trường tạo laser.

Câu hỏi đặt ra là liệu có loại nào trong số đó phù hợp để chế tạo súng bắn tia gươm ánh sáng, hay một kiểu laser đủ mạnh để nạp năng lượng cho Ngôi sao Tử thần? Ngày nay, số loại laser nhiều vô cùng, tùy vào loại vật liệu được dùng để khuếch đại ánh sáng và loại năng lượng được bơm vào vật liệu (như dòng điện, các chùm sáng mạnh, thậm chí là phản ứng hóa học gây nổ). Chúng bao gồm:

- *Laser khí*. Loại laser khí thường thấy là laser heli-neon, tạo ra tia sáng đỏ quen thuộc. Chúng được nạp năng lượng nhờ sóng vô tuyến hoặc dòng điện. Laser heli-neon tương đối yếu. Nhưng laser dùng khí cacbonic lại khá mạnh, được dùng để kích nổ, làm dao cắt và nấu chảy trong công nghiệp nặng, có thể tạo ra các chùm tia có công suất cực lớn và không nhìn thấy được.
- *Laser hóa học*. Đây là loại laser công suất lớn, được nạp năng

lượng nhờ các phản ứng hóa học như phản ứng đốt cháy êtilen và nitơ triflorua (NF). Công suất của laser loại này đủ lớn để dùng trong quân sự. Các laser hóa học mà không quân và lục quân Mỹ sử dụng có công suất lên đến hàng triệu watt và được thiết kế để bắn hạ tên lửa tầm ngắn đang bay của đối phương.

• *Laser excimer.* Đây cũng là loại laser được nạp năng lượng nhờ các phản ứng hóa học, thường sử dụng một loại khí trơ (như argon, krypton hoặc xenon) và flo hoặc clo. Chúng tạo ra ánh sáng tử ngoại và có thể dùng để khắc các transistor nhỏ lên những con chip trong công nghiệp bán dẫn hoặc dùng trong kỹ thuật phẫu thuật mắt Lasik.

• *Laser chất rắn*. Đây là loại laser đầu tiên được chế tạo thành công làm từ tinh thể đá hồng ngọc lẫn crom. Có nhiều loại tinh thể phù hợp để tạo thành tia laser, cùng với yttri, holmi, thuli và một số chất khác. Loại laser này có khả năng tạo ra các xung ánh sáng rất ngắn mang năng lượng cao.

• *Laser bán dẫn*. Điốt, dùng phổ biến trong công nghiệp bán dẫn, có thể tạo thành các tia cường độ cao dùng để cắt và nấu chảy trong công nghiệp. Chúng ta cũng thường thấy laser loại này tại quầy thanh toán của các cửa hàng bách hóa, với nhiệm vụ quét mã vạch thanh toán.

• *Laser nhuộm màu*. Đây là loại laser sử dụng các hợp chất nhuộm hữu cơ làm môi trường kích quang. Chúng đặc biệt hữu dụng trong việc tạo ra các xung ánh sáng cực ngắn và thường chỉ tồn tại trong khoảng một phần tỷ tỷ giây.

LASER VÀ SÚNG BẮN TIA

Laser có vô số ứng dụng trong thương mại và quân sự, nhưng tại sao chúng ta không dùng súng bắn tia trong các trận đánh và trên chiến trường? Súng bắn tia có vẻ là loại vũ khí tiêu chuẩn trong các bộ phim khoa học viễn tưởng. Vậy tại sao chúng ta không chế tạo chúng?

Lý do đơn giản là chúng ta thiếu một thiết bị cầm tay có công suất lớn. Chúng ta cần có thiết bị vừa "lưu giữ được" dòng điện khổng lồ, vừa đủ nhỏ để cầm nắm được. Hiện này, cách duy nhất để tạo ra dòng điện lớn

đến vậy là trạm phát điện. Trong khi thiết bị quân sự cầm tay nhỏ nhất có thể tạo ra lượng năng lượng khổng lồ là một quả bom khinh khí cỡ nhỏ, rất có thể sẽ tiêu diệt cả mục tiêu và chính người dùng.

Lý do thứ hai không kém phần quan trọng là tính bền của vật liệu làm laser. Về lý thuyết, lượng năng lượng mà ta nạp vào tia laser là không có giới hạn. Trở ngại ở đây là các vật liệu làm laser trong súng bắn tia cầm tay sẽ không bền. Ví dụ, khi được bơm quá nhiều năng lượng, laser tinh thể sẽ bị quá nhiệt và vỡ ra. Trong khi đó, để tạo ra một laser cực mạnh có khả năng làm bốc hơi một vật hoặc vô hiệu hóa đối phương, chúng ta cần sử dụng năng lượng tương đương một vụ nổ. Trong trường hợp đó, tính bền của vật liệu làm laser không còn là hạn chế nữa vì dầu sao chúng cũng chỉ được sử dụng một lần duy nhất.

Do những trở ngại trong việc tạo ra một thiết bị cầm tay có công suất lớn và một loại vật liệu vững bền để tạo ra laser, súng bắn tia cầm tay vẫn là bất khả thi với công nghệ hiện nay. Súng bắn tia khả thi, nhưng chỉ khi chúng được kết nối với một nguồn năng lượng bên ngoài. Hoặc may mắn thì với công nghệ nano, chúng ta có thể tạo ra các nguồn điện thu nhỏ tích trữ hoặc giải phóng được đủ năng lượng để bắn ra chùm tia mạnh theo tiêu chuẩn của một thiết bị cầm tay. Tuy nhiên, như chúng ta đã biết, công nghệ nano hiện còn khá sơ khai. Ở cấp độ nguyên tử, các nhà khoa học có thể khéo léo tạo ra các thiết bị nguyên tử như bàn tính hay đàn ghita nhưng chúng không có tính thực tiễn. Nhưng chúng ta có quyền tin tưởng rằng vào cuối thế kỷ này hoặc trong thế kỷ sau, công nghệ nano sẽ mang lại các nguồn điện thu nhỏ có thể tích trữ lượng năng lượng lớn đến mức khó tin.

Gươm ánh sáng cũng gặp phải những khó khăn tương tự. Khi bộ phim *Chiến tranh giữa các vì sao* được trình chiếu lần đầu tiên vào thập niên 1970 và các thanh gươm ánh sáng đồ chơi trở thành mặt hàng bán chạy cho trẻ em, giới phê bình đã chỉ ra rằng không thể chế tạo loại thiết bị như vậy. Đầu tiên, ánh sáng không đông đặc được. Nó luôn chuyển động với tốc độ ánh sáng nên không thể hóa cứng. Thứ đến, chùm tia sáng không dừng giữa chừng như gươm ánh sáng trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao* mà sẽ di chuyển mãi mãi và một lưỡi gươm ánh sáng thực sự sẽ dài tới tận trời.

Thực ra, chúng ta có thể chế tạo gươm ánh sáng bằng cách sử dụng plasma hoặc khí ion hóa siêu nóng. Plasma khi nung nóng có thể phát sáng

trong đêm và cắt được thép. Một thanh gươm ánh sáng plasma sẽ có một ống rỗng và mỏng giống như kính thiên văn trượt ra từ tay cầm. Bên trong ống này, một dòng plasma nóng được tạo thành và có thể phóng ra ngoài thông qua các lỗ nhỏ cách đều nhau dọc thân ống. Khi dòng plasma phóng ra ngoài từ tay cầm, phát ra ở đầu ống và qua các lỗ đục, chúng sẽ tạo ra một ống khí dài phát sáng rất nóng, đủ để nung chảy thép. Thiết bị này đôi khi được gọi là đuốc plasma.

Như vậy, chúng ta có khả năng chế tạo một thiết bị mang năng lượng cao tương tự gươm ánh sáng. Nhưng cũng giống như với súng bắn tia, ta phải tạo ra một thiết bị cầm tay có công suất lớn. Khi đó, ta cần dùng một đường dây nối dài để gắn thanh gươm với nguồn điện hoặc sử dụng công nghệ nano để tạo ra một nguồn điện nhỏ nhưng có thể cung cấp năng lượng lớn.

Như vậy, mặc dù súng bắn tia và gươm ánh sáng là khả thi, nhưng những vũ khí cầm tay trong các bộ phim khoa học viễn tưởng vẫn nằm ngoài tầm với của công nghệ ngày nay. Nhưng vào cuối thế kỷ này hoặc trong thế kỷ tới, cùng với sự phát triển của khoa học vật liệu cũng như công nghệ nano, có thể chúng ta sẽ làm ra được một loại súng bắn tia nào đó. Do đó, nó được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I.

NĂNG LƯỢNG CHO NGÔI SAO TỬ THẦN

Để tạo ra khẩu đại pháo Ngôi sao Tử thần bắn tia laser có khả năng phá hủy hoàn toàn một hành tinh và đe dọa an nguy của cả thiên hà như trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao,* ta phải tạo ra được loại laser mạnh nhất có thể. Hiện nay, người ta sử dụng một số loại laser mạnh nhất để tạo ra những mức nhiệt chỉ có ở lõi các ngôi sao. Với phản ứng nhiệt hạch, những thiết bị này có thể sẽ tạo ra năng lượng bằng năng lượng của các ngôi sao ngay trên Trái Đất.

Các thiết bị sử dụng phản ứng nhiệt hạch bắt chước các quá trình diễn ra ngoài vũ trụ khi một ngôi sao hình thành. Một ngôi sao được tạo thành từ một quả cầu khí hiđrô khổng lồ vô định hình, cho đến khi lực hấp dẫn nén khí lại và làm nóng khí trong quá trình nén, đẩy nó đến thang nhiệt độ thiên văn. Ví dụ, nhiệt độ sâu trong lõi của một ngôi sao có thể đạt từ 50 triệu đến 100 triệu độ bách phân, đủ nóng để khiến hạt nhân của các nguyên tử

hiđrô va chạm với nhau, tạo thành nguyên tố heli và phát ra năng lượng khổng lồ. Phản ứng tổng hợp hiđrô thành heli xảy ra nhờ sự chuyển hóa một phần nhỏ khối lượng ngôi sao thành nguồn năng lượng khổng lồ qua phương trình nổi tiếng của Einstein $E = mc^2$. Phản ứng này chính là nguồn năng lượng của các ngôi sao.

Hiện ta có hai cách để khai thác năng lượng nhiệt hạch trên Trái Đất. Cả hai đều gặp nhiều khó khăn hơn mong đợi.

KÍCH HOẠT PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIAM HÃM QUÁN TÍNH

Phương pháp đầu tiên là "giam hãm quán tính", sử dụng các laser mạnh nhất thế giới để tạo ra một mẫu mô phỏng Mặt Trời trong phòng thí nghiệm. Một laser chất rắn từ thủy tinh pha lẫn neodymi phù hợp lý tưởng để tạo ra mức nhiệt cao vốn chỉ thấy ở lõi sao. Hệ thống laser này chiếm khoảng không gian cỡ một xưởng sản xuất lớn, chứa một nguồn laser có thể phát ra các chùm tia song song chạy dọc một đường hầm dài. Các chùm tia laser công suất lớn này rọi đến một chuỗi gương nhỏ sắp xếp quanh một hình cầu; những tấm gương này có nhiệm vụ hội tụ đồng bộ các chùm tia laser lên một quả cầu nhỏ đã được làm giàu hiđrô (nó được làm từ những vật liệu đặc biệt như hợp chất liti-deuteri, thành phần hoạt tính của một quả bom khinh khí). Quả cầu này thường có kích thước tương đương mũi đinh ghim và chỉ nặng 10 mg.

Luồng sáng laser thiêu đốt khiến bề mặt của quả cầu bị bay hơi và nén quả cầu thành nhỏ hơn nữa. Khi quả cầu co sụp, sóng xung kích được tạo ra sẽ ập vào lõi quả cầu, khiến nhiệt độ lõi đạt đến hàng triệu độ, đủ để tổng hợp hiđrô thành heli. Nhiệt độ và áp suất khi đạt đến cỡ nhiệt độ và áp suất thiên văn, thỏa mãn "tiêu chuẩn Lawson" giống như trong bom khinh khí và ở lõi các ngôi sao. (Tiêu chí Lawson đặt ra mức nhiệt độ, khối lượng riêng và thời gian giam hãm cần đạt được để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra đối với bom khinh khí, trong lõi sao hoặc ở các động cơ sử dụng năng lượng nhiệt hạch).

Trong quá trình giam hãm quán tính, một năng lượng khổng lồ được giải phóng kèm theo các neutron. (Hỗn hợp liti-deuteri có thể đạt đến 100 triệu độ bách phân và có khối lượng riêng lớn gấp khối lượng riêng của

chì 20 lần). Khi đó, một chùm neutron được phát ra từ quả cầu sẽ đập vào lớp vật liệu bao quanh hình cầu khiến lớp vỏ này nóng lên, làm sôi nước, hơi nước tạo thành sẽ làm quay tua-bin và tạo ra dòng điện.

Tuy nhiên, tập trung một lượng năng lượng lớn như vậy lên một quả cầu quá nhỏ là một công việc khó khăn. Nỗ lực nghiêm túc đầu tiên để tạo ra phản ứng nhiệt hạch bằng tia laser được Phòng Thí nghiệm Quốc gia Lawrence Livermore LLNL ở California thực hiện, khi các nhà khoa học đưa vào vận hành một hệ thống laser Shiva gồm 20 tia laser vào năm 1978. (Shiva là vị thần Hindu nhiều tay. Hệ thống sử dụng nhiều tia laser giống như những cánh tay của vị thần này). Kết quả đạt được tuy đáng thất vọng nhưng cũng đủ để chứng minh rằng các phản ứng nhiệt hạch sử dụng chùm tia laser có thể hoạt động được về mặt kỹ thuật. Sau đó, hệ thống laser Shiva được thay thế bằng laser Nova với năng lượng lớn gấp 10 lần. Nhưng laser Nova cũng không đạt được đến điểm kích hoạt phản ứng nhiệt hạch cho quả cầu. Tuy vậy, nó đã mở đường cho những nghiên cứu với NIF (Thiết bị Nghiên cứu Quốc gia về Khả năng [dùng tia laser để] Kích hoạt [phản ứng nhiệt hạch]) mà người ta bắt đầu xây dựng từ năm 1997 tại LLNL.

NIF là một cỗ máy khủng khiếp. Nó gồm một nguồn laser có thể tạo ra 192 chùm tia, phát ra công suất khổng lồ lên đến 700 tỷ tỷ watt (tương đương công suất của 700.000 nhà máy điện hạt nhân cỡ lớn, tập trung trong một tia duy nhất). Hệ thống laser tối tân này được thiết kế để kích hoạt phản ứng nhiệt hạch của các quả cầu nhỏ giàu hiđrô. (Giới phê bình cũng chỉ ra những ứng dụng quân sự rõ ràng của hệ thống này vì nó có thể phỏng theo một quả bom khinh khí, nhờ vậy hình thành khả năng chế tạo loại vũ khí hạt nhân mới — một quả bom thuần nhiệt hạch không cần tới một quả bom nguyên tử urani hay plutoni để kích hoạt quá trình nhiệt hạch).

Nhưng ngay cả thiết bị tạo ra chùm laser mạnh nhất thế giới như cỗ máy NIF cũng chưa thể tiệm cận tới công suất hủy diệt của Ngôi sao Tử thần trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao*. Để chế tạo một thiết bị như vậy, chúng ta phải tìm kiếm nguồn năng lượng khác.

THỰC HIỆN PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIAM TỪ

Phương pháp tiềm năng thứ hai để nạp năng lượng cho Ngôi sao Tử thần là phương pháp "giam từ", trong đó người ta sử dụng từ trường để điều khiển một khối plasma nóng của khí hiđrô. Thực tế, đây là phương pháp có thể dùng để chạy thử nghiệm các lò phản ứng nhiệt hạch thương mại đầu tiên. Dự án lò phản ứng nhiệt hạch tân tiến nhất hiện nay hoạt động theo kiểu này là Lò Phản ứng Thử nghiệm Nhiệt hạch Quốc tế ITER, được hiệp hội các quốc gia (gồm Liên minh châu Âu, Hợp Chủng quốc Hoa Kỳ, Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Nga và Ấn Độ) quyết định xây dựng tại Cadarache, miền Nam nước Pháp vào năm 2006 với mục tiêu đẩy khí hiđrô lên 100 triệu độ bách phân. ITER có thể trở thành lò phản ứng nhiệt hạch đầu tiên trong lịch sử tạo ra lượng năng lượng vượt quá mức sử dụng của chính nó. Nó được thiết kế để chạy với công suất 500 MW trong 500 giây (kỷ lục hiện tại là công suất 16 MW trong 1 giây). Dự kiến ITER sẽ được hoàn thành và đi vào hoạt động vào năm 2025. Với kinh phí đầu tư lên đến 12 tỷ đô-la Mỹ, đây là dự án khoa học đắt giá thứ ba trong lịch sử, chỉ sau Dự án Manhattan và Trạm Không gian Quốc tế.

ITER trông giống như một chiếc bánh rán khổng lồ với khí hiđrô chuyển động quay tròn bên trong và nhiều vòng dây lớn quấn trên mặt. Các vòng dây này được làm lạnh đến trạng thái siêu dẫn. Sau đó, người ta bơm năng lượng điện vào các dây này để tạo ra từ trường, giúp giam các hạt plasma bên trong "chiếc bánh". Khi dòng điện truyền qua "chiếc bánh", khí bên trong sẽ được làm nóng đến mức nhiệt như ở các ngôi sao.

Các nhà khoa học rất phấn khích trước viễn cảnh tạo ra được một nguồn năng lượng giá rẻ. Nhiên liệu cung ứng cho các lò phản ứng nhiệt hạch là nước biển vốn giàu hiđrô. ít nhất là về mặt lý thuyết, phản ứng nhiệt hạch có thể mang lại cho chúng ta một nguồn cung năng lượng vô hạn trong khi giá thành lại thấp.

Vậy tại sao hiện nay chúng ta vẫn chưa có các lò phản ứng nhiệt hạch? Tại sao chúng ta phải mất hàng thập kỷ để cải tiến kể từ khi quá trình nhiệt hạch được phát hiện vào những năm 1950? Vấn đề nằm ở những khó khăn khủng khiếp trong việc nén nguyên liệu hiđrô sao cho đồng đều. Ở các ngôi sao, lực hấp dẫn nén khí hiđrô thành một hình cầu hoàn hảo, nhờ đó khí được làm nóng đồng đều và dễ dàng.

Trong phản ứng nhiệt hạch kích hoạt bằng laser được thực hiện ở NIF, các chùm tia laser đồng tâm chiếu lên bề mặt quả cầu nhỏ phải đồng bộ

hoàn hảo, và đây chính là điểm khó khăn. Còn trong các thiết bị giam bằng từ, từ trường lại có cả hai cực bắc và nam nên việc nén khí đồng đều thành một hình cầu còn khó khăn gấp bội. Cách khả thi nhất là tạo ra một từ trường có hình chiếc bánh rán. Nhưng việc nén khí cũng giống như việc bóp một quả bóng: mỗi khi ta ép vào một bên của quả bóng, khí trong bóng sẽ di chuyển sang chỗ khác. Việc bóp quả bóng đồng đều theo tất cả các hướng là một thách thức. Hơn nữa, khí nóng thường bị rò rỉ ra khỏi "chai" từ, tiếp xúc với thành của lò phản ứng và làm ngưng quá trình tổng hợp nhiệt hạch. Đó là lý do khiến việc nén khí hiđrô trong thời gian quá một giây lại khó khăn đến vậy.

Khác với các nhà máy điện hạt nhân hiện nay sử dụng phản ứng phân hạch, một lò phản ứng nhiệt hạch sẽ không tạo ra nhiều rác thải hạt nhân. (Một nhà máy điện phân hạch hạt nhân truyền thống tạo ra 30 tấn rác thải hạt nhân độc hại mỗi năm. Ngược lại, rác thải từ lò phản ứng nhiệt hạch chủ yếu là các bức xạ từ kết cấu thép của lò khi nó đã ngừng hoạt động).

Trong tương lai gần, các phản ứng nhiệt hạch vẫn không thể giải quyết trọn vẹn cuộc khủng hoảng năng lượng trên Trái Đất. Nhà vật lý người Pháp đạt giải Nobel Pierre-Gilles de Gennes cho biết: "Chúng ta nói rằng mình sẽ có thể nhét Mặt Trời vào trong một cái chai. Đó là một ý tưởng hay. Vấn đề ở đây là chúng ta không biết cách làm sao để tạo ra cái chai như vậy." Nhưng nếu thuận lợi, các nhà nghiên cứu hy vọng trong khoảng 40 năm tới, ITER sẽ mở đường cho việc thương mại hóa năng lượng nhiệt hạch, để mang dòng điện đến từng nhà. Sẽ đến ngày, các lò phản ứng nhiệt hạch có thể giúp chúng ta giảm bớt gánh nặng về năng lượng, cung cấp năng lượng Mặt Trời một cách an toàn ngay trên Trái Đất này.

Nhưng ngay cả các lò phản ứng nhiệt hạch được thực hiện bằng cách giam giữ từ trường cũng vẫn không đủ năng lượng để kích hoạt một vũ khí như Ngôi sao Tử thần. Do đó, chúng ta sẽ cần đến một thiết kế hoàn toàn mới.

LASER TIA X SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HẠT NHÂN

Với công nghệ ngày nay, chúng ta còn có thể sử dụng bom khinh khí để phỏng theo đại pháo laser Ngôi sao Tử thần. Về lý thuyết, một nguồn phát laser tia X khai thác và tập trung năng lượng của vũ khí hạt nhân có khả

năng tạo ra năng lượng đủ để vận hành một thiết bị có thể thiêu rụi cả hành tinh.

Ở mức khối lượng tương đương, lực hạt nhân tạo ra được nguồn năng lượng lớn gấp 100 triệu lần so với phản ứng hóa học. Một khối urani không lớn hơn quả bóng chày khi được làm giàu đủ khả năng nhấn chìm cả một thành phố trong quả cầu lửa, dù chỉ có 1% khối lượng của nó được chuyển thành năng lượng. Như ta đã thảo luận, có nhiều cách để nạp năng lượng cho một chùm laser. Cho đến nay, cách tạo ra năng lượng nhiều nhất là từ một quả bom nguyên tử.

Laser tia X có nhiều ứng dụng trong khoa học cũng như trong quân sự. Nhờ có bước sóng rất ngắn, tia X có thể dùng để nghiên cứu các khoảng cách ở cấp độ nguyên tử và giải mã cấu trúc nguyên tử của các phân tử phức tạp — một kỳ công khó đạt được nếu chỉ sử dụng các phương pháp thông thường. Một khung trời mới được mở ra cho các phản ứng hóa học khi ta có thể "nhìn thấy" các nguyên tử chuyển động như thế nào và sắp xếp ra sao bên trong phân tử.

Vì bom khinh khí tạo ra năng lượng khổng lồ trong miền tia X nên laser tia X cũng có thể được nạp năng lượng bằng vũ khí hạt nhân. Và người gắn kết chặt chẽ nhất với laser tia X là nhà vật lý Edward Teller, cha đẻ của bom khinh khí.

Teller chính là nhà vật lý đã làm chứng trước Quốc hội vào những năm 1950 rằng lãnh đạo Dự án Manhattan là Robert Oppenheimer không đáng tin cậy để tiếp tục công việc chế tạo bom khinh khí vì lý do quan điểm chính trị. Những chứng cớ của Teller khiến Oppenheimer bị ghét bỏ và tước quyền truy cập thông tin mật. Nhiều nhà vật lý lỗi lạc không bao giờ tha thứ cho Teller vì việc này.

(Tôi đã có dịp tiếp xúc với Teller thời trung học. Ngày đó, tôi tiến hành một số thí nghiệm xác định tính chất của phản vật chất và giành được giải thưởng lớn của hội chợ khoa học San Francisco cùng một suất tham dự Hội chợ khoa học Quốc gia tại Albuquerque, New Mexico (Mỹ). Tôi được xuất hiện trên truyền hình địa phương cùng Teller, ông rất quan tâm tới các nhà vật lý trẻ tuổi sáng tạo. Hơn thế, tôi còn đươc nhận Học bổng Kỹ sư Hertz của Teller để theo học đại học tại Harvard. Tôi biết đến gia đình tuyệt vời của Teller trong những lần tới thăm nhà ông ở Berkeley vài lần trong năm.)

Về cơ bản, laser tia X của Teller là một quả bom nguyên tử loại nhỏ, bao quanh là các thanh đồng. Khi phát nổ, nó tạo ra một sóng xung kích hình cầu chứa tia X có cường độ lớn. Các tia mang năng lượng cao này đi xuyên qua các thanh đồng, là môi trường kích hoạt laser, giúp hội tụ năng lượng của các tia X vào những chùm có cường độ lớn. Những chùm tia X này lại hướng vào đầu đạn của đối phương. Dĩ nhiên, đây là loại vũ khí chỉ có thể sử dụng một lần duy nhất vì vụ nổ hạt nhân sẽ phá hủy luôn cả laser tia X.

Thử nghiệm laser tia X sử dụng năng lượng của vụ nổ hạt nhân đầu tiên là thí nghiệm Cabra, được tiến hành vào năm 1983 trong một hầm mỏ sâu dưới lòng đất. Một quả bom khinh khí được kích nổ, tạo ra hàng loạt tia X không kết hợp. Các tia này được hội tụ vào chùm laser tia X kết hợp. Ban đầu, người ta cứ ngỡ rằng thí nghiệm đã thành công, thậm chí nó còn truyền cảm hứng cho tổng thống Mỹ Ronald Reagan đưa ra tuyên bố lịch sử năm 1983 về ý định xây dựng một hệ thống phòng thủ giống như trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao*. Điều này đã dẫn đến nỗ lực tốn nhiều tỷ đô-la và kéo dài tới tận ngày nay nhằm xây dựng một hàng rào phòng thủ giống như hệ thống laser tia X được nạp năng lượng bằng phản ứng hạt nhân để chống lại các tên lửa liên lục địa của đối phương. (Các nghiên cứu sau này chỉ ra rằng những máy đo trong thí nghiệm Cabra đã bị hỏng nên cung cấp các số đo không chính xác).

Ngày nay, liệu có thể sử dụng một thiết bị gây tranh cãi như vậy để hạ gục các tên lửa liên lục địa mang đầu đạn hay không? Có lẽ là được. Nhưng đối phương có thể sử dụng nhiều biện pháp rẻ và đơn giản để vô hiệu nó (chẳng hạn, đối phương có thể thả ra hàng triệu vật nghi trang rẻ tiền để đánh lừa radar, xoay các đầu đạn để phân tán các tia X, hoặc dùng một loại vỏ bọc hóa học để chống lại tia X). Hoặc đối phương chỉ cần tạo ra các đầu đạn mạnh hơn là có thể xuyên thủng hệ thống phòng thủ phỏng theo phim *Chiến tranh giữa các vì sao* này.

Vì vậy, laser tia X sử dụng năng lượng hạt nhân không có tính thực tiễn trong hệ thống phòng thủ tên lửa hiện nay. Nhưng liệu ta có khả năng tạo ra một Ngôi sao Tử thần để bắn phá một tiểu hành tinh lao vào Trái Đất hay phá hủy toàn bộ một hành tinh hay không?

NGUYÊN TẮC VẬT LÝ CỦA NGÔI SAO TỬ THẦN

Liệu có thể chế tạo loại vũ khí đủ khả năng phá hủy cả một hành tinh như trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao* ? Về lý thuyết, có vài cách để làm được điều này.

Đầu tiên, không có giới hạn vật lý nào về năng lượng mà một quả bom khinh khí có thể tạo ra. (Tuy những công đoạn chính xác để chế tạo quả bom khinh khí ngày nay vẫn nằm trong vòng bí mật và được chính phủ Mỹ nắm giữ, nhưng những nét phác thảo sơ qua thì đã được biết đến rộng rãi). Một quả bom khinh khí thực sự được chế tạo qua nhiều bước. Khi kết hợp chính xác các bước này, người ta có thể chế tạo một quả bom nguyên tử mang sức mạnh tùy ý.

Bước đầu tiên là với một quả bom phân hạch hạt nhân thông thường, sử dụng năng lượng urani-235 để tạo ra hàng loạt tia X, tương tự quả bom thả xuống Hiroshima. Trong một phần của giây, ngay trước khi vụ nổ bom nguyên tử thổi bay mọi thứ, một quả cầu tia X giãn nở nhanh từ vị trí bom nổ (vì nó chuyển động với tốc độ ánh sáng), sau đó được hội tụ vào trong một bồn chứa liti-deuteri, vốn là hoạt chất của một quả bom khinh khí. (Điều này diễn ra chính xác như thế nào hiện vẫn đang được nghiên cứu). Các tia X đập vào hoạt chất liti-deuteri, khiến nó bị phá hủy và nóng lên đến hàng triệu độ, dẫn đến vụ nổ thứ hai, mạnh hơn nhiều so với vụ nổ hạt nhân trước đó. Các tia X bùng phát từ quả bom khinh khí lại được hội tụ vào một khối liti-deuteri thứ hai, tạo thành vụ nổ thứ ba. Bằng cách này, người ta có thể kích hoạt nhiều vụ nổ liti — deuteri liên tiếp để tạo thành một quả bom khinh khí mạnh chưa từng thấy. Trên thực tế, bom khinh khí mạnh nhất từng được chế tạo là một quả bom hai thì được Liên Xô kích hoạt vào năm 1961, tạo ra năng lượng tương đương 50 tấn thuốc nổ TNT, dù về lý thuyết, nó có thể tạo ra năng lượng tương đương 100 tấn TNT (gấp khoảng 5.000 lần sức mạnh của quả bom thả xuống Hiroshima).

Tuy nhiên, thiêu rụi cả một hành tinh lại là một chuyện hoàn toàn khác. Để làm được điều này, Ngôi sao Tử thần phải bắn ra đồng thời hàng ngàn laser tia X vào không gian. (Để so sánh, tôi xin nhắc lại rằng ở thời điểm cao trào của Chiến tranh Lạnh giữa Mỹ và Liên Xô, mỗi nước trữ khoảng 30.000 quả bom hạt nhân). Tổng năng lượng của số laser tia X này có thể thiêu rụi bề mặt một hành tinh. Do đó, một đế quốc Thiên hà[2] trong tương lai hàng trăm ngàn năm tới chắc chắn đủ khả năng chế tạo một vũ khí như vậy.

Một nền văn minh phát triển vượt bậc còn có lựa chọn thứ hai: tạo ra một Ngôi sao Tử thần sử dụng năng lượng của vụ nổ tia gamma. Một vũ khí như vậy có thể phát ra chùm bức xạ mạnh chỉ kém Vụ Nổ Lớn. Các vụ nổ phát tia gamma thường xảy ra trong vũ trụ, nhưng chúng ta có thể mường tượng cách một nền văn minh tân tiến có thể khai thác sức mạnh khổng lồ của chúng. Bằng cách điều khiển tốc độ quay của một ngôi sao trước khi nó co sụp tạo nên một vụ nổ siêu tân tinh, người ta có thể hướng điểm nổ tia gamma đến vị trí bất kỳ trong không gian.

VỤ NỔ PHÁT TIA GAMMA

Các vụ nổ phát tia gamma được quan sát thấy lần đầu tiên vào những năm 1970 khi quân đội Mỹ phóng vệ tinh *Vela* nhằm theo dõi "các chớp sáng hạt nhân" (bằng chứng của một vụ nổ bom hạt nhân lén lút). Nhưng thay vì theo dõi được các chớp sáng của vụ nổ hạt nhân, vệ tinh *Vela* lại thu được một làn sóng lớn các bức xạ đến từ không gian. Ban đầu, phát hiện này gây hoang mang trong nội bộ Lầu Năm Góc: phải chăng Liên Xô đang thử nghiệm một vũ khí hạt nhân bên ngoài không gian? Tuy nhiên, sau đó người ta xác định đây là những bùng phát bức xạ truyền đến đồng bộ từ mọi hướng trên bầu trời. Điều này có nghĩa là chúng thật sự đến từ bên ngoài Dải Ngân Hà. Nhưng nếu đến từ một thiên hà khác thì chúng phải phát ra mức năng lượng thiên văn, đủ thắp sáng toàn bộ vũ trụ khả kiến.

Khi Liên Xô tan rã vào năm 1990, một lượng dữ liệu thiên văn khổng lồ bất ngờ được Lầu Năm Góc tiết lộ, gây sửng sốt cho các nhà thiên văn học. Họ bỗng nhận ra rằng mình đang đối diện với một hiện tượng mới lạ và huyền bí, đặt ra nhu cầu viết lại các cuốn sách khoa học.

Vì vụ nổ tia gamma chỉ diễn ra trong khoảng vài giây đến vài phút trước khi biến mất nên cần dùng một hệ thống cảm biến nhạy để nhận biết và phân tích các tia này. Đầu tiên, các vệ tinh dò tìm các vụ nổ phát bức xạ và gửi tọa độ chính xác về Trái Đất. Vị trí của vụ nổ được chuyển ngay cho các kính thiên văn quang học hoặc kính thiên văn vô tuyến để hướng các kính này đến vị trí chính xác của vụ nổ.

Dù còn nhiều chi tiết vẫn cần được làm rõ, nhưng một lý thuyết về nguồn gốc của các vụ nổ phát tia gamma đã được xây dựng, cho rằng chúng là những vụ nổ "siêu tân tinh" cực mạnh, để lại các hố đen khổng lồ.

Có vẻ như các vụ nổ phát tia gamma sẽ hình thành nên những hố đen khổng lồ.

Nhưng các hố đen phát ra hai luồng bức xạ, một từ cực bắc và một từ cực nam, giống như con quay. Bức xạ đã được quan sát thấy từ một nguồn phát tia gamma ở xa dường như là một chùm có phương đi qua Trái Đất. Nếu nguồn phát tia gamma này nằm trong thiên hà bên cạnh chúng ta (chỉ vài trăm năm ánh sáng tính từ Trái Đất) và hướng trực diện đến Trái Đất, năng lượng của nó sẽ đủ lớn để tiêu diệt toàn bộ sự sống trên hành tinh chúng ta.

Ban đầu, các xung tia X của nguồn phát tia gamma sẽ tạo ra một xung điện từ quét sạch các thiết bị điện tử trên Trái Đất. Các chùm tia X năng lượng cao và tia gamma của nguồn phát này đủ sức xuyên thủng bầu khí quyển Trái Đất và phá hủy tầng ozon bảo vệ hành tinh. Luồng bức xạ gamma sẽ làm nóng bề mặt Trái Đất, thậm chí có thể tạo nên những quả cầu lửa nuốt trọn hành tinh. Vụ nổ phát tia gamma có thể không làm nổ tung toàn bộ hành tinh như trong phim *Chiến tranh giữa các vì sao,* nhưng nó hoàn toàn có thể tiêu diệt toàn bộ sự sống, biến Trái Đất thành chốn cằn cỗi và hoang vu.

Hãy thử tưởng tượng một nền văn minh tiến bộ hơn chúng ta hàng trăm ngàn năm đến cả triệu năm có thể hướng một hố đen như vậy vào mục tiêu, khiến quỹ đạo các hành tinh và của các ngôi sao neutron đang lụi tàn lệch theo các góc thích hợp ngay trước khi những ngôi sao này co sụp. Việc gây chệch hướng này đủ để làm thay đổi trục quay của ngôi sao, khiến nó hướng đến vị trí xác định. Một ngôi sao đang lụi tàn sẽ trở thành khẩu súng bắn tia lớn đến mức không tưởng tượng nổi.

Tóm lại, việc sử dụng các laser mạnh để tạo ra các khẩu súng bắn tia cầm tay hoặc di chuyển được và các thanh gươm ánh sáng có thể được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I, gồm những thứ khả dĩ trong tương lai gần hoặc có lẽ trong thế kỷ tới. Nhưng những thử thách lớn trong việc đổi hướng một ngôi sao đang quay trước khi nó co sụp thành hố đen và biến nó thành một Ngôi sao Tử thần phải được xếp vào nhóm Bất khả thi loại II, gồm những thứ không vi phạm các định luật vật lý (như sự tồn tại của các vụ nổ phát tia gamma) nhưng chỉ có thể trở thành hiện thực trong hàng ngàn, thậm chí hàng triệu năm tới.

4: VIỄN TẢI

Thật tuyệt vời khi chúng ta gặp phải các nghịch lý. Giờ đây, chúng ta có chút hy vọng tạo được tiến triển.
— NIELS BOHR

Tôi không thể thay đổi các định luật vật lý, thưa chỉ huy!
— SCOTTY, KỸ SƯ TRƯỞNG TRONG STAR TREK

Viễn tải, hay khả năng dịch chuyển tức thời con người hoặc vật thể từ nơi này đến nơi khác, là công nghệ có thể làm thay đổi tiến trình của nền văn minh và vận mệnh các quốc gia. Nó cũng có thể thay đổi vĩnh viễn quy luật của chiến tranh: quân đội có thể viễn tải binh lính ra phía sau phòng tuyến địch hoặc đơn giản hơn là viễn tải rồi bắt giữ chỉ huy của đối phương. Các hệ thống vận tải hiện hành, từ tàu thuyền đến máy bay hay tàu điện và toàn bộ nền công nghiệp phụ trợ cho chúng sẽ trở nên lỗi thời; chúng ta chỉ cần dịch chuyển tức thời đến nơi làm việc hay viễn tải hàng hóa tới các siêu thị. Chúng ta cũng sẽ không cần phải chật vật di chuyển trong các kỳ nghỉ vì có thể dịch chuyển tới nơi ngay tức thời. Viễn tải sẽ thay đổi mọi thứ.

Những đề cập sớm nhất về viễn tải được tìm thấy trong các văn bản tôn giáo như Kinh Thánh, mô tả việc thần khí mang các thánh nhân đi nhanh như chớp. Trích đoạn dưới đây trong Sách Công Vụ Tông Đồ của Kinh Tân Ước hàm ý việc viễn tải ông Philip từ Gaza đến Azotus: "Khi hai ông lên khỏi mặt nước, Thần khí Chúa đem ông Philip đi mất, và viên thái giám không còn thấy ông nữa. Nhưng viên quan vẫn tiếp tục cuộc hành trình, lòng đầy hoan hỉ. Còn ông Philip thì người ta gặp thấy ở Azotus. Ông loan báo Tin Mừng cho mọi thành thị ông đi qua, đến tận Caesarea" (Sách Công Vụ Tông Đồ 8:36 — 40).

Viễn tải cũng là một mánh lới của các nhà ảo thuật: lôi thỏ ra khỏi chiếc mũ, lấy các lá bài từ trong ống tay áo hay những đồng xu từ phía sau vành

tai. Một màn ảo thuật tham vọng hơn là làm biến mất cả một con voi trước ánh mắt ngỡ ngàng của khán giả. Khi trình diễn, người ta đặt một con voi nhiều tấn trong một cái lồng. Sau đó, nhà ảo thuật chỉ cần phất nhẹ chiếc gậy là con voi bỗng biến mất, khiến khán giả vô cùng kinh ngạc. (Dĩ nhiên, con voi không thật sự biến mất. Người ta sử dụng các tấm gương để làm thủ thuật này. Những tấm gương dài và mảnh được đặt thẳng đứng ngay phía sau các thanh chắn của cái lồng và có thể quay giống như một cánh cửa. Khi buổi trình diễn bắt đầu, tất cả các tấm gương đều nằm ngay phía sau các thanh chắn, do đó khán giả không thể nhìn thấy chúng mà chỉ thấy con voi. Nhưng khi chúng được quay đi 45 độ hướng về phía khán giả, con voi sẽ biến mất và người xem chỉ thấy những hình ảnh phản chiếu ở bên cạnh lồng.)

VIỄN TẢI VÀ KHOA HỌC VIỄN TƯỞNG

Trong khoa học viễn tưởng, sự viễn tải được nhắc đến lần đầu tiên trong truyện *The Man Without a Body* (Người đàn ông không có cơ thể) của Page Mitchell, xuất bản năm 1877. Truyện kể rằng một nhà khoa học nắm được cách tách rời các nguyên tử của một con mèo và truyền chúng qua đường dây điện tín. Nhưng thật không may, nguồn điện bị hỏng khi nhà khoa học này đang cố gắng viễn tải chính mình, thế là chỉ có đầu của ông được viễn tải thành công.

Arthur Conan Doyle, nổi tiếng qua loạt truyện trinh thám Sherlock Holmes, cũng bị ý tưởng viễn tải mê hoặc. Sau nhiều năm viết tiểu thuyết trinh thám và truyện ngắn, ông bắt đầu cảm thấy mệt mỏi với Sherlock Holmes nên quyết định "giết" nhân vật này bằng cách để cả Holmes và kẻ thù không đội trời chung là giáo sư Moriarty rơi xuống thác nước. Nhưng sự phản đối kịch liệt từ độc giả buộc ông phải hồi sinh vị thám tử. Vì không thể giết Sherlock Holmes nên Doyle quyết định tạo ra một loạt truyện hoàn toàn mới với nhân vật chính là giáo sư Challenger, trái ngược hoàn toàn với Holmes. Cả hai đều nhanh trí và sắc sảo trong việc khám phá các bí ẩn. Nhưng nếu như Holmes sử dụng những lập luận logic đầy lạnh lùng để tháo gỡ các vụ án khó khăn thì giáo sư Challenger lại thích khám phá thế giới bí ẩn của các hiện tượng tâm linh và siêu nhiên, gồm cả viễn tải. Trong tiểu thuyết *The Disintegration Machine* (Cỗ máy nghiền) xuất

bản năm 1927, giáo sư chạm trán với một quý ông đã phát minh ra cỗ máy có thể nghiền nát một người rồi sau đó lắp ráp anh ta lại ở một nơi khác. Nhưng giáo sư Challenger cảm thấy khiếp sợ khi nghe nhà phát minh khoe khoang rằng sáng chế này của ông, nếu lọt vào tay kẻ xấu, có thể dùng để nghiền nát cả thành phố hàng triệu người chỉ với một cái nút bấm. Sau đó, giáo sư Challenger đã áp dụng cỗ máy này với chính nhà phát minh rồi rời phóng thí nghiệm mà không lắp ráp anh ta trở lại.

Gần đây hơn, Hollywood bắt đầu quan tâm đến sự viễn tải. Bộ phim *The Fly* (Người ruồi) sản xuất năm 1958 đã kiểm nghiệm một cách sinh động về điều sẽ xảy ra khi việc viễn tải chệch xa khỏi kết quả mong muốn. Khi một nhà khoa học viễn tải chính mình ngang qua một căn phòng, các nguyên tử tạo thành cơ thể ông trộn lẫn với các nguyên tử của một con ruồi vô tình rơi vào ống viễn tải. Vì vậy, nhà khoa học bị biến thành một quái vật dị hợm nửa người nửa ruồi. (Bộ phim làm lại của Jeff Goldblum được công chiếu vào năm 1986).

Lần đầu tiên viễn tải giành được sự chú ý của công chúng là qua loạt phim *Star Trek*. Gene Roddenberry, cha đẻ của loạt phim, đã đưa viễn tải vào phim vì ngân sách của hãng Paramount không cho phép thực hiện các hiệu ứng đặc biệt quá tốn kém, mặc dù chúng là cần thiết để mô phỏng quá trình các tàu phản lực cất cánh và hạ cánh xuống các hành tinh xa xôi. Sẽ ít tốn kém hơn nếu chỉ đơn giản là đưa phi hành đoàn của tàu *Enterprise* đến nơi cần đến.

Các nhà khoa học ngày càng phản đối khả năng viễn tải. Để viễn tải ai đó, ta phải biết chính xác vị trí của mọi nguyên tử trong cơ thể họ, nhưng điều này lại vi phạm nguyên lý bất định Heisenberg (theo đó ta không thể xác định đồng thời vị trí và vận tốc của một electron). Để nhượng bộ, các nhà sản xuất *Star Trek* đã giới thiệu "cơ cấu bù trừ Heisenberg" bên trong phòng vận chuyển, như thể người ta có thể bổ sung cho các định luật của vật lý lượng tử bằng cách gắn thêm bộ phận cải tiến cho thiết bị vận chuyển vậy. Nhưng hóa ra, tạo ra những cơ cấu bù trừ như vậy lại hơi vội vàng. Những nhà khoa học và nhà phê bình trước đây có lẽ đã sai.

VIỄN TẢI VÀ LÝ THUYẾT LƯỢNG TỬ

Theo thuyết Newton, viễn tải rõ ràng là bất khả thi. Các định luật của

Newton dựa trên ý tưởng rằng vật chất được cấu thành từ các quả cầu nhỏ và rắn chắc. Các vật không thể dịch chuyển cho đến khi được tác dụng lực; chúng không bỗng dưng biến mất và đột nhiên xuất hiện ở nơi khác.

Nhưng trong lý thuyết lượng tử, đó lại chính là những điều mà các hạt thực hiện. Thống trị suốt 250 năm là vậy nhưng cuối cùng các định luật Newton cũng bị lật đổ vào năm 1925, khi Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger và các đồng nghiệp phát triển lý thuyết lượng tử. Khi phân tích những tính chất kỳ lạ của các nguyên tử, các nhà vật lý phát hiện ra electron hoạt động giống như sóng và có thể thực hiện những bước nhảy lượng tử khi chuyển động hỗn loạn bên trong nguyên tử.

Người nghiên cứu sâu nhất về các sóng lượng tử có lẽ là Erwin Schrödinger, phương trình sóng nổi tiếng do nhà vật lý người Áo này viết nên và được đặt theo tên ông. Đây là một trong những phương trình quan trọng nhất của vật lý và hóa học. Nhiều khóa học ở bậc cao học được dành trọn để giải phương trình này, và các thư viện vật lý đầy những cuốn sách được viết ra để kiểm chứng các hệ quả của nó. Về mặt nguyên tắc, toàn bộ ngành hóa học có thể được rút ra từ việc giải phương trình Schrödinger.

Năm 1905, Einstein đã chứng tỏ sóng ánh sáng có tính chất giống như hạt, mô tả chúng như những gói năng lượng với tên gọi photon. Đến những năm 1920, Schrödinger dần nhận ra điều ngược lại cũng đúng: các hạt như electron có thể hoạt động giống như sóng. Ý tưởng này được nhà vật lý người Pháp Louis de Broglie chỉ ra đầu tiên và đã giúp ông giành giải Nobel. (Chúng ta vẫn minh họa điều này cho sinh viên ở trường bằng cách kích hoạt các electron trong ống tia âm cực, giống như những ống thường thấy ở tivi. Các electron đi qua một lỗ nhỏ, nên ta cứ tưởng chúng sẽ tạo thành một chấm nhỏ tại nơi các electron va chạm vào màn hình tivi. Nhưng thực chất ta sẽ nhìn thấy những vòng tròn đồng tâm, giống như khi có sóng truyền qua một lỗ nhỏ, chứ không nhìn thấy hạt).

Một hôm, Schrödinger trình bày bài giảng về hiện tượng lạ lùng này. Bạn thân của ông, nhà vật lý Peter Debye, đưa ra thách thức: Nếu electron được mô tả bởi sóng, thì phương trình sóng của chúng là gì?

Kể từ khi Newton tạo ra phép giải tích, các nhà vật lý đều dùng các phương trình vi phân để miêu tả sóng, vì vậy Schrödinger coi câu hỏi của Debye là thách thức để quyết tâm viết nên phương trình vi phân cho các sóng electron. Sau một kỳ nghỉ trong tháng đó, Schrödinger đã có được

phương trình này. Tương tự như khi Maxwell sử dụng các trường lực của Faraday để rút ra hệ phương trình Maxwell cho ánh sáng, Schrödinger dựa trên ý tưởng lưỡng tính sóng-hạt của de Broglie và xây dựng nên phương trình Schrödinger cho các electron.

(Các sử gia khoa học đã khá vất vả lần theo chính xác những gì Schrödinger đã làm khi ông khám phá ra phương trình nổi tiếng làm thay đổi mãi mãi quang cảnh của nền vật lý và hóa học hiện đại. Schrödinger là người theo chủ nghĩa tự do yêu đương và thường đi nghỉ với vợ hoặc các tình nhân. Thâm chí, ông còn có một cuốn nhật ký ghi chép chi tiết về tất cả những người tình với nhiều mật mã phức tạp dành riêng cho mỗi cuộc gặp gỡ. Các sử gia hiện nay tin rằng ông đã ở biệt thự Herwig trên dãy Alps cùng bạn gái vào dịp cuối tuần mà ông khám phá ra phương trình sóng).

Khi Schrödinger bắt đầu giải phương trình của mình cho nguyên tử hiđrô, ông kinh ngạc tìm thấy các mức năng lượng chính xác của nguyên tử hiđrô mà các nhà vật lý đi trước đã liệt kê cẩn thận. Sau đó, ông nhận ra bức tranh trước đây của Niels Bohr về nguyên tử với các electron bay vèo vèo quanh hạt nhân thật sự đã sai (mẫu nguyên tử này của Bohr ngày nay vẫn được dùng trong sách và trong cả những quảng cáo nhằm cố gắng biểu trưng cho khoa học hiện đại). Những quỹ đạo này lẽ ra phải được thay thế bằng các sóng bao quanh hạt nhân.

Công trình của Schrödinger đã tạo ra làn sóng xung kích lan khắp cộng đồng vật lý. Bỗng nhiên, họ có thể nhìn sâu vào bên trong nguyên tử để kiểm tra chi tiết các sóng tạo nên lớp vỏ electron của nó và tiên đoán chính xác về các mức năng lượng phù hợp hoàn hảo với các dữ kiện thực nghiệm.

Nhưng vẫn còn một câu hỏi gây bối rối cho các nhà vật lý đến tận ngày nay. Nếu electron được mô tả bởi một sóng, thì cái gì dao động để tạo ra sóng này? Nhà vật lý Max Born, đã đưa ra câu trả lời cho rằng những sóng này thực ra là các sóng xác suất. Chúng cho ta biết cơ hội tìm thấy một electron xác định tại một vị trí nào đó ở thời điểm bất kỳ. Nói cách khác, *electron là một hạt, nhưng xác suất để tìm thấy nó phụ thuộc vào sóng Schrödinger.* Sóng tại một điểm càng lớn thì cơ hội tìm thấy hạt tại điểm đó càng cao.

Với những phát hiện vừa nêu, bỗng nhiên cơ hội và xác suất được đưa

thẳng vào trung tâm của nền vật lý, là lĩnh vực trước đó đã giúp chúng ta tiên đoán chính xác và mô tả chi tiết quỹ đạo chuyển động của các hạt, từ các hành tinh đến sao chổi và cả đạn pháo.

Sự bất định này cuối cùng cũng được Heisenberg khẳng định khi ông đưa ra nguyên lý bất định, phát biểu rằng ta không thể biết chính xác vận tốc và vị trí của electron tại cùng một thời điểm. Ta không thể cùng lúc biết chính xác năng lượng của nó trong một khoảng thời gian đo xác định, ở thang lượng tử, tất cả các định luật cơ bản theo nghĩa thông thường đều bị vi phạm: các electron có thể biến mất rồi xuất hiện lại ở chỗ khác, chúng cũng có thể đồng thời tồn tại ở nhiều nơi.

(Mỉa mai thay, Einstein, "bố già" của lý thuyết lượng tử, người góp phần khởi đầu cuộc cách mạng vào năm 1905, và Schrödinger, người xây dựng phương trình sóng, đều cảm thấy khó chịu khi khái niệm xác suất được đưa vào vật lý cơ bản. Einstein viết: "Cơ học lượng tử cần nhiều sự tôn trọng. Nhưng trong thâm tâm, tôi nghĩ rằng đây không phải là Jacob[3] thực sự. Lý thuyết này đã làm được nhiều thứ, nhưng nó hầu như không đưa chúng ta đến gần hơn với bí mật của Chúa. Ít nhất là trên quan điểm cá nhân, tôi tin rằng Chúa không chơi xúc xắc.")

Lý thuyết của Heisenberg quá mới lạ và gây nhiều tranh cãi, nhưng nó hiệu quả. Chỉ trong chớp mắt, các nhà vật lý đã có thể giải thích một lượng lớn các hiện tượng bí ẩn, bao gồm cả các định luật hóa học. Để gây ấn tượng cho nghiên cứu sinh của mình về sự khác thường của lý thuyết lượng tử, tôi thường yêu cầu họ tính xác suất để các nguyên tử trong cơ thể bỗng nhiên tan rã và xuất hiện trở lại ở phía bên kia một bức tường. Một sự kiện viễn tải như vậy là bất khả thi đối với vật lý Newton nhưng chúng thực sự khả thi với cơ học lượng tử. Tuy nhiên, câu trả lời là chúng ta phải đợi một khoảng thời gian còn dài hơn cả tuổi của vũ trụ để điều này xảy ra. (Nếu ta dùng một máy tính để vẽ đồ thị hàm sóng Schrödinger của cơ thể mình, ta sẽ thấy rằng nó rất giống với hình trạng cơ thể ta, ngoại trừ việc đồ thị sẽ hơi mờ trong đó một số sóng trải ra trong không gian theo tất cả mọi hướng, một số thậm chí còn vươn tới cả những ngôi sao xa xôi. Vì vậy xác suất ta thức dậy và thấy mình đang ở một hành tinh xa lạ là rất nhỏ.)

Việc các electron dường như ở nhiều nơi cùng một lúc tạo nên cơ sở vững chắc cho hóa học. Chúng ta đều biết rằng các electron quay quanh hạt

nhân của nguyên tử giống như một hệ mặt trời thu nhỏ. Nhưng các nguyên tử và hệ mặt trời hoàn toàn khác nhau. Nếu hai hệ mặt trời va chạm nhau ngoài không gian, chúng sẽ bị phá vỡ và ném các hành tinh vào không gian sâu thẳm. Nhưng khi các nguyên tử va chạm nhau, chúng sẽ tạo thành phân tử và trở nên bền vững hoàn hảo nhờ chia sẻ các electron với nhau. Ở trường trung học, các giáo viên dạy hóa thường biểu diễn điều này bằng một "đám mây electron", giống như quả bóng, gắn kết hai nguyên tử.

Nhưng các giáo viên hóa hiếm khi nói với học trò rằng trong thực tế, các electron không hề "bao phủ" khoảng không gian giữa hai nguyên tử. "Quả bóng" này thực ra biểu diễn xác suất để electron có thể một lúc tồn tại nhiều nơi bên trong quả bóng. Nói cách khác, toàn bộ môn hóa học, vốn có thể giải thích về các phân tử bên trong cơ thể chúng ta, dựa trên ý tưởng rằng các electron có thể cư trú đồng thời ở nhiều nơi và chính sự sẻ chia các electron giữa hai nguyên tử giúp cho các phân tử trong cơ thể chúng ta trở nên gắn kết. *Nếu không tuân theo lý thuyết lượng tử, các phân tử và nguyên tử tạo thành cơ thể chúng ta sẽ bị phân rã tức thì*.

Tính chất lạ lùng nhưng sâu sắc này của lý thuyết lượng tử (rằng các hiện tượng dù kỳ quặc đến mấy cũng có xác suất xảy ra) đã được nhà văn người Anh Douglas Adams khai thác trong tiểu thuyết hài hước *The Hitchhikers Guide to the Galaxy* (Bí kíp quá giang vào Ngân Hà). Vì cần một cách thuận tiện để lướt nhanh qua thiên hà, nên ông đã phát minh ra IID, "một phương pháp mới tuyệt diệu để băng qua khoảng cách bao la giữa các vì sao trong thời gian chưa tới một giây mà không để lại chút dấu vết nào". Cỗ máy của ông có thể giúp ta thay đổi tùy ý xác suất của một sự kiện lượng tử bất kỳ, nhờ đó những sự kiện hầu như không thể xảy ra cũng sẽ trở nên phổ biến. Vì vậy, nếu muốn đến ngôi sao gần nhất chẳng hạn, ta chỉ cần thay đổi xác suất mà ta có thể xuất hiện ở ngôi sao đó, và bùm! Ta đã dịch chuyển tức thời tới ngôi sao này.

Trong thực tế, dù diễn ra thường xuyên như vậy bên trong nguyên tử nhưng những "bước nhảy" lượng tử không dễ mở rộng cho những vật thể lớn chứa hàng tỷ tỷ nguyên tử như con người. Thậm chí, nếu các electron trong cơ thể chúng ta có đang khiêu vũ và nhảy múa tưng bừng trên những quỹ đạo kỳ ảo quanh hạt nhân thì vì số lượng electron quá lớn nên tính trung bình, chúng được xem như đứng yên. Đó là lý do vật chất quanh chúng ta trông có vẻ rắn chắc và bền vững.

Như vậy, dù viễn tải có thể xảy ra ở cấp độ nguyên tử, nhưng chúng ta sẽ phải đợi một khoảng thời gian còn dài hơn cả tuổi của vũ trụ để thật sự được chứng kiến những hiệu ứng kỳ diệu này xuất hiện ở thang vĩ mô. Nhưng liệu chúng ta có thể sử dụng các định luật của lý thuyết lượng tử để tạo ra một cỗ máy viễn tải được những thứ mình mong muốn như trong các câu chuyện viễn tưởng? Thật ngạc nhiên, câu trả lời là có.

THÍ NGHIỆM EPR

Chìa khóa của việc viễn tải lượng tử nằm trong nghiên cứu nổi tiếng năm 1935 của Albert Einstein và các đồng sự Boris Podolsky và Nathan Rosen. Mỉa mai thay, chính họ đề xuất thí nghiệm EPR (đặt theo tên của ba người) nhằm loại bỏ khái niệm xác suất trong vật lý, một lần và mãi mãi. (Cay cú với những thực nghiệm thành công không thể chối cãi của lý thuyết lượng tử, Einstein viết: "Lý thuyết lượng tử càng thành công bao nhiêu thì trông nó càng ngớ ngẩn bấy nhiêu.")

Nếu ban đầu hai electron dao động đồng bộ với nhau (được gọi là trạng thái kết hợp) thì chúng vẫn duy trì sự đồng bộ này kể cả khi được đưa ra xa nhau. Dù có cách xa nhau hàng năm ánh sáng thì vẫn có một sóng Schrödinger vô hình kết nối hai electron, giống như một sợi dây rốn. Nếu có điều gì xảy đến với một electron thì ngay lập tức thông tin sẽ được truyền đến electron kia. Đây là sự "liên đới lượng tử", theo đó, giữa các hạt dao động kết hợp có liên hệ kết nối sâu xa.

Hãy bắt đầu với hai electron kết hợp đang dao động đồng bộ. Sau đó, để cho chúng bay ra xa theo hai hướng ngược nhau. Mỗi electron giống như một con quay, spin[4] của mỗi electron có thể hướng lên hoặc hướng xuống. Giả sử tổng spin của hệ bằng không, khi đó nếu spin của một electron là hướng lên thì ta biết chắc chắn spin của electron còn lại hướng xuống. Theo thuyết lượng tử, trước khi ta thực hiện các phép đo, spin của electron không hướng xuống hay hướng lên mà tồn tại trong một trạng thái trung gian có spin vừa hướng xuống vừa hướng lên một cách đồng thời. (Khi ta bắt đầu quan sát chúng, hàm sóng sẽ "co sụp" khiến hạt có trạng thái xác định.)

Tiếp theo, ta tiến hành đo spin của một electron. Giả sử spin của nó là hướng lên. Khi đó, ta sẽ nhận ra ngay spin của electron kia là hướng

xuống. Thậm chí nếu hai electron ở cách xa nhau nhiều năm ánh sáng, thì ta cũng vẫn biết được spin của electron thứ hai ngay khi đo được spin của electron đầu. Thực tế, *ta biết được điều này còn nhanh hơn cả tốc độ ánh sáng!* Vì hai electron này "liên đới" với nhau, tức là hàm sóng của chúng biến đổi đồng bộ, nên dường như các hàm sóng này liên kết với nhau bởi một sợi dây vô hình như kiểu dây rốn. Bất cứ điều gì xảy đến với một hạt cũng ngay lập tức tác động đến hạt kia. (Điều này cũng ngụ ý rằng những gì xảy đến với chúng ta cũng sẽ ảnh hưởng tức thì đến những thứ ở ngóc ngách xa xôi trong vũ trụ, vì hàm sóng của chúng ta có thể đã liên đới với nhau ở giai đoạn khởi thủy của thời gian. Nói cách khác, có một mạng lưới liên đới kết nối các phần khác nhau của vũ trụ, bao gồm cả chính chúng ta trong đó). Einstein đã chế giễu khái niệm liên đới này, gọi nó là "tác động của ma quỷ từ xa" và cho rằng hiện tượng này, có thể giúp "chứng minh" lý thuyết lượng tử là sai vì không gì có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng.

Ban đầu, Einstein thiết kế thí nghiệm EPR để gióng lên hồi chuông cáo chung cho lý thuyết lượng tử. Nhưng vào những năm 1980, nhà vật lý Alain Aspect và các đồng nghiệp ở Pháp đã thực hiện thí nghiệm này với hai máy dò đặt cách nhau 13m nhằm đo đạc spin của các electron phát ra từ các nguyên tử canxi và thu được kết quả phù hợp tuyệt vời với lý thuyết lượng tử. Rõ ràng Chúa đang chơi xúc xắc với vũ trụ của chúng ta.

Vậy liệu thông tin có thật sự được truyền đi nhanh hơn ánh sáng không? Có phải Einstein đã sai khi cho rằng tốc độ ánh sáng là tốc độ giới hạn của vũ trụ? Không hẳn vậy. Thông tin có thể truyền nhanh hơn ánh sáng, nhưng nó mang tính ngẫu nhiên nên hóa ra vô dụng. Ta không thể gửi đi một bức điện tín thực sự hay một mã morse theo cách của thí nghiệm EPR, ngay cả khi thông tin có truyền đi nhanh hơn ánh sáng.

Biết được spin của một electron ở ngóc ngách nào đó của vũ trụ đang hướng xuống là một thông tin vô ích. Ta không thể gửi đi bản tin chứng khoán thường nhật theo cách này. Để minh họa, giả sử ta có một người bạn luôn đi một chiếc tất đỏ và một chiếc tất xanh theo thứ tự ngẫu nhiên. Ta kiểm tra một chân và thấy rằng chiếc tất ở chân đó có màu đỏ. Khi đó ta biết còn nhanh hơn cả tốc độ ánh sáng rằng chiếc tất ở chân kia phải có màu xanh. Thông tin thực sự truyền nhanh hơn ánh sáng, nhưng thông tin kiểu này lại vô dụng. Không có tín hiệu mang thông tin hữu ích nào có thể truyền đi theo cách này.

Suốt nhiều năm, thí nghiệm EPR thường được dùng để minh họa cho thành công vang dội của lý thuyết lượng tử trước các nhà phê bình, nhưng chiến thắng ấy chẳng mang lại hệ quả thực tiễn nào. Cho đến tận ngày nay.

VIỄN TẢI LƯỢNG TỬ

Mọi thứ đã thay đổi vào năm 1993, khi Charles Bennett cùng các nhà khoa học tại IBM đã chứng tỏ tính khả thi của việc sử dụng thí nghiệm EPR để viễn tải các vật, ít nhất là ở thang nguyên tử. (Chính xác hơn, họ đã chỉ ra rằng ta có thể viễn tải mọi thông tin chứa trong một hạt.) Kể từ đó, các nhà vật lý đã có thể viễn tải các photon, thậm chí cả nguyên tử xêsi. Chỉ trong vài thập niên nữa, các nhà khoa học có lẽ sẽ viễn tải được phân tử ADN và virút.

Viễn tải lượng tử tập trung khai thác một số tính chất lạ thường của thí nghiệm EPR. Trong những thí nghiệm viễn tải như vậy, các nhà vật lý bắt đầu với hai nguyên tử A và C. Để viễn tải thông tin từ nguyên tử A sang nguyên tử C, chúng ta đưa thêm vào một nguyên tử B. Nguyên tử B ban đầu có tính liên đới với nguyên tử C, do đó chúng có tính kết hợp. Bây giờ, cho nguyên tử A tiếp xúc với nguyên tử B. Khi A quét lên B, thông tin của nguyên tử A được truyền sang nguyên tử B. Quá trình này khiến các nguyên tử A và B liên đới với nhau. Nhưng vì ban đầu, các nguyên tử B và C đã được liên đới với nhau nên thông tin từ nguyên tử A giờ đây được truyền sang nguyên tử C. Tóm lại, nguyên tử A đã được viễn tải sang nguyên tử C vì lúc này, thông tin của nguyên tử C giống hệt với thông tin của nguyên tử A ban đầu.

Chúng ta cần lưu ý rằng thông tin trên nguyên tử A bị phá hủy sau khi viễn tải (vì vậy chúng ta không thể có hai bản sao giống hệt nhau). Điều này có nghĩa người được viễn tải sẽ chết trong quá trình này. Nhưng những thông tin về cơ thể người này sẽ xuất hiện ở chỗ khác. Bên cạnh đó, nguyên tử A không di chuyển tới vị trí của nguyên tử C, mà chỉ có thông tin của nguyên tử A (như spin hay độ phân cực của nó) được truyền sang C. (Điều này không hàm ý nguyên tử A đột nhiên biến mất và sau đó vụt đến một nơi khác. Nó chỉ cho biết thông tin của nguyên tử A được chuyển sang nguyên tử C mà thôi.)

Kể từ khi đột phá này được tuyên bố, các nhóm nghiên cứu trong lĩnh

vực này đã cạnh tranh khốc liệt để vượt lên trước. Minh chứng quan trọng đầu tiên về viễn tải lượng tử là khi các photon của ánh sáng tử ngoại được viễn tải vào năm 1997 tại Đại học Innsbruck, nối tiếp là thành công của các nhà thực nghiệm ở Cal Tech vào năm sau đó, khi họ thực hiện thí nghiệm viễn tải các photon với độ chính xác cao hơn nữa.

Năm 2004, các nhà vật lý tại Đại học Vienna sử dụng một dây cáp quang để viễn tải các hạt ánh sáng vượt qua khoảng cách 600m bên dưới dòng chảy của sông Danube và thiết lập một kỷ lục mới. (Sợi cáp có độ dài 800m này được căng bên dưới hệ thống ống ngầm công cộng đặt dưới lòng sông Danube. Bộ phận gửi được đặt ở bên này sông và bộ phận nhận ở bên kia sông.)

Hạn chế của những thí nghiệm này là chúng được thực hiện với các photon ánh sáng dường như chỉ là phạm trù của khoa học viễn tưởng. Vì vậy, người ta đã tiến hành một thí nghiệm khác vào năm 2004, thực hiện viễn tải lượng tử không phải với photon ánh sáng mà với các nguyên tử đưa chúng ta tiến gần hơn tới một thiết bị viễn tải trong thực tiễn. Các nhà vật lý thuộc Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia Hoa Kỷ tại Washington D.C đã thành công trong việc tạo tính liên đới giữa ba nguyên tử berili và truyền các tính chất của một nguyên tử này sang nguyên tử kia. Thành tựu này quan trọng đến nỗi nó được đăng trên trang bìa tạp chí *Nature*. Một nhóm khác cũng đã viễn tải được các nguyên tử canxi.

Một bước tiến ngoạn mục xuất hiện vào năm 2006, khi lần đầu tiên việc viễn tải được tiến hành với một vật vĩ mô. Các nhà vật lý tại Viện Niels Bohr ở Copenhagen và Viện Max Planck ở Đức đã tạo liên đới giữa một chùm ánh sáng và một đám khí xêsi — một kỳ công ở quy mô hàng tỷ tỷ nguyên tử. Khi đó, họ mã hóa thông tin trong chùm laser, rồi viễn tải các thông tin này đến các nguyên tử xêsi đặt cách đó khoảng nửa mét. "Lần đầu tiên, viễn tải lượng tử được thực hiện giữa ánh sáng — vật mang thông tin — và các nguyên tử." Eugene Polzik, một trong những nhà nghiên cứu, tự hào tuyên bố.

VIỄN TẢI KHÔNG DÙNG ĐẾN TÍNH LIÊN ĐỚI

Sự phát triển của viễn tải đang tăng tốc nhanh chóng. Năm 2007, các nhà vật lý đã mang đến đột phá khi đề xuất một phương pháp viễn tải không

dùng đến tính liên đới. Cần nhắc lại rằng làm liên đới các hạt là bước khó nhất của việc viễn tải lượng tử. Giải quyết được trở ngại này có thể mở ra một viễn cảnh mới cho việc viễn tải.

"Chúng ta đang nói về việc làm biến mất một chùm chứa khoảng 5.000 hạt và cho nó xuất hiện trở lại ở nơi khác." Theo lời nhà vật lý Aston Bradley thuộc Hội đồng Nghiên cứu của Trung tâm Tinh hoa về Nguyên tử và Quang học Lượng tử tại Brisbane, Australia. Ông là người mở đường cho phương pháp viễn tải mới này.

"Chúng tôi cảm thấy kế hoạch của mình đã tiến gần hơn tới tinh thần của các khái niệm viễn tưởng nguyên bản." Ông xác nhận. Trong cách tiếp cận này, Bradley cùng các đồng nghiệp đã chuyển tất cả thông tin của một chùm nguyên tử rubiđi sang một chùm sáng, dùng một sợi cáp quang để truyền chùm sáng này, sau đó tái lập chùm nguyên tử ban đầu ở một địa điểm cách xa đó. Nếu nhận định của ông là đúng thì phương pháp này sẽ gỡ bỏ nhiều chướng ngại trong quá trình viễn tải và mở ra một đường hướng hoàn toàn mới để viễn tải các vật có kích thước ngày càng lớn.

Để phân biệt với phương pháp viễn tải lượng tử, tiến sĩ Bradley gọi phương pháp của mình là "viễn tải cổ điển". (Cách gọi này có thể gây nhầm lẫn, vì phương pháp của ông chủ yếu vẫn dựa vào lý thuyết lượng tử, chỉ có điều không sử dụng đến sự liên đới.)

Chìa khóa của kiểu viễn tải lạ thường này là một trạng thái mới của vật chất, có tên "ngưng tụ Bose Einstein", viết tắt là BEC. Đây là một trong những trạng thái lạnh nhất vũ trụ. Trong tự nhiên, nhiệt độ thấp nhất được tìm thấy là ngoài không gian vũ trụ, khoảng 3 K trên không độ tuyệt đối. (Đây là tàn dư nhiệt còn lại sau Vụ Nổ Lớn, vẫn còn tràn ngập trong khắp vũ trụ.) Nhưng nhiệt độ của BEC là *một phần triệu của một phần tỷ độ* trên không độ tuyệt đối — mức nhiệt độ chỉ có thể đạt được trong phòng thí nghiệm.

Khi một số loại vật chất được làm lạnh đến gần không độ tuyệt đối, các nguyên tử của chúng đồng loạt chuyển về mức năng lượng thấp nhất, nhờ đó dao động đồng bộ và kết hợp với nhau. Hàm sóng của các nguyên tử này sẽ phủ lên nhau, nên BEC giống như một "siêu nguyên tử" khổng lồ, có tất cả các nguyên tử dao động đồng bộ với nhau.

Trạng thái kỳ lạ này của vật chất đã được Einstein và Satyendranath Bose tiên đoán vào năm 1925, nhưng phải 70 năm sau, tức là năm 1995,

BEC mới được tạo ra trong phòng thí nghiệm tại Viện Công nghệ Massachusetts MIT và Đại học Colorado.

Và đây là cách mà thiết bị viễn tải của Bradley và các đồng sự vận hành. Đầu tiên, họ sử dụng một tập hợp các nguyên tử rubiđi siêu lạnh đang ở trạng thái BEC. Sau đó, họ bắn một chùm nguyên tử rubiđi khác vào trạng thái ngưng tụ này. Các nguyên tử trong chùm tia cũng có xu hướng chuyển về mức năng lượng thấp nhất, vì vậy chúng phát ra phần năng lượng dư thừa dưới dạng các xung ánh sáng. Ánh sáng phát ra được truyền vào một sợi cáp quang. Điều đáng chú ý ở đây là chùm sáng này mang tất cả các thông tin lượng tử cần thiết của chùm rubiđi được bắn vào trạng thái BEC (như vị trí và vận tốc của các nguyên tử rubiđi). Sau đó chùm sáng tạo thành lại chiếu vào một trạng thái BEC khác, các nguyên tử ngưng tụ này sẽ nhận được các thông tin của chùm vật chất ban đầu đã được mã hóa trong chùm sáng.

Phương pháp viễn tải mới này có nhiều hứa hẹn vì nó không cần dùng đến tính liên đới giữa các nguyên tử. Nhưng nó cũng có những hạn chế. Nó phụ thuộc chủ yếu vào ngưng tụ BEC, mà trạng thái này lại rất khó tạo ra, kể cả trong phòng thí nghiệm. Hơn nữa, tính chất của ngưng tụ BEC tương đối kỳ lạ vì chúng hoạt động như một nguyên tử khổng lồ duy nhất. Về mặt nguyên lý, các hiệu ứng lượng tử lạ thường mà chúng ta chỉ thấy ở thang nguyên tử giờ đây lại có thể quan sát bằng mắt thường với ngưng tụ BEC. Điều này từng được cho là không thể đạt được.

Ứng dụng trực tiếp vào thực tiễn của ngưng tụ BEC là tạo ra các "laser nguyên tử". Dĩ nhiên, laser được chế tạo dựa trên các chùm photon dao động đồng bộ. Nhưng ngưng tụ BEC là một tập hợp các nguyên tử dao động đồng bộ như vậy nên ta cũng có thể giúp tạo ra chùm tia gồm các nguyên tử BEC kết hợp với nhau. Nói cách khác, trạng thái BEC có thể tạo ra một bản sao của laser, là kiểu laser nguyên tử hay laser vật chất, được tạo thành từ các nguyên tử ngưng tụ. Ứng dụng thương mại của laser là rất lớn nên các ứng dụng của loại laser nguyên tử cũng rất đáng được chờ đợi. Nhưng vì trạng thái ngưng tụ BEC chỉ tồn tại ở nhiệt độ ngay trên không độ tuyệt đối nên sự phát triển trong lĩnh vực này tương đối chậm, nếu không muốn nói là đang chững lại.

Với những tiến bộ đã đạt được, liệu khi nào chúng ta mới có thể viễn tải chính mình? Các nhà vật lý hy vọng sẽ có thể viễn tải các nguyên tử

phức tạp trong một vài năm tới. Nhiều thập kỷ sau, có lẽ sẽ tới lúc chúng ta viễn tải được một phân tử ADN hay thậm chí là cả con virút. Không có nguyên lý nào ngăn cản việc viễn tải một con người bằng xương bằng thịt như trong các bộ phim khoa học viễn tưởng, nhưng những khó khăn về mặt kỹ thuật mà chúng ta phải đối mặt thực sự gây choáng váng. Các phòng thí nghiệm tốt nhất thế giới hiện nay mới chỉ kết hợp được các photon ánh sáng nhỏ bé và các nguyên tử đơn lẻ. Việc tạo ra trạng thái kết hợp lượng tử bao gồm các vật vĩ mô thực sự, như một con người vượt quá tầm truy vấn của chúng ta đòi hỏi rất lâu nữa mới có thể đạt đến. Thực tế, nếu điều này có khả dĩ, chúng ta cũng phải chờ nhiều thế kỷ hoặc lâu hơn nữa trước khi những vật thể thông thường có thể được viễn tải.

MÁY TÍNH LƯỢNG TỬ

Cuối cùng, định mệnh của việc viễn tải lượng tử có liên hệ chặt chẽ với sự phát triển các máy tính lượng tử. Cả hai cùng dựa trên vật lý lượng tử và dùng chung công nghệ, vì vậy chúng là hai lĩnh vực giao thoa nhau. Sẽ đến một ngày các máy tính lượng tử thay thế các máy tính kỹ thuật số quen thuộc trên bàn làm việc của chúng ta. Thực tế, tương lai của nền kinh tế thế giới có thể sẽ phụ thuộc vào các loại máy tính như vậy, do đó công nghệ này nhận được sự quan tâm rộng rãi. Rồi sẽ tới lúc Thung lũng Silicon trở thành Vành đai Gỉ sắt[5], bị các công nghệ mới sử dụng các thuật toán lượng tử thế chỗ.

Máy tính thông thường sử dụng hệ nhị phân 0 và 1, được gọi là các bit. Nhưng máy tính lượng tử mạnh mẽ hơn nhiều. Chúng có thể tính toán dựa trên các qubit, lấy bất kỳ giá trị nào từ 0 đến 1. Hãy tưởng tượng một nguyên tử được đặt trong từ trường. Nó đang xoay như một con quay, vì vậy trục quay của nó có thể hướng lên hoặc hướng xuống. Theo cảm quan thông thường, spin của nguyên tử có thể hướng lên hoặc hướng xuống chứ không thể là cả hai cùng lúc. Nhưng trong thế giới lượng tử kỳ lạ, nguyên tử lại là sự tổng hợp của hai trạng thái, giống như sự kết hợp giữa một nguyên tử có spin hướng lên và một nguyên tử có spin hướng xuống. Cũng ở thế giới lượng tử kỳ lạ này, mỗi vật thể đều là tổng của tất cả các trạng thái khả dĩ. (Nếu các vật có kích thước vĩ mô, như một con mèo chẳng hạn, được mô tả bằng hình thức luận lượng tử, ta phải lấy tổng hàm sóng của

một con mèo sống và một con mèo chết, tức là con mèo được mô tả ở trạng thái không sống cũng chẳng chết. Tôi sẽ bàn chi tiết hơn về điều này trong chương 13.)

Giờ hãy tưởng tượng một dãy nguyên tử được sắp xếp ngay ngắn trong từ trường, mang spin cùng hướng với nhau. Nếu chiếu một chùm laser đến dãy nguyên tử, chùm laser sẽ tán xạ lên các nguyên tử, làm xoay trục spin của một số nguyên tử trong dãy. Bằng cách đo đạc sự khác nhau giữa chùm laser trước và sau tán xạ, chúng ta thực hiện được một "phép tính" lượng tử phức tạp, liên quan tới việc làm quay các trục spin.

Các máy tính lượng tử hiện vẫn còn khá đơn sơ. Kỷ lục thế giới đối với tính toán lượng tử mới chỉ là việc thực hiện phép tính 3x5 = 15, nên còn lâu chúng mới thay thế được các siêu máy tính ngày nay. Viễn tải lượng tử và tính toán lượng tử có chung điểm yếu chết người, là việc duy trì sự kết hợp của một tập hợp lớn các nguyên tử. Nếu vấn đề này được giải quyết, nó sẽ là một đột phá lớn trong cả hai lĩnh vực.

CIA và các tổ chức tình báo khác đã dành nhiều quan tâm đến máy tính lượng tử. Nhiều mật mã trên thế giới phụ thuộc vào "chìa khóa giải mã" — một số nguyên rất lớn, có thể được phân tích thành các thừa số nguyên tố. Nếu chìa khóa là tích của hai số và mỗi số lại gồm hàng trăm chữ số, thì một máy tính kỹ thuật số thông thường phải mất cả trăm năm mới tìm ra được hai thừa số của chìa khóa này. Trình độ hiện nay thực sự chưa thể phá vỡ một mật mã như vậy.

Nhưng vào năm 1994, Peter Shor ở Phòng Thí nghiệm Bell đã chứng tỏ việc phân tích những số lớn như vậy thành phân tử chỉ là trò con nít đối với máy tính lượng tử. Khám phá này ngay lập tức thu hút sự quan tâm của cộng đồng tri thức. Về nguyên tắc, máy tính lượng tử có thể bẻ khóa bất cứ mật mã nào trên thế giới, ném các hệ thống bảo mật máy tính hiện nay vào sọt rác. Quốc gia nào xây dựng được hệ thống này đầu tiên sẽ giải mã được những bí mật lớn nhất của các nước khác cũng như của bất kỳ tổ chức nào mà họ muốn.

Một số nhà khoa học nhận định rằng trong tương lai, nền kinh tế thế giới nhiều khả năng sẽ phụ thuộc vào máy tính lượng tử. Máy tính kỹ thuật số dựa trên nền tảng bán dẫn được cho là sẽ đạt tới giới hạn vật lý về khả năng tính toán vào năm 2020. Một dòng máy tính mới và mạnh mẽ hơn nhiều trở nên cần thiết nếu công nghệ tiếp tục tiến bộ hơn nữa. Một số

khác lại đang khám phá khả năng tái tạo sức mạnh của bộ não người nhờ máy tính lượng tử.

Thành ra, đặt cược vào công nghệ này là rất lớn. Nếu giải quyết được vấn đề về tính kết hợp, chúng ta không chỉ vượt qua thách thức về việc viễn tải mà còn có thể thúc đẩy công nghệ tiến bộ theo cách không thể đoán trước được nhờ vào các máy tính lượng tử. Đây là một đột phá quan trọng mà tôi sẽ trở lại bàn luận trong các chương tiếp theo.

Như tôi đã chỉ ra ở phần trước, việc duy trì tính kết hợp trong phòng thí nghiệm là một khó khăn khủng khiếp. Những dao động nhỏ nhất cũng có thể phá vỡ tính kết hợp giữa hai nguyên tử, kéo theo sự thất bại của các tính toán. Hiện nay, việc giữ cho chỉ một số ít các nguyên tử kết hợp với nhau cũng đã rất khó khăn. Các nguyên tử đồng bộ ban đầu sẽ nhanh chóng mất tính kết hợp chỉ trong vài nano giây, hay lâu nhất là một giây. Viễn tải phải được tiến hành nhanh chóng, trước khi các nguyên tử bắt đầu mất khả năng kết hợp; điều này lại đặt ra một giới hạn nữa cho việc tính toán lượng tử và viễn tải.

Bất chấp những thách thức như vậy, David Deutsch ở Đại học Oxford vẫn tin rằng có thể vượt qua chúng: "Với một chút may mắn, cộng với sự hỗ trợ của những tiến bộ về mặt lý thuyết trong thời gian gần đây, [máy tính lượng tử] có thể sẽ được chế tạo trong thời gian không quá 50 năm nữa… Nó sẽ mở ra một cách thức hoàn toàn mới để khám phá tự nhiên."

Để xây dựng một máy tính lượng tử hữu dụng, chúng ta cần làm cho hàng trăm triệu nguyên tử dao động đồng bộ- một thành tựu vượt xa khả năng hiện nay của chúng ta. Việc viễn tải thuyền trưởng Kirk là một nhiệm vụ khó khăn khủng khiếp. Chúng ta sẽ phải tạo ra một bản sao có liên đới lượng tử với thuyền trưởng Kirk. Thậm chí với công nghệ nano và các máy tính tối tân nhất, ta cũng khó mường tượng được việc này có thể được tiến hành như thế nào.

Như vậy, viễn tải tồn tại ở thang nguyên tử và chúng ta hy vọng có thể viễn tải các phân tử phức tạp hơn hay thậm chí là các phân tử hữu cơ trong một vài thập niên tới. Nhưng việc viễn tải một vật thể lớn sẽ phải đợi lâu hơn, có thể đến hàng thế kỷ hoặc xa hơn nữa, ấy là nếu điều này thực khả dĩ. Do đó, việc viễn tải các phân tử phức tạp, thậm chí là con virút hay một tế bào sống, được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I, là những thứ có thể trở thành hiện thực trong thế kỷ này. Nhưng việc viễn tải một người sống, dù

không bị các định luật vật lý ngăn cản, lại là công việc sẽ mất nhiều thế kỷ. Vì vậy, tôi sắp xếp kiểu viễn tải này vào nhóm Bất khả thi loại II.

5: NGOẠI CẢM

Nếu cả ngày ta không tìm thấy điều gì mới lạ thì hôm đó là một ngày chưa trọn vẹn.
— NHÀ VẬT LÝ LÝ THUYẾT JOHN WHEELER

Chỉ những người nỗ lực vì những điều tưởng như điên rồ mới có thể đạt tới những điều tưởng chừng bất khả.
— HỌA SĨ ĐỒ HỌA M. C. ESCHER

Cuốn tiểu thuyết *Slan* của nhà văn A. E. van Vogt đã cho thấy tiềm năng to lớn của sức mạnh ngoại cảm, đồng thời lột tả nỗi sợ hãi thầm kín nhất của chúng ta về nó.

Jommy Cross, nhân vật chính của câu chuyện, là một "slan", một chủng tộc có trí thông minh siêu việt và khả năng ngoại cảm, đang trên đà tuyệt chủng.

Cha mẹ anh bị một đám đông giận dữ giết hại dã man. Những người này sợ hãi và khinh miệt khả năng ngoại cảm vì lo ngại sức mạnh to lớn của những nhà ngoại cảm có thể xâm phạm đời tư của họ, kể cả những suy nghĩ thầm kín nhất. Con người nhẫn tâm săn đuổi các slan, giống như săn thú vật. Với những chiếc râu đặc trưng trên đầu, các slan rất dễ bị nhận diện. Mạch truyện chính mô tả việc Jommy cố gắng liên lạc với các slan, trốn ra ngoài không gian để thoát khỏi sự săn lùng của loài người.

Về phương diện lịch sử, khả năng đọc ý nghĩ được coi là quan trọng đến nỗi nó thường liên quan tới thánh thần. Một trong những quyền lực mạnh mẽ nhất của bất cứ vị thần nào là khả năng đọc suy nghĩ người khác, nhờ đó, phản hồi lại được những lời cầu nguyện thầm kín. Một nhà ngoại cảm thực sự đọc được ý nghĩ của người khác có thể dễ dàng trở nên giàu có và quyền lực bậc nhất thế giới vì họ biết những ông chủ nhà băng phố Wall đang nghĩ gì và dùng nó để tống tiền hay cưỡng ép các đối thủ. Người đó sẽ trở thành mối đe dọa đối với an ninh chính phủ, có thể dễ

dàng đánh cắp những bí mật quốc gia nhạy cảm. Giống như các slan, người đó sẽ gây sợ hãi và có thể bị săn đuổi.

Sức mạnh to lớn của một nhà ngoại cảm thực sự được nêu bật trong loạt truyện nổi tiếng *Foundation* (Kiến tạo) của văn hào Isaac Asimov, thường được quảng bá là thiên sử thi khoa học viễn tưởng lớn nhất mọi thời đại. Trong truyện, một đế quốc Thiên hà hàng ngàn năm tuổi đang trên bờ vực suy tàn và sụp đổ. Bằng các phương trình phức tạp, một hội kín gồm các nhà khoa học, tự xưng là là *những nhà kiến tạo ẩn mình,* đã tiên đoán Đế quốc sẽ sụp đổ và nền văn minh của họ sẽ bị chôn vùi trong 30.000 năm tăm tối. Họ phác thảo một kế hoạch tỉ mỉ dựa trên các phương trình này nhằm giảm thiểu quãng thời gian suy tàn của nền văn minh. Nhưng rồi thảm họa vẫn xảy ra. Các phương trình phức tạp của họ đã không thể tiên đoán một sự kiện nhỏ: sự ra đời của một người đột biến tên Mule, có khả năng điều khiển suy nghĩ từ xa và do đó nắm luôn quyền điều khiển Đế quốc Thiên hà. Thiên hà sẽ bị đọa đày trong 30.000 năm tăm tối và hỗn loạn nếu khả năng ngoại cảm của Mule không bị chặn lại.

Mặc dù khoa học viễn tưởng đầy rẫy những câu chuyện tuyệt vời liên quan tới khả năng ngoại cảm như vậy, nhưng sự thật lại trần trụi hơn nhiều. Vì suy nghĩ mang tính cá nhân và vô hình nên suốt nhiều thế kỷ, những tên lang băm và những kẻ bịp bợm đã tận dụng nó để lợi dụng sự ngây thơ và cả tin của nhiều người. Một mánh đơn giản của các ảo thuật gia và các nhà tâm thần học là sử dụng "chân gỗ" — đây là một cộng sự được cài trong đám khán giả và người chủ trò có thể dễ dàng "đọc" ý nghĩ của vị "khán giả" này.

Thực tế, công việc của một số ảo thuật gia và tâm thần học dựa trên "thủ thuật chiếc mũ" nổi tiếng, trong đó khán giả được yêu cầu viết những thông điệp cá nhân lên các mẩu giấy rồi đặt chúng vào trong một chiếc mũ. Sau đó, trước sự ngỡ ngàng của khán giả, nhà ảo thuật sẽ nói cho họ biết những gì được viết trên các mẩu giấy. Có một cách lý giải đơn giản vô cùng cho mánh lới tinh vi này (xem trong phần chú thích).

Một trường hợp ngoại cảm nổi tiếng lại không gắn liền với một chân gỗ mà với một con vật, đó là chú ngựa thông minh Clever Hans, từng gây ngạc nhiên cho khán giả châu Âu vào những năm 1890. Trước sự sửng sốt của người xem, Clever Hans có thể thực hiện những phép tính phức tạp. Ví dụ, nếu ta yêu cầu Clever Hans lấy 48 chia cho 6, chú sẽ gõ móng xuống

đất 8 lần. Clever Hans có thể thực hiện phép chia, phép nhân, cộng các phân số, đánh vần, thậm chí nhận biết các nốt nhạc. Người hâm mộ Clever Hans tuyên bố chú ngựa này thông minh hơn cả con người, hoặc chú có thần giao cách cảm với não bộ của con người.

Nhưng Clever Hans không phải là sản phẩm của những trò bịp khéo léo. Khả năng tính toán đại số tuyệt vời của Clever Hans thậm chí còn gây ngỡ ngàng cho cả người huấn luyện chú. Năm 1904, nhà tâm lý học lỗi lạc — giáo sư C. Strumpf — được đề nghị phân tích khả năng của chú ngựa và ông không tìm thấy bằng chứng rõ ràng nào về sự lừa đảo hay việc ra dấu kín cho chú ngựa. Điều này càng khiến cộng đồng thêm ngưỡng mộ Clever Hans. Tuy nhiên, ba năm sau, một học trò của Strumpf là nhà tâm lý học Oskar Plungst đã tiến hành những bài kiểm tra chặt chẽ hơn dành cho Clever Hans và cuối cùng đã khám phá ra bí mật của nó. Tất cả những gì chú ngựa đã làm là quan sát biểu cảm tinh tế trên khuôn mặt người nài ngựa. Chú sẽ tiếp tục gõ móng xuống đất cho đến khi biểu cảm trên khuôn mặt người huấn luyện thay đổi thì ngừng lại. Clever Hans không đọc được ý nghĩ của con người hay thực hiện được phép tính đại số nào cả, chú chỉ đơn giản là giỏi quan sát các biểu cảm trên khuôn mặt người.

Lịch sử cũng ghi nhận những động vật "thần giao cách cảm" khác. Vào đầu năm 1591, chú ngựa Morocco trở nên nổi tiếng ở Anh và làm giàu cho chủ nó bằng cách chỉ đúng vào những chữ cái mà khán giả yêu cầu và làm phép cộng tổng số chấm tròn trên một cặp xúc xắc. Morocco tạo cho người Anh cảm giác như thể Shakespeare đã lấy cảm hứng từ chú để xây dựng "chú ngựa nhảy múa" trong vở kịch *Loves Labour's Last* (Uổng sức yêu đương) của ông.

Những tay cờ bạc cũng có khả năng đọc được ý nghĩ của người khác trong chừng mực nhất định. Khi một người cảm thấy thoải mái, đồng tử thường giãn ra. Khi họ thấy gì đó không ưng ý (hay khi họ thực hiện tính toán), đồng tử sẽ co lại. Những con bạc có thể đọc được cảm xúc của đối phương bằng cách quan sát xem đồng tử của đối phương đang giãn ra hay co lại. Đó là lý do những tay cờ bạc thường đeo kính sẫm màu, nhằm che đậy sự thay đổi của đồng tử. Chúng ta cũng có thể chiếu một chùm laser yếu lên đồng tử một người và phân tích chùm tia phản xạ lại, nhờ đó xác định được chính xác người này đang nhìn đi đâu. Bằng cách phân tích chuyển động của những đốm laser phản xạ lại, chúng ta xác định được họ

đang quan sát một bức tranh như thế nào. Kết hợp hai kỹ thuật này, chúng ta sẽ xác định được phản ứng cảm xúc của một người khi đang xem một bức tranh, trong khi người này hoàn toàn không hay biết gì.

NGHIÊN CỨU TÂM LINH

Những nghiên cứu khoa học đầu tiên về khả năng ngoại cảm và các hiện tượng huyền bí khác do Hội Nghiên cứu Tâm linh, thành lập năm 1882 tại London thực hiện. (Thuật ngữ "thần giao cách cảm" [mental telepathy] được thành viên của hội là F. W. Myers đưa ra cùng năm đó.) Các thế hệ chủ tịch của hội bao gồm những nhân vật nổi tiếng bậc nhất thế kỷ 19. Hội vẫn tồn tại cho đến ngày nay. Dù có thể vạch trần những tuyên bố lừa gạt của nhiều kẻ bịp bợm, nhưng bản thân hội cũng chia làm hai trường phái. Trường phái duy linh có niềm tin sâu sắc vào các hiện tượng siêu nhiên, còn trường phái duy vật muốn thực hiện những nghiên cứu mang tính khoa học nghiêm túc hơn.

Năm 1927, tiến sĩ Joseph Banks Rhine, một nhà nghiên cứu có liên hệ với Hội ở Anh, bắt đầu thực hiện những nghiên cứu nghiêm túc và có tính hệ thống về các hiện tượng tâm linh tại Mỹ, lập nên Viện Rhine (nay là Trung tâm Nghiên cứu Rhine) tại Đại học Duke, Bắc Carolina. Trong nhiều năm, ông cùng vợ là Louisa đã thực hiện những thí nghiệm khoa học có kiểm soát đầu tiên ở Mỹ về nhiều hiện tượng cận tâm lý học[6] và xuất bản các công trình này dưới dạng sách bình duyệt. Chính Rhine là người sáng tạo ra thuật ngữ "giác quan thứ sáu" trong một trong những cuốn sách đầu tiên của mình.

Thực tế, phòng thí nghiệm của Rhine đã đặt ra chuẩn mực cho lĩnh vực nghiên cứu tâm linh. Một trong những phụ tá của ông là tiến sĩ Karl Zener đã phát triển một bộ bài năm ký tự, nay được gọi là bộ bài Zener, để phân tích sức mạnh của khả năng ngoại cảm. Phần lớn các kết quả nghiên cứu không cho thấy bằng chứng nào về hiện tượng ngoại cảm, nhưng một số ít dường như hàm chứa những mối liên hệ dữ liệu tuy nhỏ nhưng đáng chú ý, khó có thể là ngẫu nhiên được. Chỉ có một vấn đề là thường thì các nhóm nghiên cứu khác không thể tái lập lại các thí nghiệm này.

Nỗ lực gây dựng tiếng tăm của Rhine ít nhiều bị ảnh hưởng trong vụ việc chú ngựa Lady Wonder. Chú ngựa này có những ngón nghề gây sửng

sốt về khả năng ngoại cảm, như gõ vào các khối đồ chơi có in chữ cái, đánh vần những từ mà người xem đang nghĩ đến. Rõ ràng là Rhine không biết về chú ngựa Clever Hans. Năm 1927, Rhine đã phân tích chi tiết khả năng của Lady Wonder và đi đến kết luận: "Chỉ còn lại một khả năng để lý giải cho điều này, đó là hiện tượng ngoại cảm, một quá trình truyền dẫn các ảnh hưởng thần kinh mà chúng ta chưa biết đến." Sau này, nhà ảo thuật người Mỹ Milbourne Christopher đã tiết lộ nguồn gốc thực sự của khả năng ngoại cảm ở Lady Wonder: những chuyển động tinh tế của chiếc roi da mà người huấn luyện cầm trên tay. Chính những chuyển động này đã ra hiệu cho Lady Wonder ngừng gõ móng guốc. (Nhưng kể cả khi sự thật được phơi bày, Rhine vẫn tin rằng Lady Wonder thực sự có khả năng ngoại cảm, nhưng bằng cách nào đó nó đã đánh mất sức mạnh đó, khiến cho chủ nhân của nó sau này phải viện tới những mánh lới trên.)

Tuy nhiên, danh tiếng của Rhine tan thành mây khói khi ông chuẩn bị nghỉ hưu. Thời điểm đó, ông đang tìm kiếm một người kế nhiệm có tiếng tăm để tiếp tục công việc ở Viện. Một ứng viên đầy hứa hẹn là tiến sĩ Walter Levy, được ông thuê vào năm 1973. Là ngôi sao đang lên trong lĩnh vực cận tâm lý học, tiến sĩ Levy thông báo một số kết quả gây xôn xao dư luận, rằng dường như ông đã chứng tỏ được những con chuột có thể làm thay đổi các bộ đếm số ngẫu nhiên của máy tính thông qua thần giao cách cảm. Tuy nhiên, các nhân viên của phòng thí nghiệm cảm thấy nghi ngờ và đã phát hiện việc tiến sĩ Levy lén lút lẻn vào phòng thí nghiệm ban đêm để thay đổi kết quả thí nghiệm. Những thí nghiệm sau đó đều cho thấy những con chuột không có chút khả năng ngoại cảm nào, còn tiến sĩ Levy bị buộc phải ngưng công việc tại Viện trong tủi nhục.

NGOẠI CẢM VÀ CHƯƠNG TRÌNH STAR GATE

Mối quan tâm dành cho các hiện tượng tâm linh lên đến đỉnh điểm vào giai đoạn cao trào của Chiến tranh Lạnh. Trong thời gian này, nhiều thí nghiệm bí mật về ngoại cảm, điều khiển bằng ý nghĩ và thấu thị được thực hiện. (Thấu thị là sử dụng đầu óc để "nhìn thấy" một địa điểm ở xa, bằng cách đọc suy nghĩ của người khác). Star Gate là bí danh của một số nghiên cứu bí mật được CIA bảo trợ (như Sun Streak, Grill Flame và Center Lane), bắt đầu vào khoảng năm 1970 khi CIA kết luận rằng Liên Xô đã chi ra 60 triệu

rúp mỗi năm để nghiên cứu các "thiết bị ám thị". Mỹ lo ngại Liên Xô sẽ sử dụng giác quan thứ sáu để định vị các tàu ngầm và căn cứ quân sự của mình, hoặc nhận diện các điệp viên và đọc các giấy tờ bí mật.

Kinh phí bắt đầu được rót xuống cho các nghiên cứu của GIA vào năm 1972. Russell Targ và Harold Puthoff thuộc Viện Nghiên cứu Stanford ở Menlo Park được chỉ định vào nhiệm vụ này. Ban đầu, họ tìm kiếm và huấn luyện một nhóm người có khả năng điều khiển bằng ý nghĩ để tham gia vào "cuộc chiến tâm linh". Trải qua hơn hai thập kỷ, chương trình Star Gate đã ngốn của Mỹ 20 triệu đô-la để trả lương cho hơn 40 nhân viên, 23 người có khả năng thấu thị và ba nhà tâm linh.

Với kinh phí 500.000 đô-la mỗi năm, cho đến năm 1995, CIA đã tiến hành hàng trăm chiến dịch do thám với hàng ngàn lượt thấu thị. Đặc biệt, những người thấu thị này được yêu cầu:

- Xác định vị trí của Muammar Gaddah[7] trước khi Mỹ ném bom xuống Lybia vào năm 1986
- Tìm kiếm kho dự trữ plutoni ở Triều Tiên vào năm 1994
- Xác định vị trí của nạn nhân bị nhóm khủng bố Lữ đoàn Đỏ bắt cóc tại Ý vào năm 1981
- Xác định vị trí máy bay ném bom Tu-95 của Liên Xô bị rơi ở châu Phi

Năm 1995, CIA yêu cầu Viện Nghiên cứu Mỹ AIR đánh giá hiệu quả của chương trình này. AIR đề nghị hủy bỏ chương trình. "Không có bất cứ bằng chứng cụ thể nào cho thấy chương trình có giá trị đối với cộng đồng văn minh của chúng ta." David Goslin trình bày trong văn bản phản biện của AIR.

Những người đề xướng chương trình Star Gate khoác lác rằng qua chừng ấy năm họ cũng đã thu được những kết quả ngoạn mục đáng ăn mừng. Tuy nhiên, giới phê bình kiên định rằng kết quả chính mà việc thấu thị đạt được là những thông tin không thích hợp, vô ích và làm lãng phí tiền thuế của dân; vài kết quả "quan trọng" mà họ thực hiện được thì lại khá mập mờ và quá chung chung, có thể áp dụng cho bất kỳ tình huống nào. Báo cáo của AIR cho rằng "thành công" vang dội của chương trình Star Gate liên quan đến những người thấu thị vốn đã biết trước về các tổ

chức mà họ đang nghiên cứu, nên mới có thể đưa ra những dự đoán có vẻ hợp lý.

Cuối cùng, CIA cũng phải đi đến kết luận rằng chương trình Star Gate không mang lại chút thông tin đặc biệt nào giúp nhân viên của họ định hướng hoạt động tình báo, do đó họ quyết định hủy bỏ chương trình. (Có đồn đoán rằng CIA đã sử dụng những người thấu thị để xác định vị trí của Saddam Hussein trong Chiến tranh vùng Vịnh 1990 — 1991, dù đều không thành công.)

QUÉT NÃO

Cũng trong giai đoạn này, các nhà khoa học bắt đầu có những hiểu biết về cơ chế vật lý chi phối hoạt động của bộ não. Các nhà khoa học thế kỷ 19 ngờ vực rằng những tín hiệu điện lan truyền bên trong bộ não. Năm 1875, Richard Caton phát hiện ra rằng khi gắn các điện cực lên bề mặt da đầu, ta có thể dò được các tín hiệu điện yếu ớt phát ra từ não bộ. Phương pháp này mở đường cho phát minh máy ghi điện não đồ (EEG — electroencephalograph).

Về nguyên tắc, bộ não là một máy truyền tín hiệu, trong đó suy nghĩ của chúng ta được phát ra dưới dạng những tín hiệu điện yếu ớt và các sóng điện từ. Tuy nhiên, sử dụng được các tín hiệu này để đọc suy nghĩ của con người thì còn nhiều khó khăn. Trước hết, các tín hiệu này rất yếu, chỉ khoảng vài miliwatt. Thứ hai, chúng rất hỗn tạp nên khó phân biệt với các tín hiệu làm nhiễu. Thông tin lọc ra từ mớ hỗ lốn này về suy nghĩ của chúng ta là rất thô sơ. Thứ ba, bộ não của chúng ta không có khả năng thu những thông tin tương tự từ bộ não của người khác thông qua các tín hiệu điện não, nói cách khác, chúng ta thiếu một ăng-ten thu sóng. Và cuối cùng, ngay cả khi thu được các tín hiệu yếu ớt này thì chúng ta cũng không thể phục hồi chúng về nguyên bản được. Theo vật lý Newton và Maxwell thông thường thì ngoại cảm sử dụng sóng vô tuyến dường như bất khả thi.

Một số người tin rằng ngoại cảm được một lực thứ năm, là lực "psi", truyền dẫn. Nhưng thậm chí những người theo quan điểm cận tâm lý học cũng phải thừa nhận không có bằng chứng rõ ràng và không thể tái tạo được một lực như vậy.

Nhưng điều này lại mở ra câu hỏi: Liệu có thể sử dụng lý thuyết lượng

tử để mô tả và thực hiện hiện tượng ngoại cảm?

Trong thập niên vừa qua, những thiết bị mới vận dụng vật lý lượng tử đã được phát minh, giúp chúng ta lần đầu tiên trong lịch sử có thể quan sát cách thức mà bộ não suy nghĩ. Dẫn đầu cuộc cách mạng công nghệ lượng tử này là máy chụp cắt lớp sử dụng bức xạ positron PET và máy chụp cộng hưởng từ MRI. Phương pháp chụp PET được tiến hành bằng cách bơm một lượng đường phóng xạ vào máu. Lượng đường này tập trung trong các phần não đang diễn ra quá trình suy nghĩ. Vì suy nghĩ đòi hỏi năng lượng nên nó giúp kích hoạt tính phóng xạ của lượng đường này. Đường phóng xạ phát ra các hạt positron (phản hạt của electron) có thể dò thấy dễ dàng. Như vậy, bằng cách lần theo dấu vết của các hạt phản vật chất được phát ra từ bộ não đang hoạt động, người ta có thể thu được các hình mẫu của suy nghĩ, tách biệt chính xác phần não nào đang có hoạt động gì.

Máy MRI vận hành theo cách tương tự, nhưng chính xác hơn. Đầu người bệnh được đặt trong một từ trường có dạng chiếc bánh vòng lớn. Từ trường khiến hạt nhân của các nguyên tử trong não sắp xếp dọc theo các đường sức từ. Một xung sóng vô tuyến được chiếu vào người bệnh, khiến các hạt nhân nguyên tử này dao động. Khi hạt nhân bị đảo hướng, chúng phát ra một tín hiệu vô tuyến nhỏ nhưng dò được, đánh dấu sự hiện diện của hạt nhân bên trong não. Ví dụ, hoạt động của bộ não gắn liền với quá trình tiêu thụ ôxi nên máy MRI có thể nhận ra động thái suy nghĩ bằng cách tập trung vào sự hiện diện của máu bão hòa ôxi. Nơi nào tập trung càng nhiều máu bão hòa ôxi thì hoạt động thần kinh nơi đó càng mạnh. (Ngày nay "máy MRI chức năng" hay fMRI có thể tập trung vào những vùng não bộ nhỏ cỡ milimét chỉ trong vài tích tắc, khiến nó trở thành thiết bị lý tưởng để lần ra những hình mẫu suy nghĩ của bộ não đang hoạt động.)

MÁY PHÁT HIỆN NÓI DỐI MRI

Với máy MRI, sẽ đến một ngày các nhà khoa học có thể giải mã những nét đại cương của các suy nghĩ trong bộ não. Bài kiểm tra "đọc ý nghĩ" đơn giản nhất là dùng nó để xác định ai đó có nói dối hay không.

Tương truyền, chiếc máy phát hiện nói dối đầu tiên trên thế giới được một giáo sĩ Ấn Độ tạo ra vài thế kỷ trước. Ông cho nghi phạm cùng một "con lừa thần" vào phòng kín, và yêu cầu khi vào phòng, nghi phạm hãy

nắm lấy đuôi con lừa. Nếu con lừa phát ra tiếng kêu thì nghĩa là nghi phạm nói dối. Nếu con lừa vẫn im lặng thì tức là nghi phạm nói thật. (Thật ra, vị giáo sĩ đã bí mật bôi nhọ nồi lên đuôi lừa từ trước.)

Khi được đưa ra khỏi phòng, nghi phạm thường tuyên bố rằng mình vô tội vì con lừa không phát ra tiếng kêu khi mình nắm đuôi nó. Lúc bấy giờ, giáo sĩ sẽ kiểm tra bàn tay nghi phạm. Nếu tay hắn sạch sẽ thì nghĩa là hắn nói dối. (Đôi khi việc dọa dùng máy kiểm tra nói dối còn hiệu quả hơn cả chính chiếc máy ấy.)

"Con lừa thần" đầu tiên trong lịch sử hiện đại được tạo ra vào năm 1913, khi nhà tâm lý học William Marston phân tích thấy huyết áp con người thường tăng khi họ nói dối. (Quan sát này thực ra có nguồn gốc từ thời xưa; khi đó một nghi phạm bị chất vấn trong lúc một điều tra viên nắm tay hắn.) Ý tưởng này nhanh chóng được đón nhận và không lâu sau đó, Bộ Quốc phòng Mỹ đã thành lập Viện Nghiên cứu Nói dối Sử dụng Phương pháp Đo điện tim.

Nhưng sau nhiều năm, người ta ngày càng thấy rõ rằng các thiết bị phát hiện nói dối như vậy có thể bị những kẻ rối loạn nhân cách qua mặt, vì họ vốn chẳng hề ăn năn trước tội ác của mình. Nổi tiếng nhất là trường hợp của điệp viên hai mang Aldrich Ames của CIA — kẻ đã đút túi bộn tiền của Liên Xô do tiết lộ bí mật của hạm đội tàu hạt nhân Mỹ, và gửi cho chính phủ nước này mã số của các điệp viên Mỹ, dẫn đến cái chết của nhiều người. Ames dễ dàng vượt qua hàng loạt bài kiểm tra nói dối của CIA từ năm này qua năm khác. Một trường hợp tương tự là tên giết người hàng loạt Gary Ridgway — kẻ được biết đến với biệt danh Kẻ thủ ác Sông Xanh khét tiếng — đã giết hại 50 phụ nữ.

Năm 2003, Viện Hàn lâm Khoa học Mỹ đã đưa ra một báo cáo gay gắt về độ tin cậy của các thiết bị phát hiện nói dối, liệt kê tất cả các khả năng mà loại thiết bị này có thể bị qua mặt khiến người vô tội bị kết án oan.

Nhưng nếu máy phát hiện nói dối xác định được mức độ lo âu thì liệu nó có thể đo đạc được chính bộ não hay không? Ý tưởng về việc khám phá cách thức hoạt động của bộ não để phát hiện nói dối đã xuất hiện hơn hai thập niên trước khi Peter Rosenfeld thuộc Đại học Northwestern quan sát thấy hình ảnh quét điện não đồ ở thang sóng P300 của một người đang nói dối rất khác so với hình ảnh tương ứng của những người đang nói thực. (Sóng P300 thường được kích thích khi bộ não gặp các vấn đề lạ thường.)

Ý tưởng sử dụng máy quét MRI để nhận biết nói dối là đứa con tinh thần của Daniel Langleben thuộc Đại học Pennsylvania. Năm 1999, ông tình cờ đọc được một bài nghiên cứu rằng trẻ bị hội chứng rối loạn giảm chú ý (ADD) sẽ khó lòng nói dối, nhưng từ kinh nghiệm của mình ông biết điều này là sai; những đứa trẻ này không có vấn đề gì về khả năng nói dối, mà khó khăn thực sự của chúng là kiềm chế nói thật. "Chúng sẽ buột ra những lời nói thật." Langleben cho biết. Ông phỏng đoán rằng để nói dối, trước tiên não phải dừng những ý nghĩ trung thực rồi sau đó mới tạo ra những lời nói dối. "Khi nói dối có chủ đích, ta đồng thời phải giữ sự thật trong đầu mình. Điều này khiến não phải hoạt động nhiều hơn." Nói cách khác, dối trá là một việc khó.

Thông qua những thí nghiệm nói dối với sinh viên của mình, Langleben sớm nhận ra rằng khi nói dối, một vài khu vực não sẽ hoạt động mạnh hơn, như thùy trán (nơi tập trung những suy nghĩ phức tạp), thùy thái dương và hệ viền (nơi diễn ra hoạt động cảm xúc). Đặc biệt, ông chú ý đến hoạt động bất thường trong vùng não hồi đai phía trước (khu vực gắn liền với hoạt động giải quyết các xung đột và kiềm chế các phản ứng).

Ông tuyên bố chắc nịch rằng phương pháp của mình thành công đến 99% trong các thí nghiệm xác định nói dối có kiểm soát (trong thí nghiệm, ông yêu cầu các sinh viên nói dối về những lá bài trong tay họ).

Mối quan tâm dành cho công nghệ này trở nên rõ ràng khi hai dự án thương mại được khởi động, cung cấp cho công chúng dịch vụ xác định nói dối. Năm 2007, công ty No Lie MRI đã nhận vụ đầu tiên, trong đó một người kiện công ty bảo hiểm vì bị công ty này cho là cố tình đốt tiệm ăn của mình. (Máy fMRI đã cho thấy anh ta không chủ đích gây ra vụ hỏa hoạn.)

Những người khởi xướng công nghệ Langleben tuyên bố kỹ thuật của họ đáng tin cậy hơn nhiều so với máy phát hiện nói dối kiểu cũ, vì việc thay đổi hình trạng của bộ não vượt quá khả năng của con người. Con người có thể rèn luyện để điều khiển nhịp tim và việc tiết mồ hôi, nhưng không thể điều khiển hình trạng của bộ não. Những người khởi xướng tự tin rằng trong thời đại khủng bố gia tăng như hiện nay, công nghệ Langleben có thể cứu mạng nhiều người nhờ sớm phát hiện ra những tên khủng bố.

Dù thừa nhận công nghệ này có tỷ lệ thành công khá cao trong việc

nhận biết nói dối, nhưng giới phê bình cũng chỉ ra rằng máy fMRI không thực sự phát hiện nói dối mà chỉ xác định các hoạt động tăng cường của bộ não khi người ta nói dối. Thiết bị này có thể cho kết quả sai lệch, chẳng hạn như khi một người nói thật nhưng lại đang trong trạng thái lo âu cao độ. Máy fMRI chỉ dò thấy cảm giác lo âu chứ không thực sự cho thấy người đó có đang nói dối hay không. "Người ta khát khao đến khó tin việc được sở hữu những công cụ có thể tách biệt sự thật khỏi những điều dối trá, khoa học phải chịu trách nhiệm cho việc này." Nhà sinh học thần kinh Steven Hyman thuộc Đại học Harvard cảnh báo.

Một số nhà phê bình lại lo ngại rằng cũng giống như khả năng ngoại cảm, máy phát hiện nói dối có thể khiến các tương tác xã hội thông thường trở nên căng thẳng, bởi đôi khi nói dối giúp xã hội vận hành trơn tru hơn. Chẳng hạn, uy tín của chúng ta có thể bị lung lay nếu tất cả những lời khen tặng mà chúng ta dành cho ông chủ, cấp trên, vợ hoặc chồng, người yêu hay đồng nghiệp, bị phơi bày ra là toàn những lời dối trá. Thậm chí, máy phát hiện nói dối còn có thể tiết lộ những bí mật gia đình, cảm xúc thầm kín, mộng tưởng bị kìm nén và cả các kế hoạch bí mật. Như lời của cây bút chuyên viết về khoa học David Jones, một thiết bị phát hiện nói dối thực sự "giống như một quả bom nguyên tử, tốt nhất nên được dự trữ như một vũ khí tối thượng. Nếu thiết bị này lọt ra ngoài phòng xử án, nó sẽ khiến đời sống xã hội bị đảo lộn toàn diện."

MÁY CHUYỂN NGỮ ĐA NĂNG

Một số người có lý khi chỉ trích việc quét não vì ngay cả những bức ảnh đẹp nhất chụp bộ não đang suy nghĩ cũng vẫn quá thô sơ để có thể đo lường những ý nghĩ đơn lẻ và tách biệt. Hàng triệu neuron có thể hoạt động cùng lúc khi chúng ta thực hiện một thao tác thần kinh đơn giản nhất nhưng máy fMRI chỉ hiển thị nó là một chấm nhỏ trên màn hình. Một nhà tâm lý học từng so sánh việc quét não với việc cố gắng lắng nghe lời nói của người ngồi cạnh khi cả hai cùng xem một trận cầu sôi động. Âm thanh của hai người sẽ bị tiếng ồn của hàng ngàn khán giả khác át đi mất. Ví dụ, đoạn não nhỏ nhất mà máy fMRI có thể phân tích với độ tin cậy cao là "voxel", nhưng mỗi voxel lại tương ứng với vài triệu neuron, vì vậy độ nhạy của một máy fMRI không đủ để cô lập từng ý nghĩ riêng biệt.

Khoa học viễn tưởng đôi khi sử dụng "máy chuyển ngữ đa năng" — là thiết bị có thể đọc ý nghĩ của một người rồi chiếu trực tiếp những ý nghĩ này vào đầu người khác. Trong một số tiểu thuyết khoa học viễn tưởng, người ngoài hành tinh lại có khả năng ngoại cảm để áp đặt suy nghĩ vào trí não chúng ta, mặc dù họ không hiểu được ngôn ngữ của con người. Trong bộ phim khoa học viễn tưởng năm 1976 mang tên *Future World* (Thế giới tương lai), giấc mơ của một người phụ nữ được chiếu lên màn hình tivi trong thời gian thực. Còn trong bộ phim *Eternal Sunshine of the Spotlees Mind* (Ánh dương vĩnh cửu của một tâm hồn thuần khiết) được sản xuất năm 2004 của Jim Carrey, các bác sĩ xác định được vị trí của những ký ức đau buồn và xóa chúng đi.

"Đó là điều kỳ diệu mà bất cứ ai làm việc trong lĩnh vực này cũng mong muốn." Nhà khoa học thần kinh John Haynes thuộc Viện Max Planck tại Leipzig, Đức cho biết. "Nhưng muốn chế tạo một thiết bị như vậy, bạn phải ghi nhận được thông tin từ một neuron thần kinh đơn lẻ"

Vì việc dò bắt các tín hiệu từ một neuron đơn lẻ vượt quá tầm truy vấn hiện nay của chúng ta, một số nhà tâm lý học đã cố gắng làm theo cách đơn giản hơn: giảm nhiễu và cô lập các hình mẫu fMRI mà những cá thể tạo ra. Chẳng hạn, chúng ta có thể nhận ra các hình mẫu fMRI do các từ riêng lẻ tạo ra, sau đó xây dựng một "bộ từ điển ý nghĩ".

Ví dụ, nhà nghiên cứu Marcel A. Just thuộc Đại học Carnegie-Mellon đã có thể nhận ra các hình mẫu fMRI do một nhóm nhỏ vật thể được chọn lựa tạo ra (cụ thể là bộ dụng cụ làm mộc). "Chúng tôi có 12 dụng cụ và có thể xác định chính xác từ 80 đến 90% cái nào trong số chúng đang được những người tham gia thí nghiệm nghĩ đến." Ông cho biết.

Đồng nghiệp của ông là nhà khoa học máy tính Tom Mitchell đang sử dụng công nghệ vi tính, như các mạng neuron, để nhận ra mối liên hệ giữa các hình mẫu phức tạp của bộ não mà máy fMRI dò ra và việc thực hiện các thí nghiệm xác định. "Một thí nghiệm mà tôi rất thích là tìm ra những từ ngữ khiến hoạt động của bộ não thể hiện rõ rệt nhất." Ông cho biết thêm.

Nhưng ngay cả khi chúng ta tạo ra được một bộ từ điển ý nghĩ thì việc chế tạo một "máy chuyển ngữ đa năng" cũng vẫn còn xa vời. Không giống như máy chuyển ngữ đa năng có thể truyền trực tiếp suy nghĩ của người khác vào trí não chúng ta, máy chuyển ngữ thần kinh fMRI sẽ trải qua nhiều bước phức tạp: đầu tiên là nhận ra những hình mẫu fMRI nhất định,

kế đến là chuyển đổi chúng thành các từ, sau đó mới phát chúng đến chủ thể. Như vậy, thiết bị này không thể tương tự với kiểu "chia sẻ suy nghĩ" trong phim *Star Trek* được (nhưng nó sẽ rất hữu ích với những người bị đột quỵ).

MÁY QUÉT MRI CẦM TAY

Một chướng ngại khác để đưa việc ngoại cảm vào thực tiễn lại nằm ở kích thước của máy fMRI. Nó là một cỗ máy khổng lồ có giá vài triệu đô-la, nặng hàng tấn và chiếm trọn cả căn phòng. Trái tim của máy MRI là một nam châm lớn có dạng chiếc bánh vòng, với đường kính vài mét, có thể tạo ra một từ trường khổng lồ có cường độ lên đến vài tesla. (Từ trường này mạnh đến nỗi có thể thổi bay những chiếc búa và các dụng cụ kim loại khác đặt trong phòng, khi nó vô tình được khởi động, gây tổn thương nghiêm trọng cho nhân viên vận hành.)

Gần đây, hai nhà vật lý Igor Savukov và Michael Romalis thuộc Đại học Princeton đã đề xuất một công nghệ mới có thể sẽ tạo ra một chiếc máy MRI cầm tay thực sự, giảm giá thành chiếc máy fMRI hàng trăm lần. Họ cho rằng có thể thay thế nam châm khổng lồ trong máy MRI bằng các từ kế nguyên tử siêu nhạy, có khả năng dò được các từ trường rất nhỏ.

Đầu tiên, Savukov và Romalis tạo ra một cảm biến từ trường từ hơi kali nóng lơ lửng trong khí heli. Khi đó, họ sử dụng ánh sáng laser để định hướng spin cho các electron trong nguyên tử kali. Tiếp theo, họ đặt một mẫu nước (tượng trưng cho cơ thể con người) vào trong một từ trường yếu. Sau đó, họ chiếu một xung sóng vô tuyến vào mẫu nước này, khiến các phân tử nước trong mẫu bắt đầu dao động. "Tiếng vọng" phát ra từ các phần tử nước đang dao động khiến các electron của nguyên tử kali dao động theo — một chùm laser thứ hai có thể dò thấy dao động này. Từ đây, họ thu được kết quả quan trọng: ngay cả một từ trường yếu cũng có thể tạo ra "tiếng vọng" mà các cảm biến bắt được. Chúng không chỉ thay thế được từ trường lớn khủng khiếp của máy MRI thông thường bằng một từ trường yếu mà còn chụp được ảnh ngay tức thì (trong khi máy MRI phải mất đến 20 phút).

Về lý thuyết, những chiếc máy cầm tay này có thể tạo ra các bức ảnh MRI dễ dàng như khi chụp ảnh kỹ thuật số thông thường. (Tuy nhiên, vẫn

có những khó khăn ở đây. Một trong số đó là việc bao bọc chủ thể và chiếc máy để tránh tác động của các từ trường rải rác bên ngoài.)

Nếu máy MRI cầm tay được chế tạo, nó có thể kết nối với một máy tính nhỏ chứa phần mềm giúp giải mã các từ khóa hay các câu. Một thiết bị như vậy không thể so với các thiết bị ngoại cảm trong khoa học viễn tưởng về mức độ tinh vi nhưng lại thực tế hơn nhiều.

BỘ NÃO NHƯ MỘT MẠNG NEURON

Nhưng liệu máy MRI trong tương lai có thể đọc được suy nghĩ chính xác từng từ, từng hình ảnh, giống một thiết bị ngoại cảm hay không? Điều này chưa thật sự rõ ràng. Một số người cho rằng máy MRI chỉ có thể giải mã được những nét chung chung của ý nghĩ và bộ não không phải là một cái máy tính. Trong máy tính kỹ thuật số, các phép tính được khu biệt và tuân theo một bộ quy tắc rất chặt chẽ. Nó tuân theo các định luật của "cỗ máy Turing" — một cỗ máy chứa một đơn vị xử lý trung tâm (CPU), bộ phận nhập liệu và bộ phận trích xuất dữ liệu đầu ra. Bộ phận xử lý trung tâm (như chip Pentium) thực hiện một tập thao tác nhập và xuất dữ liệu, do đó "việc suy nghĩ" của máy tính này diễn ra bên trong CPU.

Tuy nhiên, bộ não của chúng ta không phải là một chiếc máy tính kỹ thuật số. Não chúng ta không chứa chip Pentium, không có CPU, không cài hệ điều hành Windows và cũng không có các thủ tục con. Nếu ta gỡ đi một transistor trong CPU của máy tính, chiếc máy sẽ gần như không thể hoạt động được. Nhưng ở con người lại khác; người ta đã ghi nhận nhiều trường hợp một nửa bộ não gặp tổn thương nhưng nửa còn lại vẫn hoạt động bình thường.

Bộ não người thực ra giống như một cái máy học, một "mạng neuron", có khả năng tự tái cấu trúc sau khi học được một tác vụ mới. Các nghiên cứu MRI xác nhận rằng những suy nghĩ diễn ra trong não bộ không khu biệt tại một khu vực nhỏ giống như ở máy Turing, mà trải rộng trên nhiều phần của bộ não — đây lại là một đặc điểm của mạng neuron. Những ảnh quét MRI cho thấy suy nghĩ thực ra giống như trò bóng bàn, với nhiều phần chớp nháy liên tục khi các xung điện truyền qua lại quanh bộ não.

Vì suy nghĩ quá phân tán và nằm rải rác trong nhiều phần của bộ não nên có lẽ điều tốt nhất mà các nhà khoa học có thể làm là biên soạn một bộ

từ điển ý nghĩ, tức là thiết lập các tương ứng một-một giữa những suy nghĩ xác định và các hình mẫu điện não đồ hoặc MRI đặc biệt. Chẳng hạn, kỹ sư y sinh người Áo Gert Pfurtscheller đã "huấn luyện" cho một chiếc máy vi tính để nó nhận ra những hình mẫu não đặc trưng và các suy nghĩ tương ứng bằng cách tập trung vào miền sóng μ trong điện não đồ. Rõ ràng, các sóng μ xuất hiện liên quan tới ý định vận động một nhóm cơ xác định. Ông yêu cầu các bệnh nhân nhấc một ngón tay, cười hoặc nhăn nhó, khi đó máy tính sẽ ghi nhận các sóng μ vừa được kích hoạt. Mỗi lần người bệnh vận động thần kinh, máy tính sẽ cẩn thận phân đoạn các hình mẫu sóng μ. Quá trình này khá khó khăn và nhàm chán vì ta phải cẩn thận loại bỏ các sóng không phù hợp. Mặc dù vậy, Pfurtscheller vẫn thu được những tương ứng đáng kinh ngạc giữa các chuyển động đơn giản và những hình mẫu xác định của bộ não.

Qua thời gian, nỗ lực này kết hợp với các kết quả quét MRI có thể giúp tạo ra một "từ điển" thông minh về ý nghĩ. Bằng cách phân tích những hình mẫu xác định trên một bức điện não đồ hoặc một ảnh quét MRI, máy tính có thể nhận ra những hình mẫu này và cho biết bệnh nhân đang nghĩ gì, ít nhất là những thông tin khái lược. Cách "đọc ý nghĩ" như vậy sẽ thiết lập tương ứng một-một giữa các sóng μ đặc trưng và các ảnh quét MRI với những suy nghĩ cụ thể, nhưng người ta cũng nghi ngờ việc từ điển này chỉ ra được đích xác một số từ đặc trưng trong suy nghĩ của chúng ta.

TRUYỀN Ý NGHĨ

Nếu đến một ngày chúng ta có thể đọc được những nét khái quát trong suy nghĩ của người khác, liệu khi đó ta có khả năng thực hiện được điều ngược lại, là chiếu suy nghĩ của ta vào đầu họ? Về mặt định tính, câu trả lời dường như là có. Sóng vô tuyến có thể được chiếu trực tiếp vào trong bộ não để kích thích những khu vực não điều khiển một số chức năng cụ thể.

Hướng nghiên cứu này bắt đầu vào những năm 1950, khi nhà phẫu thuật thần kinh Wilder Penfield thực hiện mổ não cho một bệnh nhân động kinh. Ông nhận thấy khi kích thích một số khu vực thuộc thùy thái dương bằng các điện cực, bệnh nhân bắt đầu nghe thấy các âm thanh và nhìn thấy những hình ảnh ma quỷ. Các nhà tâm lý học biết rằng các tổn thương não gây ra chứng động kinh có thể khiến người bệnh có cảm giác các thế lực

siêu nhiên đang hoạt động và thấy các thiên thần hay ác quỷ điều khiển những sự kiện quanh mình. (Một số nhà tâm lý học thậm chí còn đưa ra giả thiết rằng các kích thích ở những khu vực này có thể dẫn đến những trải nghiệm huyền bí, tạo nền tảng cho nhiều đức tin tôn giáo. Một số cho rằng Joan of Arc, nữ anh hùng đã đưa quân Pháp đến thắng lợi trong cuộc chiến với người Anh, có thể đã chịu những thương tổn tương tự do một cú đánh vào đầu.)

Dựa trên những phỏng đoán này, nhà khoa học thần kinh Michael Persinger ở Sudbury, Ontario (Canada) đã chế tạo một chiếc mũ gắn dây đặc biệt, được thiết kế để chiếu các chùm sóng vô tuyến vào não, nhằm khơi gợi các cảm xúc và ý nghĩ đặc trưng như cảm giác tôn giáo. Giới khoa học thần kinh biết rằng một tổn thương ở thùy thái dương trái có thể khiến phần não này trở nên mất phương hướng và bộ não có thể biện giải rằng các hoạt động ở bán cầu não phải đến từ một "bản sao" khác. Tổn thương này có thể gây ra ảo giác là có một linh hồn trong căn phòng, vì bộ não không nhận thức được sự hiện diện này thực ra chỉ là phần khác của chính nó. Tùy thuộc vào đức tin mà người bệnh có thể giải thích "linh hồn" này là quỷ dữ, thiên thần, thế lực ngoài Trái Đất hay thậm chí là Chúa.

Trong tương lai, người ta có thể chiếu các tín hiệu điện từ lên những phần não cụ thể điều khiển những chức năng riêng biệt. Bằng cách chiếu những tín hiệu này lên hạch hạnh nhân, người ta có thể khơi gợi những cảm xúc nhất định. Còn khi kích thích các vùng não khác, người ta lại có thể gợi lên những ảo ảnh và suy nghĩ. Tuy nhiên hướng nghiên cứu này mới chỉ ở giai đoạn sơ khởi.

LẬP BẢN ĐỒ BỘ NÃO

Một số nhà khoa học chủ trương ủng hộ "chương trình lập bản đồ neuron", giống như Chương trình Lập sơ đồ Gen người, trong đó liệt kê tất cả các gen trong bộ gen của con người. Chương trình lập bản đồ neuron sẽ xác định vị trí của mỗi neuron đơn lẻ trong bộ não và tạo thành một sơ đồ ba chiều cho thấy kết nối giữa chúng. Đây là một chương trình đồ sộ thực sự vì có đến hơn 100 tỷ neuron trong não bộ, mỗi neuron lại liên kết với hàng ngàn neuron khác. Nếu chương trình này được hoàn tất, chúng ta sẽ có thể hình dung ra cách một ý nghĩ nhất định kích thích các neuron liên kết với

nó. Kết hợp với từ điển ý nghĩ được xây dựng bằng kỹ thuật quét MRI và các sóng điện não đồ, chúng ta sẽ có khả năng giải mã cấu trúc neuron của những ý nghĩ nhất định. Từ đó xác định được những từ ngữ hoặc hình ảnh thần kinh tương ứng với các neuron đang được kích hoạt. Nhờ vậy, chúng ta thu được tương ứng một-một giữa một ý nghĩ nhất định và biểu diễn MRI của nó với các neuron đã kích hoạt quá trình tạo ra ý nghĩ này trong não bộ.

Một bước tiến nhỏ theo hướng này được thể hiện trong thông báo vào năm 2006 của Viện Khoa học về Não Allen (do nhà đồng sáng lập Microsoft Paul Allen thành lập). Thông báo này cho biết họ có thể tạo ra một bản đồ ba chiều về các gen bên trong bộ não chuột, biểu diễn chi tiết 21.000 gen ở cấp độ tế bào. Họ hy vọng có thể tiếp tục quá trình này để tạo ra bản đồ tương tự cho bộ não người. Marc Tessier-Lavigne, chủ tịch Viện nhận định: "Việc hoàn thành Bản đồ Não Allen là bước tiến khổng lồ hướng đến một trong những điểm giới hạn lớn nhất của y khoa, đó là bộ não người." Bản đồ này tối cần thiết cho việc phân tích các liên kết neuron bên trong bộ não người, mặc dù Bản đồ Não vẫn còn khá xa mới có thể trở thành một chương trình lập bản đồ neuron thực sự. Tóm lại, khả năng ngoại cảm tự nhiên, thường thấy trong khoa học viễn tưởng, là bất khả thi ở thời điểm hiện tại. Ảnh quét MRI và điện não đồ có thể dùng để đọc chỉ những ý nghĩ đơn giản nhất của chúng ta, vì suy nghĩ trải rộng trên toàn bộ não theo những cách phức tạp. Nhưng công nghệ này sẽ tiến bộ tới đâu trong vài thập niên hay cả thế kỷ tới? Một điều chắc chắn là khả năng của khoa học trong việc lần theo quá trình suy nghĩ đang phát triển chóng mặt. Khi độ nhạy của máy MRI và các thiết bị khác tăng lên, khoa học sẽ xác định được ngày càng chính xác cách bộ não thực hiện các suy nghĩ và biểu hiện cảm xúc. Với các máy tính ngày càng mạnh mẽ, ta có thể phân tích lượng dữ liệu khổng lồ này ngày một chính xác. Một bộ từ điển ý nghĩ có thể phân loại một lượng lớn các hình mẫu của ý nghĩ, trong đó các hình mẫu ý nghĩ khác nhau hiện ra trên máy MRI sẽ tương ứng với những ý nghĩ hay cảm xúc khác nhau. Dù có lẽ một bảng kê đầy đủ các tương ứng một-một giữa hình ảnh MRI và suy nghĩ là điều không bao giờ thành hiện thực, nhưng một từ điển ý nghĩ có thể nhận ra chính xác các ý nghĩ chung chung về một số chủ đề nào đó. Những hình ảnh MRI về ý nghĩ lại có thể bổ sung cho một bản đồ neuron có khả năng cho biết chính xác những

neuron nào đang được kích hoạt để tạo ra một ý nghĩ cụ thể trong não.

Nhưng vì bộ não không phải là một chiếc máy tính mà là một mạng neuron, trong đó các suy nghĩ trải ra trên toàn bộ não, nên chúng ta vấp phải chướng ngại cuối cùng: chính bản thân bộ não. Nên mặc dù khoa học sẽ thăm dò ngày càng sâu vào bộ não đang suy nghĩ, và từ đó giải mã một số quá trình suy nghĩ của chúng ta, nhưng ta cũng sẽ không thể "đọc được suy nghĩ" với độ chính xác cao như khoa học viễn tưởng hứa hẹn. Vì lý do này, tôi xin xếp khả năng đọc được những cảm giác và hình mẫu suy nghĩ chung chung vào nhóm Bất khả thi loại I. Khả năng khám phá sâu hơn về cơ chế vận hành bên trong bộ não được đưa vào nhóm Bất khả thi loại II.

Nhưng có lẽ vẫn có cách trực tiếp hơn để chạm tới sức mạnh to lớn của bộ não. Thay vì sử dụng sóng vô tuyến, vốn quá yếu và dễ tiêu tán, liệu chúng ta có thể tác động trực tiếp lên các neutron trong não được không? Nếu làm được điều này, chúng ta có thể giải phóng một sức mạnh thậm chí còn lớn hơn nữa, đó là viễn di.

6: VIỄN DI

Một sự thật khoa học mới không chiến thắng nhờ thuyết phục đối thủ và khiến họ nghiệm ra chân lý, mà vì các đối thủ đó tàn lụi để một thế hệ mới lớn lên và quen với sự thật mới này.
— MAX PLANCK

Chỉ kẻ ngốc mới có đặc quyền thốt lên những sự thật mà không một ai khác sẽ nói ra.
— SHAKESPEARE

Một hôm, các vị thần gặp nhau trên thiên đàng và phàn nàn về tình cảnh đáng thương của loài người. Họ ghê tởm sự vô dụng, ngờ nghệch và ngu xuẩn của chúng ta. Nhưng một vị thần đã rủ lòng thương và quyết định thử ban cho một người rất đỗi bình thường sức mạnh vô hạn. Họ thắc mắc không biết anh sẽ hành xử thế nào khi có khả năng như một vị thần.

Thế là anh chàng George Fotheringay, một người bán kim chỉ bình thường, bỗng thấy mình có những khả năng thần thánh. Anh có thể khiến những cây nến trôi bồng bềnh trên không, làm đổi màu nước, tạo ra những bữa ăn thịnh soạn và thậm chí tạo ra kim cương. Ban đầu anh dùng sức mạnh để tiêu khiển và làm vài việc có ích. Nhưng sự kiêu căng và thèm khát sức mạnh đã lấn át lí trí và biến anh thành kẻ bạo ngược thèm khát quyền lực, muốn có nhiều đền đài và sự giàu có không thể tin nổi. Say men quyền lực, anh đã phạm một sai lầm chết người. Anh ngạo mạn ra lệnh cho Trái Đất ngừng quay. Cảnh tượng đột ngột trở nên hỗn loạn không tưởng tượng nổi khi những luồng gió khủng khiếp thổi bay mọi thứ trên mặt đất vào không trung với tốc độ ngang với tốc độ quay của Trái Đất. Loài người bị quét sạch vào không gian. Trong cơn tuyệt vọng, anh thực hiện mong muốn cuối cùng của mình: biến mọi thứ trở lại như cũ.

Đây là mạch chính của bộ phim *The Man Who Could Work Miracles* (Người đàn ông có thể tạo ra phép màu) (1936), dựa trên truyện ngắn cùng

tên được H. G. Wells viết năm 1911. (Câu chuyện này được dựng lại trong bộ phim *Bruce Almighty* (Bruce Toàn năng) do Jim Carrey đóng vai chính.) Trong tất cả những sức mạnh liên quan tới giác quan thứ sáu, viễn di — hay khả năng điều khiển các vật bằng ý nghĩ là sức mạnh khủng khiếp nhất mà có lẽ chỉ các vị thần mới sở hữu. Thông điệp mà Wells gửi gắm trong truyện ngắn này là để kiểm soát sức mạnh thần thánh ta cần có cả lương tri và sự minh triết thần thánh.

Viễn di xuất hiện nổi bật trong văn chương, đặc biệt là trong vở kịch *The Tempest* (Dông tố) của Shakespeare, trong đó phù thủy Prospero cùng con gái Miranda và tiên nữ Ariel bị mắc kẹt nhiều năm trên một hoang đảo do sự phản bội của người em trai xấu xa. Khi Prospero biết kẻ này đang đi thuyền gần đó, ông trả thù bằng cách sử dụng sức mạnh viễn di hiệu triệu một cơn bão khủng khiếp đánh dạt con thuyền vào hòn đảo. Sau đó, Prospero tiếp tục sử dụng sức mạnh viễn di để định đoạt số phận của những người sống sót tội nghiệp, trong đó có Ferdinand, một chàng trai bảnh bao và hiền lành, được Prospero sắp đặt để kết duyên với Miranda.

(Văn hào Nga Vladimir Nabokov đã chỉ ra rằng *Dông tố* mang nhiều nét tương đồng với một câu chuyện khoa học viễn tưởng. Thực tế, khoảng 350 năm sau khi được viết ra, vở kịch này được xây dựng lại trong một truyện khoa học viễn tưởng *Forbidden Planet* (Hành tinh bị lãng quên), trong đó Prospero trở thành nhà khoa học nhiều suy tư Morbius, tiên nữ trở thành robot Robby, Miranda trở thành cô con gái Altaira của Morbius và hoang đảo là hành tinh Altair-4. Gene Roddenberry, nhà sản xuất loạt phim *Star Trek* cho biết *Hành tinh bị lãng quên* là một trong những tác phẩm đã truyền cảm hứng cho ông.) Gần đây hơn, viễn di trở thành ý tưởng chính trong tiểu thuyết *Carrie* (1974) của nhà văn Stephen King, đưa ông từ một cây bút vô danh và nghèo khó trở thành tiểu thuyết gia kinh dị hàng đầu thế giới. Carrie là một nữ sinh trung học đáng thương với tính cách nhút nhát. Cô bị khinh miệt và thường bị người mẹ tâm thần đuổi đánh. Niềm an ủi duy nhất của cô là khả năng viễn di được di truyền. Trong phân cảnh cuối cùng, những kẻ hành hạ cô đã lừa để cô nghĩ mình là nữ hoàng của buổi dạ hội, sau đó rưới tiết lợn lên bộ đầm mới của cô. Để trả thù, Carrie đã dùng suy nghĩ khóa tất cả các cửa ra vào, giật điện những kẻ đã miệt thị mình, đốt cháy ngôi trường và phát ra một cơn bão lửa thiêu rụi mọi thứ xung quanh cùng chính cô trong đó.

Chủ đề viễn di nằm trong tay một kẻ tâm thần bất ổn cũng là nền tảng cho phần phim đáng nhớ "Charlie X" của *Star Trek,* kể về một chàng trai có tâm thần không ổn định đang ở một thuộc địa xa xôi trong không gian. Thay vì sử dụng sức mạnh viễn di làm điều tốt, hắn dùng nó để điều khiển người khác bắt họ thực hiện những mong muốn của mình. Nếu chiếm được tàu *Enterprise* và đến Trái Đất, hắn có thể sử dụng năng lực có sức tàn phá khủng khiếp để hủy diệt hành tinh này.

Viễn di là sức mạnh của Thần Lực — được sử dụng bởi các thần linh được gọi là kỵ sĩ Jedi trong loạt phim *Chiến tranh giữa các vì sao*.

VIỄN DI VÀ THẾ GIỚI THỰC

Có lẽ cuộc đụng độ nổi tiếng nhất trong lĩnh vực viễn di ở đời thực diễn ra trong chương trình của Johnny Carson vào năm 1973. Đây là cuộc chạm trán kinh điển giữa nhà ngoại cảm Uri Geller người Israel tự cho là có khả năng bẻ cong thìa bằng sức mạnh ý nghĩ và Randi Ảo diệu — một ảo thuật gia chuyên nghiệp có nghề tay trái là vạch trần những kẻ tự xưng có khả năng ngoại cảm. (Điều kỳ quặc ở đây là cả ba người đều có chung một quá khứ: tất cả đều bắt đầu sự nghiệp là ảo thuật gia và sở hữu những ngón nghề ảo thuật điêu luyện làm khán giả sững sờ.)

Trước khi Geller xuất hiện, Randi đã hội ý với Carson và đề nghị Carson chuẩn bị sẵn vài chiếc thìa đã được kiểm tra kỹ trước buổi trình diễn. Trên sân khấu, Carson khiến Geller bất ngờ khi đề nghị Geller bẻ gãy những cái thìa do ông cung cấp thay vì mớ thìa mà Geller chuẩn bị sẵn. Bối rối tột độ, Geller không thể bẻ gãy những cái thìa không phải của mình. (Sau này, Randi xuất hiện trong chương trình của Johnny Carson và biểu diễn thành công trò bẻ thìa, nhưng ông khéo léo nói rằng ngón nghề của ông chỉ thuần túy là ảo thuật chứ không phải kết quả của việc sử dụng sức mạnh tinh thần.)

Randi Ảo diệu đã treo thưởng 1 triệu đô-la cho ai có thể chứng minh sức mạnh tâm linh. Cho đến nay, vẫn chưa có ai vượt qua được thử thách một triệu đô-la này.

VIỄN DI VÀ KHOA HỌC

Việc phân tích khả năng viễn di trên phương diện khoa học có một vấn đề là các nhà khoa học dễ dàng bị những người tự nhận có khả năng tâm linh qua mặt. Các nhà khoa học được rèn luyện để tin vào những thứ họ nhìn thấy trong phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, các ảo thuật gia tuyên bố có khả năng tâm linh lại được huấn luyện để lừa gạt người khác bằng cách đánh lừa cảm quan thông thường. Kết quả là các nhà khoa học thường quan sát kém cỏi về những hiện tượng tâm linh. Ví dụ, năm 1982, các nhà cận tâm lý học được mời đến để phân tích khả năng của Michael Edwards và Steve Shaw — hai anh chàng được cho là có những năng khiếu lạ thường. Họ tuyên bố có thể bẻ cong kim loại, tạo ra hình ảnh trên các tấm phim bằng suy nghĩ, sử dụng khả năng viễn di để di chuyển đồ vật và đọc ý nghĩ của người khác. Nhà cận tâm lý học Michael Thalbourne ấn tượng với điều này đến độ ông đã phát minh ra thuật ngữ "viễn di gia" (psychokinete) để gọi hai anh chàng này. Các nhà cận tâm lý học tại Phòng Thí nghiệm Nghiên cứu Tâm linh McDonnell ở St. Louis, bang Missouri (Mỹ), kinh ngạc trước khả năng họ, tin rằng mình có những bằng chứng xác thực về khả năng tâm linh của hai người và bắt đầu viết một bài nghiên cứu khoa học về họ. Năm sau đó, hai anh chàng đã công khai rằng khả năng của họ là giả và "năng lực" của họ là những thủ thuật ảo thuật thông thường chứ chẳng phải sức mạnh siêu nhiên nào. (Steve Shaw sau này trở thành ảo thuật gia trứ danh, thường xuất hiện trên truyền hình Mỹ với màn diễn "chôn sống" trong nhiều ngày trời.)

Nhiều thí nghiệm mở rộng về viễn di đã được thực hiện tại Viện Rhine thuộc Đại học Duke trong điều kiện có kiểm soát, nhưng kết quả thu được không rõ ràng. Người tiên phong trong lĩnh vực này là giáo sư Gertrude Schmeidler, đồng nghiệp của tôi tại Đại học Thành phố New York. Nguyên là biên tập viên của tạp chí *Cận tâm lý học* và là cựu chủ tịch của Hiệp hội Cận tâm lý học, bà rất ấn tượng với giác quan thứ sáu và đã thực hiện nhiều nghiên cứu trên các sinh viên của mình. Bà thường lui tới những bữa tiệc có nhiều nhà tâm linh nổi tiếng tham gia để xem họ biểu diễn các thủ thuật tâm linh trước đám đông khách mời, nhằm bổ sung thêm chủ đề vào các thí nghiệm. Nhưng sau khi phân tích hàng trăm sinh viên cùng ghi nhận từ các nhà thần kinh và tâm lý học, bà từng giãi bày với tôi rằng bà không thể tìm thấy một ai có khả năng thực hiện kỳ công viễn di trong điều kiện có kiểm soát.

Bà từng rải khắp phòng các nhiệt kế tí hon để đo sự thay đổi nhiệt độ dù là nhỏ hơn 1 độ trong phòng. Sau những nỗ lực đầy căng thẳng, một nhà thần kinh học có thể làm tăng nhiệt độ của một nhiệt kế lên 1/10 độ. Schmeidler tự hào rằng mình có thể thực hiện thí nghiệm này dưới các điều kiện ngặt nghèo. Nhưng còn lâu người ta mới có thể di chuyển các vật có kích thước lớn nhờ ra lệnh bằng ý nghĩ.

Một trong những nghiên cứu nghiêm túc nhất nhưng cũng gây tranh cãi nhiều nhất được thực hiện tại Chương trình Nghiên cứu về những Kỹ nghệ Dị thường Princeton PEAR do Robert G. Jahn thành lập vào năm 1979 khi đang làm chủ nhiệm khoa Khoa học ứng dụng và Kỹ nghệ. Các kỹ sư tại đây tìm hiểu xem liệu việc chỉ dùng suy nghĩ có thể ảnh hưởng tới kết quả của các sự kiện ngẫu nhiên hay không. Ví dụ, chúng ta đều biết rằng khi tung một đồng xu, sẽ có 50% khả năng thu được mặt sấp hoặc mặt ngửa. Nhưng các nhà khoa học ở PEAR cho rằng suy nghĩ của con người có thể ảnh hưởng đến kết quả của những sự kiện ngẫu nhiên như vậy. Trải qua suốt 20 năm cho đến khi chương trình khép lại vào năm 2007, các kỹ sư ở đây đã thực hiện hàng ngàn thí nghiệm, bao gồm hơn 1,7 triệu lần thử nghiệm và 340 triệu lượt tung đồng xu. Kết quả thu được dường như cho thấy ảnh hưởng của viễn di là có tồn tại nhưng rất nhỏ, chưa tới vài phần mười ngàn khi tính trung bình. Nhưng ngay cả những kết quả nghèo nàn đó cũng bị những nhà khoa học khác bác bỏ vì cho rằng những nghiên cứu này có những sai lệch tinh vi, bị che giấu trong dữ liệu.

(Năm 1988, Quân đội Mỹ đã đề nghị Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia xác thực những tuyên bố về các dị năng. Họ mong muốn tìm kiếm bất cứ thứ gì tạo lợi thế cho binh lính của mình, bao gồm cả sức mạnh tâm linh. Báo cáo của Hội đồng nghiên cứu việc tạo ra một đội quân giả định có tên gọi là "Tiểu đoàn Trái Đất đầu tiên", gồm những "chiến binh pháp tăng" có khả năng làm chủ hầu hết các kỹ thuật được Hội đồng xem xét, gồm khả năng sử dụng giác quan thứ sáu, xuất hồn theo ý muốn, bay, chữa bệnh bằng suy nghĩ và đi xuyên tường. Khi nghiên cứu các tuyên bố của PEAR, Hội đồng nhận thấy *một nửa* các thử nghiệm thành công của họ có nguồn gốc từ một cá nhân duy nhất. Một số nhà phê bình tin rằng đây là người đã trực tiếp tiến hành các thí nghiệm hoặc viết chương trình máy tính cho PEAR. "Cá nhân tôi cho rằng, nếu người vận hành phòng thí nghiệm lại chính là người duy nhất tạo ra các kết quả thí nghiệm thì rõ ràng là có vấn

đề." Tiến sĩ Ray Hyman thuộc Đại học Oregon cho biết. Báo cáo kết luận: "Không có bằng chứng khoa học nào từ các nghiên cứu trong suốt 130 năm qua cho thấy sự tồn tại của các hiện tượng cận tâm lý học.")

Vấn đề của nghiên cứu về viễn di mà ngay cả những người ủng hộ cũng phải thừa nhận, là nó không tương thích rõ nét với các định luật vật lý đã biết. Lực hấp dẫn — lực yếu nhất trong tự nhiên — chỉ có tác dụng hút nên không thể dùng lực này để nâng hay đẩy các vật được. Lực điện từ tuân theo hệ phương trình Maxwell lại không tác dụng lên các vật trung hòa về điện. Còn lực hạt nhân thì chỉ tương tác trong tầm ngắn như khoảng cách giữa các hạt tạo nên hạt nhân.

Một vấn đề khác của viễn di là nguồn cấp năng lượng. Cơ thể con người chỉ có thể tạo ra công suất khoảng 1/5 mã lực, nên việc nhân vật Yoda trong *Chiến tranh giữa các vì sao* nhấc bổng được cả một con tàu không gian bằng sức mạnh ý nghĩ hay nhân vật Cyclops trong *X-men* phát ra luồng laser cực mạnh từ mắt đều vi phạm định luật bảo toàn năng lượng: một thực thể bé nhỏ như Yoda không thể tích trữ lượng năng lượng cần để nâng một con tàu không gian. Dù có cố gắng tập trung năng lượng như thế nào đi chăng nữa, chúng ta cũng không thể dự trữ đủ năng lượng để thực hiện được những kỳ công hay phép màu mà người ta vẫn gán cho sức mạnh viễn di. Với tất cả những khó khăn vừa nêu, vậy viễn di có thể tương thích với các định luật vật lý đến mức nào?

VIỄN DI VÀ BỘ NÃO

Nếu viễn di không tương thích rõ nét với các lực đã biết trong vũ trụ thì ta có thể khai thác khả năng này như thế nào trong tương lai? Một gợi ý được hé lộ trong tập phim *Star Trek* có tựa đề "Who Mourns for Adonais?", trong đó phi hành đoàn của tàu *Enterprise* chạm trán với một chủng tộc mang hình dáng của các vị thần Hy Lạp và có khả năng thực hiện những kỳ công đầy ảo diệu chỉ bằng suy nghĩ. Thoạt tiên, cứ như thể đội bay đã gặp chính các vị thần ngự trị trên đỉnh Olympus vậy. Tuy nhiên, đội bay dần nhận ra chủng tộc này không phải thần thánh mà chỉ là các thực thể bình thường có khả năng điều khiển ý nghĩ thông qua một trạm năng lượng trung tâm. Trạm này có chức năng nhận biết mong muốn của họ và thay họ thực hiện những kỳ công màu nhiệm. Bằng cách phá hủy nguồn năng lượng trung

tâm, phi hành đoàn *Enterprise* có thể triệt tiêu sức mạnh thần thánh của chủng tộc này.

Tương tự như vậy, các định luật vật lý cũng cho phép một người trong tương lai có thể tập luyện để dùng suy nghĩ điều khiển các thiết bị điện tử thông minh, nhờ đó mà có được sức mạnh thần thánh. Viễn di thông qua sóng vô tuyến hoặc máy tính là những khả năng thực tế. Khi con người nhìn vào hình ảnh điện não đồ chụp bộ não của mình hiện ra trên màn hình, họ thậm chí còn học được cách để điều khiển có chủ đích những hình ảnh này, dù chưa tốt thực sự. Quá trình này được gọi là "sự phản hồi sinh học".

Vì không có hướng dẫn chi tiết nào về bộ não cho chúng ta biết cách thức điều khiển các thớ cơ bằng các neuron nên bệnh nhân cần tích cực học hỏi cách sử dụng máy tính để kiểm soát những hình ảnh mới mẻ này.

Kết quả là khi được yêu cầu, các bệnh nhân có thể tạo ra một số kiểu hình mẫu sóng não nhất định hiện trên màn hình. Hình ảnh từ màn hình được truyền đến một máy tính được lập trình để nhận ra những hình mẫu sóng cụ thể này, từ đó thực hiện các mệnh lệnh chính xác, như khởi động máy hoặc kích hoạt động cơ. Nói cách khác, chỉ bằng suy nghĩ, một người có thể tạo ra một hình mẫu sóng não đặc trưng trên màn hình điện não đồ, từ đó kích hoạt một máy tính hoặc một động cơ.

Chẳng hạn, bằng cách này, một người bị liệt toàn thân có thể tự điều khiển xe lăn chỉ bằng suy nghĩ. Hoặc nếu một người có thể tạo ra những hình mẫu dễ nhận biết của 26 ký tự chữ cái trên màn hình, họ hoàn toàn có thể đánh máy bằng ý nghĩ. Dĩ nhiên, đây chỉ là một cách thô sơ để chuyển tải ý nghĩ của con người. Phải tốn thời gian khá lâu để con người có thể tập luyện thành thục việc thao tác qua sóng não bằng cơ chế phản hồi sinh học.

Khả năng "đánh máy bằng suy nghĩ" tiến gần với thực tế hơn nhờ công trình của nhà nghiên cứu Niels Birbaumer thuộc Đại học Tubingen ở Đức. Ông sử dụng cơ chế phản hồi sinh học giúp những người bị liệt một phần do tổn thương não. Bằng cách tập cho họ thay đổi sóng não của mình, ông dạy những người này đánh máy ra những câu đơn giản trên màn hình vi tính.

Người ta cũng đã dạy những con khỉ được cấy một số điện cực trong não cách điều khiển ý nghĩ thông qua cơ chế phản hồi sinh học. Khi đó, chúng có thể chỉ dùng suy nghĩ để điều khiển một cánh tay robot thông qua Internet.

Một chuỗi thí nghiệm chính xác hơn đã được thực hiện tại Đại học Emory ở Atlanta, bang Georgia (Mỹ). Trong thí nghiệm này, người ta cấy thẳng một quả cầu nhỏ bằng thủy tinh vào trong não của một người bị liệt do đột quỵ. Quả cầu này được gắn với một dây kết nối với một máy tính cá nhân. Bằng cách sử dụng ý nghĩ, bệnh nhân này có thể gửi đi các tín hiệu thông qua dây nối và di chuyển con trỏ trên màn hình vi tính. Sau quá trình rèn luyện, bệnh nhân có thể điều khiển con trỏ di chuyển liên tục thông qua cơ chế phản hồi sinh học. Về nguyên tắc, con trỏ trên màn hình lại có thể dùng để viết ra những suy nghĩ, khởi động máy móc, lái xe ảo, chơi trò chơi điện tử và nhiều việc khác.

John Donoghue, nhà khoa học thần kinh thuộc Đại học Brown, có lẽ là người mang lại đột phá quan trọng nhất trong việc tạo ra giao diện tương tác giữa máy móc và trí não. Ông đã sáng chế ra dụng cụ BrainGate, giúp những người bị bại liệt thực hiện được một chuỗi hoạt động cơ học chỉ bằng ý nghĩ. Donoghue chạy thử thiết bị này trên bốn bệnh nhân. Hai trong số họ bị chấn thương cột sống, người thứ ba bị đột quỵ và người cuối cùng bị liệt do hội chứng ALS (hội chứng xơ cứng teo cơ một bên, có tên gọi khác là bệnh Lou Gehrig, chính là bệnh mà nhà vũ trụ học nổi tiếng Stephen Hawking mắc phải).

Bệnh nhân Mathew Nagle, 25 tuổi, bị liệt từ cổ trở xuống. Anh chỉ cần một ngày để học hỏi toàn bộ các kỹ năng mới trên máy tính. Anh có thể chuyển kênh tivi, điều chỉnh âm lượng, điều khiển một cánh tay giả, vẽ vòng tròn, di chuyển con trỏ trên máy tính, chơi trò chơi điện tử, thậm chí đọc email. Anh đã tạo ra một hiệu ứng truyền thông thực sự trong cộng đồng khoa học khi xuất hiện trên trang bìa của tạp chí *Nature* vào mùa hè năm 2006.

Điểm mấu chốt của thiết bị BrainGate nằm ở một con chip bán dẫn nhỏ, chỉ rộng bốn milimét và chứa 100 điện cực nhỏ li ti. Con chip này được gắn trực tiếp lên đỉnh của phần não điều tiết hoạt động định hướng. Nó được ghim ngập một nửa vào vỏ não, dày khoảng hai milimét. Những dây dẫn bằng vàng mang các tín hiệu từ con chip bán dẫn đến một máy khuếch đại có kích cỡ bằng bao thuốc lá. Sau đó, các tín hiệu này lại được gửi đến một chiếc máy tính có kích cỡ một chiếc máy rửa bát. Tại đây, các tín hiệu được một phần mềm vi tính đặc biệt xử lý; phần mềm này có thể nhận ra một số hình mẫu được bộ não tạo ra và chuyển đổi chúng thành các

vận động cơ học.

Trước đây, trong các thí nghiệm yêu cầu bệnh nhân đọc sóng điện não đồ của chính họ, quá trình vận dụng cơ chế phản hồi sinh học diễn ra chậm chạp và buồn tẻ. Nhưng khi được máy tính trợ giúp việc nhận ra các hình mẫu suy nghĩ đặc trưng của mình, thời gian tập luyện của bệnh nhân đã được giảm đáng kể. Trong đợt tập luyện đầu tiên, Nagle được yêu cầu tưởng tượng di chuyển cánh tay qua phải rồi qua trái, thả lỏng cổ tay, nắm và mở bàn tay. Donoghue vui mừng nhận thấy các nơron khác nhau hoạt động khi Nagle tưởng tượng việc di chuyển cánh tay và các ngón tay. Ông cho biết: "Đối với tôi, đây là điều kinh ngạc vì ta có thể nhìn thấy các tế bào não đang thay đổi hoạt động. Khi đó, tôi biết rằng mọi thứ đang tiến triển và công nghệ này thực sự hữu hiệu."

(Donoghue có một lý do cá nhân cho niềm đam mê đối với dạng thức kỳ lạ này của giao diện tương tác giữa trí não và máy móc này. Khi còn nhỏ, ông phải gắn chặt với chiếc xe lăn do căn bệnh thoái hóa chức năng, nên ông hiểu rõ cảm giác vô dụng khi mất khả năng vận động.)

Donoghue có những kế hoạch đầy tham vọng để biến BrainGate thành một công cụ y tế thiết yếu. Cùng với sự tiến bộ của công nghệ vi tính, thiết bị của ông, giờ đây có kích cỡ tương đương một cái máy rửa bát, rồi sẽ có thể trở thành một thiết bị cầm tay, thậm chí gắn được trên áo quần. Và nếu con chip được chế tạo để hoạt động không dây thì không còn cần đến mớ dây nối rối rắm nữa mà các mô cấy trên con chip vẫn có thể giao tiếp trơn tru với thế giới bên ngoài.

Chỉ còn là vấn đề thời gian trước khi các phần khác của bộ não có thể được kích hoạt theo cách này. Các nhà khoa học đã lập được bản đồ bề mặt phía trên của bộ não. (Nếu vẽ lên đỉnh đầu của chúng ta các hình ảnh của tay, chân, đầu và lưng đại diện cho vị trí mà các neuron thường kết nối với nhau, chúng ta sẽ thu được hình ảnh có tên gọi "người thu nhỏ". Khi vẽ lên bộ não của chúng ta hình ảnh của các bộ phận cơ thể ghép lại thành hình ảnh một anh chàng méo mó, với ngón tay, khuôn mặt và cái lưỡi bị kéo dài, trong khi thân và lưng bị co rút lại.)

Rồi đây, người ta sẽ có thể đặt những con chip bán dẫn lên các phần khác nhau của bề mặt vỏ não để các cơ quan và phần phụ khác nhau của cơ thể có thể được kích hoạt nhờ vào sức mạnh của ý nghĩ. Khi đó, bất cứ hoạt động vật lý nào mà cơ thể con người có khả năng thực hiện đều có thể

được bắt chước bằng phương pháp này. Trong tương lai, chúng ta có thể tưởng tượng một người bị bại liệt sống trong ngôi nhà được thiết kế đặc biệt để tận dụng khả năng viễn di, có thể điều khiển máy điều hòa, tivi và mọi trang thiết bị điện tử khác bằng sức mạnh của ý nghĩ.

Rồi đây, chúng ta có thể mường tượng một người bị bại liệt được gắn với một "khung xương ngoài" đặc biệt, nhờ đó có thể di chuyển hoàn toàn tự do. Về nguyên tắc, một khung xương trợ lực như vậy thậm chí còn mang lại cho người dùng những khả năng vượt xa người bình thường, biến người này thành một thực thể sinh học-điện tử có khả năng điều khiển một sức mạnh cơ học khủng khiếp chỉ bằng ý nghĩ.

Vì vậy, việc dùng ý nghĩ để điều khiển một chiếc máy tính không còn là vấn đề quá to tát. Nhưng liệu điều này có nghĩa rằng đến một ngày, chúng ta sẽ có thể di chuyển các vật nặng, nâng lên và điều khiển chúng trong không trung bằng ý nghĩ hay không?

Một phương án để làm việc này là phủ lên tường một lớp vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng, nếu rốt cuộc chúng ta cũng tạo ra được loại vật liệu này. Khi đó, nếu chúng ta đặt những nam châm nhỏ vào bên trong các vật dụng của ngôi nhà, các đồ dùng này có thể được nâng lên khỏi sàn nhờ hiệu ứng Meissner mà ta đã tìm hiểu trong chương 1. Nếu các nam châm này được điều khiển qua một máy tính và máy tính này được kết nối với bộ não của chúng ta, chúng ta có thể khiến các vật gắn nam châm được nhấc bổng lên như mong muốn. Bằng cách suy nghĩ, chúng ta có thể khởi động máy tính, máy tính lại điều khiển nam châm nâng các vật lên. Với một người quan sát thông thường, mọi thứ sẽ giống như có ma thuật: các vật được di chuyển hay nâng lên mà không cần ai động tay vào.

NANOBOT

Không chỉ dừng lại ở khả năng di chuyển các vật, liệu chúng ta có thể biến hình chúng từ vật này thành vật khác giống như ma thuật được không? Các ảo thuật gia làm điều này bằng cách sử dụng các thủ thuật khéo léo. Nhưng liệu sức mạnh này có phù hợp với các định luật vật lý không?

Như chúng ta đã đề cập, một trong những mục tiêu của công nghệ nano là sử dụng các nguyên tử để tạo nên những cỗ máy nhỏ bé có chức năng như đòn bẩy, bánh răng, ổ bi hay ròng rọc. Với các động cơ nano này,

nhiều nhà vật lý mơ về khả năng sắp xếp lại các phân tử cấu thành vật, từ nguyên tử này đến nguyên tử khác, cho đến khi vật này biến thành vật khác. Đây là cơ sở của thiết bị "nhân bản" trong khoa học viễn tưởng, cho phép tạo thành một vật bất kỳ, chỉ nhờ nói nó ra. Về nguyên tắc, máy nhân bản có thể loại bỏ tình trạng nghèo đói và thay đổi căn nguyên của xã hội. Nếu chúng ta có thể tạo ra một vật bất kỳ chỉ nhờ nói ra ước ao của mình, khi đó toàn bộ khái niệm về sự khan hiếm, giá cả và hệ thống thứ bậc trong xã hội loài người sẽ sụp đổ.

(Tập phim yêu thích của tôi là *Star Trek: Thế hệ kế tiếp* có đề cập đến một cỗ máy nhân bản. Trong phim người ta tìm thấy một khoang chứa của tàu không gian có niên đại tân thế kỷ 20 đang trôi nổi trong không gian, bên trong chứa nhiều thi thể người bệnh đã được đông lạnh. Những thi thể này nhanh chóng được giải đông và cứu chữa nhờ các kỹ thuật y khoa tân tiến. Một doanh nhân khi sống dậy nhận ra rằng khoản đầu tư của anh ta hẳn phải rất lớn vì sau ngần ấy thế kỷ mới thu được kết quả. Anh ta lập tức phản ánh với phi hành đoàn tàu *Enterprise* về khoản đầu tư và tiền bạc mà mình đã đổ ra. Các thành viên phi hành đoàn cảm thấy khó hiểu. Tiền ư? Khoản đầu tư ư? Trong tương lai, không cần dùng đến tiền nữa. Nếu ta muốn thứ gì, ta chỉ cần nói nó ra.)

Cũng gây sửng sốt không kém gì một máy nhân bản, chính tự nhiên của chúng ta cũng đã tạo ra được một cỗ máy như vậy. Việc "chứng minh về mặt nguyên lý" đã tồn tại sẵn. Tự nhiên có thể sử dụng những nguyên liệu thô như thịt động vật và rau cỏ để tạo nên một con người sau chín tháng thai nghén. Sự huyền diệu ấy của sự sống nằm ở một nhà máy sản xuất khổng lồ ở cấp độ nguyên tử, có khả năng biến một dạng vật chất (như thức ăn) thành tế bào sống (đứa trẻ).

Để tạo ra một nhà máy như vậy, chúng ta cần ba yếu tố: vật liệu để tạo ra sản phẩm, các công cụ có thể cắt và ghép vật liệu cùng một bản hướng dẫn sử dụng các công cụ và vật liệu này. Trong tự nhiên, vật liệu xây dựng là hàng ngàn axit amin và protein — chúng sẽ tạo ra da thịt và máu. Các công cụ cắt và ghép — giống như dao mổ và kim khâu — là những thứ cần thiết để tạo hình các protein thành các dạng thức mới của sự sống — chúng là các ribosome. Chúng được thiết kế nhằm cắt và ghép các protein tại những vị trí đặc biệt để tạo ra một dạng protein mới. Còn bản hướng dẫn sử dụng được phân tử ADN cung cấp, đóng vai trò mã hóa các bí mật của sự

sống trong một chuỗi axit nucleic. Ba yếu tố này kết hợp lại trong các tế bào có khả năng tự sao chép đáng kinh ngạc, được gọi là sự tự nhân bản. Kỳ công này có được nhờ các phân tử ADN có dạng xoắn kép. Khi tới kỳ sao chép, phân tử ADN tách thành hai dãy xoắn riêng biệt. Khi đó, mỗi dãy này lại tạo ra bản sao của chính nó bằng cách bắt lấy các phân tử chất hữu cơ để tái tạo ra dãy xoắn kép mới.

Cho đến nay, các nhà vật lý mới chỉ đạt được những thành quả khiêm tốn trong nỗ lực bắt chước tự nhiên. Nhưng các nhà khoa học tin rằng chìa khóa của thành công nằm ở việc tạo ra một đội quân "nanobot" tự nhân bản — những cỗ máy nguyên tử được lập trình sẵn để tái sắp xếp các nguyên tử bên trong một vật.

Về nguyên tắc, nếu có hàng tỷ nanobot như vậy, chúng ta sẽ có thể đưa chúng vào một vật để chúng cắt ghép các nguyên tử cho đến khi vật này biến thành vật khác. Vì các nanobot tự nhân bản nên chỉ cần tác động lên một lượng nhỏ trong số chúng là đủ để khởi phát quá trình sao chép. Chúng cũng phải được lập trình để làm theo những hướng dẫn cho sẵn.

Chúng ta có những rào cản to lớn cần vượt qua trước khi tạo ra được một đội quân nanobot. Đầu tiên, rất khó để chế tạo các robot tự nhân bản, ngay cả ở thang vĩ mô. (Kể cả việc tạo ra các công cụ nguyên tử đơn giản như ổ bi và bánh răng nguyên tử cũng đã vượt quá khả năng của công nghệ hiện nay.) Dù được cung cấp máy tính cá nhân và đầy đủ các thiết bị linh kiện điện tử thì ta vẫn khó mà chế tạo được một cỗ máy có khả năng tạo ra bản sao của chính nó. Do đó, nếu một chiếc máy tự nhân bản đã khó chế tạo đến vậy thì việc tạo thành một thiết bị tương tự ở thang nguyên tử thậm chí còn khó khăn hơn nhiều.

Thứ hai, chúng ta vẫn chưa biết cách để lập trình cho một đội quân nanobot như vậy hoạt động như mong muốn. Vài người đề xuất giải pháp sử dụng sóng vô tuyến để kích hoạt từng nanobot một, có lẽ là dùng những tia laser đã được lập trình sẵn để chiếu vào các nanobot. Nhưng điều này có nghĩa là chúng ta phải tạo ra hàng tỷ hướng dẫn riêng biệt cho hàng tỷ nanobot.

Thứ ba, chúng ta vẫn chưa rõ cách thức các nanobot có thể cắt, sắp xếp và dán các nguyên tử lại theo một trình tự hợp lý. Nên nhớ rằng, chính tự nhiên cũng cần tới 3,5 tỷ năm để giải bài toán này và việc giải lại nó chỉ trong vài thập kỷ hầu như là không thể.

Nhà vật lý Neil Gershenfeld ở MIT đã xem xét nghiêm túc ý tưởng về máy nhân bản hay "máy sản xuất cá nhân". Thậm chí, ông còn dạy một lớp ở MIT có tên "Làm thế nào để chế tạo (hầu như) mọi thứ" — một trong những lớp học nổi tiếng nhất ở viện này. Gershenfeld điều hành Trung tâm Nghiên cứu Bit và Nguyên tử MIT. Ông đã có những suy xét nghiêm túc về cơ chế vật lý của một máy sản xuất cá nhân — thứ được ông xem là "đột phá tiếp theo." Thậm chí, ông còn viết một cuốn sách có tựa đề *FAB: Cuộc cách mạng đang đến trên máy tính — Từ máy tính cá nhân đến máy sản xuất cá nhân,* đề cập chi tiết những suy nghĩ của mình về sản xuất nhân bản. Ông tin mục tiêu của chương trình là "chế tạo một cỗ máy có thể tự tạo ra bất kỳ thiết bị nào". Để truyền bá ý tưởng của mình, ông đã xây dựng một mạng lưới phòng thí nghiệm trên khắp thế giới, chủ yếu là các nước thuộc thế giới thứ ba vì ở đây, máy sản xuất cá nhân sẽ có tác động mạnh mẽ nhất.

Ban đầu, ông mường tượng về một cỗ máy sản xuất đa năng, có kích thước đủ nhỏ để đặt trên bàn. Nó sử dụng công nghệ laser tân tiến nhất cùng quy trình tiểu hóa ở thang micrômét với khả năng cắt, dán và định dạng bất kỳ một vật thể nào mà một máy tính cá nhân có thể mô phỏng. Ví dụ, người nghèo ở các nước thế giới thứ ba có thể yêu cầu tạo ra những công cụ và máy móc họ cần trong sản xuất nông nghiệp. Thông tin về các nhu cầu này được cung cấp cho một máy tính, máy tính lại kết nối Internet để truy cập một thư viện khổng lồ chứa những bản hướng dẫn sử dụng và các thông tin công nghệ. Khi đó, phần mềm vi tính sẽ kết nối các hướng dẫn sẵn có với nhu cầu của từng cá nhân, xử lý thông tin rồi gửi email phản hồi cho họ. Lúc này, các máy sản xuất cá nhân của từng người sẽ sử dụng các laser và công cụ cắt nhỏ của chúng để tạo thành những vật theo nhu cầu, chỉ trên bàn làm việc.

Cỗ máy sản xuất đa năng này mới chỉ là bước khởi đầu, Gershenfeld còn muốn áp dụng ý tưởng của mình vào thang nguyên tử, để một cá nhân có thể tạo ra bất kỳ vật nào mà người đó có thể tưởng tượng ra. Tuy nhiên, tiến triển theo hướng này là rất chậm chạp do những khó khăn trong việc thao tác trên từng nguyên tử riêng lẻ.

Một nhà tiên phong trong hướng phát triển này là Aristides Requicha ở Đại học Bắc California. Chuyên môn của ông là về các "robot phân tử" và mục tiêu của ông chính là tạo ra một đội quân robot có kích cỡ nano để

điều khiển các nguyên tử theo ý muốn. Ông cho biết có hai cách tiếp cận. Đầu tiên là "từ trên xuống", trong đó các kỹ sư sẽ sử dụng kỹ thuật khắc trong công nghệ bán dẫn để tạo thành các mạch điện nhỏ li ti đóng vai trò như bộ não của các robot nano. Với kỹ thuật này, chúng ta có thể tạo ra các robot nhỏ có kích cỡ 30 nm bằng phương pháp "in li-tô nano", hiện đang là một lĩnh vực rất phát triển.

Cách tiếp cận thứ hai là "từ dưới lên", trong đó các kỹ sư cố gắng chế tạo các robot nhỏ sử dụng từng nguyên tử riêng lẻ. Công cụ chính của kỹ thuật này là kính hiển vi quét đầu dò (SPM), có chung công nghệ với kính hiển vi quét xuyên hầm và dùng để xác định hay di chuyển từng nguyên tử một. Ví dụ, các nhà khoa học đã thành thục trong việc di chuyển các nguyên tử xenon trên bề mặt platin hay niken. Nhưng ông thừa nhận: "Phải cần đến những nhóm tinh anh nhất làm việc trong 10 giờ liên tục để sắp xếp một cấu trúc gồm khoảng 50 nguyên tử." Di chuyển thủ công các nguyên tử đơn lẻ là một công việc chậm chạp và nhàm chán. Ông quả quyết thứ chúng ta cần là một kiểu máy mới có khả năng thực hiện các chức năng cao cấp hơn, và nó có thể tự động di chuyển hàng trăm nguyên tử cùng lúc theo một quy trình định sẵn. Thật không may, thiết bị như vậy chưa tồn tại nên không mấy ngạc nhiên, cách tiếp cận từ dưới lên vẫn còn trong thời kỳ thai nghén.

Như vậy, mặc dù chúng ta chưa thể thực hiện viễn di với khả năng hiện nay, nhưng nó sẽ trở nên khả dĩ trong tương lai khi chúng ta nắm bắt được cách truy xuất ý nghĩ của bộ não bằng điện não đồ, ảnh chụp MRI và các phương pháp khác. Trong thế kỷ này, chúng ta hoàn toàn có thể sử dụng các vật liệu siêu dẫn nhiệt độ phòng để thực hiện những kỳ công chẳng khác ma thuật là mấy. Và trong thế kỷ tiếp theo, chúng ta có thể sắp xếp lại các phân tử trong một vật có kích thước vĩ mô. Điều này khiến viễn di được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I.

Một số nhà khoa học nhận định chìa khóa của công nghệ này là tạo ra các nanobot có trí thông minh nhân tạo. Nhưng trước khi tạo ra được các robot kích cỡ phân tử, chúng ta vẫn còn đó một câu hỏi còn cơ bản hơn: liệu robot có thể tồn tại hay không?

7: ROBOT

"Một ngày nào đó 30 năm sau, chúng ta bỗng dưng sẽ không còn là kẻ thông minh nhất Trái Đất nữa."

— JAMES McALEAR

Trong bộ phim dựa trên tác phẩm *I, Robot* (Tôi là Robot) của văn hào Isaac Asimov, hệ thống robot tân tiến nhất lịch sử thế giới được kích hoạt vào năm 2035. VIKI được thiết kế để vận hành trơn tru không ngừng nghỉ cả một thành phố. Mọi thứ từ hệ thống tàu điện ngầm và mạng lưới điện cho đến hàng nghìn robot gia dụng đều do VIKI điều khiển. Mệnh lệnh tối thượng của nó hiển nhiên là phục vụ con người.

Bỗng một ngày, VIKI đặt ra câu hỏi mấu chốt: Đâu là kẻ thù lớn nhất của loài người? Thông qua những thuật toán, VIKI kết luận kẻ thù đáng sợ nhất của con người chính là bản thân họ. Con người phải được cứu vớt khỏi ảo mộng điên cuồng gây ô nhiễm, chiến tranh và hủy hoại thế giới. Cách duy nhất để VIKI hoàn thành trọn vẹn mệnh lệnh được giao chính là nắm quyền điều khiển con người và tạo ra một chế độ độc tài do máy móc kiểm soát. Loài người phải bị biến thành nô lệ thì mới bảo vệ được chính họ.

Bộ phim đặt ra những câu hỏi như: với sự phát triển như vũ bão của máy tính, liệu sẽ đến ngày máy móc giành quyền kiểm soát? Robot có phát triển đến mức trở thành mối đe dọa cho sự tồn vong của loài người không?

Một số nhà khoa học cho rằng điều đó sẽ không xảy ra, bởi chính ý tưởng trí thông minh nhân tạo đã nực cười rồi. Giới phê bình đồng tình việc chế tạo được ra máy móc có thể suy nghĩ là bất khả thi. Họ cho rằng bộ não người là hệ thống phức tạp nhất mà tự nhiên tạo ra, ít nhất là trong Dải Ngân Hà này, và bất cứ máy móc nào nhằm tái tạo lại ý nghĩ của con người đều cầm chắc thất bại. Nhà triết học John Searle của Đại học California tại Berkeley và nhà vật lý học trứ danh Roger Penrose của Đại

học Oxford tin rằng máy móc không thể suy nghĩ như con người. Colin McGinn thuộc Đại học Rutgers thì cho rằng trí thông minh nhân tạo "giống như những con sên đang cố thực hiện phương pháp phân tích tâm lý kiểu Freud. Chúng không được trang bị những khái niệm này".

Đây cũng là câu hỏi gây chia rẽ cộng đồng khoa học trong suốt hơn một thế kỷ: máy móc có thể suy nghĩ được không?

LỊCH SỬ TRÍ THÔNG MINH NHÂN TẠO

Ý tưởng về những sinh vật bằng máy từ lâu đã mê hoặc nhiều nhà phát minh, kỹ sư, nhà toán học và cả những kẻ mộng mơ. Từ Người Thiếc trong *The Wizard of Oz* (Phù thủy xứ Oz) hay những chú robot giống trẻ con trong phim *Artificial Intelligence: AI* (Trí tuệ nhân tạo: AI) của đạo diễn Spielberg cho đến những robot sát thủ của *The Terminator* (Kẻ hủy diệt) ý tưởng về những cỗ máy biết hành động và suy nghĩ như con người luôn khiến chúng ta mê đắm.

Trong thần thoại La Mã, thần Vulcan dùng vàng để rèn nên những người hầu máy và những chiếc bàn ba chân tự di chuyển. Hay ngay từ năm 400 TCN, nhà toán học Hy Lạp Archytas xứ Tarentum đã viết về khả năng chế tạo một con chim máy hoạt động bằng năng lượng hơi nước.

Vào thế kỷ 1, Hero xứ Alexandria (được tin là người chế tạo cỗ máy hơi nước đầu tiên) đã thiết kế ra người máy, tương truyền một trong số chúng biết nói. 900 năm trước, Ak-Jazari đã thiết kế và chế tạo nên những chiếc máy tự động như đồng hồ nước hay các dụng cụ làm bếp và nhạc cụ dùng sức nước.

Thời Phục Hưng, vào năm 1495, danh họa, nhà khoa học đại tài người Ý Leonardo da Vinci đã vẽ các biểu đồ mô tả một robot hiệp sĩ có khả năng tự đứng lên, vẫy tay, tự cử động đầu và hàm. Các sử gia tin rằng đây là thiết kế thực tế đầu tiên của một cỗ máy nhân hình.

Con robot thô sơ nhưng vận hành được một số chức năng đầu tiên được Jacques de Vaucanson chế tạo vào năm 1738, ông cũng tạo ra người máy có thể chơi sáo và một chú vịt máy.

Từ "robot" xuất phát từ vở kịch năm 1920 *R.U.R.* của nhà soạn kịch người Séc Karel Capek ("robot" nghĩa là "nô lệ" trong tiếng Séc và "lao công" trong tiếng Slovak). Trong vở kịch, Công xưởng Robot Hoàn vũ

Rossum tạo ra một đội quân robot để đảm nhiệm những công việc nặng nhọc. (Tuy nhiên, không giống máy móc bình thường khác, các robot này được tạo ra từ thịt và máu tươi.) Nền kinh tế thế giới trở nên lệ thuộc vào quân đoàn robot. Nhưng robot bị ngược đãi tồi tệ đã nổi dậy chống lại và giết chết chủ nhân con người của mình. Trong cơn giận dữ, chúng sát hại cả những nhà khoa học có thể sửa chữa và tạo ra robot mới, nên đã tự đẩy mình đến bờ vực tuyệt chủng. Cuối cùng, có hai con robot đặc biệt đã phát hiện ra chúng có thể tái tạo trở thành robot Adam và Eve mới.

Robot cũng là chủ đề của một trong những bộ phim câm đầu tiên và tốn kém nhất — phim *Metropolis* của đạo diễn Fritz Lang, sản xuất vào năm 1927 tại Đức. Câu chuyện lấy bối cảnh vào năm 2026, khi tầng lớp lao động phải làm việc sâu dưới lòng đất trong những phân xưởng dơ bẩn với điều kiện sống khắc khổ, trong khi giai cấp thống trị sống phè phỡn ở bên trên. Một người phụ nữ xinh đẹp tên là Maria chiếm được lòng tin của giới công nhân nên giới chủ sợ rằng một ngày nào đó, cô sẽ lãnh đạo những con người bị áp bức kia nổi dậy. Vì vậy, họ yêu cầu một nhà khoa học độc ác tạo ra một bản sao robot của Maria. Nhưng cuối cùng âm mưu phản tác dụng vì chính robot này đã lãnh đạo giới công nhân đứng lên chống lại những kẻ cai trị, chấm dứt hệ thống xã hội bất công đó.

Trí tuệ nhân tạo, hay AI (Artificial Intelligence) khác xa những công nghệ mà chúng ta đã thảo luận ở trước vì những định luật cơ bản làm nền tảng cho nó vẫn còn chưa rõ ràng. Mặc dù các nhà vật lý đã hiểu rõ cơ học Newton, lý thuyết ánh sáng Maxwell, thuyết tương đối cũng như thuyết lượng tử của các nguyên tử và phân tử, nhưng các định luật nền tảng của trí thông minh vẫn còn lẩn khuất trong bóng tối. "Quý ngài Newton của AI" có lẽ chưa được sinh ra.

Nhưng các nhà toán học và giới khoa học máy tính vẫn không nản lòng. Đối với họ, việc một cỗ máy biết suy nghĩ bước ra khỏi phòng thí nghiệm chỉ còn là vấn đề thời gian.

Người có ảnh hưởng nhất trong lĩnh vực AI là nhà toán học vĩ đại người Anh Alan Turing. Nhà khoa học nhìn xa trông rộng này chính là người đã đặt những viên gạch đầu tiên cho các nghiên cứu về AI.

Những công trình của Turing đã đặt nền tảng cho toàn bộ cuộc cách mạng vi tính. Ông tưởng tượng một cỗ máy (được đặt tên là máy Turing) chỉ gồm ba thành phần chính: một dải băng nhập liệu, một dải băng xuất

dữ liệu và một bộ phận xử lý trung tâm (như chip Pentium) có khả năng thực hiện chính xác một tổ hợp thao tác. Từ đây, ông có thể hệ thống hóa các định luật của những cỗ máy tính toán và xác định chính xác khả năng tối đa cũng như giới hạn của chúng. Ngày nay, tất cả máy tính kỹ thuật số đều tuân theo các định luật chặt chẽ do Turing đề ra. Cấu trúc của toàn bộ thế giới số chịu ơn Turing về điều này.

Turing còn có những đóng góp vào nền tảng của logic toán học. Năm 1931, nhà toán học Kurt Gödel ở Vienna đã gây sốc cho giới toán học khi chứng minh rằng có những mệnh đề đúng trong số học nhưng không thể chứng minh được nếu chỉ sử dụng các tiên đề số học. (Chẳng hạn, phỏng đoán Goldbach được đưa ra vào năm 1742 [bất cứ số nguyên chẵn nào lớn hơn 2 đều có thể được biểu diễn thành tổng của hai số nguyên tố] hiện vẫn chưa được chứng minh sau hơn 2,5 thế kỷ, và có lẽ là không thể chứng minh được.) Khám phá của Gödel đã đập tan giấc mơ 2.000 năm từ thời Hy Lạp về việc chứng minh được tất cả các mệnh đề đúng trong toán học. Gödel chỉ ra rằng sẽ luôn có những mệnh đề đúng trong toán học nằm ngoài khả năng của chúng ta. Vậy là toán học không hề hoàn thiện, không phải ngành khoa học toàn diện và hoàn hảo như người Hy Lạp đã nghĩ.

Turing tiếp bước đột phá này bằng cách chỉ ra rằng về mặt tổng quát, chúng ta có thể biết liệu một máy Turing có cần đến khoảng thời gian vô hạn để thực hiện các giao thức toán học nhất định hay không. Nhưng nếu một máy tính cần thời gian vô hạn để tính toán điều chúng ta yêu cầu thì có nghĩa là điều đó không thể tính toán. Như vậy, Turing đã chứng minh rằng có những mệnh đề đúng trong toán học nhưng không thể tính toán được: chúng nằm ngoài tầm với của các máy tính, dù cho máy tính có mạnh đến mức nào.

Trong Thế chiến II, công trình tiên phong của Turing về giải mã đã giúp cứu mạng hàng nghìn quân Đồng minh và ảnh hưởng đến kết cục của cuộc chiến. Quân Đồng minh ban đầu không giải được các đoạn mã bí mật của Phát xít Đức do cỗ máy Enigma tạo ra, vì vậy Turing và các đồng sự được yêu cầu chế tạo một cỗ máy có khả năng bẻ khóa chúng. Chiếc máy "bombe" của Turing cuối cùng cũng thành công. Tính đến khi kết thúc chiến tranh, có hơn 200 chiếc máy của ông đã được đưa vào sử dụng. Kết quả là quân Đồng minh đọc được những thông tin mã hóa bí mật mà quân Phát xít truyền đi, nhờ đó đánh lừa được quân Phát xít về thời gian cùng

địa điểm cuộc đổ bộ cuối cùng của quân Đồng Minh vào nước Đức. Cho đến nay, các sử gia vẫn còn tranh cãi về vai trò của nghiên cứu của Turing với kế hoạch tấn công vùng Normandy (Pháp), từ đó dẫn đến thất bại chung cuộc của Đức Quốc Xã. (Sau chiến tranh, các công trình của Turing được chính phủ Anh bảo mật nên những đóng góp chủ chốt của ông không được công chúng biết tới.)

Thay vì được vinh danh như một người hùng đã giúp đảo chiều Thế chiến II, Turing lại bị đối xử tàn tệ cho đến chết. Một ngày, nhà ông bị trộm đột nhập nên ông gọi cảnh sát. Không may, cảnh sát lại tìm thấy bằng chứng về sự đồng tính luyến ái nên đã bỏ tù ông. Sau đó, tòa án phán quyết Turing cần được tiêm hormone giới tính — thứ đã dẫn đến những hậu quả tai hại, khiến ngực ông to ra và ông ngày càng tổn thương tâm lý nghiêm trọng. Ông tự vẫn vào năm 1954 bằng một trái táo có tẩm chất độc xyanua. (Có người cho rằng logo hình trái táo cắn dở của tập đoàn Apple là để tỏ lòng tôn kính với Turing.)

Ngày nay, có lẽ Turing được biết đến nhiều nhất nhờ "bài kiểm tra Turing". Quá mệt mỏi với những tranh luận triết học chẳng đi đến đâu về việc máy móc có thể "suy nghĩ" hay có "tâm hồn" hay không, ông đã thử đưa tính chặt chẽ và tính chính xác vào trong những thảo luận về trí tuệ nhân tạo, bằng cách đề xuất một bài kiểm tra chắc chắn. Theo cách này, một người bình thường và chiếc máy cần kiểm tra trí thông minh được đưa vào hai hộp kín. Ta được phép đặt các câu hỏi cho mỗi chiếc hộp. Nếu ta không thể nhận ra sự khác biệt giữa phản ứng của người và của máy trong hộp, khi đó chiếc máy đã vượt qua "bài kiểm tra Turing".

Các nhà khoa học đã viết ra những chương trình vi tính đơn giản như ELIZA, có thể bắt chước giọng nói và nhờ đó khiến những người lơ đễnh tin rằng họ đang nói chuyện với con người. (Hầu hết những cuộc trò chuyện của con người chỉ sử dụng vài trăm từ và tập trung vào một nhóm chủ đề nhỏ.) Nhưng cho đến nay, vẫn chưa có chương trình máy tính nào qua mặt được những người chú tâm xác định hộp nào chứa con người và hộp nào chứa chiếc máy thông minh. (Turing ước đoán rằng đến năm 2000, với sự phát triển theo cấp lũy thừa của khả năng tính toán, người ta có thể tạo nên một cỗ máy có khả năng qua mặt 30% những người kiểm chứng trong một bài kiểm tra dài năm phút.)

Một số ít nhà triết học và thần học tuyên bố việc tạo ra các robot thực

sự có khả năng suy nghĩ như con người là bất khả thi. John Searle, nhà triết học của Đại học California tại Berkeley, đề xuất "bài kiểm tra trong phòng bằng tiếng Trung" để chứng tỏ AI không thể thành hiện thực. Về bản chất, Searle lập luận rằng các robot có thể vượt qua một số dạng bài kiểm tra Turing nhất định chỉ vì chúng thao tác trên các ký hiệu mà không hiểu gì về ý nghĩa của những ký hiệu này.

Thử tưởng tượng ta đang ngồi trong một chiếc hộp kín và không hiểu tiếng Trung. Giả sử ta có một quyển sách giúp dịch nhanh ngôn ngữ này và thao tác được với các ký tự. Nếu được hỏi tiếng Trung, ta chỉ đơn thuần là thao tác trên những từ tượng hình lạ lẫm và không hề hiểu rõ ý nghĩa của chúng nhưng vẫn đưa ra những câu trả lời chấp nhận được.

Điểm mấu chốt trong phương pháp của ông chung quy nằm ở sự khác biệt giữa *cú pháp* và *ngữ nghĩa*. Robot có thể nắm bắt cú pháp của một ngôn ngữ (chẳng hạn như thực hành ngữ pháp, cấu trúc hình thức của ngôn ngữ) nhưng không hiểu ngữ nghĩa thực sự của ngôn ngữ đó (tức là không hiểu được các từ ngữ có nghĩa gì). Robot có thể thao tác với từ ngữ mà không cần hiểu nghĩa. (Điều này phần nào cũng giống việc nói chuyện điện thoại với một hộp thoại trả lời tự động — ta phải nhấn "một", "hai" hoặc tương tự để phản hồi. Giọng nói ở đầu bên kia hoàn toàn có thể phân loại các con số mà ta phản hồi, nhưng hoàn toàn không hiểu ý nghĩa câu trả lời.)

Nhà vật lý Roger Penrose ở Oxford cũng tin rằng trí tuệ nhân tạo không khả dĩ vì các định luật lượng tử không cho phép các tạo vật máy suy nghĩ và có ý thức như con người. Theo ông nhận định, bộ não con người vượt xa khả năng chế tạo của phòng thí nghiệm đến mức việc tạo ra những robot giống người sẽ mãi thất bại. (Ông lập luận rằng cũng giống như cách định lý bất toàn của Gödel đã chứng minh số học không hoàn thiện, nguyên lý bất định Heisenberg sẽ chứng tỏ các cỗ máy không thể suy nghĩ như con người.)

Tuy nhiên, nhiều nhà vật lý và kỹ sư tin rằng không có định luật vật lý nào ngăn cản việc tạo thành một robot thực sự. Chẳng hạn, khi Claude Shannon, cha đẻ của lý thuyết thông tin, được hỏi: "Liệu các cỗ máy có thể suy nghĩ hay không?", ông trả lời: "Điều đó là chắc chắn." Khi được yêu cầu giải thích rõ hơn nhận định của mình, ông nói: "Tôi cũng là robot đấy thôi." Nói cách khác, ông coi việc các cỗ máy có thể suy nghĩ là hiển nhiên

vì chính con người cũng là những cỗ máy (mặc dù suy nghĩ của con người được tạo thành từ phần mềm nhiều hơn là phần cứng).

Khi xem những con robot trong phim, có lẽ chúng ta sẽ nghĩ rằng việc phát triển các robot tinh vi với trí thông minh nhân tạo là rất đơn giản. Sự thực lại rất khác. Đằng sau một robot hành xử như con người thường sẽ có thủ thuật nào đó, như một người ẩn trong bóng tối phát tiếng cho robot thông qua một micro, giống như Phù thủy trong *Phù thủy xứ Oz* mà thôi. Thực tế, những robot hiện đại nhất của chúng ta, như những robot đang thăm dò Hỏa Tinh, chỉ có trí tuệ ngang với côn trùng. Tại Phòng Thí nghiệm Trí tuệ Nhân tạo nổi tiếng của MIT, các robot thử nghiệm gặp khó khăn khi thực hiện những việc mà thậm chí những con gián còn có thể làm tốt hơn, như đi loanh quanh trong một căn phòng đầy đồ đạc, tìm chỗ ẩn nấp và nhận diện nguy hiểm. Không có robot nào trên Trái Đất có thể hiểu một câu chuyện đơn giản dành cho trẻ nhỏ.

Bộ phim *2001: A space Odyssey* (2001: Chuyện du hành không gian) đã giả định thiếu chính xác rằng đến năm 2001, chúng ta sẽ có HAT — siêu robot có thể lái tàu không gian tiến đến Mộc Tinh, trò chuyện với các thành viên phi hành đoàn, khắc phục các sự cố và hành xử gần giống con người.

CÁCH TIẾP CẬN TỪ TRÊN XUỐNG

Có ít nhất hai vấn đề lớn đã và đang cản trở nỗ lực chế tạo robot của các nhà khoa học trong nhiều thập kỷ qua, đó là khả năng nhận diện hình ảnh và hiểu các lẽ thường. Robot nhìn thấy nhiều thứ hơn chúng ta nhưng lại không hiểu những gì chúng nhìn thấy. Robot nghe tốt hơn nhưng lại không hiểu hết những gì nghe được.

Để khắc phục khó khăn kép này, các nhà nghiên cứu đã thử dùng "cách tiếp cận từ trên xuống" đối với trí tuệ nhân tạo (đôi khi được gọi là trường phái "hình thức" hay GOFAI, tức là AI theo mô tip cũ). Nói nôm na, mục tiêu của những nhà nghiên cứu này là lập trình tất cả các quy tắc nhận diện hình ảnh và hiểu biết lẽ thông thường vào một đĩa CD duy nhất. Họ tin khi đưa đĩa CD này vào máy tính, máy sẽ bỗng nhiên tự nhận thức được và đạt đến trí tuệ như con người. Vào những thập niên 1950 và 1960, người ta đã đạt được những bước tiến lớn theo hướng này, với việc tạo ra những robot có thể chơi cờ dam và cờ vua, giải đại số, nhặt rác và làm nhiều việc khác.

Sự phát triển này ấn tượng đến nỗi một số người tiên đoán rằng chỉ vài năm tới, robot sẽ vượt mặt con người về trí thông minh.

Năm 1969, tại Viện Nghiên cứu Stanford, robot SHAKEY đã tạo nên một cơn sốt truyền thông mạnh mẽ. SHAKEY là một máy tính PDP cỡ nhỏ được đặt trên các bánh xe với một máy ghi hình ở đỉnh. Máy ghi hình có khả năng bao quát cả căn phòng, còn máy tính phân tích và xác định vị trí các vật trong phòng để hướng dẫn cho robot di chuyển tránh các vật cản này. SHAKEY là thiết bị tự động đầu tiên có thể di chuyển có điều hướng trong "thế giới thực". Điều này đã thúc đẩy các ký giả mạnh miệng tuyên bố về thời điểm robot cho con người "hít khói" trong cuộc đua trí tuệ.

Nhưng các khiếm khuyết của những robot như vậy đã sớm lộ rõ. Cách tiếp cận trí tuệ nhân tạo từ trên xuống khiến cho các robot to lớn và cồng kềnh phải mất hàng giờ điều hướng mới có thể vượt qua một căn phòng đặc biệt chỉ chứa các vật đơn giản có góc cạnh thẳng như hình vuông và tam giác. Nếu ta đặt các đồ vật có hình dạng phức tạp hơn trong phòng, robot sẽ không đủ khả năng nhận ra chúng. (Mỉa mai thay là với bộ não chỉ chứa khoảng 250.000 neuron và có khả năng tính toán chỉ bằng một phần so với những robot đó, ruồi giấm có thể di chuyển dễ dàng trong không gian ba chiều, thực hiện những pha bay liệng tuyệt vời, trong khi những robot cồng kềnh lại bị lạc trong không gian hai chiều.)

Cách tiếp cận từ trên xuống sớm đi vào ngõ cụt. Steve Grand, giám đốc Viện Cyberlife, nói rằng cách tiếp cận đó "đã có tới 50 năm để chứng tỏ bản thân mà vẫn chưa đáp ứng được kỳ vọng".

Thập niên 1960, các nhà khoa học vẫn chưa đánh giá được đầy đủ độ khó khăn trong việc lập trình để robot thực hiện những tác vụ dù là đơn giản, như nhận diện chìa khóa, giày dép và ly tách. Nhà nghiên cứu Rodney Brooks của MIT cho biết: "40 năm trước, Phòng Thí nghiệm Trí tuệ Nhân tạo của MIT đã chỉ định một nghiên cứu sinh giải quyết vấn đề này trong mùa hè. Cậu ta thất bại và tôi cũng gặp vấn đề tương tự trong luận văn tiến sĩ của mình vào năm 1981." Thực tế, các nhà nghiên cứu AI hiện vẫn chưa giải quyết được vấn đề này.

Chẳng hạn, khi vào một căn phòng, ngay lập tức chúng ta nhận ra sàn nhà, bàn ghế và các trang thiết bị trong đó. Nhưng khi một robot quét ngang một căn phòng, nó không nhìn thấy gì ngoài một tập hợp khổng lồ những đường thẳng và đường cong được chuyển đổi thành các điểm ảnh.

Nó cần một lượng thời gian tính toán lớn để nhận ra mớ đường thẳng hỗn lốn này là gì. Chúng ta chỉ cần chưa tới một giây để nhận ra một cái bàn, nhưng máy tính sẽ chỉ nhìn thấy một loạt các đường tròn, bầu dục, xoắn ốc, đường thẳng, đường cong và các góc… Sau thời gian tính toán lâu khủng khiếp, rốt cục robot vẫn nhận ra được vật đó là cái bàn. Nhưng nếu ta quay bức ảnh theo một góc khác, máy tính sẽ phải bắt đầu lại từ đầu. Nói cách khác, robot có thể nhìn và thực tế còn nhìn tốt hơn con người, nhưng chúng không hiểu được những gì chúng thấy. Khi vào một căn phòng, robot sẽ nhìn thấy một mớ lộn xộn các đường thẳng và đường cong, chứ chẳng phải bàn, ghế hay bóng đèn.

Não con người nhận ra đồ vật một cách vô thức bằng cách thực hiện hàng tỷ tỷ phép tính khi bước vào một căn phòng — một hoạt động mà chúng ta hoàn toàn không để ý đến. Chúng ta không để ý đến sự vận hành của bộ não là do sự tiến hóa. Nếu đơn độc đối mặt với một con hổ trong rừng, chúng ta sẽ đứng đờ ra nếu ý thức được toàn bộ những tính toán cần thiết để nhận ra mối nguy và tẩu thoát đang diễn ra trong não mình. Nhưng vì mục đích sinh tồn, chúng ta chỉ cần biết cách bỏ chạy ra sao để thoát thân. Khi sống trong rừng, con người không cần ý thức đến việc bộ não đang nhập và xuất các thông tin để nhận ra những thứ dưới mặt đất, trên bầu trời, cây cối, đất đá hay những thứ tương tự.

Nói cách khác, cách làm việc của não chúng ta có thể so sánh với một tảng băng lớn. Chúng ta chỉ nhận ra phần nổi của tảng băng — đó là ý thức. Nhưng bên dưới mặt nước, khuất khỏi tầm nhìn là một phần lớn hơn nhiều — đó là vô thức, phần ngốn một lượng khả năng tính toán khổng lồ của bộ não để hiểu được những thứ đơn giản xung quanh, như nhận ra chúng ta đang ở đâu, đang nói chuyện với ai và có những gì xung quanh. Tất cả những điều này được thực hiện tự động, không cần sự cho phép hay nhận thức của ta.

Đây là lý do robot không thể né các vật cản khi đi qua căn phòng, đọc chữ viết tay, lái xe, nhặt rác và nhiều tác vụ khác. Quân đội Mỹ đã tốn hàng trăm triệu đô-la để phát triển những binh lính máy và xe tải thông minh nhưng vẫn chưa đạt được thành tựu nào.

Các nhà khoa học bắt đầu nhận ra việc chơi cờ hay nhân những số khổng lồ chỉ đòi hỏi một phần trí thông minh rất nhỏ của con người. Khi máy tính Deep Blue của IBM đánh bại đại kiện tướng cờ vua thế giới

Garry Kasparov trong một trận đấu sáu ván năm 1997, đó là một chiến thắng vang dội của máy tính và đã tạo nên nhiều tin tức nóng hổi, nhưng thí nghiệm này không cho chúng ta biết điều gì về trí thông minh hay ý thức. Douglas Hofstadter, nhà khoa học máy tính của Đại học Indiana, đã nói: "Lạy Chúa, tôi từng nghĩ cờ vua đòi hỏi trí tuệ ghê gớm. Giờ đây, tôi nhận ra sự thật không phải vậy. Điều này không khẳng định Kasparov suy nghĩ không sâu xa mà chỉ có nghĩa con người có thể phớt lờ những suy nghĩ sâu sắc trong lúc chơi cờ, giống như ta có thể bay mà chẳng hề cần đến đôi cánh vậy."

(Sự phát triển của máy tính cũng ảnh hưởng sâu sắc đến tương lai của thị trường việc làm. Đôi khi các nhà dự báo tuyên bố rằng trong vài thập kỷ tới, chỉ những người có kỹ năng cao như nhà khoa học máy tính hay kỹ thuật viên máy tính mới có công ăn việc làm. Nhưng thực sự, công nhân trong các ngành như vệ sinh, xây dựng, cứu hỏa, cảnh sát và nhiều ngành nghề khác cũng có việc làm ổn định trong tương lai vì họ có sẵn khả năng nhận diện hình ảnh. Tội phạm, các loại rác, công cụ và lửa là muôn hình vạn trạng, do đó robot không thể nhận diện được. Trớ trêu là những nhân công thiếu trình độ như kế toán viên cấp thấp, nhà môi giới và giao dịch viên có thể sẽ mất việc trong tương lai vì công việc của họ có tính lặp lại và liên quan tới các con số — một tác vụ mà máy tính có thể làm rất tốt.)

Bên cạnh khả năng nhận diện hình ảnh là vấn đề thứ hai của sự phát triển robot, thậm chí còn căn bản hơn nữa: chúng thiếu khả năng hiểu "các lẽ thường tình". Ví dụ, con người biết:

- Nước thì ướt.
- Mẹ luôn lớn tuổi hơn con gái mình.
- Động vật không thích bị đau.
- Con người không thể đội mồ sống dậy khi đã qua đời.
- Dây chỉ có thể kéo chứ không thể đẩy.
- Gậy có thể đẩy chứ không thể kéo giãn.
- Thời gian một đi không trở lại.

Nhưng không có phép tính hay phương trình toán học nào có thể biểu diễn những sự thật đó. Chúng ta biết tất cả những điều này vì đã nhìn thấy các loài động vật, nước, sợi dây và xác nhận các sự thật gắn liền với chúng. Trẻ em lại học lẽ thông thường bằng cách cọ xát với thực tế. Các định luật

trực giác của sinh học và vật lý thì khó nắm bắt hơn, thông qua tương tác với thế giới thực. Nhưng robot không có những trải nghiệm này. Chúng chỉ biết những gì được lập trình sẵn.

(Kết quả là công ăn việc làm trong tương lai sẽ là những nghề đòi hỏi khả năng sáng tạo nghệ thuật, tính độc đáo, tính giải trí, sự hóm hỉnh, khả năng diễn xuất, khả năng phân tích và khả năng lãnh đạo. Đây chính xác là những đặc tính chỉ có ở con người và máy tính khó lòng bắt chước được.)

Trong quá khứ, các nhà toán học đã cố gắng xây dựng nên một chương trình cấp tốc có thể tích hợp toàn bộ quy luật về lý lẽ thông thường một lần và mãi mãi. Nỗ lực tham vọng nhất là CYC (viết tắt cho "encyclopedia", nghĩa là bách khoa toàn thư) — đứa con tinh thần của Douglas Lenat, giám đốc Cycorp. Giống như Dự án Manhattan — dự án cấp tốc đã tiêu tốn hai tỷ đô-la cho việc chế tạo bom nguyên tử, CYC là "Dự án Manhattan" về trí tuệ nhân tạo, cú hích cuối cùng được kỳ vọng sẽ giúp đạt đến trí tuệ nhân tạo thật sự.

Chẳng hề ngạc nhiên khi biết phương châm của Lenat: Trí tuệ là 10 triệu quy tắc. (Lenat có một phương pháp kỳ lạ để tìm hiểu những quy luật mới của lý lẽ thông thường; ông thuê người chỉ chuyên đọc những mẩu tin khiếm nhã và những chuyện tầm phào trong các tờ báo lá cải rẻ tiền. Sau đó ông yêu cầu CYC nhận ra lỗi trong các tin tức này. Quả thực, nếu Lenat thành công với phương pháp này thì CYC có lẽ còn thông minh hơn cả những người đọc các mẩu tin đó!)

Một mục tiêu của CYC là đạt tới "điểm bão hòa" — thời điểm mà một robot có khả năng hiểu vừa đủ để có thể tự lĩnh hội các thông tin mới chỉ nhờ đọc tạp chí và sách báo có trong bất cứ thư viện nào. Với trình độ đó, giống như một con chim non rời tổ, CYC có đủ khả năng tung cánh bay lên.

Nhưng kể từ khi dự án khởi động vào năm 1984, nó cũng có chung vấn đề về độ tin cậy như thường gặp ở AI: các tiên đoán gây sốt dẻo nhưng cực kỳ thiếu thực tế. Lenat tiên đoán rằng trong vòng 10 năm, tức là đến năm 1994, CYC sẽ tích hợp được từ 30-50% "thực tế đã được nhất trí". Nhưng thậm chí đến ngày nay, CYC cũng chưa tiệm cận được dự doán này. Các nhà khoa học của Cycorp đã nhận thấy cần lập trình hàng triệu triệu dòng mã để một máy tính nắm bắt được các lý lẽ thông thường tương ứng với nhận thức của một đứa trẻ lên bốn. Cho đến nay, phiên bản mới nhất

của chương trình CYC chỉ chứa khoảng 47.000 khái niệm thông thường và 306.000 điều thực tế. Mặc dù các ấn phẩm định kỳ của Cycorp đều tỏ ra lạc quan, nhưng một đồng sự của Lenat là R. V. Guha, đã rời công ty năm 1994, lại cho rằng: "Nhìn chung, CYC là một dự án thất bại… Chúng tôi tự hại mình khi cố gắng tạo ra một cái bóng mờ nhạt của những thứ chỉ mang tính hứa hẹn."

Nói cách khác, những nỗ lực lập trình tất cả các quy luật của lẽ thường tình vào một máy tính duy nhất vẫn chưa đi tới đâu, đơn giản vì có quá nhiều quy luật như vậy. Con người dễ dàng học hỏi chúng vì liên tục cọ xát với môi trường xung quanh trong các hoạt động sống, lặng lẽ tiếp nhận những định luật của vật lý và sinh học, còn robot không như vậy.

Bill Gates, người sáng lập tập đoàn Microsoft, thừa nhận: "Giúp máy tính và robot cảm nhận được môi trường xung quanh, rồi phản xạ lại nhanh chóng và chính xác là việc khó khăn hơn mong đợi rất nhiều lần… chẳng hạn như khả năng tự điều hướng để né tránh vật cản trong phòng, phản ứng với âm thanh và giải nghĩa câu nói, cầm nắm vật có kích thước, hình dạng và độ dễ vỡ khác nhau. Thậm chí những yêu cầu đơn giản như chỉ ra sự khác biệt giữa cửa chính và cửa sổ cũng có thể là trò đùa ác ý đối với một robot."

Tuy nhiên, những người ủng hộ cách tiếp cận trí tuệ nhân tạo từ trên xuống chỉ ra rằng dù có đôi lần đình trệ nhưng hướng đi này vẫn đang đạt được sự tiến bộ ở các phòng thí nghiệm khắp thế giới. Ví dụ, trong vài năm trở lại đây, Cơ quan chuyên trách Các dự án Nghiên cứu Tân tiến DARPA của Bộ Quốc phòng Mỹ — tổ chức đầu tư cho những dự án công nghệ tiên tiến, đã treo thưởng hai triệu đô-la cho việc chế tạo loại xe không người lái có thể tự di chuyển trên khu vực mấp mô ở hoang mạc Mojave. Năm 2004, không ứng viên nào vượt qua được giải Thử thách Lớn của DARPA. Thực tế, chiếc xe tốt nhất chỉ đi được gần 12 km trước khi ngừng hoạt động. Nhưng đến năm 2005, chiếc xe không người lái của đội đua Stanford đã vượt qua được chặng đua dài 212 km (dù cần tới tận bảy giờ đồng hồ). Bốn chiếc xe khác cũng hoàn thành cuộc đua. (Một số nhà phê bình chỉ trích việc luật đua cho phép các xe sử dụng hệ thống định vị GPS, dẫn đến việc chúng có thể chạy theo một lộ trình định sẵn mà không gặp quá nhiều chướng ngại vật, tức là chúng không thực sự phải nhận ra các vật cản phức tạp trên đường. Khi lái xe trong thực tế, các xe phải tránh nhau,

tránh người đi đường, các kết cấu xây dựng dọc đường, đám đông kẹt xe và nhiều thứ khác mà không hề có tiên lượng trước.)

Bill Gates cũng lạc quan trong thận trọng rằng các máy móc robot có thể là "thứ lớn lao tiếp theo". Ông ví lĩnh vực robot hiện nay với lĩnh vực máy tính cá nhân mà ông đã góp phần khởi đầu hơn 30 năm về trước. Giống như máy tính cá nhân, có lẽ robot cũng cần thời cơ để cất cánh. Ông viết: "Không ai có thể nói chắc chắn khi nào nền công nghiệp này sẽ tiến hành sản xuất đại trà. Nếu làm được điều đó, nó sẽ biến đổi mạnh mẽ thế giới của chúng ta."

(Khi các robot với trí thông minh như con người được thương mại hóa, chúng sẽ có một thị trường rộng lớn. Mặc dù, các robot thực sự hiện vẫn chưa tồn tại, nhưng chúng ta đã tạo ra được những robot lập trình sẵn và lĩnh vực này đang phát triển mạnh. Hiệp hội Robot Nhật Bản dự đoán đến năm 2025, nền công nghiệp robot hiện có giá trị năm tỷ đô-la sẽ tăng trưởng lên 50 tỷ đô-la mỗi năm.)

CÁCH TIẾP CẬN TỪ DƯỚI LÊN

Do những giới hạn của cách tiếp cận từ trên xuống trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo, người ta quay sang sử dụng cách tiếp cận "từ dưới lên". Đây là phương pháp mô phỏng quá trình tiến hóa và cách thức học hỏi của một đứa trẻ sơ sinh. Chẳng hạn, côn trùng không định hướng đường đi bằng cách dò quét môi trường xung quanh và chuyển những hình ảnh thu được thành hàng tỷ tỷ điểm ảnh mà chỉ các siêu máy tính mới xử lý được. Thay vào đó, bộ não côn trùng có cấu tạo từ một "mạng neuron", kiểu máy học này chậm chạp học hỏi cách định hướng đường đi trong một thế giới đầy chướng ngại vật bằng cách đâm sầm vào nó. Tại MIT, rất khó để tạo ra các robot biết đi theo cách tiếp cận từ trên xuống. Nhưng những sinh vật bằng máy đơn giản giống con bọ, đâm sầm vào mọi thứ ngáng đường và học hỏi từ các vụ va chạm như vậy, chỉ chốc lát đã có thể di chuyển nhanh qua sàn của một căn phòng ở MIT.

Rodney Brooks là giám đốc Phòng thí nghiệm Trí tuệ nhân tạo của MIT, nơi nổi tiếng với những robot tập đi to lớn và cồng kềnh, chế tạo theo cách tiếp cận từ trên xuống. Ông trở thành kẻ dị biệt trong lĩnh vực của mình khi đề ra ý tưởng những robot nhỏ "giống côn trùng" có thể tự học

cách di chuyển thông thường thông qua việc va vào những thứ chúng gặp trên đường. Thay vì sử dụng những chương trình tính toán kỹ lưỡng của máy tính để xác định chính xác vị trí chân mình khi di chuyển, các con côn trùng máy này dùng phương pháp thử sai để định vị chuyển động của các chân và điều này lại chỉ cần đến một phần nhỏ công năng máy tính. Ngày nay, nhiều hậu duệ của những robot hình côn trùng này đang ở trên Hỏa Tinh để thu thập dữ liệu cho NASA; chúng chạy trên bề mặt hoang vắng của Hành tinh Đỏ chỉ với tư duy tự học hỏi của mình. Brooks tin rằng những con côn trùng máy này là lựa chọn lý tưởng cho mục đích khám phá Hệ Mặt Trời.

Một dự án của Brooke là COG — nỗ lực tạo ra robot cơ giới có trí thông minh bằng một đứa trẻ sáu tháng tuổi. Nhìn bên ngoài, COG chỉ như một mớ dây, mạch điện và các bánh răng, trừ việc nó có đầu, hai mắt và các cánh tay. Không có định luật trí thông minh nào được lập trình sẵn cho nó. Thay vào đó, nó được thiết kế để hướng đôi mắt về phía người hướng dẫn, người cố gắng dạy nó những kỹ năng đơn giản. (Một nhà nghiên cứu đang mang thai đã cược xem ai học nhanh hơn; COG hay con của cô khi lên hai tuổi. Đứa trẻ đã đánh bại COG một cách thuyết phục.)

Dù thành công là vậy trong việc mô phỏng hành vi của những loài côn trùng, nhưng các robot sử dụng mạng neuron đã thể hiện khá thảm hại khi huấn luyện viên cố dạy cho chúng cách hành xử của những sinh vật bậc cao như động vật có vú. Robot tân tiến nhất sử dụng mạng neuron có thể đi qua căn phòng hoặc bơi trong nước, nhưng không thể nhảy lên và đuổi bắt con mồi như một chú chó săn, hay sục sạo quanh phòng như một con chuột. Nhiều robot sử dụng mạng neuron cỡ lớn chỉ có hàng chục đến hàng trăm neuron, trong khi não người có tới hơn 100 tỷ neuron, *C. elegans*- loài giun có cấu trúc rất đơn giản đã được các nhà sinh học lập bản đồ toàn bộ hệ thần kinh — chỉ có hơn 300 neuron, tạo nên hệ thần kinh có lẽ là đơn giản nhất từng được tìm thấy trong tự nhiên. Tuy nhiên giữa các neuron này lại có tới hơn 7.000 xi-náp. Chỉ đơn giản như hệ thần kinh của *C. elegans* cũng đã quá phức tạp để các nhà nghiên cứu có thể xây dựng lại được mô hình máy tính của bộ não này. (Năm 1988, một chuyên gia máy tính đã tiên đoán đến năm 2008, chúng ta sẽ có những robot với khoảng 100 triệu neuron nhân tạo. Thực tế, một mạng neuron chỉ với 100 neuron đã được xem là ngoại hạng rồi.)

Điều nực cười là máy móc có thể dễ dàng thực hiện những tác vụ mà con người xem là "khó nhằn", như làm phép nhân những số lớn hay chơi cờ, nhưng lại gặp nhiều khó khăn khi thực hiện việc quá "hiển nhiên" đối với con người, như đi qua một căn phòng, nhận diện khuôn mặt hay "tám chuyện" với một người bạn. Nguyên nhân là bởi những máy tính tân tiến nhất về cơ bản chỉ là các linh kiện điện tử lắp ghép với nhau, trong khi bộ não của chúng ta được thiết kế tinh tế nhờ quá trình tiến hóa để giải quyết những vấn đề sinh tồn cơ bản, đòi hỏi toàn bộ cấu trúc phức tạp của hoạt động tư duy, như hiểu biết những lẽ thường tình và nhận diện hình ảnh. Sinh tồn trong rừng không phụ thuộc vào các phép toán hay cách chơi cờ mà vào việc tránh động vật săn mồi, tìm bạn tình và thích nghi với những thay đổi của môi trường.

Nhà nghiên cứu Marvin Minsky ở MIT, một trong những người khai sinh AI, tổng kết những khó khăn mà AI gặp phải như sau: "Lịch sử của AI khá khôi hài vì nhiệm vụ thực sự ban đầu của nó là những thứ đẹp đẽ, như tạo ra một cỗ máy có thể thực hiện các phép chứng minh logic hay đảm nhiệm tốt một quy trình tính toán. Nhưng sau đó, chúng ta bắt đầu cố gắng tạo ra những cỗ máy có thể trả lời những câu hỏi tưởng chừng đơn giản được in trong sách tiểu học. Không có cỗ máy nào hiện nay có thể làm được điều đó."

Một số người tin rằng đây sự kết hợp chặt chẽ giữa hai cách tiếp cận, từ trên xuống và từ dưới lên, có thể sẽ cung cấp chìa khóa cho trí thông minh nhân tạo và những robot giống người. Suy cho cùng, khi một đứa trẻ học hỏi, dù trẻ chủ yếu dựa vào cách tiếp cận từ dưới lên, tức là cọ xát với môi trường xung quanh, nhưng thực ra trẻ còn nhận được sự hướng dẫn từ bố mẹ, sách vở, giáo viên ở trường và học hỏi từ cách tiếp cận từ trên xuống. Khi đã trưởng thành, chúng ta liên tục hòa trộn cả hai cách tiếp cận này. Chẳng hạn, một đầu bếp học cách nấu món ăn từ công thức hướng dẫn nhưng cũng liên tục nếm thử trong quá trình nấu nó.

Hans Moravec thuộc Viện Công nghệ Robot, Đại học Carnegie-Mellon thì cho rằng: "Những cỗ máy với đầy đủ trí thông minh sẽ thành hiện thực khi ta có thể kết hợp hai cách tiếp cận này với nhau." Điều này có khả năng sẽ xảy ra trong 40 năm tới.

ROBOT CÓ CẢM XÚC CHĂNG?

Một chủ đề thường gặp trong văn chương và nghệ thuật là những thực thể máy móc ước ao trở thành con người để có thể sẻ chia những cảm xúc của loài người. Dù được tạo thành từ dây điện và sắt thép lạnh lẽo, chúng vẫn muốn được cười, khóc và cảm nhận tất cả những cảm xúc thú vị của con người.

Ví dụ, Pinocchio là một con rối gỗ muốn trở thành một cậu bé thực sự. Người Thiếc trong *Phù thủy xứ Oz* muốn có một trái tim. Và Data trong phim *Star Trek* là một robot vượt trội con người về sức mạnh và trí tuệ, nhưng vẫn ước ao trở thành con người.

Một số người thậm chí còn cho rằng cảm xúc chính là tiêu chí cao nhất để được nhận định là con người. Họ tuyên bố chẳng có cỗ máy nào biết rung động khi ngắm vẻ rực rỡ của bình minh hay cười khanh khách trước một câu đùa hóm hỉnh. Một số còn cho rằng máy móc không thể có cảm xúc vì cảm xúc là minh chứng cho sự phát triển tột bậc của loài người.

Nhưng những nhà khoa học trong lĩnh vực AI đã và đang cố gắng giải mã cảm xúc lại vẽ nên một bức tranh khác. Đối với họ, cảm xúc không phải là bản chất của loài người, mà là sản phẩm của quá trình tiến hóa. Nói đơn giản, cảm xúc tốt cho chúng ta. Trước nó giúp ta tồn tại trong rừng sâu và nay giúp ta vượt qua những hiểm nguy của cuộc sống.

Chẳng hạn, việc "thích" gì đó rất quan trọng trong quá trình tiến hóa vì hầu hết mọi thứ có tác động xấu đến chúng ta. Trong hàng triệu thứ chúng ta tiếp xúc mỗi ngày, chỉ số ít là có lợi. Do vậy, việc "thích" thứ gì đó phân biệt số ít thứ có ích với hàng triệu thứ khác có thể làm tổn thương chúng ta.

Tương tự, ghen tuông cũng là một cảm xúc quan trọng, vì sinh sản thành công là vấn đề sống còn nhằm đảm bảo di truyền bộ gen của chúng ta cho các thế hệ tiếp theo. (Thực tế, đó cũng là lý do tình yêu và tình dục lại đi kèm nhiều cảm xúc mãnh liệt đến vậy.)

Xấu hổ, ăn năn là cảm xúc quan trọng bởi chúng giúp ta học các kỹ năng hòa nhập cần thiết trong xã hội. Nếu không bao giờ biết nói lời xin lỗi, chúng ta sẽ bị loại khỏi bầy tộc, chấm dứt cơ hội tồn tại và duy trì bộ gen.

Cô đơn cũng là một cảm xúc thiết yếu. Thoạt tiên, cô đơn dường như là không cần thiết và thừa thãi. Suy cho cùng, con người luôn có thể hoạt động một mình. Nhưng khát khao có bạn đồng hành cũng quan trọng đối

với sự sinh tồn, vì chúng ta phụ thuộc vào nguồn tài nguyên của cộng đồng để tồn tại.

Nói cách khác, khi các robot trở nên tân tiến hơn, chúng cũng có thể được trang bị các xúc cảm. Có lẽ robot sẽ được lập trình để gắn kết với chủ nhân hoặc người chăm sóc nhằm đảm bảo chúng sẽ không bị vứt vào sọt rác. Việc sở hữu cảm xúc tạo thuận lợi cho chúng hòa nhập vào xã hội loài người, để chúng có thể trở thành người bạn đồng hành hữu ích chứ không phải là đối thủ của chủ nhân.

Chuyên gia máy tính Hans Moravec tin rằng rồi đây, robot sẽ được lập trình những cảm xúc như "sợ hãi" để tự bảo vệ mình. Chẳng hạn, nếu năng lượng cạn dần, nó "sẽ biểu hiện sự xúc động, thậm chí là hoảng hốt, là những dấu hiệu con người có thể nhận ra. Nó có thể sang nhà hàng xóm và nhờ họ cắm sạc giùm bằng cách nài nỉ: 'Làm ơn đi mà! Tôi cần được sạc điện! Điều này rất quan trọng với tôi, nhưng chẳng tốn kém mấy đâu! Chúng tôi sẽ trả tiền cho ông!'"

Cảm xúc còn là yếu tố sống còn ảnh hưởng đến việc đưa ra quyết định. Những người chịu tổn thương thần kinh nhất định thường mất đi khả năng trải nghiệm cảm xúc. Khả năng lý luận của họ vẫn nguyên vẹn, nhưng lại không thể biểu hiện bất cứ cảm xúc nào. Chuyên gia thần kinh, tiến sĩ Antonio Damasio thuộc khoa Y trường Đại học Iowa, người đã nghiên cứu những bệnh nhân chịu các tổn thương thần kinh kiểu này, kết luận rằng họ dường như "vẫn biết, nhưng không cảm giác được".

Tiến sĩ Damasio thấy rằng những bệnh nhân này thường bị tê liệt khả năng đưa ra quyết định dù là nhỏ nhất. Không có cảm xúc dẫn đường, họ phải lựa chọn không ngừng nghỉ giữa thứ này với thứ khác, dẫn đến tình trạng do dự không quyết. Một bệnh nhân của tiến sĩ Damasio mất đến nửa giờ đồng hồ để cố gắng quyết định lịch hẹn khám lần tới.

Các nhà khoa học tin rằng cảm xúc diễn ra trong "hệ viền" của bộ não, nằm sâu trong phần trung tâm của não bộ. Khi con người bị mất liên kết giữa phần áo não mới (chi phối những suy nghĩ lý trí) và hệ viền, khả năng lý luận của họ vẫn không hề suy suyển nhưng họ không có cảm xúc dẫn đường để ra quyết định. Đôi khi chúng ta có một "linh cảm" hoặc một "phản ứng bản năng" thúc đẩy việc hình thành quyết định. Những người bị các tổn thương ảnh hưởng đến khả năng kết nối giữa phần lý trí và phần cảm xúc của bộ não không có khả năng này.

Chẳng hạn khi đi mua sắm, chúng ta cân đo đong đếm vô thức hầu hết các món hàng mình nhìn thấy, như là "nó quá đắt, quá rẻ, quá màu mè, quá chán, hay được đấy". Đối với những bệnh nhân chịu tổn thương thần kinh kiểu này, mua sắm có thể là cơn ác mộng vì mọi thứ dường như có giá trị như nhau.

Khi robot trở nên thông minh hơn và có khả năng tự đưa ra lựa chọn, chúng vẫn có thể bị tê liệt vì do dự. (Điều này gợi nhớ lại truyện ngụ ngôn về một con lừa ngồi trước hai bó cỏ hệt nhau đến khi chết đói, vì không thể quyết định được nên ăn bó nào.) Để tránh điều này, robot trong tương lai cần được gắn cứng cảm xúc vào bộ não của chúng. Bình luận về việc robot không có cảm xúc, tiến sĩ Rosalind Picard ở Phòng thí nghiệm đa ngành của MIT nói: "Chúng không cảm nhận được cái gì là quan trọng nhất. Đó là một trong những khiếm khuyết lớn nhất. Máy tính không thể có cảm xúc."

Tiểu thuyết gia Fyodor Dostoevsky người Nga từng viết: "Nếu mọi thứ trên Trái Đất đều có lý trí thì sẽ không có gì xảy ra cả."

Nói cách khác, robot trong tương lai có lẽ cần có cảm xúc để tự đề ra mục tiêu và mang lại ý nghĩa cũng như hình hài cho "cuộc sống" của mình, nếu không chúng sẽ bị tê liệt hoàn toàn trước vô vàn các lựa chọn.

ROBOT CÓ Ý THỨC KHÔNG?

Hiện chúng ta chưa có sự đồng thuận rộng rãi về việc liệu máy móc có ý thức hay thậm chí là hiểu ý nghĩa của ý thức. Chưa ai đưa ra được định nghĩa chính xác ý thức là gì.

Marvin Minsky mô tả ý thức giống như một "xã hội của các ý nghĩ", nghĩa là quá trình suy nghĩ diễn ra trong bộ não chúng ta không định xứ mà trải rộng, với các tâm điểm cạnh tranh với nhau ở bất kỳ thời điểm nào. Khi đó, ý thức có thể được xem như một chuỗi các suy nghĩ và hình ảnh bắt nguồn từ những "ý nghĩ" nhỏ hơn, mỗi ý nghĩ nhỏ này cạnh tranh nhau thu hút sự chú ý của chúng ta.

Nếu điều này là đúng thì có lẽ "ý thức" đã được thổi phồng quá mức, hay có quá nhiều bài báo thừa thãi viết về một chủ đề được các triết gia và những nhà thần kinh học "thần bí hóa" quá mức. Có thể việc định nghĩa ý thức là gì không khó khăn đến vậy. Như nhà nghiên cứu Sydney Brenner

của Viện Salk ở La Jolla nói: "Tôi đoán rằng đến năm 2020 — năm của những viễn cảnh tốt đẹp — ý thức sẽ không còn là một vấn đề khoa học nữa… Hậu bối của chúng ta sẽ kinh ngạc với lượng nghiên cứu bị vứt đi hiện nay — ấy là nếu họ đủ kiên nhẫn để rà soát kho lưu trữ điện tử của các tạp chí khoa học lỗi thời."

Theo Marvin Minsky, nghiên cứu về AI đang chịu "sự đố kỵ trong vật lý". Trong vật lý, chiếc chén thánh vốn nằm ở việc tìm kiếm một phương trình duy nhất giúp thống nhất các lực của vũ trụ vào cùng một lý thuyết, tạo thành "lý thuyết của vạn vật." Do chịu ảnh hưởng thái quá từ ý tưởng này, các nhà nghiên cứu về AI cũng tìm kiếm một hình mẫu duy nhất giải thích được ý thức. Nhưng theo Minsky, mô hình duy nhất này có thể không tồn tại.

(Những người theo "chủ nghĩa kiến tạo" giống tôi thì tin rằng, thay vì tranh cãi không ngừng về việc có thể tạo ra những cỗ máy biết suy nghĩ hay không thì chúng ta nên cố gắng chế tạo ra một cái máy như vậy. Khi nói về ý thức, có lẽ ta nên xem nó như một dải phổ liên tục, từ cái cảm biến nhiệt rẻ tiền theo dõi nhiệt độ phòng cho đến những sinh vật có khả năng nhận thức như chúng ta. Động vật có thể có ý thức, nhưng chúng không đạt đến mức độ nhận thức như con người. Bởi vậy, chúng ta nên cố gắng phân loại các kiểu hình và cấp độ của ý thức hơn là lao đầu vào những câu hỏi mang tính triết lý về ý nghĩa của ý thức. Cuối cùng, robot có thể đạt tới một kiểu "ý thức vô tính". Thực tế, một ngày robot có lẽ sẽ mang kiểu cấu trúc suy nghĩ và xử lý thông tin khác với chúng ta. Trong tương lai, các robot tân tiến có lẽ sẽ xóa mờ ranh giới giữa cú pháp và ngữ nghĩa, giúp cho những câu đối đáp của chúng không mấy khác biệt với con người. Khi ấy, nghi vấn về việc chúng có thực sự "hiểu" câu hỏi đặt ra hay không sẽ không còn hợp lý nữa. Đối với tất cả những mục đích thực tiễn, một robot nắm vững cú pháp sẽ hiểu những gì đang được nói đến. Nói cách khác, nắm vững cú pháp của câu nói *đồng nghĩa với* hiểu được câu nói đó rồi.)

ROBOT CÓ THỂ TRỞ NÊN NGUY HIỂM KHÔNG?

Định luật Moore cho rằng khả năng của máy tính tăng gấp đôi sau mỗi 18 tháng, từ đó tạo niềm tin rằng chỉ trong vài thập kỷ tới, robot sẽ có trí thông minh sánh với loài vật như chó hoặc mèo. Nhưng đến năm 2020, định luật

Moore có lẽ sẽ sụp đổ và thời đại bán dẫn cũng kết thúc theo. Trong khoảng 50 năm qua, sự phát triển đáng kinh ngạc của sức mạnh máy tính được hỗ trợ bởi khả năng tạo ra những tranzitor bán dẫn li ti. Hàng chục triệu tranzitor này có thể phủ kín dễ dàng lên móng tay chúng ta. Người ta dùng các chùm tia tử ngoại để khắc các tranzitor vi mô này lên các tấm bán dẫn. Nhưng quá trình này không tiếp diễn mãi được. Các tranzitor rồi sẽ nhỏ tới mức đạt đến kích thước của phân tử, khiến tiến trình thu nhỏ này bị phá vỡ. Thung lũng Silicon sẽ trở thành Vành đai Gỉ sắt sau năm 2020, khi kỷ nguyên bán dẫn cuối cùng cũng đến hồi kết.

Chip Pentium trong laptop có một lớp với kích thước rộng khoảng 20 nguyên tử. Đến năm 2020, kích thước đó có lẽ sẽ giảm xuống chỉ còn chừng năm nguyên tử. Ở kích thước đó, nguyên lý bất định Heisenberg bắt đầu hoạt động và ta không còn biết electron đang ở đâu nữa. Khi đó, dòng điện sẽ rò rỉ khỏi con chip và máy tính bị đoản mạch. Tại điểm tới hạn ấy, cuộc cách mạng máy tính và định luật Moore sẽ đến hồi kết do phạm phải các định luật lượng tử. (Một số người tuyên bố rằng kỷ nguyên kỹ thuật số là "chiến thắng của các bit trước các nguyên tử". Nhưng cuối cùng, khi chúng ta chạm tới giới hạn của định luật Moore, các nguyên tử có thể sẽ phục thù.)

Các nhà vật lý hiện đang làm việc với công nghệ hậu bán dẫn, thứ sẽ chi phối thế giới máy tính sau năm 2020, nhưng cho đến nay kết quả thu được vẫn chưa rõ ràng. Như chúng ta đã thấy, người ta đang nghiên cứu một loạt công nghệ rồi đây sẽ có thể thay thế công nghệ bán dẫn, bao gồm máy tính lượng tử, máy tính ADN, máy tính quang học, máy tính nguyên tử và nhiều thứ khác. Nhưng mỗi công nghệ đều đối diện với vô vàn khó khăn trước khi có thể thay thế hoàn toàn các chip bán dẫn. Thao tác trên các nguyên tử và phân tử riêng lẻ là công nghệ vẫn còn đang ở thời kỳ thai nghén, vì vậy việc tạo ra được hàng tỷ tranzitor kích cỡ nguyên tử hiện vẫn quá khả năng của chúng ta.

Nhưng giả sử đến lúc các nhà vật lý đủ khả năng chinh phục khoảng cách giữa các chip silic và máy tính lượng tử, và một dạng nào đó của định luật Moore vẫn tiếp tục đúng trong kỷ nguyên hậu bán dẫn. Khi đó, trí tuệ nhân tạo có thể trở thành sự thật. Đến thời điểm đó, robot có thể nắm vững logic và cảm xúc của con người, cũng như luôn vượt qua bài kiểm tra Turing. Đạo diễn Steven Spielberg đã khám phá nghi vấn này trong bộ

phim *Artificial Intelligence: AI* với nhân vật cậu bé robot đầu tiên có khả năng thể hiện cảm xúc, nhờ đó hòa nhập được với không khí gia đình của con người.

Điều này làm dấy lên câu hỏi: những robot như vậy có nguy hiểm không? Nhiều khả năng là có. Chúng có thể nguy hiểm khi đạt đến trí thông minh của loài khỉ, có thể tự nhân thức và tự đặt lịch hoạt động cho chính mình. Phải nhiều thập kỷ nữa chúng ta mới đạt đến thành tựu này, vì vậy các nhà khoa học còn nhiều thời gian để quan sát các robot trước khi chúng trở thành mối đe dọa thực sự. Chẳng hạn, ta có thể đặt một con chip đặc biệt trong các bộ vi xử lý của robot để ngăn chúng nổi loạn hay cài cho chúng cơ chế tự hủy hoặc tự ngưng hoạt động trong trường hợp khẩn cấp.

Nhà văn Arthur C. Clarke viết: "Có thể chúng ta sẽ trở thành thú cưng của máy tính, được chúng nuông chiều như những con cún cưng, nhưng tôi hy vọng chúng ta sẽ luôn giữ lại được khả năng tắt nguồn của chúng theo ý muốn."

Mối đe dọa hiển hiện hơn là cơ sở hạ tầng của chúng ta phụ thuộc vào máy tính. Hệ thống điện và nước của con người, chưa nói đến mạng lưới vận tải và thông tin liên lạc, sẽ ngày càng vi tính hóa trong tương lai. Các thành phố sẽ trở nên phức tạp đến nỗi chỉ những mạng lưới phức tạp và rối rắm mới có thể điều chỉnh và giám sát nền tảng hạ tầng khổng lồ ấy. Trong tương lai, việc đưa trí tuệ nhân tạo vào hệ thống máy tính sẽ ngày càng quan trọng. Chỉ một sự cố hoặc hỏng hóc trong nền tảng hạ tầng rộng khắp dựa trên mạng lưới máy tính cũng có thể làm tê liệt một thành phố, đất nước hay thậm chí cả nền văn minh.

Liệu máy tính cuối cùng có vượt qua chúng ta về trí thông minh không? Điều này hầu như chắc chắn vì không có định luật vật lý nào ngăn cản nó. Nếu các robot dựa trên mạng neuron có khả năng học hỏi và phát triển đến độ có thể học hỏi nhanh và hiệu quả hơn chúng ta thì về mặt logic, cuối cùng chúng sẽ vượt qua chúng ta. Moravec nói: " [Thế giới hậu sinh học] là một thế giới mà ở đó loài người sẽ bị làn sóng thay đổi văn hóa quét sạch, bị chính đám con cháu nhân tạo của chúng ta tiếm quyền … Khi đó, ADN của chúng ta sẽ nhận ra chúng không còn công dụng gì nữa và đã thua trong cuộc đua tiến hóa tới một dạng cạnh tranh mới."

Một số nhà phát minh, như Ray Kurzweil, còn tiên đoán thời điểm này sẽ đến sớm, thậm chí chỉ trong vài thập kỷ tới. Có lẽ chúng ta đang tạo ra

những hậu duệ tiến hóa của mình. Một số nhà khoa học máy tính mường tượng đến thời điểm mà họ gọi là "kỳ dị", khi các robot có khả năng tiếp nhận thông tin với tốc độ khủng khiếp và tạo ra các robot mới trong quá trình này, cho đến khi khả năng thu thập để tiếp nạp thông tin của chúng phát triển đến vô hạn.

Vì vậy, về lâu dài, một số nhà nghiên cứu chủ trương hợp nhất công nghệ cacbon với công nghệ bán dẫn hơn là chỉ khoanh tay chờ đợi sự diệt vong. Loài người chúng ta chủ yếu cấu thành từ cacbon, nhưng robot lại dựa trên vật liệu bán dẫn (ít nhất là cho đến thời điểm này). Có lẽ giải pháp sẽ là hòa nhập cùng chúng. (Nếu chạm trán người ngoài hành tinh, có lẽ chúng ta sẽ không lấy làm ngạc nhiên khi thấy họ có một phần là sinh vật, một phần là máy móc, để có thể chống chịu sự khắc nghiệt khi du hành không gian và phát triển trong những môi trường không mấy thân thiện.)

Trong tương lai xa, các robot giống người hay cyborg (người lai máy) thậm chí còn có thể ban cho chúng ta khả năng bất tử. Marvin Minsky thêm vào: "Điều gì sẽ đến nếu Mặt Trời bắt đầu lụi tàn hay chúng ta tự phá hủy hành tinh của mình? Tại sao không tạo ra những nhà vật lý, những kỹ sư hay những nhà toán học còn tốt hơn nữa? Có lẽ chúng ta cần trở thành kiến trúc sư xây nên tương lai của chính mình. Nếu không, nền văn hóa của chúng ta có thể sẽ biến mất."

Moravec mường tượng đến một thời điểm trong tương lai xa xôi khi cấu trúc neuron của chúng ta được chuyển giao vào máy móc từng neuron một, theo lẽ nào đó điều này giúp chúng ta trở nên bất tử. Đó là một suy nghĩ táo bạo nhưng không hề vượt quá địa hạt của sự khả thi. Vì vậy, theo một số nhà khoa học đang xem xét tương lai xa, sự bất tử (trong dạng thức các cơ thể bán dẫn hoặc được tích hợp ADN) có thể là tương lai cuối cùng của loài người.

Ý tưởng tạo ra những cỗ máy biết suy nghĩ, thông minh ít nhất như động vật hay bằng hoặc hơn con người có thể trở thành hiện thực, nếu chúng ta khắc phục được sự sụp đổ của định luật Moore và những vấn đề thường gặp, có lẽ là vào cuối thế kỷ này. Mặc dù các định luật AI vẫn còn nhiều điều cần khám phá nhưng tiến triển trong lĩnh vực này vẫn rất nhanh và đầy hứa hẹn. Vì tất cả những điều kể trên, tôi sẽ xếp robot và những cỗ máy biết suy nghĩ vào nhóm Bất khả thi Loại I.

8: SINH VẬT NGOÀI TRÁI ĐẤT VÀ UFO

Hoặc chúng ta đang lẻ loi trong vũ trụ này, hoặc là không.
Cả hai khả năng đều đáng sợ.
— ARTHUR C. CLARKE

Một phi thuyền không gian khổng lồ, rộng hàng kilômét, lừng lững ngay trên Los Angeles, che kín cả bầu trời và phủ bóng đen chẳng lành lên toàn thành phố. Hàng loạt thành phố lớn khác trên thế giới, đâu đâu cũng hiện diện các pháo đài bay hình đĩa tương tự. Hàng trăm người háo hức chào đón người ngoài hành tinh ghé thăm L.A, liền tập trung lên nóc một tòa nhà chọc trời để vẫy chào những vị khách đến từ vũ trụ.

Sau nhiều ngày neo đậu trong tĩnh lặng trên bầu trời L.A, khoang phi thuyền từ từ mở ra. Một chùm laser mạnh bắn tới, thiêu rụi cả tòa nhà chọc trời, tạo ra một cơn sóng thần phá hủy lan ra khắp thành phố, trong tích tắc biến mọi thứ thành đống đổ nát.

Trong phim *Independence Day* (Ngày độc lập), người ngoài hành tinh là hiện thân của những nỗi sợ hãi thầm kín nhất trong chúng ta. Còn trong phim *E. T,* chúng ta truyền tải đến người ngoài hành tinh những ước mơ và cả ảo tưởng của mình. Xuyên suốt tiến trình lịch sử, con người bị mê hoặc bởi ý nghĩ về những sinh vật ngoài hành tinh đang sống ở các thế giới khác. Ngược về năm 1611, trong chuyên luận *Somnium,* nhà thiên văn học Johannes Kepler đã sử dụng những hiểu biết khoa học tiên tiến nhất thời điểm đó, để phỏng đoán về một chuyến du hành đến Mặt Trăng, cho rằng con người có thể chạm trán với người ngoài hành tinh, cây cối và động vật lạ lẫm trong hành tinh đó. Nhưng khoa học và tôn giáo thường đối nghịch với nhau khi đề cập đến chủ đề sự sống ngoài không gian, thậm chí đôi khi còn dẫn đến bi kịch.

Vài năm trước đó, năm 1600, thầy tu kiêm triết gia người Dominica là Giordano Bruno đã bị thiêu sống trên đường phố thành Rome. Để làm nhục

ông, Giáo hội đã treo ngược ông rồi lột sạch y phục trước khi hỏa thiêu. Điều gì đã khiến những lời truyền giáo của Bruno nguy hiểm đến thế? Chỉ vì ông dám đặt ra câu hỏi đơn giản: liệu có sự sống ngoài không gian không? Cũng như Copernicus, Bruno tin rằng Trái Đất quay quanh Mặt Trời, nhưng ông còn cho rằng có vô số tạo vật giống chúng ta đang sống trong vũ trụ. (Thay vì tán thành khả năng tồn tại của hàng tỷ vị thánh, Đức Giáo hoàng, nhà thờ và Chúa Jesus ngoài không gian, việc thiêu chết ông đơn giản là thuận lợi hơn cho Giáo hội.)

400 năm đã trôi qua, ký ức về tấn thảm kịch của Bruno vẫn còn ám ảnh các sử gia khoa học. Nhưng hiện nay, cứ vài tuần Bruno lại có một màn phục hận. Khoảng hai lần mỗi tháng, người ta lại phát hiện một hành tinh mới ngoài Hệ Mặt Trời đang quay quanh một ngôi sao nào đó ngoài không gian. Vậy là tiên đoán của Bruno về sự tồn tại của các hành tinh bên ngoài Hệ Mặt Trời đã được xác nhận. Nhưng vẫn còn đó một vài nghi vấn chưa được giải quyết. Mặc dù Dải Ngân Hà có đầy rẫy hành tinh, nhưng bao nhiêu trong số đó khả sinh? Và nếu các dạng sống thông minh quả thực có tồn tại trong không gian ngoài kia thì khoa học có thể nói gì về điều này?

Dĩ nhiên, những cuộc chạm trán giả định với những thế lực ngoài Trái Đất đã mê hoặc xã hội cùng nhiều lớp thế hệ độc giả và mọt phim. Vụ nổi tiếng nhất diễn ra vào ngày 30 tháng 10 năm 1938, khi Orsen Welles quyết định chơi khăm người dân Mỹ nhân dịp Halloween. Dựa trên cốt truyện của tiểu thuyết *chiến tranh giữa các thế giới* của văn hào H. G. Wells, ông đã tạo ra một chuỗi tin vắn trên sóng phát thanh Mỹ CBS về việc Trái Đất bị người Hỏa Tinh xâm lược và nền văn minh nhân loại sẽ sụp đổ. Hiệu ứng của các tin tức này còn được bồi thêm nhờ nhạc sôi động và tần suất nhắc lại theo giờ. Hàng triệu người Mỹ rơi vào hoảng loạn trước "tin tức" về các cỗ máy đến từ Hỏa Tinh đã đáp xuống Grovers Mill của bang New Jersey và đang bắn ra các tia chết người để phá hủy toàn bộ thành phố và rồi đô hộ Trái Đất. (Báo chí sau đó đã ghi nhận về những cuộc sơ tán tự phát quanh khu vực này, những người mục kích khăng khăng cho biết họ ngửi thấy mùi khí độc và nhìn thấy các chớp sáng từ xa.)

Niềm say mê Hỏa Tinh lại lên đến đỉnh điểm vào thập niên 1950, khi các nhà thiên văn nhận thấy trên hành tinh này có một dấu hiệu lạ thường, trông như một chữ *M* khổng lồ có kích thước hàng trăm kilômét. Giới bình luận nhận định có lẽ chữ *M* ám chỉ "Mars" — Hỏa Tinh và người Hỏa Tinh

đang phát đến Trái Đất thông điệp hòa bình về sự hiện diện của họ, giống như các hoạt náo viên cùng nhau ghép thành kí tự đầu trong tên đội bóng của họ trước mỗi trận cầu. (Những người khác lại có cách nhìn u tối rằng *M* thực ra là *W* mà *W* là biểu tượng cho "war" — chiến tranh. Nói cách khác, người Hỏa Tinh thực ra đang muốn tuyên chiến với Trái Đất!) Cơn hoảng loạn càng tăng lên khi dấu hiệu *M* huyền bí này bỗng biến mất cũng nhanh như khi xuất hiện. Kiến giải hợp lý nhất là nó được tạo ra do một cơn bão cát phủ khắp hành tinh, trừ các đỉnh của bốn ngọn núi lửa. Những đỉnh này khi nối lại tạo ra hình hơi giống chữ *M* hay *W*.

CUỘC TÌM KIẾM DẠNG SỐNG KHÁC THEO HƯỚNG KHOA HỌC

Các nhà khoa học nghiêm túc nghiên cứu về khả năng tồn tại của sự sống ngoài Trái Đất cho rằng chúng ta chưa thể nói gì chắc chắn về những sự sống như vậy, ngoài giả sử nó quả thực tồn tại. Tuy nhiên, chúng ta có thể đưa ra một số lập luận chung về đặc tính tự nhiên của những dạng sống này dựa trên hiểu biết hiện có về vật lý, hóa học và sinh học.

Đầu tiên, các nhà khoa học tin rằng nước ở thể lỏng là yếu tố chủ chốt để tạo nên sự sống trong vũ trụ. "Hãy theo dòng nước" là phương châm của các nhà thiên văn học khi tìm kiếm bằng chứng của sự sống ngoài không gian. Không giống như các chất lỏng khác, nước lỏng là một "dung môi phổ biến" có thể hòa tan nhiều hợp chất hóa học đến ngạc nhiên. Nước là cái nồi lý tưởng để tạo ra ngày càng nhiều các phân tử phức tạp. Nước cũng có cấu trúc phân tử đơn giản có thể tìm thấy trong toàn vũ trụ, trong khi các dung môi khác hầu như rất hiếm.

Thứ hai, chúng ta biết cacbon là thành phần thích hợp cho việc tạo nên sự sống vì nó có bốn liên kết cộng hóa trị, nhờ đó có thể kết hợp với bốn nguyên tử khác để tạo thành các phân tử có cấu trúc cực kỳ phức tạp. Trong thực tế, nó dễ dàng tạo thành các chuỗi cacbon dài, nền tảng của các hiđrôcacbon và các hợp chất hữu cơ. Các nguyên tố có bốn liên kết khác không có tính chất độc đáo như vậy.

Minh họa sống động nhất về tầm quan trọng của cacbon là thí nghiệm nổi tiếng của Stanley Miller và Harold Urey vào năm 1953, chứng tỏ sự hình thành một cách tự phát của sự sống có thể là thành phẩm tự nhiên từ

các tính chất hóa học của nguyên tố cacbon. Họ tạo ra một dung dịch chứa amoniac, mêtan và một số hóa chất độc hại khác mà họ tin là đã tồn tại từ buổi bình minh của Trái Đất. Họ chứa dung dịch này trong một bình thí nghiệm rồi cho một dòng điện nhỏ chạy qua, sau đó chờ đợi xem điều gì sẽ tới. Trong vòng một tuần, họ bắt đầu nhìn thấy bằng chứng về sự hình thành tự phát của các phân tử axit amin trong bình thí nghiệm. Dòng điện đủ mạnh để phá vỡ các liên kết cộng hóa trị trong phân tử amoniac và metan, sau đó sắp xếp các nguyên tử thành phân tử axit amin — tiền thân của các phân tử protein. Như vậy, theo nghĩa nào đó, sự sống có thể hình thành tự phát. Kể từ đó, các phân tử axit amin đã được tìm thấy trong các thiên thạch và ở những đám khí trong không gian sâu thẳm.

Thứ ba, nền tảng cơ bản của sự sống là các phân tử tự nhân bản có tên là ADN. Trong hóa học, các phân tử kiểu này rất hiếm gặp. Phân tử ADN đầu tiên trên Trái Đất phải mất hàng trăm triệu năm để hình thành, có lẽ là ở sâu trong lòng các đại dương. Nếu chúng ta có thể thực hiện thí nghiệm Miller-Urey trong một triệu năm dưới đáy biển thì các phân tử giống ADN cũng sẽ hình thành tự phát được. Một nơi thích hợp để các phân tử ADN đầu tiên có thể hình thành từ thuở sơ khai của Trái Đất là khu vực gần các miệng núi lửa ở đáy đại dương, vì hoạt động của núi lửa tạo ra nguồn cung cấp năng lượng phù hợp để hình thành các phân tử ADN và tế bào ban đầu, trước khi xuất hiện quá trình quang hợp và thực vật. Chúng ta chưa biết ngoài ADN còn phân tử có thành tố chính là cacbon nào có thể tự nhân bản hay không, nhưng có lẽ các phân tử tự nhân bản khác tồn tại trong vũ trụ sẽ giống với ADN về phương diện nào đó.

Vì vậy, sự sống có lẽ cần đến nước lỏng, các hợp chất hiđrôcacbon và phân tử tự nhân bản tương tự như ADN. Dựa trên các tiêu chí này, chúng ta có thể ước tính sơ bộ về tần suất tồn tại của sự sống thông minh trong vũ trụ. Năm 1961, nhà thiên văn Frank Drake ở Đại học Cornell là một trong những người tiên phong thực hiện ước lượng này. Nếu bắt đầu với 100 tỷ ngôi sao trong Dải Ngân Hà, ta có thể ước tính tỷ lệ ngôi sao giống như Mặt Trời. Từ đó, ta có thể suy ra tỷ lệ ngôi sao có hệ hành tinh quay quanh.

Đặc biệt hơn, phương trình của Drake giúp ta tính được số nền văn minh trong thiên hà bằng cách lấy tích của một số yếu tố, bao gồm:

- Tốc độ sinh ra của các ngôi sao,
- Tỷ lệ sao có hành tinh quay quanh,

• Số hành tinh quay quanh mỗi ngôi sao có điều kiện phù hợp cho sự sống,

• Tỷ lệ hành tinh thật sự phát triển sự sống,

• Tỷ lệ hành tinh phát triển sự sống thông minh,

• Tỷ lệ hành tinh có mong muốn và khả năng liên lạc với những sự sống khác,

• Thời gian tồn tại của một nền văn minh.

Bằng cách thực hiện những ước lượng hợp lý và lấy tích của những khả năng thành công đó, chúng ta xác định được khoảng từ 100 đến 10.000 hành tinh trong Dải Ngân Hà có thể thai nghén dạng sống thông minh. Nếu những dạng sống đó phân bố tương đối đồng đều trong Dải Ngân Hà thì có khả năng chúng ta sẽ tìm thấy một hành tinh như vậy chỉ cách Trái Đất vài trăm năm ánh sáng. Năm 1974, Carl Sagan ước lượng rằng có nhiều nhất một triệu nền văn minh như vậy đang tồn tại chỉ trong Dải Ngân Hà.

Lý thuyết này đã tăng thêm tính thuyết phục của việc tìm kiếm bằng chứng về các nền văn minh ngoài Trái Đất. Với những ước tính hợp lý về các hành tinh có khả năng thai nghén dạng sống thông minh, giới khoa học đã bắt đầu nghiêm túc tìm kiếm những tín hiệu sóng vô tuyến mà các hành tinh như vậy có thể phát ra, giống như sóng truyền hình và truyền thanh mà hành tinh của chúng ta đã và đang phát ra, từ 50 năm trước.

LẮNG NGHE ET

Dự án Nghiên cứu Dạng sống Thông minh ngoài Trái Đất SETI khởi nguồn từ một nghiên cứu có sức ảnh hưởng của hai nhà vật lý Giuseppe Cocconi và Philip Morrison vào năm 1959, đề xuất việc lắng nghe các bức xạ vô tuyến nằm trong dải tần từ 1 đến 10 GHz là cách phù hợp nhất để nghe lỏm những liên lạc thông tin ngoài hành tinh. (Dưới 1 GHz, tín hiệu sẽ bị những bức xạ do các electron chuyển động nhanh phát ra quét sạch; trên 10 GHz, tín hiệu sẽ bị các phân tử ôxi và hơi nước trong bầu khí quyển của chúng ta gây nhiễu.) Họ chọn giá trị 1.420 GHz là mức tần số hứa hẹn nhất để lắng nghe các tín hiệu đến từ không gian, vì đó là tần số bức xạ của khí hiđrô thông thường — nguyên tố phổ biến nhất vũ trụ. (Các tần số quanh giá trị này được gọi là "lỗ rò nước", do sự tiện lợi của chúng đối với việc liên lạc của những sinh vật ngoài Trái Đất nếu có.)

Tuy nhiên, việc tìm kiếm bằng chứng về những tín hiệu của các dạng sống thông minh gần "lỗ rò" mang lại kết quả đáng thất vọng. Năm 1960, Frank Drake khởi xướng Dự án Ozma (đặt theo tên Nữ hoàng xứ Oz) để tìm kiếm các tín hiệu, sử dụng kính thiên văn vô tuyến có đường kính 25 m đặt ở Green Bank, bang West Virginia (Mỹ). Không có tín hiệu nào được tìm thấy, dù Dự án Ozma hay bất cứ dự án nào khác, bất chấp những nỗ lực dò quét bầu trời đêm trong suốt nhiều năm.

Năm 1971, NASA đã đưa ra một đề xuất nhiều tham vọng để đầu tư cho các nghiên cứu SETI, lấy tên Cyclops, dự án này bao gồm 1.500 kính thiên văn vô tuyến với chi phí đầu tư 10 tỷ đô-la. Chẳng mấy ngạc nhiên khi nghiên cứu này chẳng đi đến đâu. Khoản đầu tư trở nên khả thi hơn đối với một dự án khiêm nhường hơn nhiều là gửi đi một thông điệp được mã hóa cẩn thận cho người ngoài hành tinh trong không gian xa xôi. Năm 1974, một đoạn mã dài 1.679 bit được kính thiên văn vô tuyến khổng lồ Arecibo đặt ở Puerto Rico truyền đi hướng đến Cụm sao cầu M13, cách chúng ta khoảng 25.100 năm ánh sáng. Trong đoạn thông điệp ngắn này, các nhà khoa học đã tạo ra một hình tọa độ hai chiều có kích thước 23 x 73 cho biết vị trí Hệ Mặt Trời, trong đó có hình minh họa con người và một số công thức hóa học. (Vì khoảng cách truyền đi quá lớn nên thời điểm sớm nhất mà chúng ta có thể nhận được hồi âm từ không gian là hơn 52.160 năm nữa.)

Quốc hội Mỹ không mấy ấn tượng với những dự án đó, ngay cả khi đã nhận một tín hiệu vô tuyến kỳ lạ, được gọi là tín hiệu "Wow", vào năm 1977. Nó gồm một chuỗi ký tự và con số dường như không ngẫu nhiên và có vẻ là dấu hiệu cho thấy sự tồn tại của dạng sống thông minh ngoài Trái Đất. (Một số người từng nhìn thấy tín hiệu Wow cũng không hề tin vào nó.)

Năm 1995, thất vọng vì không nhận được sự đầu tư từ chính phủ liên bang Mỹ, các nhà thiên văn học tìm đến các nguồn lực tư nhân để xây dựng Viện SETI hoạt động phi lợi nhuận ở Mountain View, bang California. Mục tiêu của viện là thực hiện những nghiên cứu SETI độc lập và khởi động Dự án Phoenix nghiên cứu 1.000 ngôi sao giống Mặt Trời ở gần chúng ta trong dải tần từ 1.200 đến 3.000 MHz. Tiến sĩ Jill Tarter (hình mẫu cho nhân vật nhà khoa học mà tài tử Jodie Foster thủ vai trong bộ phim *Contact*) được bầu làm giám đốc dự án. (Thiết bị được sử dụng trong dự

án nhạy đến mức bắt được những bức xạ phát ra từ hệ thống radar ở một phi trường cách chúng ta 200 năm ánh sáng, nếu có.)

Kể từ năm 1995, Viện SETI đã dò quét hơn 1.000 ngôi sao với chi phí năm triệu đô-la mỗi năm nhưng vẫn chưa thu được kết quả rõ ràng nào. Tuy nhiên, nhà thiên văn học lâu năm tại SETI, Seth Shostak, lạc quan tin tưởng rằng Hệ thống kính thiên văn ATA 350 ăng-ten được xây dựng cách San Francisco hơn 400 km về phía đông bắc "sẽ bắt được một tín hiệu trước năm 2025".

Dự án SETI@home là một cách tiếp cận mới lạ hơn, được các nhà thiên văn thuộc Đại học California tại Berkeley khởi xướng vào năm 1999. Ý tưởng của họ là tân dụng các máy tính rảnh rỗi của hàng triệu người dùng máy tính cá nhân. Những người tham gia sẽ tải một gói phần mềm giúp giải mã một số tín hiệu sóng vô tuyến mà một kính thiên văn vô tuyến bắt được khi để chế độ màn hình chờ, vì vậy không có gì bất tiện cho họ cả. Dự án đã liên kết được hơn năm triệu máy tính từ hơn 200 quốc gia, ngốn hơn một tỷ đô-la tiền điện, nhưng tổn thất kinh tế cho mỗi cá nhân là tương đối nhỏ. Đây là dự án liên kết máy tính tham vọng nhất từng được thực hiện trong lịch sử nhân loại và là mô hình cho các dự án khác cần đến nguồn tài nguyên máy vi tính khổng lồ. Tuy nhiên, SETI@home vẫn chưa tìm thấy tín hiệu nào về dạng sống thông minh ngoài Trái Đất.

Sau hàng thập kỷ nỗ lực, sự tiến triển nhỏ giọt của các nghiên cứu SETI buộc những người đề xướng phải đặt ra những câu hỏi khắt khe. Một nhược điểm rõ ràng có lẽ là việc chỉ sử dụng các tín hiệu vô tuyến với dải tần xác định. Một số nhà nghiên cứu đề xuất rằng có lẽ các dạng sống ngoài hành tinh sử dụng tín hiệu laser chứ không phải vô tuyến. Laser có một số lợi thế so với sóng vô tuyến, vì bước sóng của nó ngắn nên ta có thể "nhét" vào một sóng nhiều tín hiệu hơn so với sóng vô tuyến. Nhưng vì ánh sáng laser có độ định hướng cao và cũng chỉ có một tần số duy nhất, nên sẽ rất khó để điều chỉnh tới đúng tần số laser cần tìm kiếm.

Một hạn chế hiển nhiên nữa có lẽ là sự phụ thuộc của các nhà nghiên cứu SETI vào những dải tần vô tuyến xác định. Nếu có tồn tại các dạng sống ngoài hành tinh, họ có thể sử dụng công nghệ nén thông tin hoặc phát tán các thông điệp theo từng gói nhỏ, như công nghệ Internet hiện đại ngày nay sử dụng. Khi lắng nghe các thông tin đã được nén lại rải khắp các dải tần, có thể chúng ta chỉ nghe được những tiếng ồn ngẫu nhiên.

Nhưng bất chấp tất cả những khó khăn khủng khiếp mà dự án SETI phải đối mặt, chúng ta vẫn có lý do để tin tới một lúc nào đó trong thế kỷ này, họ sẽ bắt được một vài tín hiệu đến từ một nền văn minh ngoài Trái Đất, nếu nó quả thực có tồn tại. Và đó hẳn sẽ là một cột mốc quan trọng trong lịch sử nhân loại.

HỌ ĐANG Ở ĐÂU?

Việc dự án SETI đến nay vẫn chưa tìm thấy dấu hiệu về sự tồn tại của dạng sống thông minh ngoài vũ trụ buộc các nhà khoa học phải nhìn nhận khắt khe và thẳng thắn về những tiên đề trong các phương trình của Frank Drake về dạng sống thông minh trên các hành tinh khác. Những khám phá thiên văn gần đây khiến chúng ta tin rằng cơ hội tìm thấy dạng sống thông minh ngoài vũ trụ khác xa so với các tính toán của Drake vào những năm 1960. Khả năng tồn tại dạng sống thông minh vừa lạc quan hơn vừa bi quan hơn so với niềm tin ban đầu.

Đầu tiên, các khám phá mới giúp chúng ta có niềm tin rằng dạng sống có thể khởi nguồn theo những cách mà các phương trình Drake không đề cập đến. Trước đây, các nhà khoa học tin rằng nước lỏng chỉ có thể tồn tại trong "vùng khả sinh" quanh Mặt Trời. (Khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời là "vừa đủ". Nếu Trái Đất quá gần Mặt Trời, các đại dương sẽ nhanh chóng bốc hơi, còn quá xa Mặt Trời thì đại dương đóng băng, nên "vừa đủ" thì sự sống sẽ trở nên khả dĩ.)

Vì vậy, việc các nhà thiên văn tìm thấy bằng chứng nước lỏng tồn tại bên dưới mặt băng của Europa — một mặt trăng lạnh giá của Mộc Tinh, đã tạo nên một cơn "địa chấn". Europa nằm rất xa ngoài vùng khả sinh nên người ta thường nghĩ nó không thỏa mãn điều kiện của phương trình Drake. Nhưng các lực thủy triều có thể đủ sức làm tan lớp băng bao phủ Europa, phơi ra một đại dương nước lỏng tồn tại từ lâu. Khi Europa quay quanh Mộc Tinh, trường hấp dẫn mạnh khủng khiếp của hành tinh này nén mặt trăng của nó như một quả bóng cao su, tạo ra lực ma sát sâu bên trong lõi Europa, khiến lớp băng phủ bắt đầu tan chảy. Vì chỉ tính riêng trong Hệ Mặt Trời đã có hơn 100 mặt trăng nên rất có khả năng tồn tại nhiều mặt trăng hỗ trợ sự sống trong Hệ Mặt Trời, nhưng nằm ngoài vùng khả sinh. (Và khoảng 250 hành tinh khổng lồ nằm ngoài Hệ Mặt Trời đã được khám

phá cũng có khả năng tồn tại các mặt trăng băng giá có thể hỗ trợ sự sống.)

Hơn nữa, các nhà khoa học tin rằng vũ trụ có thể chứa đầy các hành tinh lang thang không còn quay quanh ngôi sao nào. Nhờ lực thủy triều, bất cứ mặt trăng nào đang quay quanh một hành tinh lạc lối đều có thể có các đại dương nước lỏng dưới lớp băng phủ, nhờ đó khả dĩ tồn tại sự sống, nhưng chúng ta không dò được những mặt trăng này bằng các thiết bị hiện nay do chúng phụ thuộc vào ánh sáng bức xạ từ các ngôi sao mẹ.

Nếu quả thực, số lượng mặt trăng vượt trội so với số hành tinh trong một hệ mặt trời và có đến hàng triệu hành tinh lang thang trong thiên hà thì số lượng thực thể thiên văn có sự sống trong vũ trụ có lẽ sẽ vượt xa so với những dự đoán trước đây.

Mặc khác, cũng có nhiều lý do để các nhà thiên văn kết luận rằng cơ hội tồn tại sự sống trên các hành tinh trong vùng khả sinh là thấp hơn nhiều so với ước lượng ban đầu của Drake.

Đầu tiên, các chương trình máy tính chỉ ra rằng phải cần đến một hành tinh có kích cỡ Mộc Tinh để có thể đẩy các sao băng và thiên thạch vào không gian, nhờ đó liên tục làm sạch một hệ mặt trời và khiến sự sống trở nên khả dĩ. Nếu Hệ Mặt Trời của chúng ta không có Mộc Tinh, Trái Đất sẽ bị các thiên thể cỡ nhỏ bắn phá tới mức sự sống không thể nào tồn tại. Tiến sĩ George Wetherill, một nhà thiên văn học thuộc Viện Carnegie ở Washington D.c, ước đoán số va chạm của Trái Đất với các tiểu thiên thể sẽ tăng lên 1.000 lần nếu không có sự hiện diện của Mộc Tinh hay Thổ Tinh, tạo ra mối đe dọa lớn đối với sự sống theo chu kỳ 10.000 năm một lần (giống như vụ va chạm đã tiêu diệt khủng long 65 triệu năm trước). "Thật khó tưởng tượng sự sống sẽ tồn tại ra sao trước những cuộc công kích dữ dội đến như vậy." Ông nói.

Thứ hai, hành tinh của chúng ta may mắn có một mặt trăng lớn giúp nó ổn định sự tự quay. Thực hiện những tính toán dựa trên Định luật vạn vật hấp dẫn của Newton cho khoảng thời gian hàng triệu năm, các nhà khoa học chỉ ra rằng nếu không có một mặt trăng lớn, trục Trái Đất sẽ trở nên không ổn định và hành tinh của chúng ta có thể bị xáo trộn khiến sự sống trở nên xa vời. Nhà thiên văn người Pháp — tiến sĩ Jacques Lasker, ước tính nếu không có Mặt Trăng, trục Trái Đất có thể dao động từ 0 đến 54 độ, gây ra những điều kiện thời tiết cực kỳ khắc nghiệt và không thích hợp cho sự sống. Vì vậy, sự tồn tại của một mặt trăng lớn cũng cần được thêm vào

các tiên đề của phương trình Drake. (Hỏa Tinh có hai mặt trăng quá nhỏ và không ổn định được chuyển động quay của hành tinh mẹ, nên có thể hành tinh này cũng từng bị xáo trộn trong quá khứ và có khả năng tái diễn trong tương lai.)

Thứ ba, những bằng chứng địa chất thu thập được gần đây chỉ ra rằng sự sống trên Trái Đất đã gần như bị tận diệt nhiều lần trong quá khứ. Khoảng hai tỷ năm trước, Trái Đất hầu như bị băng đá bao phủ, nó là một "quả cầu tuyết" chỉ có thể hỗ trợ rất ít cho các dạng sống, ở một vài thời điểm khác, các vụ phun trào núi lửa và va chạm thiên thạch có thể đã đẩy sự sống trên Trái Đất đến gần bờ diệt vong. Như vậy, sự hình thành và tiến hóa của sự sống mỏng manh hơn nhiều so với suy nghĩ ban đầu của chúng ta.

Thứ tư, dạng sống thông minh cũng từng gần như hoàn toàn bị tiêu diệt trong quá khứ. Khoảng 100.000 năm trước, loài người chỉ có khoảng vài trăm đến vài ngàn cá thể, dựa trên những bằng chứng ADN thu thập gần đây. Không giống hầu hết các động vật có chủng loài phong phú và tách biệt với nhau do sự khác biệt lớn ở bộ gen, loài người có bộ gen khá tương đồng nên gần như là bản sao của nhau. Cách giải thích hợp lý cho hiện tượng này là sự tồn tại của một "nút thắt cổ chai" trong lịch sử nhân loại — thời điểm loài người hầu như bị quét sạch. Chẳng hạn, có thể một vụ phun trào núi lửa mạnh mẽ đã khiến thời tiết trở lạnh đột ngột, đẩy loài người đến gần sự diệt vong.

Và còn có những yếu tố ngẫu nhiên khác cần thiết để hình thành sự sống trên Trái Đất, đó là:

- *Từ trường mạnh*. Điều này là cần thiết để làm lệch hướng các chùm tia và bức xạ vũ trụ có thể hủy diệt sự sống trên Trái Đất.
- *Tốc độ quay vừa phải của hành tinh*. Nếu Trái Đất quay quá chậm, phía đối diện với Mặt Trời sẽ cực kỳ nóng, còn phía kia lại lạnh quá mức trong những khoảng thời gian dài. Nếu quay quá nhanh, hành tinh của chúng ta sẽ xuất hiện những điều kiện thời tiết vô cùng khắc nghiệt như các trận lốc xoáy và bão tố khủng khiếp.
- *Khoảng cách vừa đủ tới tâm của thiên hà*. Nếu ở quá gần tâm Dải Ngân Hà, Trái Đất sẽ bị các bức xạ độc hại bắn phá; còn nếu ở quá xa tâm, nó sẽ không có đủ các nguyên tố bậc cao hơn để cấu

thành những phân tử ADN và protein.

Với tất cả các lý do vừa nêu, giới thiên văn hiện nay tin rằng sự sống có thể tồn tại bên ngoài vùng khả sinh, trên các mặt trăng hay hành tinh lang thang, nhưng khả năng tồn tại một hành tinh giống Trái Đất và hỗ trợ được sự sống trong vùng khả sinh nhỏ hơn nhiều so với niềm tin trước đây. Xét trên tổng thể, các phương trình Drake chỉ ra xác suất ước tính của việc tìm thấy một nền văn minh trong thiên hà có lẽ rất nhỏ so với tiên lượng ban đầu của ông.

Hai giáo sư Peter Ward và Donald Brownlee cho biết: "Chúng tôi tin sự sống dưới dạng khuẩn bào và các dạng thức tương đương là rất phổ biến trong vũ trụ, có lẽ thường gặp hơn so với mường tượng của Drake và [Carl] Sagan. Tuy nhiên, các dạng sống phức tạp — như động vật và thực vật bậc cao — thì hiếm thấy hơn so với những nhận định thông thường." Thực tế, Ward và Brownlee để ngỏ khả năng Trái Đất có thể là nơi duy nhất trong thiên hà đang nuôi dưỡng sự sống dạng động vật. (Mặc dù lý thuyết này có thể làm nản lòng những nghiên cứu về dạng sống thông minh trong thiên hà của chúng ta, nhưng nó không phủ định khả năng sự sống đang tồn tại trong các thiên hà xa xôi khác.)

TÌM KIẾM NHỮNG HÀNH TINH GIỐNG TRÁI ĐẤT

Dĩ nhiên, các phương trình của Drake chỉ đơn thuần là giả định. Đó là lý do những nghiên cứu về sự sống ngoài không gian cần một cú hích từ việc khám phá ra các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời. Điều khó khăn là những hành tinh này vô hình đối với bất cứ kính thiên văn nào, do bản thân chúng không tự phát sáng. Nhìn chung, các hành tinh mờ hơn ngôi sao mẹ từ một triệu đến một tỷ lần.

Để tìm ra chúng, các nhà thiên văn học buộc phải phân tích những dao động nhẹ của ngôi sao mẹ, với giả định rằng có một hành tinh lớn cỡ Mộc Tinh làm thay đổi được quỹ đạo của ngôi sao này. (Ngôi sao mẹ và hành tinh cỡ Mộc Tinh của nó "đuổi nhau" bằng cách quay quanh nhau, tương tự như một chú chó đang cố ngoạm lấy đuôi của chính mình. Kính thiên văn không thể nhìn thấy hành tinh vì nó quá mờ, nhưng lại thấy rõ ngôi sao mẹ và sự dao động qua lại của vật chủ này.)

Hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời đầu tiên được tiến sĩ Alexandr Wolszczan ở Đại học Bang Pennsylvania tìm thấy vào năm 1994 khi ông đang quan sát các hành tinh quay quanh một sao xung (pulsar) đã tắt và đang quay. Vì ngôi sao mẹ gần như chắc chắn từng bùng phát trong một vụ nổ siêu tân tinh nên các hành tinh quay quanh nó là những nơi khô héo và chết chóc. Ngay năm sau, hai nhà thiên văn người Thụy Sĩ là Michel Mayer và Didier Queloz thông báo tìm thấy một hành tinh hứa hẹn hơn đang quay quanh ngôi sao Pegasi 51 và có khối lượng tương đương Mộc Tinh. Chẳng mấy chốc, cánh cửa khám phá các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời được mở toang.

Trong suốt 20 năm vừa qua, số lượng các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời được tìm thấy đã tăng lên đáng kể. Nhà địa chất Bruce Jakosky thuộc Đại học Colorado ở thành phố Boulder cho biết: "Đây là dấu mốc đặc biệt trong lịch sử loài người. Chúng ta là thế hệ đầu tiên có cơ hội thực sự để khám phá sự sống trên một hành tinh khác."

Cho đến nay, người ta chưa tìm thấy hệ mặt trời nào giống với Hệ Mặt Trời của chúng ta. Thực ra chúng còn rất khác biệt. Giới thiên văn từng nghĩ Hệ Mặt Trời của chúng ta là một điển hình trong vũ trụ, với các hành tinh xếp thành ba lớp và chuyển động trên các quỹ đạo tròn quanh ngôi sao mẹ: vành đai hành tinh đá ở trong, vành đai hành tinh khí ở giữa và ngoài cùng là vành đai các sao chổi với những núi băng lạnh.

Nhưng rồi họ ngỡ ngàng nhận ra ở các hệ mặt trời khác không có hành tinh nào tuân theo quy tắc đơn giản đó. Chẳng hạn, nhiều hành tinh cỡ Mộc Tinh không ở cách xa ngôi sao mẹ như nhận định thông thường, mà lại chuyển động quá gần ngôi sao mẹ (thậm chí có quỹ đạo còn nhỏ hơn quỹ đạo của Thủy Tinh quanh Mặt trời) hoặc có quỹ đạo quá dẹt. Ở cả hai trường hợp, sự tồn tại của một hành tinh nhỏ cỡ Trái Đất trong vùng khả sinh đều không mấy khả dĩ. Nếu quỹ đạo của hành tinh cỡ Mộc Tinh quá gần ngôi sao mẹ, nghĩa là nó đã di chuyển tới từ một khoảng cách lớn và chuyển động xoáy ốc để từ từ tiến vào tâm hệ mặt trời của mình (có lẽ do ma sát của bụi vũ trụ). Trong trường hợp đó, hành tinh cỡ Mộc Tinh cuối cùng sẽ băng ngang quỹ đạo của hành tinh cỡ Trái Đất, tống nó ra không gian bên ngoài. Còn nếu quỹ đạo của hành tinh cỡ Mộc Tinh có độ dẹt lớn, nó sẽ thường xuyên đi vào vùng khả sinh và là mối hiểm họa chực chờ đối với các hành tinh cỡ Trái Đất trong khu vực này.

Dù gây thất vọng cho những người chuyên săn tìm hành tinh mới và

các nhà thiên văn đang hy vọng khám phá ra các hành tinh giống Trái Đất, nhưng về mặt nhận thức, đây là những kết quả nằm trong dự kiến. Các thiết bị của chúng ta quá thô sơ, chỉ có thể dò thấy các hành tinh cỡ Mộc Tinh lớn nhất và chuyển động nhanh nhất vì chỉ chúng mới có thể gây nên những hiệu ứng đo đạc được lên ngôi sao mẹ. Do đó, chẳng mấy ngạc nhiên khi các kính thiên văn hiện nay chỉ dò thấy những hành tinh khổng lồ đang chuyển động nhanh trong không gian. Nếu quả thực có một bản sao y hệt Hệ Mặt Trời của chúng ta đang tồn tại ngoài không gian thì các máy dò hiện nay cũng quá thô sơ để có thể nhận ra nó.

Với việc phóng ba vệ tinh *Corot, Kepler* và *Terrestrial Planet Finder* lên quỹ đạo, tất cả những hạn chế trên có thể được cải thiện vì các vệ tinh này được thiết kế để định vị vài trăm hành tinh giống Trái Đất ngoài không gian. Chẳng hạn, các vệ tinh *Corot* và *Kepler* kiểm tra những vết mờ được một hành tinh giống Trái Đất tạo ra khi nó đi qua phía trước ngôi sao mẹ, làm cường độ sáng của ngôi sao ở khu vực đó giảm đi đôi chút. Mặc dù các hành tinh giống Trái Đất không nhìn thấy được từ quá xa, nhưng các vệ tinh này có thể dò thấy vết mờ mà các hành tinh đó tạo ra trên ngôi sao mẹ.

Vệ tinh *Corot* (viết tắt cho "đối lưu", "sự tự quay của sao" và "sự quá cảnh của hành tinh" trong tiếng Pháp) của Pháp được phóng thành công lên quỹ đạo vào tháng 12 năm 2006, là thiết bị thăm dò đặt ngoài không gian đầu tiên có mục đích tìm kiếm các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời. Các nhà khoa học hy vọng có thể dùng nó để tìm thấy khoảng từ 10 đến 40 hành tinh giống Trái Đất. Nhiệm vụ của *Corot* còn là phát hiện và bổ sung cho danh sách các hành tinh có kích thước Mộc Tinh được tìm thấy trước đó. "*Corot* có thể tìm thấy các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời với mọi kích cỡ và đặc tính tự nhiên khác nhau, trái ngược hoàn toàn với những gì chúng ta có thể làm trên mặt đất ở thời điểm này." Nhà thiên văn Claude Catala cho biết. Các nhà khoa học hy vọng vệ tinh này sẽ rà quét hơn 120.000 ngôi sao.

Tới một ngày nào đó, vệ tinh *Corot* có thể sẽ tìm thấy bằng chứng đầu tiên về một hành tinh giống Trái Đất trong không gian, tạo nên bước ngoặt trong lịch sử ngành thiên văn học. Trong tương lai, con người có thể sẽ choáng ngợp khi ngắm nhìn bầu trời đêm vì nhận ra đâu đó ngoài không gian đang có những hành tinh cũng che chở cho dạng sống thông minh. Khi hướng lên bầu trời trong tương lai, chúng ta chắc hẳn sẽ tự hỏi bản thân

liệu có ai đó ngoài kia cũng đang nhìn về phía mình hay không.

Vệ tinh *Kepler* được NASA phóng lên quỹ đạo vào đầu năm 2009. Nó nhạy đến nỗi có thể dò thấy hàng nghìn hành tinh mang kích cỡ giống Trái Đất ngoài không gian. Kepler đo độ sáng của khoảng 150.000 ngôi sao để dò tìm chuyển động của bất cứ hành tinh nào đi ngang qua mặt trước của ngôi sao chủ, đồng thời phân tích và giám sát hàng ngàn ngôi sao ở xa, cách Trái Đất hơn 1.950 năm ánh sáng. Sau hơn 9 năm hoạt động, *Kepler* đã tìm thấy khoảng:

- 400 hành tinh có kích cỡ tương tự Trái Đất,
- 832 hành tinh lớn hơn Trái Đất khoảng 1,25-2 lần
- 1.867 hành tinh lớn hơn Trái Đất từ 2,2 lần.[8]

Vệ tinh *Terrestrial Planet Finder* có cơ hội thậm chí còn lớn hơn nữa trong việc tìm kiếm các hành tinh giống Trái Đất. Với độ chính xác vượt trội, vệ tinh này sẽ phân tích khoảng 100 ngôi sao cách chúng ta 45 năm ánh sáng. Nó được trang bị hai thiết bị riêng biệt để nghiên cứu các hành tinh ở xa. Đầu tiên là bộ phận nhật hoa ký — một kính thiên văn đặc biệt có khả năng loại bỏ ánh sáng chiếu tới từ ngôi sao mẹ, giảm cường độ sáng xuống một tỷ lần. Kính thiên văn này lớn hơn từ ba đến bốn lần và chính xác hơn 10 lần so với Kính thiên văn Không gian Hubble. Bộ phận thứ hai là một giao thoa kế, sử dụng sự giao thoa của sóng ánh sáng để giảm ánh sáng đến từ ngôi sao mẹ xuống một triệu lần. Tuy vậy, đáng tiếc là dự án đã bị hủy bỏ vào năm 2011 sau nhiều lần trì hoãn.

Trong khi đó, Cơ quan Vũ trụ châu Âu ESA cũng lên kế hoạch phóng thiết bị tìm kiếm hành tinh của riêng họ với tên gọi là *Darwin*. Kế hoạch này dự kiến gồm ba kính thiên văn không gian, mỗi chiếc có đường kính ba mét, bay theo một đội hình định sẵn và có tác dụng như một giao thoa kế cỡ lớn. Nhiệm vụ của chúng cũng là định danh các hành tinh giống Trái Đất ở ngoài không gian.[9]

Việc định danh hàng trăm hành tinh giống Trái Đất ngoài không gian sẽ giúp tái lập những nỗ lực của SETI. Thay vì dò quét ngẫu nhiên các ngôi sao gần chúng ta, các nhà thiên văn sẽ tập trung nghiên cứu trên một tập hợp nhỏ các ngôi sao có thể đang chứa một trái đất thứ hai.

NGƯỜI NGOÀI HÀNH TINH TRÔNG NHƯ THẾ NÀO?

Những nhà khoa học khác lại cố gắng sử dụng kiến thức vật lý, sinh học và hóa học để dự đoán về sự sống ngoài hành tinh. Chẳng hạn, Isaac Newton đã tự hỏi tại sao tất cả động vật mà ông thấy đều mang cấu trúc đối xứng hai bên — chúng có hai mắt, hai tay, hai chân được sắp xếp đối xứng. Đây là sự tinh cờ hay là ý Chúa?

Ngày nay, các nhà sinh học tin rằng trong suốt thời kỳ "bùng phát kỷ Cambri" diễn ra cách đây nửa tỷ năm, tự nhiên đã thử nghiệm nhiều hình thể và dạng thức khác nhau của các sinh vật đa bào nhỏ bé đầu tiên. Một số có tủy sống hình chữ X, Y hoặc z. Một số lại có đối xứng tâm như sao biển. Một số lại ngẫu nhiên có cột sống hình chữ I đối xứng hai bên, đây là tổ tiên của hầu hết động vật có vú trên Trái Đất. Vì vậy, về nguyên tắc, hình dáng con người với đối xứng hai bên mà các nhà làm phim Hollywood sử dụng làm hình mẫu để mô tả người ngoài hành tinh, không nhất thiết là đúng ở mọi dạng sống thông minh.

Một số nhà sinh học tin rằng các dạng sống đa dạng phát triển mạnh mẽ trong suốt thời kỳ bùng phát kỷ Cambri là nhờ "cuộc chiến sinh tồn" giữa động vật ăn thịt và con mồi. Sự trỗi dậy của các sinh vật đa bào đầu tiên có khả năng ăn thịt các sinh vật khác đã thúc đẩy sự tiến hóa của cả hai bên trong cuộc đua để trở nên vượt trội hơn so với đối thủ. Cũng như cuộc chạy đua vũ trang giữa Liên Xô và Mỹ trong suốt thời kỳ Chiến tranh Lạnh, bên nào cũng muốn vươn lên nắm thế thượng phong.

Qua nghiên cứu sự tiến hóa của các dạng sống trên Trái Đất, chúng ta đưa ra được những nhận định sau đây về cách mà dạng sống thông minh có thể phát triển. Theo đó dạng sống thông minh có thể cần:

1. Thị giác và cơ chế cảm thụ để khám phá môi trường xung quanh;

2. Chi để cầm nắm, cũng có thể là xúc tu hoặc móng vuốt;

3. Hệ thống giao tiếp, như tiếng nói chẳng hạn.

Đây là ba đặc điểm cần thiết để cảm thụ môi trường xung quanh và tác động lên môi trường — chúng là tiêu chuẩn để đánh giá sự thông minh. Nhưng ngoài ba đặc trưng này, mọi thứ không có ràng buộc nào khác. Ngược lại với hình dung trong nhiều chương trình truyền hình, một người ngoài hành tinh không nhất thiết phải giống con người. Thực tế, sinh vật ngoài hành tinh với thân hình giống trẻ con và cặp mắt lồi mà chúng ta vẫn thấy trên truyền hình và phim điện ảnh, chẳng khác nhiều so với người

ngoài hành tinh trong các bộ phim hạng xoàng của thập niên 1950 vốn đã ăn sâu vào tiềm thức mỗi người.

(Tuy nhiên, một số nhà nhân chủng học còn đặt thêm tiêu chí thứ tư đối với các dạng sống thông minh để giải thích thực tế lạ lùng là loài người thông minh vượt trội so với nhu cầu cần thiết để tồn tại. Bộ não của chúng ta có thể làm chủ việc du hành không gian, lý thuyết lượng tử và cả toán học cao cấp — những bộ kỹ năng hoàn toàn không cần thiết cho việc săn bắt và hái lượm trong rừng. Tại sao trí tuệ của bộ não chúng ta lại vượt trội đến vậy? Khi quan sát những cặp động vật đối nghịch nhau trong tự nhiên, như báo và linh dương, đều sở hữu những kỹ năng phi thường vượt xa nhu cầu sinh tồn của chúng, ta nhận ra một cuộc chiến sinh tồn giữa chúng. Tương tự như vậy, một số nhà khoa học tin rằng vẫn còn đó tiêu chí thứ tư: một "cuộc chiến sinh tồn" về mặt sinh học thúc đẩy sự phát triển của loài người có trí tuệ. Có lẽ đó là cuộc chiến sinh tồn với những cá thể khác trong chính loài người chúng ta.)

Hãy nghĩ về các dạng sống đa dạng đến ngạc nhiên trên Trái Đất. Chẳng hạn, nếu cho sinh sản có chọn lọc bạch tuộc trong vài triệu năm, hẳn loài động vật này sẽ trở thành sinh vật thông minh hơn. (Chúng ta tách khỏi loài vượn sáu triệu năm trước, có lẽ vì chúng ta không thể thích ứng với những biến đổi môi trường sống ở châu Phi. Ngược lại, bạch tuộc thích nghi rất tốt với cuộc sống bên dưới các tảng đá, do đó không tiến hóa được qua hàng triệu năm.) Nhà hóa sinh Clifford Pickover nói rằng khi ông nhìn vào tất cả "những loài giáp xác kỳ dị, những con sứa với xúc tu mềm, những con giun lưỡng tính kỳ lạ và nấm mốc nhớp nháp, tôi biết rằng Chúa có khiếu hài hước, và chúng ta sẽ thấy điều này ở dạng khác trong vũ trụ."

Tuy nhiên, Hollywood cũng có lý do khi lột tả những dạng sống thông minh ngoài hành tinh như những loài ăn thịt. Tạo hình "người ngoài hành tinh ăn thịt" không chỉ đảm bảo doanh thu phòng vé lớn hơn mà còn ẩn chứa ít nhiều sự thật trong đó. Những loài thú ăn thịt thường thông minh hơn con mồi. Chúng phải có sự ranh mãnh để lên kế hoạch, theo dõi, ẩn mình và phục kích con mồi. Ếch, chó, hổ và sư tử có cặp mắt ở đằng trước để ước lượng khoảng cách trước khi vồ mồi. Với hai mắt, chúng có thể sử dụng tầm nhìn ba chiều sống động để nhận diện con mồi. Ngược lại, những con mồi như nai và thỏ chỉ cần biết cách chạy là đủ. Các loài này lại

có đôi mắt nằm ở hai bên đầu để có thể nhìn thấy kẻ thù với góc quét 360 độ.

Nói cách khác, sự sống thông minh ngoài không gian hoàn toàn có nhiều khả năng tiến hóa từ loài săn mồi với đôi mắt hay cơ quan cảm giác nằm phía trước. Chúng có thể mang một số đặc tính như thích ăn thịt, hiếu chiến, hoạt động theo lãnh thổ như loài sói, sư tử và cả con người trên Trái Đất. (Nhưng vì các dạng sống như vậy cấu thành từ những phân tử protein và cấu trúc ADN hoàn toàn khác chúng ta nên có thể họ không có nhu cầu ăn hay giao phối với chúng ta.)

Chúng ta cũng có thể dùng các định luật vật lý để phỏng đoán kích thước cơ thể của họ. Giả định rằng họ sống trên những hành tinh có kích cỡ, trữ lượng nước lỏng và các dạng sống tương tự như Trái Đất, khi đó các sinh vật to lớn hầu như không thể tồn tại do các giới hạn của *Định luật về tỷ lệ cơ thể,* theo đó các định luật vật lý thay đổi mạnh mẽ khi chúng ta tăng kích thước của bất cứ vật thể sống nào.

QUÁI VẬT VÀ ĐỊNH LUẬT VỀ TỶ LỆ CƠ THỂ

Chẳng hạn, nếu King Kong thực sự tồn tại, nó chẳng những không thể đe dọa được thành phố New York, mà chân còn bị gãy khúc ngay khi tiến những bước đầu tiên. Đó là vì nếu ta bắt một con khỉ nhân hình và tăng kích thước của nó lên 10 lần, thì trọng lượng của nó sẽ thay đổi theo thể tích cơ thể, tức là nó sẽ nặng hơn 10 x 10 x 10 = 1.000 lần. Nhưng khả năng chịu lực của nó lại chỉ tăng theo độ dày của xương và cơ, trong khi tiết diện của hai cấu trúc này chỉ tăng theo bình phương độ dày, tức là 10 x 10 = 100 lần. Nói cách khác, nếu King Kong lớn hơn bình thường 10 lần, khả năng chịu lực của nó tăng 100 lần nhưng nó lại nặng hơn 1.000 lần. Như vậy, khi cơ thể con khỉ to lên, trọng lượng của nó tăng nhanh hơn nhiều so với khả năng chịu lực. Nếu so sánh tương quan, con khỉ khổng lồ sẽ yếu hơn một con khỉ bình thường 10 lần. Đó chính là lý do mà chân của nó sẽ bị gãy.

Hồi còn học phổ thông, tôi nhớ giáo viên đã mô tả sức mạnh đáng kinh ngạc của một con kiến có thể nâng một chiếc lá nặng hơn nó nhiều lần. Thầy tôi kết luận rằng nếu một con kiến lớn cỡ ngôi nhà thì nó sẽ có thể nhấc bổng ngôi nhà đó. Nhưng giả định này không đúng vì lý do tương tự

với trường hợp King Kong ở trên. Nếu một con kiến có kích thước của một tòa nhà, chân của nó cũng sẽ bị gãy. Khi ta tăng kích thước của một con kiến lên 1.000 lần, nó sẽ yếu hơn một con kiến bình thường 1.000 lần và đổ quỵ bởi chính trọng lượng cơ thể. (Hơn nữa, nó cũng sẽ bị ngạt thở. Kiến hô hấp bằng các lỗ thông hơi trên cơ thể. Diện tích của các lỗ thở này tăng theo bình phương bán kính của lỗ, nhưng thể tích con kiến lại tăng theo lập phương bán kính. Như vậy, một con kiến lớn hơn bình thường 1.000 lần sẽ nhận được lượng dưỡng khí ít hơn 1.000 lần so với nhu cầu cung cấp ôxi cho các thớ cơ và các cơ quan khác. Đây cũng là lý do vận động viên trượt băng và cử tạ thường thấp hơn so với chiều cao trung bình, mặc dù tỷ lệ cơ thể của họ giống như bất kỳ ai. Với cùng trọng lượng cơ thể, cơ của họ khỏe hơn so với những người cao hơn.)

Áp dụng định luật về tỷ lệ cơ thể, chúng ta cũng có thể tính toán được sơ bộ hình dạng của động vật trên Trái Đất và có thể là cả người ngoài hành tinh. Sự thoát nhiệt của một động vật tăng theo diện tích bề mặt cơ thể. Do đó, khi kích thước cơ thể tăng lên 10 lần, lượng nhiệt thoát ra sẽ tăng 10 x 10 = 100 lần. Nhưng lượng nhiệt bên trong một cơ thể lại tỷ lệ thuận với thể tích nên sẽ tăng 10 x 10 x 10 = 1.000 lần. Vì vậy, động vật có hình thể lớn thường mất nhiệt chậm hơn so với loài nhỏ hơn. (Đây cũng là lý do vào mùa đông, các ngón tay và đôi tai của chúng ta thường bị lạnh trước, do chúng có tỷ lệ tiết diện tiếp xúc với không khí lớn nhất, hay những người nhỏ con lại bị lạnh nhanh hơn so với những người to lớn. Điều này cũng giải thích tại sao giấy lại cháy nhanh hơn so với khúc gỗ vì diện tích tiếp xúc của giấy lớn hơn nhiều nếu xét cùng khối lượng.) Vì lý do này mà cá voi ở Bắc Cực có cơ thể tròn trịa — do mặt cầu là bề mặt có diện tích khả dĩ nhỏ nhất tính trên cùng một đơn vị khối lượng; hay côn trùng ở vùng khí hậu nóng ẩm có cơ thể thuôn dài giúp tăng diện tích tiếp xúc của cơ thể với không khí bên ngoài.

Trong bộ phim *Honey, I Shrunk the Kids* (Cưng ơi anh lỡ thu nhỏ các con rồi) của hãng Disney, gia đình nọ bị thu nhỏ chỉ bằng những con kiến. Một trận mưa lớn ập đến và với kích thước của người bình thường, chúng ta thấy những giọt nước mưa li ti rơi xuống vũng nước. Trong thực tế, một con kiến sẽ thấy giọt nước mưa không giống như một giọt nước nhỏ, mà là một đụn nước lớn hay một giọt nước lớn hình cầu. Trong thế giới của chúng ta, một đụn nước hình cầu là không bền và sẽ bị vỡ tan dưới tác

dụng từ trọng lực của chính nó. Nhưng trong thế giới vi mô, sức căng bề mặt là tương đối lớn, vì vậy một đụn nước hình cầu là hoàn toàn bền vững.

Tương tự, chúng ta có thể ước lượng tương đối tỷ lệ giữa diện tích và thể tích của động vật trên những hành tinh ngoài không gian xa xôi bằng các định luật vật lý. Khi đó, chúng ta có thể khái quát rằng người ngoài hành tinh sẽ không giống như những sinh vật khổng lồ thường được khắc họa trong khoa học viễn tưởng, mà sẽ gần giống chúng ta về kích cỡ. (Tuy nhiên, cá voi lại có kích thước lớn hơn nhiều nhờ lực đẩy của nước biển. Điều này cũng giải thích vì sao khi trôi dạt vào bờ cá voi sẽ chết: chúng bị chính trọng lượng cơ thể đè ép.)

Định luật về tỷ lệ cơ thể ngụ ý rằng các định luật vật lý thay đổi khi chúng ta tiến ngày càng sâu vào thế giới vi mô. Đây là lý do khiến lý thuyết lượng tử quá kỳ lạ đối với chúng ta: nó vi phạm những cảm quan thông thường về vũ trụ. Vì vậy, định luật về tỷ lệ này sẽ loại bỏ ý tưởng "thế giới trong thế giới" thường thấy trong khoa học viễn tưởng, cho rằng bên trong một nguyên tử có thể là cả một vũ trụ, hay thiên hà của chúng ta có thể là một nguyên tử trong một vũ trụ lớn hơn nhiều. Ý tưởng này đã được khai thác trong bộ phim *Men in Black* (Đặc vụ áo đen) phần một. Trong phân cảnh cuối phim, máy quay lùi nhanh ra xa từ Trái Đất, đến các hành tinh, các ngôi sao, rồi tới tầm khoảng cách các thiên hà, cho đến khi toàn bộ vũ trụ của chúng ta chỉ giống như một quả bóng lăn lóc trong một trận cầu vũ trụ của người ngoài hành tinh khổng lồ.

Trong thực tế, một thiên hà đầy rẫy các ngôi sao không thể giống như một nguyên tử; bên trong nguyên tử, các electron chuyển động tạo thành lớp vỏ nguyên tử hoàn toàn khác với các hành tinh. Chúng ta biết mọi hành tinh đều khác nhau và có thể chuyển động trên quỹ đạo cách ngôi sao mẹ một khoảng ngẫu nhiên. Tuy nhiên, trong nguyên tử, tất cả các hạt hạ nguyên tử giống hệt nhau. Chúng không thể chuyển động cách hạt nhân một khoảng tùy ý mà chỉ có thể di chuyển trên những quỹ đạo dừng rời rạc xác định. (Hơn nữa, không giống các hành tinh, electron có thể mang những đặc điểm lạ thường, ngược lại với cảm quan thông thường, như tồn tại cùng lúc ở hai địa điểm khác nhau và có lưỡng tính sóng-hạt.)

VẬT LÝ CỦA NHỮNG NỀN VĂN MINH TÂN TIẾN

Chúng ta cũng có thể sử dụng vật lý để phác họa khái quát về các nền văn minh khả dĩ trong không gian. Nhìn lại sự trỗi dậy của nền văn minh trong 100.000 năm qua kể từ khi loài người hiện đại xuất hiện ở châu Phi, ta có thể xem đây là câu chuyện về sự tăng dần khả năng tiêu thụ năng lượng. Do vậy, nhà vật lý thiên văn người Nga Nikolai Kardashev đã phỏng đoán rằng các giai đoạn phát triển của nền văn minh ngoài hành tinh cũng có thể được phân loại dựa vào nhu cầu tiêu thụ năng lượng. Dựa trên các định luật vật lý, ông phân cấp các nền văn minh khả dĩ thành ba bậc:

1. *Nền văn minh bậc I*. Những nền văn minh khai thác được năng lượng của cả hành tinh, tận dụng triệt để ánh sáng mặt trời rọi tới. Họ có thể khai thác năng lượng của núi lửa, tác động lên thời tiết, điều chỉnh các trận động đất và xây dựng thành phố trên mặt biển. Năng lượng của cả hành tinh nằm trong tầm kiểm soát của nền văn minh này.

2. *Nền văn minh bậc II*. Những nền văn minh tận dụng được triệt để năng lượng của ngôi sao mẹ, nên chúng mạnh mẽ hơn 10 tỷ lần so với nền văn minh bậc I. Liên minh các hành tinh trong phim *Star Trek* là một nền văn minh như vậy. Ở khía cạnh nào đó, nền văn minh bậc II là bất diệt; không có gì mà khoa học từng biết đến, như các thời kỳ băng hà, các vụ va chạm thiên thạch hay thậm chí là vụ nổ siêu tân tinh, có thể phá hủy được nền văn minh này. (Trong trường hợp ngôi sao mẹ chuẩn bị phát nổ, những thực thể sống ở đó có thể di chuyển đến một hệ sao khác, thậm chí có thể di chuyển cả hành tinh quê nhà.)

3. *Các nền văn minh bậc III:* Đây là những nền văn minh có khả năng tận dụng triệt để năng lượng của toàn bộ thiên hà. Họ hùng mạnh hơn nền văn minh bậc II 10 tỷ lần. Borg trong phim *Star Trek,* Đế quốc trong loạt phim *Chiến tranh giữa các vì sao* và nền văn minh thiên hà trong thiên tiểu thuyết *Kiến tạo* của văn hào Asimov chính là các nền văn minh bậc III. Họ xâm chiếm hàng tỷ hệ sao và có thể khai thác năng lượng của hố đen ở tâm thiên hà của mình. Họ thoải mái rong ruổi trong không gian xuyên qua thiên hà.

Kardashev ước tính rằng bất kỳ nền văn minh nào phát triển với tốc độ tiêu thụ năng lượng đều đặn vài phần trăm mỗi năm đều sẽ nhanh chóng đưa nền văn minh lên bậc phát triển kế tiếp chỉ trong khoảng từ vài nghìn

đến 10.000 năm.

Như tôi đã thảo luận trong những cuốn sách trước đây, nền văn minh của chúng ta được xếp vào nền văn minh bậc 0 (sử dụng củi khô, dầu thô và than đá để nạp năng lượng cho máy móc). Chúng ta mới chỉ tận dụng được một phần nhỏ bé năng lượng Mặt Trời rọi đến Trái Đất. Nhưng chúng ta cũng đang nhìn thấy sự khởi động của một nền văn minh bậc I dần thành hình trên hành tinh này. Internet là bước đầu tiên của hệ thống liên lạc toàn cầu trong nền văn minh bậc I. Bước đầu của nền kinh tế văn minh bậc I có thể được nhìn thấy trong sự hình thành Liên minh châu Âu, cạnh tranh với Hiệp định Thương mại Tự do Bắc Mỹ NAFTA. Tiếng Anh chiếm vị trí độc tôn trong các ngoại ngữ trên Trái Đất và là ngôn ngữ của khoa học, tài chính và kinh tế. Tôi nghĩ nó có thể trở thành ngôn ngữ được hầu hết mọi người trong nền văn minh bậc I sử dụng. Các nền văn hóa và phong tục địa phương vẫn tiếp tục ngự trị ở nhiều nơi trên Trái Đất, nhưng vượt lên trên những nền tảng ấy sẽ là một văn hóa toàn cầu, trong đó văn hóa trẻ và thương mại hóa sẽ chiếm ưu thế.

Tuy nhiên, bước chuyển lên một nền văn minh bậc cao hơn là không mấy chắc chắn. Chẳng hạn, bước chuyển nguy hiểm nhất có lẽ là từ một nền văn minh bậc 0 lên bậc I. Nền văn minh bậc 0 vẫn chịu ảnh hưởng của sự cuồng tín, chủ nghĩa bè phái và sự phân biệt chủng tộc — những yếu tố tiêu biểu dẫn đến sự ra đời của nó, và chúng ta không thể biết rõ những niềm tin tôn giáo hay bộ lạc mạnh mẽ đó có áp chế sự chuyển dịch lên nền văn minh bậc kế hay không. (Có lẽ chúng ta không nhìn thấy một nền văn minh bậc I nào trong thiên hà bởi các nền văn minh chưa kịp chuyển mình lên bậc I thì đã tự diệt vong. Một ngày nào đó, khi ghé thăm một hệ sao khác, chúng ta có thể sẽ nhìn thấy tàn dư của những nền văn minh đã tự diệt vong theo cách này hay cách khác, với bầu khí quyển đầy phóng xạ hay quá nóng để duy trì sự sống.)

Khi một nền văn minh đạt đến bậc III, nó có đủ năng lượng và biết cách di chuyển tự do trong thiên hà hay thậm chí ghé thăm Trái Đất. Như trong phim *2001,* nền văn minh đó dễ dàng gửi các thiết bị thăm dò robot, mang khả năng tự nhân bản xuyên qua thiên hà để tìm kiếm các dạng sống thông minh.

Nhưng một nền văn minh bậc III có vẻ sẽ không viếng thăm hay tấn công chúng ta như phim *Ngày độc lập,* bằng cách phát tán ra ngoài không

gian như một đàn châu chấu rồi bâu quanh để rút cạn nguồn tài nguyên của các hành tinh. Trong thực tế, có vô số hành tinh đã tàn lụi ngoài không gian sở hữu nguồn khoáng vật dồi dào để các nền văn minh bậc III tận dụng mà không phải gặp sự kháng cự từ những cư dân sở tại. Thái độ của họ đối với chúng ta có lẽ cũng giống như thái độ của chúng ta đối với một tổ kiến. Chúng ta không cúi xuống rồi đề nghị đổi chác với lũ kiến mà chỉ đơn giản là lờ chúng đi.

Mối hiểm họa chính đối với những con kiến không phải là việc con người muốn xâm chiếm nơi ở của chúng hay quét sạch chúng đi mà là việc chúng ta sẽ giẫm lên chúng nếu chúng vô tình ngáng đường. Khoảng cách giữa một nền văn minh bậc III và bậc 0 lớn hơn rất nhiều so với khoảng cách giữa chúng ta và những con kiến, nếu xét về việc sử dụng năng lượng.

UFO

Một số người cho rằng người ngoài hành tinh đã viếng thăm Trái Đất bằng UFO (vật thể bay không xác định). Các nhà khoa học thường tỏ ý không tin khi nhắc đến UFO và gạt bỏ khả năng chúng tồn tại, bởi khoảng cách giữa các ngôi sao là quá lớn. Nhưng bất chấp phản ứng tiêu cực từ giới khoa học, những báo cáo về UFO vẫn không hề giảm đi theo thời gian.

Những tuyên bố về việc nhìn thấy UFO thực ra đã có từ khi lịch sử bắt đầu được ghi nhận. Trong Kinh Thánh, nhà tiên tri Ezekiel đề cập tới sự hiện diện của "những vòng tròn trong vòng tròn trên bầu trời" đầy bí ẩn — một số người tin rằng ông ám chỉ UFO. Năm 1450 TCN, trong thời trị vì của pharaoh Thutmose III, những sử gia Ai Cập đã ghi nhận một sự việc liên quan tới "những vòng tròn lửa" sáng hơn Mặt Trời, có kích thước khoảng 5 m, xuất hiện trong vài ngày và cuối cùng bay vút lên trời. Năm 91 TCN, tác gia người La Mã Julius Obsequens đã viết về "một vật tròn, giống quả cầu, có lớp bảo vệ tròn bay ngang qua bầu trời". Năm 1233, tướng Yoritsume và quân lính của ông đã nhìn thấy những quả cầu sáng kỳ lạ nhảy múa trên bầu trời gần Kyoto, Nhật Bản. Năm 1561, nhiều vật sáng được nhìn thấy bên trên khu vực Nuremberg của Đức, như thể đang sẵn sàng không chiến.

Gần đây hơn, Không quân Mỹ đã tiến hành nghiên cứu trên diện rộng

về những lần UFO được báo cáo là quan sát thấy. Năm 1952, họ khởi động Dự án Sách Xanh, phân tích tổng cộng 12.618 quan sát. Báo cáo kết luận rằng phần lớn trường hợp ghi nhận có thể được giải thích là các hiện tượng tự nhiên, máy bay thông thường hoặc đôi khi là trò lừa bịp. Chỉ khoảng 6% là được xếp vào những hiện tượng chưa rõ nguồn gốc. Nhưng theo kết luận của Báo cáo Condon, nghiên cứu trên không có giá trị gì và Dự án Sách Xanh đã bị ngưng lại vào năm 1969. Đây là dự án nghiên cứu UFO trên diện rộng được biết đến gần nhất của Không quân Mỹ.

Năm 2007, chính phủ Pháp công bố kho hồ sơ đồ sộ về UFO. Các báo cáo này được Trung tâm Quốc gia Pháp về các Nghiên cứu Không gian đăng tải miễn phí trên Internet, với 1.600 trường hợp quan sát thấy UFO được thu thập trong 50 năm qua, bao gồm 100.000 trang giấy về các nhân chứng, phim ảnh và băng ghi âm. Chính phủ Pháp cho biết 9% trong số đó có thể được giải thích đầy đủ, 33% có thể được lý giải một phần, tuy nhiên phần còn lại vẫn là bí ẩn.

Dĩ nhiên, rất khó để xác minh độc lập các bằng chứng đó. Trong thực tế, hầu hết các báo cáo về UFO khi được phân tích cẩn thận, đều rơi vào các trường hợp:

1. *Kim Tinh, hành tinh sáng nhất trên bầu trời đêm chỉ sau Mặt Trăng*. Vì khoảng cách xa vời vợi đến Trái Đất nên hành tinh này trông như đang chạy theo ta nếu ta lái xe, gây ảo giác là nó đang neo theo ta như Mặt Trăng vậy. Chúng ta thường xét đoán khoảng cách một phần nhờ đối chiếu các vật đang chuyển động với khung cảnh quanh đó. Tuy nhiên, vì Mặt Trăng và Kim Tinh ở rất xa nên không thể đối chiếu với vật khác, gây cảm giác chúng không chuyển động so với khung cảnh quanh chúng ta, từ đó tạo ảo giác quang học là chúng đang theo chân mình.

2. *Khí đầm lầy*. Khi xảy ra hiện tượng nghịch nhiệt trên một khu đầm lầy, khí bốc lên khỏi mặt đất và có thể cháy lập lòe. Các tụ khí nhỏ có thể tách ra từ một quầng khí lớn, tạo cảm giác giống các tàu do thám rời "tàu mẹ".

3. *Thiên thạch*. Các vệt sáng rực có thể vụt qua bầu trời đêm trong tích tắc, gây ảo giác giống một tàu hoa tiêu. Chúng cũng có thể vỡ ra, tạo cảm giác như các tàu do thám đang rời tàu mẹ.

4. *Các hiện tượng khí quyển dị thường*. Sấm chớp và các hiện tượng khí quyển bất thường đều có thể thắp sáng bầu trời đêm theo những cách lạ kỳ, tạo ảo giác về UFO.

Trong thế kỷ 20 và đầu thế kỷ 21, các hiện tượng sau cũng tạo ra những dấu hiệu được cho là UFO, bao gồm:

1. Tiếng vọng radar. Sóng radar có thể bật ra từ các ngọn núi và tạo ra tiếng vọng mà các trạm radar dò thấy. Trên màn hình radar, những sóng này thậm chí xuất hiện theo đường dích dắc và chuyển động với tốc độ lớn vì chúng chỉ là các tiếng vọng.

2. *Bóng thám không phục vụ nghiên cứu và dự báo thời tiết*. Trong một báo cáo gây nhiều tranh cãi, quân đội Mỹ tuyên bố tin đồn nổi tiếng vào năm 1947 về phi thuyền ngoài hành tinh ở Roswell, New Mexico thực ra chỉ là một bóng thám không lạc đường của Dự án Mogul. Đây là một dự án bí mật đo đạc mức độ phóng xạ trong bầu khí quyển phòng trường hợp chiến tranh hạt nhân nổ ra.

3. *Máy bay*. Các chuyến bay thương mại và quân sự khá phổ biến trong các báo cáo về UFO, đặc biệt là chuyến bay tập của các máy bay thử nghiệm tân tiến, như máy bay ném bom tàng hình. (Quân đội Mỹ thực ra còn khuyến khích các câu chuyện về đĩa bay nhằm đánh lạc hướng dư luận khỏi các dự án bí mật của họ.)

4. *Trò bịp có chủ đích*. Một số bức ảnh chụp đĩa bay nổi tiếng nhất thực ra chỉ là trò bịp. Trong đó, một chiếc đĩa bay có cả cửa sổ và càng đáp thực ra chỉ là cái máng cho gà ăn được hóa trang kỹ lưỡng.

Ít nhất 95% bằng chứng về UFO có thể bị bác bỏ do một trong những cách lý giải trên. Nhưng nghi vấn vẫn còn để ngỏ đối với vài phần trăm chỉ dấu chưa giải thích được. Các trường hợp đáng tin nhất về UFO bao gồm: (a) những dấu hiệu được nhiều nhân chứng xác nhận độc lập và đáng tin và (b) bằng chứng đến từ nhiều nguồn khác nhau như tận mục sở thị và từ các radar. Những báo cáo như vậy khó bác bỏ hơn vì chúng liên quan tới những kiểm chứng độc lập. Chẳng hạn, một dấu hiệu về UFO được quan sát thấy trên chuyến bay JAL-Flight 1628 vào năm 1986, được nghiên cứu bởi Cục Hàng không Liên bang Mỹ. UFO được các hành khách trên chuyến bay JAL nhìn thấy và các radar trên mặt đất cũng bắt được các tín hiệu này.

Tương tự, hàng loạt dấu hiệu sóng radar mạnh từ một đĩa bay màu đen hình tam giác trên bầu trời nước Bỉ vào thời điểm chuyển giao năm 1989-1990 được dò thấy bởi các radar của NATO (Tổ chức Hiệp ước Bắc Đại Tây Dương) cùng các tiêm kích phản lực. Vào năm 1976, một dấu hiệu xuất hiện ở Tehran, Iran đã khiến cho hệ thống đa nhiệm của một tiêm kích F-4 ngưng hoạt động, theo ghi nhận trong các tài liệu của CIA.

Điều khiến các nhà khoa học nản lòng là dù có hàng nghìn dấu hiệu được ghi nhận, nhưng không một dấu hiệu nào mang bằng chứng rõ ràng về vật lý và có thể tái lập trong phòng thí nghiệm. Không có ADN của người ngoài hành tinh, không chip máy tính ngoài hành tinh hay bằng chứng vật lý cho thấy một người ngoài hành tinh đã đáp xuống Trái Đất.

Giả định rằng sẽ đến thời điểm các UFO như vậy là một tàu không gian thực sự chứ không phải ảo giác, chúng ta có thể tự đặt ra câu hỏi chúng trông như thế nào. Đây là một số đặc trưng được ghi nhận bởi những người mục kích:

a. Chúng chuyển động theo đường dích dắc trên không trung.

b. Chúng có khả năng làm xe cộ ngưng hoạt động và phá hủy hệ thống điện khi bay ngang qua.

c. Chúng im lìm lơ lửng trong không khí.

Không có đặc trưng nào trong số đó giống những tên lửa mà chúng ta đã chế tạo trên Trái Đất. Chẳng hạn, mọi chiếc tên lửa đã biết đều phụ thuộc vào định luật III Newton về chuyển động (mỗi tác dụng lực đều có phản lực tác dụng cùng phương ngược chiều và cùng độ lớn), nhưng các UFO này dường như không hề có sự thoát khí nào. Và lực quán tính mà chuyển động dích dắc của các đĩa bay tạo ra có thể lớn hơn lực hấp dẫn của Trái Đất cả trăm lần và bóp nát bất cứ sinh vật nào trên hành tinh của chúng ta.

Vậy chúng ta có thể sử dụng khoa học hiện đại để giải thích các đặc trưng này của UFO không? Trong điện ảnh, như phim *Earth vs. the Flying Saucers* (Trái đất và chiếc đĩa bay), các sinh vật ngoài hành tinh luôn được giả định là đang điều khiển các phi thuyền không gian này. Tuy nhiên, nếu những phi thuyền như vậy tồn tại, chúng phải là loại không người lái (hoặc do những sinh vật nửa người nửa máy lái). Có như vậy, chúng ta mới giải

thích được cách mà phi thuyền vượt qua được những tác động do lực quán tính gây ra mà không khiến sinh vật bên trong nó bị ảnh hưởng.

Nếu một tàu không gian có thể ngưng hoạt động của xe hơi và di chuyển tĩnh lặng trong không khí thì nó có thể là một thiết bị được từ trường đẩy.Vấn đề với sự đẩy bằng từ trường là các nam châm luôn có hai cực, bắc và nam. Nếu ta đặt một nam châm trong từ trường Trái Đất, nó sẽ quay (giống như kim chỉ nam) chứ không thể nâng lên trong không khí giống như một UFO; khi cực bắc của nam châm di chuyển theo một hướng, cực nam sẽ di chuyển theo hướng ngược lại, khiến nam châm quay và cả nam châm không dịch chuyển vị trí.

Một giải pháp khả thi cho vấn đề này là sử dụng "đơn cực từ" — các nam châm chỉ có một cực bắc hoặc nam. Thông thường, khi bẻ đôi một nam châm, ta sẽ không thu được hai cực nam châm riêng rẽ. Thay vào đó, mỗi nửa nam châm sẽ trở thành một nam châm mới, đều có cả hai cực bắc và nam, tức là lại trở về trạng thái lưỡng cực. Vì vậy có tiếp tục bẻ nhỏ nam châm, ta cũng sẽ luôn thu được các nam châm có đồng thời cực bắc và nam. (Quá trình bẻ đôi một nam châm lưỡng cực để tạo thành một nam châm lưỡng cực nhỏ hơn tiếp diễn cho đến mức nguyên tử, khi đó bản thân các nguyên tử cũng là lưỡng cực.)

Khó khăn đối với giới khoa học là bằng chứng về các đơn cực từ chưa từng được tìm thấy trong phòng thí nghiệm. Các nhà vật lý từng cố gắng chụp ảnh đường đi của một đơn cực từ di chuyển trong thiết bị của họ nhưng luôn thất bại (ngoại trừ một bức ảnh gây tranh cãi gay gắt chụp ở Đại học Stanford vào năm 1982).

Mặc dù đơn cực từ chưa bao giờ được xác nhận bằng thực nghiệm, nhưng nhiều nhà vật lý tin rằng vũ trụ từng đầy rẫy đơn cực từ ở thời điểm Vụ Nổ Lớn. Ý tưởng này được đưa vào những lý thuyết vũ trụ mới nhất về Vụ Nổ Lớn. Nhưng do vũ trụ giãn nở lạm phát quá nhanh từ sau thời điểm đó nên mật độ đơn cực từ trong toàn vũ trụ loãng đi rất nhiều, vì vậy chúng ta không thể nhìn thấy chúng trong phòng thí nghiệm hiện nay. (Thực tế, chính sự thiếu vắng các đơn cực từ ngày nay là yếu tố quan trọng dẫn đến ý tưởng vũ trụ lạm phát của các nhà vật lý. Vì vậy khái niệm "đơn cực từ tàn tích" đã được chấp nhận rộng rãi trong vật lý.)

Thành ra, nhiều người tin rằng một giống loài ngoài không gian nào đó có thể thu hoạch những "đơn cực từ nguyên thủy" còn sót lại từ Vụ Nổ Lớn

bằng cách phóng một "lưới từ" lớn vào không gian. Khi đã gom đủ số lượng đơn cực từ, họ có thể lướt đi trong không gian, sử dụng các đường sức từ trong thiên hà hoặc trên một hành tinh mà không cần tạo ra lực đẩy bằng khí phản lực. Vì các đơn cực từ là chủ đề được quan tâm rộng khắp trong cộng đồng các nhà vũ trụ học nên sự tồn tại của một tàu không gian như vậy là hoàn toàn phù hợp với lối suy nghĩ hiện nay trong vật lý.

Cuối cùng, nếu một nền văn minh ngoài Trái Đất phát triển đủ mạnh để gửi các tàu liên sao xuyên vũ trụ thì nền văn minh đó hẳn đã làm chủ được công nghệ nano. Điều này có nghĩa là những con tàu không gian của họ không nhất thiết phải quá cồng kềnh; họ có thể gửi hàng triệu tàu đi khám phá những hành tinh có sự sống. Những mặt trăng hoang vắng có lẽ là căn cứ tốt nhất cho những tàu nano này. Nếu điều đó xảy ra, có lẽ Mặt Trăng của chúng ta đã từng được một nền văn minh bậc III viếng thăm, giống như trong phim *2001* — bộ phim mô tả thực tế nhất về một cuộc chạm trán với một nền văn minh ngoài Trái Đất. Tàu không gian đó rất có thể không có người lái, hoạt động nhờ robot và đáp xuống Mặt Trăng. (Phải mất hàng thế kỷ nữa thì công nghệ của chúng ta mới đủ tiến bộ để quét toàn bộ Mặt Trăng nhằm dò tìm các bức xạ dị thường, nhờ đó phát hiện các bằng chứng cổ xưa của một tàu nano vừng viếng thăm trước đây.)

Nếu quả thực Mặt Trăng của chúng ta từng được viếng thăm trong quá khứ hoặc hiện đang là nơi đặt căn cứ cho hoạt động dựa trên công nghệ nano, điều này sẽ giải thích được tại sao các UFO không nhất thiết phải rất lớn. Một số nhà khoa học từng mỉa mai UFO vì chúng không phù hợp với bất cứ thiết kế đẩy phản lực khổng lồ nào mà các kỹ sư ngày nay chế tạo, như động cơ phản lực nhiệt hạch, các cánh buồm lớn sử dụng lực đẩy laser và những động cơ dùng xung hạt nhân — những thiết kế có kích thước hàng kilômét. Các UFO có thể nhỏ bằng máy bay phản lực. Nhưng nếu có một căn cứ hoạt động lâu dài trên một mặt trăng thì các UFO không cần phải quá lớn; chúng có thể nạp nhiên liệu từ căn cứ đặt trên mặt trăng gần đó. Vì vậy, các dấu hiệu UFO chưa giải thích được có thể tương ứng với tàu do thám không người lái khởi hành từ căn cứ trên mặt trăng.

Với những tiến bộ nhanh chóng của SETI và việc khám phá ra các hành tinh ngoài Hệ Mặt trời, nếu quả thực có những dạng sống thông minh khác tồn tại ở khu vực không gian gần chúng ta thì việc liên lạc với họ có thể diễn ra trong thế kỷ này, vì vậy được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I. Nếu

có các nền văn minh ngoài Trái Đất tồn tại trong không gian, những câu hỏi hiển nhiên tiếp theo là: Chúng ta có cách nào tiếp cận họ không? Và tương lai xa xôi của chúng ta sẽ thế nào khi Mặt Trời bắt đầu phồng to và nuốt chửng Trái Đất? Định mệnh của chúng ta có thực sự nằm ở các ngôi sao khác không?

9: TÀU LIÊN SAO

Ý tưởng xuẩn ngốc về việc bắn phá Mặt Trăng là một ví dụ cho thấy ý tưởng điên rồ sẽ đưa các nhà khoa học đi xa tới đâu…
Ý tưởng đó về cơ bản là bất khả thi.
— GIÁO SƯ A. W BICKERTON, 1926

Nhóm người tinh hoa nhiều khả năng sẽ không bao giờ biến mất
— họ sẽ di cư từ mặt trời này đến mặt trời khác.
Và sẽ không có cái kết nào cho sự sống, trí thông minh và sự hoàn mỹ của nhân loại.
Quá trình đó là trường tồn.
— KONSTANTIN E. TSIOLKOVSKY, CHA ĐẺ CỦA TÊN LỬA HỌC

Ngày nào đó trong tương lai xa xôi, chúng ta sẽ trải qua những ngày tươi đẹp cuối cùng trên Trái Đất. Vài tỷ năm nữa, bầu trời sẽ rực cháy. Mặt Trời phồng to thành một quả cầu lửa dữ dội tràn ra khắp bầu trời, che khuất mọi vì tinh tú. Khi nhiệt độ trên Trái Đất tăng vọt, các đại dương bắt đầu sôi lên và bốc hơi, phơi ra đáy biển nứt nẻ bị cháy xém. Cuối cùng, các ngọn núi sẽ nóng chảy rồi hóa lỏng, tạo ra dung nham tràn xuống đồng bằng, nơi các thành phố sầm uất từng ngự trị.

Theo các định luật vật lý, kịch bản tàn nhẫn này là không thể tránh khỏi. Trái Đất cuối cùng sẽ tiêu tan trong cơn lửa dữ khi Mặt Trời nuốt trọn nó. Đây là một định luật vật lý.

Tai họa này sẽ ập đến trong khoảng năm tỷ năm nữa. Khi xét trên một thang thời gian vũ trụ như vậy, sự hưng vong của các nền văn minh nhân loại chỉ như những gợn sóng lăn tăn. Một ngày nào đó, chúng ta sẽ phải rời Trái Đất hoặc chờ đợi sự diệt vong. Vậy thì nhân loại, những hậu duệ của chúng ta, sẽ phải đối phó ra sao khi điều kiện trên Trái Đất trở nên khắc nghiệt đến vậy?

Nhà toán học và triết gia Bertrand Russell từng xót xa: "Không có ngọn

lửa dẫn đường hay chủ nghĩa anh hùng nào, kể cả ý chí và cảm xúc mãnh liệt đến đâu, có thể cứu rỗi sự sống khỏi diệt vong; công sức của biết bao thế hệ dày công vun đắp, mọi nguồn cảm hứng hay cả những thiên tài xuất chúng rồi sẽ đến lúc tàn lụi trong cơn hấp hối của Hệ Mặt Trời; toàn bộ những đền đài ghi nhận thành tựu của nhân loại sẽ bị chôn vùi dưới đống đổ nát của một vũ trụ hoang tàn…"

Đối với tôi, đây là một trong những đoạn văn trăn trở nhất từng xuất hiện trong tiếng Anh. Nhưng Russell viết những dòng này ở thời đại mà tàu tên lửa vẫn bị coi là bất khả thi. Ngày nay, viễn cảnh rời khỏi Trái Đất vào một ngày nào đó không còn quá xa vời. Carl Sagan từng nói chúng ta sẽ trở thành một "chủng loài hai hành tinh". Theo ông, sự sống trên Trái Đất quá quý giá nên chúng ta sẽ phải mở rộng nó ra ít nhất một hành tinh khác phòng trường hợp thảm họa ập đến. Trái Đất bị kẹt giữa một rừng các "cuộc bắn phá vũ trụ" của các thiên thể, sao chổi và những mảnh thiên thạch trôi nổi gần quỹ đạo, mà một vụ va chạm với bất cứ thứ gì trong số chúng cũng đều có thể dẫn đến sự kết thúc của chúng ta.

NHỮNG THẢM HỌA ĐANG ĐẾN

Thi hào Robert Frost đã đặt ra nghi vấn liệu Trái Đất sẽ kết thúc trong bão lửa hay băng giá. Dựa trên các định luật vật lý, chúng ta có cơ sở để tiên đoán kết cục của thế giới khi một thảm họa thiên nhiên xảy ra.

Trên thang thời gian tính bằng thiên niên kỷ, một hiểm họa đối với nền văn minh nhân loại là sự bắt đầu của một thời kỳ băng hà mới. Kỳ băng hà gần nhất đã kết thúc 10.000 năm trước. Khi thời kỳ lạnh giá kế tiếp xuất hiện trong khoảng 10.000 đến 20.000 năm tới, hầu như toàn bộ Bắc Mỹ sẽ bị lớp băng dày hàng kilômét bao phủ. Nền văn minh nhân loại trở nên thịnh vượng trong kỳ gian băng ngắn ngủi gần đây, khi Trái Đất ấm lên bất thường, nhưng một chu trình như vậy sẽ không thể kéo dài mãi.

Qua hành trình hàng triệu năm, các thiên thể lớn hay sao chổi va phải Trái Đất có thể gây ra một chấn động thảm khốc. Vụ va chạm với thiên thể cỡ lớn xảy ra gần nhất vào 65 triệu năm trước, khi một vật thể có đường kính khoảng 10 km đâm sầm xuống khu vực bán đảo Yucatán của Mexico, tạo nên một hố rộng khoảng 300 km, đẩy loài khủng long đang thống trị Trái Đất thời điểm đó vào tuyệt chủng. Một vụ va chạm thiên thạch khác

cũng có thể đến trong khoảng thời gian tương tự.

Vài tỷ năm tới, Mặt Trời sẽ dần phình lên và thiêu đốt Trái Đất. Thực tế, chúng ta ước lượng được rằng Mặt Trời sẽ nóng lên khoảng 10% trong một tỷ năm tới, khiến Trái Đất dần khô cằn. Mặt Trời sẽ nuốt trọn Trái Đất trong năm tỷ năm nữa, khi nó chuyển thành một ngôi sao đỏ khổng lồ. Khi ấy Trái Đất sẽ nằm trong bầu khí quyển của Mặt Trời.

Trong vòng vài chục tỷ năm tới, cả Mặt Trời và Dải Ngân Hà sẽ chết. Khi Mặt Trời tiêu thụ hết nhiên liệu hiđrô/heli của mình, nó sẽ co lại thành một sao lùn trắng nhỏ và lạnh dần cho đến khi trở thành khối chất thải hạt nhân tối tăm trôi nổi trong không gian. Dải Ngân Hà rồi sẽ va chạm với thiên hà Andromeda kế cận, lớn hơn thiên hà của chúng ta nhiều lần. Những cánh tay xoáy ốc của Dải Ngân Hà sẽ văng tứ tung và Mặt Trời của chúng ta sẽ bị liệng vào không gian sâu thẳm. Các hố đen tại tâm của hai thiên hà sẽ xướng lên một vũ điệu chết chóc trước khi ập vào nhau và kết hợp làm một.

Giả sử đến một ngày, nhân loại phải rời khỏi Hệ Mặt Trời để tới các ngôi sao lân cận mới mong sống sót thì câu hỏi đặt ra là: chúng ta đến đó bằng cách nào? Hệ sao gần nhất, Alpha Centauri, cách chúng ta khoảng bốn năm ánh sáng. Tên lửa đẩy sử dụng nhiên liệu hóa học thông thường — phương tiện chuyên chở của các chương trình không gian hiện nay, chỉ mới đạt tốc độ gần 64.000 km/giờ. Với tốc độ đó, chúng ta phải cần tới 70.000 năm mới đến được ngôi sao gần nhất.

Xem xét chương trình không gian hiện nay, chúng ta nhận thấy khoảng trống lớn giữa khả năng hạn chế của mình và những yêu cầu cho một tàu không gian thực sự để thám hiểm vũ trụ. Kể từ chuyến thám hiểm Mặt Trăng vào đầu thập niên 1970, chương trình không gian có người lái của chúng ta chỉ mới gửi được các phi hành gia lên quỹ đạo cách Trái Đất chừng 500 km trong tàu con thoi và Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS. Tuy nhiên, NASA đã kết thúc chương trình tàu con thoi vào năm 2011 nhằm mở đường cho tàu Orion đưa các phi hành gia trở lại Mặt Trăng vào năm 2020, sau 50 năm bị gián đoạn. Kế hoạch của NASA là thiết lập một căn cứ có người ở lâu dài trên Mặt Trăng. Nhiệm vụ đưa người lên Hỏa Tinh có thể được tiến hành sau đó.

Dĩ nhiên, chúng ta phải thiết kế được một kiểu tên lửa mới nếu muốn đến được các ngôi sao. Chúng ta phải tăng triệt để sức đẩy của các tên lửa

hiện có hoặc tăng thời gian vận hành của chúng. Chẳng hạn, một tên lửa lớn dùng nhiên liệu hóa học có thể tận dụng lực đẩy của vài triệu kilôgam nhiên liệu, nhưng nó đốt cháy hết lượng nhiên liệu này chỉ trong vài phút. Ngược lại, các thiết kế tên lửa khác, như động cơ ion (được mô tả trong phần tới), có thể có sức đẩy yếu hơn nhưng lại hoạt động được hàng năm trời ngoài không gian, ở phạm trù của tên lửa, thường thì rùa sẽ thắng thỏ.

ĐỘNG CƠ ION VÀ ĐỘNG CƠ PLASMA

Không giống như các động cơ sử dụng nhiên liệu hóa học, động cơ ion không tạo ra được các luồng khí siêu nóng tức thì để đẩy tên lửa thông thường. Thực tế, sức đẩy của chúng thường được đo vào cỡ chỉ vài chục gam nhiên liệu. Đặt trên mặt đất, chúng quá yếu để có thể tự nâng lên. Nhưng những hạn chế về sức đẩy lại được bù đắp nhờ thời gian hoạt động, vì các động cơ loại này có thể vận hành hàng năm trời ngoài không gian.

Động cơ ion điển hình trông giống như một ống phóng electron trong tivi. Dây đốt được gia nhiệt nhờ dòng điện sẽ tạo ra một chùm nguyên tử (như xenon chẳng hạn) bị ion hóa, phụt ra phía sau tên lửa. Thay vì cưỡi lên một luồng khí nóng và bùng nổ, các động cơ ion được đẩy nhờ một dòng ion mỏng nhưng ổn định.

Động cơ đẩy ion NSTAR của NASA đã được thử nghiệm thành công ngoài không gian trên tàu thăm dò *Deep space* 7, phóng năm 1998. Động cơ này đã hoạt động tổng cộng 678 ngày, lập kỷ lục trong số các động cơ loại này. Cơ quan Vũ trụ châu Âu ESA cũng thử nghiệm một động cơ ion trên tàu thăm dò *Smart 1*. Tàu thăm dò không gian *Hayabusa* của Nhật Bản (phóng đến một tiểu hành tinh) cũng được cung cấp năng lượng bằng bốn động cơ ion sử dụng khí xenon. Dù không có hình thức đẹp nhưng động cơ ion lại có thể sử dụng cho các sứ mệnh kéo dài nhiều năm giữa các hành tinh. Trên thực tế, rồi sẽ đến một ngày các động cơ ion trở thành phương tiện vận chuyển liên hành tinh.

Một dạng động cơ ion có khả năng vượt trội là động cơ plasma. Ví dụ, tên lửa VASIMR (tên lửa chuyên biệt sử dụng xung từ và plasma) dùng một chùm plasma mạnh để đẩy nó đi trong không gian. Đây là thiết kế của kỹ sư kiêm phi hành gia Franklin Chang-Diaz, sử dụng sóng vô tuyến và từ trường để làm nóng khí hiđrô lên hàng triệu độ bách phân. Khí plasma siêu

nóng phụt ra phía sau tên lửa, tạo ra lực đẩy hiệu quả. Các nguyên mẫu của động cơ này đã được chế tạo trên Trái Đất, mặc dù chưa có thiết bị nào được phóng vào không gian. Một số kỹ sư hy vọng có thể sử dụng động cơ plasma để phục vụ sứ mệnh đến Hỏa Tinh, làm thời gian di chuyển giảm đáng kể xuống chỉ còn vài tháng. Một số thiết kế sử dụng quang điện để nạp năng lượng cho plasma trong động cơ. Các thiết kế khác lại sử dụng năng lượng hạt nhân (làm dấy lên quan ngại về độ an toàn, vì các phi thuyền phải mang theo một lượng nhiên liệu hạt nhân khá lớn, rất dễ gây tai nạn).

Tuy nhiên, cả động cơ ion và động cơ plasma/VASIMR đều không đủ năng lượng để đưa chúng ta đến các ngôi sao. Do đó, chúng ta cần một tổ hợp thiết kế hoàn toàn mới để tạo lực đẩy. Khó khăn nghiêm trọng đối với việc thiết kế một tàu liên sao nằm ở lượng nhiên liệu khủng khiếp mà nó phải mang theo để thực hiện chuyến đi đến ngay cả ngôi sao gần nhất, và hành trình dài dằng dặc trước khi con tàu đến được mục tiêu xa xôi của mình.

CÁNH BUỒM MẶT TRỜI

Một đề xuất có thể khắc phục những khó khăn vừa nêu là cánh buồm Mặt Trời. Thiết bị này khai thác thực tế rằng ánh sáng Mặt Trời tạo ra áp suất dù rất nhỏ nhưng đủ ổn định để đẩy một cánh buồm lớn trong không gian. Ý tưởng về cánh buồm Mặt Trời đã xuất hiện từ lâu, được nhà thiên văn vĩ đại Johannes Kepler trình bày trong chuyên luận *Somnium* năm 1611.

Mặc dù nguyên tắc vật lý của cánh buồm Mặt Trời khá đơn giản, nhưng chế tạo một cánh buồm Mặt Trời có thể đưa ra ngoài không gian không phải luôn thuận lợi. Năm 2004, một tên lửa Nhật Bản đã đẩy thành công hai nguyên mẫu cánh buồm Mặt Trời nhỏ lên không gian. Năm 2005, Hội Hành tinh, hãng phim Cosmos Studio và Viện Hàn lâm Khoa học Nga đã phóng phi thuyền *Cosmos 1* từ một tàu ngầm trên biển Barents, nhưng tên lửa *Volna* đưa nó đi bị hỏng và cánh buồm không lên được quỹ đạo dự kiến. (Trước đó, vào năm 2001, người ta đã thử nghiệm với một cánh buồm Mặt Trời ở quỹ đạo thấp hơn nhưng cũng thất bại.) Nhưng vào tháng 2 năm 2006, một cánh buồm Mặt Trời có kích thước 15 m đã được phóng thành công lên quỹ đạo nhờ tên lửa đẩy M-V của Nhật Bản, mặc dù

cánh buồm không mở ra được hết cỡ.

Mặc dù công nghệ cánh buồm Mặt Trời tiến triển chậm chạp, nhưng những người đề xướng công nghệ này đã có một ý tưởng khác để đưa cánh buồm Mặt Trời tới các ngôi sao: xây dựng một hệ nguồn phát laser lớn trên Mặt Trăng để bắn ra các chùm laser cường độ mạnh hướng đến cánh buồm, giúp nó tiến tới ngôi sao gần nhất. Nhưng đặc điểm vật lý của một cánh buồm Mặt Trời liên hành tinh như vậy thật sự gây nản lòng. Bản thân cánh buồm phải có kích thước hàng trăm kilômét và được lắp ráp hoàn toàn ngoài không gian. Chúng ta cũng phải xây dựng một hệ thống gồm hàng nghìn nguồn laser cường độ lớn trên Mặt Trăng, mỗi nguồn có khả năng bắn laser liên tục trong nhiều năm, thậm chí vài thập kỷ. (Theo ước lượng, chúng ta phải tạo ra các laser có năng lượng gấp 1.000 lần tổng năng lượng hiện sản xuất được trên Trái Đất.)

Về lý thuyết, một cánh buồm ánh sáng đồ sộ có khả năng chuyển động với tốc độ bằng một nửa tốc độ ánh sáng. Như vậy, nó chỉ mất khoảng tám năm để đến được ngôi sao gần nhất. Điểm thuận lợi của một hệ thống đẩy như vậy là nó có thể dùng các công nghệ có sẵn. Ta không cần phát minh thêm định luật vật lý mới nào để tạo ra một cánh buồm Mặt Trời như vậy. Nhưng trở ngại chính nằm ở mặt kinh tế và kỹ thuật. Khó khăn về kỹ thuật trong việc chế tạo một cánh buồm rộng hàng trăm kilômét và được đẩy đi nhờ hàng ngàn chùm tia laser mạnh đặt trên Mặt Trăng là rất lớn, đòi hỏi một công nghệ mà chúng ta phải mất cả thế kỷ nữa mới đạt được. (Một vấn đề nữa đối với cánh buồm Mặt Trời liên sao là việc đưa nó quay trở lại. Chúng ta sẽ phải thiết lập một hệ thống nguồn laser thứ hai trên một mặt trăng xa xôi khác để đẩy nó quay trở lại Trái Đất. Hoặc con tàu có thể quay nhanh quanh một ngôi sao, dùng nó làm bệ phóng để đạt đủ tốc độ cho chuyến hành trình trở lại. Sau đó, các laser trên Mặt Trăng sẽ được sử dụng để giảm tốc cho cánh buồm, giúp nó đáp xuống Trái Đất.)

ĐỘNG CƠ PHẢN LỰC DÒNG THẲNG

Ứng cử viên ưa thích của tôi trong việc giúp chúng ta đến được các ngôi sao là động cơ phản lực dòng thẳng. Hiđrô là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ, vì vậy động cơ phản lực dòng thẳng có thể "bắt" các nguyên tố này khi du hành trong không gian, nhờ đó mang lại nguồn nhiên liệu vô

hạn cho tên lửa. Lượng hiđrô thu được sẽ được làm nóng đến hàng triệu độ, đủ để các phân tử này kết hợp với nhau, tỏa ra năng lượng của phản ứng nhiệt hạch.

Động cơ phản lực dòng thẳng được nhà vật lý Robert W. Bussard đề xuất vào năm 1960 và sau này được Carl Sagan giới thiệu tới công chúng. Bussard ước tính rằng về lý thuyết, một động cơ loại này nặng khoảng 1.000 tấn, có khả năng duy trì một lực đẩy ổn định và bằng trọng lượng của nó khi ở trên Trái Đất. Nếu động cơ phản lực dòng thẳng có thể duy trì sức đẩy như vậy trong một năm, nó sẽ đạt đến 77% tốc độ ánh sáng, đủ khả năng thực hiện các hành trình liên sao.

Ta có thể dễ dàng tính toán những yêu cầu đối với một động cơ phản lực dòng thẳng. Đầu tiên, chúng ta đã biết mật độ trung bình của khí hiđrô trong vũ trụ. Chúng ta cũng ước tính được lượng khí hiđrô cần đốt cháy để duy trì gia tốc của tên lửa bằng gia tốc rơi tự do. Những tính toán đó lại giúp xác định dụng cụ "xúc" khí hiđrô phải lớn như thế nào. Với vài giả định hợp lý, chúng ta có thể chỉ ra rằng mình cần một dụng cụ xúc có đường kính khoảng 160 km. Việc chế tạo một gầu xúc kích thước lớn như vậy trên Trái Đất gặp nhiều khó khăn, nhưng trong không gian, việc này sẽ dễ dàng hơn vì đây là môi trường không trọng lượng.

Về nguyên tắc, động cơ phản lực dòng thẳng có thể tự đẩy nó đến vô hạn, cho tới khi tới được những hệ sao xa xôi trong thiên hà. Theo Einstein, thời gian trôi chậm lại bên trong tên lửa, vì vậy tên lửa có thể đạt đến những khoảng cách thiên văn mà không cần đến biện pháp đặt phi hành đoàn vào trạng thái ngủ đông. Sau khi duy trì gia tốc của tên lửa bằng gia tốc rơi tự do được 11 năm, theo ghi nhận của các đồng hồ bên trong con tàu, nó sẽ đến được chòm sao Pleiades, cách chúng ta 400 năm ánh sáng. Sau 23 năm, con tàu sẽ đến thiên hà Andromeda, cách Trái Đất hai triệu năm ánh sáng. Về lý thuyết, tàu không gian này có thể đến được chân trời của vũ trụ khả kiến trong khoảng thời gian sống của một thành viên phi hành đoàn (mặc dù hàng tỷ năm đã trôi qua trên Trái Đất).

Tuy nhiên, một vấn đề mấu chốt còn chưa chắc chắn là phản ứng nhiệt hạch. Tại lò phản ứng nhiệt hạch ITER ở miền nam nước Pháp, các nhà khoa học tổng hợp hai đồng vị hiếm của hiđrô (deuteri và triti) để giải phóng năng lượng. Tuy nhiên, ở ngoài không gian, dạng phổ biến nhất của hiđrô chỉ gồm duy nhất một proton với một electron quay xung quanh. Do

đó động cơ phản lực dòng thẳng phải khai thác phản ứng tổng hợp proton-proton. Mặc dù quá trình nhiệt hạch deuteri/triti đã được các nhà vật lý nghiên cứu trong nhiều thập kỷ qua, nhưng phản ứng proton-proton vốn chưa được hiểu rõ, lại khó thực hiện hơn và tỏa ra ít năng lượng hơn. Vì vậy, việc làm chủ phản ứng proton-proton sẽ là một thách thức kỹ thuật lớn trong những thập niên sắp tới. (Thêm vào đó, một số kỹ sư còn hồ nghi về khả năng động cơ phản lực dòng thẳng thắng được các hiệu ứng cản trở chuyển động khi nó tiệm cận tốc độ ánh sáng.)

Cho đến khi nguyên tắc vật lý và tính kinh tế của phản ứng proton-proton được làm rõ, chúng ta vẫn khó có thể đưa ra các ước lượng chính xác về mức độ khả thi của loại động cơ này. Nhưng thiết kế này luôn nằm trong danh sách những ứng viên khả dĩ hàng đầu đối với bất kỳ sứ mệnh nào hướng tới các vì tinh tú.

TÊN LỬA SỬ DỤNG ĐIỆN HẠT NHÂN

Năm 1956, ủy ban Năng lượng Hạt nhân Mỹ AEC bắt đầu nghiêm túc xem xét các tên lửa hạt nhân thông qua Dự án Rover. Về lý thuyết, ta có thể sử dụng một lò phản ứng tổng hợp hạt nhân để gia nhiệt cho các loại khí như hiđrô đến nhiệt độ rất cao, sau đó các khí này được phóng ra phía sau tên lửa để tạo lực đẩy.

Vì một vụ nổ trong khí quyển Trái Đất có thể mang mức độ nguy hiểm cao, do liên quan đến chất thải hạt nhân, những mô hình động cơ tên lửa hạt nhân trước đây được đặt nằm ngang trên đường ray, sao cho các tên lửa thử nghiệm được điều khiển cẩn trọng từ xa. Động cơ tên lửa hạt nhân đầu tiên được thử nghiệm trong Dự án Rover vào năm 1959 có tên là *Kiwi 1* (theo tên của một loại chim không biết bay ở Australia). Những năm 1960, NASA đã kết hợp với AEC chế tạo Động cơ Hạt nhân cho Tên lửa Vận tải NERVA; đây là tên lửa hạt nhân đầu tiên được thử nghiệm theo phương thẳng đứng thay vì phương nằm ngang như trước đây Tên lửa hạt nhân này đã được thử nghiệm vào năm 1968 với tư thế bắn thẳng đứng hướng xuống dưới.

Nghiên cứu này thu được những kết quả không rõ ràng. Các tên lửa kiểu này quá phức tạp và thường không phóng được. Rung động mạnh của động cơ hạt nhân thường phá vỡ buồng nhiên liệu, xé toạc tên lửa thành

nhiều mảnh. Sự bào mòn do đốt cháy hiđrô ở nhiệt độ cao cũng là một vấn đề dai dẳng. Cuối cùng, chương trình tên lửa hạt nhân cũng khép lại vào năm 1972.

(Các tên lửa hạt nhân này còn vướng phải một vấn đề khác là mức độ nguy hiểm của một phản ứng hạt nhân liên hoàn, giống như trong một quả bom nguyên tử nhỏ. Các nhà máy điện hạt nhân thương mại sử dụng nhiên liệu hạt nhân đã được làm loãng và không thể phát nổ như quả bom được thả xuống Hiroshima, nhưng để tạo ra lực đẩy cực đại, các tên lửa hạt nhân phải sử dụng nhiên liệu hạt nhân được làm giàu urani và do đó có thể bùng phát theo phản ứng dây chuyền, tạo ra một vụ nổ hạt nhân nhỏ. Khi chương trình tên lửa hạt nhân gần như bị giải thể, các nhà khoa học đã quyết định thử nghiệm lần cuối. Họ tháo rời các thanh điều khiển tốc độ phản ứng [giúp duy trì phản ứng hạt nhân trong tầm kiểm soát]. Lò phản ứng vượt quá trạng thái tới hạn và bùng nổ thành một quả cầu lửa kinh hoàng. Dư âm đầy ngoạn mục này thậm chí đã được chụp lại. Người Nga phản đối chương trình vì họ cho rằng thử nghiệm nguy hiểm này vi phạm Hiệp ước Hạn chế Thử nghiệm Vũ khí Hạt nhân, theo đó các vụ nổ bom hạt nhân trên mặt đất bị nghiêm cấm.)

Nhiều năm qua, quân đội Mỹ thường xuyên xem xét lại các tên lửa hạt nhân. Timberwind là một chương trình tên lửa hạt nhân bí mật thuộc kế hoạch Star Wars của quân đội Mỹ vào những năm 1980. (Chương trình này bị hủy bỏ khi những chi tiết về sự tồn tại của nó được Hội Liên hiệp các Nhà khoa học Mỹ công bố.)

Mối quan ngại chính về tên lửa phân hạch hạt nhân là mức độ an toàn của chúng. Thậm chí đã 60 năm kể từ khi kỷ nguyên không gian bắt đầu, các tên lửa đẩy dùng nhiên liệu hóa thạch vẫn còn xác suất thất bại vào khoảng 1%. (Thất bại của hai tàu con thoi *Challenger* và *Columbia,* khiến 14 phi hành gia thiệt mạng, càng xác nhận thêm tỷ lệ này.)

Năm 2003, NASA đã phục hồi lại những nghiên cứu về tên lửa hạt nhân lần đầu tiên kể từ chương trình NERVA vào những năm 1960 bằng việc khởi động một chương trình mới là Prometheus, đặt theo tên vị thần Hy Lạp đã mang lửa đến cho loài người. Năm 2005, chương trình Prometheus được đầu tư 430 triệu đô-la, nhưng đã bị cắt giảm đáng kể xuống còn 100 triệu đô-la vào năm sau đó. Dự án này hiện đã bị dừng lại.

TÊN LỬA SỬ DỤNG SÓNG XUNG KÍCH HẠT NHÂN

Một khả năng xa vời khác là dùng một chuỗi các quả bom hạt nhân mini để đẩy tàu liên sao. Trong Dự án Orion, các nhà khoa học có kế hoạch kích nổ lần lượt các quả bom nguyên tử mini để tạo lực đẩy phía sau, giúp tàu không gian "cưỡi" lên làn sóng xung kích do các quả bom tạo ra. Trên lý thuyết, một thiết kế như vậy có thể giúp một tàu không gian tiệm cận tốc độ ánh sáng. Ý tưởng này được phác thảo lần đầu tiên vào năm 1947 bởi Stanislaw Ulam — người đã góp phần thiết kế quả bom khinh khí đầu tiên, rồi tiếp tục được phát triển bởi Ted Taylor (một trong những nhà thiết kế đầu đạn hạt nhân chủ chốt của quân đội Mỹ) và nhà vật lý Freeman Dyson thuộc Viện Nghiên cứu Cao cấp ở Princeton.

Cuối thập niên 1950 và 1960, các nhà khoa học đã thực hiện những tính toán phức tạp cho loại tên lửa liên sao này. Theo ước tính, một tàu liên sao có thể sử dụng loại tên lửa này để đến Diêm Vương Tinh và trở về trong một năm, với tốc độ tối đa bằng 10% tốc độ ánh sáng. Nhưng thậm chí với tốc độ đó, nó vẫn phải mất 44 năm để đến được ngôi sao gần nhất. Như vậy, một tàu không gian được đẩy nhờ một tên lửa liên sao sẽ phải du hành hàng thế kỷ, với một phi hành đoàn đa thế hệ được sinh ra và lớn lên trong con tàu, đến khi con cháu của họ đến được những ngôi sao lân cận.

Năm 1959, công ty General Atomics đưa ra một báo cáo ước lượng kích cỡ của tàu không gian Orion. Theo đó, loại lớn nhất, gọi là siêu tàu Orion, sẽ nặng tám triệu tấn, đường kính 400 m và được nạp năng lượng nhờ hơn 1.000 quả bom khinh khí.

Nhưng vấn đề chính của dự án là sự ô nhiễm do bụi phóng xạ sinh ra trong quá trình phóng tàu. Dyson ước tính bụi phóng xạ tạo ra trong mỗi lần phóng có thể gây ung thư cho 10 người. Thêm vào đó, các xung điện từ sinh ra trong lúc phóng tàu có thể mạnh đến mức gây ra hiện tượng đoản mạch trên diện rộng ở những hệ thống điện lân cận.

Hiệp ước Hạn chế Thử nghiệm Vũ khí Hạt nhân vào năm 1963 giống như một nhát dao kết liễu dự án. Cuối cùng, nguồn động lực chính thúc đẩy sự phát triển của dự án — nhà thiết kế bom hạt nhân Ted Taylor — cũng từ bỏ công việc này. (Ông đã có lần tâm sự với tôi rằng cuối cùng ông vỡ mộng về dự án khi nhận ra những kẻ khủng bố cũng có thể dùng nguyên lý của bom nguyên tử mini, hòng chế ra những quả bom nguyên tử

cầm tay. Mặc dù kế hoạch bị hủy bỏ vì bị nhìn nhận là quá nguy hiểm, tên của dự án vẫn được dùng cho tàu Orion mà NASA chọn để thay thế tàu con thoi.)

Ý tưởng tên lửa đẩy sử dụng sóng xung kích hạt nhân được Hội Liên hành tinh Anh quốc khơi lại trong thời gian ngắn từ năm 1973 đến năm 1978, thông qua Dự án Daedalus, một nghiên cứu sơ bộ nhằm xem xét khả năng chế tạo một tàu liên sao không người lái có thể đến sao Barnard cách Trái Đất 5,9 năm ánh sáng. (Sao Barnard được chọn vì được cho là có một hành tinh quay quanh. Kể từ đó, hai nhà thiên văn Jill Tarter và Margaret Turnbull đã lên danh sách 17.129 ngôi sao gần chúng ta và có thể có các hành tinh phù hợp cho sự sống, ứng cử viên hứa hẹn nhất là hệ sao Epsilon Indi A, cách Trái Đất 11,8 năm ánh sáng.)

Tàu tên lửa dự kiến cho Dự án Daedalus lớn đến mức phải được lắp ráp ngoài không gian. Con tàu này cần có trọng lượng 54.000 tấn, với phần lớn là nhiên liệu dành cho tên lửa đẩy, và có thể đạt tốc độ bằng 7,1% tốc độ ánh sáng với tải trọng 450 tấn. Không sử dụng các quả bom phân hạch cỡ nhỏ như Dự án Orion, Dự án Daedalus dự kiến sử dụng các quả bom khinh khí nhỏ dùng hỗn hợp deuteri/heli-3 được kích hoạt bằng chùm tia electron. Vì những khó khăn kỹ thuật khủng khiếp cũng như những quan ngại về hệ thống đẩy hạt nhân, Daedalus bị gác lại vô thời hạn.

XUNG RIÊNG VÀ HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ

Các kỹ sư thường dùng thuật ngữ "xung riêng" để xếp loại hiệu suất của các thiết kế động cơ khác nhau. "Xung riêng" được định nghĩa là sự biến thiên động lượng tính cho mỗi đơn vị khối lượng nhiên liệu dùng để đẩy tên lửa. Do đó, động cơ có hiệu suất càng cao càng cần ít nhiên liệu để đẩy một tên lửa ra ngoài không gian. Động lượng là tích của lực và thời gian nó tác động. Mặc dù tạo ra lực đẩy rất lớn nhưng các tên lửa sử dụng nhiên liệu hóa học chỉ hoạt động trong vài phút, do đó có xung riêng rất nhỏ. Trong khi đó, vì có thể vận hành hàng năm trời nên các động cơ ion có thể có xung riêng rất cao dù lực đẩy nhỏ.

Xung riêng được đo bằng đơn vị giây. Một tên lửa dùng nhiên liệu hóa học thông thường có thể đạt xung riêng 400-500 giây. Xung riêng của động cơ tàu con thoi là 453 giây. (Xung riêng lớn nhất từng đạt được ở một

động cơ hóa học là 542 giây, sử dụng nhiên liệu đẩy là hỗn hợp hiđrô, liti và flo.) Sức đẩy của động cơ ion *Smart 1* có xung riêng là 1.640 giây. Tên lửa dùng sóng xung kích hạt nhân đạt xung riêng 850 giây.

Xung riêng khả dĩ cực đại, khoảng 30 triệu giây, thuộc về tên lửa có tốc độ ánh sáng. Bảng sau cho biết xung riêng của các loại động cơ tên lửa khác nhau.

LOẠI ĐỘNG CƠ TÊN LỬA	XUNG RIÊNG
Tên lửa sử dụng nhiên liệu rắn	250
Tên lửa sử dụng nhiên liệu lỏng	450
Động cơ ion	3.000
Động cơ plasma VASIMR	1.000 tới 3.000
Tên lửa phân hạch hạt nhân	800 tới 1.000
Tên lửa tổng hợp hạt nhân	2.500 tới 200.000
Tên lửa sử dụng xung đẩy hạt nhân	10.000 tới 1 triệu
Tên lửa dùng phản vật chất	1 triệu tới 10 triệu

(Về nguyên tắc, vì các cánh buồm Mặt Trời sử dụng lực đẩy của chùm tia laser và các động cơ phản lực dòng thẳng không cần nhiên liệu đẩy nên chúng có xung riêng bằng vô hạn, mặc dù chúng cũng có những vấn đề riêng.)

THANG MÁY KHÔNG GIAN

Một bất cập lớn của nhiều thiết kế tên lửa kiểu này là chúng quá cồng kềnh và nặng nề nên không thể lắp đặt trên Trái Đất. Đó là lý do khiến một số nhà khoa học đề xuất chế tạo chúng trong không gian: môi trường không trọng lực ở đây có thể giúp phi hành gia dễ dàng nâng các vật. Nhưng những người phê bình hiện nay chỉ ra chi phí cao ngất của việc lắp ráp ngoài không gian. Ví dụ, Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS cần tới hàng trăm lần phóng tàu con thoi để hoàn tất việc lắp ráp và chỉ riêng chi phí của việc đó đã lên tới 100 tỷ đô-la. Đây là dự án khoa học tốn kém nhất trong lịch sử. Và việc xây dựng thuyền buồm không gian hay hệ thống bắt hiđrô của tàu phản lực dòng thẳng ngoài không gian sẽ còn tốn kém hơn nhiều lần.

Nhưng như nhà văn khoa học viễn tưởng Robert Heinlein thường nói,

vượt qua được độ cao 160 km là ta đã thực hiện được một nửa hành trình để đến bất cứ đâu trong Hệ Mặt Trời. Đó là vì bất cứ vụ phóng tàu không gian nào, khi tên lửa cố gắng thoát khỏi trọng lực của Trái Đất, 160 km đầu tiên là quãng đường tốn kém nhất. Sau đó, một tàu tên lửa có thể tới Diêm Vương Tinh hoặc xa hơn nữa.

Một cách giảm chi phí trong tương lai là xây dựng thang máy không gian. Ý tưởng trèo lên một sợi dây để tới thiên đàng đã có từ xa xưa, chẳng hạn như trong câu chuyện cổ tích *Jack và cây đậu thần,* nhưng nó có thể trở thành thực tế nếu sợi dây được nối dài ra ngoài không gian. Khi đó, lực ly tâm do chuyển động quay của Trái Đất tạo ra sẽ đủ để triệt tiêu lực hấp dẫn, nhờ vậy sợi dây sẽ không rơi xuống mà dựng đứng trong không khí như có phép màu, với một đầu dây lẩn khuất trong mây. (Hãy hình dung một quả cầu gắn ở đầu một sợi dây đang quay. Quả cầu dường như thách thức lực hấp dẫn, vì lực ly tâm đẩy nó rời xa tâm quay. Tương tự, một sợi dây rất dài có thể treo lơ lửng trong không khí nhờ vào chuyển động quay của Trái Đất.) Ta không cần bất cứ thứ gì để giữ sợi dây thẳng đứng, ngoại trừ chuyển động quay của Trái Đất. Khi ấy, về lý thuyết, một người có thể trèo lên sợi dây và tiến vào không gian. Đôi khi chúng tôi cho sinh viên lớp vật lý ở Đại học New York làm bài tập tính lực căng của một sợi dây như vậy. Ta dễ dàng chỉ ra sức căng trên dây đủ để làm đứt sợi dây, thậm chí cả khi nó làm bằng thép. Đây cũng là lý do khiến bấy lâu nay việc xây dựng một thang máy không gian được nhìn nhận là không khả thi.

Người đầu tiên nghiêm túc nghiên cứu thang máy không gian là nhà khoa học người Nga có tầm nhìn xa trông rộng Konstantin Tsiolkovsky. Lấy cảm ứng từ tháp Eiffel, vào năm 1895, ông đã mường tượng một tòa tháp có thể vươn tới không gian, kết nối Trái Đất với bầu trời. Theo ông, nó sẽ được xây dựng từ dưới lên, bắt đầu từ Trái Đất; các kỹ sư sẽ tăng dần độ cao của thang máy lên đến bầu trời.

Năm 1957, nhà khoa học người Nga Yuri Artsutanov đề xuất một giải pháp mới là xây dựng thang máy theo chiều ngược lại, từ trên xuống, bắt đầu từ ngoài không gian. Ông hình dung một vệ tinh gần như đứng yên trên quỹ đạo địa tĩnh ở độ cao gần 60.000 km ngoài không gian và từ đó chúng ta có thể thòng một sợi dây xuống Trái Đất. Đầu dưới của sợi dây sẽ được neo cố định trên mặt đất. Nhưng giới hạn bền của một thang máy không gian phải có giá trị trong khoảng 60-100 gigapascal (gpa). Nhưng dây thép

bị đứt ngay ở suất căng khoảng hai gpa, nên ý tưởng này còn xa mới thành hiện thực.

Ý tưởng thang máy không gian tiếp cận được đông đảo độc giả nhờ các tiểu thuyết *The Fountains of Paradise* (Đường lên trời) của Arthur C. Clarke năm 1979 và *Friday* (Ngày thứ Sáu) của Robert Heinlein năm 1982. Nhưng vì không có tiến triển gì thêm nên ý tưởng của họ dần rơi vào quên lãng.

Tiến trình đã thay đổi đáng kể khi các nhà hóa học phát triển nên ống nano cacbon. Mối quan tâm dành cho vấn đề này bỗng chốc sáng trở lại nhờ công trình năm 1991 của nhà vật lý Sumio Iijima thuộc công ty Nippon Electric (tuy bằng chứng về các ống nano cacbon đã xuất hiện từ những năm 1950 nhưng nó bị bỏ qua ở thời điểm đó). Điều đáng kinh ngạc là các ống nano cacbon cứng hơn và nhẹ hơn thép nhiều. Thực tế, nó vượt qua cả độ bền cần thiết để duy trì một thang máy không gian. Các nhà khoa học tin rằng một sợi nano cacbon có thể trụ vững ở áp suất 120 gpa, vượt qua giới hạn phá vỡ. Phát minh này đã nhen nhóm lại nỗ lực xây dựng một thang máy không gian.

Năm 1999, một nghiên cứu của NASA đã mang lại những nhận định nghiêm túc về thang máy không gian. Nghiên cứu này ước tính về một dải ruy băng có bề rộng chừng một mét, chiều dài 47.000 km và có khả năng vận chuyển 15 tấn trọng tải lên quỹ đạo quanh Trái Đất. Một thang máy không gian như vậy có thể làm thay đổi chi phí của những chuyến du hành không gian ngắn hạn. Giá thành có thể giảm xuống 10.000 lần — một sự thay đổi mang tính cách mạng.

Giá thành hiện nay để đưa một kilôgam vật liệu lên quỹ đạo quanh Trái Đất là hơn 20.000 đô-la. Ví dụ, mỗi nhiệm vụ phóng tàu con thoi có chi phí ước tính là 700 triệu đô-la. Một thang máy không gian có thể giảm giá thành xuống còn hơn hai đô-la cho mỗi kilôgam. Chi phí cho chương trình không gian khi giảm triệt để có thể sẽ thay đổi hoàn toàn quan điểm của chúng ta về du hành không gian. Về nguyên tắc, chỉ với một cú bấm là chúng ta có thể vận hành thang máy lướt ra ngoài không gian, với chi phí chỉ tương đương một tấm vé máy bay thông thường.

Nhưng chúng ta phải giải quyết những khó khăn lớn trước mắt trước khi xây dựng một thang máy không gian có thể nâng bước chúng ta lên bầu

trời. Thứ nhất, các sợi nano cacbon tinh khiết được chế tạo trong phòng thí nghiệm hiện có chiều dài không quá 15 mm, trong khi để xây dựng một thang máy không gian, chúng ta phải tạo ra những sợi cáp nano cacbon có độ dài hàng nghìn kilômét. Dù chỉ là một vấn đề kỹ thuật khi nhìn dưới góc nhìn khoa học, nhưng nó lại là một vấn đề khó nhằn cần được giải quyết sớm nếu chúng ta muốn chế tạo một thang máy không gian. Tuy nhiên, nhiều nhà khoa học tin rằng trong vài thập niên tới, chúng ta sẽ làm chủ được công nghệ chế tạo các sợi cáp nano cacbon dài.

Thứ hai, độ lẫn tạp ở mức độ vi mô trong chất liệu nano cacbon có thể khiến một sợi cáp dài gặp vấn đề. Nicola Pugno ở Đại học Bách khoa Turin, Ý, ước tính chỉ một nguyên tử bị lệch hàng cũng khiến độ cứng của ống nano giảm đi 30%. Nói chung, những sai lệch ở thang nguyên tử có thể làm giảm độ cứng của ống nano cacbon nhiều nhất là 70%, thấp hơn giới hạn bền tối thiểu để giữ vững một thang máy không gian trên bầu trời.

Để thúc đẩy mối quan tâm của giới kinh doanh đến thang máy không gian, NASA đã đưa ra hai giải thưởng riêng biệt. (Các giải này tương tự như Ansari X-prize — giải thưởng đã thành công trong việc khuyến khích các nhà phát minh táo bạo chế tạo ra tên lửa thương mại có khả năng đưa hành khách lên tới độ cao chạm ngưỡng không gian. Giải X-prize đã được trao cho Spaceship One vào năm 2004.) Các giải thưởng do NASA đề ra có tên là Beam Power Challenge (giải BPC — Thách thức Chùm năng lượng) và Tether Challenge (giải TC — Thách thức Dây dắt). Trong giải BPC, các đội thi phải vận chuyển một thiết bị cơ nặng tối thiểu 25 kg đi lên một sợi dây (được treo thõng xuống từ một cần trục) với tốc độ 1 m/giây lên độ cao 50 m. Điều này nghe có vẻ dễ dàng nhưng khó khăn nằm ở chỗ thiết bị này không được sử dụng nhiên liệu, nguồn điện hay dây truyền điện. Thay vào đó, nó có thể được nạp năng lượng nhờ ánh sáng mặt trời, các tấm pin quang điện, laser hoặc vi sóng — những nguồn năng lượng phù hợp hơn với nhu cầu sử dụng ngoài không gian.

Trong giải TC, các đội thi phải chế tạo một đoạn dây dài hai mét, không nặng quá hai gam và phải mang được vật nặng hơn 50% so với khối lượng của vật nặng mà sợi dây tốt nhất năm trước làm được. Mục đích của thách thức này là để khuyến khích việc nghiên cứu phát triển các vật liệu nhẹ nhưng bền chắc để treo lên độ cao 100.000 km trong không gian. Các giải thưởng có trị giá lần lượt là 150.000, 40.000 và 10.000 đô-la. (Để bạn hình

dung được sự khó nhằn của thách thức, tôi xin chỉ ra rằng vào năm 2005, năm đầu tiên của cuộc thi, không có ai giành giải.)

Mặc dù việc chế tạo thành công một thang máy không gian có thể cách mạng hóa chương trình không gian, nhưng những cỗ máy như vậy cũng có một số rủi ro. Chẳng hạn, quỹ đạo của các vệ tinh gần mặt đất dịch chuyển liên tục khi chúng quay quanh Trái Đất (do Trái Đất quay bên dưới chúng). Điều này có nghĩa là các vệ tinh có thể va chạm với thang máy không gian ở tốc độ gần 30.000 km/giờ, đủ khả năng làm đứt cáp treo thang máy. Để ngăn ngừa một thảm họa như vậy, trong tương lai hoặc các vệ tinh phải được thiết kế kèm theo tên lửa đẩy nhỏ để có thể bay vòng qua thang máy, hoặc cáp treo thang máy phải được gắn với các động cơ đẩy loại nhỏ giúp nó né các vệ tinh đi ngang qua.

Những va chạm với các tiểu thiên thạch cũng là một vấn đề, vì thang máy không gian nằm ngoài bầu khí quyển Trái Đất, trong khi bầu khí quyển lại bảo vệ chúng ta khỏi những thiên thạch này. Bởi những va chạm với các thiên thạch là không thể đoán trước, nên thang máy không gian phải được chế tạo với một hay thậm chí vô số hệ thống bảo vệ bên ngoài để đảm bảo an toàn. Các hiệu ứng thời tiết thất thường trên Trái Đất như lốc xoáy, sóng thần và bão tố cũng có thể gây ảnh hưởng.

HIỆU ỨNG TRỌNG LỰC HỖ TRỢ

Một cách mới mẻ khác để đẩy một vật đến gần tốc độ ánh sáng là sử dụng hiệu ứng "trọng lực hỗ trợ". Khi gửi các tàu thăm dò không gian đến các hành tinh vòng ngoài của Hệ Mặt Trời, đôi khi NASA cho chúng bay vòng qua một hành tinh kế cận, lợi dụng hiệu ứng trọng lực hỗ trợ để tăng tốc cho tàu, nhờ đó tiết kiệm được lượng nhiên liệu đáng kể dùng cho tên lửa đẩy. Đó là cách mà tàu vũ trụ *Voyager* đến được Hải Vương Tinh — hành tinh ngoài cùng của Hệ Mặt Trời.

Theo nhà vật lý công tác tại Princeton là Freeman Dyson, trong tương lai xa chúng ta sẽ có thể tìm thấy một hệ hai sao neutron đang quay quanh nhau với tốc độ lớn. Bằng cách tiến đến cực gần một trong hai ngôi sao đó, chúng ta có thể bay quanh nó, nhờ vậy được ném vụt vào không gian với tốc độ bằng 1/3 tốc độ ánh sáng. Như vậy, chúng ta sử dụng lực hấp dẫn để tạo ra lực đẩy bổ sung, đưa ta tới gần tốc độ ánh sáng. Về lý thuyết, điều

này hoàn toàn có thể thực hiện được.

Một số người lại đề xuất việc bay quanh chính Mặt Trời để gia tốc đến gần tốc độ ánh sáng. Thực tế, biện pháp này đã được sử dụng trong tập phim *Star Trek IV: Hành trình về nhà,* khi phi hành đoàn tàu *Enterprise* đánh cắp một con tàu Klingon rồi bay đến gần Mặt Trời để tăng tốc và phá vỡ rào cản ánh sáng nhằm đi ngược thời gian. Trong bộ phim *When Worlds Collide* (Sự va chạm giữa các thế giới) khi Trái Đất bị đe dọa bởi vụ va chạm với một tiểu hành tinh, các nhà khoa học rời bỏ Trái Đất bằng cách tạo ra một đường lượn siêu tốc khổng lồ. Một tàu tên lửa lao dốc trên đường lượn này, tăng đến tốc độ khổng lồ rồi lao đi vun vút ở đáy đường lượn để phóng vào không gian.

Tuy nhiên, trong thực tế, các phương pháp sử dụng lực hấp dẫn kể trên không thể giúp chúng ta mở đường vào không gian. (Theo định luật bảo toàn năng lượng, khi lao dốc xuống một đường lượn rồi quay lên, chúng ta sẽ đạt đến *cùng* vận tốc như khi bắt đầu, vì vậy không có sự gia tăng năng lượng. Cũng như vậy, bằng cách bay vùn vụt quanh Mặt Trời đứng yên, chúng ta sẽ đạt tới cùng vận tốc như vận tốc ban đầu.) Phương pháp tận dụng hai ngôi sao neutron của Dyson có thể hoạt động được vì các sao neutron quay rất nhanh. Một con tàu vũ trụ sử dụng hiệu ứng trọng lực hỗ trợ để tăng năng lượng nhờ vào chuyển động của hành tinh hay ngôi sao mà nó bay vòng qua. Nếu các thiên thể này đứng yên, sẽ không có hiệu ứng trọng lực hỗ trợ nào xảy ra.

Mặc dù đề xuất của Dyson có thể thực hiện nhưng nó không giúp ích cho các nhà khoa học còn đang gắn chặt với Trái Đất như hiện nay, bởi chúng ta sẽ cần một tàu liên sao để đến được những ngôi sao neutron đang quay.

SÚNG ĐIỆN TỪ HƯỚNG LÊN BẦU TRỜI

Một biện pháp tài tình khác để phóng các vật vào không gian với tốc độ không tưởng là súng điện từ, đã được Arthur C. Clarke và những nhà văn khác mô tả trong các tiểu thuyết khoa học viễn tưởng và hiện đang được kiểm nghiệm nghiêm túc như một phần của hệ thống phòng thủ tên lửa Star Wars.

Thay vì sử dụng nhiên liệu tên lửa hay thuốc súng để đẩy một vật đến

vận tốc lớn, súng đường ray sử dụng năng lượng điện từ.

Ở dạng đơn giản nhất, súng điện từ gồm hai thanh ray đặt song song và một viên đạn chạy dọc theo cả hai ray, tạo thành hình chữ U. Ngay cả Michael Faraday cũng đã biết một dòng điện sẽ chịu tác dụng của mọi lực khi được đặt trong từ trường. (Đây là nền tảng của tất cả các động cơ điện.) Khi cho dòng điện có cường độ hàng triệu ampe chạy qua các thanh ray và viên đạn, một từ trường mạnh được tạo ra trong khu vực quanh các ray. Từ trường này đẩy viên đạn chạy dọc theo các thanh ray với tốc độ rất lớn.

Súng điện từ đã phóng thành công các vật bằng kim loại với vận tốc phóng rất lớn trên quãng đường di chuyển rất ngắn. Đáng chú ý là về lý thuyết, một súng điện từ đơn giản có thể bắn ra một viên đạn kim loại với vận tốc khoảng 29.000 km/giờ, giúp nó đến được quỹ đạo quay quanh Trái Đất. Về nguyên tắc, toàn bộ tên lửa đẩy của NASA có thể được thay thế bằng các súng điện từ để phóng các vật nặng lên quỹ đạo từ Trái Đất.

Súng điện từ sở hữu một lợi thế đáng kể so với tên lửa hóa học và súng thường. Trong nòng súng thường, vận tốc lớn nhất mà khối khí nhiên liệu giãn nở có thể đẩy một viên đạn đi bị giới hạn bởi tốc độ của sóng xung kích. Mặc dù ý tưởng sử dụng thuốc súng để phóng các phi hành gia lên Mặt Trăng đã được Jules Verne nhắc đến trong tiểu thuyết kinh điển *From the Earth to the Moon* (Từ Trái Đất lên Mặt Trăng) nhưng chúng ta hoàn toàn có thể tính được vận tốc lớn nhất của thuốc súng chỉ bằng một phần tốc độ cần thiết để đưa người lên vệ tinh tự nhiên này. Tuy nhiên, súng điện từ không bị hạn chế bởi tốc độ sóng xung kích.

Nhưng súng điện từ có những vấn đề khác. Nó gia tốc các vật nhanh đến mức chúng thường bị bẹt khi va mạnh vào không khí. Các tải vật bị biến dạng mạnh trong quá trình bắn ra khỏi nòng súng điện từ vì va chạm với không khí ở tốc độ lớn như vậy cũng như va phải bức tường gạch. Thêm vào đó, gia tốc khủng khiếp của tải vật dọc theo đường ray cũng đủ làm chúng biến dạng. Các đường trượt này phải được thay thế thường xuyên do những hư hại mà các vật được phóng đi gây ra. Hơn nữa, lực quán tính tác dụng lên phi hành gia dễ dàng bóp nát toàn bộ xương cốt người này.

Một đề xuất được đưa ra là lắp đặt một khẩu súng điện từ trên Mặt Trăng. Bên ngoài khí quyển Trái Đất, viên đạn của súng đường ray có thể

phóng đi dễ dàng qua chân không. Nhưng ngay cả khi đó, gia tốc khủng khiếp mà súng điện từ tạo ra vẫn có thể gây hư hại cho các tải vật. Ở một số phương diện, súng điện từ ngược lại với cánh buồm laser — những cánh buồm này được chế tạo để từ từ đạt vận tốc tối đa trong khoảng thời gian dài. Các súng điện từ bị hạn chế vì chúng dồn quá nhiều năng lượng trong một vùng không gian quá chật hẹp.

Chi phí tạo ra súng điện từ phóng các vật đến những ngôi sao kế cận chúng ta có thể rất cao. Theo một đề xuất, súng điện từ sẽ được chế tạo ngoài không gian, trải dài trên khoảng cách bằng 2/3 quãng đường từ Trái Đất đến Mặt Trời. Nó sẽ tích trữ quang năng từ Mặt Trời rồi đột ngột giải phóng năng lượng này vào súng điện từ, đẩy 10 tấn tải vật đến tốc độ bằng 1/3 tốc độ ánh sáng, với gia tốc bằng 5.000 lần gia tốc rơi tự do. Không hề ngạc nhiên là chỉ những tải vật robot cứng nhất mới có thể tồn tại dưới tác động của các gia tốc khủng khiếp như vậy.

NHỮNG HIỂM NGUY CỦA VIỆC DU HÀNH KHÔNG GIAN

Dĩ nhiên, du hành không gian không phải là một chuyến dã ngoại cuối tuần. Nhiều hiểm nguy khủng khiếp đang chờ đợi những chuyến bay có người lái đến Hỏa Tinh hay xa hơn nữa. Sự sống trên Trái Đất đã được bao bọc trong hàng triệu năm: tầng ôzôn bảo vệ Trái Đất khỏi các tia tử ngoại, từ trường của nó giúp chống lại các vết lóa mặt trời và tia vũ trụ, còn bầu khí quyển dày đốt cháy các thiên thạch khi chúng tiến tới gần Trái Đất. Chúng ta thừa hưởng mức nhiệt độ cùng áp suất không khí vừa phải và chỉ có thể tìm thấy trên Trái Đất. Nhưng trong không gian sâu thẳm, chúng ta phải đối diện với thực tế là hầu như toàn bộ vũ trụ đang ở trong tình trạng hỗn độn, với các vành đai bức xạ chết người và đầy rẫy các thiên thể bay tứ tán.

Điều đầu tiên cần được giải quyết đối với những chuyến du hành không gian kéo dài là vấn đề không trọng lực. Những nghiên cứu dài hơi của các nhà khoa học Nga về vấn đề này đã chỉ ra cơ thể sẽ mất muối và các khoáng chất quan trọng trong không gian nhanh hơn nhiều so với thông thường. Dù có một chương trình tập luyện gắt gao nhưng sau một năm trên trạm không gian, hệ xương và cơ của các nhà du hành vũ trụ Nga vẫn bị teo lại nhiều đến nỗi họ chỉ có thể bò như em bé khi mới trở về Trái

Đất. Teo cơ, tổn thương hệ xương, giảm sản lượng hồng cầu, suy yếu khả năng miễn dịch và suy giảm khả năng vận động chức năng của hệ tim mạch có vẻ là các hệ quả không thể tránh khỏi của việc ở lâu ngoài vũ trụ trong trạng thái không trọng lượng.

Những chuyến bay đến Hỏa Tinh có thể kéo dài vài tháng đến một năm, sẽ đẩy các phi hành gia tới sát giới hạn chịu đựng của họ. Đối với những nhiệm vụ dài hơi hướng tới các ngôi sao gần chúng ta, đó sẽ là vấn đề trí mạng. Tàu liên sao trong tương lai có lẽ phải được thiết kế quay để tạo ra một trường hấp dẫn nhân tạo nhờ vào lực ly tâm, từ đó giúp kéo dài sự sống. Điều chỉnh này sẽ làm tăng đáng kể chi phí vận hành và mức độ phức tạp của các phi thuyền không gian trong tương lai.

Thứ hai, do có nhiều thiên thạch nhỏ trong không gian đang chuyển động với tốc độ hàng chục ngàn kilômét/giờ nên tàu không gian phải được trang bị thêm những lớp khiên chắn. Các kiểm tra kỹ lưỡng đối với lớp vỏ của tàu con thoi cho thấy bằng chứng của một vài vụ oanh tạc nhỏ nhưng có tính sát thương cao của các tiểu thiên thạch. Trong tương lai, có lẽ các tàu không gian phải có một buồng đặc biệt được gia cố đa lớp cho phi hành đoàn.

Hoạt độ phóng xạ trong không gian sâu thẳm mạnh hơn nhiều so với dự đoán trước đây. Chẳng hạn, trong chu kỳ bùng phát 11 năm của Mặt Trời, các vùng lóa của nó có thể bắn ra vô số chùm tia plasma chết chóc hướng đến Trái Đất. Trong quá khứ, hiện tượng này đã buộc các phi hành gia trên trạm không gian phải tìm kiếm giải pháp bảo vệ đặc biệt nhằm chống lại những loạt "đạn" có tính sát thương cao của các hạt hạ nguyên tử từ Mặt Trời. Các cuộc đi bộ trong không gian trong suốt thời gian bùng phát của Mặt Trời là quá mạo hiểm. (Ngay cả việc đơn giản như đáp chuyến bay xuyên lục địa từ Los Angeles đến New York cũng khiến chúng ta phơi nhiễm bức xạ Mặt Trời với hoạt độ khoảng một milirem cho mỗi giờ bay. Khi kết thúc hành trình, chúng ta đã hứng chịu bức xạ tương đương với lượng tia X mà một chiếc máy chụp răng phát ra.) Trong không gian xa xôi, nơi bầu khí quyển và từ trường Trái Đất không còn che chở cho chúng ta nữa, sự phơi nhiễm bức xạ là một vấn đề nghiêm trọng.

CHẾT GIẢ

Các thiết kế tên lửa đã trình bày ở trên thường bị chỉ trích rằng thậm chí nếu chúng ta chế tạo được tàu liên sao thì nó cũng sẽ mất hàng thập kỷ cho đến cả thế kỷ mới tới được các ngôi sao gần chúng ta. Sứ mệnh như vậy cần một phi hành đoàn đa thế hệ và chỉ con cháu của họ mới tới được đích đến cuối cùng.

Một giải pháp, như đã được đề xuất trong bộ phim *Alien* (Quái vật không gian) và *Planet of the Apes* (Hành tinh khỉ), là đưa các nhà du hành không gian vào trạng thái chết giả. Theo đó, thân nhiệt của họ sẽ được cẩn thận hạ xuống cho đến khi các chức năng hầu như ngưng hoạt động. Những loài động vật ngủ đông vẫn thực hiện việc này mỗi mùa đông. Một số loài cá và ếch có thể bị đông đá trong các khối băng, sau đó rã băng khi nhiệt độ tăng lên.

Khi nghiên cứu hiện tượng kỳ lạ này, các nhà sinh học tin rằng các loài động vật như vậy có khả năng tạo ra cơ chế "chống đóng băng" tự nhiên, giúp giảm nhiệt độ đóng băng của các phân tử nước trong cơ thể. Cơ chế này liên quan tới một số protein nhất định ở loài cá và glucose ở loài ếch. Vì có nhiều protein này trong máu nên cá có thể tồn tại ở Bắc Cực dưới nhiệt độ khoảng -2°C. Ếch phát triển khả năng duy trì đường huyết cao, nhờ đó ngăn chặn sự hình thành các tinh thể băng. Cơ thể chúng có thể bị đóng băng bên ngoài nhưng bên trong thì không, cho phép các cơ quan vẫn hoạt động nhưng với tốc độ giảm đi đáng kể.

Tuy nhiên, có một số vấn đề xuất hiện khi áp dụng khả năng này vào các loài động vật có vú. Khi các mô ở người bị đóng băng, các tinh thể băng bắt đầu hình thành bên trong tế bào. Khi các tinh thể này lớn dần, chúng có thể đâm vào và phá hủy thành tế bào. (Những người nổi tiếng muốn đông lạnh cơ thể trong nitơ lỏng sau khi qua đời có lẽ nên suy nghĩ lại.)

Tuy nhiên, gần đây chúng ta đã đạt được một số tiến triển trong việc tạo ra trạng thái chết giả ở số ít động vật có vú không ngủ đông tự nhiên, như chuột và chó. Năm 2005, các nhà khoa học ở Đại học Pittsburgh đã có thể khiến những con chó "sống lại" sau khi rút hết máu của chúng và thay bằng một dung dịch băng-lạnh đặc biệt. Sau ba tiếng chết lâm sàng, chúng được hồi sinh khi tim bắt đầu đập trở lại. (Hầu hết đều khỏe mạnh trở lại sau liệu pháp này, nhưng một vài con đã bị tổn thương não.)

Cũng trong năm đó, các nhà khoa học đã đưa những con chuột vào

trong một buồng chứa hiđrô sulfua và hạ được nhiệt độ cơ thể chúng xuống 13°c trong sáu giờ. Tốc độ trao đổi chất của chúng giảm đi 1/10. Năm 2006, các bác sĩ ở bệnh viện Đa khoa Massachusetts ở Boston cũng đã làm cho lợn và chuột rơi vào trạng thái chết giả bằng cách sử dụng hiđrô sulfua.

Trong tương lai, các liệu pháp như vậy có thể giúp cứu sống những người bị tai nạn nặng hoặc bị trụy tim trong thời khắc sinh tử. Trạng thái chết giả có thể giúp các bác sĩ "đóng băng thời gian" cho đến khi bệnh nhân được chữa trị. Nhưng có lẽ phải tới vài thập kỷ nữa hoặc hơn thì những kỹ thuật như vậy mới có thể được áp dụng cho phi hành gia — những người cần rơi vào trạng thái chết giả trong hàng thế kỷ.

TÀU NANO

Vẫn còn những cách khác để đến được các ngôi sao nhờ những công nghệ tân tiến hơn, nằm ở biên giới của khoa học viễn tưởng mà chúng ta chưa thể chứng minh. Một đề xuất đầy hứa hẹn là sử dụng tàu thăm dò không người lái hoạt động dựa trên công nghệ nano. Xuyên suốt phần thảo luận này, tôi đã giả định rằng các tàu liên sao phải là những thiết bị khổng lồ, ngốn lượng năng lượng cũng khổng lồ không kém và có thể mang theo một phi hành đoàn đông đúc tiến đến các ngôi sao, giống như tàu liên sao *Enterprise* của *Star Trek*.

Nhưng chúng ta có thể bắt đầu với một cách dễ dàng hơn là gửi đến các ngôi sao xa xôi những tàu thăm dò không người lái mini tiệm cận tốc độ ánh sáng. Như đã đề cập, trong tương lai, khi công nghệ nano phát triển, chúng ta có thể tạo ra những tàu không gian nhỏ xíu sử dụng năng lượng nguyên tử và động cơ kích cỡ phân tử. Chẳng hạn, vì rất nhẹ nên các ion có thể được gia tốc dễ dàng đến tốc độ tiệm cận tốc độ ánh sáng chỉ bằng điện áp thường dùng trong phòng thí nghiệm. Chúng có thể được gửi vào không gian với tốc độ tiệm cận ánh sáng bằng các trường điện từ mạnh thay vì bằng tên lửa đẩy khổng lồ. Điều này ngụ ý rằng nếu được ion hóa và đặt trong điện trường, một nanobot có thể dễ dàng được đẩy đến tốc độ gần bằng ánh sáng chẳng mấy khó khăn. Sau đó, nanobot này có thể chuyển động theo quán tính đến các ngôi sao, vì ngoài không gian không có ma sát. Theo cách này, nhiều vấn đề bủa vây các tàu liên sao cỡ lớn được giải

quyết ngay lập tức. Các tàu không gian nanobot thông minh không người lái có thể đến các hệ sao gần chúng ta chỉ với một phần nhỏ chi phí chế tạo và phóng một chiếc tàu liên sao khổng lồ chở cả phi hành đoàn.

Những tàu nano như vậy có thể được dùng để đến các ngôi sao gần hoặc theo như đề nghị của Nordley — kỹ sư ngành hàng không vũ trụ đã nghỉ hưu của Không lực Hoa Kỳ, chúng có thể đẩy một cánh buồm Mặt Trời vút đi trong không gian. Nordley cho biết: "Với một binh đoàn tàu không gian, mỗi chiếc chỉ nhỏ như cái đinh ghim, bay thành đoàn và giao tiếp được với nhau, ta có thể đẩy chúng vút đi nhanh như chớp."

Nhưng tàu liên sao nano cũng gặp nhiều thách thức. Chúng có thể bị lệch hướng khi đi qua khu vực có điện trường và từ trường trong không gian. Để thắng được các tác động đó, chúng ta cần gia tốc tàu nano đến điện áp rất lớn trên Trái Đất trước khi phóng đi, để chúng không bị lệch hướng dễ dàng. Thứ hai, chúng ta sẽ phải gửi đi hàng triệu tàu liên sao nano để đảm bảo vẫn còn một nhóm nhỏ cuối cùng sẽ đến được mục tiêu. Việc phóng cả một đội tàu nano để khám phá các ngôi sao gần nhất nghe có vẽ lãng phí, nhưng chúng rất rẻ và có thể sản xuất hàng loạt đến hàng tỷ chiếc, hơn nữa cũng chỉ cần một phần nhỏ trong số chúng đến được đích cuối cùng.

Vậy các tàu nano trông ra sao? Dan Goldin, cựu lãnh đạo NASA, đã mường tượng về một đội tàu không gian to cỡ lon Coca. Những người khác thì nói tàu nano chỉ nhỏ như chiếc kim khâu. Lầu Năm Góc đã và đang xem xét khả năng phát triển "bụi thông minh" — các thiết bị chỉ nhỏ như hạt bụi, mang các cảm biến li ti và có thể được phóng vào một trận đánh để cung cấp thông tin thời gian thực cho các chỉ huy. Trong tương lai, "bụi thông minh" có nhiều khả năng được gửi đến các ngôi sao kế cận.

Theo hình dung, các nanobot cỡ hạt bụi sẽ mang các mạch điện được tạo nên bằng kỹ thuật khắc trong công nghệ bán dẫn; công nghệ này có thể tạo ra các chi tiết có kích cỡ 30 nm, tương đương khoảng 150 nguyên tử. Các nanobot có thể được phóng đi từ Mặt Trăng bằng súng điện từ hay thậm chí là các máy gia tốc hạt — cỗ máy thường được sử dụng để đẩy các hạt hạ nguyên tử lên đến tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng. Do có giá rẻ nên chúng ta có thể phóng hàng triệu nanobot như vậy vào không gian.

Khi đã đến được một hệ sao gần chúng ta, các nanobot có thể đáp xuống một mặt trăng hoang vắng nào đó. Vì lực hấp dẫn trên mặt trăng này

nhỏ nên nanobot có thể đáp xuống hoặc phóng đi dễ dàng. Đồng thời, với môi trường ổn định của mặt trăng, nó có thể cung cấp một căn cứ lý tưởng để hoạt động. Các nanobot có thể xây dựng một nhà máy nano, sử dụng các khoáng vật được tìm thấy trên mặt trăng để tạo ra một trạm phát sóng vô tuyến mạnh có thể truyền thông tin về Trái Đất. Hoặc nhà máy nano này có thể được thiết kế để tạo ra hàng triệu bản sao của chính nó để khám phá hệ mặt trời đó và lặp lại quá trình thám hiểm tương tự ở các ngôi sao kế cận khác. Vì những con tàu này là robot nên chúng sẽ không cần đến một chuyến viễn du về nhà, mà chỉ cần truyền thông tin ngược về thông qua sóng vô tuyến.

Các nanobot mà tôi đã mô tả đôi khi được gọi là máy thám dò von Neumann, đặt theo tên nhà toán học trứ danh John von Neumann — người đã xây dựng phương trình toán học cho các cỗ máy tự nhân bản Turing. Về nguyên tắc, tàu không gian nanobot tự nhân bản như vậy có thể khám phá toàn bộ thiên hà chứ không chỉ giới hạn trong những ngôi sao gần chúng ta. Cuối cùng, chúng có thể tạo nên một làn sóng xâm thực lan rộng theo hình cầu gồm hàng tỷ tỷ nanobot, với kích thước tăng nhanh theo hàm mũ và mở rộng với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng. Các nanobot bên trong hình cầu ngày càng mở rộng này có thể xâm chiếm toàn bộ thiên hà chỉ trong vài trăm nghìn năm.

Kỹ sư điện Brian Gilchrist ở Đại học Michigan đã nắm bắt nghiêm túc ý tưởng về các tàu không gian nano. Ông đã nhận một khoản tài trợ 500.000 đô-la từ Viện Nghiên cứu các Khái niệm Tân tiến của NASA để khám phá ý tưởng chế tạo các tàu nano có động cơ không lớn hơn một con vi khuẩn. Gilchrist hình dung việc tạo ra một đạo quân vài triệu tàu nano bằng công nghệ khắc bán dẫn; các tàu này có thể tự đẩy bằng cách phụt ra các hạt nano li ti chỉ có kích thước khoảng vài chục nanômét. Các hạt nano đó có thể nạp năng lượng bằng cách chạy qua một điện trường, giống như trong một động cơ ion. Vì mỗi hạt nano nặng hơn một ion cả vài nghìn lần nên các động cơ loại này có thể tích trữ lực đẩy lớn hơn nhiều so với động cơ ion thông thường. Như vậy, các động cơ của tàu nano có chung các lợi thế với động cơ ion nhưng lại có lực đẩy lớn hơn nhiều. Hiện Gilchrist đã bắt đầu khắc một số phần cho các tàu nano đó. Ông đã gắn 10.000 bộ đẩy độc lập lên một con chip bán dẫn duy nhất chỉ rộng một centimet. Bước đầu, ông mong muốn gửi đội quân tàu nano của mình xuyên qua Hệ Mặt

Trời để kiểm tra hiệu quả của chúng. Cuối cùng, những tàu nano đó có thể là một phần của đội quân đầu tiên đến được các ngôi sao.

Đề xuất của Gilchrist là một trong những kế hoạch cho tương lai được NASA xem xét. Sau vài thập kỷ trì trệ, gần đây NASA đã cân nhắc nghiêm túc về các đề xuất khác nhau đối với việc du hành liên sao, trải rộng từ đáng tin đến mức không tưởng. Kể từ đầu những năm 1990, NASA đã tổ chức Hội thảo thường niên về các Nghiên cứu tân tiến liên quan đến Sức đẩy trong Không gian, nơi các công nghệ về lĩnh vực này được các nhóm kỹ sư và nhà vật lý chọn lựa nghiêm túc. Tham vọng hơn nữa là chương trình Đột phá Vật lý về Lực đẩy, khám phá mối liên hệ giữa thế giới vật lý lượng tử diệu kỳ và du hành liên sao. Tuy chưa nhận được sự đồng thuận rộng rãi, nhiều hoạt động của họ tập trung vào một số công nghệ đẩy triển vọng: những cánh buồm sử dụng lực đẩy bằng chùm tia laser và nhiều kiểu tên lửa dùng nhiên liệu nhiệt hạch.

Với những tiến bộ tuy chậm nhưng chắc chắn trong việc thiết kế tàu không gian, chúng ta có lý do để khẳng định rằng việc phóng tàu thăm dò không người lái đầu tiên để đến những ngôi sao kế cận Mặt Trời có thể sẽ diễn ra vào cuối thế kỷ này hoặc đầu thế kỷ tới, nên chúng được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I.

Nhưng có lẽ kiểu thiết kế tàu liên sao mạnh mẽ nhất sẽ gắn liền với việc sử dụng phản vật chất. Dù nghe như khoa học viễn tưởng nhưng phản vật chất đã được tạo ra trên Trái Đất và có lẽ một ngày nào đó, nó sẽ mang lại giải pháp hứa hẹn nhất cho việc vận hành một tàu liên sao có người lái.

10: PHẢN VẬT CHẤT VÀ VŨ TRỤ PHẢN VẬT CHẤT

Cụm từ thú vị nhất trong khoa học, cụm từ báo trước những phát hiện mới, không phải là "Eureka!" mà là "Buồn cười thật.."
— ISAAC ASIMOV

Nếu một người không có chung niềm tin với chúng ta, ta bảo người này lập dị, thế là xong. Đó là vì ngày nay chúng ta không được hỏa thiêu người khác.
— NHÀ VĂN MARK TWAIN

Ta có thể nhận ra một người tiên phong nhờ mũi tên trồi ra từ lưng người ấy.
— TIẾN SĨ BEVERLY RUBK

Trong tiểu thuyết *Angels and Demons* (Thiên thần và ác quỷ), phần trước của tiểu thuyết bán chạy *The Da Vinci Code* (Mật mã Da Vinci) do nhà văn Dan Brown sáng tác, nhóm cực đoan Illuminati đã âm mưu thổi bay Vatican bằng một quả bom phản vật chất được đánh cắp từ CERN — phòng thí nghiệm hạt nhân nằm gần Geneva. Những kẻ chủ mưu biết rằng khi vật chất và phản vật chất gặp nhau, chúng sẽ tạo nên một vụ nổ kinh hoàng, có sức công phá gấp nhiều lần bom khinh khí. Và mặc dù bom phản vật chất chỉ tồn tại trong tưởng tượng, nhưng phản vật chất lại là thứ rất thực tế.

Dù có sức mạnh khủng khiếp nhưng bom nguyên tử chỉ có hiệu suất khoảng 1%. Chỉ một phần nhỏ urani chuyển thành năng lượng. Nhưng bom phản vật chất có khả năng biến toàn bộ vật chất bên trong nó thành năng lượng, do đó có hiệu suất vượt xa bom hạt nhân. (Khoảng 50% vật chất trong bom phản vật chất sẽ biến thành năng lượng; phần còn lại bị thổi bay ra xa dưới dạng các hạt không dò được là hạt neutrino.)

Từ lâu, phản vật chất đã là mục tiêu của nhiều nghiên cứu nghiêm túc. Tuy bom phản vật chất chưa tồn tại nhưng các nhà vật lý vẫn có thể sử

dụng các cỗ máy gia tốc hạt mạnh để tạo ra một lượng nhỏ phản vật chất cho mục đích nghiên cứu.

TẠO RA PHẢN NGUYÊN TỬ VÀ HÓA HỌC PHẢN NGUYÊN TỬ

Đầu thế kỷ 20, các nhà vật lý nhận ra nguyên tử được cấu tạo từ các hạt hạ nguyên tử gồm các electron (mang điện âm) quay quanh một hạt nhân rất nhỏ (mang điện dương); hạt nhân lại được cấu tạo từ các proton (mang điện dương) và các neutron (không mang điện).

Vì vậy, giới vật lý bị sốc khi vào những năm 1930, họ biết rằng mỗi hạt đều có một hạt song sinh, được gọi là phản hạt, mang điện tích trái dấu với hạt. Loại phản hạt đầu tiên được khám phá là phản electron (hay còn gọi là positron) có điện tích dương. Positron và electron giống nhau như đúc nhưng mang điện tích trái dấu. Positron được phát hiện lần đầu tiên trong những bức ảnh chụp các tia vũ trụ được thực hiện trong buồng sương. (Dấu vết của positron rất dễ nhận ra trong buồng sương. Khi được đặt trong một từ trường mạnh, các positron chuyển động trên quỹ đạo ngược với quỹ đạo của các electron thông thường. Tôi cũng từng chụp được đường đi của phản vật chất khi còn học trung học.)

Năm 1955, máy gia tốc hạt Bevatron của Đại học California tại Berkeley đã tạo ra phản proton đầu tiên. Như mong đợi, phản hạt này giống hệt proton nhưng có điện tích âm. Về nguyên tắc, điều này cho thấy chúng ta có thể tạo ra các phản nguyên tử (với positron quay quanh phản proton). Và trên thực tế, các phản nguyên tố, hóa học phản vật chất, con người tạo thành từ phản vật chất hay thậm chí là Trái Đất phản vật chất đều khả dĩ về lý thuyết.

Hiện nay, các máy gia tốc lớn ở CERN và ở phòng thí nghiệm Fermilab gần Chicago có thể tạo ra phản hiđrô với số lượng hạn chế. (Để làm điều này, các máy gia tốc hạt phải bắn một chùm proton năng lượng cao vào một bia đích; vụ va chạm sẽ tạo ra một trận mưa các hạt cơ bản. Những nam châm mạnh sẽ tách các phản proton, sau đó các phản hạt này được đẩy xuống tốc độ rất thấp rồi cho kết hợp với các phản electron phóng xạ ra từ hạt nhân đồng vị natri-22. Khi phản electron quay quanh phản proton, chúng tạo ra phản nguyên tử hiđrô, vì hiđrô được tạo thành từ một proton

và một electron.) Trong môi trường chân không hoàn toàn, các phản nguyên tử tồn tại mãi mãi. Nhưng do bị lẫn tạp chất và va chạm với thành bình chứa nên các phản nguyên tử dễ dàng va chạm với các nguyên tử thông thường; chúng phá hủy nhau, giải phóng năng lượng.

Năm 1995, CERN đã viết nên trang sử mới khi tuyên bố đã tạo được chín phản nguyên tử hiđrô. Fermilab nhanh chóng tiếp nối thành công này khi tạo ra 100 phản nguyên tử hiđrô. Về nguyên tắc, không gì có thể ngăn cản chúng ta tạo ra các phản vật chất cao hơn, ngoại trừ yếu tố chi phí. Việc tạo ra chỉ vài chục gam phản nguyên tử cũng có thể làm khánh kiệt bất cứ đất nước nào. Tốc độ tạo ra phản vật chất hiện nay vào khoảng một phần tỷ đến mười phần tỷ gam mỗi năm và có thể tăng gấp ba lần vào năm 2020. Nền kinh tế phản vật chất hiện còn rất nghèo nàn. Năm 2004, CERN phải chi tới 20 triệu đô-la để tạo ra vài phần tỷ một gam phản vật chất. Với tốc độ này, việc tạo ra chỉ một gam phản vật chất sẽ tiêu tốn tới 100 triệu tỷ đô-la và thiết bị tạo ra chúng phải hoạt động liên tục 100 tỷ năm! Điều này khiến phản vật chất trở thành thứ vật liệu quý giá nhất thế giới.

"Nếu có thể tập hợp toàn bộ phản vật chất đã tạo ra được ở CERN và cho chúng phân rã bằng cách kết hợp với vật chất, chúng ta sẽ có đủ năng lượng để thắp sáng một bóng đèn điện trong vài phút." Một thông cáo báo chí của CERN cho biết.

Thao tác trên phản vật chất vô cùng khó khăn, vì bất cứ tiếp xúc nào giữa vật chất và phản vật chất đều dẫn đến một vụ nổ phá hủy chúng. Đặt phản vật chất trong một bình chứa làm bằng vật chất thông thường là hành động tự sát. Khi phản vật chất tiếp xúc với thành bình, chúng sẽ phát nổ. Vậy chúng ta có thể kiểm soát phản vật chất bằng cách nào nếu chúng dễ biến mất đến thế? Một phương pháp khả thi là ion hóa phản vật chất thành khí ion, sau đó nhốt chúng trong một "bẫy từ". Từ trường sẽ ngăn cản sự tiếp xúc giữa phản vật chất và thành bình chứa nó.

Để chế tạo động cơ phản vật chất, chúng ta cần đưa một luồng hơi phản vật chất ổn định vào một buồng phản ứng; ở đây phản vật chất sẽ được kết hợp với vật chất thông thường một cách cẩn thận để tạo ra một vụ nổ có kiểm soát, giống như vụ nổ mà các tên lửa sử dụng khí đốt tạo ra. Các ion được tạo thành từ vụ nổ này sẽ phụt ra phía sau tên lửa sử dụng nhiên liệu phản vật chất, hình thành lực đẩy. Nhờ có hiệu suất khả quan trong việc biến vật chất thành năng lượng nên về lý thuyết, động cơ phản

vật chất sẽ trở thành thiết kế hấp dẫn nhất cho các tàu không gian trong tương lai. Trong loạt phim *Star Trek,* phản vật chất là nguồn năng lượng của tàu *Enterprise*; động cơ tàu được nạp năng lượng bằng các va chạm có kiểm soát giữa vật chất và phản vật chất.

TÊN LỬA PHẢN VẬT CHẤT

Một trong những người ủng hộ mạnh mẽ nhất việc chế tạo tên lửa phản vật chất là nhà vật lý Gerald Smith của Đại học Bang Pennsylvania. Ông tin rằng chỉ cần một lượng khoảng bốn miligam positron là đủ để phóng một tên lửa phản vật chất lên Hỏa Tinh chỉ trong vài tuần. Cũng theo Smith, năng lượng chứa trong phản vật chất nhiều hơn khoảng một tỷ lần so với năng lượng chứa trong nhiên liệu thông thường.

Bước đầu tiên để tạo ra loại nhiên liệu này là tạo ra chùm phản proton bằng một máy gia tốc hạt, sau đó tích trữ chúng trong một "bẫy Penning" đang được Smith chế tạo. Khi đã hoàn thành, chiếc bẫy này sẽ nặng khoảng 100 kg (hầu hết khối lượng là nitơ lỏng và heli lỏng), có thể giữ được một nghìn tỷ phản proton trong từ trường. (Ở nhiệt độ rất thấp, bước sóng của phản proton dài hơn bước sóng của các nguyên tử tạo nên thành bình chứa vài lần, do đó đa số các phản proton sẽ phản xạ lại sau khi va vào thành bình thay vì bị phân rã.) Theo Smith, bẫy Penning có thể lưu trữ các hạt phản proton trong khoảng năm ngày (cho đến khi chúng bị phân hủy do va chạm với các nguyên tử vật chất thông thường) với lượng phản proton khoảng một phần tỷ gam. Mục tiêu của ông là cải tiến chiếc bẫy, giúp nó lưu trữ được một micrôgram phản proton.

Mặc dù là thứ quý giá nhất trên Trái Đất, nhưng giá thành của phản vật chất lại giảm đáng kể theo từng năm (một gam phản vật chất có giá khoảng 62,5 triệu tỷ đô-la vào năm 2008). Máy bắn hạt tại Phòng thí nghiệm Máy gia tốc quốc gia Fermi nằm gần Chicago có thể làm tăng sản lượng phản vật chất lên 10 lần, từ 1,5 lên 15 nano gam mỗi năm, nhờ đó làm giảm giá phản vật chất. Tuy nhiên, nhà nghiên cứu Harold Gerrish thuộc NASA tin rằng với những cải tiến trong thời gian tới sẽ khiến giá của phản vật chất giảm sâu hơn nữa, chỉ còn 5.000 đô-la/ micrôgam. Tiến sĩ Steven Howe thuộc công ty Synergitics Technologies ở Los Alamos, bang New Mexico cho biết: "Mục tiêu của chúng tôi là đưa phản vật chất từ địa hạt xa vời của

khoa học viễn tưởng vào các lĩnh vực khai thác thương mại như vận tải và ứng dụng y học."

Cho đến nay, các máy gia tốc hạt có thể tạo ra các hạt phản proton lại không được thiết kế chuyên biệt để thực hiện điều này nên hiệu suất của chúng rất thấp. Chúng được chế tạo chủ yếu làm công cụ nghiên cứu chứ không phải để sản xuất phản vật chất. Đó là lý do khiến Smith muốn xây dựng một máy gia tốc hạt mới, được thiết kế đặc biệt để tạo ra nhiều phản proton, từ đó giảm giá của loại vật liệu này.

Nếu giá thành phản vật chất có thể giảm sâu hơn nữa nhờ cải tiến kỹ thuật và sản xuất đại trà, Smith mơ đến một ngày các tên lửa sử dụng nhiên liệu phản vật chất trở thành phương tiện vận tải giữa các hành tinh hay du hành giữa các ngôi sao. Tuy nhiên, cho đến lúc đó thì các tên lửa phản vật chất sẽ vẫn chỉ nằm trên giấy.

PHẢN VẬT CHẤT TRONG TỰ NHIÊN

Nếu phản vật chất quá khó để tạo ra trên Trái Đất thì liệu chúng ta có thể tìm thấy nó dễ dàng hơn ngoài vũ trụ? Thật không may, công cuộc tìm kiếm phản vật chất trong vũ trụ đem lại kết quả không đáng kể — điều phần nào gây ngạc nhiên cho các nhà vật lý. Chúng ta hiện vẫn chưa thể giải thích tại sao vũ trụ lại được tạo thành chủ yếu từ vật chất chứ không phải là phản vật chất. Ta vẫn thường thừa nhận giản đơn là ở thời điểm khởi thủy của vũ trụ, vật chất và phản vật chất chiếm tỷ lệ như nhau. Do đó, sự khan hiếm của phản vật chất quả là một câu đố hóc búa.

Lời giải đáp khả dĩ nhất cho câu đố này được đưa ra lần đầu tiên nhờ Andrei Sakharov — người thiết kế nên quả bom khinh khí do Liên Xô chế tạo vào những năm 1950. Sakharov giả thiết rằng ở thời điểm vũ trụ hình thành, có một sự bất đối xứng nhỏ giữa lượng vật chất và phản vật chất. Sự phá vỡ đối xứng này được gọi là "vi phạm CP", hiện đang là trung tâm của nhiều nghiên cứu sôi nổi. Hệ quả của giả thiết này là mọi nguyên tử được tìm thấy trong vũ trụ hiện nay chính là phần sót lại của sự phân hủy gần như tuyệt đối giữa vật chất và phản vật chất; chính Vụ Nổ Lớn đã tạo nên sự phân hủy giữa hai loại vật chất này trên bình diện vũ trụ. Phần vật chất tàn dư ít ỏi đã tạo hình nên vũ trụ khả kiến hiện nay. Tất cả các nguyên tử cấu thành cơ thể của chúng ta chính là phần sót lại của vụ va

chạm khủng khiếp này giữa vật chất và phản vật chất.

Lý thuyết này bỏ ngỏ khả năng một lượng nhỏ phản vật chất có thể đang tồn tại trong tự nhiên. Nếu vậy, việc khám phá ra nguồn chứa chúng sẽ làm giảm đáng kể giá thành sản xuất ra các phản vật chất để chạy các động cơ. Về lý thuyết, những trầm tích của phản vật chất trong tự nhiên rất dễ dò thấy. Khi một electron và một phản electron gặp nhau, chúng sẽ phá hủy nhau để tạo thành tia gamma có năng lượng 1,02 MeV (mega-electron volt) hoặc hơn. Như vậy, bằng cách dò quét các tia gamma ở mức năng lượng này trong vũ trụ, chúng ta có thể tìm thấy "chỉ dấu" của phản vật chất đang tồn tại trong tự nhiên.

Thực tế, "suối nguồn" phản vật chất đã được tiến sĩ William Purcell thuộc Đại học Northwestern tìm thấy trong Dải Ngân Hà, ở vị trí không quá xa tâm thiên hà này. Dường như tại đây tồn tại một luồng phản vật chất tạo ra các bức xạ gamma có mức năng lượng đặc trưng 1,02 MeV khi chúng va chạm với khí hiđrô thông thường. Nếu lượng phản vật chất ít ỏi này thực sự tồn tại trong tự nhiên thì có thể trong vũ trụ vẫn còn những nguồn chứa phản vật chất khác chưa bị phá hủy sau Vụ Nổ Lớn.

Để tìm kiếm phản vật chất trong tự nhiên theo cách hệ thống hơn, vệ tinh PAMELA đã được phóng lên quỹ đạo vào năm 2006. Đây là dự án hợp tác giữa Nga, Ý, Đức và Thụy Điển, được thiết kế để tìm kiếm các nguồn chứa phản vật chất trong vũ trụ. Các nhiệm vụ tìm kiếm phản vật chất trước đây được thực hiện nhờ các khí cầu ở tầng cao khí quyển và tàu con thoi, nên dữ liệu thăm dò được tập hợp trong thời gian không quá một tuần. Ngược lại, vệ tinh PAMELA đã ở trên quỹ đạo hơn chín năm. "Nó là máy dò tốt nhất từng được chế tạo và chúng tôi sử dụng nó cho mục đích lâu dài." Thành viên Piergiorgio Picozza ở Đại học Rome thuộc nhóm nghiên cứu trên cho biết.

PAMELA được thiết kế để dò tìm các tia vũ trụ phát ra từ các nguồn thông thường như vụ nổ siêu tân tinh và cả những nguồn không thường thấy như các ngôi sao được tạo nên hoàn toàn từ phản vật chất. Đặc biệt, PAMELA tìm kiếm những dấu hiệu của phản heli — phản nguyên tố có lẽ được tạo ra từ lõi của các ngôi sao phản vật chất. Hầu hết các nhà vật lý hiện nay, cũng giống như Sakharov, đều tin rằng Vụ Nổ Lớn đã khiến vật chất và phản vật chất hủy nhau gần như toàn bộ. Tuy nhiên, PAMELA lại dựa trên một giả thiết khác, theo đó không phải toàn bộ các khu vực chứa

phản vật chất trong vũ trụ đều trải qua quá trình phân hủy này nên phần sót lại của chúng vẫn còn tồn tại cho đến ngày nay dưới dạng các ngôi sao phản vật chất.

Nếu phản vật chất tồn tại trong không gian xa xôi, dù là với trữ lượng ít ỏi, người ta có thể "thu hoạch" chúng làm nhiên liệu cho tàu không gian. Viện nghiên cứu các Khái niệm tân tiến của NASA đã nghiêm túc cân nhắc ý tưởng thu hoạch phản vật chất từ không gian và đầu tư một chương trình thử nghiệm nghiên cứu khái niệm này. Theo tiến sĩ Gerald Jackson thuộc công ty Hbar Technologies — một trong những đơn vị dẫn đầu dự án này: "Về cơ bản, chúng tôi muốn tạo ra một tấm lưới, giống như lưới đánh cá vậy."

Thiết bị thu hoạch phản vật chất được tạo thành từ ba lớp cầu đồng tâm, mỗi lớp được dệt từ một tấm lưới, Lưới cầu ngoài cùng có đường kính 16 km và được tích điện dương để có thể đẩy bật các proton (mang điện tích dương) tiến lại gần thiết bị và hút các phản proton (mang điện tích âm). Sau khi được lớp lưới ngoài cùng thu thập lại, các phản proton giảm tốc khi đi qua lớp cầu ở giữa, cuối cùng dừng lại khi đi vào lớp cầu trong cùng, có đường kính 100 m. Khi đó, các phản proton sẽ bị giam trong một chai từ và kết hợp với các phản electron để tạo thành phản nguyên tử hiđrô.

Jackson ước lượng các phản ứng có kiểm soát giữa vật chất và phản vật chất bên trong một phi thuyền không gian có thể cung cấp đủ nhiên liệu cho chuyến du hành xuyên Hệ Mặt Trời đến Diêm Vương Tinh, chỉ với 30mg phản vật chất. Ông cho biết thêm, chỉ 17g phản vật chất cũng đủ để đưa một tàu không gian đến hệ sao gần Hệ Mặt Trời nhất là Alpha Centauri. Jackson dự tính tàu thăm dò không gian có thể thu hoạch khoảng 80g phản vật chất đang tồn tại trong vùng không gian nằm giữa quỹ đạo của Kim Tinh và Hỏa Tinh. Tuy nhiên, sự phức tạp và chi phí phóng thiết bị thu thập phản vật chất vào không gian khiến nhiệm vụ này vẫn bất khả thi, chí ít là cho đến cuối thế kỷ này hoặc lâu hơn nữa.

Một số nhà khoa học mơ đến việc thu hoạch phản vật chất từ một thiên thạch trôi nổi ngoài không gian. (Truyện tranh *Flash Gordon* từng đề cập đến một thiên thạch cấu thành từ phản vật chất đi lạc trong không gian và có thể tạo ra một vụ nổ kinh hoàng nếu vô tình va vào một hành tinh.)

Nếu phản vật chất không tồn tại trong không gian, chúng ta sẽ phải đợi

nhiều thập kỷ hay thậm chí là cả thế kỷ trước khi có thể sản xuất ra một lượng phản vật chất đủ lớn trên Trái Đất. Nhưng ngay cả khi các vấn đề kỹ thuật trong việc sản xuất phản vật chất được giải quyết thì khả năng các tên lửa phản vật chất có thể đưa chúng ta đến các vì sao vào một ngày nào đó hiện vẫn còn để ngỏ.

Với những hiểu biết hiện có về phản vật chất và sự phát triển có thể dự đoán được của công nghệ này, tôi sẽ xếp tàu không gian sử dụng nhiên liệu phản vật chất vào nhóm Bất khả thi loại I.

NGƯỜI KHAI SINH PHẢN VẬT CHẤT

Vậy phản vật chất là gì? Thật lạ nếu tự nhiên tạo ra các hạt hạ nguyên tử với số lượng gấp đôi chẳng với lý do thích đáng nào. Tự nhiên thường rất dè xẻn, nhưng với phản vật chất, dường như tự nhiên lại rất hào phóng và có phần lãng phí. Và nếu phản vật chất tồn tại thì phản vũ trụ có tồn tại không?

Để trả lời những câu hỏi này, chúng ta phải nghiên cứu nguồn căn của chính phản vật chất. Phản vật chất được khám phá lần đầu tiên vào năm 1928 với công trình tiên phong của Paul Dirac — một trong những nhà vật lý lỗi lạc nhất thế kỷ 20. Ông giữ ghế chủ tịch Lucas[10] tại Đại học Cambridge, vị trí từng thuộc về Newton và Stephen Hawking. Dirac sinh năm 1902. Ông mới chỉ là một chàng trai cao ráo và dẻo dai ngoài 20 khi cuộc cách mạng lượng tử bùng nổ vào năm 1925. Mặc dù ông đang học kỹ thuật điện vào thời điểm đó nhưng cơn sóng thần của lý thuyết lượng tử bất ngờ ập đến đã giành trọn sự quan tâm của ông.

Lý thuyết lượng tử dựa trên ý tưởng các hạt như electron không chỉ là các hạt mà đôi khi còn là các sóng mà phương trình Schrödinger trứ danh mô tả. (Hàm sóng của một hạt sẽ cho biết xác suất tìm thấy hạt đó tại thời điểm khảo sát.)

Nhưng Dirac nhận ra một thiếu sót trong phương trình Schrödinger: nó chỉ mô tả được các electron chuyển động ở vận tốc nhỏ. Ở vận tốc cao hơn, phương trình này không còn đúng nữa vì nó không tuân theo các định luật dành cho các vật chuyển động với vận tốc lớn, vốn là phạm vi chi phối của Thuyết tương đối của Albert Einstein.

Chàng Dirac trẻ tuổi tự đặt ra thử thách cho mình là thiết lập lại phương

trình Schrödinger sao cho nó phù hợp với Thuyết tương đối. Năm 1928, Dirac đề xuất một bổ sung căn bản cho phương trình Schrödinger để phương trình này hoàn toàn tương thích với Thuyết tương đối của Einstein. Thế giới vật lý choáng váng với kết quả này. Dirac đã phát minh ra phương trình tương đối nổi tiếng dành cho electron chỉ bằng cách đưa vào một thực thể toán học bậc cao là spinor. Vậy là bỗng nhiên, một yếu tố toán học trở thành trung tâm của toàn vũ trụ. (Không giống nhiều nhà vật lý đi trước đạt được những đột phá to lớn trong vật lý hoàn toàn dựa trên những dữ liệu thực nghiệm, Dirac sử dụng chiến lược hoàn toàn ngược lại. Đối với ông, toán học thuần túy là kẻ dẫn đường tinh thông cho những đột phá vĩ đại nếu nó đủ chính xác. Ông viết: "Vẻ đẹp của một phương trình quan trọng hơn việc nhào nặn nó cho phù hợp với thực nghiệm… Nếu một người đang tiến hành công việc hướng đến vẻ đẹp toán học của một phương trình và có nhận thức đủ sâu về nó thì dường như người đó đã đi đúng hướng.")

Trong khi phát triển phương trình mới dành cho electron, Dirac nhận ra phương trình nổi tiếng $E = mc^2$ của Einstein không hoàn toàn chính xác. Mặc dù phương trình này được hiển thị lặp đi lặp lại trên các biển quảng cáo dọc đại lộ Madison, được in trên áo thun, xuất hiện trong phim hoạt hình hay thậm chí trên trang phục của các nhân vật siêu anh hùng, nhưng nó chỉ đúng một phần. Phương trình chính xác thực sự phải là $E = \pm mc^2$. (Dấu âm xuất hiện vì chúng ta phải lấy căn của một đại lượng cụ thể, mà căn bậc hai của một đại lượng luôn cho ra hai kết quả âm và dương.)

Nhưng các nhà vật lý ghét ý tưởng năng lượng âm. Trong vật lý, có một tiên đề cho biết các vật luôn có xu hướng chuyển về trạng thái có năng lượng thấp nhất (chính là lý do khiến nước lỏng luôn chảy về chỗ trũng). Vì vật chất luôn rơi xuống trạng thái có năng lượng thấp nhất khả dĩ nên viễn cảnh năng lượng âm trở thành một thảm họa thực sự. Điều này có nghĩa các electron rút cục sẽ nhảy xuống mức năng lượng âm vô hạn, khiến lý thuyết của Dirac không bền vững. Vì vậy, Dirac phát minh ra khái niệm "biển Dirac". Ông hình dung tất cả các trạng thái năng lượng âm đã được lấp đầy nên một electron không thể rơi vào trạng thái năng lượng âm nữa. Nhờ vậy, vũ trụ trở nên bền vững. Hơn nữa, đôi khi một tia gamma có thể vô tình va chạm với một electron đang ở mức năng lượng âm và đẩy electron này lên trạng thái năng lượng dương. Khi đó, chúng ta sẽ thấy

dường như tia gamma biến thành một electron và một "lỗ trống" xuất hiện trong biển Dirac. Lỗ trống này giống như một bong bóng trong chân không; nó mang điện tích dương và có cùng khối lượng với electron ban đầu. Nói cách khác, lỗ trống giống như một phản electron. Vì vậy, trong bức tranh này, phản vật chất chính là các "bong bóng" trong biển Dirac.

Chỉ vài năm sau tiên đoán gây sửng sốt này của Dirac, Carl Anderson đã khám phá ra phản electron (điều này mang lại cho Dirac giải Nobel Vật lý năm 1933).

Nói cách khác, phản vật chất tồn tại vì phương trình Dirac có hai lớp nghiệm, một cho vật chất và một cho phản vật chất. (Đây lại là một hệ quả của Thuyết tương đối.)

Phương trình Dirac không chỉ tiên đoán sự tồn tại của phản vật chất mà còn tiên đoán được "spin" của electron. Các hạt hạ nguyên tử có thể quay giống như một con quay. Spin của electron lại đóng vai trò cốt yếu giúp ta hiểu được dòng chuyển dời của các electron trong tranzito và chất bán dẫn — những thành tố cơ bản của lĩnh vực điện tử hiện đại.

Stephen Hawking thấy tiếc rẻ vì Dirac không đăng ký bằng sáng chế cho phương trình của mình. Ông viết: "Dirac hẳn sẽ rất giàu có nếu ông xin cấp bằng sáng chế cho phát minh của mình. Ông sẽ nhận được tiền bản quyền cho mỗi chương trình truyền hình, máy nghe nhạc Walkman, trò chơi điện tử và máy vi tính."

Phương trình trứ danh của Dirac đã được khắc lên bia mộ của ông ở tu viện Westminster, nằm không xa mộ của Isaac Newton. Trên thế giới, đây có lẽ là phương trình duy nhất nhận được vinh dự đặc biệt này.

DIRAC VÀ NEWTON

Khi tìm hiểu quá trình Dirac tìm ra phương trình cách mạng của mình và khái niệm phản vật chất, các sử gia khoa học thường so sánh ông với Newton. Lạ thay, Dirac và Newton có nhiều điểm tương đồng. Cả hai đều đang ở độ tuổi 20 khi thực hiện các công trình có tầm ảnh hưởng bao quát tại Đại học Cambridge, đều là chuyên gia toán học và có cùng đặc điểm khác người: thiếu kỹ năng xã hội đến mức có thể xem là bệnh lý. Cả hai đều nổi tiếng là những người nói chuyện "kém duyên" và thiếu sự thanh nhã dù là đơn giản nhất. Nhút nhát đến mức cực đoan, Dirac không bao

giờ mở miệng nếu không được hỏi trực tiếp, và kể cả khi đó, ông cũng chỉ trả lời đơn giản là "có", "không" hoặc "tôi không biết".

Dirac cũng cực kỳ khiêm tốn và chúa ghét quảng bá rùm beng. Khi được trao giải Nobel Vật lý, ông đã nghiêm túc cân nhắc việc từ chối vì sợ những rắc rối mà sự nổi tiếng mang lại. Nhưng khi hiểu ra việc từ chối giải Nobel còn gây nhiều chú ý hơn nữa, ông đành quyết định nhận nó.

Người ta đã viết nhiều về tính lập dị của Newton với nhiều giả thiết khác nhau, từ việc ông bị đầu độc thủy ngân cho đến khả năng ông có bệnh lý về thần kinh. Nhưng giả thuyết gần đây của nhà tâm lý học Simon Baron-Cohen thuộc Đại học Cambridge có thể giúp giải thích tính cách khác thường của cả Newton và Dirac. Baron-Cohen cho rằng có thể cả hai mắc Asperger — một hội chứng khá giống tự kỷ, như nhà bác học khờ trong phim *Rain Man* (Người đi trong mưa). Những người mắc hội chứng Asperger thường nhút nhát, vụng về trong giao tiếp xã hội và đôi khi có năng khiếu tính toán siêu hạng. Hội chứng này khác với tự kỷ ở chỗ người bệnh vẫn có thể đảm bảo các chức năng xã hội và làm việc bình thường. Nếu lý thuyết này là đúng thì có lẽ, khả năng tính toán phi thường của Newton và Dirac là một phần đánh đổi cho việc sống tách biệt với mọi người.

PHẢN HẤP DẪN VÀ PHẢN VŨ TRỤ

Sử dụng lý thuyết Dirac, giờ đây chúng ta có thể trả lời các câu hỏi: "Bản sao phản vật chất của lực hấp dẫn là gì? Liệu phản vũ trụ có tồn tại?"

Như đã thảo luận, các phản hạt luôn có điện tích trái dấu với hạt tương ứng. Những hạt không mang điện (như photon, lượng tử ánh sáng, hay graviton, hạt truyền tương tác hấp dẫn) có thể là phản hạt của chính nó. Nói cách khác, hấp dẫn và phản hấp dẫn chỉ là một thực thể vật lý duy nhất. Do đó, phản vật chất sẽ hút nhau dưới tác dụng của lực hấp dẫn giữa chúng chứ không phải là lực đẩy. (Điều này được chấp nhận rộng rãi trong giới vật lý, nhưng vẫn chưa có bằng chứng xác thực từ phòng thí nghiệm.)

Lý thuyết Dirac còn trả lời được những câu hỏi sâu xa hơn: Tại sao tự nhiên lại cho phép phản vật chất tồn tại? Liệu điều này có ngụ ý rằng phản vũ trụ cũng tồn tại?

Trong một số truyện khoa học viễn tưởng, nhân vật chính thường phát

hiện ra một hành tinh giống Trái Đất ngoài vũ trụ. Thực tế, hành tinh mới này giống hệt Trái Đất, trừ việc nó được cấu tạo từ phản vật chất. Chúng ta có những người anh em song sinh phản vật chất trên hành tinh này; trẻ nhỏ và các thành phố cũng đều cấu thành từ phản vật chất. Vì các định luật của hóa học phản vật chất giống với các định luật hóa học thông thường, ngoại trừ điện tích bị đảo dấu, nên những người sống trong thế giới như vậy sẽ không bao giờ biết mình được hình thành từ phản vật chất. (Các nhà vật lý gọi các thế giới này là vũ trụ nghịch đảo điện tích hay vũ trụ C-đảo, vì trong phản vũ trụ tất cả điện tích đều đổi dấu, nhưng những thứ còn lại vẫn giống bình thường.)

Trong những câu chuyện khoa học viễn tưởng khác, các nhà khoa học lại khám phá ra một hành tinh song sinh của Trái Đất ngoài không gian xa xôi — một thế giới giống chúng ta trừ việc trật tự trái phải của mọi thứ bị đảo ngược như được nhìn từ trong gương. Quả tim của những người sống trong thế giới lạ lẫm này nằm bên phải và hầu hết mọi người lại thuận tay trái. Họ cứ sống mà không hề biết rằng thế giới của họ là một vũ trụ gương đảo ngược. (Các nhà vật lý gọi thế giới này là vũ trụ đảo ngược đối xứng trái phải hay đơn giản là vũ trụ P-đảo.)

Các vũ trụ phản vật chất và bị đảo ngược đối xứng như vậy liệu có thực sự tồn tại? Các nhà vật lý xem xét câu hỏi về các vũ trụ song sinh này rất nghiêm túc. Vì các phương trình của lý thuyết Newton và Einstein vẫn giữ nguyên dạng khi chúng ta chỉ đảo ngược điện tích của các hạt hạ nguyên tử hay đảo ngược trật tự trái phải, nên các vũ trụ C-đảo và P-đảo có thể tồn tại về mặt nguyên lý.

Nhà vật lý đạt giải Nobel, Richard Feynman, đã đặt một câu hỏi thú vị về các vũ trụ này. Giả sử một ngày nào đó, chúng ta thực hiện một cuộc điện đàm với người ngoài hành tinh ở cách xa chúng ta nhưng không thể nhìn thấy họ. Khi ấy, liệu chúng ta có thể giải thích cho họ về sự khác nhau giữa "bên trái" và "bên phải" không? Theo Feynman, nếu các định luật vật lý cho phép một vũ trụ P-đảo tồn tại, chúng ta sẽ không thể truyền đạt các khái niệm trái và phải được.

Feynman lập luận, những thứ như hình dáng cơ thể hay số ngón tay, số cánh tay và số bàn chân của một người là những thông tin dễ chuyển tải. Thậm chí, chúng ta còn có thể giảng giải cho người ngoài hành tinh các định luật hóa học và sinh học. Nhưng nếu cố giải thích cho họ các khái

niệm "bên trái" và "bên phải" (hay "thuận chiều kim đồng hồ" và "ngược chiều kim đồng hồ"), chúng ta chắc chắn thất bại. Họ sẽ không bao giờ hiểu được trái tim của chúng ta nằm bên trái của cơ thể là như thế nào, Trái Đất quay theo chiều nào hay một phân tử ADN xoắn lại ra sao.

Vì vậy, khi các nhà khoa học Dương Chấn Ninh và Lý Chính Đạo ở Đại học Columbia chứng minh định lý được chờ đợi này là sai, giới khoa học đã bị một cú sốc lớn. Bằng cách kiểm tra đặc tính tự nhiên của các hạt hạ nguyên tử, họ chỉ ra một vũ trụ P-đảo trong gương không thể tồn tại. Khi nghe được kết quả mang tính cách mạng này, một nhà vật lý đã phải thốt lên: "Chúa hẳn đã phạm sai lầm." Với kết quả chấn động mà họ thu được, thường được gọi là công trình "đạp đổ tính đối xứng trái phải", Dương Chấn Ninh và Lý Chính Đạo đã giành giải Nobel Vật lý năm 1957.

Đối với Feynman, kết luận này ngụ ý rằng nếu ta đang giao tiếp với những người ngoài hành tinh bằng sóng vô tuyến, ta có thể thiết kế một thí nghiệm để giúp họ hiểu được sự khác nhau giữa vũ trụ thuận trái và thuận phải chỉ bằng chính sóng vô tuyến. (Chẳng hạn, các electron phát ra từ đồng vị phóng xạ coban-60 không quay thuận chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ theo số vòng bằng nhau, mà thực tế spin của các electron này chỉ quay theo một hướng ưa thích xác định, do đó tính đối xứng trái phải bị phá vỡ.)

Từ đó, Feynman mường tượng cuộc gặp mặt lịch sử giữa người ngoài hành tinh và loài người. Chúng ta đề nghị những người ngoài hành tinh đưa tay phải ra để bắt tay chào mừng. Nếu họ thực sự đưa tay phải ra, chúng ta biết mình đã thành công trong việc truyền đạt cho họ khái niệm "trái-phải" và "thuận chiều-ngược chiều kim đồng hồ."

Nhưng Feynman cũng đặt ra suy nghĩ ngược lại. Nếu những người ngoài hành tinh đưa tay trái ra thay vì tay phải thì sao? Điều này có nghĩa chúng ta đã phạm phải một sai lầm nghiêm trọng là không chuyển tải được đến họ các khái niệm "trái" và "phải". Tệ hơn cả, điều này chứng tỏ họ thực sự được tạo thành từ phản vật chất và trong các thí nghiệm trước đây mà chúng ta hướng dẫn họ thực hiện, ý nghĩa "trái" và "phải" đã bị lẫn lộn. Vậy là cái bắt tay với những người ngoài hành tinh này sẽ dẫn đến một vụ nổ tan xác!

Đó là hiểu biết của chúng ta cho đến thập niên 1960. Chúng ta không thể chỉ ra sự khác biệt giữa vũ trụ của chúng ta với một vũ trụ được tạo

thành từ phản vật chất và có tính trái phải bị đảo ngược. Nếu ta đảo ngược *đồng thời* tính trái-phải và điện tích của vũ trụ thì vũ trụ mới sẽ vẫn tuân theo các định luật vật lý thông thường. Bản thân đối xứng trái phải bị phá vỡ, nhưng đối xứng kết hợp giữa tính trái phải và điện tích lại phù hợp với vũ trụ đảo ngược. Vì vậy, vũ trụ CP-đảo vẫn có khả năng tồn tại.

Điều này ngụ ý rằng nếu chúng ta nói chuyện với người ngoài hành tinh bằng điện đàm, chúng ta không thể giúp họ phân biệt sự khác nhau giữa vũ trụ thông thường và một vũ trụ đảo ngược cả tính trái-phải và điện tích (tức là bên trái và bên phải đổi chỗ cho nhau và tất cả vật chất được chuyển thành phản vật chất).

Rồi đến năm 1964, các nhà vật lý lại nhận thêm cú sốc thứ hai: vũ trụ CP-đảo không thể tồn tại. Bằng cách nghiên cứu tính chất của các hạt hạ nguyên tử, chúng ta vẫn phân biệt được sự khác nhau giữa trái-phải, thuận chiều-ngược chiều kim đồng hồ nếu ta đang giao tiếp bằng sóng vô tuyến với một vũ trụ CP-đảo khác. Nhờ kết quả này, James Cronin và Vai Fitch được trao giải Nobel năm 1980.

(Mặc dù nhiều nhà vật lý cảm thấy thất vọng khi vũ trụ CP-đảo được chứng minh là thiếu nhất quán với các định luật vật lý, nhưng như tôi đã đề cập, phát hiện này lại là một điều tốt. Nếu vũ trụ CP-đảo khả dĩ thì Vụ Nổ Lớn hẳn đã khiến vật chất và phản vật chất hủy nhau hoàn toàn và các nguyên tử tạo nên chúng ta không tồn tại được! Thực tế là chúng ta vẫn tồn tại dưới dạng tàn tích của sự phân hủy các lượng giữa vật chất và phản vật chất không bằng nhau là bằng chứng cho thấy CP không thể tồn tại.)

Vậy có phản vũ trụ nghịch đảo khả dĩ nào khác không? Câu trả lời là có. Thậm chí nếu các vũ trụ nghịch đảo tính trái-phải và nghịch đảo điện tích là thiếu tính thực tế, thì một phản vũ trụ khác vẫn có khả năng tồn tại, nhưng nó thực sự là một vũ trụ lạ lẫm. Nếu chúng ta thực hiện nghịch đảo đồng thời điện tích, tính trái phải và *dòng chảy thời gian,* thì vũ trụ được tạo thành vẫn tuân theo tất cả các định luật vật lý đã biết. Và như vậy, vũ trụ CPT-đảo được phép tồn tại.

Nghịch đảo thời gian là một đối xứng kỳ cục. Trong một vũ trụ T-đảo, trứng rán sẽ nhảy khỏi đĩa để trở lại chảo, sau đó trở về trạng thái lỏng nguyên bản rồi chảy vào vỏ trứng, các vết nứt trên vỏ sẽ tự liền lại để trở thành quả trứng lành lặn ban đầu. Những bộ hài cốt sẽ sống dậy, trẻ hóa, trở lại hình hài em bé rồi nhảy vào bào thai của người mẹ.

Theo cảm quan thông thường, một vũ trụ T-đảo không thể tồn tại. Nhưng các phương trình toán học mô tả các hạt hạ nguyên tử lại cho ra kết quả khác. Các định luật của Newton vẫn hoạt động hoàn hảo dù ở thời gian tiến hay lùi. Hãy tưởng tượng chúng ta đang ghi hình một trận bida. Mỗi va chạm của các viên bi đều tuân theo các định luật Newton về chuyển động. Việc chạy lại cuộn băng nghe có vẻ lạ kỳ, nhưng những chuyển động như vậy không vi phạm các định luật Newton.

Trong lý thuyết lượng tử, mọi thứ còn phức tạp hơn nữa. Đối xứng T-đảo vi phạm các định luật của cơ học lượng tử, nhưng vũ trụ có đối xứng đầy đủ CPT-đảo lại tuân theo chúng. Điều này có nghĩa một vũ trụ đảo ngược trật tự trái-phải, có vật chất biến thành phản vật chất và thời gian trôi lùi là một vũ trụ nhất quán triệt để với các định luật vật lý!

(Điều đáng tiếc là chúng ta không thể liên lạc với một thế giới CPT-đảo như vậy. Nếu thời gian trôi ngược trên hành tinh của họ thì mọi thứ mà chúng ta trao đổi với họ qua điện đàm sẽ là một phần của tương lai, nên họ sẽ quên hết mọi thứ ngay khi chúng ta vừa nói với họ. Vì vậy, thậm chí dù cho vũ trụ CPT-đảo không bị các định luật vật lý bác bỏ, chúng ta cũng không thể nói chuyện qua điện đàm với bất cứ người ngoài hành tinh nào sống trong vũ trụ CPT-đảo.)

Tóm lại, các động cơ phản vật chất có thể mang lại cho chúng ta khả năng thực tế để nạp nhiên liệu cho một tàu liên sao trong tương lai xa, nếu chúng ta có đủ lượng phản vật chất được chế tạo trên Trái Đất hoặc tìm thấy ngoài không gian. Gữa vật chất và phản vật chất có một sự mất cân bằng nhỏ do vi phạm CP; điều này ngụ ý rằng ở đâu đó trong vũ trụ vẫn có các nguồn chứa phản vật chất mà chúng ta có thể thu hoạch.

Nhưng do những khó khăn kỹ thuật liên quan đến những động cơ chạy nhiên liệu phản vật chất nên chúng ta phải mất ít nhất một thế kỷ hoặc hơn để phát triển công nghệ này. Do đó, chúng được xếp vào nhóm Bất khả thi loại I.

Nhưng giờ hãy thử bàn đến một số câu hỏi khác: Tàu liên sao chuyển động nhanh hơn ánh sáng có khả thi trong vài nghìn năm tới hay không? Liệu tuyên bố nổi tiếng của Einstein rằng "không có thứ gì có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng" có lỗ hổng nào không? Ngạc nhiên thay, câu trả lời cho các câu hỏi này là có.

PHẦN 2
BẤT KHẢ THI LOẠI II

11: NHANH HƠN ÁNH SÁNG

Có thể tưởng tượng [sự sống] rồi sẽ trải khắp thiên hà và xa hơn nữa. Vì thế có lẽ sự sống sẽ không mãi là chất ô nhiễm không quan trọng của vũ trụ như bây giờ. Tôi thấy đó là một quan điểm khá hấp dẫn.

— NHÀ THIÊN VĂN HỌC HOÀNG GIA MARTIN REES

Không thể nào di chuyển nhanh hơn tốc độ ánh sáng, và tất nhiên một người có lý trí sẽ không bao giờ mơ tưởng đến điều đó.

— ĐẠO DIỄN WOODY ALLEN

Trong một tập phim *Chiến tranh giữa các vì sao,* khi phi thuyền *Millennium Falcon* phóng lên từ hành tinh hoang phế Tatooine, mang theo hai người hùng Luke Skywalker và Han Solo, nó đã chạm trán với phi đội tàu chiến đầy uy lực của đế quốc đang tuần tra quanh đó. Phi đội Đế quốc bắn phá dữ đội phi thuyền của những người hùng bằng loạt đạn laser, khiến trường lực bảo vệ phi thuyền bị phá hủy. *Millennium Falcon* thua hoàn toàn về hỏa lực. Khi đang oằn lưng chống đỡ trong vô vọng trước sức tấn công khủng khiếp của laser đối phương, Han Solo hét lên rằng hy vọng duy nhất của họ lúc này là thực hiện bước nhảy vào "siêu không gian". Đúng lúc đó, các siêu động cơ của phi thuyền đồng loạt hoạt động. Tất cả các ngôi sao xung quanh bỗng co cụm lại tại khu vực trung tâm của màn hình quan sát trên tàu, trở thành những tia sáng hội tụ chói lòa. Một lỗ hổng không gian mở ra, *Millennium Falcon* nhanh chóng vụt qua nó để tiến vào siêu không gian, nhờ đó thoát khỏi sự truy đuổi của Đế quốc.

Khoa học viễn tưởng ư? Điều này là không cần bàn cãi. Nhưng nó có dựa trên thực tế khoa học nào không? Có lẽ có. Chuyển động nhanh hơn ánh sáng luôn là yếu tố chính của khoa học viễn tưởng, nhưng gần đây các nhà vật lý đã bắt đầu suy ngẫm nghiêm túc về khả năng này.

Theo Einstein, tốc độ ánh sáng là tốc độ giới hạn lớn nhất trong vũ trụ.

Thậm chí những máy gia tốc hạt mạnh nhất hiện nay, dù có khả năng tạo ra mức năng lượng vốn chỉ tìm được tại tâm của các vụ nổ sao hoặc vào thời điểm Vụ Nổ Lớn, cũng không thể đẩy các hạt hạ nguyên tử đến tốc độ vượt qua tốc độ ánh sáng. Rõ ràng tốc độ ánh sáng là cảnh sát giao thông ghê gớm nhất trong vũ trụ. Nếu vậy, bất cứ hy vọng đi đến thiên hà xa xôi nào cũng là hão huyền.

Hoặc có lẽ không…

EINSTEIN, KẺ THẤT BẠI

Năm 1902, chẳng ai có thể nghĩ nhà vật lý trẻ tuổi Albert Einstein rồi sẽ trở thành nhà vật lý vĩ đại nhất kể từ thời Isaac Newton. Thực tế, năm này còn được xem là quãng thời gian tồi tệ nhất cuộc đời ông. Thời điểm đó, ông chỉ là một nghiên cứu sinh vừa tốt nghiệp, bị từ chối nguyện vọng giảng dạy tại mọi trường đại học mà ông nộp hồ sơ. (Sau này ông mới biết giáo sư của mình là nhà vật lý Heinrich Weber đã viết cho ông những bức thư giới thiệu tồi tệ, có lẽ để "trả đũa" việc Einstein cúp tiết quá nhiều.) Hơn nữa, mẹ ông lại cực lực phản đối cô bạn gái Mileva Maric của ông, bất chấp việc Mileva đang mang giọt máu của con mình. Con gái đầu lòng của họ, Lieserl, trở thành đứa con ngoài giá thú. Chàng Albert trẻ tuổi cũng không thành công ở những công việc khác. Thậm chí việc gia sư được trả công rẻ mạt cũng đột ngột kết thúc khi ông bị cho thôi việc. Trong những bức thư đầy chán nản, ông dự định trở thành con buôn để kiếm sống. Ông thậm chí còn viết cho gia đình rằng có lẽ sẽ tốt hơn nếu mình chưa bao giờ được sinh ra vì bản thân là gánh nặng cho gia đình và không có chút triển vọng nào. Khi cha mất, ông tủi hổ với ý nghĩ cha ra đi cùng nỗi niềm con trai mình là một kẻ hoàn toàn thất bại.

Cuối năm đó, vận may bỗng mỉm cười với ông. Một người bạn đã sắp xếp cho ông làm nhân viên Văn phòng cấp bằng sáng chế Thụy Sĩ. Từ vị trí tầm thường này, Einstein đã tạo ra cuộc cách mạng lớn nhất trong lịch sử hiện đại. Ông thường nhanh chóng hoàn tất công việc đánh giá các bằng sáng chế mỗi ngày rồi dành hàng giờ cho những vấn đề vật lý đã thắc mắc ngay từ tấm bé.

Vậy bí mật đằng sau bộ óc thiên tài của ông là gì? Có lẽ, một phần nằm ở khả năng tư duy về hiện tượng hay sự vật như một bức tranh vật lý (như

các con tàu đang chuyển động, đồng hồ đặt trên một vật đang chuyển động với vận tốc rất lớn, các cấu trúc biến dạng) thay vì như toán học thuần túy. Einstein từng nói một lý thuyết không thể hữu dụng nếu ta không thể giải thích nó cho một đứa trẻ; điều cốt lõi của một lý thuyết phải được một bức tranh vật lý nào đó mô tả lại. Nhiều nhà vật lý rơi vào bế tắc khi lạc trong các vấn đề toán học hỗn độn. Nhưng cũng như tiền bối Newton, Einstein bị các bức tranh vật lý ám ảnh; toán học chỉ là thứ đến sau. Đối với Newton, bức tranh vật lý là quả táo đang rơi và Mặt Trăng. Newton tự hỏi: Liệu lực kéo quả táo rơi xuống có là lực giữ Mặt Trăng trên quỹ đạo của nó? Khi Newton nhận ra câu trả lời là đúng, ông bắt đầu tạo ra phần kiến trúc toán học cho vũ trụ — thứ bỗng nhiên tiết lộ những bí mật sâu xa nhất của bầu trời: chuyển động của các thiên thể.

EINSTEIN VÀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI

Albert Einstein đề xuất lý thuyết tương đối hẹp nổi tiếng vào năm 1905. Điểm cốt lõi của lý thuyết này là một bức tranh mà thậm chí trẻ em cũng hiểu được. Đây cũng là đỉnh điểm của giấc mơ mà ông đã ấp ủ từ năm 16 tuổi khi tự hỏi: Điều gì xảy ra nếu ta đuổi theo một chùm sáng? Khi còn trẻ, ông biết cơ học Newton mô tả chuyển động của các vật trên Trái Đất và trên trời, còn lý thuyết của Maxwell mô tả ánh sáng. Đó là hai trụ cột của thế giới vật lý.

Điểm thiên tài của Einstein là ông nhận ra hai trụ cột này mâu thuẫn với nhau. Do đó, một bên phải sụp đổ.

Theo Newton, ta luôn có thể đuổi kịp một tia sáng, vì ánh sáng chẳng có gì đặc biệt. Điều này có nghĩa tia sáng sẽ đứng yên đối với ta nếu ta chạy song song với nó. Nhưng từ khi còn trẻ, Einstein đã biết rằng chưa ai từng nhìn thấy một chùm sóng ánh sáng đứng yên như đóng băng, nên lý thuyết của Newton không đúng trong trường hợp này.

Cuối cùng, trong thời gian học đại học ở Zurich, khi đang nghiên cứu lý thuyết của Maxwell, Einstein đã tìm thấy câu trả lời. Ông khám phá ra điều mà chính Maxwell cũng không biết: tốc độ ánh sáng không đổi dù ta có chuyển động nhanh tới đâu. Bất kể ta chuyển động cùng chiều hay ngược chiều truyền của một tia sáng thì nó vẫn chuyển động với vận tốc như nhau nhưng cảm quan thông thường của chúng ta không nhận ra. Vậy

là Einstein đã tìm thấy câu trả lời cho thắc mắc thời trẻ của mình: ta không thể đuổi kịp một tia sáng vì nó luôn chuyển động ra xa ta với tốc độ không đổi, không phụ thuộc vào tốc độ di chuyển của ta.

Nhưng cơ học Newton là một hệ thống ràng buộc chặt chẽ: cũng giống việc tháo dây, toàn bộ lý thuyết sẽ đánh mất sự liền mạch nếu ta tiến hành một thay đổi dù nhỏ nhất trong các tiền đề của nó. Trong lý thuyết của Newton, sự trôi của thời gian là đồng đều trong toàn vũ trụ. Một giây trên Trái Đất cũng giống một giây trên Kim Tinh hay Hỏa Tinh. Tương tự, một thước mét trên Trái Đất sẽ có cùng độ dài với một thước mét trên Diêm Vương Tinh. Nhưng nếu tốc độ ánh sáng luôn không đổi, bất kể chúng ta chuyển động nhanh đến đâu, thì hiểu biết căn bản của chúng ta về không gian và thời gian cần thay đổi. Không gian và thời gian cần trải qua những biến dạng sâu sắc để đảm bảo sự bất biến của tốc độ ánh sáng.

Theo Einstein, nếu ta ngồi trong một tên lửa đang phóng đi, dòng chảy thời gian của ta sẽ chậm hơn so với thời gian của những người đang ở Trái Đất. Nhịp đếm thời gian sẽ có tốc độ khác nhau, phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của tên lửa. Hơn nữa, không gian bên trong tên lửa sẽ co lại, khiến các thước mét trong đó thay đổi độ dài tùy vào tốc độ chuyển động của người ngồi trong. Bên cạnh đó, khối lượng của tên lửa cũng tăng. Nếu có thể nhìn vào bên trong tên lửa bằng kính thiên văn, chúng ta sẽ thấy đồng hồ trong đó chạy chậm lại, con người trong đó cũng di chuyển chậm hơn và trông dẹt hơn.

Thực tế, nếu tên lửa chuyển động với tốc độ ánh sáng, thời gian bên trong tên lửa sẽ ngừng trôi, tên lửa sẽ bị co lại đến mức không thấy được nữa và khối lượng của nó cũng lớn đến vô cùng. Vì những điều này không xảy ra trong thực tế, Einstein kết luận không gì có thể vượt qua rào cản ánh sáng về tốc độ. (Vì một vật sẽ nặng hơn khi chuyển động nhanh hơn, nên điều đó ngụ ý rằng động năng của vật đang được biến thành khối lượng. Ta có thể dễ dàng tính chính xác lượng năng lượng đã biến thành khối lượng chỉ với vài phép tính và cuối cùng dừng lại ở phương trình nổi tiếng $E = mc^2$.)

Kể từ khi Einstein rút ra phương trình nổi tiếng này, hàng triệu thí nghiệm đã xác nhận ý tưởng cách mạng của ông. Chẳng hạn, hệ thống GPS dùng để xác định vị trí trên Trái Đất với sai số chỉ vài mét sẽ hoạt động thiếu hiệu quả nếu không thêm vào các hiệu chỉnh tương đối. (Vì quân đội

phụ thuộc vào hệ thống GPS nên thậm chí các tướng lĩnh ở Lầu Năm Góc cũng phải được các nhà vật lý dạy vắn tắt về Thuyết tương đối của Einstein.) Các đồng hồ đặt trong vệ tinh GPS thật sự thay đổi tốc độ khi các vệ tinh này chuyển động trên quỹ đạo quanh Trái Đất, đúng như Einstein tiên đoán.

Minh họa sinh động nhất cho khái niệm này là ở các máy gia tốc hạt — thiết bị dùng để gia tốc các hạt sơ cấp lên tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng. Tại máy gia tốc khổng lồ của CERN, máy LHC nằm gần Geneva, Thụy Sĩ, các proton được gia tốc lên năng lượng hàng tỷ tỷ electron volt, nhờ đó đạt đến tốc độ tiệm cận tốc độ ánh sáng.

Đối với một nhà khoa học tên lửa, rào cản ánh sáng chưa phải là vấn đề to tát, vì các tên lửa hiện nay chỉ mới đạt tới tốc độ vài chục nghìn kilômét/giờ. Nhưng trong một hoặc hai thế kỷ tới, khi các nhà khoa học tên lửa nghiêm túc xem xét việc gửi những thiết bị thăm dò đến ngôi sao gần chúng ta nhất (cách Trái đất hơn bốn năm ánh sáng), tốc độ ánh sáng sẽ dần trở thành rào cản thực sự.

NHỮNG LỖ HỔNG TRONG LÝ THUYẾT CỦA EINSTEIN

Suốt nhiều thập kỷ, các nhà vật lý cố gắng tìm kiếm những lỗ hổng trong tuyên bố nổi tiếng của Einstein. Một vài lỗ hổng đã được tìm thấy, nhưng hầu hết không mấy ý nghĩa. Ví dụ, nếu chúng ta quét đèn pin ngang bầu trời, về nguyên tắc, ảnh của chùm sáng có thể chuyển động nhanh hơn tốc độ ánh sáng. Chỉ trong vài giây, ảnh chiếu của đèn pin chuyển động từ một điểm trên đường chân trời sang vị trí đối diện, vượt qua khoảng cách còn dài hơn cả hàng trăm năm ánh sáng. Nhưng điều này không quan trọng, vì chẳng có thông tin nào được truyền đi nhanh hơn tốc độ ánh sáng theo cách này. Ảnh của chùm sáng có thể vượt qua tốc độ ánh sáng nhưng chúng không mang năng lượng hay thông tin.

Tương tự đối với một cái kéo, điểm khép giữa hai lưỡi kéo ở càng xa điểm nối chúng thì chuyển động càng nhanh. Thử tưởng tượng, nếu chúng ta có cái kéo dài một năm ánh sáng thì khi khép hai lưỡi kéo, điểm cắt kéo sẽ có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng. (Điều này cũng không quan trọng vì điểm cắt kéo không mang theo năng lượng hay thông tin nào hữu ích.)

Cũng tương tự, như tôi đã đề cập trong chương 4, thí nghiệm EPR giúp chúng ta gửi đi các tín hiệu còn nhanh hơn tốc độ ánh sáng. (Chúng ta cùng nhớ lại thí nghiệm này: Hai electron đang dao động đồng bộ được đẩy ra xa theo hai hướng ngược nhau. Vì các electron có tính kết hợp nên thông tin có thể được truyền đi với tốc độ nhanh hơn ánh sáng, nhưng đây chỉ là các thông tin ngẫu nhiên nên chúng vô dụng. Do đó, không thể dùng các máy EPR để gửi thiết bị thăm dò đến các ngôi sao cách xa chúng ta.)

Với giới vật lý, lỗ hổng quan trọng nhất lại do chính Einstein chỉ ra, khi ông phát minh ra Thuyết tương đối rộng vào năm 1915 — một lý thuyết còn mạnh hơn thuyết tương đối hẹp. Thuyết tương đối rộng được ươm mầm khi Einstein xem xét vòng quay ngựa gỗ của trẻ em. Như ta đã biết, các vật co lại khi chuyển động với tốc độ gần bằng ánh sáng. Chuyển động càng nhanh, ta càng bị ép lại nhiều. Nhưng trên một cái đĩa đang quay, vành ngoài sẽ chuyển động nhanh hơn tâm đĩa. (Thực tế thì tâm đĩa hầu như đứng yên.) Điều này có nghĩa là một cái thước nếu được đặt ở vành đĩa sẽ co lại nhưng nếu đặt ở tâm đĩa thì hầu như giữ nguyên chiều dài. Vì vậy, mặt của vòng quay ngựa gỗ không còn phẳng nữa mà vênh lên. Như vậy, gia tốc đã gây ra hiệu ứng cong của không gian và thời gian trên vòng quay ngựa gỗ.

Trong Thuyết tương đối rộng, không-thời gian là một kết cấu có thể giãn hoặc nén. Dưới những điều kiện nhất định, kết cấu này có thể giãn nhanh hơn tốc độ ánh sáng. Ví dụ như Vụ Nổ Lớn, khi vũ trụ được sinh ra trong một vụ nổ kinh hoàng khoảng 13,7 tỷ năm trước. Các tính toán cho thấy tốc độ giãn nở ban đầu của vũ trụ còn nhanh hơn cả tốc độ ánh sáng. (Điều này không vi phạm Thuyết tương đối hẹp, vì chỉ có không gian trống rỗng — khoảng không giữa các ngôi sao — là giãn nở, chứ không phải bản thân ngôi sao. Không gian giãn nở không mang theo bất cứ thông tin nào.)

Điểm mấu chốt ở đây là Thuyết tương đối hẹp chỉ đúng ở cục bộ, tức là trong khu vực nhỏ xung quanh ta. Trong khu vực lân cận chúng ta (ở đây là Hệ Mặt Trời), Thuyết tương đối hẹp được xác nhận là đúng, như chúng ta đã kiểm chứng bằng các thiết bị thăm dò không gian. Nhưng trên tổng thể (như trên khoảng cách thiên văn chẳng hạn), chúng ta phải sử dụng Thuyết tương đối rộng. Trong Thuyết tương đối rộng, không-thời gian trở thành một kết cấu có thể giãn nở nhanh hơn tốc độ ánh sáng. Thuyết

tương đối rộng cũng cho phép tồn tại các "lỗ hổng không gian" mà thông qua đó chúng ta có thể đi tắt qua không gian và thời gian.

Vì những thực tế này, để chuyển động nhanh hơn ánh sáng, có lẽ cần viện đến Thuyết tương đối rộng. Có hai cách để thực hiện điều này.

1. *Kéo giãn không gian*. Nếu ta kéo giãn không gian phía sau rồi chạm tới không gian phía trước, ta sẽ có ảo giác mình đã chuyển động nhanh hơn ánh sáng. Thực tế, ta không hề di chuyển, nhưng vì không gian bị biến dạng nên ta có thể đến các ngôi sao xa xôi chỉ trong chớp mắt.

2. *Xé toạc không gian*. Năm 1935, Einstein giới thiệu khái niệm "lỗ sâu". Hãy tưởng tượng đến gương phản chiếu không gian của Alice — một thiết bị ma thuật kết nối vùng thôn dã của Oxford với Xứ sở Thần tiên kỳ lạ. Lỗ sâu là một thiết bị có thể kết nối hai vũ trụ với nhau. Khi còn học phổ thông, chúng ta biết khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm là một đường thẳng. Nhưng điều này không nhất thiết phải đúng nữa, vì khi cuộn một tờ giấy cho đến khi hai điểm khác nhau trên tờ giấy tiếp xúc với nhau, chúng ta nhận ra rằng khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm này thực chất là một lỗ sâu.

Nhà vật lý Matt Visser thuộc Đại học Washington cho biết: "Cộng đồng thuyết tương đối đã bắt đầu suy nghĩ về việc cần làm để đưa một số thứ như động cơ làm cong không gian hay lỗ sâu ra khỏi địa hạt khoa học viễn tưởng."

Thậm chí, Martin Rees thuộc Hội Thiên văn Hoàng gia Anh còn nhấn mạnh: "Lỗ sâu, các chiều không gian phụ và máy tính lượng tử mở ra những kịch bản mang tính tự biện, có thể biến đổi toàn bộ vũ trụ của chúng ta thành một 'thế giới sống động'."

ĐỘNG CƠ ALCUBIERRE VÀ NĂNG LƯỢNG ÂM

Ví dụ tốt nhất về việc làm co giãn không gian là động cơ Alcubierre, do nhà vật lý Miguel Alcubierre đề xuất năm 1994 dựa trên lý thuyết hấp dẫn của Einstein. Động cơ này gần giống với hệ thống đẩy phi thuyền đã được mô tả trong phim *Star Trek*. Phi công của một tàu liên sao như vậy sẽ ngồi trong "bong bóng làm cong không gian", nơi mọi thứ dường như vẫn diễn

ra bình thường, thậm chí cả khi con tàu phá vỡ rào cản ánh sáng. Thực tế, phi công sẽ nghĩ rằng mình không hề chuyển động. Còn bên ngoài bong bóng, không-thời gian bị méo mó khủng khiếp do khoảng không phía trước bong bóng bị nén lại. Do bên trong bong bóng không có sự giãn nở thời gian nên thời gian ở đây vẫn trôi bình thường.

Alcubierre thừa nhận rằng bộ phim *Star Trek* có vai trò nhất định đưa ông đến lời giải của mình. Ông nói: "Những nhân vật trong *Star Trek* luôn nói về động cơ làm cong không gian, thứ có thể giúp ta biến đổi cấu trúc không gian." Thêm vào đó, "chúng ta đã có một lý thuyết mô tả cách không gian bị làm méo, đó là thuyết tương đối rộng. Tôi nghĩ có một cách để áp dụng những khái niệm này nhằm xem xét cách thức hoạt động của một động cơ làm cong không gian." Đây có lẽ là lần đầu tiên một chương trình truyền hình lại giúp khơi gợi lời giải cho một phương trình của Einstein.

Theo Alcubierre, một chuyến du hành bằng tàu liên sao mà ông đề xuất sẽ giống với chuyến du hành trên tàu *Millennium Falcon* của loạt phim *Chiến tranh giữa các vì sao*. Ông mô tả: "Phía trước con tàu, các ngôi sao sẽ trở thành các vệt sáng dài ngoằng. Còn phía sau, họ sẽ nhìn thấy toàn màu đen, vì ánh sáng từ các ngôi sao không chuyển động đủ nhanh để bắt kịp con tàu."

Chìa khóa của động cơ Alcubierre nằm ở năng lượng cần thiết để đẩy tàu vượt qua tốc độ ánh sáng. Thông thường, các nhà vật lý bắt đầu với một lượng năng lượng dương để đẩy các tàu không gian và các tàu này luôn chuyển động với tốc độ chậm hơn ánh sáng. Để vượt qua tốc độ ánh sáng, chúng ta phải thay đổi nhiên liệu. Phép tính trực tiếp chỉ ra loại nhiên liệu này phải có "khối lượng âm" hoặc "năng lượng âm" — đây có lẽ là loại chất liệu kỳ lạ nhất trong vũ trụ, nếu chúng thực sự tồn tại. Theo quan niệm cũ, các nhà vật lý gạt bỏ khái niệm năng lượng âm và khối lượng âm, cho rằng chúng chỉ tồn tại trong khoa học viễn tưởng. Nhưng giờ đây, họ nhận ra chúng là yếu tố tối quan trọng để du hành nhanh hơn ánh sáng và có thể chúng thực sự tồn tại.

Các nhà khoa học hiện vẫn chưa thu được kết quả khả quan nào trong công cuộc tìm kiếm vật chất âm trong vũ trụ. (Phản vật chất và vật chất âm hoàn toàn khác nhau. Phản vật chất tồn tại thực sự, chứa năng lượng dương nhưng có điện tích bị đảo dấu. Vật chất âm thì chưa được chứng thực là có tồn tại hay không.) Vật chất âm là thứ kỳ lạ vì chúng nhẹ hơn cả

chân không trống rỗng. Trên thực tế, chúng sẽ trôi nổi. Nếu vật chất âm tồn tại trong giai đoạn sơ khai của vũ trụ, chúng sẽ trôi tuột ra không gian bên ngoài. Không giống như các thiên thạch có thể va vào các hành tinh do sức kéo của lực hấp dẫn, vật chất âm lại tránh xa khỏi các hành tinh. Các vật thể lớn như các ngôi sao và các hành tinh không hút mà đẩy chúng. Do vậy, mặc dù vật chất âm có thể tồn tại nhưng chúng ta có lẽ chỉ tìm thấy chúng trong không gian sâu thẳm, chứ chắc chắn không phải trên Trái Đất.

Một đề xuất cho việc tìm kiếm vật chất âm trong không gian ngoài vũ trụ là sử dụng hiện tượng "thấu kính Einstein". Theo thuyết tương đối rộng, khi ánh sáng truyền ngang qua một ngôi sao hay thiên hà, đường đi của nó sẽ bị bẻ cong do tác dụng của trường hấp dẫn. Năm 1912, trước cả khi hoàn thiện thuyết tương đối rộng, Einstein tiên đoán rằng một thiên hà có thể có tác động giống như thấu kính của một kính thiên văn. Khi ánh sáng từ một vật ở xa truyền ngang qua một thiên hà mà nó đang chuyển động quanh, ánh sáng đó sẽ bị hội tụ, giống như một thấu kính, tạo nên hình vòng tròn đặc trưng mà ta quan sát thấy khi ánh sáng này đến được Trái Đất. Hiện tượng này được gọi là "vành Einstein". Năm 1979, lần đầu tiên người ta quan sát thấy các "thấu kính Einstein" ngoài không gian vũ trụ. Kể từ đó, chúng trở thành công cụ không thể thiếu đối với các nhà thiên văn học. (Ví dụ, chúng ta từng cho rằng không thể định vị "vật chất tối" trong không gian vũ trụ. [Vật chất tối là một loại vật chất bí ẩn bất khả kiến nhưng có khối lượng. Trong vũ trụ, chúng tập trung quanh các thiên hà và phổ biến gấp 10 lần so với vật chất khả kiến thông thường.] Tuy nhiên, các nhà khoa học NASA đã xây dựng được bản đồ vật chất tối do loại vật chất này bẻ cong đường đi của ánh sáng truyền qua chúng, tương tự như thủy tinh.)

Như vậy, ta có thể sử dụng các thấu kính Einstein để tìm kiếm vật chất âm và các lỗ sâu trong không gian xa xôi. Kính thiên văn Không gian Hubble sẽ có thể nhận thấy cách bẻ cong ánh sáng khác thường của thấu kính này. Cho đến nay, các thấu kính Einstein vẫn chưa dò thấy hình ảnh của vật chất âm hay lỗ đen trong không gian, nhưng công cuộc tìm kiếm vẫn đang tiếp tục. Nếu một ngày Kính thiên văn Không gian Hubble dò thấy sự hiện diện của vật chất âm hay lỗ sâu nhờ vào các thấu kính Einstein, nó sẽ tạo ra một cơn rúng động trong thế giới vật lý.

Năng lượng âm khác với vật chất âm ở chỗ nó thực sự tồn tại nhưng

với trữ lượng ít ỏi. Năm 1933, dựa trên các định luật lượng tử, Hendrik Casimir đã đưa ra một tiên đoán kỳ lạ. Ông khẳng định hai tấm kim loại không tích điện và đặt song song với nhau sẽ hút nhau như có ma thuật. Thông thường, hai tấm kim loại đặt song song sẽ đứng yên nếu chúng không mang điện tích. Nhưng chân không giữa hai tấm kim loại không hoàn toàn trống rỗng mà đầy rẫy những "hạt ảo" liên tục được tạo ra rồi nhanh chóng biến mất.

Trong những khoảng thời gian ngắn ngủi, các cặp electron và phản electron phóng ra từ hư vô rồi lại hủy nhau và biến mất vào chân không. Vậy là, chân không từng được cho là không có gì, giờ đây hóa ra lại chen chúc các hoạt động lượng tử. Thoạt nhìn, những tràng vật chất và phản vật chất phóng ra dường như vi phạm định luật bảo toàn năng lượng. Nhưng do nguyên lý bất định, những vi phạm này chỉ diễn ra trong thời gian ngắn ngủi và năng lượng trung bình vẫn bảo toàn.

Casimir nhận thấy đám mây các hạt ảo sẽ tạo ra một áp suất toàn phần trong chân không. Phần không gian giữa hai tấm song song bị nén nên sẽ có áp suất thấp. Nhưng phần không gian bên ngoài các tấm không bị giam giữ và rộng lớn hơn, nên sẽ tạo ra một áp suất toàn phần đẩy các tấm kim loại này về phía nhau.

Thông thường, hệ ở trạng thái năng lượng bằng không khi hai tấm kim loại đứng yên cách xa nhau. Nhưng khi đặt chúng ở gần nhau thì ta có thể trích xuất năng lượng từ chúng. Như vậy, do có thể trích xuất động năng từ các tấm nên năng lượng của chúng sẽ nhỏ hơn không.

Các nhà khoa học đã thực sự đo đạc được năng lượng âm này trong phòng thí nghiệm vào năm 1948, nhờ đó xác nhận tiên đoán của Casimir. Như vậy, năng lượng âm và hiệu ứng Casimir không còn là khoa học viễn tưởng nữa mà một thực tế đã được xác nhận. Tuy nhiên, vấn đề là hiệu ứng Casimir rất yếu nên chỉ có thể xác định trong phòng thí nghiệm nhờ tiến hành thật cẩn trọng trên những thiết bị tinh vi. (Nhìn chung, năng lượng Casimir tỷ lệ nghịch với bậc bốn của khoảng cách giữa hai tấm kim loại. Điều này có nghĩa là khoảng cách giữa chúng càng nhỏ thì năng lượng thu được càng lớn.) Hiệu ứng Casimir đã được nhà vật lý Steven Lamoreaux đo đạc chính xác vào năm 1996 tại Phòng Thí nghiệm Quốc gia Los Alamos. Kết quả cho thấy lực hút này chỉ bằng 1/30.000 trọng lượng của một con kiến.

Kể từ khi Alcubierre đề xuất lý thuyết của mình, các nhà vật lý đã khám phá ra nhiều tính chất lạ lẫm. Những người bên trong tàu liên sao không còn liên hệ nhân quả với thế giới bên ngoài. Điều này ngụ ý rằng không phải ta chỉ cần bấm nút là có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng. Ta không thể liên lạc xuyên qua "bong bóng làm cong không gian". Cần phải xây dựng sẵn một "xa lộ" trong không gian và thời gian dành cho con tàu, giống như một đoàn tàu với lịch trình định sẵn. Khi ấy, tàu liên sao sẽ không thể là một con tàu không gian bình thường, có thể đổi hướng và tốc độ tùy ý. Tàu liên sao thật sự giống như một chiếc xe chở khách cưỡi lên một "con sóng" không gian bị nén, men theo một hành lang không-thời gian cong đã được dựng sẵn. Alcubierre nhận định: "Chúng ta cần một dãy máy phát được chế tạo từ những vật liệu kỳ lạ đặt dọc theo hành lang này, giống như trên đường cao tốc. Các thiết bị này giúp làm biến dạng không gian một cách đồng bộ."

Thực tế, phương trình Einstein cho ra nhiều lời giải còn kỳ lạ hơn thế. Theo phương trình này, nếu biết phân bố khối lượng hay năng lượng, ta có thể tính ra độ cong của không-thời gian do phân bố này gây ra (tương tự như cách ta tính được các gợn sóng xuất hiện khi ném một hòn đá xuống bể nước.) Nhưng ta cũng có thể tiếp cận phương trình này theo hướng ngược lại. Ta có thể bắt đầu với một kiểu không-thời gian kỳ lạ nào đó, như không-thời gian trong sêri phim *The Twilight Zone* (Miền ảo ảnh) chẳng hạn. (Ví dụ, trong một vũ trụ như vậy, ta có thể mở cửa và nhận ra mình đang ở trên Mặt Trăng. Ta có thể chạy quanh một gốc cây và thấy mình đang đi ngược thời gian, quả tim thì nằm ở bên phải cơ thể.) Khi đó, ta có thể xác định phân bố vật chất và năng lượng đã gây ra kiểu không-thời gian này. (Tương tự như khi được cho trước một tập hợp các sóng trên mặt nước, ta có thể truy ngược lại để tính ra phân bố của các viên đá cần để tạo ra các sóng này.) Thực tế, đây chính là cách mà Alcubierre đã tiến hành để rút ra các phương trình của mình. Ông bắt đầu với một không-thời gian phù hợp với các chuyển động nhanh hơn tốc độ ánh sáng, rồi truy ngược lại để tính năng lượng cần thiết cho việc tạo ra kiểu không-thời gian này.

LỖ SÂU VÀ HỐ ĐEN

Bên cạnh việc làm biến dạng không gian, cách khả dĩ thứ hai nhằm phá vỡ rào cản ánh sáng là xé toạc không gian để tạo ra một lỗ sâu, hình thành một cánh cổng kết nối hai vũ trụ. Trong lĩnh vực viễn tưởng, lỗ sâu được đề cập lần đầu tiên trong tiểu thuyết *Through the Looking Glass* (Thế giới trong gương) của nhà toán học đến từ Oxford là Charles Dodgson, bút danh Lewis Carroll. Chiếc gương của Alice là một lỗ sâu, kết nối vùng thôn dã của Oxford với Xứ sở Thân tiên nhiệm màu. Bằng cách đưa tay vào trong chiếc gương, Alice có thể dịch chuyển tức thời từ vũ trụ này sang vũ trụ khác. Các nhà toán học gọi đây là "các không gian kết nối đa chiều".

Trong vật lý, khái niệm lỗ sâu xuất hiện đầu tiên vào năm 1916, một năm sau khi Einstein công bố thuyết tương đối rộng. Nhà vật lý Karl Schwarzschild, lúc đó đang phục vụ trong Lục quân Đế quốc Đức, đã giải chính xác phương trình Einstein cho trường hợp ngôi sao có dạng chất điểm. Trường hấp dẫn của ngôi sao này rất giống với trường hấp dẫn của một ngôi sao bình thường và trên thực tế, Einstein đã dùng chính nghiệm Schwarzschild để tính độ lệch của tia sáng khi nó truyền qua một ngôi sao. Nghiệm Schwarzschild ảnh hưởng sâu sắc và tức thì lên lĩnh vực thiên văn; thậm chí cho đến ngày nay nó vẫn là một trong những lời giải nổi tiếng nhất của phương trình Einstein. Suốt nhiều thế hệ, các nhà vật lý sử dụng trường hấp dẫn quanh ngôi sao dạng chất điểm này làm giá trị gần đúng cho trường hấp dẫn của một ngôi sao thực sự, có đường kính hữu hạn.

Nhưng nếu xem xét kỹ lưỡng lời giải của ngôi sao dạng chất điểm này, ta sẽ nhận ra một thực thể khủng khiếp có dạng chất điểm lẩn khuất ở trung tâm, thứ đã gây kinh ngạc các nhà vật lý suốt gần một thế kỷ nay. Đó là hố đen. Nghiệm Schwarzschild đối với trường hấp dẫn do một ngôi sao chất điểm tạo ra cũng giống như một con ngựa thành Troy vậy. Nhìn bên ngoài, nó giống như một món quà trời cho, nhưng bên trong nó lại ẩn chứa đầy rẫy những thứ "ma quái". Nhưng nếu chấp nhận lời giải là đúng, ta cũng phải chấp nhận những hệ quả của nó. Nghiệm Schwarzschild cho biết khi ta tiến đến vị trí ngôi sao chất điểm này, những điều kỳ quặc sẽ xảy ra. Bao quanh ngôi sao là một mặt cầu không nhìn thấy được (được gọi là "chân trời sự kiện") và đây là điểm không thể vãn hồi. Mọi thứ vượt qua mặt cầu này đều không thể quay trở ra, giống như một thiết bị bẫy gián. Một khi đã bước qua chân trời sự kiện, ta sẽ không bao giờ trở lại. (Khi đã ở phía trong chân trời sự kiện, ta phải chuyển động nhanh hơn ánh sáng thì

mới có thể thoát ra bên ngoài, mà điều này là không thể.)

Khi ta tiến đến chân trời sự kiện, các nguyên tử tạo thành cơ thể sẽ bị lực thủy triều kéo giãn. Lực hấp dẫn tác dụng lên chân sẽ lớn hơn nhiều so với lực hấp dẫn tác dụng lên đầu nên ta sẽ bị kéo giãn như sợi mì ống rồi bị xé toạc. Tương tự, các nguyên tử trong cơ thể cũng sẽ bị lực hấp dẫn kéo mạnh và vỡ tan.

Khi một người bên ngoài nhìn ta rơi vào chân trời sự kiện, họ sẽ thấy ta như đang chuyển động chậm dần theo thời gian. Thực tế, khi ta đến chân trời sự kiện, thời gian dường như cũng ngừng trôi!

Xa hơn nữa, khi vượt qua chân trời sự kiện, ta sẽ thấy ánh sáng ở đây bị bẫy lại và chuyển động vòng quanh hố đen suốt hàng tỷ năm. Ta sẽ có cảm giác như đang xem một bộ phim chi tiết về lịch sử của hố đen, ngược về thời điểm tạo thành nó.

Cuối cùng, nếu rơi thẳng đến tâm hố đen, ta sẽ tiến vào một vũ trụ khác ở phía bên kia. Đây được gọi là Cầu Einstein-Rosen, do Einstein đề xuất vào năm 1935 và hiện có tên gọi là lỗ sâu.

Einstein và các nhà vật lý khác tin một ngôi sao không thể tự nhiên tiến hóa thành một thực thể khủng khiếp như vậy. Thực tế, vào năm 1939, Einstein công bố một nghiên cứu chứng minh một khối khí và bụi lớn đang quay tròn sẽ không thể tụ lại để tạo thành hố đen. Vì vậy, mặc dù có một lỗ sâu ẩn khuất ở tâm hố đen nhưng ông tin rằng một thực thể lạ lùng như vậy không thể tự nhiên hình thành. Nhà thiên văn học Arthur Eddington còn cho rằng phải tồn tại "một định luật tự nhiên ngăn cản một ngôi sao hoạt động theo cách vô lý như vậy". Nói cách khác, mặc dù hố đen là một nghiệm chính thống của phương trình Einstein nhưng không có một cơ chế đã biết nào cho thấy nó có thể hình thành một cách tự nhiên.

Mọi thứ đã thay đổi nhờ nghiên cứu cùng năm của J. Robert Oppenheimer và học trò Hartland Snyder. Họ đã chứng minh quả thực các hố đen có thể hình thành tự nhiên. Họ giả định một ngôi sao đang tắt sẽ sử dụng hết năng lượng hạt nhân của nó rồi co sụp dưới tác dụng của lực hấp dẫn, tạo nên một vụ nổ vào bên trong do sức ép trọng lực của chính ngôi sao. Nếu lực hấp dẫn có thể nén ngôi sao vào trong chân trời sự kiện của nó thì khi đó, không có gì đã biết trong khoa học có thể cản trở lực này tiếp tục ép ngôi sao thành một chất điểm hay một hố đen. (Có lẽ phương pháp gây nổ vào bên trong này đã mang lại cho Oppenheimer ý tưởng chế tạo

quả bom nguyên tử ném xuống Nagasaki chỉ vài năm sau đó. Hiệu quả của quả bom phụ thuộc vào việc nổ vào trong của một quả cầu plutoni.)

Đột phá tiếp theo đến vào năm 1963, khi nhà toán học người New Zealand là Roy Kerr nghiên cứu trường hợp có lẽ là thực tế nhất của một hố đen. Các vật quay nhanh hơn khi co lại, giống với việc vận động viên trượt băng sẽ quay nhanh hơn khi thu tay lại gần cơ thể hơn. Như vậy, một hố đen được hình thành sẽ quay với tốc độ khủng khiếp.

Kerr nhận thấy một hố đen đang quay sẽ không co lại thành một ngôi sao dạng chất điểm như kết luận của Schwarzschild, mà sụp thành một vành quay. Bất cứ ai xấu số va phải vành này đều sẽ bỏ mạng; nhưng những người rơi vào bên trong vành sẽ chỉ đi xuyên qua nó. Nhưng thay vì đến được phía bên kia vành, người này sẽ vượt qua Cầu Einstein-Rosen và tiến vào một vũ trụ khác. Nói cách khác, hố đen quay là cái vành đỡ chiếc gương ma thuật của Alice.

Nếu chuyển động quanh chiếc vành quay này lần thứ hai, người này sẽ tiến vào một vũ trụ khác nữa. Thực tế, khi thả mình lại nhiều lần vào chiếc vành quay này, một người sẽ đi vào các vũ trụ song song khác nhau, giống như việc bấm nút "lên" trong một chiếc thang máy. Về nguyên tắc, ở đó tồn tại vô số vũ trụ, cái này xếp trên cái kia. "Bước qua chiếc vành ma thuật này và vút! — Ta đã ở trong một vũ trụ hoàn toàn khác, có bán kính khác và khối lượng âm!" Kerr cho biết.

Tuy nhiên có một vấn đề quan trọng nảy sinh. Các hố đen chính là những "lỗ sâu không ngang bằng", hay vượt qua chân trời sự kiện chỉ là chuyến đi một chiều. Khi đã sang bên kia chân trời sự kiện và vành Kerr, ta không thể quay trở lại và thoát ra khỏi chân trời sự kiện.

Nhưng năm 1988, Kip Thorne và các đồng sự tại Cal Tech đã tìm thấy ví dụ về lỗ sâu ngang bằng — lỗ sâu mà ta có thể qua lại tự do. Họ đưa ra lời giải cho thấy du hành qua lỗ sâu không đến nỗi tệ hơn đi máy bay.

Lực hấp dẫn thường sẽ nén mạnh lên vị trí thắt cổ chai của lỗ sâu, bóp nát bất cứ nhà du hành nào muốn đi qua. Đó là một lý do khiến việc du hành nhanh hơn ánh sáng thông qua một lỗ sâu trở nên không khả thi. Nhưng lực đẩy do năng lượng âm hoặc khối lượng âm có thể sẽ giữ cho đoạn hẹp cổ chai này mở đủ lâu để các nhà du hành vượt qua bình yên vô sự. Nói cách khác, khối lượng âm hay năng lượng âm là yếu tố cần thiết cho cả động cơ Alcubierre và giải pháp lỗ sâu.

Vài năm gần đây, các nhà khoa học đã tìm thấy số lượng đáng ngạc nhiên các nghiệm chính xác của phương trình Einstein cho phép lỗ sâu tồn tại. Nhưng các lỗ sâu có thật sự tồn tại hay chỉ là suy tưởng thuần túy về toán học? Dưới đây là một số vấn đề quan trọng trong việc tạo thành các lỗ sâu.

Đầu tiên, để tạo ra một vùng không gian và thời gian bị biến dạng dữ dội mà việc du hành thông qua lỗ sâu cần có, chúng ta phải dùng đến lượng vật chất dương và âm nhiều đến mức khó tin, cỡ một ngôi sao khổng lồ hoặc một hố đen. Theo ước lượng của Matthew Visser, nhà vật lý ở Đại học Washington, nguồn năng lượng âm mà ta cần có để mở ra được một lỗ sâu rộng một mét phải vào cỡ khối lượng Mộc Tinh, nhưng có giá trị âm. Ông nói: "Ta cần khoảng âm một lần khối lượng Mộc Tinh để làm được điều này. Ngay cả việc thao tác với năng lượng tương đương khối lượng dương của Mộc Tinh cũng đã là một công việc quái đản, vượt xa khả năng của chúng ta trong miền tương lai có thể dự đoán được."

Nhà vật lý Kip Thorne ở Cal Tech dự đoán: "rồi chúng ta sẽ thấy rõ là các định luật vật lý bên trong các lỗ sâu cỡ con người cho phép tồn tại những loại vật chất kỳ lạ để giữ các lỗ sâu này vẫn mở. Nhưng rõ ràng, công nghệ để tạo thành các lỗ sâu và giữ chúng không đóng lại vẫn vượt xa khả năng tưởng tượng của nền văn minh hiện nay."

Thứ hai, chúng ta không biết các lỗ sâu như vậy bền vững tới đâu. Bức xạ phát ra từ các lỗ sâu có thể tiêu diệt bất cứ ai đi qua chúng. Hoặc có thể lỗ sâu không hề bền vững mà đóng lại ngay khi có ai đó bước qua.

Thứ ba, chùm tia sáng đi vào hố đen sẽ bị dịch chuyển xanh, tức là sẽ tăng dần năng lượng khi tiến tới gần chân trời sự kiện. Thực tế, tại ngay chân trời sự kiện, ánh sáng sẽ bị dịch chuyển xanh đến vô cùng, vì vậy bức xạ từ phần năng lượng rơi vào hố đen này có thể tiêu diệt bất cứ phi hành gia nào bên trong tên lửa tiếp cận.

Chúng ta hãy thảo luận những vấn đề này chi tiết hơn nữa. Một trở ngại là việc tích trữ đủ năng lượng để xé toạc kết cấu không gian và thời gian. Cách đơn giản nhất để làm điều này là nén một vật cho đến khi nó nhỏ hơn "chân trời sự kiện" của chính nó. Như vậy, đối với Mặt Trời, ta phải nén nó xuống đường kính khoảng ba kilômét, rồi nó sẽ tự co sụp thành một hố đen. (Lực hấp dẫn của Mặt Trời quá yếu để có thể tự co sụp xuống kích thước 3 km, vì vậy Mặt Trời sẽ không bao giờ trở thành hố

đen. Về nguyên tắc, mọi thứ, kể cả chúng ta, đều có thể trở thành hố đen nếu bị nén đủ mạnh. Để làm được điều này, ta phải nén tất cả các nguyên tử tạo thành cơ thể mình đến kích thước còn nhỏ hơn khoảng cách giữa các hạt hạ nguyên tử — một kỳ công vượt quá khả năng của khoa học hiện đại.)

Cách thực tiễn hơn là lắp ráp một nguồn laser có khả năng tạo ra chùm sáng cường độ cao chiếu vào một điểm xác định. Hoặc có thể xây dựng một máy gia tốc hạt khổng lồ để tạo ra hai chùm tia sao cho khi va chạm với nhau ở mức năng lượng khủng khiếp, chúng sẽ tạo ra một vết rách nhỏ trong kết cấu không-thời gian.

NĂNG LƯỢNG PLANCK VÀ CÁC MÁY GIA TỐC HẠT

Theo tính toán, năng lượng cần thiết để tạo ra một sự bất ổn định trong không gian và thời gian là cỡ năng lượng Planck hay 10^{19} tỷ eV. Đây thực sự là một con số lớn không tưởng, gấp một triệu tỷ lần so với mức năng lượng tạo ra từ cỗ máy mạnh nhất hiện nay là Máy gia tốc Lớn LHC ở gần Geneva, Thụy Sĩ. LHC có khả năng di chuyển các proton vòng vòng bên trong một "chiếc bánh vòng" lớn cho đến khi chúng đạt năng lượng hàng triệu tỷ electron volt — mức năng lượng chưa từng có kể từ Vụ Nổ Lớn. Nhưng ngay cả năng lượng mà cỗ máy khủng khiếp này tạo ra cũng vẫn còn xa mới tiệm cận tới mức năng lượng Planck.

Cỗ máy gia tốc hạt kế sau LHC là Máy gia tốc tuyến tính Quốc tế (ILC). Thay vì bẻ cong quỹ đạo của các hạt hạ nguyên tử thành đường tròn, ILC sẽ bắn chúng theo đường thẳng. Các hạt sẽ được gia tốc liên tục khi chuyển động theo quỹ đạo này cho đến khi đạt đến năng lượng khổng lồ. Khi đó, một chùm electron sẽ va chạm với chùm phản electron, tạo ra một vụ bùng phát năng lượng khủng khiếp. ILC sẽ có chiều dài từ 30 đến 40 km, tức là dài gấp 10 lần Máy gia tốc tuyến tính Stanford, hiện là máy gia tốc tuyến tính lớn nhất thế giới. Nếu mọi chuyện suôn sẻ, ILC sẽ được hoàn thành trong thập niên tới.

Năng lượng do ILC tạo ra vào khoảng từ 0,5-1 nghìn tỷ eV, nhỏ hơn so với mức năng lượng 14 nghìn tỷ eV do LHC tạo ra, nhưng không hẳn vậy. (Trong LHC, va chạm proton xảy ra giữa các quark cấu thành các proton. Do đó sự va chạm giữa các quark với nhau sẽ có mức năng lượng nhỏ hơn con số 14 nghìn tỷ eV. Đó là lý do ILC sẽ tạo ra năng lượng va chạm lớn

hơn so với LHC.) Bên cạnh đó, vì electron là hạt sơ cấp nên động lực học của va chạm giữa chúng với phản electron sẽ đơn giản và rõ ràng hơn.

Nhưng trên thực tế, ILC cũng còn xa mới có khả năng tạo ra một lỗ hổng không-thời gian. Để làm được điều này, ta cần một máy gia tốc mạnh hơn cả triệu tỷ lần so với các máy tốt nhất hiện nay. Đối với nền văn minh bậc 0 của chúng ta, vốn chỉ có khả năng khai thác các nhiên liệu hóa thạch (như than đá và dầu thô), công nghệ này vượt xa những thứ mà chúng ta có thể tập hợp được. Nhưng nó có thể khả dĩ đối với một nền văn minh bậc III.

Cần nhớ rằng, một nền văn minh bậc III có nhu cầu năng lượng ở tầm thiên hà và tiêu thụ năng lượng gấp 10 tỷ lần so với nền văn minh bậc II có nhu cầu năng lượng một ngôi sao chủ. Một nền văn minh bậc II lại tiêu thụ năng lượng gấp 10 tỷ lần một nền văn minh bậc I chỉ dựa trên năng lượng của một hành tinh. Trong khoảng 100 đến 200 năm tới, nền văn minh bậc 0 lạc hậu của chúng ta sẽ tiến vào kỷ nguyên của nền văn minh bậc I.

Với những tham chiếu vừa nêu, chúng ta vẫn còn một chặng đường xa vời vợi để đạt đến mức năng lượng Planck. Nhiều nhà vật lý tin rằng ở khoảng cách cực kỳ nhỏ, cỡ thang chiều dài Planck 10^{-33} cm, không gian không trống rỗng và trơn tru mà "sủi bọt" với những bong bóng nhỏ li ti liên tục được tạo ra từ hư vô, va chạm với các bong bóng khác rồi biến mất. Những bong bóng nhỏ được tạo thành và biến mất trong chân không này là "những vũ trụ ảo," rất giống với các hạt electron và phản electron ảo liên tục phóng ra rồi nhanh chóng biến mất.

Thông thường, những "bong bóng" lượng tử không-thời gian này hoàn toàn vô hình với chúng ta. Chúng hình thành ở khoảng cách nhỏ tới mức chúng ta không thể quan sát thấy. Nhưng vật lý lượng tử đề xuất rằng nếu chúng ta tập trung đủ năng lượng vào một điểm duy nhất, cho đến khi đạt tới mức năng lượng Planck thì các bong bóng này có thể sẽ lớn hơn. Khi đó, chúng ta có thể nhìn thấy không-thời gian sủi đầy bong bóng, với mỗi bong bóng là một lỗ sâu kết nối thế giới với một "vũ trụ sơ sinh".

Trong quá khứ, những vũ trụ sơ sinh như vậy được xem là một điều lạ thường, một hệ quả lạ lẫm của toán học thuần túy. Nhưng các nhà vật lý hiện đang xem xét nghiêm túc khả năng vũ trụ của chúng ta đã bắt đầu từ một trong những vũ trụ sơ sinh như vậy.

Mặc dù khả năng này chỉ mang tính phỏng đoán nhưng các định luật vật lý cho phép khả năng tạo ra một lỗ hổng trong không gian bằng cách hội tụ đủ năng lượng vào một điểm duy nhất, cho đến khi chúng ta tiến được tới vùng sủi bọt của không-thời gian, từ đó các lỗ sâu mở ra, kết nối vũ trụ của chúng ta với một vũ trụ sơ sinh.

Dĩ nhiên, việc tạo ra một lỗ hổng không gian đòi hỏi những đột phá lớn trong công nghệ, nhưng nó là khả thi đối với một nền văn minh bậc III. Ví dụ, chúng ta đã có những tiến bộ hứa hẹn với "máy gia tốc để bàn Wakefield". Điều đáng nói là chiếc máy gia tốc nguyên tử này nhỏ gọn, có thể đặt trên bàn làm việc, nhưng lại tạo ra được năng lượng hàng tỷ electron volt. Máy gia tốc để bàn Wakefield hoạt động bằng cách bắn các chùm laser vào các hạt mang điện, giúp các hạt này tăng tốc. Những thí nghiệm được thực hiện tại Trung tâm Gia tốc tuyến tính Stanford, Phòng Thí nghiệm Rutherford Appleton ở Anh và trường Ecole Polytechnique ở Pháp cho thấy khả năng gia tốc các hạt lên tốc độ cao trên quãng đường ngắn nhờ được bơm năng lượng từ các chùm tia laser và plasma.

Một đột phá khác xuất hiện vào năm 2007, khi các nhà vật lý và kỹ sư thuộc Trung tâm Gia tốc tuyến tính Stanford, Đại học California tại Los Angeles và Đại học Bắc California chứng minh rằng ta có thể nhân đôi năng lượng của một máy gia tốc hạt lớn chỉ với quãng đường truyền dài một mét. Đầu tiên, một chùm tia electron được bắn vào một ống dài hơn ba kilômét ở Stanford để đạt đến năng lượng 42 tỷ eV. Sau đó, các electron năng lượng cao này được chuyển vào một "buồng đốt vét", gồm một ống plasma chỉ dài 88 cm. Tại đây, các electron tăng gấp đôi năng lượng bằng cách nhận thêm 42 tỷ eV. (Ống plasma được bơm đầy liti ở dạng hơi. Khi các electron đi qua hơi này, chúng tạo ra một sóng plasma làm nhiệm vụ rẽ đường cho các electron. Đoàn sóng hộ tống dồn ra phía sau electron và đẩy các electron lên phía trước, tạo ra một cú hích bổ sung cho các electron.) Trong thành tựu tuyệt vời này, các nhà vật lý đã cải thiện được lượng năng lượng mà các electron có thể tăng thêm trên mỗi mét đường đi thêm 1/3.000 so với kỷ lục trước đó. Bằng cách đưa thêm những "buồng đốt vét" này vào các máy gia tốc hiện có, về nguyên tắc chúng ta có thể tăng gấp đôi năng lượng của chúng mà hầu như không cần tác động thêm.

Hiện nay, kỷ lục thế giới đối với một máy gia tốc để bàn Wakefield là 200 tỷ eV/m. Chúng ta vẫn còn nhiều trở ngại trong việc ứng dụng phương

pháp này cho khoảng cách lớn (như việc duy trì tính ổn định của chùm hạt khi laser bơm năng lượng cho chúng.) Nhưng giả sử chúng ta có thể duy trì mức tăng năng lượng 200 tỷ eV cho mỗi mét đường truyền thì một máy gia tốc có khả năng đạt đến mức năng lượng Planck phải có chiều dài 10 năm ánh sáng. Điều này hoàn toàn nằm trong khả năng của một nền văn minh bậc III.

Các lỗ sâu và không gian bị biến dạng có thể mang lại cho chúng ta cách thức thực tế nhất để phá vỡ rào cản tốc độ ánh sáng. Nhưng chúng ta không biết liệu công nghệ này có ổn định không; và nếu có thì nó cũng sẽ cần một lượng năng lượng nghe có vẻ hoang đường để hoạt động, dù đó là năng lượng dương hay âm.

Có lẽ một nền văn minh bậc III tiến bộ vượt bậc sẽ sở hữu công nghệ này. Thậm chí phải chờ tới hàng thiên niên kỷ nữa chúng ta mới có thể nghĩ đến việc khai thác năng lượng ở mức này. Vì vẫn còn nhiều tranh cãi về các định luật cơ bản chi phối kết cấu không-thời gian ở thang lượng tử, nên tôi sẽ xếp công nghệ này vào nhóm Bất khả thi loại II.

12: DU HÀNH THỜI GIAN

Nếu việc du hành thời gian là khả thi, thì những du khách đến từ tương lai đang ở đâu?
— STEPHEN HAWKING

"[Du hành thời gian] đi ngược lại lý lẽ." Filby quả quyết.
"Lý lẽ nào?" Nhà Du hành Thời gian hỏi vặn.
— H. G. WELLS, *CỖ MÁY THỜI GIAN*

Trong tiểu thuyết *Janus Equation* (Phương trình Janus), nhà văn G. Spruill đã khai thác một vấn đề trăn trở liên quan tới việc du hành thời gian. Nhân vật nhà toán học tài ba mong khám phá bí mật của việc du hành thời gian đã gặp một người phụ nữ đẹp nhưng kỳ lạ. Họ yêu nhau, nhưng anh không biết gì về quá khứ của cô. Rồi anh tò mò muốn tìm hiểu thân phận thật của cô gái. Anh phát hiện ra cô từng phẫu thuật chỉnh hình để thay đổi diện mạo, thậm chí thay đổi cả giới tính. Cuối cùng, anh cũng khám phá ra sự thật: "Cô gái" là một người du hành thời gian đến từ tương lai và sốc hơn nữa, "cô" chính là anh trong tương lai. Vậy là anh đã yêu chính mình. Chúng ta thắc mắc điều gì sẽ xảy ra nếu họ có với nhau một đứa con. Và nếu đứa trẻ này ngược về quá khứ rồi lớn lên thành nhà toán học ở đầu truyện thì lẽ nào đứa trẻ cũng chính là cha, là mẹ, là con của chính mình?

THAY ĐỔI QUÁ KHỨ

Thời gian là một bí ẩn lớn của vũ trụ. Tất cả chúng ta đều không thể cưỡng lại dòng chảy của thời gian. Khoảng năm 400, Thánh Augustine đã viết nhiều về bản chất đầy nghịch lý của thời gian: "Thế nào là quá khứ và tương lai, khi mà quá khứ không còn và tương lai thì chưa tới? Còn hiện tại thì sao? Nếu nó luôn là hiện tại và không bao giờ ngược về thành quá khứ

thì nó không phải thời gian mà là vĩnh hằng." Nếu mở rộng ra từ logic này của Thánh Augustine, chúng ta sẽ nhận thấy thời gian là không mấy khả dĩ vì quá khứ đã trôi qua, tương lai không tồn tại và hiện tại chỉ hiện hữu trong một thời khắc. (Khi đó, Thánh Augustine đã đưa ra những câu hỏi hết sức sâu sắc cho đến tận ngày nay về việc thời gian ảnh hưởng như thế nào đến Đức Chúa Trời. Nếu Chúa là đấng toàn năng thì Ngài có bị trói buộc trong dòng chảy thời gian không? Nói cách khác, liệu Chúa có phải vội vàng vì sợ trễ hẹn giống như người phàm chúng ta không? Cuối cùng, Thánh Augustine đi đến kết luận là vì Chúa có quyền lực vô biên nên không bị thời gian ràng buộc và do đó, Ngài tồn tại "bên ngoài thời gian". Dù nghe có vẻ ngớ ngẩn, nhưng ý tưởng "tồn tại bên ngoài thời gian" đang được hồi sinh trong vật lý hiện đại, như chúng ta sẽ thấy sau đây.)

Cũng giống như Thánh Augustine, có lẽ tất cả chúng ta đều đôi lần tự hỏi về bản chất kỳ lạ của thời gian và điểm khác biệt của nó với không gian. Chúng ta có thể tiến về phía trước hoặc lùi về phía sau trong không gian, vậy tại sao lại không thể làm vậy trong thời gian? Chúng ta cũng tự hỏi, tương lai của mình sẽ ra sao. Dù cuộc sống thật ngắn ngủi, nhưng con người vẫn hiếu kỳ về những điều sẽ xảy ra rất lâu sau khi mình không còn nữa.

Mặc dù khát khao du hành thời gian có lẽ cũng xưa như chính loài người, nhưng câu chuyện đầu tiên về việc du hành thời gian mãi tới năm 1733 mới xuất hiện. *Memoirs of the Twentieth Century* (Ký sự thế kỷ 20) của Samuel Madden kể về một thiên thần đã thực hiện một chuyến hành trình từ năm 1997 ngược về quá khứ 250 năm trước để trao cho Đại sứ Anh quốc những tư liệu mô tả thế giới tương lai.

Có rất nhiều câu chuyện kiểu này. Truyện ngắn khuyết danh năm 1838 *Missing Ones Coach: An Anachronism* (Lỡ chuyến xe: Một sự sai lệch về niên đại) kể về một người đang đợi xe ngựa thì bỗng thấy mình lạc vào thế giới của 1.000 năm trước. Anh gặp một thầy tu đến từ một tu viện cổ và cố gắng giải thích cho ông về lịch sử của 1.000 năm tới. Sau đó, anh lại thấy mình dịch chuyển trở lại hiện tại một cách bí ẩn nhưng đã bị lỡ mất chuyến xe.

Tiểu thuyết *A Chrismast Carol* (Giáng sinh yêu thương) (1843) của Charles Dicken cũng là một câu chuyện du hành thời gian, vì nhân vật Ebenezer Scrooge được đưa về cả quá khứ và tương lai sau khi mất để

thăm thú thế giới ở các thời điểm này.

Trong văn chương Mỹ, vấn đề du hành thời gian xuất hiện lần đầu tiên trong tiểu thuyết A *Connecticut Yankee in King Arthurs Court* (Chàng Yankee tại triều vua Arthur) năm 1889 của Mark Twain. Chàng Yankee[11] ở thế kỷ 19 bị ngược về quá khứ thời vua Arthur năm 528. Anh bị bắt và phải chịu án hỏa thiêu. Lúc đó, anh tuyên bố mình có khả năng che khuất Mặt Trời nhờ biết trước rằng ngày hôm đó sẽ có hiện tượng nhật thực. Khi nhật thực xảy ra, dân chúng sợ hãi, trả tự do và còn cho anh những đặc quyền để anh trả Mặt Trời lại như cũ.

Trong thế giới viễn tưởng, nỗ lực nghiêm túc đầu tiên trong việc khám phá khả năng du hành thời gian thuộc về H. G. Wells. Tiểu thuyết kinh điển *The Time Machine* (Cỗ máy thời gian) kể về một nhà du hành đến tương lai hàng trăm ngàn năm sau. Ở tương lai xa xôi, loài người tiến hóa thành hai chủng tộc: Moorlock tàn bạo sở hữu những cỗ máy bụi bặm trong lòng đất và Eloi yếu ớt, vô dụng, vui sống dưới ánh mặt trời ở thế giới bên trên mà không hề biết kết cục bi thảm của mình là trở thành con mồi cho Moorlock.

Kể từ đây, du hành thời gian trở thành một đặc trưng của khoa học viễn tưởng, từ loạt phim *Star Trek* cho đến *Trở lại tương lai*. Trong phim *Siêu Nhân I,* khi Siêu Nhân biết Lois Lane đã chết, anh quyết định trong tuyệt vọng cùng cực là phải đảo dòng thời gian bằng cách bay quanh Trái Đất với tốc độ nhanh hơn cả ánh sáng, cho đến khi thời gian trôi ngược về quá khứ. Vậy là Trái Đất quay chậm dần rồi dừng lại, cuối cùng quay theo chiều ngược, cho đến khi các đồng hồ trên Trái Đất bắt đầu đếm ngược. Cơn vần vũ của nước lũ đảo chiều, các con đập tự hàn gắn trở lại một cách thần kỳ và Lois Lane trở về từ cõi chết.

Từ góc nhìn khoa học, du hành thời gian không khả thi trong vũ trụ Newton, nơi thời gian giống như một mũi tên. Một khi đã được bắn đi, nó không bao giờ có thể đổi hướng về quá khứ. Một giây trên Trái Đất cũng giống một giây trong vũ trụ. Quan niệm này đã bị Einstein gạt bỏ. Ông chỉ ra thời gian giống dòng sông hơn là một mũi tên: nó len lỏi trong vũ trụ, có thể tăng tốc hoặc giảm tốc khi uốn lượn qua các ngôi sao và thiên hà. Vì vậy, một giây trên Trái Đất không phải là tuyệt đối. Thời gian biến thiên khi chúng ta du hành vũ trụ.

Như tôi đã thảo luận, theo thuyết tương đối hẹp của Einstein, tên lửa

chuyển động càng nhanh thì thời gian bên trong nó trôi càng chậm. Các nhà văn khoa học viễn tưởng suy đoán nếu phá vỡ được rào cản tốc độ ánh sáng thì ta sẽ có thể đi ngược thời gian. Nhưng điều này là không thể, vì ta phải có một khối lượng vô hạn để đạt đến tốc độ ánh sáng. Tốc độ ánh sáng là chướng ngại cuối cùng đối với bất kỳ tên lửa nào. Phi hành đoàn tàu *Enterprise* trong phim *Star Trek IV: Hành trình về nhà* đã đánh cắp một con tàu không gian Klingon để bay vùn vụt quanh Mặt Trời, phá vỡ rào cản tốc độ ánh sáng rồi đáp xuống San Francisco những năm 1960. Nhưng điều này vi phạm các định luật vật lý.

Tuy nhiên, việc du hành thời gian vào tương lai là khả dĩ và đã được thực nghiệm kiểm chứng hàng triệu lần. Hành trình vào tương lai xa xôi của nhân vật trong truyện *Cỗ máy thời gian* thực sự khả thi về mặt vật lý. Nếu một phi hành gia chuyển động với tốc độ gần bằng ánh sáng, anh ta có thể đến ngôi sao gần nhất trong thời gian ngắn, một phút chẳng hạn. Bốn năm đã trôi qua trên Trái Đất nhưng đối với anh ta thì chỉ mới một phút, vì thời gian chậm lại bên trong con tàu. Như vậy, anh ta đã du hành bốn năm vào tương lai theo trải nghiệm trên Trái Đất. (Các phi hành gia của chúng ta thực sự đã thực hiện những chuyến đi ngắn ngủi vào tương lai mỗi lần họ bay vào không gian. Khi họ chuyển động với tốc độ 30.000 km/giờ trên quỹ đạo, đồng hồ của họ sẽ đếm nhịp chậm hơn một chút so với đồng hồ trên Trái Đất. Vì vậy, sau khi hoàn thành nhiệm vụ kéo dài một năm trên trạm không gian, các phi hành gia thực ra đã du hành vào tương lai một phần của giây khi họ trở lại Trái Đất. Kỷ lục thế giới của việc du hành vào tương lai hiện được nắm giữ bởi nhà du hành vũ trụ người Nga Sergei Avdeyev, ông đã ở trên quỹ đạo 748 ngày và nhờ đó, tiến vào tương lai được 0,02 giây.)

Vì vậy, một cỗ máy thời gian có thể đưa con người vào tương lai phù hợp với thuyết tương đối hẹp của Einstein. Nhưng còn việc du hành ngược thời gian thì sao?

Nếu chúng ta có thể đi ngược về quá khứ, lịch sử sẽ không thể được viết ra. Ngay khi một sử gia ghi nhận lịch sử của quá khứ, ai đó có thể quay trở lại quá khứ và thay đổi nó. Không chỉ cướp đi công ăn việc làm của các nhà viết sử, cỗ máy thời gian còn khiến chúng ta thay đổi tiến trình lịch sử theo ý muốn. Chẳng hạn, nếu chúng ta có thể ngược về thời đại khủng long và chẳng may giẫm phải một động vật có vú mà sau này sẽ trở thành tổ tiên

của loài người, có lẽ chúng ta đã vô tình quét sạch toàn bộ nhân loại. Lịch sử khi ấy sẽ giống như một vở kịch không hồi kết, khi các nhà du hành tương lai giẫm đạp lên các sự kiện lịch sử để chỉnh sửa theo ý mình.

DU HÀNH THỜI GIAN: SÂN CHƠI CỦA CÁC NHÀ VẬT LÝ

Có lẽ những đóng góp nổi bật nhất trong việc thiết lập các phương trình toán học phức tạp cho hố đen và cỗ máy thời gian thuộc về nhà vũ trụ học Stephen Hawking. Các sinh viên theo đuổi lý thuyết tương đối thường thể hiện khả năng vượt trội về vật lý toán từ rất sớm, nhưng Hawking hoàn toàn không phải là một sinh viên xuất chúng khi còn trẻ. Dĩ nhiên ông rất sáng dạ, nhưng các giáo viên thường thấy ông không chú tâm học tập và chưa bao giờ thể hiện hết những thế mạnh của bản thân. Nhưng bước ngoặt xuất hiện vào năm 1962: ông bắt đầu có biểu hiện của bệnh ALS sau khi tốt nghiệp đại học Oxford. Ông chết lặng khi hay tin mình mắc phải căn bệnh nan y neuron vận động; nó sẽ tước đi mọi khả năng vận động và nhanh chóng giết chết ông. Tin xấu gần như đã đánh gục Hawking. Lấy học vị tiến sĩ để làm gì nếu ông có thể chết bất cứ lúc nào?

Nhưng khi đã vượt qua cú sốc, ông bắt đầu tập trung nghiên cứu — lần đầu tiên trong đời. Nhận thấy mình không sống được lâu nữa, ông quyết tâm giải quyết một số vấn đề khó nhất của thuyết tương đối rộng. Đầu những năm 1970, ông xuất bản chuỗi bài nghiên cứu mang tính bước ngoặt, chứng minh "các kỳ dị" trong lý thuyết của Einstein (tại đó trường hấp dẫn lớn vô hạn, giống tâm của các hố đen hay ở thời điểm Vụ Nổ Lớn) là một đặc điểm cốt yếu của tính tương đối và không thể loại bỏ dễ dàng (như Einstein đã nghĩ). Năm 1974, Hawking cũng chứng minh các hố đen không hoàn toàn đen mà bức xạ chậm chạp (các bức xạ này hiện được gọi là bức xạ Hawking), vì các bức xạ có thể xuyên qua cả trường hấp dẫn của hố đen. Nghiên cứu này là ứng dụng quan trọng đầu tiên của lý thuyết lượng tử đối với thuyết tương đối và là công trình nổi tiếng nhất của Hawking.

Theo chẩn đoán, bệnh ALS sẽ từ từ khiến ông bị liệt tay, chân và thậm chí cả thanh quản, nhưng trên thực tế quá trình này đã diễn ra chậm hơn nhiều. Nhờ đó, ông vẫn có cơ hội trải qua nhiều cột mốc quan trọng của

một người bình thường, làm cha của ba đứa trẻ (và đã lên chức ông), ly dị người vợ đầu vào năm 1991, bốn năm sau tái hôn với vợ cũ của người đã tạo ra thiết bị tổng hợp giọng nói cho mình, rồi ly dị lần thứ hai vào năm 2006. Năm 2007, ông trở thành tiêu điểm của báo chí khi tham gia một chuyến bay phản lực trong trạng thái không trọng lực, hoàn thành tâm nguyện bấy lâu.

Đến cuối đời, ông hầu như bị tê liệt toàn thân và phải gắn chặt với chiếc xe lăn, chỉ có thể giao tiếp với thế giới bên ngoài qua chuyển động mắt. Nhưng ngay cả với tình trạng tàn tật như vậy, ông vẫn bông đùa, viết báo, giảng bài và tham gia vào những cuộc tranh luận nảy lửa. Chỉ bằng chuyển động của cặp mắt, ông vẫn làm việc hiệu quả hơn cả một đội ngũ khoa học gia có cơ thể lành lặn. (Martin Rees, đồng nghiệp của ông ở Đại học Cambridge và cũng là người được Nữ hoàng Anh chỉ định vào Hội Thiên văn Hoàng gia, từng tâm sự với tôi rằng sự tật nguyền đã cản trở Hawking thực hiện các tính toán phức tạp để duy trì vị trí đỉnh cao trong lĩnh vực của mình. Bởi vậy, ông chuyển hướng tập trung vào việc tạo ra những thứ mới mẻ và những ý tưởng đẹp đẽ chứ không lao đầu vào các tính toán rối rắm mà ông có thể giao cho sinh viên.)

Năm 1990, sau khi đọc nghiên cứu đề xuất của một số đồng nghiệp về kiểu máy thời gian, Hawking lập tức tỏ ý hoài nghi những ý tưởng này. Trực giác mách bảo ông việc du hành thời gian không khả dĩ vì chúng ta chưa từng gặp du khách nào đến từ tương lai. Nếu việc du hành thời gian cũng đơn giản như đi dã ngoại trong công viên vào mỗi sáng Chủ nhật thì những lữ khách từ tương lai hẳn đang quấy rầy chúng ta, đề nghị chúng ta tạo dáng cho họ chụp ảnh.

Hawking cũng đưa ra một thách thức cho thế giới vật lý. Ông tuyên bố phải có một định luật khiến việc du hành thời gian trở nên bất khả thi. Ông đề xuất "giả định bảo toàn lịch sử" nhằm ngăn cản việc du hành thời gian khỏi các định luật vật lý đã biết, từ đó giúp "lịch sử vẫn an toàn cho các sử gia".

Tuy nhiên, giới vật lý thấy lúng túng vì dù cố gắng đến đâu, họ vẫn không thể tìm ra một định luật cấm đoán việc du hành thời gian. Rõ ràng, du hành thời gian phù hợp với các định luật đã biết của vật lý. Do không thể tìm ra định luật vật lý nào khiến việc du hành thời gian là bất khả nên sau này Hawking đã thay đổi suy nghĩ. Ông trở thành tiêu điểm cho báo chí

ở London khi đưa ra quan điểm: "Du hành thời gian là khả thi, nhưng không thực tế."

Khi đã được xem là một phần của khoa học, du hành thời gian bỗng trở thành sân chơi của các nhà vật lý lý thuyết. Nhà vật lý Kip Thorne ở Viện Công nghệ California cho biết: "Du hành thời gian từng là địa hạt độc tôn của các nhà văn khoa học viễn tưởng. Các nhà khoa học nghiêm túc né tránh nó như bệnh dịch, ngay cả khi họ viết các tiểu thuyết dưới cái tên khác hay đọc chúng một mình. Nhưng giờ đây mọi thứ đã thay đổi! Hiện nay chúng ta có thể tìm thấy những phân tích mang tính học thuật của những nhà vật lý lý thuyết xuất chúng về việc du hành thời gian trong nhiều tạp chí khoa học nghiêm túc. Tại sao lại có sự thay đổi? Vì giới vật lý chúng tôi nhận ra bản chất của thời gian là một đề tài quá quan trọng để phó thác cho riêng các nhà văn viễn tưởng."

Nguyên nhân của mọi sự bối rối và phấn khích này là do các phương trình Einstein cho phép tồn tại nhiều kiểu cỗ máy thời gian. (Tuy nhiên, vẫn còn những nghi ngờ về việc chúng có phù hợp với lý thuyết lượng tử hay không.) Thực tế, trong lý thuyết của Einstein, chúng ta thường phải đối mặt với "đường cong thời gian khép kín" — thuật ngữ kỹ thuật chỉ các quỹ đạo cho phép du hành thời gian ngược về quá khứ. Nếu đi theo một đường cong thời gian khép kín đồng dạng, chúng ta có thể thực hiện hành trình ngược về thời điểm trước cả thời điểm xuất phát.

Kiểu máy thời gian đầu tiên là lỗ sâu. Các phương trình Einstein có nhiều nghiệm liên kết hai điểm cách xa nhau trong không gian. Nhưng vì không gian và thời gian xoắn bện mật thiết với nhau trong lý thuyết Einstein nên một lỗ sâu như vậy có thể cũng kết nối hai điểm trong thời gian. Khi rơi vào lỗ sâu, ta có thể du hành về quá khứ (ít nhất là về mặt toán học). Như vậy, ta có thể du hành ngược về điểm xuất phát và gặp chính mình đang chuẩn bị rời đi. Nhưng như đã thảo luận trong chương trước, chuyến đi qua lỗ sâu ở tâm một hố đen là hành trình không khứ hồi. Như nhà vật lý Richard Gott đã nói: "Tôi không nghĩ có gì cần thắc mắc về khả năng một người có thể du hành ngược thời gian thông qua một hố đen. Điều cần thắc mắc chỉ là anh ta liệu có xuất hiện trở lại để khoác lác về việc đó hay không thôi."

Một kiểu máy thời gian khác là vũ trụ quay. Năm 1949, nhà toán học Kurl Gödel tìm thấy nghiệm đầu tiên của các phương trình Einstein liên

quan tới du hành thời gian. Nếu vũ trụ quay tròn thì khi chuyển động quanh nó đủ nhanh, ta sẽ có thể tìm thấy chính bản thân trong quá khứ và đến nơi trước khi mình rời đi. Do đó, hành trình quanh vũ trụ này là một chuyến đi về quá khứ. Khi các nhà thiên văn ghé thăm Viện Nghiên cứu Cao cấp, Gödel thường hỏi họ có thấy bằng chứng nào cho biết vũ trụ đang quay không. Ông rất thất vọng khi nhận được câu trả lời rằng họ có bằng chứng rõ ràng là vũ trụ đang giãn nở nhưng tính tổng thể thì vũ trụ không quay. (Nếu không phải vậy, du hành thời gian sẽ trở nên phổ biến và lịch sử chúng ta biết sẽ sụp đổ.)

Kiểu máy thời gian thứ ba dựa trên giả định rằng nếu đi quanh một hình trụ quay dài vô hạn, ta sẽ đến được điểm xuất phát của mình trước cả khi bắt đầu đi. (Nghiệm này được W. J. van Stockum tìm thấy năm 1936, trước cả nghiệm của Gödel, nhưng Stockum không nhận ra nghiệm của mình cho phép du hành thời gian xảy ra.) Trong trường hợp này, nếu một người Anh quốc nhảy múa quanh cây nêu vào ngày quốc tế Lao động mùng 1 tháng 5, họ sẽ thấy mình đang ở tháng tư. Tuy nhiên, vấn đề đối với mô hình này là hình trụ phải có chiều dài vô hạn và quay nhanh đến nỗi hầu hết vật chất của nó bị văng ra xa.

Ví dụ gần nhất về du hành thời gian được Richard Gott ở Đại học Princeton tìm thấy vào năm 1991. Lời giải của ông phụ thuộc vào việc tìm kiếm những sợi dây vũ trụ khổng lồ (có thể là thứ còn sót lại sau Vụ Nổ Lớn). Ông giả định hai sợi dây vũ trụ sắp va vào nhau, nếu nhanh chóng di chuyển quanh điểm va chạm, ta sẽ có thể đi ngược thời gian. Điểm vượt trội của kiểu máy thời gian này là không cần những hình trụ quay dài vô hạn, vũ trụ quay hay hố đen. (Tuy nhiên, mô hình này có hạn chế là phải tìm những sợi dây vũ trụ đang trôi nổi trong không gian, sau đó làm cho chúng va chạm ở vị trí mong muốn. Hơn nữa, khả năng đi ngược thời gian chỉ tồn tại trong tích tắc.) Gott cho biết: "Để một vòng cuốn tạo ra từ sự va chạm của các sợi dây là đủ lớn để ta có thể đi vòng quanh nó và ngược về khoảng thời gian một năm trước, nó phải có khối lượng và năng lượng của hơn một nửa thiên hà."

Nhưng thiết kế hứa hẹn nhất cho một cỗ máy thời gian là "lỗ sâu ngang bằng". Như đã đề cập trong chương trước, đó là một lỗ hổng không-thời gian mà một người có thể tự do qua lại để du hành thời gian. Về lý thuyết, các lỗ sâu ngang bằng không chỉ mang lại giải pháp di chuyển nhanh hơn

ánh sáng mà còn có thể du hành thời gian. Chìa khóa của các lỗ sâu ngang bằng là năng lượng âm.

Một cỗ máy du hành thời gian sử dụng lỗ sâu ngang bằng sẽ có hai ngăn. Mỗi ngăn gồm hai lớp cầu đồng tâm cách nhau một khoảng rất nhỏ. Khi lớp cầu bên ngoài nổ vào trong, hai lớp cầu sẽ tạo ra hiệu ứng Casimir, nhờ đó tạo ra năng lượng âm. Giả sử một nền văn minh bậc III có thể kết nối hai ngăn của máy thời gian bằng một lỗ sâu hình thành từ các bong bóng không-thời gian. Tiếp theo, cho một ngăn chuyển động với tốc độ tiệm cận tốc độ ánh sáng. Thời gian trôi chậm lại trong ngăn này, do đó đồng hồ trong nó không còn đồng bộ với đồng hồ bên ngăn còn lại. Như vậy, hai ngăn được kết nối với nhau bằng một lỗ sâu và có thời gian đánh nhịp với tốc độ khác nhau.

Nếu đang ở trong ngăn thứ hai, ta có thể di chuyển qua lỗ sâu để sang ngăn thứ nhất — nơi thời gian đang sớm hơn. Như vậy, ta đã di chuyển ngược thời gian.

Thiết kế này cũng đối mặt với những khó khăn lớn. Lỗ sâu này quá nhỏ, có thể nhỏ hơn cả một nguyên tử. Và các vách ngăn của cỗ máy này cần được nén xuống khoảng cách Planck thì mới tạo ra đủ năng lượng âm cần thiết. Cuối cùng, bạn sẽ chỉ có thể đi ngược thời gian trở về chính vị trí mà cỗ máy được xây dựng. Trước thời điểm này, thời gian trong hai ngăn vẫn đánh nhịp đồng bộ với nhau.

NHỮNG NGHỊCH LÝ VÀ CÁC CÂU HỎI HÓC BÚA VỀ THỜI GIAN

Du hành thời gian đặt ra hàng loạt vấn đề về cả kỹ thuật và tác động xã hội. Các vấn đề về đạo đức và pháp lý của việc này được Larry Dwyer gợi lên khi ông chỉ ra: "Liệu một người du hành thời gian có thể bị kết tội, nếu hắn sát hại chính mình trong quá khứ? Liệu một kẻ giết người bỏ trốn về quá khứ có bị xét xử trong quá khứ vì những tội lỗi hắn phạm phải trong tương lai? Nếu ở quá khứ, hắn cưới thêm một người vợ nữa thì liệu hắn có bị kết tội đa thê, dù người vợ ở hiện tại của hắn cách thời điểm quá khứ này những 5.000 năm?"

Nhưng có lẽ vấn đề gai góc nhất là những nghịch lý về tính logic nảy sinh từ việc du hành thời gian. Chẳng hạn, điều gì sẽ xảy ra nếu một người

giết bố mẹ của chính mình trước khi bản thân được sinh ra? Điều này không khả thi về mặt logic. Ví dụ này thường được gọi là "nghịch lý ông nội".

Có ba cách để giải quyết những nghịch lý này. Đầu tiên, có lẽ ta chỉ đơn giản là lặp lại lịch sử của quá khứ khi đi ngược dòng thời gian và nhờ đó hoàn thiện quá khứ. Trong trường hợp này, ta không thể làm theo ý muốn của mình. Ta buộc phải hoàn tất quá khứ đúng như nó được viết ra. Như vậy, nếu ta trở về quá khứ để tiết lộ bí mật về việc du hành thời gian cho chính mình thời trẻ thì có nghĩa là sự việc phải diễn ra theo cách đó. Bí mật du hành thời gian đến từ tương lai. Đó là định mệnh. (Nhưng điều này không cho chúng ta biết đâu là điểm xuất phát của ý tưởng gốc.)

Khả năng thứ hai là ta có thể làm những gì mình muốn, có thể thay đổi quá khứ, nhưng chỉ trong chừng mực nhất định. Chúng ta được tự do ý chí nhưng không được phép tạo ra một nghịch lý thời gian. Bất cứ khi nào một người cố gắng giết bố mẹ mình trước khi họ sinh ra người đó, một thế lực bí ẩn sẽ ngăn họ bóp cò. Tình huống này được nhà vật lý người Nga Igor Novikov tán thành. (Ông lập luận rằng có một định luật ngăn cản chúng ta đi ngược trên trần nhà, dù có thể chúng ta muốn làm vậy. Do vậy, hẳn cũng có một định luật ngăn cản chúng ta giết hại bố mẹ mình trước thời điểm bản thân được sinh ra. Một định luật kỳ lạ nào đó sẽ ngăn chúng ta bóp cò.)

Khả năng thứ ba là vũ trụ sẽ tách thành hai vũ trụ khác nhau. Trong cùng một dòng thời gian, những người mà ta sát hại trông giống như cha mẹ mình, nhưng thực ra họ là những người khác vì ta hiện đang sống trong một vũ trụ song hành với vũ trụ kia. Khả năng này dường như phù hợp với lý thuyết lượng tử, như tôi sẽ thảo luận ở chương sau về đa vũ trụ.

Khả năng thứ hai đã được khai thác trong phim *Kẻ hủy diệt 3*. Trong phim, nam diễn viên Arnold Schwarzenegger vào vai một robot đến từ thế giới tương lai, nơi những cỗ máy hung hãn thống trị. Chúng truy đuổi gắt gao nhóm người sống sót. Nhóm người này được dẫn dắt bởi một nhà lãnh đạo vĩ đại mà người máy không thể tiêu diệt nổi. Giận dữ, đạo quân người máy gửi một nhóm robot sát thủ về quá khứ, trước thời điểm nhà lãnh đạo được sinh ra, để giết mẹ ông. Nhưng sau những trận chiến dữ dội, nền văn minh loài người cuối cùng bị hủy diệt ở đoạn kết, như ngụ ý tiêu đề bộ phim.

Bộ phim *Trở lại tương lai* lại khai thác khả năng thứ ba. Trong phim,

tiến sĩ Brown phát minh ra chiếc xe DeLorean sử dụng nhiên liệu hạt nhân plutoni, thực tế là một cỗ máy thời gian có thể du hành về quá khứ. Nhân vật Marty McFly do Michael J. Fox thủ vai sử dụng chiếc xe này ngược về quá khứ và gặp người mẹ thời trẻ của mình, và mẹ anh đã nảy sinh tình cảm với anh. Điều này dẫn đến một vấn đề oái ăm. Nếu người mẹ trẻ của Marty McFly chia tay người cha tương lai của anh thì họ sẽ không lấy nhau, kết quả là nhân vật của Michael J. Fox sẽ không bao giờ được sinh ra.

Vấn đề này được tiến sĩ Brown làm sáng tỏ phần nào. Ông đến bên tấm bảng và vẽ một đường thẳng nằm ngang biểu diễn trục thời gian vũ trụ của chúng ta. Sau đó, ông vẽ một đường thứ hai, rẽ nhánh từ đường ban đầu, biểu diễn một vũ trụ song song đã hình thành khi ta thay đổi quá khứ. Như vậy, bất cứ khi nào con người đi ngược dòng chảy thời gian, nó sẽ tách đôi và dòng thời gian ban đầu trở thành hai dòng thời gian tách biệt. Đây được gọi là cách tiếp cận "đa thế giới" mà tôi sẽ thảo luận trong chương tới.

Điều này có nghĩa tất cả các nghịch lý du hành thời gian đều có thể được giải quyết. Nếu một người lỡ tay sát hại cha mẹ mình trước khi bản thân được sinh ra thì người đó chỉ đơn giản là đã giết ai đó giống hệt cha mẹ họ; hai người này có thể có cùng ký ức và tính cách với đấng sinh thành ra họ, nhưng thật ra không phải là cha mẹ người đó.

Ý tưởng "đa thế giới" giải quyết được ít nhất một vấn đề chính của việc du hành thời gian. Đối với một nhà vật lý, điều bất cập hàng đầu của việc du hành thời gian (bên cạnh tìm kiếm năng lượng âm) là các hiệu ứng bức xạ sẽ tăng cường đến mức tiêu diệt ta ngay tại thời điểm tiến vào cỗ máy thời gian, hoặc lỗ sâu sẽ co sụp và bóp nghẹt ta. Tăng cường bức xạ xảy ra do bất cứ bức xạ nào lọt vào cánh cổng thời gian sẽ ngược về quá khứ, lang thang đâu đó trong vũ trụ cho đến hiện tại rồi lọt trở lại vào lỗ sâu. Vì số lần các bức xạ tiến vào miệng lỗ sâu là vô hạn nên bức xạ tổng hợp trong lỗ sâu sẽ có cường độ mạnh khủng khiếp, đủ giết chết con người. Nhưng cách lý giải "đa thế giới" giải quyết được vấn đề này. Nếu bức xạ lọt vào cỗ máy thời gian và được gửi về quá khứ, nó sẽ tiến vào một vũ trụ mới, do đó nó không thể đi qua cỗ máy thời gian hết lần này đến lần khác. Điều này ngụ ý có vô số vũ trụ đang tồn tại, mỗi vũ trụ có một hành trình riêng và mỗi hành trình chỉ có một photon bức xạ chứ không

phải số bức xạ vô hạn.

Tranh cãi này sáng tỏ phần nào vào năm 1997, khi cuối cùng chương trình của Hawking nhằm loại bỏ khả năng du hành thời gian được ba nhà vật lý Bernard Kay, Marek Radzikowski và Robert Wald chỉ ra là có những sai lầm cố hữu. Họ đã chứng tỏ việc du hành thời gian phù hợp với tất cả các định luật vật lý đã biết, ngoại trừ một điểm. Khi du hành trong thời gian, mọi vấn đề đều tập trung tại chân trời sự kiện (khu vực nằm gần điểm tiến vào lỗ sâu). Nhưng chân trời này chính là nơi mà lý thuyết của Einstein sẽ thất bại và nhường chỗ cho lý thuyết lượng tử. Vấn đề ở đây là để tính các hiệu ứng bức xạ xuất hiện khi bước vào cỗ máy thời gian, chúng ta phải sử dụng một lý thuyết kết hợp thuyết tương đối rộng Einstein với thuyết lượng tử của bức xạ. Nhưng khi tiến hành "hôn phối" hai lý thuyết này, kết quả thu được không mang lại ý nghĩa: nó chỉ cho ra một dãy vô hạn các câu trả lời tối nghĩa.

Đây sẽ là nơi lý thuyết vạn vật chiếm ngữ. Mọi vấn đề về du hành thời gian thông qua một lỗ sâu khiến các nhà vật lý trăn trở (như tính bền vững của lỗ sâu, bức xạ chết người, sự co sụp của lỗ sâu khi ta đi qua) đều tập trung tại chân trời sự kiện, nơi mà lý thuyết của Einstein không còn đúng nữa.

Do đó, chìa khóa để hiểu được khả năng du hành thời gian là nắm bắt nguyên tắc vật lý của chân trời sự kiện, điều chỉ có lý thuyết vạn vật mới giải quyết được. Đây là lý do khiến hầu hết các nhà vật lý hiện nay đều đồng ý rằng cách tốt nhất để giải quyết rốt ráo bài toán du hành thời gian là hoàn thiện lý thuyết kết hợp giữa vạn vật hấp dẫn và không-thời gian.

Lý thuyết vạn vật sẽ thống nhất bốn lực cơ bản của vũ trụ và giúp chúng ta tính được những gì có thể xảy ra khi bước vào cỗ máy thời gian. Chỉ có một lý thuyết như vậy mới đủ khả năng tính toán tất cả các hiệu ứng bức xạ do một lỗ sâu tạo thành và giải quyết rành rẽ câu hỏi về khả năng bền vững của lỗ sâu khi con người vận hành cỗ máy thời gian. Và thậm chí tới lúc đó, chúng ta có thể vẫn phải đợi thêm hàng thế kỷ hoặc lâu hơn để xây dựng một cỗ máy thực sự kiểm tra được tính chính xác của lý thuyết này. Vì các định luật của du hành thời gian liên quan chặt chẽ với vật lý của các lỗ sâu nên du hành thời gian được xếp vào nhóm Bất khả thi loại II.

13: VŨ TRỤ SONG SONG

"Nhưng thưa ngài, ngài thực sự muốn nói rằng có những thế giới khác — ở mọi nơi, hay ngay tại góc quanh kia thôi ư?" Peter hỏi.
"Chắc chắn," giáo sư trả lời… sau đó lẩm bẩm, "Không biết ở trường người ta dạy dỗ tụi nhỏ những gì nữa."
— NHÀ VĂN C. S. LEWIS, *SƯ TỬ, PHÙ THỦY VÀ TỦ QUẦN ÁO*

Hãy lắng nghe, có cả một vũ trụ ở phía bên kia cánh cửa; đi nào!
— NHÀ VĂN E. E. CUMMINGS

Liệu các vũ trụ khác có thực sự tồn tại? Chúng là công cụ ưa thích của những biên kịch Hollywood, như trong tập phim "Gương ơi" của *Star Trek*. Thuyền trưởng Kirk vô tình bị dịch chuyển vào một vũ trụ song song kỳ lạ, trong đó Liên đoàn các Hành tinh là một đế chế xấu xa, toàn những kẻ chinh phạt tàn bạo, tham lam. Trong vũ trụ đó, Spock mang bộ râu rậm hung hãn và thuyền trưởng Kirk cầm đầu một toán cướp biển đói khát, tiến thân bằng cách nô dịch đối thủ và ám sát thủ lĩnh.

Các vũ trụ khác giúp chúng ta khám phá những khả năng thú vị, hay ho của thế giới "nếu thì". Chẳng hạn, trong truyện tranh *Siêu Nhân* có vài vũ trụ khác nhau: nơi hành tinh quê nhà của Siêu Nhân là Krypton không bị hủy diệt; nơi Siêu Nhân cuối cùng cũng tiết lộ thân phận thật của mình là anh chàng Clark Kent hòa nhã; hoặc nơi anh sẽ cưới Lois Lane và có với nhau những đứa con siêu nhân. Nhưng liệu các vũ trụ song song chỉ là lãnh địa của bộ phim *Miền ảo ảnh,* hay chúng dựa trên nền tảng vật lý hiện đại?

Ngược về các xã hội nguyên thủy, con người tin rằng có những tầng lớp khác của sự tồn tại, đó là ngôi nhà của các vị thần hay ma quỷ. Thiên Chúa giáo tin vào sự tồn tại của thiên đàng, địa ngục và luyện ngục. Phật giáo có cõi Niết bàn và các trạng thái ý thức khác. Và Ấn Độ giáo có hàng ngàn tầng lớp hiện hữu.

Các nhà thần học Cơ Đốc giáo thường lúng túng khi giải thích nơi ngự trị của thiên đàng. Họ nhận định rằng có lẽ Chúa sống trong một không gian đa chiều hơn. Điều ngạc nhiên là nếu các không gian nhiều chiều hơn quả thực tồn tại thì nhiều khả năng thường được gán cho các vị thần sẽ có thể trở thành hiện thực. Một thực thể sống trong một không gian nhiều chiều có thể biến mất và xuất hiện trở lại tùy ý hoặc có thể đi xuyên tường dễ dàng — đây là những quyền năng được coi là chỉ có ở thánh thần.

Ý tưởng về các vũ trụ song song là một chủ đề được tranh cãi sôi nổi trong vật lý lý thuyết thời gian gần đây. Thực tế, một số kiểu vũ trụ song song đã thúc đẩy chúng ta xem xét lại những gì vẫn thường được coi là "thực tại". Trong cuộc tranh luận về các vũ trụ song song, điều bị đe dọa chính là ý nghĩa của thực tại.

Có ít nhất ba kiểu vũ trụ song song đang được thảo luận rộng rãi trong phạm vi khoa học:

a. Siêu không gian, hay các chiều không gian bậc cao;

b. Đa vũ trụ;

c. Các vũ trụ lượng tử song song.

SIÊU KHÔNG GIAN

Vũ trụ của các chiều không gian bậc cao được tranh luận nhiều nhất trong lịch sử là chính là vũ trụ song song. Cảm quan thông thường cho biết chúng ta sống trong một vũ trụ ba chiều (dài, rộng và cao). Bất kể chúng ta di chuyển một vật trong không gian như thế nào, tất cả các vị trí của vật đều có thể được mô tả qua ba tọa độ. Thực tế, với ba con số này, chúng ta có thể định vị bất cứ vật gì trong vũ trụ, từ chóp mũi mình đến các thiên hà xa xôi nhất.

Chiều không gian thứ tư dường như đi ngược lại cảm quan thông thường. Ví dụ, nếu khói tràn khắp căn phòng, chúng ta không nhìn thấy khói biến mất vào một chiều không gian khác. Không có ở nơi đâu trong vũ trụ mà chúng ta nhìn thấy các vật bỗng nhiên biến mất hoặc trượt vào trong một vũ trụ khác. Điều này ngụ ý nếu các chiều không gian bậc cao có tồn tại thì chúng phải nhỏ hơn một nguyên tử.

Ba chiều không gian là cơ sở nền tảng cho hình học Hy Lạp. Trong tác

phẩm *On heaven* (Bàn về thiên đàng), Aristotle đã viết: "Đường thẳng có kích thước một chiều, mặt phẳng là hai chiều và vật rắn là ba chiều, nhưng không thể vượt lên trên nữa vì ba chiều là tối đa." Năm 150, Ptolemy xứ Alexandria đã đề xuất "minh chứng" đầu tiên rằng các chiều không gian bậc cao "không tồn tại". Trong tác phẩm *On distance* (Bàn về khoảng cách), ông lập luận như sau: vẽ ba đường thẳng vuông góc đôi một với nhau (giống như các đường thẳng tạo nên góc phòng). Rõ ràng ta không thể vẽ thêm một đường thẳng thứ tư vuông góc với ba đường thẳng kia, do đó chiều thứ tư không tồn tại. (Thực ra điều ông chứng minh được là bộ não chúng ta không có khả năng hình dung ra chiều thứ tư. Máy vi tính vẫn luôn có thể tính toán nhiều chiều.)

Trong suốt 2.000 năm, bất cứ nhà toán học nào dám nói về chiều thứ tư đều chịu sự khinh miệt dữ dội. Năm 1685, nhà toán học John Wallis đã lập luận chống lại chiều thứ tư, gọi nó là "quái vật của tự nhiên, không tưởng hơn cả Chimera hay Centaure". Ở thế kỷ 19, Karl Gauss, "ông hoàng toán học", đã khám phá ra nhiều điều về đặc điểm toán học của chiều thứ tư nhưng không dám xuất bản, vì lo ngại những phản ứng tiêu cực mà chúng mang lại. Nhưng Gauss vẫn tiến hành các thí nghiệm kín kẽ để kiểm tra khả năng mô tả vũ trụ theo hình học phẳng ba chiều của người Hy Lạp. Trong một thí nghiệm, ông yêu cầu các trợ lý đứng trên ba đỉnh núi; mỗi người cầm một chiếc đèn lồng phát sáng, tạo thành các đỉnh của một tam giác lớn. Sau đó, Gauss đo đạc các góc ở mỗi đỉnh tam giác. Ông thất vọng khi nhận thấy tổng các góc trong của tam giác bằng 180 độ. Ông kết luận: nếu có sai lệch nào so với hình học Hy Lạp thì chúng cũng quá nhỏ để đo đạc được bằng những chiếc đèn lồng.

Georg Bernhard Riemann, học trò của Gauss, đã kế thừa công cuộc viết nên những nghiên cứu nền tảng toán học của các chiều không gian bậc cao (chúng đã được sử dụng rộng rãi ở vài thập kỷ sau, trong thuyết tương đối rộng của Einstein). Trong một bài giảng nổi tiếng năm 1854, với động thái dứt khoát đầy mạnh mẽ, Riemann đã xóa bỏ 2.000 năm thống trị của hình học Hy Lạp và thiết lập nền tảng toán học cho các chiều không gian cong bậc cao mà chúng ta vẫn sử dụng cho đến ngày nay.

Sau khi khám phá tuyệt vời của Riemann được phổ biến ở châu Âu vào cuối thế kỷ 19, "chiều thứ tư" đã tạo cảm hứng mạnh mẽ cho các nghệ sĩ, nhạc sĩ, nhà văn, triết gia và họa sĩ. Theo nhà lịch sử nghệ thuật Linda

Dalrymple Henderson, trường phái lập thể của Picasso thực chất đã lấy cảm hứng phần nào từ chiều thứ tư. Bức họa vẽ người phụ nữ của Picasso với đôi mắt hướng về phía trước và mũi nằm một bên là một cố gắng phối cảnh với chiều thứ tư, vì một người nhìn xuống từ chiều thứ tư có thể đồng thời nhìn thấy khuôn mặt, mũi và cái ót của của người phụ nữ. Henderson viết: "Cũng giống như hố đen, "chiều thứ tư" sở hữu một số đặc trưng khó mà hiểu cặn kẽ được, ngay cả với các nhà khoa học. Nhưng ảnh hưởng của "chiều thứ tư" toàn diện hơn nhiều so với hố đen hay bất kỳ giả thuyết khoa học nào khác, sau năm 1919, ngoại trừ thuyết tương đối."

Các họa sĩ khác cũng vẽ về chiều thứ tư. Trong bức tranh *Christus Hypercubius* của danh họa Salvador Dali, Chúa bị đóng đinh trên một cây thập giá ba chiều kỳ lạ và trôi nổi bồng bềnh. Thật ra đó là "tesseract", một khối lập phương bốn chiều. Trong tác phẩm *Persistance of Memory* (Sự dai dẳng của ký ức), ông cố biểu hiện thời gian như một chiều thứ tư qua phép ẩn dụ về các đồng hồ méo mó. Một cố gắng khác là bức họa *Nude Decending a Staicase* (Khỏa thân bước xuống cầu thang) của Marcel Duchamps, vẽ chuyển động theo các lát cắt thời gian của một người khỏa thân đang bước xuống cầu thang. Thậm chí, chiều thứ tư còn xuất hiện trong truyện-X *Canterville Ghost* (Con ma dòng họ Canterville) của Oscar Wilde, kể về một con ma sống trong chiều thứ tư thường xuyên lui tới căn nhà nọ.

Chiều thứ tư cũng xuất hiện trong nhiều tiểu thuyết của H. G. Wells, bao gồm *The Invisible Man* (Người tàng hình), *The Plattner Story* (Câu chuyện Plattner) và *The Wonderfill Visit* (Chuyến viếng thăm tuyệt vời). (Trong *Chuyến viếng thăm tuyệt vời,* là cơ sở của nhiều bộ phim Hollywood và tiểu thuyết khoa học viễn tưởng, vũ trụ của chúng ta va chạm với một vũ trụ song song. Một thiên thần xấu số rơi từ vũ trụ song song sang vũ trụ của chúng ta do bị một người thợ săn tình cờ bắn trúng. Kinh hãi với sự tham lam, đê tiện và ích kỷ của vũ trụ chúng ta, thiên thần đã quyết định tự vẫn.)

Ý tưởng về các vũ trụ song song cũng được khám phá theo khía cạnh hài hước trong tiểu thuyết *The number of the Beast* (Con số của quái thú Khải Huyền) của Robert Heinlein. Nhóm bốn nhân vật dũng cảm trong truyện đã chơi đùa xuyên qua các vũ trụ song song bằng chiếc xe thể thao

đa chiều kích của vị giáo sư nọ.

Trong bộ phim truyền hình *Sliders,* một cuốn sách đã truyền cảm hứng cho chàng trai nọ quyết tâm chế tạo một cỗ máy có thể "trượt" qua các vũ trụ song song. (Cuốn sách chàng trai này đọc chính là cuốn *Hyperspace* (Siêu không gian) của tôi.)

Nhưng trong thực tế lịch sử, các nhà vật lý chỉ xem chiều không gian thứ tư là một điều lạ. Chưa có bằng chứng nào cho thấy sự tồn tại của chiều thứ tư. Điều này bắt đầu thay đổi từ năm 1919 khi nhà vật lý Theodor Kaluza đưa ra nghiên cứu đầy tranh cãi, hé mở về sự tồn tại của các chiều bậc cao. Ông bắt đầu với thuyết tương đối rộng của Einstein, nhưng đặt nó trong một không gian năm chiều (một chiều thời gian và bốn chiều không gian; vì thời gian là chiều thứ tư của không-thời gian nên các nhà vật lý giờ đây coi chiều không gian thứ tư là chiều thứ năm của không-thời gian). Nếu chiều thứ năm được thu nhỏ dần, các phương trình sẽ tách thành hai phần một cách kỳ diệu. Một phần mô tả lý thuyết tương đối của Einstein, nhưng phần còn lại sẽ trở thành lý thuyết ánh sáng của Maxwell!

Kết quả này thật ngỡ ngàng. Vậy là có lẽ bí mật của ánh sáng nằm ở chiều thứ năm! Chính Einstein cũng bị sốc với lời giải này vì nó dường như mang lại sự thống nhất tinh tế giữa ánh sáng và lực hấp dẫn! (Einstein choáng ngợp trước đề xuất của Kaluza đến nỗi đã nghiền ngẫm chúng suốt hai năm trước khi đồng ý công bố nghiên cứu này.) Einstein viết cho Kaluza: "Ý tưởng đạt được [một lý thuyết thống nhất] bằng cách đưa vào một thế giới dạng hình trụ năm chiều chưa bao giờ lóe lên trong tâm trí tôi… Thoạt nhìn, tôi vô cùng thích thú với ý tưởng này… Sự thống nhất đầy chuẩn mực trong lý thuyết của anh rất ấn tượng."

Suốt nhiều năm, trước đó các nhà vật lý đã đặt ra câu hỏi: Nếu ánh sáng là sóng thì thứ đang dao động là gì? Ánh sáng có thể vượt qua chân không hàng tỷ năm ánh sáng, nhưng chân không trống rỗng không chứa bất cứ vật chất nào. Vậy thứ đang dao động trong chân không là gì? Với lý thuyết của Kaluza, chúng ta có một đề xuất vững vàng để giải quyết vấn đề này: ánh sáng là các gợn sóng trong chiều thứ năm. Các phương trình Maxwell vốn mô tả chính xác mọi tính chất của ánh sáng, chính là các phương trình sóng truyền trong chiều không gian thứ năm.

Thử tưởng tượng một con cá đang bơi trong hồ nước nông. Có lẽ nó không bao giờ hoài nghi về sự hiện diện của một chiều thứ ba, vì đôi mắt

của nó ở hai bên đầu và nó chỉ có thể bơi tới lui, trái phải. Đối với nó, chiều thứ ba có lẽ không tồn tại. Nhưng hãy tưởng tượng trời đang đổ mưa trên hồ nước này. Mặc dù không nhìn thấy chiều thứ ba, nhưng con cá rõ ràng có thể nhìn thấy bóng của các gợn sóng lăn tăn trên mặt nước. Tương tự, lý thuyết của Kaluza giải thích ánh sáng như các gợn sóng truyền đi trong chiều thứ năm.

Kaluza cũng đưa ra câu trả lời về việc chiều thứ năm tồn tại ở đâu. Vì chúng ta không nhìn thấy bằng chứng của một chiều thứ năm, nên hẳn là nó bị "cuộn lại", nhỏ đến mức không thể quan sát thấy. (Hãy tưởng tượng ta cuộn chặt một tờ giấy hai chiều lại để tạo thành một hình trụ. Nhìn từ xa, hình trụ này giống đường thẳng một chiều. Tương tự, một vật hai chiều có thể biến thành một chiều bằng cách cuộn lại.)

Ban đầu, nghiên cứu của Kaluza tạo ra những ấn tượng mạnh mẽ. Nhưng trong những năm tiếp theo, người ta đã tìm thấy nhiều vấn đề trong lý thuyết của ông. Chiều mới thứ năm này có kích cỡ như thế nào? Nó cuộn lại bằng cách nào? Chưa có câu trả lời cho những nghi vấn này.

Suốt vài thập kỷ, Einstein nâng lên đặt xuống lý thuyết này nhiều lần. Sau khi ông qua đời, vào năm 1955, nó nhanh chóng bị lãng quên, trở thành một nốt trầm kỳ lạ trong sự phát triển của vật lý.

LÝ THUYẾT DÂY

Tất cả đã thay đổi với sự xuất hiện của một lý thuyết mới đầy hứa hẹn, có tên gọi là lý thuyết dây. Cho đến thập niên 1980, các nhà vật lý vẫn ngụp lặn trong các hạt hạ nguyên tử. Mỗi lần phá vỡ một nguyên tử thành từng mảnh bằng các cỗ máy gia tốc hạt mạnh mẽ, họ lại tìm thấy hàng tá hạt mới bắn ra. Điều này gây chán nản đến độ J. Robert Oppenheimer đã tuyên bố rằng giải Nobel Vật lý nên trao cho nhà vật lý nào *không* khám phá ra một hạt mới trong năm đó! (Kinh hãi với sự sinh sôi nhanh chóng của các hạt hạ nguyên tử với tên gọi nặng ngữ âm Hy Lạp, Enrico Fermi nói: "Nếu nhớ được tên tất cả các hạt đó thì tôi sẽ trở thành nhà thực vật học mất.") Sau vài thập kỷ làm việc cật lực, sở thú của các hạt này có thể được sắp xếp vào trong một thứ được gọi là Mô hình Chuẩn. Phải mất nhiều tỷ đô-la, tốn công sức của hàng nghìn kỹ sư và nhà vật lý làm việc vất vả cùng 20 giải Nobel trao cho việc lắp ráp khó nhọc hết mảnh này đến mảnh khác, mô

hình này mới ra đời. Nó là một lý thuyết đáng nể thực sự vì dường như nó khớp với tất cả các dữ liệu thực nghiệm liên quan đến vật lý hạ nguyên tử.

Nhưng bất chấp tất cả các thành công thực nghiệm đã đạt được, Mô hình Chuẩn vẫn có nhược điểm nghiêm trọng. Theo Stephen Hawking, "Nó quá xấu xí và cá biệt." Mô hình này chứa ít nhất 19 tham số tự do (bao gồm khối lượng các hạt và cường độ tương tác giữa các hạt khác nhau), 36 quark và phản quark, ba thế hệ hạt và nhiều bản sao dư thừa của chúng, cùng một mớ các hạt hạ nguyên tử với tên gọi đầy lạ lẫm như neutrino tau, gluon Yang-Mills, boson Higgs, boson W và các hạt Z. Tệ nhất, Mô hình Chuẩn không đề cập gì đến lực hấp dẫn. Thật khó mà tin được rằng tự nhiên, ở cấp độ cơ bản và sâu sắc nhất, lại có thể hỗn độn và thiếu thanh nhã đến vậy. Đây là một lý thuyết mà chỉ có ai đã làm mẹ mới cảm thông được. Chính vẻ thiếu thanh nhã này của Mô hình Chuẩn đã thôi thúc các nhà vật lý xem xét lại toàn bộ giả định của họ về tự nhiên. Hẳn phải có điều sai lầm nghiêm trọng.

Nhìn nhận lại nền vật lý trong vài thế kỷ qua, một thành tựu quan trọng bậc nhất của thế kỷ trước là việc tổng hợp toàn bộ kiến thức nền tảng về vật lý vào hai lý thuyết lớn: lý thuyết lượng tử (biểu diễn bởi Mô hình Chuẩn) và lý thuyết tương đối rộng của Einstein (mô tả lực hấp dẫn). Điểm đặc biệt là khi kết hợp với nhau, chúng cho ta thấy toàn bộ kiến thức vật lý ở cấp độ cơ bản nhất. Lý thuyết đầu mô tả thế giới của những thứ rất nhỏ bé, thế giới lượng tử của các hạt hạ nguyên tử: ở đây chúng thực hiện những vũ điệu đầy ảo diệu, vụt hiện ra rồi biến mất và có thể xuất hiện ở hai nơi khác nhau cùng một lúc. Lý thuyết thứ hai mô tả thế giới của những thứ rất lớn, như các hố đen và Vụ Nổ Lớn; nó sử dụng ngôn ngữ của các mặt trơn, những tấm lưới co giãn và các bề mặt cong. Hai lý thuyết này đối nghịch nhau trong mọi khía cạnh, sử dụng các phép toán khác nhau, các giả định khác nhau và các bức tranh vật lý cũng hoàn toàn khác nhau. Cứ như thể tự nhiên có hai cánh tay nhưng chẳng bao giờ nắm lấy nhau. Hơn nữa, mọi nỗ lực chắp nối hai lý thuyết này lại với nhau đều dẫn đến những đáp án vô nghĩa. Suốt nửa thế kỷ, bất kỳ nhà vật lý nào cố gắng dàn xếp một cuộc hôn phối giữa lý thuyết lượng tử và lý thuyết tương đối rộng đều thấy lý thuyết của mình vỡ tan ngay trước mắt và sinh ra vô hạn những câu trả lời vô nghĩa.

Lý thuyết siêu dây đã làm thay đổi tất cả. Lý thuyết này cho rằng

electron và các hạt hạ nguyên tử khác chính là kết quả của những rung động khác nhau của một sợi dây, tương tự như một sợi dây thun nhỏ. Nếu chúng ta búng dây, nó sẽ dao động theo các kiểu khác nhau, mỗi kiểu lại tương ứng với một loại hạt hạ nguyên tử. Theo cách này, lý thuyết siêu dây giải thích hàng trăm loại hạt hạ nguyên tử đã được khám phá trong các máy gia tốc cho đến nay. Thực tế, lý thuyết của Einstein chỉ là một trong những dao động nhỏ nhất của sợi dây.

Người ta coi lý thuyết dây chính là "lý thuyết của vạn vật" có vẻ hoang đường đã lẩn tránh Eisntein suốt 30 năm cuối đời. Einstein muốn có một lý thuyết đơn giản, toàn diện có thể bao hàm tất cả các định luật vật lý, cho phép ông "đọc được ý nghĩ của Chúa". Nếu lý thuyết dây thống nhất được lực hấp dẫn và lý thuyết lượng tử, nó có thể là đỉnh cao chói lọi nhất của khoa học suốt 2.000 năm qua, kể từ khi người Hy Lạp bắt đầu đặt ra câu hỏi vật chất tạo nên từ đâu.

Nhưng lý thuyết siêu dây có tính chất kỳ lạ là các dây chỉ dao động trong một số chiều không-thời gian nhất định; cụ thể là trong không gian 10 chiều. Nếu chúng ta cố gắng tạo ra một lý thuyết dây trong không gian có số chiều khác, lý thuyết này sẽ sụp đổ về mặt toán học.

Dĩ nhiên, vũ trụ của chúng ta có bốn chiều (ba chiều không gian và một chiều thời gian). Điều này có nghĩa sáu chiều còn lại phải co sụp theo cách nào đó, hoặc cuộn lại giống như chiều thứ năm của Kaluza.

Gần đây, các nhà khoa học đã bắt đầu suy nghĩ nghiêm túc về việc chứng minh hoặc bác bỏ sự tồn tại của các chiều không gian bậc cao đó. Có lẽ cách chứng minh đơn giản nhất là tìm kiếm những sai lệch từ định luật hấp dẫn của Newton. Ở trường trung học, chúng ta học rằng lực hấp dẫn của Trái Đất giảm khi chúng ta ra ngoài không gian. Chính xác hơn, lực này giảm theo bình phương khoảng cách tới Trái Đất. Nhưng điều này chỉ đúng bởi chúng ta sống trong một thế giới ba chiều. (Hãy hình dung một mặt cầu bao quanh Trái Đất. Trường hấp dẫn của Trái Đất lan đều khắp mặt cầu, vì vậy mặt cầu càng lớn thì trường hấp dẫn càng yếu. Nhưng do diện tích mặt cầu tăng theo bình phương bán kính của nó nên trường hấp dẫn gửi qua toàn bộ bề mặt cầu phải giảm theo bình phương bán kính.)

Nhưng nếu vũ trụ có bốn chiều không gian thì lực hấp dẫn sẽ giảm theo lập phương khoảng cách tới Trái Đất. Nếu vũ trụ có *n* chiều không

gian thì lực hấp dẫn sẽ giảm theo hàm mũ $n - 1$. Định luật nghịch đảo bình phương nổi tiếng của Newton cho độ chính xác cao khi được kiểm chứng trên khoảng cách thiên văn; chính nhờ đó mà chúng ta có thể gửi các tàu thăm dò lên tới vành vật chất quay quanh Thổ Tinh với mức độ chính xác đáng nể. Nhưng mãi cho tới gần đây, định luật nghịch đảo bình phương của Newton mới được kiểm chứng ở các khoảng cách nhỏ trong phòng thí nghiệm.

Thí nghiệm đầu tiên được tiến hành ở Đại học Colorado vào năm 2003 đã mang lại kết quả không như mong muốn. Rõ ràng, vũ trụ song song không tồn tại, ít nhất là ở Colorado. Nhưng kết quả đó chỉ thêm thôi thúc các nhà vật lý khác lặp lại thí nghiệm với độ chính xác cao hơn.

Hơn thế, máy gia tốc LHC, bắt đầu vận hành vào năm 2008 gần Geneva, Thụy Sĩ, sẽ tìm kiếm một loại hạt mới có tên là "hạt đồng hành" hay siêu hạt, là các dao động mạnh hơn của siêu dây (mọi thứ ta nhìn thấy quanh mình chỉ là những dao động thấp nhất của siêu dây). Nếu các hạt đồng hành được LHC tìm thấy, nó sẽ là chỉ dấu cho một cuộc cách mạng về cách thức chúng ta nhìn nhận vũ trụ. Trong bức tranh vũ trụ này, Mô hình Chuẩn chỉ đơn thuần là biểu diễn mức dao động thấp nhất của siêu dây mà thôi.

Kip Thorne cho biết: "Vào năm 2020, các nhà vật lý sẽ hiểu được các định luật của hấp dẫn lượng tử, lý thuyết rồi đây sẽ được nhìn nhận là một biến thể của lý thuyết dây."

Bên cạnh các chiều bậc cao, lý thuyết dây còn tiên đoán về một vũ trụ song song khác, đó là "đa vũ trụ".

ĐA VŨ TRỤ

Lý thuyết dây vẫn còn một khúc mắc dai dẳng: tại sao lại có tới năm dạng lý thuyết dây khác nhau? Lý thuyết dây có thể thống nhất được thuyết lượng tử với thuyết hấp dẫn, nhưng có đến năm cách để làm việc đó, trong khi các nhà vật lý mong muốn chỉ duy nhất một "lý thuyết của vạn vật." Chẳng hạn, Einstein muốn biết "Chúa có lựa chọn nào trong việc tạo nên vũ trụ hay không". Ông tin lý thuyết thống nhất mọi thứ phải là duy nhất. Vậy thì tại sao lại có đến năm lý thuyết dây?

Năm 1994, giả thiết chấn động khác lại xuất hiện khi Edward Witten

thuộc Viện Nghiên cứu Cao cấp Princeton và Paul Townsend thuộc Đại học Cambridge tuyên bố rằng năm lý thuyết dây thực chất là một — nhưng chỉ khi chúng ta đưa thêm vào chiều thứ 11. Từ góc nhìn của chiều thêm này, cả năm lý thuyết riêng biệt sẽ thu về thành một lý thuyết! Rốt cuộc, lý thuyết dây cũng là duy nhất, nhưng chỉ khi chúng ta đứng trên bình diện của chiều thứ 11.

Trong chiều thứ 11, một thực thể toán học mới có thể tồn tại, đó là các màng (giống như bề mặt của một quả cầu). Điều ngạc nhiên ở đây là nếu chúng ta chuyển từ không gian 11 chiều xuống 10 chiều, cả năm lý thuyết dây sẽ hiện ra từ cùng một màng. Vì thế năm lý thuyết này chỉ là các cách khác nhau để chuyển một cái màng từ 11 xuống 10 chiều.

(Để hình dung điều này, hãy tưởng tượng một quả bóng với một sợi chun quấn quanh theo xích đạo của nó. Khi cắt bỏ hai nửa quả cầu bên trên và bên dưới sợi chun, ta chỉ còn lại phần quấn sợi chun. Tương tự, nếu chúng ta cuộn chiều thứ 11 lại thì cái màng chỉ còn lại phần xích đạo của nó, chính là sợi dây. Về mặt toán học, có năm cách để thực hiện các phép cắt như vậy, nên chúng ta có năm lý thuyết dây khác nhau trong không gian 10 chiều.)

Chiều thứ 11 mang đến một bức tranh mới. Nó cho thấy có lẽ vũ trụ chính là một cái màng, nổi bồng bềnh trong không-thời gian 11 chiều. Và không phải tất cả các chiều này đều nhỏ. Trên thực tế, một số có thể thực sự rất lớn.

Điều này đưa đến khả năng vũ trụ của chúng ta tồn tại trong một đa vũ trụ cùng với các vũ trụ khác. Hãy thử nghĩ đến một tập hợp khổng lồ gồm các bong bóng đang trôi nổi, hay còn gọi là các màng. Mỗi bong bóng đại diện cho một vũ trụ đang lơ lửng trong một khu vực siêu không gian 11 chiều rộng lớn. Chúng có thể nhập vào hoặc tách ra, thậm chí vụt hiện lên rồi biến mất. Có thể chúng ta đang sống trên bề mặt của một trong những vũ trụ bong bóng như vậy.

Max Tegmark ở MIT tin rằng trong vòng 50 năm tới, "người ta sẽ không tranh cãi nhiều về sự tồn tại của các 'vũ trụ song song' như đã từng tranh cãi về sự tồn tại của các thiên hà khác vào thời điểm 100 năm trước — khi chúng còn được gọi là các đảo vũ trụ."

Vậy có bao nhiêu vũ trụ được lý thuyết dây tiên đoán? Một đặc trưng gây lúng túng của lý thuyết dây là nó tiên đoán sự tồn tại của hàng tỷ tỷ vũ

trụ khả dĩ, mỗi vũ trụ đều tương thích với thuyết tương đối và cơ học lượng tử. Một ước lượng cho thấy có thể có đến một googol vũ trụ như vậy. (Một googol là 1 và một trăm số 0 theo sau.)

Thông thường, việc liên lạc giữa các vũ trụ đó là bất khả thi. Các nguyên tử tạo nên cơ thể chúng ta giống như những con ruồi dính trên tấm bẫy ruồi. Ta có thể chuyển động tự do trong không gian vũ trụ màng ba chiều của mình, nhưng không thể nhảy khỏi vũ trụ để đi vào siêu không gian, vì ta đã bị dính chặt với vũ trụ màng này. Nhưng lực hấp dẫn, chính là sự cong của không-thời gian, có thể trôi nổi tự do trong vùng không gian giữa các vũ trụ.

Một lý thuyết cho rằng vật chất tối — loại vật chất bất khả kiến đang tồn tại quanh các thiên hà — có thể là một dạng vật chất thông thường đang trôi nổi trong một vũ trụ song song. Như trong tiểu thuyết *Người tàng hình* của H. G. Wells, một người sẽ trở nên vô hình nếu anh ta lơ lửng trong chiều thứ tư ngay bên trên chúng ta. Hãy tưởng tượng hai tờ giấy đặt song song với nhau; người này sẽ tồn tại nổi trên tờ giấy ở phía trên.

Theo cách như vậy, có phỏng đoán cho rằng vật chất tối là một thiên hà bình thường trong một vũ trụ màng lơ lửng ngay bên trên chúng ta. Ta cảm nhận được lực hấp dẫn của thiên hà này vì lực hấp dẫn có thể lan truyền giữa hai vũ trụ, nhưng sẽ không nhìn thấy được thiên hà này vì ánh sáng chỉ truyền bên dưới nó. Như vậy, thiên hà sẽ có lực hấp dẫn nhưng vô hình, trùng khớp với những mô tả về vật chất tối. (Một khả năng khác lại cho vật chất tối là một mức dao động khác của siêu dây. Mọi thứ chúng ta nhìn thấy xung quanh, như các nguyên tử và ánh sáng, chính là mức dao động thấp nhất của siêu dây. Vật chất tối có lẽ là mức dao động cao hơn.)

Có lẽ hầu hết các vũ trụ song song là những nơi chết chóc, chỉ chứa một dạng khí chưa thành hình của các hạt hạ nguyên tử như electron hay neutrino. Trong các vũ trụ đó, proton không bền vững nên tất cả các dạng vật chất mà chúng ta biết sẽ từ từ phân hủy và tan rã. Vật chất phức tạp hơn, như các nguyên tử và phân tử, không thể tồn tại trong các vũ trụ này.

Các vũ trụ song song khác lại có thể hoàn toàn đối lập, với những dạng vật chất phức tạp vượt xa những gì chúng ta tưởng tượng được. Thay vì chỉ có một kiểu nguyên tử được cấu thành từ các proton, neutron và electron, chúng có thể chứa nhiều kiểu vật chất bền vững khác nhau.

Các vũ trụ màng này cũng có thể va chạm với nhau, tạo nên những trận

pháo sáng trong vũ trụ. Một số nhà vật lý ở Đại học Princeton tin rằng vũ trụ của chúng ta bắt đầu từ sự va chạm giữa hai màng khổng lồ khoảng 13,7 tỷ năm trước. Theo họ, các sóng xung kích từ vụ va chạm chấn động này đã hình thành nên vũ trụ của chúng ta. Đáng chú ý là những hệ quả thực nghiệm của ý tưởng kỳ lạ này dường như phù hợp với các kết quả do vệ tinh WMAP thu thập được. (Đây được gọi là lý thuyết "Vụ Va Chạm Lớn".)

Thuyết đa vũ trụ có một lợi thế. Khi xem xét các hằng số của tự nhiên, chúng ta nhận thấy chúng được "tinh chỉnh" chính xác để cho phép sự sống tồn tại. Nếu tăng cường độ lực hạt nhân, các ngôi sao sẽ cháy nhanh tới mức sự sống không kịp thành hình. Nếu giảm cường độ lực hạt nhân, các ngôi sao sẽ không thể chiếu sáng và sự sống không thể tồn tại. Nếu tăng lực hấp dẫn, vũ trụ của chúng ta sẽ nhanh chóng diệt vong trong một Vụ Co Lớn. Nếu giảm lực hấp dẫn, vũ trụ sẽ nhanh chóng giãn nở thành một Vụ Đóng Băng Lớn. Thực tế, có rất nhiều "điều tình cờ" ở các hằng số tự nhiên cho phép sự sống tồn tại. Rõ ràng, vũ trụ của chúng ta nằm trong "vùng khả sinh" của rất nhiều thông số, tất cả đều được "tinh chỉnh" để phù hợp với sự sống. Vì vậy, chúng ta để ngỏ kết luận rằng hoặc Chúa đã chọn để vũ trụ của chúng ta "vừa vặn" với sự sống, hoặc có hàng tỷ các vũ trụ song song, nhiều trong số đó là các vũ trụ chết. Như nhà vật lý Freeman Dyson từng nói: "Dường như vũ trụ biết rằng chúng ta đang đến."

Theo Martin Rees ở Đại học Cambridge, sự tinh chỉnh này là bảo chứng cho thuyết đa vũ trụ. Có năm hằng số cơ bản (như cường độ của các lực) đã được tinh chỉnh để cho phép sự sống tồn tại, và ông tin có vô số vũ trụ khác mang các hằng số tự nhiên không thích hợp cho sự sống.

Đây được gọi là "nguyên lý vị nhân". Nguyên lý vị nhân yếu khẳng định đơn giản rằng vũ trụ của chúng ta được tinh chỉnh để cho phép sự sống tồn tại (vì chúng ta ở đây để đưa ra tuyên bố này). Nguyên lý vị nhân mạnh cho rằng có lẽ sự tồn tại của chúng ta là hệ quả của một thiết kế hay mục đích nào đó. Hầu hết các nhà vũ trụ học đồng tình với nguyên lý vị nhân yếu, nhưng họ vẫn tranh luận sôi nổi về việc liệu nguyên lý vị nhân là một nguyên lý mới của khoa học, giúp đưa đến các khám phá hoặc kết quả mới, hay chỉ đơn giản là tuyên bố về một sự thật hiển nhiên.

LÝ THUYẾT LƯỢNG TỬ

Bên cạnh các chiều bậc cao và đa vũ trụ là một kiểu vũ trụ song song khác, đã làm đau đầu cả Einstein và các nhà vật lý ngày nay. Đó là vũ trụ lượng tử, được tiên đoán từ cơ học lượng tử thông thường. Các nghịch lý của vật lý lượng tử có vẻ "cứng đầu" tới mức nhà vật lý đoạt giải Nobel Richard Feynman đã thích thú thốt lên rằng *không ai* thực sự hiểu được lý thuyết lượng tử.

Mỉa mai thay, dù là lý thuyết thành công nhất mà trí tuệ loài người từng đề xuất (thường có độ chính xác lên đến 1/10 tỷ), nhưng lý thuyết lượng tử lại được xây dựng trên cơ hội, may rủi và xác suất. Không giống lý thuyết của Newton, vốn mang lại câu trả lời chắc chắn và xác định cho chuyển động của các vật, thuyết lượng tử chỉ tính được xác suất. Những thiết bị kỳ diệu của kỷ nguyên hiện đại như laser, Internet, máy vi tính, tivi, điện thoại di động, máy radar, lò vi ba và nhiều thứ khác, đều dựa trên những thay đổi khó nắm bắt của xác suất.

Ví dụ rõ nét nhất của câu hỏi hóc búa này là vấn đề "con mèo của Schrödinger" nổi tiếng (là đề xuất của một trong những vị cha đẻ của lý thuyết lượng tử nhằm phá vỡ cách giải thích dựa vào xác suất). Schrödinger phản đối gay gắt cách giải thích đó trong lý thuyết của mình: "Nếu chúng ta phải bám vào những bước nhảy lượng tử khốn kiếp thì tôi hối hận vì đã nhúng tay vào việc này."

Nghịch lý con mèo Schrödinger là như sau: một con mèo được đặt trong một chiếc hộp kín. Trong hộp có một khẩu súng chĩa về phía con mèo (cò súng được kết nối với một máy đếm Geiger đặt kế một mẫu urani). Thông thường, khi nguyên tử urani phân rã, nó sẽ kích hoạt máy đếm Geiger, làm khẩu súng nhả đạn và giết con mèo. Nhưng nguyên tử urani có thể phân rã hoặc không. Con mèo có thể chết hoặc sống. Đây là lẽ thường tình.

Nhưng trong lý thuyết lượng tử, chúng ta không biết chắc chắn khi nào urani phân rã. Vì vậy, chúng ta phải cộng hai xác suất ứng với hàm sóng của một nguyên tử bị phân rã và hàm sóng của một nguyên tử nguyên vẹn. Nhưng điều này có nghĩa để mô tả con mèo, chúng ta phải lấy tổng hai trạng thái của nó. Vì vậy, con mèo không sống mà cũng chẳng chết. Nó được biểu diễn như tổng của một con mèo sống và một con mèo chết!

Như Feynman từng viết, cơ học lượng tử "mô tả tự nhiên thật vô lý nếu xét theo cảm quan thông thường. Và nó hoàn toàn phù hợp với thực

nghiệm. Vì vậy tôi hy vọng bạn có thể chấp nhận sự vô lý của tự nhiên như nó vốn vậy."

Đối với Einstein và Schrödinger, điều này hết sức ngớ ngẩn. Einstein tin vào "thực tại khách quan" và đi theo quan điểm cảm quan thông thường của trường phái Newton, cho các vật tồn tại trong các trạng thái xác định chứ không phải là tổng của nhiều trạng thái khả dĩ. Nhưng cách giải thích kỳ lạ này lại là điểm cốt lõi của nền văn minh hiện đại. Nếu không có nó, các tiện nghi điện tử hiện đại (và cả các nguyên tử tạo thành cơ thể chúng ta) sẽ không thể tồn tại. (Trong thế giới bình thường, chúng ta vẫn đùa rằng không thể có chuyện "hơi có bầu" được. Nhưng trong thế giới lượng tử, nó thậm chí còn tệ hơn nữa. Con người tồn tại dưới dạng tổng thể đồng thời của tất cả các trạng thái: chưa mang thai, đã mang thai, một đứa bé, một bà cụ, một cô gái, một phụ nữ trưởng thành…)

Có vài cách để giải quyết nghịch lý khó chịu này. Những người khai sinh ra lý thuyết lượng tử tin vào lý giải của trường phái Copenhaghen, cho rằng khi mở cái hộp là ta đã thực hiện một phép đo và xác định được con mèo sống hay chết. Hàm sóng "co sụp" thành một trạng thái duy nhất và lẽ thường lại được khôi phục. Các sóng biến mất, chỉ còn lại các hạt. Điều này có nghĩa con mèo giờ đã ở trong trạng thái xác định (chết hoặc sống) và không còn được mô tả bởi một hàm sóng nữa.

Như vậy, có một rào cản vô hình ngăn cách thế giới kỳ lạ của nguyên tử với thế giới vĩ mô của con người, ở thế giới nguyên tử, mọi thứ được mô tả bởi sóng xác suất, trong đó các nguyên tử có thể ở nhiều nơi một lúc. Sóng ở một vị trí càng lớn thì xác suất tìm thấy hạt ở đó càng cao. Nhưng đối với các vật thể lớn, các sóng đó sẽ co sụp và các vật tồn tại trong trạng thái xác định; như vậy, lẽ thường tình lại thắng thế.

(Khi khách đến chơi nhà, Einstein đã chỉ lên Mặt Trăng và hỏi: "Có phải Mặt Trăng tồn tại vì có một con chuột đang nhìn nó không?" Ở một số khía cạnh, câu trả lời của trường phái Copenhagen có lẽ là có.)

Hầu hết các cuốn sách vật lý dành cho nghiên cứu sinh đều tán thành cách giải thích ban đầu của trường phái Copenhaghen, nhưng nhiều nhà vật lý đã gạt bỏ nó. Hiện nay, chúng ta đã có công nghệ nano và có thể thao tác trên từng nguyên tử riêng lẻ. Sử dụng kính hiển vi quét xuyên hầm, chúng ta có thể điều khiển các nguyên tử vụt hiện ra rồi biến mất như mong muốn. Không có rào cản vô hình nào ngăn cách thế giới vi mô và vĩ mô;

chúng liền mạch với nhau.

Hiện vẫn chưa có sự thống nhất về cách giải quyết vấn đề này, mặc dù nó là vấn đề cốt lõi của vật lý hiện đại. Tại các hội nghị, nhiều lý thuyết va chạm nảy lửa với nhau. Một quan điểm thiểu số cho rằng phải có một "ý thức hoàn vũ" ngự trị khắp vũ trụ. Các sự vật hiện ra dưới dạng thực thể khi phép đo được thực hiện, mà phép đo lại được thực hiện bởi thực thể có ý thức. Do đó, phải có một ý thức hoàn vũ ngự trị khắp vũ trụ để xác định trạng thái của chúng ta. Một số nhà khoa học, như nhà vật lý đạt giải Nobel Eugene Wigner, lập luận rằng điều này chứng tỏ sự tồn tại của Chúa hay một ý thức hoàn vũ nào đó. (Wigner viết: "Chúng ta không thể thiết lập các định luật [của thuyết lượng tử] hoàn toàn nhất quán mà không viện dẫn đến ý thức." Ông thậm chí còn viện dẫn đến triết học Vedanta của đạo Hồi, trong đó mô tả vũ trụ bị ý thức chi phối sâu sắc.)

Một quan điểm khác về nghịch lý này là ý tưởng "đa thế giới", được Hugh Everett đề xuất vào năm 1957. Theo Everett mô tả, vũ trụ chỉ đơn giản là tách làm đôi, một nửa chứa con mèo sống và nửa kia chứa con mèo chết. Điều này ngụ ý về sự sinh sôi hàng loạt hay việc chia tách thành các vũ trụ song song mỗi lần một sự kiện lượng tử xảy ra. Mọi vũ trụ khả dĩ đều thực sự tồn tại. Vũ trụ càng kỳ lạ thì xác suất của chúng càng thấp, nhưng dù sao các vũ trụ đó cũng vẫn tồn tại. Lý thuyết này cho phép tồn tại một vũ trụ song song, nơi quân Phát xít chiến thắng Thế chiến II, hay một thế giới nơi Hạm đội Tây Ban Nha[12] chưa từng bị đánh bại và cả thế giới đang nói tiếng Tây Ban Nha. Nói cách khác, hàm sóng không bao giờ co sụp. Nó chỉ tiếp tục con đường của mình, tách thành vô số vũ trụ một cách tự nhiên.

Như nhà vật lý Alan Guth của MIT từng nói: "Có một vũ trụ mà Elvis[13] vẫn còn sống và Al Gore[14] trở thành tổng thống." Nhà vật lý đạt giải Nobel Frank Wilczek nói: "Chúng ta bị ám ảnh bởi nhận thức rằng có vô số bản sao chỉ khác chúng ta đôi chút đang sống trong các vũ trụ song song của họ, và rằng mỗi lúc sẽ có ngày càng nhiều bản sao xuất hiện, gánh vác nhiều tương lai khác nhau của chúng ta."

Một quan điểm đang giành nhiều sự ủng hộ trong cộng đồng vật lý là "sự mất tính kết hợp". Lý thuyết này cho rằng tất cả các vũ trụ song song đó đều khả dĩ, nhưng hàm sóng của chúng ta mất đi sự kết hợp với các vũ trụ đó (tức là không còn dao động đồng bộ) nên không còn sự tương tác

với chúng. Điều này ngụ ý rằng bên trong căn phòng đang ở, ta tồn tại đồng thời với hàm sóng của khủng long, người ngoài hành tinh, cướp biển, kỳ lân — tất cả đều tin tưởng chắc chắn rằng vũ trụ của chúng là "thực tại" duy nhất, nhưng chúng ta không còn "bắt sóng" được với chúng nữa.

Theo nhà vật lý đạt giải Nobel Steve Weinberg, điều này cũng giống như việc dò kênh cho chiếc radio khi đang ngồi trong phòng. Ta biết căn phòng tràn ngập tín hiệu của nhiều đài khác nhau trong nước và thế giới. Nhưng chiếc radio chỉ bắt được đúng một kênh. Nó "mất tính kết hợp" với tất cả các kênh khác. (Weinberg kết luận rằng "đa thế giới" là "một ý tưởng nghèo nàn khi so sánh với các ý tưởng khác.")

Vậy liệu có tồn tại hàm sóng của một Liên đoàn Hành tinh tàn độc đi xâm chiếm các hành tinh yếu hơn và nô dịch kẻ thù của mình? Có lẽ có, nhưng chúng ta đã mất kết nối với vũ trụ đó.

VŨ TRỤ LƯỢNG TỬ

Khi Hugh Everett thảo luận lý thuyết "đa thế giới" của mình với các nhà vật lý khác, ông thường nhận được sự lúng túng hoặc thờ ơ. Nhà vật lý Bryce DeWitt ở Đại học Texas bác bỏ lý thuyết này vì "đơn giản là không thể cảm thấy mình bị chia tách". Nhưng Everett cho rằng điều này cũng giống như cách Galileo trả lời những người chỉ trích ông chỉ vì họ không cảm thấy Trái Đất đang quay. (Cuối cùng DeWitt cũng bị Everett thuyết phục và trở thành người ủng hộ hàng đầu cho lý thuyết này.)

Suốt nhiều thập kỷ, lý thuyết "đa thế giới" chìm đắm trong sự rối rắm khó hiểu chỉ vì nó quá huyền ảo để trở thành sự thật. John Wheeler, người hướng dẫn của Everett ở Đại học Princeton, cuối cùng kết luận rằng lý thuyết này mang theo quá nhiều "hành lý quá khổ". Nhưng lý thuyết của Everett bỗng trở nên thời thượng ở thời điểm hiện tại, do các nhà vật lý đang cố gắng áp dụng lý thuyết lượng tử cho địa hạt cuối cùng còn cản trở sự lượng tử hóa: chính bản thân vũ trụ. Việc áp dụng nguyên lý bất định cho toàn bộ vũ trụ sẽ tự nhiên dẫn đến khái niệm đa vũ trụ.

Thoạt nhìn, khái niệm "vũ trụ học lượng tử" có vẻ mâu thuẫn: thuyết lượng tử mô tả thế giới vô cùng nhỏ bé của các nguyên tử, trong khi vũ trụ học lại mô tả toàn vũ trụ. Nhưng ở thời điểm diễn ra Vụ Nổ Lớn, vũ trụ cũng là rất nhỏ so với electron. Các nhà vật lý đồng tình rằng electron phải

được lượng tử hóa, tức là được mô tả bằng một phương trình sóng xác suất (phương trình Dirac) và có thể tồn tại trong các trạng thái song song. Do đó, nếu các electron được lượng tử hóa và vũ trụ từng nhỏ hơn một electron thì vũ trụ cũng phải tồn tại trong các trạng thái song song — một cách tự nhiên, cách giải này sẽ dẫn đến cách tiếp cận "đa thế giới".

Tuy nhiên, cách giải thích Copenhagen của Niels Bohr gặp phải nhiều vấn đề khi áp dụng cho toàn vũ trụ. Dù được dạy trong mọi khóa cơ học lượng tử dành cho nghiên cứu sinh, nhưng cách giải thích này phụ thuộc vào một "quan sát viên" thực hiện việc đo đạc và làm co sụp hàm sóng. Quá trình quan sát là yếu tố cốt lõi để xác định thế giới vĩ mô. Nhưng bằng cách nào mà một người đang quan sát toàn thể vũ trụ lại có thể ở "bên ngoài" vũ trụ? Nếu có một hàm sóng mô tả vũ trụ thì làm thế nào mà một quan sát viên "bên ngoài" có thể làm co sụp hàm sóng của vũ trụ? Thực tế, một số nhà nghiên cứu coi việc không thể quan sát vũ trụ từ "bên ngoài" là một thiếu sót nghiêm trọng của cách giải thích Copenhagen.

Cách tiếp cận "đa thế giới" mang lại lời giải đơn giản cho vấn đề này: vũ trụ tồn tại trong nhiều trạng thái song hành, tất cả được xác định bởi một hàm sóng tổng thể, gọi là "hàm sóng của vũ trụ". Trong vũ trụ học lượng tử, vũ trụ khởi đầu từ một biến thiên lượng tử của chân không, chỉ như một bong bóng nhỏ bé trong đám sủi bọt của không-thời gian. Hầu hết các vũ trụ sơ sinh trong đám bọt không-thời gian này đều trải qua một vụ nổ lớn và tiêu biến gần như tức thì trong một Vụ Co Lớn tiếp sau đó. Đó là lý do chúng ta chưa bao giờ nhìn thấy chúng: chúng quá nhỏ và có thời gian sống ngắn ngủi, liên tục hình thành và biến mất từ chân không. Điều này có nghĩa là thậm chí "hư vô" cũng đang sôi sục với các vũ trụ sơ sinh vụt hiện ra rồi tan biến, nhưng nó xảy ra trên thang khoảng cách quá nhỏ để các thiết bị của chúng ta có thể phát hiện. Nhưng vì một số lý do nào đó, một trong số các bong bóng trong đám bọt không-thời gian này không tái co sụp trong Vụ Co Lớn mà vẫn tiếp tục giãn nở. Đó chính là vũ trụ của chúng ta. Theo Alan Guth, điều này có nghĩa toàn thể vũ trụ là một bữa trưa hoàn toàn miễn phí.

Trong vũ trụ học lượng tử, các nhà vật lý bắt đầu với phương trình DeWitt-Wheeler, tác dụng lên "hàm sóng của vũ trụ". Đây là phương trình tương tự như phương trình Schrödinger, vốn chi phối hàm sóng của các electron và các nguyên tử. Thông thường, hàm sóng Schrödinger xác định

tại mỗi điểm trong không gian và thời gian, nhờ đó ta tính được cơ hội tìm thấy một electron tại điểm đó. Nhưng "hàm sóng của vũ trụ" được xác định trên tất cả các vũ trụ khả dĩ. Nếu hàm sóng vũ trụ đối với một vũ trụ xác định nào đó là lớn thì vũ trụ đó có nhiều khả năng tồn tại trong một trạng thái cụ thể.

Hawking đã đào sâu theo hướng quan điểm này. Ông nhận định vũ trụ của chúng ta rất đặc biệt so với những vũ trụ khác. Hàm sóng của vũ trụ đối với vũ trụ chúng ta là lớn và gần như triệt tiêu đối với hầu hết các vũ trụ còn lại. Do đó, các vũ trụ khác cũng có một xác suất dù nhỏ nhưng xác định để tồn tại trong hệ thống đa vũ trụ, nhưng xác suất này đối với vũ trụ của chúng ta là lớn nhất. Trên thực tế, đây chính là cách mà Hawking đã cố gắng rút ra kết quả về sự lạm phát. Trong bức tranh này, một vũ trụ lạm phát chỉ đơn giản là dễ tồn tại hơn so với một vũ trụ không lạm phát, do đó vũ trụ của chúng ta có lạm phát.

Lý thuyết cho rằng vũ trụ của chúng ta xuất hiện từ đám bọt không-thời gian "hư vô" dường như hoàn toàn không thể kiểm chứng, nhưng nó phù hợp với một số quan sát đơn giản. Đầu tiên là quan sát đáng kinh ngạc của nhiều nhà vật lý rằng tổng lượng điện tích dương và điện tích âm của vũ trụ chúng ta triệt tiêu nhau hoàn toàn, ít nhất là với mức độ chính xác trong thực nghiệm. Chúng ta mặc định rằng ngoài không gian, lực hấp dẫn hoàn toàn chiếm ưu thế, còn các điện tích dương và âm là vừa đủ để triệt tiêu nhau. Chỉ một sự mất cân bằng dù nhỏ nhất giữa điện tích dương và âm trên Trái Đất cũng có thể đủ để xé toạc Trái Đất, do tác dụng của lực điện thắng thế lực hấp dẫn gắn kết các phần của Trái Đất. Một cách đơn giản để lý giải sự cân bằng giữa điện tích dương và âm là giả định rằng vũ trụ của chúng ta được hình thành từ "hư vô", mà "hư vô" thì có điện tích bằng không.

Thứ hai, vũ trụ của chúng ta không quay trên tổng thể. Mặc dù suốt nhiều năm, Kurt Gödel đã cố gắng chứng minh vũ trụ đang quay bằng cách cộng gộp spin của các thiên hà lại với nhau, nhưng các nhà thiên văn học hiện tin rằng chuyển động quay tính trên tổng thể là bằng không. Điều này có thể được giải thích dễ dàng nếu vũ trụ của chúng ta được hình thành từ "hư vô," vì "hư vô" không quay.

Thứ ba, việc vũ trụ của chúng ta được hình thành từ hư vô sẽ giúp giải thích tại sao tổng lượng vật chất-năng lượng của vũ trụ là quá nhỏ, thậm

chí bằng không. Khi chúng ta cộng gộp năng lượng dương của vật chất và năng lương âm liên quan tới lực hấp dẫn, chúng dường như triệt tiêu nhau. Theo thuyết tương đối rộng, nếu vũ trụ là đóng và hữu hạn thì tổng lượng vật chất-năng lượng trong vũ trụ đúng bằng không. (Nếu vũ trụ của chúng ta là mở và vô hạn thì điều này không còn đúng nữa, nhưng lý thuyết lạm phát dường như cho thấy tổng lượng vật chất-năng lượng trong vũ trụ chúng ta là rất nhỏ.)

CÁC VŨ TRỤ CÓ THỂ LIÊN LẠC VỚI NHAU?

Một số câu hỏi hóc búa nảy sinh từ vấn đề các vũ trụ song song bao gồm: giả sử các nhà vật lý không thể loại bỏ khả năng tồn tại của một vài kiểu vũ trụ song song, vậy liệu chúng ta có khả năng liên lạc với các vũ trụ này? Có thể viếng thăm chúng? Hay liệu có phải các thực thể ở các vũ trụ khác đã từng ghé thăm chúng ta không?

Việc tiếp xúc với các vũ trụ lượng tử khác không có tính kết hợp với chúng ta dường như chẳng mấy khả thi. Chúng ta mất tính kết hợp với các vũ trụ khác bởi các nguyên tử của chúng ta va chạm với vô vàn các nguyên tử khác trong môi trường xung quanh. Mỗi lần một va chạm diễn ra, hàm sóng của nguyên tử đó sẽ "suy sụp" một ít; điều này khiến cho số vũ trụ song song giảm đi. Mỗi va chạm lại thu hẹp thêm số khả năng hình thành. Tổng số vụ "co sụp mini" của hàng tỷ tỷ nguyên tử này mang lại ảo giác rằng toàn bộ nguyên tử của cơ thể chúng ta co sụp thành một trạng thái xác định. Như vậy, "hiện thực khách quan" của Einstein là một ảo ảnh tạo ra từ thực tế là cơ thể chúng ta được tạo thành từ vô số nguyên tử, mỗi nguyên tử lại va vào các nguyên tử khác, mỗi lần va chạm như vậy lại làm giảm số vũ trụ khả dĩ.

Điều này cũng giống như việc nhìn vào một bức ảnh không tiêu cự trong máy ảnh. Bức ảnh đó tương tự với thế giới vi mô, nơi mọi thứ dường như mờ ảo và vô định. Nhưng mỗi lần ta điều chỉnh tiêu cự của máy ảnh, bức ảnh sẽ trở nên sắc nét hơn. Tương tự mỗi va chạm trong số hàng tỷ tỷ vụ va chạm nhỏ với các nguyên tử kế cận, lại làm giảm số vũ trụ khả dĩ. Theo cách này, chúng ta sẽ tạo nên bước chuyển mượt mà từ thế giới vi mô mờ ảo sang thế giới vĩ mô.

Vì vậy, xác suất để vũ trụ chúng ta có sự tương tác với các vũ trụ khác

là khác không, nhưng nó giảm nhanh theo số nguyên tử trong cơ thể của ta. Vì có nhiều tỷ tỷ nguyên tử trong cơ thể nên cơ hội để ta có thể tương tác với các vũ trụ có khủng long hay người ngoài hành tinh đang sinh sống là vô cùng nhỏ. Các tính toán cho thấy, ta sẽ phải đợi một thời gian còn lâu hơn cả tuổi đời của vũ trụ để một sự kiện như vậy xảy ra.

Do đó, dù khả năng liên lạc với một vũ trụ lượng tử song hành là không thể loại bỏ, nhưng nó vô cùng hiếm hoi vì chúng ta không có tính kết hợp với các vũ trụ này. Nhưng trong vũ trụ học, chúng ta gặp phải một kiểu vũ trụ song song khác: một hệ thống đa vũ trụ cùng tồn tại đồng thời, giống như các bong bóng xà phòng nổi lềnh bềnh trong bồn tắm. Việc tiếp xúc với một vũ trụ khác trong đa vũ trụ là một câu hỏi khác. Rõ ràng, đó là một kỳ công đầy thách thức nhưng khả dĩ đối với một nền văn minh bậc III.

Như đã thảo luận, để mở ra một lỗ hổng trong không gian hay phóng đại một bong bóng không-thời gian, chúng ta cần năng lượng tương đương mức năng lượng Planck; tại đây những gì đã biết trong vật lý đều bị phá vỡ. Không gian và thời gian không ổn định ở mức năng lượng này, mở ra khả năng chúng ta có thể rời bỏ vũ trụ của mình (giả định rằng các vũ trụ khác có tồn tại và chúng ta không bị tiêu diệt trong quá trình rời đi này.)

Đây không phải là một câu hỏi thuần túy hàn lâm, vì mọi dạng sống thông minh trong vũ trụ sẽ đều phải đối diện với kết cục của vũ trụ vào một ngày nào đó. Rốt cuộc, lý thuyết về đa vũ trụ có thể là cứu tinh cho mọi dạng sống có trí tuệ trong vũ trụ của chúng ta. Các dữ liệu từ vệ tinh WMAP quay quanh Trái Đất xác nhận vũ trụ đang giãn nở gia tốc. Vào một ngày nào đó, tất cả chúng ta rồi sẽ phải đối diện với sự diệt vong trong sự kiện mà các nhà vật lý gọi là Vụ Đóng Băng Lớn. Cuối cùng, toàn thể vũ trụ sẽ trở nên tối tăm, mọi ngôi sao trên bầu trời đều tắt lụi và vũ trụ đầy rẫy những ngôi sao chết, các sao neutron và hố đen. Thậm chí các nguyên tử tạo thành chúng cũng có thể bắt đầu phân rã. Nhiệt độ có thể hạ xuống gần không độ tuyệt đối, khiến sự sống không còn khả dĩ.

Khi vũ trụ tiến đến thời điểm đó, một nền văn minh tân tiến có thể sẽ phải tính đến việc di chuyển tới một vũ trụ khác. Họ sẽ phải lựa chọn giữa chờ chết hoặc rời đi. Các định luật vật lý là bản tuyên án đối với mọi dạng sống có trí tuệ, nhưng chúng vẫn có một điều khoản đem lại khả năng giải thoát.

Nền văn minh này sẽ phải khai thác năng lượng của các máy gia tốc hạt

khổng lồ và các chùm tia laser lớn như Hệ Mặt Trời hoặc cả quần tinh để tập trung một lượng năng lượng khủng khiếp vào một điểm duy nhất, nhờ đó đạt đến mức năng lượng Planck hoang đường. Cách này mở ra khả năng tạo được một lỗ sâu hoặc một cánh cổng tiến vào một vũ trụ khác. Một nền văn minh bậc III có thể sử dụng năng lượng khổng lồ như một phương kế để mở ra lỗ sâu giúp đi vào một vũ trụ khác, bỏ lại vũ trụ đang chết dần của chúng ta và làm lại từ đầu.

MỘT VŨ TRỤ SƠ SINH TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM?

Dù có vẻ xa vời nhưng một số ý tưởng kể trên vẫn được các nhà vật lý nhìn nhận nghiêm túc. Chẳng hạn, khi cố gắng hiểu được cách Vụ Nổ Lớn bắt đầu, chúng ta phải phân tích các điều kiện khả dĩ dẫn đến vụ nổ ban đầu. Nói cách khác, chúng ta phải đặt ra câu hỏi: làm cách nào để tạo ra một vũ trụ sơ sinh trong phòng thí nghiệm? Theo nhà vũ trụ học Andrei Linde ở Đại học Stanford — một trong những người đề xuất ý tưởng vũ trụ lạm phát, nếu chúng ta có thể tạo ra những vũ trụ sơ sinh thì đó "có lẽ là thời điểm Chúa được tái định nghĩa còn phức tạp hơn cả người tạo ra vũ trụ."

Ý tưởng này không hề mới. Nhiều năm trước đây, khi các nhà vật lý tính năng lượng cần thiết để châm ngòi cho Vụ Nổ Lớn, "nhiều người ngay lập tức thắc mắc điều gì sẽ xảy ra nếu ta dồn cùng lúc quá nhiều năng lượng vào một vùng không gian nhỏ trong phòng thí nghiệm. Liệu ta có thể tập trung đủ năng lượng để tạo ra một vụ nổ lớn mini không?" Linde đã đặt ra nghi vấn.

Nếu ta tập trung đủ năng lượng vào một điểm duy nhất, tất cả những gì ta nhận được chỉ là một vụ co sụp không-thời gian thành hố đen. Nhưng vào năm 1981, Alan Guth ở MIT và Linde đã đề xuất lý thuyết "vũ trụ lạm phát", được giới vũ trụ học rất quan tâm. Theo ý tưởng này, Vụ Nổ Lớn bắt đầu từ một vụ bùng phát tiếp áp, nhanh hơn rất nhiều so với suy nghĩ trước đó. (Ý tưởng vũ trụ lạm phát đã giải quyết được nhiều vấn đề hóc búa trong vũ trụ học, như tại sao vũ trụ lại đồng đều đến vậy. Chúng ta nhận thấy sự đồng nhất của vũ trụ khắp từ đầu này tới đầu kia của bầu trời đêm, mặc dù tính từ thời điểm Vụ Nổ Lớn, các vùng cách xa nhau này không có đủ thời gian để kịp liên lạc với nhau. Theo thuyết vũ trụ lạm phát,

điều này là do một mẩu bé nhỏ tương đối đồng đều của không-thời gian đã giãn nở bùng phát thành toàn thể vũ trụ khả kiến.) Để khởi động cho sự lạm phát, Guth giả định rằng ở thời điểm bắt đầu của thời gian, đã có rất nhiều bong bóng không-thời gian nhỏ tồn tại và một trong số đó đã lạm phát dữ dội thành vũ trụ hiện nay.

Vậy là cùng một lúc, thuyết vũ trụ lạm phát đã trả lời được một loạt câu hỏi về vũ trụ. Hơn nữa, nó nhất quán với tất cả các dữ kiện mà các vệ tinh WMAP và COBE thu thập được từ ngoài không gian. Chẳng còn nghi ngờ gì nữa, nó là ứng cử viên hàng đầu cho một lý thuyết về Vụ Nổ Lớn.

Nhưng lý thuyết vũ trụ lạm phát cũng đặt ra hàng loạt câu hỏi gây bối rối. Tại sao bong bóng này lại bắt đầu lạm phát? Cái gì đã làm ngưng sự lạm phát để hình thành nên vũ trụ hiện nay? Nếu sự lạm phát đã từng xảy ra thì liệu nó có tái diễn không? Điều đáng tiếc là, mặc dù kịch bản lạm phát là lý thuyết hàng đầu trong vũ trụ học, nhưng hầu như không ai biết cái gì đã khởi phát sự lạm phát và tại sao nó dừng lại.

Để trả lời những câu hỏi nhức nhối đó, vào năm 1987, Alan Guth và Edward Fahri ở MIT đã đặt ra một câu hỏi giả định khác: một nền văn minh tân tiến có thể làm lạm phát vũ trụ của họ như thế nào? Hai ông tin rằng nếu giải đáp được câu hỏi này, họ sẽ có thể trả lời câu hỏi còn sâu xa hơn về lý do vũ trụ khởi đầu từ lạm phát.

Họ nhận thấy nếu ta tập trung đủ năng lượng tại một điểm duy nhất, các bong bóng không-thời gian nhỏ sẽ hình thành ngay tức thì. Nhưng nếu chúng quá nhỏ, chúng sẽ biến mất trở lại vào đám bọt không-thời gian. Chỉ bong bóng nào đủ lớn mới có thể giãn nở thành một vũ trụ hoàn thiện.

Nhìn từ bên ngoài, vụ ra đời vũ trụ mới này sẽ không giống vụ nổ của một quả bom nguyên tử 500 kiloton mà chỉ như một bong bóng nhỏ chợt biến mất khỏi vũ trụ và để lại một vụ nổ hạt nhân nhỏ. Nhưng bên trong bong bóng, có thể là một vũ trụ giãn nở hoàn toàn mới. Thử nghĩ về một bong bóng xà phòng tách ra làm đôi hoặc sinh ra một bong bóng nhỏ, tạo nên một bong bóng xà phòng mới sinh. Bong bóng vừa hình thành này có thể giãn nở nhanh chóng thành một bong bóng hoàn toàn mới. Tương tự, bên trong vũ trụ mới ta sẽ nhìn thấy một vụ nổ dữ dội của không-thời gian và sự hình thành một vũ trụ hoàn thiện.

Kể từ năm 1987, nhiều lý thuyết đã được đề xuất để xem xét mức năng lượng cần cho một bong bóng lớn giãn nở thành một vũ trụ toàn vẹn. Được

chấp nhận phổ biến nhất là lý thuyết cho rằng một hạt mới có tên là "hạt inflaton" đã làm bất ổn định không-thời gian, khiến các bong bóng hình thành và giãn nở.

Tranh luận lại nổ ra vào năm 2006 khi các nhà vật lý bắt đầu xem xét nghiêm túc một đề xuất mới, mô tả cách thức kích hoạt một vũ trụ sơ sinh bằng đơn cực từ. Mặc dù các đơn cực từ — các hạt chỉ có cực bắc hoặc cực nam chứ không có cả hai cực như nam châm — chưa được tìm thấy nhưng người ta tin rằng chúng đã chi phối vũ trụ thuở ban sơ. Chúng quá nặng nên vô cùng khó để tạo ra trong phòng thí nghiệm, nhưng cũng chính vì có khối lượng lớn như vậy nên khi rọi thêm nhiều năng lượng lên một đơn cực từ, chúng ta sẽ có thể kích hoạt một vũ trụ sơ sinh giãn nở thành một vũ trụ thật sự.

Tại sao các nhà vật lý muốn tạo ra một vũ trụ? Linde cho biết: "Trong viễn cảnh này, mỗi chúng ta đều có thể trở thành một vị thần." Nhưng lý do thực tiễn hơn nằm ở mục đích tối thượng là để thoát khỏi kết cục chết chóc của vũ trụ mà chúng ta đang cư trú.

SỰ TIẾN HÓA CỦA CÁC VŨ TRỤ?

Một số nhà vật lý còn đẩy ý tưởng này tiến xa hơn tới sát biên giới của khoa học viễn tưởng, bằng cách đặt ra câu hỏi liệu trí tuệ đã đóng góp vào việc thiết kế nên vũ trụ hay không.

Theo đề xuất Guth/Fahri, một nền văn minh tân tiến có thể tạo ra một vũ trụ sơ sinh, nhưng các hằng số vật lý (như khối lượng của electron và proton, hay cường độ của bốn lực cơ bản) vẫn giống với vũ trụ chúng ta. Nhưng nếu nền văn minh đó có thể tạo ra một vũ trụ sơ sinh có các hằng số cơ bản khác đi đôi chút thì sao? Khi đó, các vũ trụ này có thể "tiến hóa" theo thời gian và mỗi lứa vũ trụ sơ sinh sẽ khác đôi chút so với lứa trước.

Nếu coi các hằng số cơ bản như "ADN" của một vũ trụ thì các dạng sống thông minh sẽ có khả năng tạo ra các vũ trụ con với ADN khác nhau chút ít. Cuối cùng, các vũ trụ sẽ tiến hóa và sinh sôi nảy nở; vũ trụ nào có ADN tốt nhất sẽ cho phép dạng sống thông minh phát triển. Nhà vật lý Edward Harrison đã đề xuất "sự chọn lọc tự nhiên" giữa các vũ trụ dựa trên ý tưởng trước đó của Lee Smolin. Các vũ trụ chiếm ưu thế trong đa vũ trụ là những vũ trụ có ADN tốt nhất: chúng phù hợp cho việc khai sinh những

nền văn minh tiến bộ và những nền văn minh này lại có thể tạo ra nhiều vũ trụ con hơn nữa. Quy luật "Kẻ sống sót phù hợp nhất" chính là sự tồn tại của những vũ trụ thích hợp nhất để tạo ra các nền văn minh tiến bộ.

Nếu bức tranh này đúng, nó sẽ giải thích tại sao các hằng số của vũ trụ lại được "tinh chỉnh" cho phép sự sống tồn tại. Nguyên nhân rất đơn giản: các vũ trụ có bộ hằng số cơ bản phù hợp lý tưởng với sự sống là những vũ trụ sinh sôi nảy nở nhất trong đa vũ trụ.

(Mặc dù ý tưởng "sự tiến hóa của các vũ trụ" đầy hấp dẫn vì có khả năng giải thích vấn đề nguyên lý vị nhân, nhưng nó có khó khăn là không thể kiểm chứng và cũng không thể phủ nhận. Chúng ta sẽ phải đợi đến khi có được một lý thuyết của vạn vật hoàn chỉnh thì mới có thể nắm bắt ý tưởng này.)

Hiện tại, công nghệ của chúng ta còn quá thô sơ để có thể làm hé lộ sự tồn tại của các vũ trụ song song. Vì vậy, chúng sẽ được xếp vào nhóm Bất khả thi loại II — chưa khả dĩ ở thời điểm hiện nay, nhưng không vi phạm các định luật vật lý. Trong tương lai hàng nghìn đến cả triệu năm tới, những nhận định này có thể trở thành nền tảng của một công nghệ mới đối với một nền văn minh bậc III.

PHẦN 3
BẤT KHẢ THI LOẠI III

14: ĐỘNG CƠ VĨNH CỬU

Các lý thuyết phải trải qua bốn giai đoạn để được chấp nhận:
i. nó vô nghĩa và vô giá trị
ii. nó thú vị nhưng khó hiểu
iii. nó đúng nhưng chẳng mấy quan trọng
iv. Tôi luôn nói vậy mà.
— J. B. S. HALDANE, 1963

Trong tiểu thuyết kinh điển *The God themselves* (Bản thân các vị thần) của văn hào Isaac Asimov, một nhà hóa học vô danh vào năm 2070 đã vô tình phát minh ra máy bơm electron có khả năng tạo ra nguồn năng lượng vừa vô hạn vừa miễn phí, được xem là khám phá vĩ đại nhất mọi thời đại. Phát minh này có tác động tức thì và vô cùng sâu sắc. Nhà hóa học này được tôn vinh là nhà khoa học vĩ đại nhất trong lịch sử nhờ làm thỏa mãn được cơn khát năng lượng của nhân loại. "Đó là ông già Noel và cây đèn thần của chúng ta." Asimov viết. Công ty của nhà phát minh nọ nhanh chóng trở nên giàu nhất hành tinh, đẩy dầu mỏ, khí đốt, than đá và nền công nghiệp hạt nhân vào dĩ vãng.

Thế giới khi ấy tắm mình trong năng lượng miễn phí và nền văn minh vận hành nhờ nguồn năng lượng mới được tìm thấy này. Nhưng trong khi mọi người đang hồ hởi với thành tựu to lớn này thì một nhà vật lý lại trăn trở. "Tất cả năng lượng này đến từ đâu?" Ông tự hỏi. Cuối cùng ông đã khám phá ra bí mật: năng lượng miễn phí được đánh đổi với một cái giá khủng khiếp. Nó thoát ra từ một lỗ hổng trong không gian kết nối vũ trụ chúng ta với một vũ trụ song song, và dòng chảy năng lượng đột ngột vào vũ trụ của chúng ta đang khởi phát một chuỗi phản ứng dây chuyền, cuối cùng sẽ phá hủy các ngôi sao và các thiên hà, biến Mặt Trời thành một vụ nổ siêu tân tinh và phá hủy Trái Đất cùng với nó.

Kể từ khi lịch sử bắt đầu được ghi nhận, chiếc chén thánh của các nhà

phát minh, các khoa học gia cũng như của những kẻ bịp bợm và những nghệ sĩ giả danh chính là thiết bị hoang đường mang tên "động cơ vĩnh cửu", thứ sẽ chạy mãi mà không hao phí năng lượng. Một dạng thức thậm chí còn tốt hơn nữa là một thiết bị có thể tạo ra mức năng lượng lớn hơn cả mức tiêu thụ của nó, giống như máy bơm electron ở trên, thứ tạo ra năng lượng miễn phí và không giới hạn.

Trong những năm tới, khi nền công nghiệp của chúng ta dần sử dụng cạn kiệt nguồn dầu thô giá rẻ, nhân loại sẽ phải đối mặt với áp lực khủng khiếp là làm sao để tìm ra những nguồn năng lượng thay thế vừa sạch vừa có trữ lượng lớn. Giá khí đốt tăng vụt, sản lượng khai thác giảm, vấn nạn ô nhiễm môi trường trầm trọng hơn và sự biến đổi của bầu khí quyển đang khiến vấn đề năng lượng được quan tâm trở lại.

Hiện nay, một số nhà phát minh "dựa hơi" vào mối lo lắng này vẫn hứa hẹn sẽ cung cấp được nguồn năng lượng miễn phí không giới hạn, thậm chí chào bán các phát minh của họ với giá hàng trăm triệu đô-la. Số nhà đầu tư liên tục tăng nhanh do bị cám dỗ từ những tuyên bố có cánh của giới truyền thông tài chính rằng đây sẽ là những Edison tiếp theo.

Động cơ vĩnh cửu được ưa thích rộng rãi. Trong tập "Sự giải thể PTA" của bộ phim *The Simpsons* (Gia đình Simpson), Lisa chế tạo một động cơ vĩnh cửu dưới sự thúc ép của một giáo viên. Điều này khiến bố Homer đưa ra tuyên bố chắc nịch: "Lisa, vào đây đi… trong ngôi nhà này, mọi thứ tuân theo các định luật nhiệt động lực học!"

Trong các trò chơi điện tử như *The Sims, Xenosaga* phần I và II, *Ultima VI: The False Prophet,* cũng như trong phim hoạt hình *Invader Zim* (Zim, kẻ xâm lược) của Nickelodeon, động cơ vĩnh cửu đều xuất hiện nổi bật trong cốt truyện.

Nhưng nếu năng lượng quý giá đến vậy thì khả năng chính xác của việc tạo ra một động cơ vĩnh cửu là gì? Những thiết bị như vậy có thực sự bất khả thi, hay việc chế tạo ra chúng sẽ đòi hỏi chúng ta phải nhìn nhận lại các định luật vật lý?

LỊCH SỬ DƯỚI GÓC NHÌN NĂNG LƯỢNG

Năng lượng là yếu tố sống còn của nền văn minh. Trên thực tế, chúng ta có thể sử dụng năng lượng làm tham chiếu để xem xét toàn bộ lịch sử loài

người. Phải tới 99,9% các xã hội nguyên thủy có đời sống du mục, kham khổ kiếm ăn nhờ săn bắt và hái lượm. Cuộc sống khi ấy thật tàn khốc và ngắn ngủi. Năng lượng có sẵn chỉ bằng 1/5 mã lực, chính là sức mạnh cơ bắp. Những phân tích về xương của tổ tiên chúng ta cho thấy bằng chứng của những tổn thương và hao mòn do áp lực sinh tồn thường nhật. Tuổi thọ trung bình của họ chưa tới 20.

Nhưng sau khi thời kỳ băng hà kết thúc khoảng 10.000 năm trước, chúng ta phát minh ra nền nông nghiệp và thuần hóa động vật, đặc biệt là ngựa, giúp nguồn năng lượng tạo ra tăng dần lên một đến hai mã lực. Điều này thúc đẩy sự hình thành cuộc cách mạng lớn đầu tiên trong lịch sử loài người. Với sức ngựa hay trâu bò, một người có đủ năng lượng tự cày xới cả cánh đồng, đi hàng chục kilômét mỗi ngày, hay di chuyển hàng tấn đá hay lương thực từ nơi này đến nơi khác. Lần đầu tiên trong lịch sử, các gia đình có nguồn năng lượng thặng dư và kết quả là những thành phố đầu tiên bắt đầu thành hình. Nhờ dư thừa năng lượng, xã hội có thể hỗ trợ hình thành các tầng lớp thợ thủ công, kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng và công nhân, nhờ đó nền văn minh cổ đại trở nên thịnh vượng hơn. Những kim tự tháp và các đế quốc mọc lên từ rừng sâu và hoang mạc. Tuổi thọ trung bình của con người tiến đến con số 30.

Cuộc cách mạng lớn lần hai trong lịch sử loài người diễn ra khoảng 300 năm sau đó. Với việc phát minh ra máy móc và động cơ hơi nước, năng lượng mà một người có thể sở hữu tăng vụt lên hàng chục mã lực. Sử dụng đầu máy hơi nước, giờ đây con người có thể băng qua các lục địa chỉ trong vài ngày. Máy móc giúp cày xới các cánh đồng, đưa hàng trăm hành khách vượt qua quãng đường hàng nghìn kilômét và cho phép chúng ta xây dựng nên những thành phố chọc trời. Tuổi thọ trung bình vào những năm 1900 ở Mỹ là khoảng 50.

Hiện nay, chúng ta đã đi qua cuộc cách mạng lớn lần thứ ba trong lịch sử nhân loại: cuộc cách mạng thông tin. Do bùng nổ dân số và cơn khát điện cũng như các năng lượng khác, nhu cầu năng lượng của chúng ta đã tăng vọt và các nguồn cung đang bị đẩy tới giới hạn. Mức năng lượng khả dĩ dành cho mỗi cá nhân đã lên đến hàng nghìn mã lực. Vì chỉ một chiếc xe hơi cũng có thể tạo ra công suất hàng trăm mã lực nên chẳng mấy ngạc nhiên khi thấy nhu cầu năng lượng ngày càng tăng cao đã khơi mào mối quan tâm đối với việc tìm kiếm các nguồn năng lượng lớn hơn, trong đó

có động cơ vĩnh cửu.

ĐỘNG CƠ VĨNH CỬU TRONG LỊCH SỬ

Công cuộc tìm kiếm động cơ vĩnh cửu đã bắt đầu ngay từ xa xưa. Nỗ lực chế tạo một động cơ vĩnh cửu đầu tiên được ghi nhận vào thế kỷ 8 ở xứ Bavaria. Nó là nguyên mẫu của hàng trăm biến thể trong 1.000 năm tiếp theo, hoạt động dựa vào một dãy nam châm nhỏ gắn trên một bánh xe giống như vòng đu quay. Bánh xe được đặt ngay phía trên một nam châm lớn nằm trên sàn. Khi mỗi nam châm nhỏ trên bánh xe đi qua nam châm lớn, nam châm lớn kéo rồi đẩy nó, làm cho bánh xe quay tạo ra chuyển động lâu dài.

Một thiết kế khéo léo khác được nhà triết học Ấn Độ Bhaskara thực hiện vào năm 1150. Ông duy trì chuyển động của bánh xe bằng cách thêm một vật nặng vào vành bánh xe, khiến bánh xe này quay do bị mất cân bằng. Vật nặng quay sẽ sinh công làm cho bánh xe quay rồi trở lại vị trí ban đầu. Bằng cách lặp đi lặp lại động tác này, Bhaskara tuyên bố con người có thể tạo ra công vô hạn một cách miễn phí.

Thiết kế động cơ vĩnh cửu của người Bavaria và của Bhaskara cũng như nhiều hậu duệ của chúng đều có chung đặc điểm: một bánh xe có thể quay giáp vòng mà không cần bổ sung năng lượng, đồng thời tạo ra công có ích trong quá trình quay. (Khi kiểm tra cẩn thận những cỗ máy tinh tế này, ta thường nhận thấy năng lượng thật ra có bị mất mát trong mỗi vòng quay, hoặc chúng không tạo ra công có ích.)

Đến thời Phục Hưng, đề xuất cho động cơ vĩnh cửu tăng vọt. Năm 1635, bằng sáng chế đầu tiên được cấp cho loại động cơ này. Năm 1712, sau khi phân tích khoảng 300 mô hình, Johann Bessler đã tự thiết kế một động cơ vĩnh cửu. (Theo đồn đại, sau này người hầu của ông cho biết động cơ đó chỉ là trò lừa gạt.) Thậm chí, họa sĩ và nhà khoa học vĩ đại thời Phục Hưng Leonardo da Vinci cũng quan tâm đến động cơ vĩnh cửu. Dù phản đối các động cơ này trước công luận bằng cách so sánh chúng với công cuộc vô vọng để tìm kiếm đá hiền triết, nhưng ông vẫn tạo ra những thiết kế tinh tế cho riêng mình. Trong sổ tay, ông vẽ các mô hình động cơ vĩnh cửu tự hoạt động, trong đó có một bơm hướng tâm và cả một máy nướng dùng để quay xiên thịt trên bếp lửa.

Đến năm 1775, số thiết kế được trình lên nhiều đến nỗi Viện Khoa học Hoàng gia ở Paris phải ra thông cáo "không cấp chứng nhận hay thương thảo với những đề xuất liên quan tới động cơ vĩnh cửu".

Arthur Ord-Hume, sử gia chuyên về động cơ vĩnh cửu, đã viết về những nỗ lực không mệt mỏi của các nhà phát minh này dù phải đối diện với vô vàn khó khăn. Ông thường so sánh họ với những nhà giả kim thuật cổ. Nhưng ông cũng kết luận: "Kể cả các nhà giả kim… cũng biết khi nào mình thất bại."

TIN ĐỒN THẤT THIỆT VÀ NHỮNG TRÒ BỊP

Mối quan tâm dành cho việc tạo ra một động cơ vĩnh cửu lớn đến nỗi những trò bịp trở nên phổ biến. Năm 1813, Charles Redheffer đã trình diễn một động cơ làm mê hoặc khán giả New York khi nó tạo ra năng lượng miễn phí không giới hạn. (Nhưng khi Robert Fulton kiểm tra cẩn thận động cơ này, ông tìm thấy một dây truyền động được ẩn đi. Sợi dây này gắn với một tay quay do một người núp trên mái nhà vận hành.)

Các nhà khoa học và kỹ sư cũng bị cuốn theo các động cơ vĩnh cửu. Năm 1870, các biên tập viên của tạp chí *Scientific American* đã bị một động cơ do E. P. Willis chế tạo qua mặt. Khi cho đăng câu chuyện về thiết bị này cùng dòng tít ấn tượng "Khám phá lớn nhất từng được thực hiện". Sau đó các nhà nghiên cứu mới phát hiện ra nguồn năng lượng được giấu đi của động cơ này.

Năm 1872, John Ernst Worrell Kelly thực hiện một cú lừa tinh vi và đắt giá nhất thời điểm đó, khi bòn rút của các nhà đầu tư gần năm triệu đô-la, nhờ đó trở thành ông hoàng thực sự vào cuối thế kỷ 19. Động cơ vĩnh cửu của Kelly dựa trên một hệ âm thoa mà ông tuyên bố là có khả năng rút năng lượng từ "ete". Kelly, một người không có chút nền tảng về khoa học, đã mời các nhà đầu tư giàu có đến nhà mình, mê hoặc họ bằng Động cơ Chân không tạo Dao động bằng Khí hiđrô (HPPVE), có thể chạy mà không cần bất cứ nguồn năng lượng bên ngoài nào. Bị động cơ tự đẩy này thuyết phục, các nhà đầu tư háo hức tranh giành bỏ tiền vào kho bạc của Kelly.

Về sau, một số nhà đầu tư vỡ mộng đã giận dữ cáo buộc Kelly tội lừa đảo, thậm chí đẩy ông vào tù một thời gian, nhưng đến tận khi qua đời, Kelly vẫn là một người giàu có. Sau khi ông mất, các nhà nghiên cứu đã

tìm ra bí mật tinh vi đằng sau động cơ này. Khi ngôi nhà của ông bị kéo sập, người ta tìm thấy một số đường ống được che đậy kỹ càng trên sàn nhà và trong các bức tường của tầng trệt; chúng đã bí mật bơm khí nén cho động cơ của ông. Các ống này được cấp năng lượng bởi một bánh đà.

Ngay cả Hải quân Mỹ và tổng thống Mỹ cũng bị loại động cơ này mê hoặc. Năm 1881, John Gamgee phát minh ra động cơ sử dụng amoniac lỏng. Hơi amoniac lạnh giãn nở làm di chuyển pit tông và cung cấp năng lượng cho động cơ chỉ với nhiệt lấy từ nước biển. Hải quân Mỹ đã ấn tượng với ý tưởng rút năng lượng vô hạn từ các đại dương tới mức phê chuẩn việc chế tạo thiết bị này, thậm chí còn trình nó cho tổng thống James Garfield. Nhưng vấn đề gặp phải là hơi amoniac không thể ngưng tụ thành chất lỏng đúng cách nên chu trình của động cơ không hoàn tất được.

Vì có quá nhiều đề xuất về động cơ vĩnh cửu được trình lên Văn phòng Bản quyền Sáng chế và Bản quyền Thương mại Hoa Kỳ (USPTO) nên cơ quan này đã từ chối cấp bằng sáng chế cho các thiết bị kiểu này, trừ khi chủ sở hữu đưa ra được một mô hình thực sự hoạt động. Trong một số trường hợp hiếm hoi, khi các kiểm tra viên không tìm thấy sai sót nào rõ ràng của thiết kế thì bằng sáng chế mới được cấp. USPTO cho biết: "Ngoại trừ các trường hợp liên quan đến động cơ vĩnh cửu, Văn phòng không đòi hỏi một mô hình phải chứng minh cách thức hoạt động thực tiễn của nó." (Lỗ hổng này giúp một số nhà phát minh vô đạo đức thuyết phục được các nhà đầu tư ngây thơ đổ tiền cho phát minh của họ bằng cách trưng ra các chứng nhận của USPTO.)

Tuy nhiên, việc theo đuổi các động cơ vĩnh cửu không hẳn là vô nghĩa dưới góc nhìn khoa học. Trên thực tế, mặc dù các nhà phát minh chưa bao giờ tạo ra được động cơ vĩnh cửu, nhưng lượng thời gian và nguồn lực đầu tư lớn như vậy cho việc chế tạo thiết bị hoang đường này đã giúp các nhà vật lý có cơ hội nghiên cứu kỹ lưỡng bản chất của các động cơ nhiệt. (Tương tự, công cuộc tìm kiếm đá hiền triết trong vô vọng của các nhà giả kim với mong muốn biến chì thành vàng đã giúp các nhà khoa học khám phá ra một số định luật cơ bản của hóa học.)

Ví dụ, vào những năm 1760, John Cox đã phát triển một loại đồng hồ có thể hoạt động mãi mãi, được nạp năng lượng bằng những thay đổi của áp suất khí quyển. Áp suất không khí thay đổi sẽ vận hành một áp kế, làm quay các kim đồng hồ. Loại đồng hồ này thực sự hoạt động được và thậm

chí còn tồn tại cho đến ngày nay. Nó có thể hoạt động vĩnh viễn do năng lượng được cung cấp từ bên ngoài dưới dạng những sự thay đổi của áp suất khí quyển.

Các động cơ vĩnh cửu như đồng hồ Cox cuối cùng đã đưa các nhà khoa học đến giả thiết rằng những động cơ như vậy có thể hoạt động mãi mãi chỉ khi chúng được cung cấp năng lượng từ bên ngoài, sao cho tổng năng lượng của hệ thống được bảo toàn. Lý thuyết này đã dẫn đến nguyên lý I nhiệt động lực học, theo đó tổng năng lượng và vật chất không được tạo ra hay mất đi. Hai nguyên lý khác cũng được xây dựng, tạo thành bộ ba nguyên lý cơ bản của nhiệt động lực học. Nguyên lý II cho biết tổng entropy (mức độ mất trật tự) luôn tăng. (Hiểu đơn giản thì nguyên lý này quy định nhiệt chỉ tự truyền từ vật nóng sang vật lạnh hơn.) Nguyên lý III cho biết ta không thể đạt được không độ tuyệt đối.

Nếu chúng ta so sánh vũ trụ với một trò chơi và mục đích của trò chơi này là trích xuất ra được năng lượng, thì ba nguyên lý của nhiệt động lực học có thể phát biểu lại như sau:

"Ta không thể thu được gì từ hư vô." (Nguyên lý I)

"Ta không thể chia đều." (Nguyên lý II)

"Ta thậm chí không thể thoát khỏi trò chơi." (Nguyên lý III)

(Các nhà vật lý còn thận trọng nhận định rằng các nguyên lý này không nhất thiết phải đúng ở mọi thời điểm. Tuy nhiên, vẫn chưa có sự sai lệch nào được tìm thấy. Bất cứ ai muốn chứng minh các nguyên lý này là sai đều sẽ phải chống lại các thí nghiệm khoa học được tiến hành cẩn thận trong hàng thế kỷ qua. Chúng ta sẽ thảo luận một chút về khả năng sai lệch của các nguyên lý này.)

Giữa một rừng thành tựu tuyệt vời của khoa học thế kỷ 19, các nguyên lý nhiệt động lực học nổi bật với cả đột phá lẫn bi kịch. Một trong những nhân vật nổi trội nhất là nhà vật lý vĩ đại người Đức Ludwig Boltzmann đã tự vẫn, một phần vì những tranh cãi mà ông tạo nên xung quanh việc xây dựng các nguyên lý này.

LUDWIG BOLTZMANN VÀ ENTROPY

Boltzmann là một chàng trai đậm người, vạm vỡ và bộ râu rậm. Tuy nhiên,

vẻ ngoài dữ tợn ấy lại che đậy tất cả những tổn thương mà ông phải gánh chịu khi bảo vệ những ý tưởng của mình. Mặc dù nền vật lý Newton đã được thiết lập chắc chắn vào thế kỷ 19, nhưng Bolzmann biết rằng các định luật này không thể áp dụng hiệu quả cho khái niệm nguyên tử, lúc bấy giờ còn gây nhiều tranh cãi và chưa được các nhà vật lý hàng đầu chấp nhận. (Đôi khi chúng ta quên mất rằng cách đây một thế kỷ, hàng trăm nhà khoa học vẫn khăng khăng rằng nguyên tử chỉ là một mánh lới tinh vi chứ không phải là một thực thể. Họ khẳng định các nguyên tử nhỏ đến mức có lẽ không tồn tại.)

Newton chỉ ra rằng các lực cơ học, chứ không phải các linh hồn hay ước vọng, là đủ để xác định chuyển động của mọi vật. Dựa vào đó, Boltzmann đã rút ra nhiều định luật dành cho chất khí bằng một giả thiết đơn giản: chất khí được tạo thành từ các nguyên tử nhỏ bé và giống như những viên bi, các nguyên tử này tuân theo các định luật về lực đã được Newton tìm ra. Đối với Boltzmann, một bình chứa khí giống như một chiếc hộp được lấp đầy bằng hàng tỷ quả cầu thép nhỏ, mỗi quả có thể bật lại từ thành bình và đều tuân theo các định luật chuyển động của Newton. Trong một kiệt tác hàng đầu của vật lý, Boltzmann đã chứng minh bằng toán học cách mà giả thiết đơn giản trên có thể dẫn tới các định luật mới đầy bất ngờ và mở ra một nhánh mới trong vật lý là cơ học thống kê (James Clerk Maaxwell cũng độc lập đưa ra chứng minh tương tự về điều này).

Bỗng chốc, nhiều đặc tính của vật chất có thể được rút ra từ các nguyên lý nền tảng. Vì các định luật Newton quy định sự bảo toàn năng lượng khi áp dụng cho các nguyên tử nên mỗi va chạm giữa các nguyên tử cũng bảo toàn năng lượng; điều này có nghĩa năng lượng của toàn bộ bình chứa với hàng tỷ nguyên tử cũng được bảo toàn. Sự bảo toàn năng lượng giờ đây không chỉ được chứng minh bằng thực nghiệm mà còn từ các nguyên lý nền tảng, đó là các định luật chuyển động của Newton dành cho nguyên tử.

Nhưng vào thế kỷ 19, sự tồn tại của nguyên tử vẫn còn đang gây tranh cãi nảy lửa và thường bị những nhà khoa học lỗi lạc giễu cợt, điển hình là nhà triết học Ernst Mach. Là một người nhạy cảm và dễ rơi vào u uất, Boltzmann không mấy thoải mái khi thấy mình giống như một cột thu lôi, nơi tập trung các công kích đầy ác ý của những người chống lại thuyết

nguyên tử. Đối với họ, bất cứ thứ gì không đo đạc được đều không tồn tại, bao gồm cả nguyên tử. Để khiến Boltzmann bẽ mặt thêm, nhiều bài viết của ông bị một tạp chí vật lý hàng đầu nước Đức trả lại vì họ quả quyết nguyên tử và phân tử chỉ là những công cụ tiện lợi về mặt lý thuyết chứ không phải những thực thể thực sự tồn tại trong tự nhiên.

Kiệt quệ và cay đắng vì những công kích cá nhân, Boltzmann đã treo cổ tự vẫn vào năm 1906 trong khi vợ con ông đang vui đùa ngoài bãi biển. Đau buồn thay, ông không hề biết rằng chỉ một năm trước, nhà vật lý trẻ tuổi tên là Albert Einstein đã làm nên điều bất khả thi: anh viết bài báo đầu tiên chứng minh sự tồn tại của các nguyên tử.

TỔNG ENTROPY LUÔN TĂNG

Công trình của Boltzmann và các nhà vật lý khác đã giúp phân loại đặc tính của các động cơ vĩnh cửu thành hai loại. Động cơ vĩnh cửu loại I là những động cơ vi phạm nguyên lý I nhiệt động lực học, tức là chúng tạo ra năng lượng nhiều hơn năng lượng tiêu thụ. Trong mọi trường hợp, các nhà vật lý đều nhận thấy kiểu động cơ vĩnh cửu này dựa trên các nguồn năng lượng ẩn đến từ bên ngoài, có thể bị giấu đi trong các trò bịp hoặc do các nhà sáng chế không nhận ra ảnh hưởng của các nguồn năng lượng này.

Động cơ vĩnh cửu loại II thì tinh vi hơn. Chúng tuân theo nguyên lý I nhiệt động lực học, tức là vẫn bảo toàn năng lượng, nhưng lại vi phạm nguyên lý II. Theo lý thuyết, động cơ vĩnh cửu loại II sẽ không phát sinh nhiệt hao phí, vì vậy hiệu suất của nó là 100%. Nhưng nguyên lý II nói rằng một động cơ như vậy không khả dĩ vì luôn có nhiệt hao phí được tạo ra và do đó, mức độ mất trật tự hay hỗn loạn trong vũ trụ, tức là entropy, luôn tăng. Bất kể động cơ có hiệu suất bao nhiêu, nó vẫn luôn tạo ra nhiệt hao phí, kéo theo sự tăng entropy của vũ trụ.

Entropy luôn tăng là một thực tế nằm ở trung tâm của lịch sử loài người và của chính tự nhiên. Theo nguyên lý II, phá bao giờ cũng dễ hơn xây. Có những thứ phải mất hàng nghìn năm để tạo ra, như đế quốc Aztec vĩ đại ở Mexico chẳng hạn, nhưng bị phá hủy chỉ trong vài tháng; và điều này diễn ra khi một nhóm quân xâm lược Tây Ban Nha dù trong tình trạng kiệt quệ, chỉ với ngựa và súng trường, đã đánh bại hoàn toàn đế quốc này.

Mỗi khi soi gương và nhìn thấy một nếp nhăn mới hay một sợi tóc bạc,

đó là ta đang quan sát những ảnh hưởng của nguyên lý II. Các nhà sinh học cho sự lão hóa là quá trình bồi đắp dần dần những lỗi của tế bào và gen, khiến khả năng vận hành của tế bào giảm dần theo thời gian. Sự lão hóa, han gỉ, thối rữa, phân hủy, tan rã và sụp đổ là những ví dụ của nguyên lý II.

Đánh giá về những hệ quả sâu sắc của nguyên lý II, nhà thiên văn học Arthur Eddington từng nói: "Tôi nghĩ định luật entropy luôn tăng chiếm vị trí tối thượng trong số các định luật của tự nhiên… Nếu lý thuyết của bạn không phù hợp với nguyên lý II nhiệt động lực học thì tôi sẽ chẳng thể cho bạn chút hy vọng nào; nó sẽ nhận được chẳng gì cả, ngoài sự bẽ bàng sâu cay nhất. Ngay cả ở thời nay, nhiều kỹ sư tài ba (và cả những kẻ bịp bợm khôn khéo) vẫn tiếp tục tuyên bố về việc phát minh được động cơ vĩnh cửu. *Tạp chí phố Wall* từng hỏi bình luận của tôi về phát minh của một nhà sáng chế đã kêu gọi được hàng chục triệu đô-la từ các nhà đầu tư. Những bài viết ngợi khen nức nở xuất hiện trên các tạp chí tài chính hàng đầu, được các cây bút không hề có nền tảng về khoa học viết nên, với những ưu điểm có thể làm thay đổi thế giới (và tạo ra lợi nhuận lớn đến mức hoang đường). "Thiên tài hay kẻ lập dị?" Các tựa bài này huyên thuyên.

Các nhà đầu tư đã ném hàng đống tiền cho thiết bị này, dù nó vi phạm các định luật vật lý và hóa học cơ bản nhất đã được dạy ở trường trung học. (Điều làm tôi sốc không phải là ai đó đang cố gắng lừa gạt những người thiếu cẩn trọng — việc này vốn vẫn xảy ra từ xa xưa rồi. Tôi chỉ ngạc nhiên vì nhà sáng chế này có thể qua mặt những nhà đầu tư giàu có quá dễ dàng chỉ vì họ thiếu hiểu biết về vật lý cơ bản.) Tôi nhắc lại với tạp chí *Journal* câu tục ngữ "kẻ ngốc thường rất dễ làm mất tiền của mình" và câu châm ngôn nổi tiếng của P. T. Barnum: "mỗi phút lại có một gã khờ được sinh ra". Có lẽ cũng chẳng ngạc nhiên khi các tạp chí như *Thời báo tài chính, Nhà kinh tế* và *Tạp chí phố Wall* đều cho chạy những tựa bài lớn về các nhà phát minh đang chào hàng cho các động cơ vĩnh cửu mà họ sáng chế.

BA NGUYÊN LÝ VÀ CÁC ĐỐI XỨNG

Nhưng tất cả điều này làm bật lên câu hỏi sâu xa hơn: Tại sao các nguyên lý cứng nhắc của nhiệt động lực học lại đúng ngay từ đầu? Bí ẩn này đã gây trăn trở cho các nhà khoa học kể từ khi chúng được đưa ra. Trả lời được

câu hỏi này, có lẽ chúng ta sẽ tìm thấy lỗ hổng trong các nguyên lý và hệ quả của nó sẽ làm rúng động toàn cầu.

Khi còn là sinh viên, tôi đã chẳng thốt nên lời khi biết được nguồn gốc thực sự của định luật bảo toàn năng lượng. Một trong những nguyên lý cơ bản nhất của vật lý (được nhà toán học Emmy Noether khám phá vào năm 1918) cho biết bất cứ khi nào một hệ có đối xứng thì ta sẽ có kết quả là một định luật bảo toàn. Nếu các định luật chi phối vũ trụ không đổi theo thời gian thì năng lượng của hệ đó sẽ bảo toàn. (Hơn nữa, nếu các định luật vật lý không thay đổi khi ta di chuyển theo một hướng bất kỳ thì động lượng sẽ bảo toàn theo hướng đó. Và nếu các định luật vật lý không thay đổi dưới phép quay thì momen động lượng sẽ được bảo toàn.)

Điều này đã làm tôi ngỡ ngàng. Tôi nhận ra khi chúng ta phân tích ánh sáng truyền tới từ các thiên hà xa xôi, ở tận chân trời của vũ trụ khả kiến và cách chúng ta hàng tỷ năm ánh sáng, chúng ta sẽ thấy phổ của ánh sáng này giống với các phổ có thể tìm thấy trên Trái Đất. Trong ánh sáng tàn dư đã phát ra từ hàng tỷ năm trước khi Trái Đất hay Mặt Trời hình thành, chúng ta nhận thấy những dấu vết không thể nhầm lẫn của quang phổ hiđrô, heli, cacbon, neon và nhiều nguyên tố khác hiện vẫn có thể tìm thấy trên Trái Đất. Nói cách khác, các định luật cơ bản của vật lý không đổi suốt hàng tỷ năm qua và sẽ không đổi cho tới tận biên giới của vũ trụ.

Theo nhìn nhận của tôi, ít nhất định lý Noether ngụ ý rằng định luật bảo toàn năng lượng sẽ vẫn đúng trong hàng tỷ năm nữa, nếu không muốn nói là vĩnh viễn. Cho đến nay, chúng ta biết rằng chưa có định luật vật lý cơ bản nào thay đổi theo thời gian và đó là lý do năng lượng được bảo toàn.

Định lý Noether có ảnh hưởng rất sâu sắc lên vật lý hiện đại. Bất cứ khi nào một lý thuyết mới được đưa ra, dù là mô tả nguồn gốc của vũ trụ, tương tác của các quark và các hạt hạ nguyên tử khác hay mô tả phản vật chất, chúng ta đều bắt đầu với các đối xứng mà hệ phải tuân theo. Thực tế, ngày nay các đối xứng được xem là nguyên lý dẫn đường nền tảng để tạo ra bất cứ lý thuyết mới nào. Trước đây, đối xứng chỉ được xem là sản phẩm của một lý thuyết — một đặc điểm xinh xắn nhưng vô dụng, đẹp đẽ nhưng không phải là tất yếu. Giờ đây chúng ta nhận ra các đối xứng là yếu tố then chốt để định hình bất cứ lý thuyết nào. Để tạo ra các lý thuyết mới, trước tiên các nhà vật lý bắt đầu với sự đối xứng, sau đó mới xây dựng lý thuyết xung quanh nó.

(Buồn thay, nhà nữ toán học Emmy Noether, cũng giống như Boltzmann trước đó, đã phải chiến đấu miệt mài để được thừa nhận. Bà bị từ chối một vị trí ổn định ở các viện nghiên cứu hàng đầu chỉ vì giới tính. Người bảo trợ cho Noether, nhà toán học vĩ đại David Hilbert, quá chán nản vì không đảm bảo được cho bà một chân giảng dạy đã phải thốt lên: "Chúng ta là gì vậy, một trường đại học hay một bãi tắm công cộng?")

Điều này đưa đến một nghi vấn. Nếu năng lượng được bảo toàn vì các định luật vật lý không đổi theo thời gian, thì liệu đối xứng có bị phá vỡ trong các trường hợp hiếm hoi không? Định luật bảo toàn năng lượng vẫn có khả năng bị vi phạm ở thang vũ trụ nếu sự đối xứng của các định luật đã biết bị phá vỡ ở những nơi lạ kỳ không ngờ tới.

Điều này có thể xảy ra nếu các định luật vật lý thay đổi theo thời gian hoặc phụ thuộc vào khoảng cách. (Trong tiểu thuyết *Bản thân các vị thần* của Asimov, đối xứng này bị phá vỡ vì có một lỗ hổng trong không gian kết nối vũ trụ chúng ta với một vũ trụ song song. Các định luật vật lý thay đổi trong phạm vi quanh lỗ hổng, do đó cho phép sự vi phạm các định luật nhiệt động lực học. Như vậy, định luật bảo toàn năng lượng có thể bị vi phạm nếu tồn tại những lỗ hổng trong không gian, chính là các lỗ sâu.)

Một khúc mắc khác cũng đang được tranh luận sôi nổi hiện nay là liệu năng lượng có thể phụt ra từ hư vô.

NĂNG LƯỢNG TỪ CHÂN KHÔNG?

Câu hỏi đầy trêu ngươi được đặt ra là: Có thể rút ra năng lượng từ hư vô hay không? Chỉ tới gần đây, các nhà vật lý mới nhận ra "hư vô" của chân không rất sôi động chứ không hề trống rỗng.

Một trong những người tán thành ý tưởng này là thiên tài lập dị của thế kỷ 20 Nikola Tesla, đối thủ xứng tầm của Thomas Edison. Ông cũng thuộc nhóm những người ủng hộ nhiệt liệt cho năng lượng điểm không, xuất phát từ ý tưởng cho rằng chân không có thể chứa đựng một lượng năng lượng chưa được biết đến. Nếu điều này đúng, chân không sẽ là "bữa trưa hoàn toàn miễn phí", có khả năng cung cấp năng lượng không giới hạn từ thinh không. Thay vì trống rỗng và không chứa vật chất trong đó, thực ra chân không là một bồn chứa năng lượng khổng lồ.

Tesla sinh ra tại một thị trấn nhỏ nay thuộc Serbia và đến Mỹ vào năm

1884 trong tình cảnh không một xu dính túi. Ông nhanh chóng trở thành cộng sự của Thomas Edison nhưng do tài năng của mình, ông dần trở thành đối thủ của Edison. Trong một cuộc tranh luận nổi tiếng được các sử gia gọi là "cuộc chiến của các dòng điện", Tesla đã đánh bại Edison. Edison tin rằng mình có thể điện khí hóa toàn cầu với động cơ một chiều (DC), trong khi Tesla lại tạo ra dòng điện xoay chiều (AC) và đã thành công trong việc chứng tỏ biện pháp của mình vượt trội hơn so với Edison, đồng thời làm giảm thiểu đáng kể năng lượng thất thoát khi truyền đi xa. Ngày nay, hành tinh của chúng ta đã được điện khí hóa dựa trên sáng chế của Tesla chứ không phải của Edison.

Tesla có hơn 700 bằng sáng chế và phát minh, một số trong đó đóng vai trò cột mốc quan trọng bậc nhất trong lịch sử hiện đại về lĩnh vực điện. Các sử gia đã đưa ra những bằng chứng đáng tin cho thấy Tesla đã phát minh ra máy phát thanh trước cả Guglielmo Marconi (được công nhận rộng rãi là người đã phát minh ra máy phát thanh) và ông đã làm việc với tia X trước khi Wilhelm Roentgen có những khám phá chính thức về tia này. (Cả Marconi và Roentgen sau đó đều giành được giải Nobel cho những khám phá có lẽ đã được Tesla thực hiện trước đó.)

Tesla cũng tin mình có thể rút ra năng lượng không giới hạn từ chân không, nhưng tiếc rằng, tuyên bố này không được chứng minh trong sổ tay của ông. Thoạt nhìn, "năng lượng điểm không" (hay năng lượng chứa trong chân không) dường như vi phạm nguyên lý I nhiệt động lực học và không tuân theo các định luật của cơ học Newton, nhưng khái niệm này đã xuất hiện trở lại theo một hướng mới lạ trong thời gian gần đây.

Khi phân tích dữ liệu được các vệ tinh như vệ tinh WMAP thu thập, các nhà khoa học đi đến kết luận đáng kinh ngạc rằng 73% vũ trụ được tạo thành từ "năng lượng tối", chính là năng lượng của chân không thuần khiết. Điều này ngụ ý khoảng chân không giữa các thiên hà chính là bể chứa năng lượng lớn nhất trong toàn vũ trụ. (Năng lượng tối lớn đến nỗi nó đang đẩy các thiên hà ra xa nhau và thậm chí có thể xé toạc vũ trụ trong một Vụ Đóng Băng Lớn.)

Năng lượng tối tồn tại ở mọi nơi trong vũ trụ, thậm chí ngay trong căn phòng ta ở và cơ thể của ta. Lượng năng lượng tối ngoài không gian thực sự khổng lồ, lớn hơn cả năng lượng của các ngôi sao và các thiên hà cộng lại. Chúng ta cũng có thể tính toán ra lượng năng lượng tối trên Trái Đất:

nó hầu như không đáng kể để chạy một động cơ vĩnh cửu. Tesla đã đúng về năng lượng tối nhưng sai về trữ lượng của nó trên Trái Đất.

Hay là ông cũng đúng về điều này?

Một trong những vấn đề gây bối rối nhất trong vật lý hiện đại là chưa ai tính ra được lượng năng lượng tối mà chúng ta có thể đo bằng các vệ tinh. Nếu sử dụng lý thuyết mới nhất của vật lý lượng tử để tính lượng năng lượng tối trong vũ trụ, chúng ta sẽ thu được kết quả sai số đến 10^{120} lần! Đây là sai lệch giữa lý thuyết và thực nghiệm lớn nhất từng thấy trong vật lý.

Điểm mấu chốt là không ai biết phải tính "năng lượng hư vô" như thế nào. Đây là một trong những câu hỏi quan trọng nhất trong vật lý (vì nó sẽ dẫn đến việc xác định số phận của vũ trụ), nhưng ở thời điểm hiện tại, chúng ta vẫn chưa biết bắt đầu từ đâu. Không có lý thuyết nào giải thích được năng lượng tối, dù bằng chứng thực nghiệm về sự tồn tại của chúng đang nằm sờ sờ trước mắt chúng ta.

Vậy là chân không mang năng lượng, đúng như dự đoán của Tesla. Nhưng có lẽ lượng năng lượng này quá nhỏ để có thể sử dụng làm nguồn năng lượng hữu ích. Có một lượng năng lượng tối khổng lồ đang ngự trị trong khoảng không giữa các thiên hà, nhưng trữ lượng của chúng trên Trái Đất rất nhỏ. Nhưng điều khó khăn là không ai biết cách tính năng lượng này hay chúng đến từ đâu.

Theo tôi, sự bảo toàn năng lượng xuất phát từ những lý do sâu xa, mang tầm vóc vũ trụ. Bất cứ sự vi phạm nào đến các định luật như vậy đều dẫn đến những thay đổi sâu sắc trong hiểu biết của chúng ta về tiến hóa của vũ trụ. Và bí ẩn của năng lượng tối đang đẩy các nhà vật lý vào thế đối đầu trực diện với câu hỏi này

Vì việc tạo ra một động cơ vĩnh cửu thực sự đòi hỏi chúng ta phải xem xét lại các định luật cơ bản của vật lý trên bình diện vũ trụ, nên tôi xếp động cơ vĩnh cửu vào nhóm Bất khả thi loại III. Chúng có thể hoàn toàn bất khả thi, hoặc ta sẽ cần thay đổi căn bản những hiểu biết của mình về các định luật vật lý trên bình diện vũ trụ để những động cơ như vậy trở nên khả dĩ. Năng lượng tối vẫn là một trong những chương dang dở của khoa học hiện đại.

15: LINH CẢM

Nghịch lý chính là sự thật đảo chiều để thu hút sự chú ý.
— NICHOLAS FALLETA

Liệu linh cảm hay khả năng nhìn thấu tương lai có tồn tại? Khái niệm lâu đời này hiện diện trong mọi tôn giáo, từ những lời sấm truyền của người Hy Lạp và La Mã cho đến những nhà tiên tri trong Kinh Cựu Ước. Nhưng trong những câu chuyện đó, khả năng tiên tri thường đi kèm với một lời nguyền. Thần thoại Hy Lạp có kể về Cassandra, công chúa thành Troy. Sắc đẹp của nàng đã cuốn hút thần mặt trời Apollo. Để giành được người con gái mình yêu, Apollo ban cho nàng khả năng nhìn thấy tương lai. Nhưng Cassandra đã từ chối tấm chân tình của Apollo. Trong cơn tức giận, Apollo đã kèm thêm lời nguyền trong món quà của mình, sao cho Cassandra nhìn thấy tương lai nhưng không được ai tin lời. Khi Cassandra cảnh báo dân chúng thành Troy về hiểm họa sắp đến, không ai chịu nghe nàng. Nàng dự báo về âm mưu trong con ngựa gỗ thành Troy, cái chết của người hùng Agamemnon và thậm chí cả việc mình sẽ chẳng còn là công chúa nữa. Nhưng thay vì lưu tâm đến những lời tiên tri này, người dân thành Troy lại cho rằng nàng bị điên và nhốt lại.

Nostradamus ở thế kỷ 16 và gần đây hơn là Edgar Cayce, đều tuyên bố mình có thể vén bức màn thời gian. Mặc dù có nhiều người nhận định các tiên đoán của họ đã trở thành sự thật (ví dụ việc tiên đoán chính xác về Thế chiến II hay vụ ám sát tổng thống Mỹ John Kennedy), nhưng cách nói bóng gió tối nghĩa mà những nhà tiên tri sử dụng trong các bài sấm truyền cho ra nhiều cách diễn giải mâu thuẫn. Ví dụ, những bài thơ tứ tuyệt của Nostradamus thường chung chung tới mức chúng ta có thể suy ra bất cứ điều gì. Một trong số đó viết:

Trái Đất rùng mình do tiếng gầm từ trung tâm thế giới:
Quanh "Thành phố Mới" là một trận động đất

Hai tòa cao ốc sang trọng sẽ khởi đầu cho một cuộc chiến tranh vô nghĩa

Nữ thần mùa xuân rót ra một dòng sông mới, đỏ lừ.

Một số người cho rằng đoạn thơ trên chứng tỏ Nostradamus đã nhìn thấy trước thảm họa xảy đến với Tòa tháp đôi ở New York vào ngày 11 tháng 9 năm 2001. Nhưng qua nhiều thế kỷ, hàng chục cách diễn giải khác nhau đã được đưa ra cho cùng đoạn thơ này. Những hình ảnh mà đoạn thơ mô tả quá mơ hồ nên nhiều cách giải thích khác đều khả dĩ.

Linh cảm cũng là một yếu tố ưa thích của các nhà soạn kịch khi viết về những hiểm họa sắp xảy đến của các vương triều và sự sụp đổ của các đế chế. Trong vở kịch *Macbeth* của Shakespeare, linh cảm là chủ đề trung tâm của vở kịch và của những tham vọng trong Macbeth, người đã được ba mụ phù thủy tiên đoán là sẽ trở thành vua Scotland. Khi tham vọng điên cuồng được lời tiên tri của các phù thủy châm mồi, ông bắt đầu một chiến dịch đẫm máu và ghê tởm để quét sạch kẻ thù, trong đó có người vợ đang mang bầu và con cái của đối thủ Macduff.

Sau hàng loạt cuộc thanh trừng để chiếm ngai vàng, các phù thủy cho biết ông không thể bị đánh bại trên chiến trường "cho đến khi cây cối của rừng Birnam (trên đồi Dunsinane) tới để chống lại ông" và "chỉ những người không phải do phụ nữ sinh ra mới hãm hại được Macbeth". Macbeth thấy yên lòng về những lời tiên tri này, vì cho rằng khu rừng không thể chuyển động còn tất cả đàn ông đều do phụ nữ sinh ra. Nhưng khu rừng Birnam quả thực đã chuyển động, khi quân lính của Macduff ngụy trang bên dưới những tán cây của khu rừng đứng lên chống lại Macbeth, Macduff lại là người được sinh ra bằng cách đẻ mổ.

Mặc dù những lời sấm truyền trong quá khứ có nhiều cách giải thích khác nhau tới mức không thể kiểm chứng, nhưng vẫn có một nhóm lời sấm truyền có thể phân tích dễ dàng: những tiên đoán chính xác ngày cuối cùng của Trái Đất — ngày tận thế. Kể từ khi chương cuối cùng của Kinh Thánh (sách Khải Huyền) mô tả chi tiết về ngày cáo chung của Trái Đất, khi sự hỗn loạn và hủy diệt sẽ đến cùng với những kẻ chống lại Chúa và sự tái lâm cuối cùng của Chúa, những tín đồ chính thống đã cố gắng tiên đoán chính xác thời điểm của ngày tận thế.

Một trong những tiên đoán nổi tiếng nhất về ngày tận thế thuộc về

những nhà chiêm tinh; dự đoán về một trận lũ lịch sử sẽ tàn phá thế giới vào ngày 20 tháng 2 năm 1524, dựa trên sự giao hội của các hành tinh trên bầu trời: Thủy Tinh, Kim Tinh, Hỏa Tinh, Mộc Tinh và Thổ Tinh. Sự hoảng loạn tràn khắp châu Âu. Ở Anh, 20.000 người đã rời bỏ nhà cửa trong tuyệt vọng. Một pháo đài chất đầy thực phẩm và nước uống đủ dùng trong hai tháng được xây dựng quanh nhà thờ St. Bartholomew. Khắp nước Đức và Pháp, người dân điên cuồng chế tạo những con thuyền lớn để vượt qua cơn lũ. Bá tước Von Iggleheim thậm chí còn đóng một con thuyền ba tầng khổng lồ để chuẩn bị cho sự kiện khủng khiếp này. Ngày đó cuối cùng cũng đến, nhưng trời chỉ mưa nhỏ. Tâm trạng của đám đông bỗng chuyển từ sợ hãi sang giận dữ. Những người bần cùng vì đã bán hết tất cả tài sản giờ cảm thấy bị phản bội. Đám đông giận dữ bắt đầu trở nên cuồng nộ. Vị bá tước bị ném đá đến chết và hàng trăm người khác bị giết hại khi dân chúng mất kiểm soát.

Tín đồ Cơ Đốc giáo không phải là những người duy nhất bị huyễn hoặc bởi những lời tiên tri. Năm 1648, Sabbatai Zevi, con trai của một người Do Thái giàu có ở Smyrna, tuyên bố mình là một đấng Messiah (cứu thế) và tiên đoán thế giới sẽ kết thúc vào năm 1666. Giỏi trích dẫn văn bản Kabbalah huyền bí của người Do Thái, lại có vẻ ngoài đẹp trai, cuốn hút và từng trải, Zevi nhanh chóng xây dựng được một nhóm tín đồ trung thành giúp phát tán tin tức ra khắp châu Âu. Mùa xuân năm 1666, người Do Thái từ những nước xa xôi như Pháp, Hà Lan, Đức và Hungary bắt đầu khăn gói lên đường theo tiếng gọi của vị Messiah này. Nhưng cuối năm đó, Zevi bị đại tể tướng của chính quyền Constantinople (Đông La Mã) bắt giữ và ném vào tù để chờ ngày phán xét. Đối diện với án tử, hắn nhanh chóng cởi bỏ y phục Do Thái để khoác lên mình chiếc khăn quấn Thổ Nhĩ Kỳ, cải sang đạo Hồi. Hàng vạn tín đồ mộ đạo của hắn hoàn toàn vỡ mộng và từ bỏ tín ngưỡng này.

Những lời sấm truyền của các nhà tiên tri vẫn còn vang vọng đến tận ngày hôm nay, ảnh hưởng đến hàng chục triệu người trên khắp thế giới. Ở Mỹ, nhà truyền giáo William Miller tuyên bố tận thế sẽ đến vào ngày 3 tháng 4 năm 1843. Thời điểm những tiên đoán của ông lan rộng trên toàn nước Mỹ, lại tình cờ xuất hiện một trận mưa sao băng kỳ vĩ nhất từng thấy, thắp sáng bầu trời đêm vào năm 1833. Điều này càng làm tăng thêm tầm ảnh hưởng của những lời sấm truyền từ Miller.

Hàng vạn tín đồ, được gọi là các Millerite, chờ đợi thời khắc Armageddon (tận thế). Khi năm 1843 đến và đi mà chẳng có tận thế nào xảy ra, phong trào Millerite tách thành vài nhóm lớn. Nhờ lôi kéo được ngày càng nhiều tín đồ, mỗi nhóm tách ra đều có ảnh hưởng sâu rộng đến tín ngưỡng mà họ theo đuổi cho đến tận ngày nay. Một nhóm Millerite lớn được tái hợp vào năm 1863 và đổi tên thành Giáo phái Cơ Đốc Phục lâm An Thất nhật, hiện có khoảng 14 triệu thành viên được ban tên thánh. Đức tin của họ xoay quanh sự kiện Chúa Giáng thế lần hai sắp xảy ra.

Một nhóm Millerite khác sau đó đi theo Charles Taze Russell, người đã lùi ngày tận thế tới năm 1874. Khi thời điểm dự đoán trôi qua, ông sửa lại tiên đoán của mình thành năm 1914 dựa trên việc phân tích các Đại Kim tự tháp ở Ai Cập. Nhóm này về sau được gọi là Nhân chứng Jehovah, với hơn sáu triệu thành viên.

Tuy nhiên, một số phân nhánh khác của phong trào Millerite vẫn tiếp tục đưa ra các tiên đoán, rồi lại nhanh chóng chia rẽ sau mỗi lần tiên đoán thất bại. Một nhóm Millerite nhỏ có tên gọi là Phân nhánh David, tách từ Giáo hội An Thất nhật vào những năm 1930. Họ có một công thự nhỏ ở Waco, Texas và sùng bái một nhà truyền giáo trẻ tuổi tên là David Koresh, với những bài thuyết giảng mê muội về ngày tàn của thế giới. Nhóm này đã gặp kết cục bi thảm trong một cuộc giao tranh với FBI vào năm 1993, khi các chất nổ trong công thự bén lửa, gây ra một vụ nổ kinh hoàng thiêu chết 76 thành viên, trong đó có 27 trẻ em và chính Koresh.

LIỆU CHÚNG TA CÓ THỂ NHÌN THẤY TƯƠNG LAI?

Liệu các thí nghiệm khoa học chặt chẽ có thể chứng minh được khả năng nhìn thấy trước tương lai của cá nhân nào đó hay không? Trong chương 12, chúng ta thấy rằng du hành thời gian phù hợp với các định luật vật lý, nhưng chỉ có thể khả thi ở nền văn minh tân tiến bậc III. Nhưng liệu linh cảm có khả thi ở hiện tại?

Những thí nghiệm công phu ở Viện Rhine dường như cho thấy một số người có thể nhìn thấy tương lai: họ có thể xác định chính xác các lá bài trước khi chúng được tiết lộ. Nhưng khi tiến hành thí nghiệm nhiều lần cho thấy các hiệu ứng này là rất nhỏ và thường biến mất khi những người khác cố gắng lặp lại kết quả trước đó.

Thực tế, linh cảm rất khó tương thích với vật lý hiện đại vì nó vi phạm định luật nhân quả. Các kết quả xảy đến sau nguyên nhân, chứ không phải ngược lại. Tất cả các định luật vật lý đã biết đều hàm chứa tính nhân quả. Vi phạm tính nhân quả sẽ là dấu hiệu suy sụp nghiêm trọng các nền tảng của vật lý. Nguyên lý nhân quả là điểm tựa vững chắc cho cơ học Newton. Các định luật Newton đoán chắc rằng nếu biết vị trí và vận tốc của tất cả các phân tử trong vũ trụ, ta sẽ tính toán được các chuyển động trong tương lai của chúng. Nói cách khác, ta sẽ tính trước được tương lai. Về nguyên tắc, cơ học Newton cho rằng nếu có một máy tính đủ mạnh, ta sẽ tính được tất cả các sự kiện xảy ra trong tương lai. Theo Newton, vũ trụ giống như một chiếc đồng hồ khổng lồ, được Chúa lên dây ở thời điểm khởi đầu của thời gian và sẽ tích tắc mãi theo các định luật của Ngài. Trong lý thuyết của Newton không có chỗ cho sự linh cảm.

NGƯỢC THỜI GIAN

Tuy nhiên, khi chúng ta thảo luận lý thuyết của Maxwell, kịch bản trở nên phức tạp hơn nhiều. Giải hệ phương trình Maxwell cho ánh sáng, chúng ta tìm thấy không phải một mà là hai nghiệm: một sóng "trễ" biểu diễn chuyển động thông thường của ánh sáng từ điểm này tới điểm khác và một sóng "sớm" ứng với chuyển động ngược thời gian của ánh sáng. Nghiệm "sớm" này cho biết ánh sáng xuất phát từ tương lai để về đến quá khứ!

Trong 100 năm qua, mỗi khi các kỹ sư đối diện với nghiệm "sớm" cho biết chuyển động lùi theo thời gian này, họ chỉ gạt bỏ nó đi, coi nó như một điểm kỳ cục về toán học. Vì các sóng trễ vốn đã tiên đoán chính xác hành xử của sóng vô tuyến, vi ba, sóng truyền hình, radar và tia X, nên các kỹ sư đã vứt bỏ nghiệm sớm. Các sóng trễ đẹp đẽ và thành công đến nỗi các kỹ sư lãng quên luôn người anh em xấu xí của nó. Tại sao lại phải can thiệp vào điều đã vốn đúng cơ chứ?

Nhưng đối với các nhà vật lý, sóng sớm là một vấn đề trăn trở suốt thế kỷ qua. Vì hệ phương trình Maxwell là một trong những trụ cột của vật lý hiện đại nên mọi lời giải của nó đều cần được xem xét cẩn thận, kể cả nó có chấp nhận các sóng truyền đến từ tương lai. Dường như các sóng sớm đến từ tương lai không thể bị loại bỏ hoàn toàn. Tại sao tự nhiên ở cấp độ cơ bản nhất lại cho ra một lời giải kỳ lạ đến vậy? Liệu đây chỉ là một trò

đùa ác ý, hay nó chứa đựng hàm nghĩa sâu sắc nào đó?

Những người theo chủ nghĩa thần bí cũng bắt đầu quan tâm đến các sóng sớm; họ cho rằng chúng là những thông điệp của tương lai. Có lẽ nếu khai thác được các sóng này theo cách nào đó, chúng ta sẽ gửi được các thông điệp về quá khứ, nhờ đó báo trước những sự kiện sẽ xảy đến. Chẳng hạn, những người ở các nước phát triển có thể gửi tin nhắn cho ông bà mình vào năm 1929, mách họ bán hết cổ phiếu trước khi Đại Khủng hoảng xảy ra. Những sóng sớm như vậy không cho phép chúng ta viếng thăm quá khứ như du hành thời gian, nhưng có thể giúp chúng ta gửi thư tín và các thông điệp về quá khứ để báo cho người ở thời đó những sự kiện quan trọng còn chưa xảy ra lúc bấy giờ.

Các sóng sớm vẫn là một bí ẩn cho đến khi chúng được Richard Feynman nghiên cứu. Ông bị mê hoặc bởi ý tưởng ngược dòng thời gian. Sau khi làm việc ở Dự án Manhattan để chế tạo quả bom nguyên tử đầu tiên trên thế giới, Feynman rời Los Alamos và đến Đại học Princeton, làm việc dưới sự chỉ đạo của John Wheeler. Khi phân tích công trình gốc của Dirac về electron, Feynman đã tìm thấy một số điều lạ lùng. Nếu ông đảo chiều thời gian trong phương trình Dirac, nó sẽ giống hệt với phương trình khi điện tích của electron bị đổi dấu. Nói cách khác, một electron chuyển động ngược dòng thời gian giống như một phản electron chuyển động theo thời gian! Thông thường, một nhà vật lý chín chắn có thể sẽ gạt bỏ cách giải thích này, gọi nó là một thủ thuật toán học không có nhiều ý nghĩa. Việc đi ngược thời gian dường như phi lý, nhưng các phương trình Dirac lại cho phép điều này xảy ra. Nói cách khác, Feynman đã tìm ra lý do khiến tự nhiên cho phép tồn tại lời giải ngược dòng thời gian: chúng mô tả chuyển động của phản vật chất. Nếu là một nhà vật lý lớn tuổi hơn, Feynman có thể đã vứt bỏ nghiệm này. Nhưng vì đang là một nghiên cứu sinh vô danh nên ông quyết định theo đuổi sự tò mò.

Khi tiếp tục đào sâu câu đố hóc búa này, chàng Feynman trẻ tuổi nhận thấy một vài thứ còn lạ kỳ hơn. Thông thường, nếu một electron và một phản electron va chạm, chúng sẽ hủy nhau và tạo ra bức xạ gamma. Ông đã vẽ điều này lên giấy: hai vật va vào nhau và biến thành một chùm năng lượng.

Nhưng nếu ta đổi dấu điện tích của phản electron, nó trở thành một electron thông thường chuyển động ngược dòng thời gian. Khi đó, ta có thể

vẽ lại giản đồ giống hệt như vậy nhưng với mũi tên thời gian bị đổi chiều. Lúc này, electron như thể đang chuyển động theo dòng thời gian thì bất thình lình quyết định đảo chiều chuyển động ngược về quá khứ. Nó thực hiện một cú đảo chiều thời gian hình chữ U và giờ đang đi ngược thời gian, phát ra một chùm năng lượng trong quá trình này. Nói cách khác, nó là *cùng một* electron. Quá trình hủy electron và phản hạt của nó chẳng qua chỉ là một electron đang chuyển động thì đổi chiều đi ngược thời gian!

Như vậy, Feynman đã hé lộ bí mật thật sự của phản vật chất: *nó là vật chất thông thường đang chuyển động ngược dòng thời gian*. Cách nhìn nhận đơn giản này lập tức giải thích được tại sao tất cả các hạt đều có phản hạt đồng hành với nó: đó là bởi tất cả các hạt đều có thể du hành ngược thời gian và từ đó giả trang thành phản vật chất. (Cách giải thích này tương đương với ý tưởng "biển Dirac" mà chúng ta đã đề cập ở trước nhưng đơn giản hơn và là cách giải thích hiện được chấp nhận.)

Giả sử chúng ta có một đám phản vật chất và chúng va chạm với vật chất thông thường, tạo thành một vụ nổ kinh hoàng. Hàng tỷ tỷ electron bị hủy cùng với một lượng phản electron tương đương. Nhưng nếu chúng ta đảo chiều thời gian đối với phản electron, biến nó thành electron đang chuyển động ngược chiều thời gian thì điều này có nghĩa là cùng một electron đã chuyển động dích dắc tới lui trong thời gian hàng tỷ tỷ lần.

Điều này còn dẫn đến một kết quả kỳ lạ hơn nữa: chỉ có một electron duy nhất trong đám vật chất này. Chính electron này đã chuyển động tới lui theo quỹ đạo dích dắc trong thời gian. Mỗi lần thực hiện một cú đảo dạng U trong thời gian, nó trở thành phản vật chất. Nhưng khi thực hiện một cú đảo dạng U khác, nó lại biến thành electron.

(Cùng với người hướng dẫn luận văn của mình là John Wheeler, Feynman đã nhận định rằng có lẽ toàn bộ vũ trụ chỉ gồm một electron duy nhất đang chuyển động dích dắc tới lui trong thời gian. Thử tưởng tượng từ mớ hỗn độn của Vụ Nổ Lớn nguyên thủy, chỉ có duy nhất một electron được tạo thành. Hàng tỷ tỷ năm sau, electron đơn độc này cuối cùng chạm trán với cơn đại hồng thủy của ngày tận thế, thực hiện một cú đảo dạng chữ U, phát ra bức xạ gamma và đi ngược thời gian. Sau đó, nó sẽ chuyển động ngược về điểm khởi phát của Vụ Nổ Lớn và lại thực hiện một cú đảo dạng chữ U. Như vậy, electron này đang thực hiện lặp đi lặp lại hành trình dích dắc tới và lui, từ Vụ Nổ Lớn đến ngày tận thế. Thế giới của chúng ta

trong thế kỷ 20 chỉ là một lát cắt thời gian trong chuyến du hành của electron này; ở đây chúng ta sẽ nhìn thấy hàng tỷ tỷ electron và phản electron, tạo nên vũ trụ khả kiến. Dù có vẻ kỳ lạ là vậy, nhưng lý thuyết này giải thích được một thực tế lạ thường trong vật lý lượng tử: tại sao tất cả các electron đều giống nhau. Trong vật lý, ta không thể định danh các electron. Không có electron màu xanh hay electron Johnny. Các electron không có tính cá thể. Ta không thể đánh dấu một electron giống như cách các nhà khoa học đánh dấu động vật trong thế giới hoang dã để nghiên cứu. Điều này có thể là bởi toàn bộ vũ trụ chỉ gồm một electron duy nhất, nảy qua nảy lại trong thời gian.)

Nhưng nếu phản vật chất chỉ là vật chất thông thường đang chuyển động ngược chiều thời gian thì liệu ta có thể gửi một bức điện tín về quá khứ? Hay gửi *Tạp chí phố Wall* vừa xuất bản cho chính mình trong quá khứ, nhờ đó đánh sập sàn chứng khoán?

Câu trả lời là không.

Nếu ta xem phản vật chất chỉ như một dạng vật chất lạ và thực hiện thí nghiệm với chúng thì nguyên lý nhân quả không hề bị vi phạm. Nguyên nhân và kết quả vẫn ở đúng trật tự của chúng. Còn khi đảo chiều mũi tên thời gian cho phản electron và nhờ đó gửi nó đi ngược dòng thời gian thì chúng ta chỉ thực hiện một thủ thuật toán học. Vật lý vẫn giữ nguyên. Không có gì thay đổi thực sự. Tất cả kết quả thí nghiệm vẫn như cũ. Vì vậy, hoàn toàn hợp lý khi nhìn nhận là electron đang di chuyển tới lui trong thời gian. Nhưng mỗi lần electron đi ngược dòng thời gian, nó chỉ đơn giản là hoàn tất quá khứ. Vì vậy, dường như nghiệm sớm từ tương lai là cần thiết cho một lý thuyết lượng tử nhất quán, nhưng chúng hoàn toàn không vi phạm tính nhân quả. (Nếu không có các nghiệm sớm kỳ lạ này, tính nhân quả sẽ bị vi phạm trong lý thuyết lượng tử. Feynman đã chứng minh rằng nếu cộng các đóng góp của các sóng sớm và sóng trễ, chúng ta sẽ thấy các hạng tử vi phạm tính nhân quả khử nhau một cách chính xác. Như vậy phản vật chất là nhân tố chủ chốt để đảm bảo luật nhân quả. Không có phản vật chất, luật nhân quả có thể sụp đổ.)

Feynman tiếp tục nuôi dưỡng ý tưởng điên rồ này cho đến khi nó đơm hoa kết trái thành lý thuyết lượng tử hoàn chỉnh của electron. Khám phá của ông, hay lý thuyết điện động lực học lượng tử (QED), đã được thực nghiệm kiểm chứng tới độ chính xác 1/10 tỷ, trở thành lý thuyết chính xác

nhất từ trước tới nay. Lý thuyết này mang về cho ông cùng hai đồng nghiệp Julian Schwinger và Sin-Itiro Tomonaga giải Nobel 1965.

(Trong diễn văn nhận giải Nobel, Feynman nói rằng khi còn trẻ, ông có một tình yêu bốc đồng với các sóng sớm đến từ tương lai, giống như yêu một người con gái đẹp. Ngày nay, cô gái xinh đẹp này đã trở thành một phụ nữ chín chắn và là mẹ của nhiều đứa trẻ. Một trong những đứa trẻ đó là lý thuyết điện động lực học lượng tử của Feynman.)

CÁC HẠT TACHYON ĐẾN TỪ TƯƠNG LAI

Cùng với các sóng sớm đến từ tương lai (thứ đã chứng minh được vai trò quyết định trong lý thuyết lượng tử hết lần này đến lần khác), một khái niệm lạ lùng khác cũng đến từ lý thuyết lượng tử mà thoạt nghe có vẻ điên rồ, nhưng có lẽ không hẳn là vô ích. Đó là ý tưởng về các hạt "tachyon", xuất hiện thường xuyên trong bộ phim *Star Trek*. Bất cứ khi nào các biên kịch của bộ phim cần đến một kiểu năng lượng mới để thực hiện hoạt động kỳ diệu nào đó, họ lại viện đến tachyon.

Các tachyon ở trong một thế giới kỳ lạ, nơi mọi thứ đều chuyển động nhanh hơn ánh sáng. Khi các tachyon mất năng lượng, chúng sẽ chuyển động nhanh hơn và điều này không phù hợp với cảm quan thông thường. Thực tế, nếu mất hết năng lượng, tachyon sẽ chuyển động với tốc độ vô hạn. Nhưng khi các tachyon nhận thêm năng lượng, chúng sẽ chuyển động chậm lại cho đến khi chỉ còn bằng tốc độ ánh sáng.

Các tachyon có đặc điểm kỳ lạ đến vậy là bởi chúng mang khối lượng ảo. (Từ "ảo" ngụ ý rằng khối lượng của chúng được nhân với căn bậc hai của âm một, hay "i".) Nếu chúng ta lấy phương trình nổi tiếng của Einstein và thay "m" bằng "im", thì điều kỳ diệu sẽ xuất hiện. Tất cả các hạt bỗng nhiên chuyển động nhanh hơn ánh sáng.

Kết quả này dẫn đến một số trường hợp lạ lùng. Nếu một hạt tachyon chuyển động trong môi trường vật chất, nó sẽ mất năng lượng do va chạm với các nguyên tử. Nhưng khi năng lượng của tachyon giảm đi, nó lại tăng tốc khiến số va chạm giữa nó với các nguyên tử tăng lên. Các va chạm như vậy khiến nó mất thêm năng lượng và do đó, lại tăng tốc độ. Chính nhờ vòng luẩn quẩn này mà hạt tachyon tự làm tăng tốc độ của nó đến vô cùng!

(Các hạt tachyon khác với phản vật chất và vật chất âm. Phản vật chất

có năng lượng dương, chuyển động chậm hơn ánh sáng và có thể tạo ra trong các máy gia tốc hạt. Theo lý thuyết, nó bị lực hấp dẫn kéo lại. Phản vật chất chính là vật chất thông thường chuyển động ngược dòng thời gian. Trong khi đó vật chất âm có năng lượng âm và cũng chuyển động chậm hơn ánh sáng, nhưng bị lực hấp dẫn đẩy đi. Vật chất âm chưa từng được tìm thấy trong phòng thí nghiệm. Với trữ lượng lớn, nó có thể được sử dụng làm nhiên liệu cho các cỗ máy thời gian về mặt lý thuyết. Còn các hạt tachyon chuyển động nhanh hơn ánh sáng và có khối lượng ảo. Hiện chúng ta chưa biết hạt tachon bị lực hấp dẫn hút hay đẩy, cũng chưa thể kiểm chứng chúng bằng thực nghiệm.)

Dù kỳ lạ là vậy, các tachyon vẫn được các nhà vật lý nghiên cứu nghiêm túc, trong đó có nhà khoa học quá cố Gerald Feinberg thuộc Đại học Columbia và George Sudarshan thuộc Đại học Texas tại Austin. Vấn đề khó khăn là chưa ai từng nhìn thấy một hạt tachyon trong phòng thí nghiệm. Bằng chứng thực nghiệm về sự tồn tại của tachyon sẽ vi phạm tính nhân quả. Thậm chí Feinberg còn đề nghị các nhà vật lý nên kiểm tra một chùm tia laser trước khi bật nó lên. Nếu các hạt tachyon tồn tại thì có lẽ ánh sáng từ chùm laser sẽ được dò thấy trước cả khi dụng cụ thí nghiệm được khởi động.

Trong các tác phẩm khoa học viễn tưởng, hạt tachyon thường được dùng để gửi thông điệp cho các nhà tiên tri trong quá khứ. Nhưng nếu kiểm tra về mặt vật lý của chúng, ta sẽ thấy điều này không chắc đã khả thi. Ví dụ, Feinberg tin rằng sự phát xạ một hạt tachyon chuyển động theo dòng thời gian giống hệt với sự hấp thụ một hạt tachyon mang năng lượng âm đang ngược dòng thời gian (tương tự trường hợp phản vật chất) và do đó, tính nhân quả không bị vi phạm.

Tách khỏi khoa học viễn tưởng, cách giải thích hiện nay về các hạt tachyon là chúng có thể đã tồn tại ở thời điểm Vụ Nổ Lớn và vi phạm tính nhân quả, nhưng sau đó chúng không còn nữa. Thực tế, chúng có thể đã đóng vai trò cốt yếu trong việc tạo ra "vụ nổ" ban đầu của vũ trụ. Theo quan điểm này, các hạt tachyon quan trọng đối với một số lý thuyết về Vụ Nổ Lớn.

Tachyon có một tính chất kỳ cục. Khi ta đưa chúng vào bất cứ lý thuyết nào, chúng sẽ khiến "chân không" trở nên mất ổn định — "chân không" ở đây ám chỉ trạng thái có năng lượng thấp nhất của một hệ. Một hệ vật lý

chứa các hạt tachyon sẽ trở thành "giả chân không", vì thế nó không bền vững và phân rã để trở về trạng thái chân không thực sự.

Hãy hình dung đến một cái đập ngăn nước hồ. Đây chính là trạng thái "giả chân không". Mặc dù con đập có vẻ hoàn toàn bền vững, nhưng vẫn có một trạng thái mang năng lượng thấp hơn nó. Nếu một vết nứt ở thân đập lớn dần và nước tràn mạnh qua đó sẽ gây vỡ đập, hệ này sẽ trở về trạng thái chân không thật khi nước chảy ra theo mực nước biển.

Tương tự như vậy, các nhà vật lý tin rằng vũ trụ trước thời điểm Vụ Nổ Lớn đã bắt đầu từ giả chân không, nơi các hạt tachyon tồn tại. Nhưng sự hiện diện của tachyon đồng nghĩa với việc đây không phải trạng thái có năng lượng thấp nhất và do đó hệ không bền vững. Một "vết rách" nhỏ xuất hiện trong kết cấu không-thời gian, hay chính là chân không thật. Khi vết rách này lớn dần, một bong bóng nổi lên. Các tachyon bên ngoài bong bóng vẫn tồn tại, nhưng các hạt bên trong bong bóng thì hoàn toàn biến mất. Khi bong bóng giãn nở, vũ trụ hình thành như chúng ta đã biết, thiếu vắng hoàn toàn các tachyon. Đây chính là Vụ Nổ Lớn.

Một lý thuyết được các nhà vũ trụ học cân nhắc nghiêm túc có tên là "lạm phát", theo đó một hạt tachyon đã khởi phát quá trình lạm phát của vũ trụ. Như chúng ta đã đề cập ở trước, lý thuyết vũ trụ lạm phát cho biết vũ trụ bắt đầu từ một bong bóng nhỏ trong không-thời gian, rồi trải qua giai đoạn lạm phát bùng nổ ly tâm. Các nhà vật lý tin rằng vũ trụ ban đầu bắt đầu trong trạng thái giả chân không, với trường lạm phát là một hạt tachyon. Nhưng sự hiện diện của tachyon gây nên sự bất ổn định cho chân không; các bong bóng nhỏ được hình thành. Bên trong một bong bóng như thế, trường lạm phát đạt trạng thái chân không thật. Bong bóng này bắt đầu lạm phát nhanh chóng, cho đến khi trở thành vũ trụ của chúng ta. Trong vũ trụ bong bóng của chúng ta, sự lạm phát biến mất nên không còn dò thấy được nữa. Vì vậy các hạt tachyon đại diện cho một trạng thái lượng tử kỳ dị, trong đó các vật chuyển động nhanh hơn ánh sáng và có lẽ còn vi phạm cả tính nhân quả. Nhưng trạng thái đó đã biến mất từ lâu và có thể đã sinh ra chính vũ trụ của chúng ta.

Tất cả điều này dường như chỉ là một nghi ngờ không thể kiểm chứng. Nhưng lý thuyết về giả chân không được kiểm tra thực nghiệm lần đầu tiến năm 2008 nhờ Máy gia tốc Lớn (LHC) gần Geneva, Thụy Sĩ. Một trong những mục đích chính của LHC là tìm kiếm "boson Higgs", hạt cuối

cùng trong Mô hình Chuẩn. Đó là mảnh ghép cuối cùng. (Hạt Higgs rất quan trọng nhưng khó nắm bắt đến độ nhà vật lý đạt giải Nobel Leon Lederman gọi nó là "hạt của Chúa".)

Các nhà vật lý tin boson Higgs khởi đầu là một tachyon. Trong giả chân không, không hạt hạ nguyên tử nào có khối lượng cả. Nhưng sự hiện diện của tachyon làm cho chân không mất ổn định và vũ trụ đã chuyển sang trạng thái chân không mới, nơi boson Higgs biến thành một hạt vật chất thông thường. Sau sự biến đổi, các hạt hạ nguyên tử bắt đầu có khối lượng như chúng ta đo được trong phòng thí nghiệm hiện nay. Như vậy, khám phá ra boson Higgs không những hoàn tất mảnh ghép cuối cùng của Mô hình Chuẩn mà còn chứng tỏ trạng thái tachyon từng tồn tại nhưng giờ đã biến đổi thành một hạt vật chất bình thường.

Tóm lại, linh cảm bị vật lý Newton bác bỏ. Các quy luật chắc chắn của nguyên nhân và kết quả không bao giờ bị vi phạm. Trong lý thuyết lượng tử, các trạng thái mới của vật chất là khả dĩ, như phản vật chất tương đương với vật chất đang chuyển động ngược dòng thời gian, nhưng tính nhân quả vẫn không bị vi phạm. Thực tế, phản vật chất đóng vai trò cốt yếu giúp phục hồi tính nhân quả trong lý thuyết lượng tử. Các hạt tachyon thoạt nhìn dường như vi phạm tính nhân quả, nhưng các nhà vật lý tin rằng mục đích thực sự của chúng là khởi phát Vụ Nổ Lớn và vì vậy, chúng không được quan sát thấy sau đó.

Do vậy, linh cảm dường như bị loại bỏ, ít nhất là trong tương lai tiên đoán được, khiến nó được xếp vào nhóm Bất khả thi loại III. Nếu được thực nghiệm kiểm chứng, linh cảm sẽ khởi đầu cho những biến đổi lớn lao trong nền tảng của vật lý hiện đại.

PHẦN KẾT
TƯƠNG LAI CỦA NHỮNG ĐIỀU TƯỞNG CHỪNG BẤT KHẢ

Không có điều gì to tát và điên rồ tới mức không xã hội nào trong số một triệu xã hội công nghệ không cảm thấy muốn làm, miễn là nó khả dĩ về mặt vật lý.
— FREEMAN DYSON

Số mệnh không phải là vấn đề của cơ hội — nó là vấn đề của sự lựa chọn.
Nó không phải là thứ để chờ đợi — nó là thứ phải đạt tới.
— CỰU NGOẠI TRƯỞNG MỸ WILLIAM JENNINGS BRYAN

Liệu có sự thật nào mà chúng ta vĩnh viễn không thể nắm bắt được? Hay có miền tri thức nào luôn nằm ngoài tầm hiểu biết, ngay cả với một nền văn minh cực kỳ tiến bộ? Trong tất cả các công nghệ đã được chúng ta phân tích cho tới lúc này, chỉ có động cơ vĩnh cửu và linh cảm được xếp vào nhóm Bất khả thi loại III. Còn công nghệ nào khác cũng hầu như bất khả thi như vậy?

Toán học thuần túy đầy những định lý cho biết một số thứ là hoàn toàn bất khả thi. Một ví dụ đơn giản là việc chia một góc thành ba phần bằng nhau chỉ sử dụng compa và thước thẳng; điều này được chứng minh là bất khả thi vào năm 1837.

Thậm chí trong những hệ thống đơn giản như số học cũng có những thứ bất khả thi. Như tôi đã đề cập, chúng ta không thể chứng minh mọi mệnh đề đúng trong số học chỉ bằng các tiên đề số học. Số học không toàn diện. Sẽ luôn tồn tại những mệnh đề đúng trong số học mà chúng ta chỉ chứng minh được khi viện đến một hệ thống lớn hơn có bao gồm số học như một tập con.

Mặc dù toán học có những điều bất khả, nhưng việc tuyên bố thứ gì đó là hoàn toàn bất khả trong vật lý lại ẩn chứa nhiều rủi ro. Hãy nhớ lại bài phát biểu của nhà vật lý đạt giải Nobel Albert A. Michelson trong lễ vinh danh Phòng Thí nghiệm Vật lý Ryerson tại Đại học Chicago vào năm 1894. Ông đã tuyên bố không còn gì thực sự mới mẻ trong vật lý để chúng ta khám phá: "Thực tại vật lý và những định luật cơ bản nhất của ngành khoa học này đều đã được khám phá; hiện chúng đã được thiết lập chắc chắn đến nỗi khả năng chúng bị những khám phá mới hơn nữa lật đổ là cực kỳ nhỏ bé… Những khám phá của chúng ta trong tương lai chỉ là xác định chữ số thứ sáu sau dấu phẩy mà thôi."

Nhận định của ông được thốt ra ngay trước thềm của sự chuyển dịch vĩ đại nhất trong lịch sử khoa học: cuộc cách mạng lượng tử năm 1900 và cuộc cách mạng tương đối tính vào năm 1905. Điều mấu chốt là những thứ hiện bất khả thi vi phạm các định luật vật lý đã biết, nhưng như chúng ta đều rõ, các định luật vật lý có thể thay đổi.

Năm 1825, trong cuốn *Cours de Phylosophie* (Chuyên luận về triết học), nhà triết học vĩ đại người Pháp Auguste Comte, viết đã tuyên bố rằng khoa học không thể xác định thành phần cấu tạo các ngôi sao. Đây có lẽ là một tuyên bố an toàn vào thời điểm đó, vì người ta vẫn chưa biết gì về các đặc trưng tự nhiên của các ngôi sao. Chúng ở quá xa chúng ta. Nhưng chỉ vài năm sau, các nhà vật lý (sử dụng phương pháp phân tích quang phổ) tuyên bố rằng Mặt Trời được tạo thành từ hiđrô. Thực tế, giờ đây chúng ta đều biết rằng bằng cách phân tích các vạch quang phổ do các ngôi sao phát ra hàng tỷ năm trước, chúng ta có thể xác định thành phần hóa học của hầu hết mọi thứ trong vũ trụ.

Comte thách thức cộng đồng khoa học bằng cách đề ra một danh sách những điều "bất khả thi" khác:

- Ông khẳng định "cấu trúc tận cùng của sự vật luôn vượt quá khả năng hiểu biết của chúng ta". Nói cách khác, chúng ta không thể biết bản chất tự nhiên của vật chất.
- Ông nghĩ chúng ta không thể dùng toán học để giải thích sinh học và hóa học. Ông quả quyết rằng việc quy các ngành khoa học này về toán học là bất khả thi.
- Ông nghĩ việc nghiên cứu những thiên thể không có bất cứ ảnh

hưởng nào đến đời sống con người.

Ở thế kỷ 19, người ta có lý do để xem những thứ như vậy là "bất khả" vì hiểu biết về khoa học cơ bản tại thời điểm đó còn quá hạn hẹp. Bí mật của vật chất và sự sống hầu như chưa được hé lộ. Nhưng hiện nay chúng ta đã có lý thuyết nguyên tử, giúp mở ra một địa hạt hoàn toàn mới trong những nghiên cứu khoa học về cấu tạo của vật chất. Chúng ta biết về các ADN và lý thuyết lượng tử, những lĩnh vực mang lại nhiều khám phá mới mẻ về bí mật của sự sống và hóa học. Chúng ta cũng biết thêm về những vụ va chạm với các thiên thể tới từ không gian và những va chạm này không chỉ ảnh hưởng đến tiến trình của sự sống trên Trái Đất mà còn giúp định hình chính sự tồn tại của hành tinh này.

Nhà thiên văn học John Barrow lưu ý: "Các sử gia vẫn còn tranh luận về quan điểm cho rằng những nhận định của Comte phải chịu một phần trách nhiệm cho sự tụt hậu của nền khoa học Pháp sau đó."

Để phản đối những tuyên bố của Comte, nhà toán học David Hilbert viết: "Theo suy nghĩ của tôi, lý do thực sự khiến Comte không thể tìm thấy một vấn đề không giải quyết được nằm ở thực tế là chẳng có vấn đề nào là không thể giải quyết."

Nhưng hiện nay, một số nhà khoa học đang đề xuất một danh sách những thứ bất khả thi mới: chúng ta sẽ không bao giờ biết được những gì đã xảy ra trước Vụ Nổ Lớn (hay thậm chí tại sao nó "nổ"), và sẽ không bao giờ có thể đạt đến một "lý thuyết của vạn vật".

Nhà vật lý John Wheeler đã bình luận về vấn đề "bất khả thi" thứ nhất nêu trên như sau: "200 năm trước, bạn có thể hỏi ai đó rằng 'Đến một ngày, chúng ta có thể hiểu được sự sống bắt đầu như thế nào hay không?' và anh ta sẽ trả lời ngay tức thì, 'Thật ngớ ngẩn! Điều đó là bất khả thi!' Tôi cũng có cảm giác giống như vậy đối với câu hỏi 'Rồi chúng ta sẽ hiểu được vũ trụ bắt đầu như thế nào chứ?'"

Nhà thiên văn John Barrow thêm vào: "Tốc độ ánh sáng là hữu hạn nên hiểu biết của chúng ta về cấu trúc của vũ trụ cũng vậy. Chúng ta không thể nào biết vũ trụ hữu hạn hay vô hạn, nó có khởi đầu hoặc kết thúc hay không, liệu các định luật vật lý có giống nhau ở mọi nơi, hoặc vũ trụ được sắp xếp ngăn nắp hay bừa bãi… Mọi câu hỏi bao quát nhất về bản chất của vũ trụ — từ khởi đầu cho đến kết thúc — đều không có câu trả lời."

Barrow đã đúng khi nói rằng chúng ta sẽ không bao giờ biết chắc chắn bản chất thực sự của vũ trụ. Nhưng chúng ta có khả năng "bóc dần" các câu hỏi dai dẳng đó và tiến gần hơn đến câu trả lời. Thay vì đại diện cho những biên giới không thể vượt qua trong hiểu biết của chúng ta, những thứ "bất khả thi" đó có lẽ nên được xem là thách thức chờ đợi các thế hệ nhà khoa học kế tiếp. Những giới hạn này giống như lớp vỏ của chiếc bánh nướng, được chúng ta làm ra để bóc đi.

DÒ TÌM BẰNG CHỨNG VỀ KỶ NGUYÊN TRƯỚC VỤ NỔ LỚN

Một thế hệ máy dò mới đang được xây dựng để giải đáp một số câu hỏi dai dẳng về Vụ Nổ Lớn. Hiện nay, các máy dò bức xạ ngoài không gian mới chỉ đo được bức xạ vi sóng phát ra vào khoảng 300.000 năm sau Vụ Nổ Lớn, khi các nguyên tử đầu tiên hình thành. Chúng ta không thể sử dụng bức xạ vi sóng để thăm dò những gì xảy ra trước thời điểm 300.000 năm kể từ Vụ Nổ Lớn, vì bức xạ phát ra từ quả cầu lửa vũ trụ ban đầu là quá nóng và ngẫu nhiên để thu được các thông tin hữu ích.

Nhưng nếu phân tích những loại bức xạ khác, chúng ta có thể tiến gần hơn tới Vụ Nổ Lớn. Chẳng hạn, lần theo dấu chân các neutrino đưa chúng ta đến gần thời khắc bùng nổ ban đầu của vũ trụ hơn (các neutrino khó nắm bắt đến mức chúng có thể di chuyển qua một hệ mặt trời được làm từ chì đặc). Bức xạ neutrino có thể đưa chúng ta về tới thời điểm vài giây sau Vụ Nổ Lớn.

Nhưng có lẽ bí mật tối thượng của Vụ Nổ Lớn sẽ được hé lộ bằng cách kiểm tra "các sóng hấp dẫn", loại sóng truyền men theo kết cấu không-thời gian. Như nhà vật lý Rocky Kolb ở Đại học Chicago cho biết: "Bằng cách đo đạc tính chất của các neutrino nguyên thủy, chúng ta có thể nhìn ngược về thời điểm một giây sau Vụ Nổ Lớn. Nhưng sóng hấp dẫn phát ra từ thời kỳ lạm phát là những tàn dư của vũ trụ chỉ 10^{-35} giây sau Vụ Nổ Lớn."

Sóng hấp dẫn được Einstein tiên đoán đầu tiên vào năm 1916. Chúng có thể trở thành mẫu dò quan trọng nhất của ngành thiên văn học. Về mặt lịch sử, mỗi lần một dạng bức xạ mới được thu thập là một kỷ nguyên mới trong thiên văn học mở ra. Dạng bức xạ đầu tiên là ánh sáng khả kiến, được Galileo sử dụng để nghiên cứu Hệ Mặt Trời. Dạng bức xạ thứ hai là

sóng vô tuyến, giúp chúng ta cuối cùng cũng thăm dò được khu vực trung tâm của các thiên hà để tìm kiếm hố đen. Các máy dò sóng hấp dẫn có thể tiết lộ bí mật của chính sự khởi tạo vũ trụ.

Theo lẽ nào đó, sóng hấp dẫn phải tồn tại. Để hiểu được điều này, hãy nhìn lại câu hỏi có từ xa xưa: điều gì xảy ra nếu Mặt Trời bỗng nhiên biến mất? Theo Newton, chúng ta sẽ lập tức cảm nhận được những tác động của sự kiện này. Ngay lúc Mặt Trời biến mất, Trái Đất sẽ văng khỏi quỹ đạo và bị bắn vào không gian tối tăm. Điều này xảy ra do định luật hấp dẫn của Newton không tính tới vận tốc chuyển động nên các lực tác dụng trong vũ trụ diễn ra tức thời. Nhưng theo Einstein, không gì có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng, vì vậy thông tin về sự kiện Mặt Trời biến mất sẽ mất tới tám phút để đến được Trái Đất. Nói cách khác, một "sóng xung kích" hình cầu của lực hấp dẫn sẽ xuất phát từ Mặt Trời và cuối cùng truyền đến Trái Đất. Bên ngoài hình cầu tạo bởi sóng hấp dẫn này, Mặt Trời vẫn đang chiếu sáng bình thường, vì thông tin về sự biến mất của Mặt Trời chưa đến được Trái Đất. Tuy nhiên, bên trong mặt sóng cầu, Mặt Trời đã biến mất, vì sóng xung kích của lực hấp dẫn lan truyền với tốc độ ánh sáng.

Một cách khác để hiểu được tại sao sóng hấp dẫn phải tồn tại là tưởng tượng đến một tấm trải giường lớn. Theo Einstein, không-thời gian là một kết cấu có thể gập lại hoặc trải ra, giống như một tấm trải giường vậy. Nếu nắm mép của tấm trải giường và giũ nhanh, chúng ta sẽ thấy những gợn sóng chạy dọc theo bề mặt tấm với một vận tốc xác định. Theo cách tương tự, sóng hấp dẫn có thể được xem như những con sóng di chuyển dọc theo cấu trúc không-thời gian.

Sóng hấp dẫn nằm trong số những chủ đề được quan tâm nhất trong vật lý ngày nay. Năm 2003, máy dò sóng hấp dẫn cỡ lớn đầu tiên được đưa vào vận hành, được gọi là hệ thống LIGO (Đài quan sát Sóng hấp dẫn Sử dụng Giao thoa của các Chùm tia Laser), có chiều dài hơn bốn kilômét, với một trạm được đặt ở Hanford, Washington và trạm còn lại ở Livingston Parish, Louisiana. Với chi phí xây dựng 365 triệu đô-la, LIGO được tin là có thể dò thấy bức xạ phát ra từ các vụ va chạm sao neutron và hố đen.

Cú nhảy vọt tiếp theo sẽ diễn ra khi một thế hệ các vệ tinh mới được phóng lên quỹ đạo để phân tích các bức xạ hấp dẫn ngoài không gian được phát ra từ thời điểm khởi tạo vũ trụ. Ba vệ tinh tạo thành hệ thống LISA (Các anten Không gian sử dụng sự Giao thoa của tia Laser), một dự án liên

kết giữa NASA và Cơ quan Vũ trụ châu Âu, sẽ được phóng lên quỹ đạo quanh mặt trời. Các vệ tinh đó có khả năng dò tìm các sóng hấp dẫn phát ra trước thời điểm một phần nghìn tỷ giây sau Vụ Nổ Lớn. Nếu một đoàn sóng hấp dẫn được tạo ra từ Vụ Nổ Lớn vẫn còn đang lang thang trong vũ trụ va phải một trong các vệ tinh này, nó sẽ làm nhiễu động các chùm tia laser và nhiễu động này có thể được đo đạc chính xác, mang lại cho chúng ta "bức tranh ấu thơ" ở thời khắc khởi thủy của vũ trụ.

Hệ thống LISA gồm ba vệ tinh nằm tại ba đỉnh của một tam giác quay tròn quanh mặt trời, chúng được kết nối với nhau bằng các chùm tia laser trải dài trên khoảng cách 4,8 triệu kilômét, trở thành thiết bị lớn nhất mà khoa học từng tạo ra. Hệ thống này sẽ quay quanh mặt trời ở khoảng cách gần 50 triệu km tính đến Trái đất.

Mỗi vệ tinh sẽ bắn ra một chùm tia laser chỉ có công suất 0,5 W. Bằng cách tham chiếu các chùm tia laser từ hai vệ tinh kia truyền đến, mỗi vệ tinh có thể tạo ra một bức tranh giao thoa ánh sáng. Nếu một sóng hấp dẫn làm nhiễu động các chùm tia laser, nó sẽ làm thay đổi hình ảnh giao thoa và nhờ đó, vệ tinh sẽ có khả nàng dò thấy sự nhiễu này. (Sóng hấp dẫn không khiến cho các vệ tinh dao động. Nó thực sự làm sự méo mó phần không gian giữa ba vệ tinh.)

Mặc dù các chùm tia laser rất yếu nhưng độ chính xác mà chúng mang lại thật đáng kinh ngạc. Chúng có khả năng dò thấy những rung động với độ chính xác lên đến vài phần của một nghìn tỷ tỷ, tương ứng với độ lệch chỉ bằng 1/100 kích thước một nguyên tử. Mỗi chùm tia laser có thể dò tìm một sóng hấp dẫn từ khoảng cách chín tỷ năm ánh sáng, bao trùm hầu như toàn bộ vũ trụ nhìn thấy hiện nay.

Hệ thống LISA đủ nhạy để thừa nhận hoặc bác bỏ một số kịch bản "tiền vụ nổ lớn." Một trong những chủ đề nóng sốt nhất hiện nay trong vật lý lý thuyết là việc tính toán các đặc trưng của vũ trụ trước Vụ Nổ Lớn. Hiện tại, lý thuyết lạm phát có thể mô tả tương đối tốt cách mà vũ trụ tiến hóa kể từ khi Vụ Nổ Lớn diễn ra. Nhưng lý thuyết này không giải thích được tại sao Vụ Nổ Lớn lại xảy ra đúng thời điểm đó. Mục đích ở đây là sử dụng các mô hình mang tính phỏng đoán của kỷ nguyên tiền Vụ Nổ Lớn để tính toán các bức xạ hấp dẫn do Vụ Nổ Lớn phát ra. Các lý thuyết tiền vụ nổ lớn khác nhau đưa ra những tiên đoán khác nhau. Chẳng hạn, bức xạ khởi thủy mà Thuyết Vụ Va Chạm Lớn tiên đoán tỏ ra khác biệt với tiên

đoán của các lý thuyết lạm phát khác, vì vậy LISA có thể giúp loại bỏ vài lý thuyết trong số đó. Dĩ nhiên, các mô hình tiền Vụ Nổ Lớn đó không thể kiểm nghiệm trực tiếp, vì chúng liên quan tới những hiểu biết về vũ trụ trước cả khi vũ trụ hình thành, nhưng chúng ta có thể kiểm tra các lý thuyết này gián tiếp vì chúng đưa ra những tiên đoán khác nhau về phổ bức xạ theo sau Vụ Nổ Lớn.

Nhà vật lý Kip Thorne viết: "Vào lúc nào đó trong khoảng từ năm 2008 đến năm 2030, các sóng hấp dẫn khởi phát từ Vụ Nổ Lớn sẽ được phát hiện. Điều này sẽ mở ra một kỷ nguyên mới, kéo dài ít nhất tới năm 2050… Những nỗ lực đó sẽ hé lộ những chi tiết sâu sắc về kỳ dị Vụ Nổ Lớn, nhờ đó xác minh một dạng lý thuyết dây nào đó là lý thuyết lượng tử phù hợp để mô tả lực hấp dẫn."

Nếu LISA không thể giúp phân biệt các lý thuyết tiền vụ nổ lớn khác nhau, Hệ thống Quan trắc Vụ Nổ Lớn (BBO) kế nhiệm sẽ đảm nhiệm công việc này. BBO được lên kế hoạch phóng lên quỹ đạo vào năm 2025. Đài quan trắc này có thể quét qua toàn bộ vũ trụ để xác định tất cả các hệ thống đôi bao gồm các sao neutron và các hố đen với khối lượng nhỏ hơn Mặt Trời 1.000 lần. Nhưng mục đích chính của nó là phân tích các sóng hấp dẫn phát ra trong suốt thời kỳ lạm phát của Vụ Nổ Lớn. Vì lẽ này, hệ thống BBO được thiết kế chuyên biệt để xác nhận các tiên đoán của lý thuyết Vụ Nổ Lớn theo kiểu lạm phát.

Hệ thống BBO hơi giống với hệ thống LISA về thiết kế. Nó cũng gồm ba vệ tinh chuyển động song hành với nhau trên quỹ đạo quanh mặt trời, các vệ tinh cách đều nhau các khoảng 50.000 km (các vệ tinh này gần hơn nhiều so với các vệ tinh của hệ thống LISA.) Mỗi vệ tinh của BBO có thể bắn ra chùm laser có công suất 300W. BBO có khả năng dò tìm sóng hấp dẫn trong khoảng tần số nằm giữa khoảng dò của LIGO và LISA, giúp khỏa lấp khoảng trống quan trọng này. (LISA có thể dò thấy các sóng hấp dẫn trong khoảng từ 10 tới 3 000 Hz, trong khi LIGO có thể dò thấy sóng hấp dẫn trong dải tần từ 10 pHz đến 10 mHz. BBO có thể dò tìm các tần số bao gồm cả hai dải tần đó.)

"Đến năm 2040, chúng ta sẽ sử dụng các định luật này của lý thuyết hấp dẫn lượng tử để xây dựng câu trả lời khá chắc chắn cho nhiều câu hỏi sâu sắc và đầy thách đố," Thorne viết, "bao gồm… thứ gì đã tồn tại trước kỳ dị Vụ Nổ Lớn, hoặc thậm chí liệu khái niệm 'trước' Vụ Nổ Lớn có ý

nghĩa hay không? Các vũ trụ khác có tồn tại không? Và nếu các vũ trụ khác tồn tại thì chúng có thể liên hệ hoặc kết nối với vũ trụ của chúng ta như thế nào? Liệu các định luật vật lý có cho phép các nền văn minh bậc cao tạo ra và duy trì lỗ sâu để phục vụ cho những chuyến du hành liên sao, hay tạo ra cỗ máy thời gian để du hành ngược về quá khứ hay không?"

Điểm mấu chốt là trong vài thập niên tới, các máy dò sóng hấp dẫn đặt ngoài không gian sẽ thu thập được đủ dữ liệu để phân biệt các lý thuyết tiền Vụ Nổ Lớn khác nhau.

KẾT CỤC CỦA VŨ TRỤ

Thi hào T. S. Eliot từng đặt ra câu hỏi: "Vũ trụ sẽ cáo chung trong một vụ nổ khủng khiếp hay chỉ là một cơn rên rỉ nhẹ?" Còn Robert Frost thì thắc mắc "tất cả chúng ta sẽ bị tận diệt trong lửa hay băng giá?" Những bằng chứng mới nhất cho thấy vũ trụ đang chết dần trong một Vụ Đóng Băng Lớn, với nhiệt độ tiến gần đến không độ tuyệt đối và tất cả các dạng sống thông minh sẽ bị diệt vong. Nhưng chúng ta có thể đoan chắc về điều đó hay không?

Một số người còn đặt ra một câu hỏi "bất khả thi" khác: Bằng cách nào chúng ta biết được số phận cuối cùng của vũ trụ, khi mà sự kiện này phải nhiều tỷ tỷ năm nữa mới xảy ra. Các nhà khoa học tin rằng "năng lượng tối" hay năng lượng của chân không dường như đang đẩy các thiên hà ra xa nhau với tốc độ ngày càng tăng, cho thấy vũ trụ đang trong kỳ giãn nở. Sự giãn nở này sẽ làm giảm nhiệt độ của vũ trụ và cuối cùng dẫn đến một Vụ Đóng Băng Lớn. Nhưng liệu sự giãn nở này có là tạm thời? Liệu nó có thể đảo chiều trong tương lai hay không?

Ví dụ, trong kịch bản Vụ Va Chạm Lớn khi hai màng vũ trụ va vào nhau và tạo ra vũ trụ, dường như các màng va chạm một cách tuần hoàn. Nếu vậy, khi đó sự giãn nở đưa đến một Vụ Đóng Băng Lớn sẽ chỉ là nhất thời và quá trình sau đó sẽ bị đảo ngược.

Thứ đang khiến vũ trụ hiện nay giãn nở gia tốc là năng lượng tối — loại năng lượng nhiều khả năng được tạo ra bởi "hằng số vũ trụ". Do vậy, vấn đề mấu chốt là phải hiểu được hằng số bí ẩn này, nói cách khác là nắm bắt được năng lượng của chân không. Liệu hằng số đó thay đổi theo thời gian hay luôn có giá trị cố định? Hiện tại, không ai biết chắc về điều này.

Nhờ vệ tinh WMAP, chúng ta biết hằng số vũ trụ dường như đang khiến cho vũ trụ giãn nở gia tốc, nhưng chúng ta không biết sự giãn nở có diễn ra mãi mãi hay không.

Vấn đề này thực ra đã được đưa ra từ trước, khi Einstein đề xuất hằng số vũ trụ lần đầu tiên vào năm 1916. Không lâu sau đề xuất về thuyết tương đối rộng vào năm trước đó, ông bắt đầu tính toán các hệ quả dành cho vũ trụ trong lý thuyết của mình. Hết sức ngạc nhiên, ông nhận thấy vũ trụ ở trạng thái động, hoặc đang giãn nở hoặc đang co lại. Nhưng ý tưởng này dường như mâu thuẫn với các dữ liệu thực nghiệm.

Khi ấy, Einstein đối mặt với nghịch lý Bentley, thứ đã khiến ngay cả Newton phải trăn trở. Trở lại năm 1692, đức giám mục Richard Bentley đã viết cho Newton một lá thư, trong đó có một câu hỏi hóc búa: Nếu lực hấp dẫn như Newton mô tả luôn là lực hút thì tại sao vũ trụ không bị co sụp? Nếu vũ trụ bao gồm một tập hợp hữu hạn các ngôi sao hút lẫn nhau thì chúng hẳn phải tiến đến gần nhau và vũ trụ cuối cùng hẳn sẽ co lại thành một quả cầu lửa! Lá thư này đã khiến Newton phiền muộn sâu sắc, bởi nó chỉ ra một vết nứt nghiêm trọng trong lý thuyết hấp dẫn của ông: *bất cứ lý thuyết nào coi hấp dẫn đóng vai trò là lực hút đều không bền vững*. Một tập hợp hữu hạn các ngôi sao sẽ luôn bị co sụp dưới tác dụng của lực hấp dẫn của chính nó.

Newton đã trả lời Bentley rằng cách duy nhất để tạo ra một vũ trụ bền vững là nó phải có số ngôi sao vô hạn và đồng đều, với mỗi ngôi sao bị kéo đều theo mọi hướng, sao cho tất cả các lực vừa đủ khử lẫn nhau. Đây là một câu trả lời khôn ngoan, nhưng Newton đủ thông minh để nhận ra rằng sự bền vững như vậy chỉ là giả tạo. Giống như một ngôi nhà được dựng lên từ các lá bài, chỉ một rung động nhỏ cũng khiến toàn bộ sụp đổ. Đó là trạng thái "giả cân bằng", tức là chỉ cân bằng tạm thời cho đến khi những nhiễu động dù nhỏ khiến trạng thái này sụp đổ. Newton kết luận sự tồn tại của Chúa là cần thiết để đều đặn hích nhẹ vào các ngôi sao, sao cho vũ trụ không bị co sụp.

Nói cách khác, Newton coi vũ trụ như một chiếc đồng hồ khổng lồ, được Chúa lên dây ở điểm khởi đầu của thời gian và tuân theo các định luật của Ngài. Nó bắt đầu đếm nhịp tự động kể từ đó mà không cần thêm một sự can thiệp siêu nhiên nào. Tuy nhiên, theo Newton, đôi lúc Chúa cũng phải tác động chút ít lên các ngôi sao để vũ trụ không bị suy sụp thành

một quả cầu lửa.

Khi Einstein vấp phải nghịch lý Bentley vào năm 1916, các phương trình của ông cho ông biết chính xác rằng vũ trụ ở trạng thái động — hoặc đang giãn nở hoặc đang co lại, và một vũ trụ tĩnh là không bền vững và sẽ sụp đổ dưới tác dụng của lực hấp dẫn. Nhưng các nhà thiên văn thời đó khẳng định vũ trụ là tĩnh và không thay đổi. Vì vậy, trong động thái nhượng bộ các quan sát thiên văn, Einstein đã đưa thêm vào hằng số vũ trụ — một lực phản hấp dẫn giúp đẩy các ngôi sao ra xa để cân bằng với lực hút hấp dẫn khiến vũ trụ co lại. (Lực phản hấp dẫn này tương ứng với năng lượng chứa trong chân không. Trong bức tranh này, thậm chí không gian trống rỗng cũng chứa một lượng lớn năng lượng bất khả kiến) Hằng số này phải được chọn thật chính xác để khử được lực hút hấp dẫn.

Sau này, khi Edwin Hubble chứng tỏ vào năm 1929 rằng vũ trụ thực sự đang giãn nở, Einstein đã gọi hằng số vũ trụ là "sai lầm ngớ ngẩn nhất" của mình. Nhưng hiện nay, hơn 80 năm sau, "sai lầm ngớ ngẩn" của Einstein, hay hằng số vũ trụ, nhiều khả năng lại là nguồn năng lượng lớn nhất trong vũ trụ, đóng góp 73% thành phần vật chất — năng lượng của vũ trụ. (Ngược lại, những nguyên tố bậc cao tạo thành cơ thể chúng ta chỉ chiếm 0,03% thành phần của vũ trụ.) Sai lầm của Einstein có thể sẽ giúp xác định kết cục của vũ trụ.

Nhưng hằng số vũ trụ này từ đâu đến? Hiện tại, chúng ta vẫn chưa biết. Ở điểm khởi đầu của thời gian, lực phản hấp dẫn có lẽ đủ lớn để khiến vũ trụ lạm phát, từ đó tạo nên Vụ Nổ Lớn. Sau đó, nó bỗng nhiên biến mất với lý do chưa rõ ràng. (Vũ trụ vẫn tiếp tục giãn nở trong giai đoạn này nhưng với tốc độ chậm lại.) Rồi tới khoảng tám tỷ năm sau Vụ Nổ Lớn, lực phản hấp dẫn lại trỗi dậy, khiến các thiên hà bị đẩy ra xa nhau và vũ trụ gia tốc trở lại.

Vậy liệu việc xác định số phận cuối cùng của vũ trụ có phải là "bất khả thi"? Có lẽ là không. Hầu hết các nhà vật lý tin rằng các hiệu ứng lượng tử sẽ quyết định độ lớn của hằng số vũ trụ. Khi thực hiện tính toán với dạng nguyên bản của lý thuyết lượng tử, ta thu được kết quả hằng số vũ trụ vượt quá giá trị cần có của nó 10^{120} lần. Đây là sai lệch lớn nhất từng có trong lịch sử khoa học.

Nhưng các nhà vật lý cũng nhất trí rằng sự dị thường này chỉ mang hàm ý đơn giản rằng chúng ta cần đến một lý thuyết hấp dẫn lượng tử. Vì

hằng số vũ trụ xuất hiện qua các hiệu chỉnh lượng tử, nên cần phải có một lý thuyết của vạn vật — lý thuyết cho phép chúng ta tính toán không chỉ cho Mô hình Chuẩn mà còn cả giá trị của hằng số vũ trụ, thứ sẽ giúp xác định kết cục của vũ trụ.

Vì vậy, một lý thuyết của vạn vật là cần thiết để xác định số phận kết cục của vũ trụ. Điều đáng tiếc là một số nhà vật lý tin rằng việc đạt đến lý thuyết của vạn vật là bất khả thi.

LÝ THUYẾT CỦA VẠN VẬT CÓ THỰC SỰ TỒN TẠI?

Như tôi đã nhắc đến ở chương 13, lý thuyết dây là ứng cử viên hàng đầu cho một "lý thuyết của vạn vật", nhưng vẫn có những hoài nghi về điều này. Một bên là những người như giáo sư Max Tegmark của MIT, cho rằng: "Tôi nghĩ là tới năm 2056, bạn sẽ có thể mua một chiếc áo thun có in các phương trình mô tả các định luật vật lý thống nhất của vũ trụ chúng ta." Phía bên kia là một nhóm những người chỉ trích đầy quyết tâm cho rằng trường phái dây vẫn chưa đưa ra được kết quả cụ thể nào. Một số còn nhận định rằng dù có bao nhiêu bài báo hay phim tài liệu ngợi ca lý thuyết dây đi chăng nữa thì nó cũng vẫn chưa đưa ra được dự đoán thực tế có thể kiểm chứng nào. Những nhà phê bình này gọi nó là lý thuyết của không gì cả, chứ không phải lý thuyết của vạn vật. Cuộc tranh luận trở nên căng thẳng hơn bao giờ hết vào năm 2002, khi Stephen Hawking "đổi phe", trích dẫn định lý bất toàn và nói rằng một lý thuyết của vạn vật có lẽ không khả thi ngay ở mặt toán học.

Chẳng mấy ngạc nhiên khi cuộc tranh luận lại gây chia rẽ giới vật lý đến vậy, vì mục tiêu của nó quá to tát, nếu không muốn nói là xa vời vợi. Nhiệm vụ thống nhất tất cả các định luật của tự nhiên đã không ngừng trêu ngươi và cám dỗ các nhà triết học và vật lý suốt hàng thiên niên kỷ. Chính Socrates cũng từng nói: "Dường như đối với tôi, điều tối thượng là nắm bắt được cách giải thích cho tất cả, tại sao nó xuất hiện, tại sao nó tàn lụi, tại sao nó như vậy."

Đề xuất nghiêm túc đầu tiên cho một lý thuyết của vạn vật xuất hiện vào khoảng năm 500 TCN, khi trường phái Pythagore ở Hy Lạp được ghi nhận là đã giải mã được các định luật toán học của âm nhạc. Bằng cách phân tích các nốt nhạc và những rung động của một chiếc dây đàn lia, họ

cho thấy âm nhạc tuân theo những quy luật toán học cực kỳ đơn giản. Từ đó, họ suy đoán các hòa âm của dây đàn lia có thể giải thích mọi điều về tự nhiên. (Theo lẽ nào đó, lý thuyết dây đã làm sống lại giấc mơ của trường phái Pythagore.)

Trong kỷ nguyên hiện đại, hầu như mọi tượng đài của nền vật lý thế kỷ 20 đều từng thử vận may với một lý thuyết trường thống nhất. Nhưng, như Freeman Dyson cảnh báo thì "Sân chơi của vật lý vương vãi những bộ xương của các lý thuyết thống nhất."

Năm 1928, trên tờ *Thời báo New York* xuất hiện dòng tít ấn tượng: "Einstein đang tiến gần tới một khám phá vĩ đại nữa; cấm quấy rầy!" Câu chuyện trong bản tin này đã khơi lên một cơn sốt truyền thông mong muốn tìm kiếm tin tức về một lý thuyết của vạn vật. Những tít báo khác thì huyên thuyên: "Einstein choáng váng với những tiến triển của lý thuyết. Đã từ chối 100 nhà báo trong một tuần." Hàng tá phóng viên vây quanh ngôi nhà của ông ở Berlin, cầu nguyện không ngừng nghỉ, chỉ chờ đợi chộp được một bức hình của nhà khoa học thiên tài để giật tít. Einstein buộc phải đi trốn.

Nhà thiên văn Arthur Eddington đã viết cho Einstein: "Hẳn anh sẽ phấn khích khi biết một trong những trung tâm thương mại lớn nhất của chúng tôi ở London (Selfridges) đã dán bài nghiên cứu của anh lên cửa sổ (sáu trang liền nhau) để người đi qua đọc được. Đám đông tụ tập vây quanh để đọc nó đấy." (Năm 1923, Eddington đã đề xuất lý thuyết trường thống nhất của riêng mình. Công trình này đã khiến ông lao tâm khổ tứ suốt phần đời còn lại, cho đến khi mất vào năm 1944.)

Năm 1946, Erwin Schrödinger, một trong những người khai sinh cơ học lượng tử, đã tổ chức họp báo để công bố lý thuyết trường thống nhất của mình. Thậm chí thủ tướng Eamon De Valera của Ireland cũng góp mặt. Khi một nhà báo hỏi rằng ông sẽ làm gì nếu lý thuyết của mình sai, Schrödinger đáp: "Tôi tin rằng mình đúng. Tôi sẽ như một gã ngớ ngẩn dễ sợ nếu tôi sai." (Schrödinger đã bị bẽ mặt khi Einstein lịch sự chỉ ra những lỗi sai trong lý thuyết của ông.)

Người đưa ra những chỉ trích gay gắt nhất về việc thống nhất các lý thuyết là nhà vật lý Wolfgang Pauli. Ông quở trách Einstein: "Cái gì mà Chúa đã tách ra thì không ai có thể hàn gắn." Ông hạ thấp không thương tiếc bất cứ lý thuyết nửa vời nào với câu châm biếm: "Nó thậm chí còn

không sai." Vì vậy càng mỉa mai hơn khi chính một người phê bình cay nghiệt như Pauli cũng bị cuốn theo cơn lũ này. Vào những năm 1950, chính ông cũng đề xuất một lý thuyết trường thống nhất cùng với Werner Heisenberg.

Năm 1958, Pauli trình bày lý thuyết thống nhất Heisenberg-Pauli tại Đại học Columbia. Niels Bohr cũng tham dự và không lấy làm ấn tượng với kết quả này. Bohr đứng dậy và nói: "Chúng tôi ngồi dưới đây tin rằng lý thuyết của anh quả là điên rồ. Nhưng điều mà chúng tôi chưa thống nhất với nhau là lý thuyết này đã đủ điên rồ hay chưa." Những lời bình phẩm nhờ thế cũng bùng nổ. Bởi tất cả các lý thuyết rõ ràng đều đã được xem xét và loại bỏ, nên lý thuyết trường thống nhất thực sự phải vượt trội so với những lý thuyết đã có từ trước. Lý thuyết Heisenberg-Pauli quá tầm thường, quá đơn giản để có thể trở thành lý thuyết thống nhất vạn vật. (Cùng năm đó, Pauli bị sốc mạnh khi Heisenberg bình luận trên sóng truyền thanh rằng chỉ có một vài chi tiết kỹ thuật trong lý thuyết của họ là dùng được. Pauli đã gửi cho bạn bè mình một bức thư vẽ một hình chữ nhật để trống với đề tựa: "Đây là thế giới mà tôi có thể tô vẽ nên như một vị thần. Chỉ thiếu mỗi các chi tiết kỹ thuật trong đó.")

NHỮNG CHỈ TRÍCH ĐỐI VỚI LÝ THUYẾT DÂY

Hiện nay, ứng cử viên hàng đầu (và duy nhất) cho một lý thuyết của vạn vật là lý thuyết dây. Nhưng nó cũng làm dấy lên nhiều phản ứng chỉ trích dữ dội. Những người chống lại lý thuyết này mỉa mai rằng để có một vị trí chắc chắn trong một trường đại học hàng đầu, ta phải làm việc với lý thuyết dây. Nếu không, ta sẽ thất nghiệp. Nó chỉ là trào lưu nhất thời và nó không tốt cho vật lý.

Tôi thường bật cười khi nghe những lời chỉ trích này, vì vật lý, giống như mọi trải nghiệm của đời người, phụ thuộc vào trào lưu và xu hướng. Vận may của những lý thuyết vĩ đại, đặc biệt là những lý thuyết làm thay đổi triệt để hiểu biết của nhân loại, có thể tăng hoặc giảm giống như cái gấu quần vậy. Trên thực tế, lý thuyết dây từng bị ruồng bỏ, bị cho là một lý thuyết nổi loạn và là nạn nhân của chủ nghĩa bè phái.

Lý thuyết dây được khai sinh vào năm 1968, khi hai phó tiến sĩ trẻ tuổi là Gabriel Veneziano và Mahiko Suzuki vướng phải một biểu thức dường

như mô tả sự va chạm của các hạt hạ nguyên tử. Họ nhanh chóng khám phá ra rằng biểu thức kỳ lạ này có thể được rút ra từ sự va chạm của các sợi dây đang dao động. Nhưng cho tới năm 1974, lý thuyết này chết yểu khi đang trên đà phát triển. Một lý thuyết mới có tên gọi là sắc động lực học lượng tử (viết tắt là QCD hay lý thuyết của các quark và tương tác mạnh) đã đè bẹp tất cả các lý thuyết khác. Các nhà nghiên cứu vứt bỏ lý thuyết dây để chuyển sang làm việc với lý thuyết QCD. Mọi nguồn đầu tư, công việc và sự ghi nhận đều dành cho các nhà vật lý làm việc với mô hình quark.

Tôi còn nhớ rất rõ những năm tháng đen tối đó. Chỉ những kẻ liều lĩnh dại dột hay khăng khăng cố chấp mới tiếp tục làm việc với lý thuyết dây. Và khi người ta biết rằng các dây đó chỉ có thể dao động trong không gian 10 chiều, lý thuyết này trở thành tâm điểm của sự đùa cợt. Nhà lý thuyết dây tiên phong John Schwarz ở Cal Tech đã đôi lần đâm sầm vào Richard Feynman trong thang máy. Là một tay pha trò nổi tiếng, Feynman liền hỏi: "Kìa John, hôm nay anh ở trong bao nhiêu chiều vậy?" Chúng tôi thường đùa rằng nơi duy nhất có thể tìm thấy một nhà lý thuyết dây là ngay trên lằn ranh của sự thất nghiệp. (Nhà vật lý đạt giải Nobel Murray Gell-Mann, cha đẻ của mô hình quark, từng tâm sự rằng ông thấy thương cho những nhà lý thuyết dây và đã tạo ra "một nơi 'bảo tồn' cho các nhà lý thuyết dây đang gặp nguy hiểm" ở Cal Tech để những người như John có công ăn việc làm.)

Khi thấy hiện có rất nhiều nhà vật lý trẻ hăm hở lao vào lý thuyết dây, Steve Weinberg đã viết: "Lý thuyết dây mang lại cho chúng ta nguồn ứng viên duy nhất cho một lý thuyết tối hậu. Có ai lại nghĩ rằng nhiều nhà lý thuyết trẻ tuổi thông minh nhất lại *không* làm về lĩnh vực này cơ chứ?"

LÝ THUYẾT DÂY LÀ KHÔNG THỂ KIỂM CHỨNG?

Một chỉ trích chính nhắm vào lý thuyết dây là nó không thể kiểm chứng được. Những người chỉ trích quả quyết rằng phải cần đến một cỗ máy gia tốc có kích thước cả thiên hà mới kiểm chứng được lý thuyết này.

Nhưng chỉ trích này lại bỏ qua một thực tế là khoa học hầu hết được thực hiện gián tiếp chứ không phải trực tiếp. Chưa ai từng đến Mặt Trời để thực hiện một phép đo trực tiếp nhưng chúng ta đều biết nó được tạo thành từ hiđrô vì chúng ta có thể phân tích quang phổ của nó.

Hoặc ta có thể lấy các hố đen làm ví dụ. Lý thuyết về các hố đen được đưa ra vào năm 1783, khi John Michell công bố một bài nghiên cứu trong *Kỷ yếu triết học của Hội Hoàng gia*. Ông khẳng định một ngôi sao có thể nặng đến mức "tất cả ánh sáng phát ra từ một thực thể như vậy sẽ bị lực hấp dẫn của nó kéo ngược trở lại". Lý thuyết về các "ngôi sao tối" của Michell trôi vào quên lãng suốt nhiều thế kỷ vì không thể kiểm chứng trực tiếp. Năm 1939, thậm chí Einstein còn đưa ra một nghiên cứu chứng minh một ngôi sao tối như vậy không thể tự nhiên hình thành. Theo ông, những ngôi sao tối đó vốn dĩ không thể kiểm chứng được vì theo định nghĩa, chúng là bất khả kiến. Nhưng hiện nay, Kính thiên văn Không gian Hubble đã mang lại cho chúng ta những bằng chứng tuyệt vời về sự tồn tại của hố đen. Giờ thì chúng ta tin rằng có hàng tỷ hố đen có thể lẩn khuất đâu đó ở tâm của các thiên hà và hàng chục hố đen lang thang có thể đang tồn tại ngay trong thiên hà của chúng ta. Nhưng điểm mấu chốt là những bằng chứng về hố đen đều là gián tiếp; chúng ta thu thập thông tin về các hố đen bằng cách phân tích các đĩa vật chất bồi tích cuộn xoáy quanh chúng.

Hơn nữa, nhiều lý thuyết "không thể kiểm chứng" rốt cuộc đều chứng thực được. Chúng ta cần đến 2.000 năm để chứng minh sự tồn tại của các nguyên tử kể từ khi chúng được Democritus đề xuất lần đầu tiên. Các nhà vật lý thế kỷ 19 như Ludwig Boltzmann đã bị chỉ trích cho đến chết vì tin vào lý thuyết đó. Nhưng hiện nay, chúng ta đã chụp được các bức ảnh rực rỡ sống động về nguyên tử. Năm 1930, chính Pauli đã giới thiệu khái niệm hạt neutrino — một hạt khó nắm bắt đến nỗi nó có thể xuyên qua một khối chì đặc có kích thước của cả hệ thống sao mà không bị hấp thụ. Pauli nói: "Tôi đã phạm một tội lỗi nặng nề khi đưa ra một hạt mà không bao giờ có thể quan sát thấy." Người ta cho là "không thể" dò thấy neutrino nên đã xem nó là một yếu tố viễn tưởng trong suốt vài thập kỷ. Nhưng hiện nay, chúng ta đã có thể tạo ra chùm tia neutrino.

Thực tế, các nhà vật lý hy vọng một số thí nghiệm sẽ mang lại những bằng chứng gián tiếp đầu tiên cho lý thuyết dây:

- Máy gia tốc lớn (LHC) có lẽ đủ mạnh để tạo ra "các hạt đồng hành" hay siêu hạt, là những mức dao động bậc cao được lý thuyết siêu dây tiên đoán (cũng như tiên đoán của các lý thuyết siêu đối xứng khác).

• Nhiều phòng thí nghiệm đang nghiên cứu sự tồn tại của các chiều bậc cao bằng cách tìm kiếm sự sai lệch từ định luật nghịch đảo bình phương khoảng cách trứ danh của Newton ở thang milimét. (Nếu chiều không gian thứ tư tồn tại, thì lực hấp dẫn sẽ giảm theo bậc ba của khoảng cách, chứ không phải bình phương.) Kiểu lý thuyết dây mới nhất (còn gọi là lý thuyết M) tiên đoán không gian có 11 chiều.

• Như tôi đã đề cập, hệ thống quan trắc BBO có thể sẽ đủ nhạy để kiểm chứng một số lý thuyết "tiền Vụ Nổ Lớn", trong đó có các phiên bản của lý thuyết dây.

• Nhiều phòng thí nghiệm đang nỗ lực tìm kiếm vật chất tối, vì Trái Đất đang di chuyển trong một làn gió vũ trụ gồm các vật chất tối. Lý thuyết dây đưa ra những tiên đoán cụ thể và có thể kiểm chứng về các tính chất vật lý của vật chất tối, vì loại vật chất này nhiều khả năng là một dao động bậc cao của dây (ví dụ: các hạt photino).

• Các nhà khoa học hy vọng một loạt thí nghiệm bổ sung (ví dụ: việc đo sự phân cực của neutrino ở Nam Cực) sẽ dò thấy sự tồn tại của các hố đen mini và các thực thể lạ lùng khác bằng cách phân tích các dị thường trong những chùm tia vũ trụ, có mức năng lượng vượt qua cả máy gia tốc LHC. Các thí nghiệm đo đạc các chùm tia vũ trụ và LHC sẽ mở ra một chân trời mới đầy hứng khởi vượt qua cả Mô hình Chuẩn.

• Và một số nhà vật lý còn đề ra khả năng Vụ Nổ Lớn mạnh đến nỗi có lẽ một siêu dây nhỏ bé đã được thổi bùng lên đến kích thước thiên văn. Nhà vật lý Alexander Vilenkin ở Đại học Tufts viết: "Một khả năng rất thú vị là các siêu dây đó… có thể có kích cỡ thiên văn… Khi đó chúng ta có thể quan sát các dây này trên bầu trời và kiểm chứng trực tiếp lý thuyết siêu dây." (Xác suất tìm thấy một siêu dây khổng lồ còn sót lại do được thổi phồng lên trong thời kỳ Vụ Nổ Lớn hầu như rất nhỏ.)

VẬT LÝ ĐÃ HOÀN THIỆN HAY CHƯA?

Năm 1980, Stephen Hawking đã khơi lên mối quan tâm đến một lý thuyết của vạn vật nhờ bài giảng có tiêu đề "*Liệu sự kết thúc của vật lý lý thuyết*

đã trong tầm ngắm?" Trong đó ông nói: "Chúng ta có thể sẽ tìm ra một lý thuyết trọn vẹn ngay trong quãng đời của một số người đang hiện diện ở đây." Ông nhận định với cơ hội năm ăn năm thua rằng lý thuyết tối hậu sẽ được tìm thấy trong vòng 20 năm. Nhưng khi năm 2000 đã đến và không có sự nhất trí nào về một lý thuyết của vạn vật, ông thay đổi quan điểm và đưa ra cơ hội năm ăn năm thua cho việc tìm thấy một lý thuyết như vậy trong vòng 20 năm tới nữa.

Sau đó, vào năm 2002, Hawking lại thay đổi quan điểm một lần nữa khi tuyên bố định lý bất toàn của Gödel dẫn đến một sai sót không thể tránh khỏi trong suy nghĩ ban đầu của mình. Ông viết: "Một số người sẽ rất thất vọng nếu không có lý thuyết tối hậu nào được xây dựng nhờ vào một số lượng hữu hạn các nguyên lý. Tôi thường nghiêng về khả năng đó, nhưng giờ tôi đã thay đổi suy nghĩ… Định lý của Gödel đảm bảo cho các nhà toán học luôn có công ăn việc làm. Tôi nghĩ lý thuyết M sẽ đóng vai trò tương tự đối với các nhà vật lý."

Lập luận của ông không phải điều mới mẻ: vì toán học không toàn diện và ngôn ngữ của vật lý lại là toán học, nên sẽ luôn có những mệnh đề đúng của vật lý vĩnh viễn không thể chứng minh, và do đó một lý thuyết của vạn vật là bất khả thi. Vì định lý bất toàn đã giết chết giấc mơ từ thời Hy Lạp về việc chứng minh tất cả các mệnh đề đúng trong toán học, nên nó cũng sẽ mang lý thuyết của vạn vật ra khỏi tầm với của chúng ta.

Freeman Dyson đã tuyên bố hùng hồn về điều này: "Gödel đã chứng minh thế giới toán học thuần túy là vô cùng vô tận; không có một tập hợp hữu hạn các tiên đề và các quy tắc suy luận nào có thể bao hàm toàn bộ toán học… Tôi nghĩ rằng thế giới vật lý cũng rơi vào tình cảnh tương tự. Nếu nhận định của tôi về tương lai là đúng thì thế giới vật lý và thiên văn học cũng vô cùng vô tận; bất kể chúng ta có tiến vào tương lai bao xa đi chăng nữa, sẽ luôn có những thứ mới diễn ra, những thông tin mới xuất hiện, những thế giới mới để khám phá; biên giới của sự sống, ý thức và ký ức sẽ liên tục được mở rộng."

Nhà vật lý thiên văn John Barrow tổng kết suy luận này như sau: "Khoa học dựa trên toán học, toán học lại không thể khám phá mọi sự thật, do đó khoa học cũng không thể khám phá mọi sự thật."

Lập luận như vậy có thể đúng hoặc sai, nhưng nó ẩn chứa nhiều thiếu sót. Các giáo sư toán học hầu như bỏ qua định lý bất toàn trong nghiên cứu

của họ. Đó là bởi định lý bất toàn bắt đầu bằng cách phân tích các mệnh đề liên hệ với chính chúng; tức là chúng tự quy chiếu. Chẳng hạn, các mệnh đề sau đây là nghịch lý:

- Câu này là không đúng.
- Tôi là kẻ nói dối.
- Mệnh đề này không thể chứng minh được.

Trong câu đầu tiên, nếu câu nói là đúng, nó ngụ ý rằng nó sai. Nếu câu đó là sai thì mệnh đề là đúng. Tương tự câu thứ hai, nếu tôi đang nói sự thật thì tôi là người nói dối; và nếu tôi đang nói dối thì tôi lại đang nói sự thật. Trong trường hợp cuối cùng, nếu câu nói là đúng thì nó không thể chứng minh là đúng được.

(Mệnh đề thứ hai chính là nghịch lý nói dối nổi tiếng. Nhà triết học Epimenides ở đảo Crete từng minh họa nghịch lý này bằng cách nói: "Mọi người trên đảo Crete đều nói dối." Tuy nhiên, Thánh Paul hoàn toàn không hiểu được ngụ ý trong câu nói này nên đã viết trong một bức thư gửi cho Titus: "Một trong những nhà tiên tri của chính Crete đã nói rằng 'Dân Crete toàn là những kẻ nói dối, cục súc và háu ăn.' Ông ta chắc chắn đã nói thật.")

Định lý bất toàn xây dựng dựa trên những mệnh đề như "câu này không thể được chứng minh dựa trên các tiên đề số học" và tạo ra một mạng lưới phức tạp các nghịch lý tự thân.

Tuy nhiên, Hawking sử dụng định lý bất toàn để chỉ ra lý thuyết của vạn vật không thể tồn tại. Ông nhận định chìa khóa của định lý bất toàn Gödel nằm ở chỗ toán học là hệ thống tự quy chiếu và vật lý cũng phải chịu sự hạn chế này. Vì người quan sát không thể tách biệt khỏi quá trình quan sát nên vật lý sẽ luôn quy chiếu tới chính mình, vì chúng ta không thể rời khỏi vũ trụ. Hơn nữa, bản thân người quan sát cũng được tạo thành từ các nguyên tử và phân tử, do đó cũng là một phần tích hợp của thí nghiệm mà mình đang thực hiện.

Nhưng vẫn có một cách để lách khỏi những phê bình của Hawking. Để tránh những nghịch lý gắn với định lý Gödel, các giáo sư toán học ngày nay chỉ cần khẳng định là nghiên cứu của họ loại trừ tất cả các mệnh đề tự quy chiếu. Khi đó, họ có thể tránh được định lý bất toàn. Ở góc độ rộng hơn, toán học kể từ thời Gödel phát triển bùng nổ nhờ bỏ qua định lý bất toàn,

bằng cách đòi hỏi những công trình gần đây phải được thực hiện dựa trên những mệnh đề không tự quy chiếu chính nó.

Tương tự, chúng ta có khả năng xây dựng một lý thuyết của vạn vật giúp giải thích những thí nghiệm đã biết mà không phụ thuộc vào tính lưỡng phân, "người quan sát cũng là người được quan sát". Nếu một lý thuyết của vạn vật như vậy giải thích được mọi thứ từ nguồn gốc Vụ Nổ Lớn đến vũ trụ khả kiến mà chúng ta nhìn thấy quanh mình, khi đó cách thức mà chúng ta mô tả tương tác giữa người quan sát và được quan sát sẽ trở nên hàn lâm. Thực tế, một tiêu chuẩn đối với lý thuyết của vạn vật sẽ là kết luận mà nó thu được hoàn toàn không phụ thuộc vào cách chúng ta tách biệt giữa người quan sát và được quan sát.

Hơn nữa, tự nhiên có lẽ là vô cùng vô tận, thậm chí cả khi nó chỉ dựa trên một số ít các nguyên lý. Hãy thử xem xét trò đánh cờ. Bạn yêu cầu một người ngoài hành tinh thử đoán luật chơi chỉ bằng cách xem ván cờ đang diễn ra. Một lát sau, người ngoài hành tinh có thể chỉ ra quy luật di chuyển con tốt, con tượng và con vua. Các quy tắc của trò chơi là hữu hạn và đơn giản. Nhưng số cách chơi khả dĩ thì nhiều khủng khiếp. Tương tự như vậy, quy luật của tự nhiên có lẽ cũng hữu hạn và đơn giản, nhưng số ứng dụng của chúng có thể là vô hạn. Mục đích của chúng ta là tìm kiếm các quy luật của vật lý.

Ở mặt nào đó, chúng ta đã có một lý thuyết hoàn chỉnh cho nhiều hiện tượng. Chưa ai phát hiện ra bất cứ sai lệch nào trong các phương trình Maxwell dành cho ánh sáng. Mô hình Chuẩn thường được gọi là "lý thuyết của hầu hết mọi thứ". Giả sử vào một thời điểm nào đó, chúng ta có thể tắt được tác dụng của lực hấp dẫn, khi đó Mô hình Chuẩn sẽ trở thành một lý thuyết hoàn hảo của tất cả các hiện tượng ngoài lực hấp dẫn. Lý thuyết này có thể trông xấu xí, nhưng nó hoạt động. Thậm chí với sự hiện diện của định lý bất toàn, chúng ta vẫn có một lý thuyết vô cùng hợp lý cho mọi thứ (ngoại trừ lực hấp dẫn).

Đối với tôi, điều thực sự gây kinh ngạc là chỉ trên một mặt giấy, chúng ta có thể viết ra các định luật chi phối mọi hiện tượng vật lý đã biết, trải rộng đến 43 bậc độ lớn, từ những nơi xa xôi nhất trong vũ trụ cách chúng ta hơn 10 tỷ năm ánh sáng đến thế giới vi mô của các quark và neutrino. Trên tờ giấy đó sẽ chỉ có hai bộ phương trình: các phương trình của lý thuyết hấp dẫn của Einstein và của Mô hình Chuẩn. Đối với tôi, đây là biểu

hiện của sự đơn giản và hài hòa tối thượng của tự nhiên ở mức độ cơ bản nhất. Vũ trụ có thể ngẫu nhiên, ương ngạnh hay thất thường. Nhưng nó hiện ra trước chúng ta là một khối toàn thể, gắn kết và đẹp đẽ.

Nhà vật lý đạt giải Nobel Steve Weinberg so sánh công cuộc tìm kiếm lý thuyết của vạn vật với việc tìm kiếm Cực Bắc của Trái Đất. Suốt nhiều thế kỷ, những thủy thủ thời xưa đã làm việc với những tấm bản đồ không có Cực Bắc. Mọi chiếc kim la bàn và hải đồ đều chỉ đến mảnh còn thiếu này của bản đồ, nhưng chưa ai từng thực sự đến được đó. Tương tự, tất cả dữ liệu và lý thuyết của chúng ta đều hướng đến một lý thuyết của vạn vật. Nó là mảnh còn thiếu của các phương trình.

Luôn có những thứ nằm ngoài tầm với của chúng ta, đó là những thứ không thể khám phá (như vị trí chính xác của một electron hoặc phần thế giới nằm xa hơn cả những nơi mà ánh sáng tới được). Nhưng tôi tin rằng, các định luật cơ bản là có thể hiểu được và hữu hạn. Và những năm tới có thể là thời kỳ nhiều xáo trộn nhất trong vật lý, khi chúng ta khám phá vũ trụ với một thế hệ máy gia tốc hạt mới, các máy dò sóng hấp dẫn đặt ngoài không gian cũng như các công nghệ tân tiến khác. Chúng ta không ở vào giai đoạn kết thúc mà là giai đoạn khởi đầu của một nền vật lý mới. Nhưng với bất cứ thứ gì chúng ta có thể tìm thấy đi chăng nữa, sẽ luôn có những chân trời mới đang chờ đợi ở phía trước.

[1] *Flash Gordon* là một series phim truyền hình khoa học viễn tưởng gồm 13 tập, được công chiếu lần đầu tiên vào năm 1936. Phim nói về những cuộc phiêu lưu của nhân vật truyện tranh cùng tên, thăm thú hành tinh Mongo và đụng độ hoàng đế Ming Tàn bạo.

[2] Đọc chương 5: Ngoại cảm, để tìm hiểu rõ hơn về Đế quốc Thiên hà.

[3] Điển tích TRÁO THÂN trong Kinh thánh.

[4] Spin là một đại lượng vật lý, có bản chất của mômen động lượng và là một khái niệm thuần túy lượng tử, không có khái niệm tương ứng trong cơ học cổ điển.

[5] Ý chỉ một nơi có nền công nghiệp đã suy thoái.

[6] Cận tâm lý là một ngành khoa học nghiên cứu các hiện tượng dị thường, bất thường liên quan đến kinh nghiệm của con người. Những kinh nghiệm này có thể được gọi là tâm linh.

[7] Muammar Gaddafi là lãnh đạo trên thực tế của Libya từ một cuộc đảo chính lật đổ vua Libya năm 1969 đến khi chính ông bị lật đổ vào năm 2011.

[8] số liệu cập nhật ngày 26/10/2018 của NASA.

[9] Darwin dự kiến được phóng lên quỹ đạo vào năm 2013 hoặc không lâu sau đó, nhưng dự án đã kết thúc vào năm 2007 và không có kế hoạch hoạt động nào nữa. (BTV)

[10] Cách gọi vị trí giáo sư Toán học của Đại học Cambridge.

[11] Một từ lóng chỉ người Mỹ.

[12] Cuộc giao tranh lớn nhất trong Chiến tranh Anh-Tây Ban Nha (1585-1604). Phần thắng thuộc về Vương quốc Anh.

[13] Ý chỉ Elvis Presley (1935-1977), người được mệnh danh là ông

hoàng nhạc rock & roll.

[14] Al Gore là phó tổng thống Mỹ giai đoạn 1993-2001 dưới thời tổng thống Bill Clinton. Gore từng là ứng cử viên Đảng Dân chủ cho chức Tổng thống trong kỳ tổng tuyển cử năm 2000.

Table of Contents

NHỮNG LỜI NGỢI KHEN
LỜI NÓI ĐẦU
LỜI CẢM ƠN
PHẦN 1 BẤT KHẢ THI LOẠI I
- 1: TRƯỜNG LỰC
- 2: TÀNG HÌNH
- 3: SÚNG PHASER VÀ NGÔI SAO TỬ THẦN
- 4: VIỄN TẢI
- 5: NGOẠI CẢM
- 6: VIỄN DI
- 7: ROBOT
- 8: SINH VẬT NGOÀI TRÁI ĐẤT VÀ UFO
- 9: TÀU LIÊN SAO
- 10: PHẢN VẬT CHẤT VÀ VŨ TRỤ PHẢN VẬT CHẤT

PHẦN 2 BẤT KHẢ THI LOẠI II
- 11: NHANH HƠN ÁNH SÁNG
- 12: DU HÀNH THỜI GIAN
- 13: VŨ TRỤ SONG SONG

PHẦN 3 BẤT KHẢ THI LOẠI III
- 14: ĐỘNG CƠ VĨNH CỬU
- 15: LINH CẢM

PHẦN KẾT TƯƠNG LAI CỦA NHỮNG ĐIỀU TƯỞNG CHỪNG BẤT KHẢ