

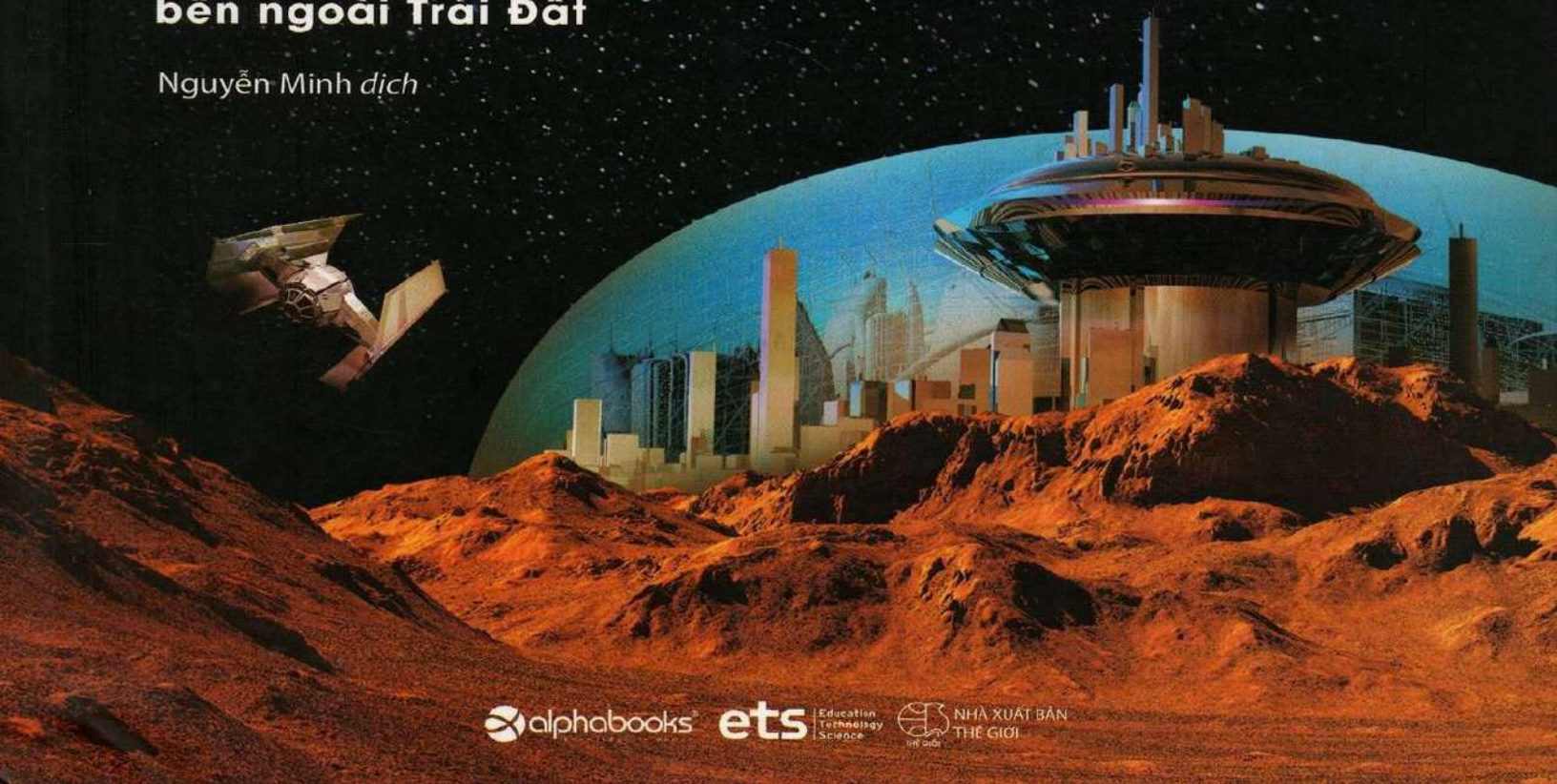
MICHIO KAKU

The Future of Humanity

Tương Lai Nhân Loại

Địa cầu hóa Sao Hỏa, viếng thăm
các vì sao, sự bất tử và định mệnh
bên ngoài Trái Đất

Nguyễn Minh dịch



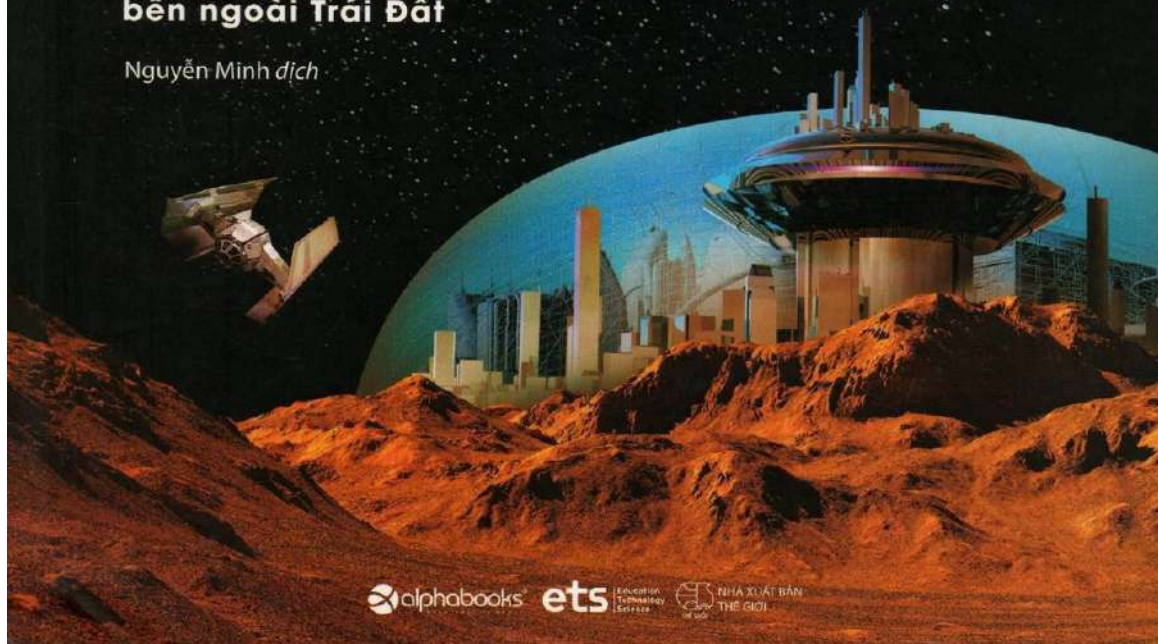
MICHIO KAKU

The Future of Humanity

Tương Lai Nhân Loại

Địa cầu hóa Sao Hỏa, viếng thăm
các vì sao, sự bất tử và định mệnh
bên ngoài Trái Đất

Nguyễn Minh dịch



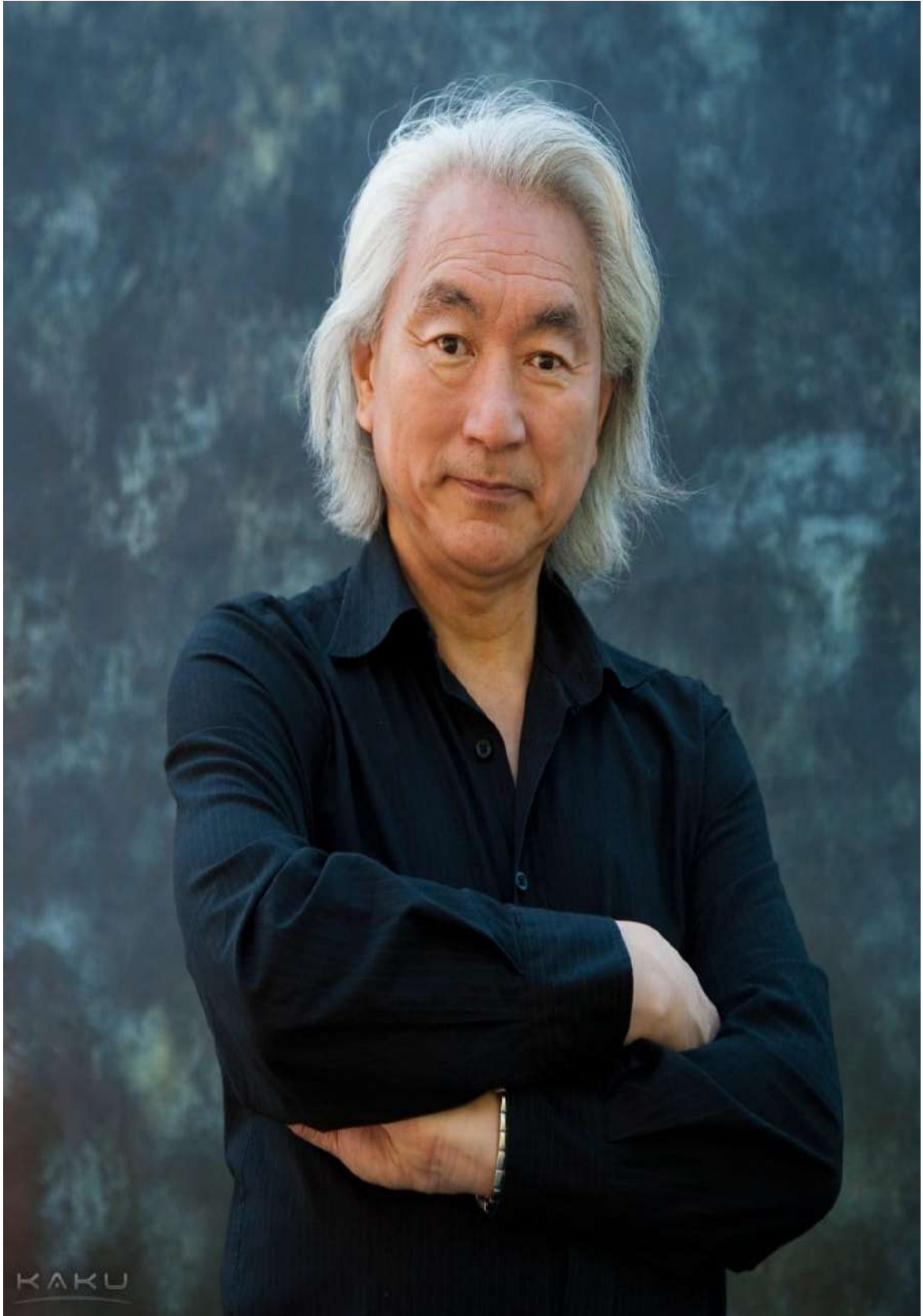
alphabooks

ets

Education
Technology
Science

NHÀ XUẤT BẢN
THẾ GIỚI

1000



MICHIO KAKU là giáo sư vật lý lý thuyết tại Đại học Thành phố New York. Không chỉ nổi tiếng với vai trò đồng sáng lập Lý thuyết dây, ông còn được vinh danh là “người truyền thông cho khoa học” do có nhiều đóng góp trong việc đưa khoa học tới với đại chúng.

Nhiều tác phẩm vật lý của ông nằm trong bảng xếp hạng những cuốn sách hay nhất năm của nhiều tạp chí uy tín như **The New York Times** và **The Washington Post**.

NHỮNG LỜI NGỢI KHEN

“Hết sức nhẹ nhàng và rõ ràng, Kaku đưa chúng ta theo hành trình lịch sử của tên lửa và sự hình thành các hành tinh, đồng thời giải thích cách chúng ta có thể khai hóa không chỉ Sao

Hỏa mà cả một số vệ tinh đá của những hành tinh khổng lồ như Sao Mộc và Sao Thổ... Một cuốn sách với nhiệt huyết đầy lạc quan và lan tỏa.”

– **Steven Poole**, *The Wall Street Journal*

“Kaku là một ‘nhà truyền thông’ hiệu quả và giàu kinh nghiệm trong việc đưa kiến thức khoa học đến với quần chúng, ở ông luôn có sự thú vị và trực giác thiên bẩm đối với những vấn

đề gây tranh cãi nhất trong các lĩnh vực nghiên cứu đa dạng của mình. Khối lượng kiến thức kỹ thuật chuyên ngành trong cuốn sách nhiều đến ngỡ ngàng, vậy nhưng Kaku vẫn luôn

kiểm soát được nó hết sức mượt mà, hoàn hảo.”

– **Steve Donoghue**, *Christian Science Monitor*

“Kaku đã mang đến cho độc giả chuỗi viễn cảnh kỳ thú và tiêu biểu, nơi con người vượt qua các trở ngại hiện tại để có thể du hành qua khắp vũ trụ mà không vi phạm những quy luật

của tự nhiên.”

– *Kirkus Reviews*

“Điểm mạnh ở những cuốn sách của Kaku nằm ở chỗ ông biết đâu là những ý tưởng khoa học viễn tưởng đáng để dõi theo.”

– *The New York Times*

MỞ ĐẦU

Vào một ngày cách đây khoảng 75.000 năm, nhân loại suýt nữa đã tuyệt chủng.

Một đợt phun trào núi lửa dữ dội tại Indonesia thổi tung tro bụi, khói và đất đá thành tấm màn khổng lồ bao phủ hàng ngàn dặm. Trận phun trào núi lửa Toba mạnh đến mức nó được xếp hạng dữ dội nhất trong suốt 25 triệu năm qua. Khoảng 2.792 km³ đất đá bắn vào không trung. Nhiều khu vực rộng lớn thuộc Malaysia và Ấn Độ ngày nay bị chôn vùi dưới lớp tro núi lửa dày tới chín mét. Khói độc và bụi lan sang tận châu Phi, đi đến đâu gây chết chóc, tàn phá đến đó.

Hãy thử tưởng tượng khung cảnh hỗn loạn do biến cố khủng khiếp đó gây ra. Tổ tiên chúng ta hẳn đã rất khiếp sợ trước sức nóng như thiêu và những đám mây tro núi lửa màu xám che phủ Mặt Trời. Nhiều người bị ngạt thở, nhiễm độc do lớp bụi tro quá dày. Rồi nhiệt độ giảm mạnh, “mùa đông núi lửa” tràn tới. Nhìn đâu cũng chỉ thấy động thực vật chết rũ, quang cảnh thê lương, hoang tàn. Con người và các loài thú phải đào bới mặt đất tan hoang để lấy từng mẫu nhỏ thức ăn, và phần lớn loài người đã chết vì đói. Cả địa cầu như đang chết dần chết mòn. Những người sống sót ít ỏi chỉ có duy nhất một mục tiêu: chạy càng xa càng tốt khỏi lưỡi hái tử thần đang càn quét khắp nơi.

Dấu tích rõ ràng của thảm họa đó có lẽ vẫn có thể tìm thấy trong máu chúng ta ngày nay.

Các nhà di truyền học đã khám phá ra một điều lạ lùng: hai cá thể người bất kỳ đều có ADN gần như đồng nhất. Trong khi đó, sự khác biệt trong gen của hai cá thể tinh tinh bất kỳ còn nhiều hơn toàn nhân loại cộng lại. Về mặt toán học, một giả thuyết để giải thích hiện tượng đó cho rằng: tại thời điểm núi lửa phun trào, đa số con người bị tiêu diệt, chỉ còn khoảng 2.000 cá thể còn sống. Đáng ngạc nhiên là nhóm người bản thỉu, rách rưới đó sẽ trở thành những vị tổ tiên Adam và

Eva về sau sinh sống ở khắp nơi trên hành tinh. Tất cả chúng ta ngày nay gần như đều là bản sao vô tính của nhau, là những anh chị em xuất thân từ nhóm người cứng cỏi, ít ỏi đến mức có thể dễ dàng đứng vừa trong một phòng khiêu vũ khách sạn hiện đại.

Khi lê bước qua mặt đất căn cỗi, họ không thể ngờ một ngày kia, những hậu duệ của mình sẽ ngự trị khắp mọi góc ngách trên Trái Đất.

Giờ đây, khi nhìn về tương lai, ta thấy những sự kiện xảy ra cách đây 75.000 năm rất có thể là lời nhắc nhở cho các thảm họa sẽ xảy đến. Tôi tự nhủ điều đó vào năm 1992, khi nghe tin chấn động rằng lần đầu tiên trong lịch sử, người ta đã phát hiện một hành tinh quay xung quanh một ngôi sao ở rất xa. Với khám phá này, các nhà thiên văn đã chứng minh được có tồn tại các hành tinh nằm ngoài Hệ Mặt Trời. Đây là bước nhảy vọt trong hiểu biết của con người về vũ trụ. Nhưng thông tin đến ngay sau đó lại khiến tôi buồn: hành tinh lạ kia quay quanh một ngôi sao chết, cụ thể là một sao xung. Trước lúc chết, ngôi sao đã nổ tung trong một vụ nổ siêu tân tinh, có thể nó đã hủy diệt mọi sinh vật từng sống trên hành tinh kia. Mọi dạng sống mà khoa học biết đến đều không thể tồn tại trước luồng năng lượng hạt nhân cực mạnh phát ra khi một ngôi sao nổ tung ở khoảng cách gần như vậy.

Và rồi tôi tưởng tượng trên hành tinh kia, khi thấy mặt trời của mình đang chết, nền văn minh ở đó đã làm việc gấp rút để xây dựng hạm đội phi thuyền khổng lồ có thể đưa họ sang một hệ sao khác. Tình hình khi đó hẳn rất hỗn loạn khi người ta cố gắng tranh cướp trong tuyệt vọng và sợ hãi để giành vài chỗ cuối cùng trên những con tàu sắp sửa cất cánh. Tôi tưởng tượng những người bị bỏ lại đối mặt với số phận của mình khi mặt trời nổ tung sẽ sợ hãi biết chừng nào.

Cũng giống như những định luật vật lý vốn là tất yếu, việc sẽ đến một ngày con người phải đương đầu với thảm họa có khả năng gây tuyệt chủng là điều không thể tránh khỏi. Nhưng liệu chúng ta sẽ có nghị lực và quyết tâm để sống sót, thậm chí nảy nở sinh sôi như tổ tiên ta đã từng?

Nhìn lại tất cả các dạng sống từng tồn tại trên Trái Đất, từ vi khuẩn cực nhỏ, rùng cây chót vót, cho đến khủng long nặng nề hay con người dám nghĩ dám làm, ta

thấy hơn 99,9% các loài rớt cuộc đều tuyệt chủng. Như vậy, tuyệt chủng là một quy luật và mọi khả năng đều đang mạnh mẽ chống lại chúng ta. Khi đào đất dưới chân để khai quật các di tích hóa thạch, ta thấy dấu vết của nhiều sinh vật cổ xưa. Nhưng rất ít loài trong số chúng hiện còn tồn tại. Hàng triệu loài từng xuất hiện trước chúng ta, tồn tại hưng thịnh, rồi tàn lụi và chết đi. Cuộc đời vốn là vậy.

Cảnh hoang hôn lẫm mạp, hương gió biển nồng nàn hay ngày hè ẩm áp – dù ta lưu luyến chúng đến đâu thì một ngày chúng cũng sẽ tan biến, và Trái Đất sẽ trở thành nơi con người không thể sinh sống. Thiên nhiên cuối cùng sẽ tấn công chúng ta, như với bao dạng sống đã tuyệt chủng.

Câu chuyện dài về lịch sử sự sống trên địa cầu chỉ ra rằng, trước một môi trường sống bất lợi, sinh vật không thể tránh khỏi một trong ba định mệnh: rời bỏ môi trường đó, thích nghi, hoặc chết. Nhưng trong tương lai xa, chúng ta sẽ đối mặt với thảm họa vô cùng trầm trọng, tới mức thích nghi là điều gần như không thể. Hoặc rời khỏi Trái Đất, hoặc chúng ta sẽ chết. Không có con đường nào khác.

Những thảm họa như vậy từng lặp lại nhiều lần trong quá khứ và sẽ lại tiếp tục xảy ra trong tương lai. Trái Đất đã trải qua năm chu kỳ tuyệt chủng lớn, khiến 90% các loài sinh vật bị xóa sổ. Và hiển nhiên, sẽ còn nhiều đợt tuyệt chủng nữa.

Ở quy mô vài thập kỷ, chúng ta đối mặt với những nguy cơ không đến từ thiên nhiên mà chủ yếu do chúng ta tự tạo ra bởi sự thiếu hiểu biết và thiện cận của mình. Nguy cơ thứ nhất là hiện tượng nóng lên toàn cầu, đặt khí quyển vào thế đối đầu con người. Thứ hai là chiến tranh hiện đại, với vũ khí hạt nhân được phát triển tại những khu vực bất ổn nhất trên thế giới. Thứ ba là các vũ khí sinh học dưới dạng vi trùng gây bệnh, như Ebola hoặc AIDS, lây lan trong không khí, truyền từ người này sang người khác chỉ qua một cái ho hay hắt hơi. Nguy cơ này có khả năng tiêu diệt đến 98% loài người. Thêm vào đó, dân số toàn cầu ngày càng tăng cao, tiêu thụ tài nguyên với tốc độ chóng mặt. Đến một lúc nào đó, Trái Đất sẽ không còn đủ sức nuôi ta, hệ sinh thái sẽ bị tận diệt, con người sẽ phải tranh nhau những nguồn tài nguyên cuối cùng.

Bên cạnh những hiểm họa tự tạo là các thiên tai hầu như nằm ngoài tầm kiểm soát của chúng ta. Ở quy mô hàng ngàn năm nữa, ta đối mặt với một kỷ băng hà

khác. Khoảng 100.000 năm trước, hầu hết bề mặt Trái Đất bị lớp băng dày đến gần một kilômét bao phủ. Thời tiết giá buốt, lạnh lẽo khiến nhiều loài tuyệt chủng. Sau đó, cách đây 10.000 năm, nhiệt độ Trái Đất tăng khiến băng tan. Giai đoạn ấm áp “ngăn ngủi” này đưa đến sự phát triển đột ngột của nền văn minh hiện đại, và nhân loại đã “tranh thủ” nó để sinh sôi, thịnh vượng. Nhưng sự nảy nở này nằm giữa hai kỳ băng hà, nghĩa là chúng ta sẽ đối mặt với kỳ băng hà tiếp theo trong 10.000 năm tới. Khi nó xảy đến, các thành phố sẽ biến mất dưới lớp tuyết dày như núi và nền văn minh nhân loại sẽ tiêu tan dưới băng đá.

Ta cũng đối mặt với khả năng siêu núi lửa bên dưới Công viên Quốc gia Yellowstone sẽ thức giấc sau giấc ngủ dài, xé toạc nước Mỹ, nhấn chìm địa cầu trong làn mây độc tro bụi nghẹt thở. Các lần phun trào gần nhất đã diễn ra vào các thời điểm: 630.000, 1,3 triệu và 2,1 triệu năm trước. Mỗi đợt cách nhau khoảng 700.000 năm; do vậy, trong vòng 100.000 năm tới có thể sẽ xuất hiện đợt phun trào dữ dội mới.

Ở quy mô hàng triệu năm, chúng ta đối mặt với nguy cơ sao băng hay sao chổi sẽ va chạm Trái Đất, tương tự vụ va chạm đã góp phần tuyệt diệt loài khủng long 65 triệu năm trước. Thời điểm đó, khối thiên thạch kích cỡ khoảng mười kilômét rơi xuống vùng bán đảo Yucatán thuộc Mexico, khiến vật chất bốc cháy bắn lên trời rồi trút xuống trở lại mặt đất. Những đám mây tro bụi lớn hơn nhiều lần mây tro bụi của núi lửa Toba hình thành, cũng che phủ mặt trời và khiến nhiệt độ toàn cầu giảm mạnh. Cây cỏ héo khô khiến chuỗi thức ăn sụp đổ. Khủng long ăn cỏ chết đói trước, sau đó đến khủng long ăn thịt. Cuối cùng, thảm họa này dẫn tới sự tuyệt chủng của 90% sinh vật địa cầu.

Suốt nhiều thiên niên kỷ, con người vui sống mà không hay biết rằng Trái Đất trôi nổi giữa bao thiên thạch nguy hiểm chết người. Chỉ trong thập niên vừa qua, giới khoa học mới bắt đầu xác định được số nguy cơ xảy ra va chạm lớn. Hiện tại, chúng ta biết có đến hàng ngàn vật thể gần Trái Đất (near-Earth object: NEO) bay qua quỹ đạo địa cầu, gây nguy hiểm cho sự sống trên hành tinh. Tính đến tháng 6 năm 2017, 16.294 vật thể loại này đã được ghi nhận. Nhưng đó mới chỉ là những vật thể được tìm ra. Các nhà thiên văn ước tính trong Hệ Mặt Trời có tới khoảng vài triệu vật thể bay ngang qua Trái Đất chưa được ghi nhận.

Tôi từng phỏng vấn nhà thiên văn quá cố Carl Sagan về mối lo trên. Ông nhấn mạnh: “Chúng ta đang sống trong một trường bắn vũ trụ”, bao quanh là những hiểm họa tiềm ẩn. Ông còn nói, việc một tiểu hành tinh kích thước lớn đâm vào Trái Đất chỉ là vấn đề thời gian. Nếu bằng cách nào đó có thể chiếu sáng những tiểu hành tinh này, ta sẽ thấy bầu trời đêm có hàng ngàn chấm sáng đáng sợ.

Và dù ta thoát được tất cả những mối nguy kể trên, thì vẫn còn một mối nguy khác, lớn hơn tất cả. Khoảng năm tỷ năm nữa, Mặt Trời sẽ phồng lên thành sao khổng lồ đỏ, choán hết toàn bộ vòm trời, đạt kích thước lớn đến mức khí quyển rực lửa của nó sẽ trùm qua quỹ đạo Trái Đất, và sức nóng hừng hực đó sẽ khiến không gì có thể tồn tại trong ngọn hỏa ngục này.

Nhưng không giống như các loài khác chỉ biết cam chịu, số phận, loài người làm chủ định mệnh của chính mình. May mắn thay, chúng ta đang kiến tạo các công cụ đối phó với những thách thức từ thiên nhiên, để không rơi vào số 99,9% sinh vật có định mệnh tuyệt chủng. Trong cuốn sách này, chúng ta sẽ gặp những người tiên phong có khả năng, tầm nhìn và nguồn lực để thay đổi số mệnh nhân loại. Chúng ta sẽ gặp những người mơ mộng vững tin vào khả năng nhân loại sẽ sống sót và phát triển ngoài không gian. Chúng ta sẽ phân tích những tiến bộ công nghệ đột phá, giúp việc rời khỏi Trái Đất và chuyển sang sinh sống ở hành tinh khác trong Hệ Mặt Trời (thậm chí xa hơn nữa) thành điều khả thi.

Nếu có điều gì chúng ta học được từ lịch sử thì đó là mỗi khi gặp phải hiểm họa sống còn, nhân loại đều đứng vững trước thử thách và thậm chí vươn cao hơn nữa. Có thể nói, tinh thần tìm tòi, khám phá đã nằm sẵn trong gen và gắn chặt với tâm hồn con người.

Nhưng hiện tại, thử thách dường như cam go nhất là vượt ra khỏi những giới hạn của Trái Đất và bay vào không gian. Các định luật vật lý đã quá rõ ràng; dù sớm hay muộn, chúng ta cũng sẽ đối mặt với thảm họa toàn cầu đe dọa sự tồn tại của chúng ta.

Cuộc sống thật đáng quý, ta chẳng thể ở mãi một hành tinh, phó mặc số phận trong hiểm nguy.

Chúng ta cần một “chính sách bảo hiểm”, Sagan bảo tôi. Ông kết luận chúng ta nên trở thành “sinh vật hai hành tinh”. Hay nói cách khác, chúng ta cần kế hoạch dự phòng.

Trong cuốn sách này, chúng ta sẽ khám phá lịch sử, xem xét những thách thức và các giải pháp khả thi trước mắt. Con đường phải đi sẽ không dễ dàng, sẽ có những thất bại, song chúng ta không có lựa chọn.

Từ vụ chết hụt 75.000 năm trước, tổ tiên chúng ta đã tiến lên, chinh phục toàn bộ địa cầu. Tôi hy vọng cuốn sách này sẽ vạch ra các bước cần thiết giúp loài người chiến thắng mọi trở ngại không thể tránh khỏi trong tương lai. Có lẽ định mệnh của chúng ta là trở thành sinh vật đa hành tinh và sống giữa các vì sao.

Nếu sự sinh tồn về lâu dài bị đe dọa, trách nhiệm căn bản của chúng ta đối với giống nòi là phải tìm đường đến các thế giới khác.

– CARL SAGAN

Không long tuyệt chủng bởi chúng không có chương trình không gian nào. Và nếu chúng ta tuyệt chủng vì không có chương trình không gian, thì ta đáng phải chịu như vậy thôi.

– LARRY NIVEN

DẪN NHẬP: TRỞ THÀNH SINH VẬT ĐA HÀNH TINH

Thời thơ ấu, tôi từng đọc bộ ba tiểu thuyết *Foundation* (Tổ chức) của Isaac Asimov, một trong những tác phẩm khoa học viễn tưởng hay nhất mọi thời đại. Tôi bàng hoàng khi thay vì viết về những cuộc đấu súng bắn ra các loại tia và những trận chiến không gian với người ngoài hành tinh, Asimov lại đặt ra câu hỏi giản đơn mà sâu sắc: 50.000 năm nữa, nền văn minh nhân loại sẽ đi đến đâu? Định mệnh tối hậu của chúng ta là gì?

Trong bộ ba tiểu thuyết đột phá này, Asimov vẽ nên bức tranh con người phân tán khắp Dải Ngân Hà, sinh sống trên hàng triệu hành tinh dưới quyền kiểm soát của Đế chế Thiên Hà rộng lớn. Nhân loại đã đi xa đến mức nơi quê nhà nguyên thủy khởi nguồn của nền văn minh rộng lớn này, bị lãng quên trong màn sương mù của lịch sử. Trải khắp thiên hà là nhiều xã hội tân tiến, nơi con người gắn kết với nhau qua một mạng lưới kinh tế phức tạp. Với lượng cư dân khổng lồ, họ có thể sử dụng mẫu thống kê lớn, từ đó dự đoán được cả diễn biến tương lai, chẳng khác gì dự đoán chuyển động phân tử.

Nhiều năm trước, tôi mời Tiến sĩ Asimov đến diễn thuyết tại trường đại học của chúng tôi. Lắng nghe lời nói thâm trầm, tôi kinh ngạc trước tri thức rộng lớn của ông. Tôi hỏi ông câu hỏi đã luôn thôi thúc tôi từ thuở nhỏ: Ông lấy cảm hứng từ đâu để viết loạt truyện *Foundation*?. Sao ông có thể nghĩ ra một đề tài rộng đến

mức bao trùm cả thiên hà như vậy? Không do dự, Asimov đáp rằng sự thắng trầm của Đế chế La Mã đã gợi cảm hứng cho ông. Đọc lịch sử đế chế này, ta thấy rõ số phận dân tộc La Mã ra sao qua các thời kỳ biến động.

Vậy là tôi bắt đầu tự hỏi liệu lịch sử nhân loại cũng có số phận chẳng. Có lẽ chúng ta rồi sẽ xây dựng một nền văn minh trải khắp Dải Ngân Hà. Có lẽ định mệnh chúng ta thật sự nằm giữa các vì sao.

Nhiều đề tài trong tác phẩm của Asimov đã được khai thác từ trước đó, như trong tiểu thuyết có tầm ảnh hưởng *Star Maker* (Người tạo sao trời) của Olaf Stapledon. Trong truyện, nhân vật chính mơ tưởng mình bay vào không gian, đến tận những hành tinh xa xôi. Lang thang khắp thiên hà, từ hệ hành tinh này sang hệ hành tinh khác mà vẫn hoàn toàn có ý thức, anh ta chứng kiến nhiều nền văn minh phi thường. Một vài nền văn minh vươn tới đỉnh cao, mở ra kỷ nguyên hòa bình và thịnh vượng, thậm chí còn hình thành những đế quốc kết nối các vì sao bằng tàu liên sao. Số khác thì lụi tàn trong cay đắng, xung đột và chiến tranh.

Rất nhiều ý tưởng mang tính cách mạng trong tiểu thuyết của Stapledon được sử dụng trong các tiểu thuyết khoa học viễn tưởng sau này. Chẳng hạn, nhân vật chính trong *Star Maker* phát hiện có nhiều nền văn minh siêu tiến bộ cố tình giấu mình nhằm tránh việc công nghệ tối tân của họ vô tình ảnh hưởng tới các nền văn minh thấp hơn. Ý tưởng này tương đồng với Lời chỉ thị đầu tiên, một trong những điều luật căn bản của Liên hiệp Hành tinh trong loạt phim *Star Trek* (Du hành giữa các vì sao).

Nhân vật chính của chúng ta còn đi qua một nền văn minh tiến bộ đến mức cư dân nơi đây bao bọc mặt trời của họ bằng một quả cầu khổng lồ nhằm tận dụng toàn bộ năng lượng của nó. Ý tưởng này, về sau được gọi là quả cầu Dyson, đã trở thành chi tiết chính trong nhiều truyện khoa học viễn tưởng.

Anh ta còn gặp một chủng người có khả năng thần giao cách cảm. Tất cả bọn họ đều đọc được hết mọi suy nghĩ riêng tư của nhau. Từ ý tưởng này mà có Borg trong *Star Trek*, một nhóm sinh vật giao tiếp bằng ý nghĩ và tất cả đều phục tùng ý chí của Hive¹.

Cuối tiểu thuyết, nhân vật chính gặp Người Tạo Sao Trời, bậc thánh thần đã tạo lập nên tất cả các vũ trụ, mỗi vũ trụ hoạt động theo những định luật vật lý riêng. Vũ trụ chúng ta chỉ là một trong số đó. Anh ta bàng hoàng chứng kiến Người Tạo Sao Trời làm việc, xây dựng những thế giới mới toanh và kỳ thú, loại bỏ những thế giới không thuận mắt mình.

Cuốn tiểu thuyết tiên phong của Stapledon ra đời như một sự chấn động đối với thế giới khi đó vẫn còn xem đài radio là phép màu công nghệ. Ở thập niên 1930, ý tưởng đi đến một nền văn minh ngoài không gian có vẻ thật phi lý. Thời đó, máy bay cánh quạt là tối tân bậc nhất và hầu như không thể bay cao hơn mây, do vậy khả năng du hành đến các vì sao gần như là không tưởng.

Star Maker thành công ngay tức khắc. Arthur C. Clarke gọi tiểu thuyết này là một trong những tác phẩm khoa học viễn tưởng xuất sắc nhất từng được xuất bản. Nó đã thổi bùng trí tưởng tượng của cả một thế hệ tiểu thuyết gia viễn tưởng thời hậu chiến. Nhưng với độc giả đại chúng, cuốn sách đã sớm bị lãng quên trong sự hỗn loạn và tàn khốc của Thế chiến II.

TÌM KIẾM CÁC HÀNH TINH MỚI TRONG KHÔNG GIAN

Tới nay, tàu vũ trụ Kepler và đội ngũ các nhà thiên văn trên Trái Đất đã phát hiện khoảng 4.000 hành tinh quay quanh các ngôi sao khác trong Dải Ngân Hà. Người ta bắt đầu tự hỏi liệu những nền văn minh như Stapledon miêu tả có thực sự tồn tại.

Năm 2017, Cơ quan hàng không vũ trụ Hoa Kỳ (NASA) nhận diện không chỉ một mà có đến bảy hành tinh kích cỡ tương đương Trái Đất cùng di chuyển quanh một ngôi sao cách chúng ta “chỉ” 39 năm ánh sáng. Trong số này, ba hành tinh nằm đủ gần sao mẹ để có thể có nước dưới dạng lỏng. Giới thiên văn sẽ sớm cho ta biết khí quyển của những hành tinh này và cả các hành tinh khác có chứa hơi nước hay không. Do nước là “dung môi phổ biến” có thể pha trộn các hóa chất hữu cơ tạo thành phân tử ADN, nên rất có thể các nhà khoa học sẽ chỉ ra được rằng điều kiện làm nên sự sống là phổ quát trong vũ trụ. Chúng ta sẽ tiến

gần hơn bao giờ hết đến mục đích cao cả của thiên văn học hành tinh: tìm ra Trái Đất thứ hai trong không gian.

Cùng khoảng thời điểm trên, các nhà thiên văn học đã có bước đột phá nữa, khám phá ra một hành tinh khác có kích thước giống với Trái Đất, mang tên Proxima Centauri b. Hành tinh này quay quanh Proxima Centauri, ngôi sao gần Mặt Trời của chúng ta nhất, chỉ cách ta 4,2 năm ánh sáng. Giới khoa học từ lâu đã dự đoán Proxima Centauri sẽ là một trong những ngôi sao đầu tiên được thám hiểm.

Những hành tinh vừa kể chỉ là một vài mục mới được thêm vào trong Extrasolar Planets Encyclopaedia (Bách khoa thư Các Hành tinh nằm ngoài Hệ Mặt Trời) khổng lồ được cập nhật hàng tuần. Trong Bách khoa thư có nhiều hệ sao kỳ lạ, khác thường mà Stapledon chỉ có thể mơ được trông thấy, bao gồm cả những hệ bốn sao quay quanh nhau, hoặc nhiều hơn thế. Nhiều nhà thiên văn tin rằng bất cứ sự cấu tạo hành tinh kỳ quái nào mà bạn có thể nghĩ ra đều có khả năng thực sự tồn tại đâu đó trong thiên hà, miễn là nó không vi phạm các định luật vật lý.

Nếu quả vậy, ta có thể tính toán số các hành tinh có kích thước bằng Trái Đất tồn tại trong thiên hà. Chỉ tính riêng thiên hà của chúng ta đã có khoảng 100 tỷ ngôi sao, như vậy có khoảng 20 tỷ hành tinh lớn bằng Trái Đất quay quanh một ngôi sao giống như Mặt Trời. Và các dụng cụ của chúng ta có thể quan sát được 100 tỷ thiên hà, nên số hành tinh lớn bằng Trái Đất tồn tại trong vũ trụ khả kiến có thể ước tính là: 2.000 tỷ tỷ. Một con số gây choáng váng.

Khi biết thiên hà có rất nhiều hành tinh có thể sinh sống được, bạn sẽ không bao giờ nhìn bầu trời đêm giống như xưa được nữa.

Một khi các nhà thiên văn học tìm thấy những hành tinh lớn bằng Trái Đất, mục tiêu tiếp theo sẽ là phân tích khí quyển của chúng để tìm ra oxy và hơi nước – những dấu hiệu của sự sống; đồng thời lắng nghe sóng vô tuyến – điều có thể báo hiệu sự tồn tại của một nền văn minh trí tuệ. Những khám phá như vậy sẽ là bước ngoặt vĩ đại trong lịch sử loài người, sánh ngang việc chế ngự được lửa. Chúng không chỉ tái định nghĩa quan hệ giữa chúng ta với toàn bộ vũ trụ mà còn khiến định mệnh con người cũng thay đổi.

THỜI HOÀNG KIM MỚI CỦA NGÀNH THĂM HIỂM KHÔNG GIAN

Những khám phá lý thú về các ngoại hành tinh cùng những ý tưởng mới lạ từ một thế hệ có tầm nhìn hoàn toàn mới đã nhóm lại mối quan tâm của đại chúng đối với ngành thám hiểm không gian. Ban đầu, chương trình vũ trụ được thúc đẩy nhờ hai động cơ là Chiến tranh Lạnh và cuộc ganh đua giữa hai siêu cường Hoa Kỳ - Liên Xô. Người dân Mỹ không bận lòng chuyện chính phủ dành con số khổng lồ 5,5% ngân sách quốc gia cho chương trình không gian Apollo, bởi khi đó uy thế quốc gia đang bị đe dọa. Tuy vậy, cuộc cạnh tranh gây sốt không thể kéo dài mãi mãi và việc cấp ngân sách sau cùng đã chấm dứt.

45 năm qua², các phi hành gia Hoa Kỳ chưa hề đặt chân lên Mặt Trăng lần nữa. Hiện tại, tên lửa Saturn V và tàu con thoi đã bị tháo rời, chỉ còn là những mảnh gỉ sét trong bảo tàng và ngoài bãi phế thải, câu chuyện của chúng héo hon trong những cuốn sách lịch sử bụi bặm. Nhiều năm sau đó, NASA bị chỉ trích là một “cơ quan giảm chân tại chỗ”. Suốt nhiều thập kỷ, cỗ xe NASA vẫn quay bánh nhưng chẳng đến được nơi nào mới lạ.

Nhưng tình hình kinh tế đã bắt đầu thay đổi. Chi phí du hành không gian trước đây rất đắt, có thể ngốn cạn ngân sách một quốc gia, giờ đang giảm dần, phần lớn nhờ vào nguồn năng lượng, tiền bạc và lòng nhiệt tình của giới doanh nhân đang lên. Nôn nóng trước tốc độ đôi khi quá chậm của NASA, các tỷ phú như Elon Musk, Richard Branson và Jeff Bezos đã liên tục mở hầu bao để chế tạo tên lửa mới. Họ làm điều đó không chỉ vì lợi nhuận, mà còn để thỏa mãn giấc mơ thời thơ ấu là được bay đến những vì sao.

Chính phủ Hoa Kỳ hiện cũng hào hứng trở lại. Vấn đề không phải nước Mỹ có gửi phi hành gia lên Hành tinh đỏ hay không, mà là khi nào. Cựu tổng thống Barack Obama tuyên bố các phi hành gia sẽ đặt chân lên bề mặt Sao Hỏa khoảng sau năm 2030, còn Tổng thống Donald Trump yêu cầu NASA đẩy thời hạn đó lên sớm hơn.

Một loạt tên lửa và mô-đun tàu vũ trụ đủ sức thực hiện hành trình liên hành tinh - như tên lửa đẩy SLS (Space Launch System: Hệ thống Phóng Không gian) cùng

tàu Orion của NASA, hay tên lửa đẩy Falcon Heavy cùng tàu Dragon của Elon Musk - đang trong giai đoạn thử nghiệm bước đầu. Chúng sẽ đóng vai trò chuyên chở, đưa các phi hành gia lên Mặt Trăng, các tiểu hành tinh, Sao Hỏa và thậm chí xa hơn nữa. Đã có nhiều công bố và nhiệt huyết dành cho nhiệm vụ này đến mức xuất hiện sự ganh đua quanh nó. Mai đây có lẽ trên khắp Sao Hỏa cũng sẽ có tắc nghẽn giao thông do nhiều nhóm cùng cạnh tranh nhau cắm lá cờ đầu tiên lên bề mặt hành tinh này.

Ai đó đã viết rằng chúng ta đang bước vào thời kỳ hoàng kim mới của ngành thám hiểm không gian. Khám phá vũ trụ sẽ lại chiếm vị trí đầy hứng khởi trong kế hoạch quốc gia sau nhiều thập niên bị thờ ơ.

Trông về tương lai, ta có thể phần nào hình dung khoa học sẽ biến đổi công cuộc khám phá vũ trụ ra sao. Nhờ những tiến bộ mang tính cách mạng trong nhiều ngành công nghệ hiện đại, ta có thể dự đoán một ngày nào đó nền văn minh nhân loại sẽ di chuyển ra ngoài không gian, địa khai hóa các hành tinh khác và chu du giữa các vì sao. Tuy đó là mục tiêu dài hạn, nhưng ngay từ lúc này ta đã có thể sắp đặt lịch trình hợp lý và ước tính một số mốc thời gian quan trọng.

Trong cuốn sách này, tôi sẽ khảo sát những bước đi cần thiết để hoàn thành mục tiêu tham vọng của chúng ta. Nhưng chìa khóa để nắm bắt được tương lai chúng ta sẽ diễn biến ra sao nằm ở việc hiểu rõ nền tảng khoa học đằng sau những phát triển thần kỳ đó.

CÁC LÀN SÓNG CÁCH MẠNG CÔNG NGHỆ

Do đường biên khoa học trước mắt ta quá bao la, nên có lẽ sẽ hữu ích nếu ta đặt bức tranh toàn cảnh về lịch sử nhân loại vào các mốc so sánh. Nếu tổ tiên trông thấy chúng ta ngày nay, họ sẽ nghĩ gì? Trong phần lớn lịch sử, loài người chúng ta chủ yếu sống cuộc đời khốn khổ, phải đấu tranh sinh tồn giữa một thế giới thù nghịch, thiếu lòng trắc ẩn và tuổi thọ trung bình chỉ khoảng 20 đến 30. Chủ yếu chúng ta là dân du mục, toàn bộ của cải chất trên lưng. Mỗi ngày là một cuộc đấu tranh để kiếm cái ăn và chốn nương thân. Chúng ta sống với nỗi sợ hãi thường trực các loài săn mồi hung dữ, bệnh tật và đói khát. Nhưng nếu tổ tiên nhìn thấy

chúng ta ngày nay, với khả năng gửi các bức ảnh đi xuyên hành tinh chỉ trong nháy mắt, với các tên lửa có thể mang chúng ta lên Mặt Trăng và xa hơn nữa, hay với những chiếc ô tô tự lái, hẳn họ sẽ xem chúng ta là phù thủy, pháp sư.

Trong lịch sử, các cuộc cách mạng khoa học đến theo từng làn sóng và thường được những tiến bộ trong ngành vật lý thúc đẩy. Thế kỷ 19, làn sóng khoa học và công nghệ đầu tiên diễn ra nhờ các nhà vật lý xây dựng được lý thuyết cơ học và nhiệt động lực học, cho phép các kỹ sư chế tạo ra động cơ hơi nước, mở đường cho đầu máy hơi nước và cuộc cách mạng công nghiệp. Bước dịch chuyển sâu sắc về mặt công nghệ đó đã đưa văn minh loài người thoát khỏi lời nguyền của sự thiếu hiểu biết, lao động nặng nhọc và nghèo đói, từ đó đưa ta vào kỷ nguyên máy móc.

Thế kỷ 20, làn sóng thứ hai diễn ra nhờ việc các nhà vật lý làm chủ được các định luật về điện và từ, đưa chúng ta vào kỷ nguyên điện. Các thành phố được điện khí hóa với sự xuất hiện của máy phát điện, TV, radio và radar. Làn sóng thứ hai giúp chương trình không gian hiện đại ra đời và điều này giúp con người đặt chân lên Mặt Trăng.

Thế kỷ 21, làn sóng khoa học thứ ba là làn sóng công nghệ cao diễn ra nhờ các nhà vật lý lượng tử chế tạo ra bóng bán dẫn và tia laser. Điều này giúp ra đời siêu máy tính, mạng internet, các phương tiện viễn thông hiện đại, GPS và sự bùng nổ các chip tí hon đã lan tỏa trong mọi mặt đời sống chúng ta.

Trong cuốn sách này, tôi miêu tả những công nghệ sẽ giúp chúng ta đi được xa hơn nữa để khám phá các hành tinh và các ngôi sao. Ở phần một, ta sẽ thảo luận về nỗ lực thiết lập căn cứ thường trực trên Mặt Trăng và định cư, địa khai hóa Sao Hỏa. Để làm được điều đó, ta phải khai thác làn sóng khoa học thứ tư, gồm trí tuệ nhân tạo, công nghệ nano và công nghệ sinh học. Mục tiêu địa khai hóa Sao Hỏa nằm ngoài khả năng hiện tại của chúng ta, nhưng những công nghệ của thế kỷ 22 sẽ cho phép ta biến hành tinh hoang vắng, lạnh lẽo này thành nơi có thể ở được. Sử dụng người máy tự nhân bản, vật liệu nano nhẹ mà siêu bền và kỹ thuật sinh học sẽ giúp cắt giảm mạnh chi phí, biến Sao Hỏa thành chốn thiên đường đích thực. Cuối cùng, ta sẽ vượt khỏi Sao Hỏa và phát triển khu định cư

trên các tiểu hành tinh và các vệ tinh tự nhiên của hai hành tinh khí khổng lồ, Sao Mộc và Sao Thổ.

Phần hai, ta khảo sát khoảng thời gian mà ta có thể vượt khỏi Hệ Mặt Trời và khám phá các vì sao ở gần. Một lần nữa, nhiệm vụ này lại vượt quá khả năng hiện tại của công nghệ, nhưng làn sóng công nghệ thứ năm sẽ biến nó thành khả thi, với tàu nano, buồng laser, động cơ phản lực dòng thẳng dùng năng lượng nhiệt hạch, động cơ phản vật chất. Hiện NASA đã cấp kinh phí cho các nghiên cứu vật lý cần thiết để biến du hành liên sao thành hiện thực.

Phần ba phân tích việc ta phải biến đổi cơ thể mình ra sao để tìm được ngôi nhà mới giữa các vì sao. Hành trình liên sao có thể kéo dài hàng thập kỷ, thậm chí hàng thế kỷ, do đó có lẽ con người cần chỉnh sửa gen của mình, để có thể sống lâu hơn, hòng vượt qua được khoảng thời gian dài đằng đẳng trong không gian sâu thẳm. Tuy hiện tại chưa có phương thuốc duy trì mãi tuổi trẻ, nhưng giới khoa học đang khai phá con đường nghiên cứu đầy triển vọng, có thể giúp nhân loại làm chậm, hoặc ngừng hẳn quá trình lão hóa. Con cháu chúng ta có lẽ sẽ được hưởng thứ gần như là sự bất tử. Xa hơn nữa, ta còn phải sửa gen để cơ thể có thể sống tốt trên các hành tinh xa xôi, nơi có trọng lực, thành phần khí quyển và hệ sinh thái khác với Trái Đất.

Nhờ dự án Human Connectome xây dựng bản đồ toàn bộ neuron trong não người, một ngày nào đó chúng ta có thể đưa bản đồ liên kết thần kinh của mình vào không gian trên các chùm laser khổng lồ, nhờ đó loại bỏ được rất nhiều vấn đề khi du hành liên sao. Tôi gọi kỹ thuật này là “dịch chuyển laser”, nó có thể giải phóng ý thức của chúng ta để thám hiểm thiên hà hay thậm chí thám hiểm toàn bộ vũ trụ với tốc độ ánh sáng, do vậy ta không cần phải lo ngại về những mối nguy hiểm hiển hiện trong việc du hành liên sao.

Nếu các bậc tiền nhân sống ở thế kỷ trước nghĩ chúng ta ngày nay là phù thủy, pháp sư, vậy ta sẽ nghĩ gì về con cháu mình ở thế kỷ sau?

Nhiều khả năng, ta sẽ coi họ là những vị thần. Như Mercury³, họ có thể bay vào không gian để thăm viếng những hành tinh láng giềng. Như Venus⁴, họ sở hữu thân hình hoàn hảo, bất tử. Như Apollo⁵, họ tiếp cận toàn bộ năng lượng Mặt

Trời. Như Zeus⁶, họ có thể truyền mệnh lệnh bằng ý nghĩ và biến điều ước thành hiện thực. Và họ thậm chí có thể tạo ra các loài vật thần thoại, như ngựa bay Pegasus, bằng công nghệ gen.

Nói cách khác, định mệnh của loài người là trở thành những vị thần mà xưa kia ta từng e sợ và thờ phụng. Khoa học sẽ cho chúng ta những công cụ để uốn nắn vũ trụ theo ý niệm của mình. Vấn đề đặt ra là liệu ta có đủ thông thái như Solomon⁷ để sử dụng đúng đắn quyền lực thần thánh đó không.

Liên lạc với sự sống bên ngoài Trái Đất cũng sẽ là một việc hoàn toàn có thể. Ta sẽ bàn xem chuyện gì có thể xảy ra nếu chúng ta gặp phải một nền văn minh đi trước ta cả triệu năm, với khả năng chu du khắp thiên hà và có thể thay đổi kết cấu không gian, thời gian. Họ thậm chí có thể “đùa giỡn” với lỗ đen và sử dụng lỗ sâu để di chuyển với tốc độ nhanh hơn cả ánh sáng.

Năm 2016, các suy đoán về những nền văn minh tiên tiến ngoài vũ trụ gây nên cơn sốt trong giới thiên văn và truyền thông khi có tuyên bố các nhà thiên văn tìm ra bằng chứng về một số dạng “siêu cấu trúc” khổng lồ, có thể lớn ngang quả cầu Dyson, quay quanh một ngôi sao ở cách xa ta nhiều năm ánh sáng. Tuy bằng chứng này vẫn chưa thật thuyết phục, nhưng lần đầu tiên, các nhà khoa học tiếp cận được dấu hiệu cho thấy có thể có nền văn minh tiên tiến thật sự tồn tại ngoài không gian.

Ở phần cuối sách, chúng ta khám phá khả năng đối mặt với sự tiêu vong của không chỉ Trái Đất mà là toàn thể vũ trụ. Tuy vũ trụ của chúng ta hiện vẫn còn trẻ, nhưng trong tương lai xa, có thể sẽ xảy ra Vụ đóng băng lớn (Big Freeze), khi nhiệt độ rơi xuống gần mức không tuyệt đối⁸ và mọi sự sống ta biết đều ngừng lại. Tại thời điểm đó, có thể công nghệ của chúng ta đã đủ tiên tiến để rời bỏ vũ trụ này và liêu lĩnh lao vào siêu không gian đến một vũ trụ mới trẻ hơn.

Ngành vật lý lý thuyết (chuyên ngành của tôi) mở ra khái niệm cho rằng vũ trụ chúng ta có thể chỉ là một quả bong bóng trôi nổi trong đa vũ trụ cùng các quả bóng vũ trụ khác. Biết đâu trong những vũ trụ khác ấy sẽ có ngôi nhà mới cho chúng ta. Quan sát nhiều vũ trụ khác nhau, biết đâu ta sẽ khám phá ra được thiết kế vĩ đại của Người Tạo Sao Trời.

Vậy là những thành tựu kỳ ảo trong truyện khoa học viễn tưởng, thể loại từng bị xem là phụ phẩm từ trí tưởng tượng thái quá của những kẻ mơ mộng, có lẽ một ngày sẽ trở thành hiện thực.

Loài người sắp bước vào chuyến phiêu lưu có lẽ là vĩ đại nhất. Khoảng cách giữa những dự đoán của Asimov và Stapledon với hiện thực có lẽ sẽ được lấp đầy bằng những bước tiến diệu kỳ và nhanh chóng của khoa học. Và bước đầu tiên trong hành trình dài đến những vì sao sẽ bắt đầu khi ta rời khỏi Trái Đất. Cổ ngữ Trung Hoa từng nói: “Đường đi ngàn dặm, bắt đầu từ bước đầu tiên.” Hành trình đến các vì sao sẽ bắt đầu từ chiếc hỏa tiễn đầu tiên.

Hive là một dạng “não bộ tập thể”, chỉ phối và chỉ huy các Borg. (ND)[↵](#)

Tính đến năm 2017. (ND)[↵](#)

Thần truyền tin trong thần thoại La Mã. (ND)[↵](#)

Thần sắc đẹp trong thần thoại La Mã. (ND)[↵](#)

Thần ánh sáng trong thần thoại Hy Lạp. (ND)[↵](#)

Vị vương thần, đứng đầu các thần, trong thần thoại Hy Lạp. (ND)[↵](#)

Tương truyền là một vị vua Do Thái nổi tiếng thông thái. (ND)[↵](#)

Tức -273,15°C. (ND)[↵](#)

PHẦN 1:
RỜI KHỎI TRÁI ĐẤT

1. CHUẨN BỊ CẤT CÁNH

Ngày 19 tháng 10 năm 1899, một cậu bé 17 tuổi trèo lên cây anh đào, đạt “khai ngộ” trên ấy. Vừa đọc xong tiểu thuyết *War of the Worlds* (Chiến tranh giữa các hành tinh) của H. G. Wells, say mê ý tưởng dùng hỏa tiễn thám hiểm vũ trụ, cậu tự nhủ nếu chế tạo được thiết bị *có khả năng* bay lên tận Hành tinh đỏ thì chắc sẽ tuyệt vời lắm. Cậu mừng tượng định mệnh loài người là khám phá Hỏa Tinh. Từ lúc trên cây bước xuống, cuộc đời cậu đã thay đổi vĩnh viễn. Cậu sẽ dâng trọn đời mình cho ước mơ chế tạo một chiếc hỏa tiễn có thể biến mừng tượng kia thành hiện thực. Cột mốc ngày 19 tháng 10 mãi mãi ăn sâu trong tâm trí cậu.

Cậu bé đó chính là Robert Goddard, người đã hoàn thiện tên lửa đa tầng sử dụng nhiên liệu lỏng đầu tiên trên thế giới, mở đường cho một loạt sự kiện hệ trọng, khiến lịch sử nhân loại rẽ sang hướng khác.

TSIOLKOVSKY – NHÀ TIÊN PHONG ĐƠN ĐỘC

Goddard thuộc nhóm nhỏ những người tiên phong đã dám bất chấp mọi khó khăn, chướng ngại; chấp nhận cuộc sống nghèo khó, cô đơn và bỏ hết ngoài tai dư luận chê cười, quyết tâm xây dựng nền tảng cho sự nghiệp thám hiểm không gian. Một trong những người tiên phong ấy là Konstantin Tsiolkovsky, nhà khoa học tên lửa vĩ đại người Nga. Ông có công xây dựng cơ sở lý thuyết du hành vũ trụ, dọn sẵn lối đi để Goddard đi tới. Tsiolkovsky sống đời ẩn dật, nghèo mạt, ăn lương thầy giáo ba cọc ba đồng. Thời trẻ, ông chủ yếu ngồi thư viện, ngẫu nhiên tạp chí khoa học, nghiên cứu định luật chuyển động Newton và áp dụng chúng vào du hành không gian. Giấc mơ của ông là bay lên Mặt Trăng và Hỏa Tinh.

Một mình làm việc, không hề có sự trợ giúp từ cộng đồng khoa học, ông tự tính toán toàn bộ các nguyên tắc toán học, vật lý học và cơ học của hỏa tiễn. Ông cũng tính được vận tốc thoát ly Trái Đất, tức tốc độ cần thiết để vượt khỏi trọng lực địa cầu, là khoảng hơn 40.000 km/giờ, lớn hơn rất rất nhiều so với tốc độ ngựa chạy thời ấy (24 km/giờ).

Năm 1903, Tsiolkovsky công bố phương trình hỏa tiễn nổi tiếng, cho phép xác định vận tốc tối đa của tên lửa nếu biết trọng lượng và lượng nhiên liệu. Ta thường nghĩ muốn tăng tốc độ tên lửa gấp đôi thì chỉ cần nhân đôi lượng nhiên liệu. Nhưng theo phương trình của Tsiolkovsky, tốc độ và nhiên liệu lại quan hệ theo cấp số nhân, nghĩa là muốn tăng tốc độ, tất phải tăng nhiên liệu lên gấp nhiều lần.

Vì quan hệ theo cấp số nhân, nên tên lửa muốn rời khỏi Trái Đất sẽ cần đến một lượng nhiên liệu khổng lồ. Tsiolkovsky đã áp dụng công thức của mình, trở thành người đầu tiên có thể ước tính lượng nhiên liệu cần thiết để lên thăm Mặt Trăng, từ rất lâu trước khi lý thuyết này của ông đi vào thực tế.

Tsiolkovsky chủ trương: “Trái Đất là chiếc nôi của chúng ta nhưng ta không thể ở trong nôi mãi mãi.” Ông theo trường phái triết học vũ trụ luận, tin rằng tương lai nhân loại nằm bên ngoài không gian. Năm 1911, ông viết: “Đặt chân lên tiểu hành tinh; dùng tay nhặt đá từ Mặt Trăng; dựng trạm lưu động giữa trời; xây dựng vòng cung sự sống xung quanh Trái Đất, Mặt Trăng, Mặt Trời; quan sát Hỏa Tinh từ khoảng cách vài chục ngàn dặm; hạ cánh xuống vệ tinh Hỏa Tinh hoặc chính Hỏa Tinh - ôi, còn gì điên rồ hơn thế nữa!”

Do quá nghèo, Tsiolkovsky không thể biến phương trình toán học của mình thành mô hình cụ thể. Người nối bước ông để làm việc ấy là Robert Goddard - người đã thiết kế nên mẫu tên lửa đặt nền móng cho ngành du hành vũ trụ.

ROBERT GODDARD - CHA ĐẼ HỎA TIỄN HỌC

Thuở nhỏ, sau khi chứng kiến cảnh quê nhà được điện khí hóa, Robert Goddard bắt đầu quan tâm đến khoa học, với niềm tin rằng khoa học sẽ biến đổi mọi

phương diện đời sống con người. Cha Goddard rất khuyến khích, đặt mua cho con trai kính viễn vọng, kính hiển vi và tạp chí *Scientific American*. Ban đầu, Goddard mày mò thí nghiệm với điều và khí cầu. Về sau, trong một lần đọc sách tại thư viện, ông tình cờ tìm được cuốn *Principia Mathematica* (Nguyên lý toán học) nổi tiếng của Isaac Newton. Ông học về định luật chuyển động từ cuốn này, nhanh chóng áp dụng chúng vào hỏa tiễn học.

Thoạt tiên chỉ hiệu kỳ, nhưng rồi Goddard làm việc bài bản, lần lượt giải quyết ba vấn đề khó, chế tạo được công cụ khoa học khả dụng. Thứ nhất, ông thử nghiệm nhiều loại nhiên liệu khác nhau, từ đó kết luận nhiên liệu dạng bột là kém hiệu quả nhất. Từ nhiều thế kỷ trước, người Trung Hoa đã phát minh bột thuốc súng, dùng để bắn tên lửa, nhưng thuốc súng cháy không đều nên tên lửa chỉ như một thứ đồ chơi. Goddard khéo thay thế nhiên liệu dạng bột bằng dạng lỏng – loại nhiên liệu dễ kiểm soát, cháy đều và sạch. Ông đóng một tên lửa hai bồn, một bồn chứa nhiên liệu, chẳng hạn chất cồn, bồn còn lại chứa chất oxy hóa, chẳng hạn oxy lỏng. Các chất trên chạy qua một hệ thống ống và van, tới buồng đốt. Tại đây, chúng được đốt và kiểm soát kỹ càng, tạo nên sức đẩy tên lửa.

Thứ hai, Goddard nhận thấy nhiên liệu sẽ cạn dần khi tên lửa bay lên không. Ông bèn thiết kế tên lửa đa tầng, có khả năng tách bỏ những bồn nhiên liệu đã dùng hết, nhờ đó giảm bớt trọng lượng chết, đồng thời tăng đáng kể hiệu năng và tầm hoạt động.

Thứ ba, ông sử dụng con quay hồi chuyển. Khi thiết bị này quay, dù người đứng ngoài có xoay nó thế nào thì trục của nó vẫn luôn chỉ về một hướng cố định. Thí dụ, nếu trục đã chỉ về sao Bắc Đẩu thì dẫu lật ngược con quay nó cũng sẽ không chuyển hướng. Có nó, tên lửa sẽ duy trì được phương hướng chính xác. Trong trường hợp phi thuyền bay chệch khỏi quỹ đạo, ta chỉ cần điều chỉnh tên lửa để bù trừ lại chuyển động lệch là sẽ quay về được hướng ban đầu.

Năm 1926, Goddard làm nên lịch sử khi phóng thành công tên lửa nhiên liệu lỏng đầu tiên. Tên lửa đạt độ cao hơn 12 m, bay trên không 2,5 giây, đáp xuống ruộng cải cách đó 56 m. (Địa điểm này hiện được công nhận là di tích lịch sử quốc gia và được các nhà khoa học tên lửa xem như thánh địa.)

Tại phòng thí nghiệm Đại học Clark, Goddard xác lập cấu trúc cơ bản cho mọi tên lửa nhiên liệu hóa học. Mô hình ông thiết kế chính là tiền thân của những quái vật sấm sét, cất cánh âm ỉm từ bộ phóng ngày nay.

THIÊN HẠ CHÊ CƯỜI

Thành công là vậy nhưng Goddard vẫn bị truyền thông quất cho tơi tả. Năm 1920, khi tin đồn lan truyền rằng Goddard đang nghiên cứu phương cách bay lên không gian, báo *New York Times* đã đăng bài chỉ trích ông, với lời lẽ rất nặng nề; bản lĩnh ông hằn vừng vàng lắm mới không suy sụp. “Ngài giáo sư Goddard có ‘ghế’ ở Đại học Clark,” tờ *Times* mai mỉa, “không biết về quan hệ giữa động lực và phản lực. Thật khôi hài, giữa chân không thì lực phản bằng cách nào cơ chứ. Cái ngài thiếu hẳn là kiến thức phổ thông hằng ngày ở bậc trung học.” Năm 1929, sau khi Goddard phóng một hỏa tiễn, đến lượt tờ báo địa phương *Worcester* giật tít sỉ nhục: “Tên lửa Mặt Trăng rơi cách mục tiêu 384.310 km”. Rõ ràng, giới báo chí chẳng hiểu gì về định luật Newton. Họ tưởng tên lửa sẽ không thể di chuyển trong môi trường chân không ngoài không gian.

Định luật ba của Newton² áp dụng cho cả việc du hành trong không gian. Luật này khẳng định: đã có động lực thì tất có phản lực; hai lực có cùng độ lớn nhưng ngược chiều nhau. Thí dụ, hãy quan sát một đứa trẻ thổi quả bóng bay, sau đó thả ra, để bóng bay vòng vèo. Động lực ở đây chính là không khí đột ngột thoát khỏi quả bóng, còn phản lực là chuyển động hướng về phía trước của chính quả bóng. Tương tự, ở hỏa tiễn, động lực là luồng khí nóng thải ra đằng đuôi, phản lực là chuyển động bay lên của hỏa tiễn, trong môi trường chân không cũng vậy.

Năm 1969, chứng kiến phi thuyền Apollo đáp xuống Mặt Trăng, ban biên tập *New York Times* buộc phải đăng lời cáo lỗi. Họ viết: “Thực tế giờ đây đã rõ. Hỏa tiễn có thể hoạt động cả trong khí quyển lẫn chân không. Tạp chí *Times* rất tiếc vì sai sót của mình.” Goddard không đọc được những lời trên, ông đã qua đời năm 1945.

TÊN LỬA HÒA BÌNH, TÊN LỬA CHIẾN TRANH

Trong giai đoạn đầu của ngành khoa học tên lửa, ta có những người mộng mơ, như Tsiolkovsky, đã xây dựng nên nền tảng vật lý và toán học cho công cuộc du hành không gian. Đến giai đoạn thứ hai, ta có những người như Goddard, tạo ra các mô hình tên lửa đầu tiên. Giai đoạn ba, các nhà khoa học tên lửa bắt đầu được chính quyền chú ý. Wernher von Braun kế thừa các bản vẽ, giấc mơ và mô hình của những người đi trước, cùng sự hỗ trợ của chính phủ Đức - sau đó là chính phủ Mỹ - đã tạo nên những tên lửa khổng lồ có thể đưa con người lên Mặt Trăng.

Wernher von Braun, nhà khoa học tên lửa lừng danh nhất, có xuất thân quý tộc. Cha của nam tước Wernher von Braun từng là bộ trưởng nông nghiệp dưới thời Cộng hòa Weimar, còn mẹ ông có dòng dõi thuộc hoàng gia Pháp, Đan Mạch, Scotland và Anh. Thuở nhỏ, von Braun chơi đàn piano rất giỏi và thậm chí còn viết được nhiều tác phẩm âm nhạc độc đáo. Ông có nhiều tiềm năng trở thành nhạc công hay nhạc sĩ nổi tiếng. Nhưng số phận thay đổi khi ông được mẹ mua cho chiếc kính viễn vọng. Ông trở nên say mê không gian. Ông say sưa đọc sách khoa học viễn tưởng và các kỷ lục tốc độ do ô tô trang bị động cơ tên lửa lập nên đã tạo cảm hứng cho ông. Năm 12 tuổi, ông gắn một lô pháo bông vào cổ xe kéo đồ chơi và gây ra hỗn loạn ngay giữa đường phố Berlin đông đúc. Ông sung sướng khi thấy cổ xe bắn tung lên giống hệt như, chà, một quả tên lửa. Nhưng cảnh sát thì không thấy đó là ẩn tượng. Von Braun bị bắt giam nhưng rồi được thả nhờ ảnh hưởng của cha. Nhiều năm về sau, ông bồi hồi nhớ lại: “Nó còn hơn cả giấc mơ điên rồ nhất của tôi. Cái xe quay mòng mòng, phụt lửa như sao chổi. Khi pháo cháy hết, màn biểu diễn ngoạn mục kết thúc với một tiếng nổ rền vang, xe lăn một đường oai vệ rồi dừng lại.”

Von Braun thú nhận ông chưa bao giờ giỏi toán. Nhưng nỗ lực hoàn thiện việc chế tạo tên lửa đã đưa ông đến với việc thành thực phép vi tích phân, các định luật Newton và những nguyên lý cơ học của du hành vũ trụ. Ông từng nói với một giáo sư của mình: “Em dự định sẽ lên Mặt Trăng đấy.”

Ông trở thành sinh viên cao học ngành Vật lý và nhận bằng tiến sĩ năm 1934. Nhưng ông dành phần lớn thời gian trong Hội Tên lửa Berlin - một hội không chuyên, thường sử dụng các loại phụ tùng để lắp ráp và thử nghiệm tên lửa ở bãi

đất hoang rộng khoảng 121 héc-ta nằm bên ngoài thành phố. Cùng năm đó, hội thử nghiệm thành công một tên lửa bay lên đến độ cao hơn ba kilômét.

Nhẽ ra von Braun sẽ trở thành giáo sư vật lý ở một trường đại học nào đó ở Đức, viết những bài nghiên cứu hàn lâm về thiên văn học và du hành vũ trụ. Nhưng Thế chiến II sắp ập đến, toàn thể xã hội Đức, kể cả các trường đại học, đều bị quân phiệt hóa. Không giống Robert Goddard từng xin quân đội Hoa Kỳ tài trợ nhưng bị từ chối, von Braun được chính phủ Quốc xã chào đón theo cách hoàn toàn khác. Luôn muốn tìm ra các loại vũ khí mới, Bộ Quân nhu Quân đội Đức chú ý đến von Braun và hào phóng cấp tiền cho ông. Do công việc rất “nhạy cảm” nên luận án tiến sĩ của ông do phía quân đội đánh giá và đến năm 1960 mới được công bố.

Theo nhiều lời kể, von Braun thờ ơ với chính trị. Tên lửa học là đam mê của ông, và cứ chính phủ chịu cấp tiền nghiên cứu thì ông sẽ nhận lời. Đảng Quốc xã trao cho ông giấc mơ của cuộc đời ông: đứng đầu dự án đồ sộ nhằm chế tạo tên lửa cho tương lai, với ngân sách gần như không giới hạn và được chỉ huy những nhà khoa học hàng đầu nước Đức. Von Braun xác nhận rằng việc gia nhập làm thành viên Đảng Quốc xã, thậm chí cả lực lượng SS¹, chỉ là nghi thức cho người làm việc trong chính quyền chứ không phản ánh bất kỳ khuynh hướng chính trị nào của ông. Nhưng khi đã giao kèo với quỷ, quỷ sẽ luôn đòi hỏi ngày một nhiều.

PHÓNG TÊN LỬA V-2

Dưới sự lãnh đạo của von Braun, những dòng chữ nguệch ngoạc cùng các bản vẽ phác họa của Tsiolkovsky và mô hình của Goddard đã trở thành tên lửa Vũ khí Báo thù 2 (Vengeance Weapon 2, tức V-2), thứ vũ khí chiến tranh tiên tiến khiến London và Antwerp khiếp sợ với khả năng thối bay hoàn toàn vài khu phố. V-2 có sức mạnh không tưởng. So với nó, tên lửa của Goddard chỉ nhỏ bé như những món đồ chơi. V-2 cao 14m và nặng 12,5 tấn. Nó di chuyển với tốc độ xé gió 5.761 km/giờ và đạt độ cao tối đa là 96,5 km trên mực nước biển. Nó lao đến mục tiêu với tốc độ nhanh gấp ba lần âm thanh, không gây ra bất kỳ dấu hiệu báo động nào ngoại trừ hai tiếng rít đinh tai khi vượt qua tốc độ âm thanh. Tâm hoạt

động của V-2 là 322 km. Các biện pháp đối phó đều vô ích do không ai có thể lần ra và không máy bay nào có thể bắt kịp nó.

V-2 thiết lập một loạt kỷ lục thế giới, phá vỡ mọi thành tích về tốc độ và tầm hoạt động của các tên lửa trước đó. Nó là tên lửa đạn đạo dẫn đường tầm xa đầu tiên, cũng là tên lửa đầu tiên phá vỡ tốc độ âm thanh. Và ấn tượng nhất, nó là tên lửa đầu tiên có khả năng vượt khỏi đường biên khí quyển và bay vào không gian.

Chính phủ Anh bối rối trước vũ khí tối tân này đến mức họ không biết phải nói sao. Họ bịa ra câu chuyện rằng các vụ nổ đều do rò đường ống ga. Nhưng do tác nhân gây ra những vụ nổ kinh hoàng hiển hiện rõ trên bầu trời, nên người dân mĩa mai gọi chúng là “ống ga biết bay.” Chỉ sau khi Quốc xã tuyên bố đã phóng loại vũ khí mới tấn công Vương quốc Anh thì thủ tướng Winston Churchill mới thừa nhận nước Anh đã bị tấn công bằng tên lửa.

Đột nhiên, như thể tương lai châu Âu và chính văn minh phương Tây đang nằm trong tay một nhóm nhỏ các nhà khoa học hoạt động biệt lập do von Braun đứng đầu.

CHIẾN TRANH RỪNG RỌN

Những thành công của vũ khí tối tân của Đức khiến con người phải trả giá đắt. Hơn 3.000 quả tên lửa V-2 đã được bắn vào quân Đồng minh, khiến 9.000 người thiệt mạng. Con số này thậm chí còn cao hơn - ít nhất là 12.000 - đối với những tù binh chiến tranh phải lao động như nô lệ trong các trại tập trung để đóng tên lửa V-2. Con quỷ đang đòi món nợ của nó. Von Braun muộn màng nhận ra mình đã lún quá sâu.

Khi đến thăm nơi lắp ráp tên lửa, von Braun kinh hoàng. Một người bạn thuật lại lời ông: “Giống như địa ngục vậy. Phản xạ của tôi là ngay lập tức nói chuyện với một người trong đội lính gác SS. Với thái độ lỗ mãng trắng trợn, anh ta bảo tôi nên lo việc của mình, nếu không tôi cũng sẽ thấy bộ đồ sọc khổ sai khoác trên người mình!... Tôi nhận ra rằng có cố đem lý do nhân đạo ra để lý luận thì cũng hoàn toàn vô ích.” Khi được hỏi có nghe von Braun chỉ trích các trại tử thần bao

giờ không, một đồng nghiệp khác đã trả lời: “Theo tôi nghĩ, nếu làm thế, anh ấy có lẽ sẽ bị bắn ngay tại chỗ.”

Von Braun trở thành con tốt cho chính con quái vật mà ông góp phần tạo nên. Năm 1944, khi những nỗ lực cho chiến tranh không hiệu quả, ông uống say trong một bữa tiệc và nói chiến tranh đang diễn tiến không thuận lợi. Tất cả những gì ông muốn chỉ là nghiên cứu tên lửa. Ông tiếc là họ đã tập trung vào những thứ vũ khí chiến tranh này thay vì tàu vũ trụ. Thật không may, trong bữa tiệc có một gián điệp và khi những lời thốt ra khi say của ông được báo về chính phủ, ông bị lực lượng Mật vụ bắt giữ rồi nhốt giam hai tuần trong tù tại Ba Lan, không biết liệu mình có bị xử bắn không. Những lời buộc tội khác, gồm cả tin đồn ông là người thân cộng, đã lộ ra khi Hitler định đoạt số phận của ông. Một số quan chức còn lo sợ ông sẽ bỏ trốn sang Anh, gây tổn hại công trình V-2.

Sau cùng, Albert Speer¹⁰ trực tiếp thỉnh cầu Hitler để cho von Braun sống vì vai trò của ông với V-2 quá quan trọng.

Tuy đi trước thời đại đến hàng thập niên, nhưng mãi đến cuối năm 1944, V-2 mới thực sự xung trận, quá trễ để ngăn chế độ Quốc xã sụp đổ khi Hồng Quân Liên Xô và lực lượng Đồng minh kéo về Berlin.

Năm 1945, von Braun cùng 100 trợ lý đầu hàng phe Đồng minh. Họ và 300 toa tàu chứa các tên lửa V-2 và linh kiện được bí mật đưa về Hoa Kỳ. Đây là một phần của Chiến dịch Kẹp giấy, nhằm thẩm vấn và tuyển dụng các nhà khoa học Quốc xã.

Quân đội Hoa Kỳ nghiên cứu kỹ V-2, đưa nó thành nền tảng để chế tạo tên lửa Redstone. Lý lịch làm việc cho Quốc xã của von Braun và các trợ lý cũng được xóa bỏ. Nhưng vai trò hết sức nhập nhằng của von Braun trong chính phủ Quốc xã vẫn tiếp tục ám ảnh ông. Diễn viên hài Mort Sahl tổng kết sự nghiệp ông bằng câu giễu cợt: “Tôi vươn tới những vì sao, nhưng thỉnh thoảng bắn nhầm London.” Ca sỹ Tom Lehrer thì sáng tác những lời hát như sau: “Tên lửa bay lên, ai quan tâm nó rớt xuống đâu? Đó chẳng phải việc của tôi.”

KHOA HỌC TÊN LỬA VÀ CẠNH TRANH SIÊU CƯỜNG

Thập niên 1920 và 1930, chính phủ Hoa Kỳ bỏ lỡ cơ hội chiến lược đầu tiên do họ không nhận ra tầm vóc tương lai của công trình mà Goddard đang thực hiện trên chính đất nước họ. Họ bỏ lỡ cơ hội thứ hai sau chiến tranh, khi von Braun đến Mỹ. Trong những năm 1950, họ bỏ quên von Braun và các trợ lý, không giao cho họ bất kỳ mục tiêu cụ thể nào. Sau cùng, xảy ra cuộc cạnh tranh giữa các lực lượng trong quân đội Mỹ. Lục quân, dưới sự dẫn dắt của von Braun, chế tạo tên lửa Redstone, còn hải quân có tên lửa Vanguard và không quân có Atlas.

Không được lục quân giao phó các trọng trách cấp thiết, von Braun bắt đầu hướng sự chú ý đến giáo dục khoa học. Ông cùng Walt Disney sản xuất loạt phim hoạt hình đặc biệt chiếu trên tivi, giới thiệu giấc mơ tương lai của các nhà khoa học tên lửa. Trong loạt phim, von Braun phác họa những nỗ lực khoa học to lớn để đưa con người đặt chân lên Mặt Trăng hay phát triển đội tàu vũ trụ có thể đến được Sao Hỏa.

Trong lúc chương trình tên lửa Hoa Kỳ tiến triển thất thường thì người Nga đã nhanh chóng vượt lên. Joseph Stalin và Nikita Khrushchev hiểu rõ tầm quan trọng chiến lược của chương trình vũ trụ và đưa nó lên vị trí ưu tiên hàng đầu. Chương trình không gian Xô Viết được triển khai dưới sự chỉ huy của Sergei Korolev, nhưng danh tính thật của ông được giữ bí mật. Suốt nhiều năm, ông chỉ được gọi với cái tên bí ẩn là “tổng công trình sư” hoặc “nhà kỹ sư”. Quân Nga còn bắt giữ một số kỹ sư từng tham gia công trình V-2 rồi đưa họ về Liên Xô. Với sự chỉ dẫn của họ, Liên Xô có được thiết kế cơ bản của V-2 và nhanh chóng đóng được loạt tên lửa dựa trên nền tảng đó. Về cơ bản, toàn bộ kho tên lửa Hoa Kỳ và Liên Xô đều là các dạng biến đổi hoặc tổng hợp từ V-2, còn bản thân V-2 thì dựa trên mô hình tiên phong của Goddard.

Một trong những mục tiêu chính của cả Hoa Kỳ và Liên Xô là phóng vệ tinh nhân tạo đầu tiên. Isaac Newton là người đầu tiên đề xướng ý tưởng vệ tinh nhân tạo. Trong một bản vẽ nổi tiếng, Newton ghi nhận rằng nếu bắn đi một viên đạn đại bác từ trên đỉnh núi, nó sẽ rơi xuống gần chân núi. Tuy nhiên, theo định luật chuyển động của ông, tốc độ đạn càng nhanh thì đạn bay càng xa. Nếu bạn bắn viên đạn với tốc độ đủ nhanh, nó sẽ bay vòng quanh Trái Đất và trở thành một vệ

ting. Newton đã đưa ra kết luận mang tính đột phá: nếu thay thế viên đạn đại bác đó bằng Mặt Trăng thì phương trình chuyển động của Newton có thể dự báo chính xác quỹ đạo Mặt Trăng.

Trong thí nghiệm giả tưởng về viên đạn, Newton đặt ra câu hỏi quan trọng: Nếu quả táo rơi thì phải chăng Mặt Trăng cũng rơi? Viên đạn đại bác ở trạng thái rơi tự do khi bay quanh Trái Đất, vậy thì Mặt Trăng có lẽ cũng rơi tự do. Nhận định sáng suốt của Newton đã mở đường cho một trong những cuộc cách mạng vĩ đại nhất lịch sử. Giờ đây, Newton có thể tính toán được chuyển động của đạn, Mặt Trăng, các hành tinh – gần như mọi thứ trên đời. Chẳng hạn, áp dụng định luật chuyển động của Newton, bạn có thể dễ dàng tính được viên đạn đại bác phải bay với tốc độ gần 29.000 km/giờ để có thể bay vòng quanh Trái Đất.

Lý thuyết Newton trở thành hiện thực khi Liên Xô phóng vệ tinh nhân tạo đầu tiên trên thế giới, Sputnik, vào tháng 10 năm 1957.

KỶ NGUYÊN SPUTNIK

Người Mỹ choáng váng tận cùng khi nghe tin về Sputnik. Họ nhanh chóng nhận ra Liên Xô đang dẫn đầu ngành khoa học tên lửa. Nỗi nhục nhã còn tồi tệ hơn khi hai tháng sau, tên lửa Vanguard của lực lượng hải quân thất bại thảm hại trên truyền hình quốc tế. Tôi nhớ rõ khi đó tuy còn nhỏ, nhưng tôi đã hỏi xin mẹ được thức khuya xem phóng tên lửa. Bà miễn cưỡng đồng ý. Tôi kinh hoàng chứng kiến Vanguard vừa bay lên hơn một mét thì rơi xuống, đổ nghiêng, phát nổ dữ dội và chói lòa, phá hủy toàn bộ bộ phóng. Tôi có thể thấy rõ cái chớp phía trên hỏa tiễn, nơi chứa vệ tinh, đổ nhào và mất dạng giữa quả cầu lửa.

Lại nhục nhã lần nữa khi lần phóng Vanguard thứ hai vài tháng sau đó cũng thất bại. Báo chí được thể công kích, gọi quả tên lửa là “Flopnik” và “Kaputnik”¹. Đại diện của Liên Xô tại Liên Hiệp Quốc thậm chí đùa rằng có lẽ Nga nên giúp đỡ Mỹ.

Trong nỗ lực lấy lại thể diện sau cú đòn truyền thông giáng mạnh vào uy tín quốc gia, von Braun được giao nhiệm vụ sử dụng tên lửa Juno I để nhanh chóng thực

hiện phóng vệ tinh Explorer I. Juno I được chế tạo dựa trên Redstone, còn Redstone được thiết kế dựa trên V-2.

Nhưng Liên Xô còn giấu nhiều quân át chủ bài khác. Một loạt những cái “đầu tiên” mang tính lịch sử của họ thống trị mặt báo suốt vài năm sau đó:

- 1957: Sputnik 2 mang sinh vật đầu tiên, chú chó Laika, lên quỹ đạo.
- 1959: Lunik 1 là tên lửa đầu tiên bay qua Mặt Trăng.
- 1959: Lunik 2 là tàu vũ trụ đầu tiên đáp xuống Mặt Trăng.
- 1959: Lunik 3 là tên lửa đầu tiên chụp ảnh mặt tối của Mặt Trăng.
- 1960: Sputnik 5 là tàu đầu tiên đưa sinh vật vào không gian và trở về an toàn.
- 1961: Venera 1 là tàu thăm dò đầu tiên bay qua Sao Kim.

Chương trình không gian Liên Xô đạt đến đỉnh cao khi Yuri Gagarin bay vòng quanh Trái Đất an toàn vào năm 1961.

Tôi nhớ mồn một những năm đó, khi Sputnik khiến khắp Hoa Kỳ sợ hãi. Làm sao một quốc gia tưởng chừng lạc hậu như Liên Xô lại đột nhiên nhảy cóc vượt mặt được nước Mỹ chứ?

Giới bình luận kết luận nguyên nhân gây ra thất bại là hệ thống giáo dục Hoa Kỳ. Sinh viên Mỹ đang thua kém sinh viên Liên Xô. Cần phát động một cuộc vận động lớn để tập trung tiền của, tài nguyên và sự chú ý của truyền thông vào việc đào tạo một thế hệ các nhà khoa học Hoa Kỳ mới, có thể cạnh tranh với Nga. Các bài báo thời đó thường xuyên than vãn “Ivan biết đọc, Johnny thì không¹².”

Chính vào thời điểm khó khăn trên, thế hệ Sputnik ra đời. Họ là những sinh viên xem việc trở thành nhà vật lý, hóa học hoặc nhà khoa học tên lửa là nghĩa vụ quốc gia.

Trước áp lực cực lớn đòi loại bỏ nhóm khoa học gia dân sự “xúi quẩy” và giao quyền kiểm soát chương trình không gian cho quân đội, tổng thống Dwight Eisenhower vẫn giữ vững niềm tin vào giới dân sự và ra quyết định thành lập NASA. Sau đó, tổng thống John F. Kennedy, để đáp trả chuyến bay vòng quanh Trái Đất của Gagarin, đã kêu gọi xúc tiến chương trình đưa con người lên Mặt Trăng trước cuối thập niên.

Lời kêu gọi làm cả đất nước phấn chấn. Bước sang năm 1966, Hoa Kỳ dành con số khổng lồ 5,5% ngân sách liên bang cho chương trình Mặt Trăng. Như thường lệ, NASA hành động cẩn trọng, hoàn thiện các công nghệ cần thiết để thực hiện việc đáp xuống Mặt Trăng sau một loạt vụ phóng. Đầu tiên là tàu Mercury chứa một người, sau đó là Gemini chứa hai người và cuối cùng là Apollo chứa ba người. NASA cũng thận trọng làm chủ từng bước trong cuộc du hành vũ trụ. Trước hết, các phi hành gia rời khỏi tàu và thực hiện chuyến đi bộ đầu tiên ngoài không gian. Tiếp theo, họ phải học thuần thục kỹ thuật phức tạp để ghép tàu của mình với tàu khác. Tiếp nữa là bay vòng quanh Mặt Trăng nhưng chưa hạ cánh. Và sau cùng, NASA mới sẵn sàng phóng các phi hành gia trực tiếp lên Mặt Trăng.

Von Braun được triệu tập để giúp xây dựng Saturn V, tên lửa lớn nhất thời đó. Đây thực sự là một kiệt tác kỹ thuật. Chiều cao của nó còn hơn tượng Nữ thần Tự do 18 mét. Nó có thể nâng tải trọng 140 tấn bay vào quỹ đạo. Quan trọng nhất, với tải trọng lớn, nó vẫn đạt tốc độ hơn 40.000 km/giờ - vận tốc thoát ly Trái Đất.

Khả năng xảy ra tai nạn chết người là điều NASA luôn chú ý đến. Tổng thống Richard Nixon đã chuẩn bị hai bài phát biểu dành cho thông báo trên truyền hình về kết quả của nhiệm vụ Apollo 11. Nội dung một bản là sứ mạng Apollo 11 đã thất bại và các phi hành gia đã chết trên Mặt Trăng. Trong thực tế, kịch bản này suýt nữa đã xảy ra. Vài giây cuối trước lúc mô-đun Mặt trăng hạ cánh, báo động trên máy tính bỗng vang lên bên trong khoang chứa. Neil Armstrong phải dùng tay điều khiển tàu và nhẹ nhàng đáp xuống Mặt Trăng. Phân tích sau này cho thấy họ chỉ còn 50 giây nhiên liệu; khoang tàu suýt chút nữa đã rơi nhào xuống.

May mắn thay, ngày 20 tháng 7 năm 1969, tổng thống Nixon đã có thể đọc bài phát biểu còn lại, chúc mừng các phi hành gia vì họ đã hạ cánh thành công. Cho

đến ngày nay, Saturn V vẫn là loại tên lửa duy nhất đã đưa con người vượt khỏi quỹ đạo thấp. Thật kinh ngạc, nó vận hành hoàn toàn trơn tru. Trong tổng số 15 tên lửa Saturn được đóng, có 13 tên lửa đã bay mà không gặp sự cố nào. Tổng cộng, từ tháng 12 năm 1968 đến tháng 12 năm 1972, Saturn V đã đưa 24 phi hành gia đáp xuống hoặc bay qua Mặt Trăng, và các phi hành gia Apollo thực sự xứng đáng được tôn vinh là những vị anh hùng có công gây dựng lại danh tiếng quốc gia.

Liên Xô cũng rất nỗ lực trong cuộc chạy đua lên Mặt Trăng. Tuy vậy, họ gặp khá nhiều trở ngại. Korolev, người chỉ đạo chương trình tên lửa Xô viết, qua đời vào năm 1966. Tên lửa N-1, dự tính sẽ đưa phi hành gia Nga lên Mặt Trăng, thất bại bốn lần. Nhưng có lẽ nguyên nhân mang tính quyết định nhất là nền kinh tế Liên Xô đã bị Chiến tranh Lạnh làm cho kiệt quệ, không thể cạnh tranh với nền kinh tế Mỹ lớn hơn gấp hai lần.

LẠC TRONG KHÔNG GIAN

Tôi vẫn nhớ thời điểm Neil Armstrong và Buzz Aldrin đặt chân lên Mặt Trăng. Khi đó là tháng 7 năm 1969, tôi đang là lính lục quân Hoa Kỳ, tập luyện cùng bộ binh tại Fort Lewis, bang Washington, chưa biết mình có ở trong danh sách đưa đi tham chiến hay không. Tôi thật sự xúc động khi biết rằng lịch sử đang diễn ra ngay trước mắt mình, nhưng cũng thật bối rối khi biết rằng nếu tôi chết trên chiến trường, tôi sẽ không thể chia sẻ những kỷ ức về sự kiện đặt chân lên Mặt Trăng lịch sử với các con mình sau này.

Sau lần phóng cuối cùng của Saturn V vào năm 1972, dư luận Hoa Kỳ chuyển mối quan tâm sang những vấn đề khác. Cuộc chiến chống đói nghèo đang rất mạnh mẽ, Chiến tranh Việt Nam ngốn ngày càng nhiều tiền bạc và sinh mạng. Bay lên Mặt Trăng có vẻ thật xa xỉ khi người Mỹ đang chết đói bên nhà hay bỏ mạng ở nơi xa.

Chi phí du hành không gian không thể duy trì thêm nữa. Nhiều kế hoạch cho thời hậu-Apollo được đưa ra. Đề xuất ưu tiên phóng tên lửa không người lái được nhiều nhóm quân sự, thương mại và khoa học ưu tiên, bởi họ quan tâm đến tải

trọng hàng hóa có giá trị hơn là hành động anh hùng. Một đề nghị khác thì vẫn kiên quyết với việc đưa con người vào không gian. Thực tế khắc nghiệt là Quốc hội Hoa Kỳ và người dân đóng thuế luôn dễ dàng cấp tiền cho các phi hành gia bay vào không gian hơn là cho con tàu thăm dò vô danh nào đó. Như một nghị sĩ kết luận: “Không Buck Rogers thì không có tiền”¹³.

Cả hai nhóm đều muốn có cách bay lên không gian vừa nhanh vừa rẻ thay vì những sứ mạng đắt đỏ kéo dài nhiều năm trời. Nhưng kết quả cuối cùng lại là sự lai tạp kỳ quái chẳng làm vừa ý ai. Các phi hành gia sẽ được phóng lên cùng với hàng hóa.

Hình hài của phương án thỏa hiệp chính là tàu con thoi, bắt đầu hoạt động vào năm 1981. Loại tàu này là tuyệt tác tài tình tận dụng mọi kiến thức và công nghệ tiên tiến được phát triển trong hàng thập kỷ. Nó có khả năng mang tải trọng hơn 27 tấn lên quỹ đạo và lắp ghép với Trạm Vũ trụ Quốc tế (International Space Station - ISS). Không giống các mô-đun của Apollo sẽ bị thải bỏ sau mỗi lần bay, tàu con thoi được thiết kế để tái sử dụng một phần. Tàu có khả năng đưa bảy phi hành gia vào không gian rồi quay trở về, giống như máy bay. Vậy là việc du hành không gian dần trở nên quen thuộc. Người Mỹ không còn lạ lẫm khi chứng kiến các phi hành gia vẫy tay chào từ cuộc đổ bộ mới nhất lên Trạm Vũ trụ Quốc tế. Và chính ISS là một thỏa hiệp giữa các quốc gia trả tiền xây dựng và duy trì hoạt động của trạm.

Theo thời gian, chương trình tàu con thoi nảy sinh nhiều vấn đề. Thứ nhất, tuy tàu con thoi được thiết kế nhằm tiết kiệm tiền, nhưng chi phí về sau bắt đầu tăng vọt, đến mức mỗi đợt phóng tiêu tốn chừng một tỷ đô-la. Chuyển bất cứ thứ gì lên quỹ đạo thấp bằng tàu con thoi cũng tốn khoảng 88.000 đô-la/kilôgam, đắt hơn bốn lần so với các hệ thống vận chuyển khác. Các công ty phản nản rằng sẽ rẻ hơn rất nhiều nếu phóng vệ tinh của họ bằng tên lửa thông thường. Thứ hai, tàu con thoi không bay thường xuyên, nhiều tháng mới có một lần phóng. Ngay cả không quân Hoa Kỳ cũng thất vọng với những hạn chế này và cuối cùng họ hủy một số cuộc phóng tàu con thoi để chuyển sang các giải pháp thay thế.

Nhà vật lý Freeman Dyson ở Viện Nghiên cứu cao cấp thuộc Đại học Princeton, New Jersey có cách lý giải riêng về việc chương trình tàu con thoi không đáp ứng

được những kỳ vọng. Nhìn vào lịch sử ngành đường sắt, ta thấy ban đầu tàu hỏa cũng chuyên chở cả hành khách lẫn hàng hóa. Nhưng hàng hóa và hành khách có những ưu tiên và yêu cầu rất khác nhau, nên rốt cuộc hai nhóm này đã được tách riêng nhằm tăng hiệu năng và cắt giảm chi phí. Nhưng tàu con thoi chẳng hề có sự phân tách đó nên vẫn mắc kẹt giữa lợi ích của hàng hóa và hành khách.

Thay vì trở thành “là tất cả đối với mọi người,” thì nó lại thành “vô nghĩa với không trừ một ai,” đặc biệt là khi chi phí cho nó cao quá mức còn số chuyến bay lại ít.

Và tình hình càng tệ hơn sau khi hai thảm họa *Challenger* và *Columbia* cướp đi sinh mạng của 14 phi hành gia dũng cảm. Chúng làm suy yếu sự ủng hộ của công chúng, từng cá nhân và chính phủ đối với chương trình không gian. Như hai nhà vật lý James và Gregory Benford viết: “Quốc hội dần xem NASA chủ yếu là chương trình việc làm chứ không phải cơ quan thám hiểm.” Họ cũng nhận xét “rất ít công trình khoa học có ích được thực hiện trên trạm vũ trụ... Trạm giống như nơi cắm trại giữa không gian, chứ không phải sống giữa không gian.”

Thiếu vắng ngọn gió Chiến tranh Lạnh để đẩy buồm đi, chương trình không gian nhanh chóng mất nguồn cấp vốn và động lực. Vào thời hoàng kim của chương trình không gian Apollo, có truyện cười rằng NASA chỉ việc tìm đến kêu gọi Quốc hội cấp vốn và nói đúng một từ: “Nga!”, Quốc hội sẽ rút ngay tập séc và hỏi: “Bao nhiêu?” Nhưng những ngày tháng đó đã qua từ lâu. Như lời Isaac Asimov nói, chúng ta lên Mặt Trăng, nhặt quả bóng rồi đi về.

Mọi chuyện lên đến đỉnh điểm vào năm 2011, khi cựu Tổng thống Barack Obama gây nên một vụ “thảm sát Lễ Tình yêu”¹⁴ thứ hai. Chỉ một cái phẩy tay, ông hủy bỏ chương trình Constellation (thay thế chương trình tàu con thoi), chương trình Mặt Trăng và chương trình Sao Hỏa. Để giảm bớt gánh nặng thuế cho người dân, ông dừng cấp kinh phí cho các chương trình này và hy vọng khu vực tư nhân sẽ làm nên sự khác biệt. 20.000 nhân viên kỳ cựu của chương trình không gian đột nhiên mất việc, những bộ óc kiệt xuất và tài giỏi nhất của NASA bị vứt bỏ. Nỗi nhục lớn nhất là các phi hành gia Mỹ, sau nhiều thập kỷ cạnh tranh sát nút với các phi hành gia Nga, giờ bắt buộc phải bay nhờ tên lửa đẩy của Nga. Thời hoàng

kim của lĩnh vực thám hiểm không gian vẻ như đã chấm hết; tất cả đã rút đến đáy vực.

Vấn đề có thể được tóm gọn chỉ bằng một từ bốn ký tự: *t-i-ê-n*. Mất khoảng 22.000 đô-la để đưa khối lượng một kilôgam bất kể là người hay hàng lên quỹ đạo thấp. Tường tượng cơ thể bạn làm bằng vàng khối thì đó chính là chi phí ước tính để đưa bạn vào không gian. Để đưa thứ gì đó lên Mặt Trăng tốn ngay 220.000 đô-la/kilôgam. Để đưa lên Sao Hỏa thì lên đến 2.200.000 đô-la mỗi kilôgam. Ước tính, để đưa một phi hành gia lên Sao Hỏa sẽ mất tổng cộng 400 đến 500 tỷ đô-la.

Tôi sống ở New York City. Đối với tôi, ngày tàu con thoi đến là một ngày buồn. Tuy rất nhiều du khách hiếu kỳ đứng thành hàng và vỗ tay hoan hô khi con tàu điều qua phố, nhưng nó là dấu chấm hết cho một kỷ nguyên. Tàu được trưng bày, sau đó đặt tại bến tàu phố 42. Trước mắt chưa có tàu nào thay thế nó, có cảm giác như thể người ta đã vứt bỏ khoa học, cùng với đó là tương lai chính mình.

Nhìn lại những ngày đen tối đó, đôi khi tôi nhớ đến chuyện đã xảy ra với hạm đội Đế quốc Trung Hoa vào thế kỷ 15. Khi đó, Trung Hoa đứng đầu thế giới về khoa học và thám hiểm. Họ phát minh ra thuốc súng, la bàn và kỹ thuật in ấn. Sức mạnh quân sự và công nghệ của họ là vô song. Trong khi đó, châu Âu thời trung cổ dày đặc các cuộc chiến tôn giáo và sa vào việc mở tòa án dị giáo, xét xử phù thủy và mê tín dị đoan, các nhà khoa học tiên phong vĩ đại như Giordano Bruno hay Galileo bị thiêu sống hoặc quản thúc tại nhà, các tác phẩm họ viết đều bị cấm. Châu Âu khi đó hoàn toàn là nơi nhập khẩu công nghệ, chứ không phải nơi khởi nguồn sáng tạo.

Thừa lệnh hoàng đế Trung Hoa, Đô đốc Trịnh Hòa chỉ huy một đoàn thám hiểm hải quân tham vọng nhất mọi thời đại, với 28.000 thủy thủ, đi trên 317 con tàu khổng lồ, mỗi tàu dài gấp năm lần tàu của Christopher Columbus¹⁵. Phải 400 năm sau, thế giới mới lại thấy một hạm đội khác vĩ đại như thế. Không chỉ một, mà đến bảy lần, từ năm 1405 đến 1433, Trịnh Hòa đi khắp các vùng được biết đến thời bấy giờ, vòng quanh Đông Nam Á và đi qua Trung Đông, cuối cùng đến Đông Phi. Hiện vẫn còn nhiều bức tranh gỗ hình các con thú lạ như hươu cao cổ, do ông đem về dâng trước triều đình.

Nhưng sau khi hoàng đế băng hà, những người kế vị không còn quan tâm chuyện thám hiểm và khám phá. Thậm chí họ còn hạ chiếu chỉ cấm nhân dân sở hữu tàu thuyền. Tàu trong hạm đội bị để cho mục nát hoặc bị đốt, những ghi chép về thành tựu của Trịnh Hòa thì bị im đi. Các hoàng đế Trung Hoa muốn cắt đứt mối liên thông với thế giới. Trung Hoa chuyển sang chính sách hướng nội, dẫn đến những hậu quả tai hại, cuối cùng là suy tàn, tan rã hoàn toàn, hỗn loạn, nội chiến và cách mạng.

Đôi khi tôi nghĩ, sau nhiều thập kỷ phát triển rực rỡ, một quốc gia lại dễ dàng rơi vào tự mãn và suy tàn biết bao. Vì khoa học là động cơ của thịnh vượng, nên quốc gia nào quay lưng với khoa học và công nghệ, tất yếu sẽ lao vào một dòng xoáy đi xuống.

Chương trình không gian Hoa Kỳ đã từng sa sút như vậy. Nhưng tình hình chính trị và kinh tế đang thay đổi. Nhiều nhân vật mới đang bước lên vũ đài trung tâm. Giới tỷ phú doanh nhân nhiệt huyết đang thế chỗ các phi hành gia can đảm. Những ý tưởng mới, năng lượng mới và ngân sách mới đang thúc đẩy công cuộc phục hưng. Nhưng liệu sự kết hợp giữa nguồn vốn tư nhân và chính phủ có mở ra được con đường tới thiên đường?

Thật ra, định luật ba của Newton là về tương tác giữa hai vật, có khác so với nguyên lý hoạt động tên lửa. Ở đây, có lẽ tác giả muốn liên hệ cho dễ hiểu, nên giải thích như vậy. (ND)

Kiến trúc sư người Đức, từng giữ chức Bộ trưởng Khí tài và vũ trang của Đức Quốc xã. (BTV)

Nhại theo tên Sputnik của Liên Xô. Flop nghĩa là “thất bại”, kaput là “tiêu tùng”. (ND)

Ivan là cái tên phổ biến ở Nga, Johnny là tên phổ biến ở Mỹ. (ND)

Nguyên văn: No Buck Rogers, no bucks. Đây là một lỗi chơi chữ. Buck là đồng đô-la, còn Buck Rogers là tên một anh hùng trong tiểu thuyết. (ND)

Một vụ thám sát nổi tiếng tại Hoa Kỳ vào ngày 14 tháng 2 năm 1929. (ND)

Nhà hàng hải người Italy, có công thám hiểm châu Mỹ. (ND)

2. THỜI KÌ VÀNG SON MỚI CHO NGÀNH THÁM HIỂM KHÔNG GIAN

Không giống như cuộc suy tàn của hạm đội hải quân Trung Hoa kéo dài nhiều thế kỷ, chương trình đưa người vào vũ trụ của Hoa Kỳ hiện đang phục hưng sau chỉ vài thập niên rơi vào lãng quên. Gió đổi chiều là do nhiều nguyên nhân.

Thứ nhất là nguồn tài nguyên và vật lực từ giới doanh nghiệp tại Thung lũng Silicon. Sự kết hợp hiếm thấy giữa vốn tư nhân và nguồn tài chính chính phủ đang đưa thế hệ tên lửa mới ra đời. Song song đó, chi phí du hành không gian hiện đã giảm, giúp nhiều dự án trở nên khả thi. Sự ủng hộ của công chúng cũng lên một tầm cao mới, bởi người Mỹ lại đang lên cơn sốt với những bộ phim Hollywood và các chương trình TV đặc biệt về thám hiểm vũ trụ.

Nhưng quan trọng nhất, NASA cuối cùng đã lấy lại được trọng tâm. Ngày 8 tháng 10 năm 2015, sau nhiều năm trời rối ren, chao đảo và thiếu quyết đoán, rốt cuộc NASA cũng tuyên bố mục tiêu dài hạn của mình: đưa phi hành gia lên Sao Hỏa. Thậm chí họ còn phác thảo một loạt kế hoạch táo bạo khác, khởi đầu bằng việc trở lại Mặt Trăng. Nhưng Mặt Trăng không phải đích đến cuối cùng mà sẽ là bước đệm cho mục tiêu đầy tham vọng là bay đến Sao Hỏa. Vậy là cơ quan từng mất phương hướng giờ bỗng tìm thấy lối đi. Giới phân tích ca ngợi quyết định này, họ kết luận NASA một lần nữa lại giành vị thế dẫn đầu trong cuộc đua thám hiểm vũ trụ.

Vậy thì trước hết, ta hãy nói về thiên thể gần mình nhất, Mặt Trăng, rồi sau đó sẽ tiến vào vũ trụ sâu thẳm.

TRỞ LẠI MẶT TRĂNG

Giữ vai trò trụ cột trong chương trình trở lại Mặt Trăng là tên lửa đẩy hạng nặng SLS (Space Launch System: Hệ thống Phóng Không gian) kết hợp với tàu con nhộng Orion. Cả hai tưởng đã “mồ côi” khi Tổng thống Obama cắt giảm ngân sách vào đầu thập niên 2010, hủy bỏ chương trình Constellation. Nhưng NASA đã cứu vãn thành công tàu Orion của chương trình Constellation và cả tên lửa SLS, bây giờ vẫn đang trong quá trình thiết kế. Tuy ban đầu được xây dựng cho những sứ mạng hoàn toàn riêng biệt, nhưng SLS và Orion đã được kết hợp nhanh chóng, tạo thành hệ thống phóng cơ bản của NASA.

Hiện tại, hệ thống SLS/Orion dự kiến sẽ đưa phi hành gia tiếp cận Mặt Trăng vào giữa thập niên 2020.

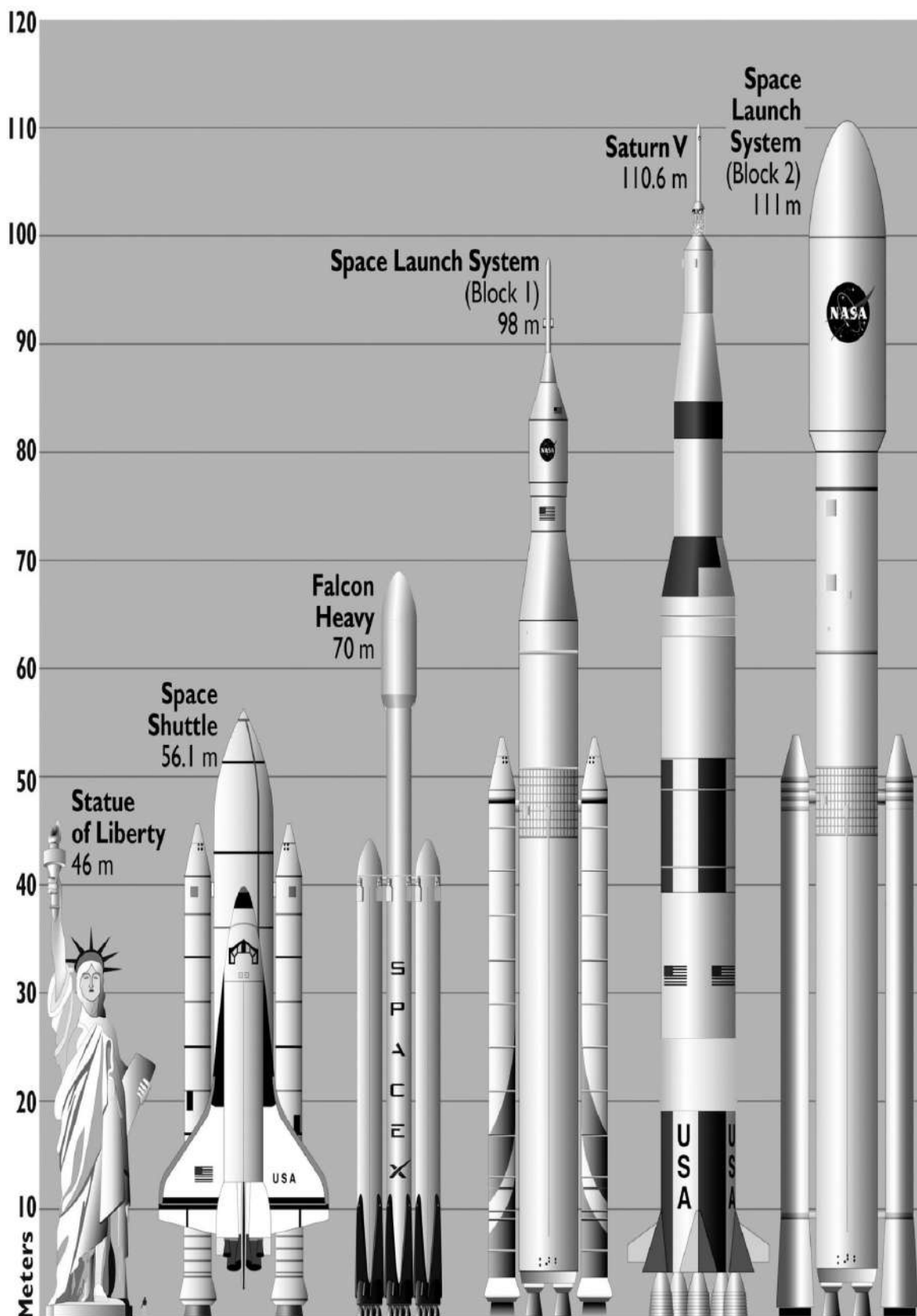
Điểm đầu tiên nhận thấy ở SLS/Orion là nó không giống chút nào với hệ thống tiền thân trực tiếp, tức tàu con thoi, mà giống tên lửa Saturn V. Gần nửa thế kỷ qua, Saturn V đã trở thành vật trưng bày trong bảo tàng. Nhưng theo một cách nào đó, ta có thể nói nó đã được tái sinh thành tên lửa đẩy SLS. Ngắm SLS/Orion, ta có cảm giác thân thuộc.

SLS có thể mang tải trọng 130 tấn. Chiều cao của hệ thống là hơn 98 m, tương đương tên lửa Saturn V. Thay vì ngồi trong tàu đặt ở hông tên lửa đẩy như khi sử dụng tàu con thoi, các phi hành gia giờ đây sẽ ngồi trong “tàu con nhộng” đặt trực tiếp ở đầu tên lửa đẩy, giống như tàu Apollo đặt trên Saturn V. Khác tàu con thoi, SLS/ Orion chủ yếu dùng để chở người chứ không chở hàng hóa. Ngoài ra, SLS/Orion được thiết kế để không chỉ đạt đến quỹ đạo Trái Đất tầm thấp mà nhằm đạt vận tốc thoát ly Trái Đất giống Saturn V.

Tàu con nhộng Orion có thể mang theo bốn đến sáu thành viên phi hành đoàn, trong khi tàu Apollo của Saturn V chỉ mang được ba người. Tuy vậy, không gian bên trong Orion cũng chật hẹp như Apollo. Đường kính tàu gần năm mét, chiều cao hơn ba mét và nặng hơn 25.800 kg (do tiết kiệm không gian là điều được ưu tiên, nên phi hành gia trong lịch sử đều là những người nhỏ con. Yuri Gagarin chẳng hạn, ông chỉ cao khoảng 1m58.)

Một khác biệt nữa là Saturn V được chế tạo chuyên biệt để bay lên Mặt Trăng, còn SLS có thể đưa bạn gần như tới mọi nơi - Mặt Trăng, các tiểu hành tinh, thậm chí là Sao Hỏa.

Chúng ta có cả những tỷ phú phát ngán khi thấy bộ máy quan liêu của NASA làm việc chậm chạp, họ muốn đưa phi hành gia lên Mặt Trăng và thậm chí là Sao Hỏa thật sớm. Các ông chủ trẻ này bị hấp dẫn bởi đề xuất sẽ tư nhân hóa chương trình đưa người vào vũ trụ của Cựu Tổng thống Obama.



So sánh Saturn V, tên lửa đầu tiên đưa con người lên Mặt Trăng, với tàu con thoi và các hệ thống tên lửa đẩy hiện đang thử nghiệm.

Phe ủng hộ cho rằng bước đi thận trọng của NASA là để bảo đảm những yêu cầu về an toàn. Sau hai thảm họa phóng tàu con thoi, NASA phải ra điều trần trước Quốc hội và chương trình không gian suýt đã bị hủy bỏ vì bị dư luận kịch liệt phản đối. Thêm một thảm họa nữa có thể sẽ thật sự đặt dấu chấm hết cho chương trình. Người ta còn chỉ ra, hồi thập niên 1990, NASA từng cố gắng áp dụng phương châm “Nhanh hơn, Tốt hơn, Rẻ hơn”. Nhưng khi tàu Mars Observer mất tích năm 1993 do vỡ bể nhiên liệu ngay khi sắp tiến vào quỹ đạo quanh Sao Hỏa, nhiều người cho rằng NASA có lẽ đã quá hấp tấp và phương châm này âm thầm bị dẹp bỏ.

Vậy, cần có một người khéo léo tìm ra sự dung hòa giữa một bên là những cái đầu nóng, muốn đẩy nhanh tiến độ, còn bên kia là các công chức chủ trương an toàn và lo sợ phải trả giá cho thất bại.

Tuy thế, ta đã có đến hai tỷ phú đi đầu trong việc đẩy mạnh chương trình vũ trụ: Jeff Bezos - nhà sáng lập Amazon, chủ báo *Washington Post* và Elon Musk – nhà sáng lập PayPal, Tesla và SpaceX.

Báo giới gọi cuộc đua giữa hai người là trận “tỷ phú đại chiến.”

Cả Bezos và Musk đều muốn đưa nhân loại tiến xa trong không gian bao la. Trong khi Musk đặt tầm nhìn xa với mục tiêu là chinh phục Sao Hỏa thì Bezos đặt mục tiêu gần hơn, là đi lên Mặt Trăng.

THÁM HIỂM MẶT TRĂNG

Mọi người từ khắp nơi đổ về Florida, hy vọng được chứng kiến cảnh con tàu vũ trụ đầu tiên đưa các phi hành gia lên Mặt Trăng. Con tàu sẽ mang theo ba phi hành gia trong chuyến du hành chưa từng có trong lịch sử loài người, lần đầu thám hiểm một thiên thể bên ngoài Trái Đất. Hành trình lên Mặt Trăng kéo dài khoảng ba ngày, các phi hành gia sẽ trải nghiệm những hiện tượng chưa từng được biết tới, chẳng hạn tình trạng không trọng lực. Sau hành trình phi thường đó, tàu sẽ hạ cánh an toàn xuống Thái Bình Dương và ba nhà du hành sẽ được ca ngợi như những anh hùng, mở ra chương mới cho lịch sử thế giới.

Mọi tính toán đều được thực hiện dựa trên định luật Newton để đảm bảo hành trình sẽ chính xác. Nhưng còn một vấn đề. Thực ra câu chuyện trên chỉ là hư cấu, do nhà văn Jules Verne viết nên trong cuốn tiểu thuyết mang tính tiên tri *From the Earth to the Moon* (Từ Trái Đất đến Mặt Trăng), xuất bản năm 1865, ngay sau cuộc Nội chiến Hoa Kỳ. Những người tổ chức chuyến thăm Mặt Trăng này không phải các nhà khoa học NASA, mà là thành viên Câu lạc bộ Súng Baltimore.

Điều thật sự đáng chú ý là, tuy truyện ra đời từ hơn 100 năm trước khi con người đặt chân lên Mặt Trăng, nhưng Jules Verne đã dự đoán đúng rất nhiều điều cho chuyến viếng thăm Mặt Trăng trong thực tế. Ông phác họa chính xác kích cỡ phi thuyền, vị trí phóng tàu và biện pháp hạ cánh xuống Trái Đất.

Kiểm khuyết lớn duy nhất trong cuốn sách là phương thức dùng đại bác khổng lồ bắn phi hành gia lên Mặt Trăng. Với gia tốc đột ngột của phát súng gấp khoảng 20.000 lần trọng lực, chắc chắn bất kỳ ai trên tàu cũng sẽ thiệt mạng. Tuy nhiên, khi tên lửa sử dụng nhiên liệu lỏng chưa xuất hiện thì Verne cũng không thể có cách hình dung nào khác cho chuyến hành trình này.

Verne cũng cho rằng các phi hành gia sẽ rơi vào trạng thái không trọng lực, nhưng chỉ khi tàu bay đến một điểm nhất định nằm ở khoảng giữa Trái Đất và Mặt Trăng. Ông không biết rằng các phi hành gia sẽ rơi vào trạng thái không trọng lực xuyên suốt hành trình. (Ngay cả ngày nay, nhiều người vẫn nhầm tưởng rằng không trọng lực là do trong không gian không có lực hút. Thực tế, có rất nhiều lực hút trong không gian, đủ mạnh để kéo những hành tinh khổng lồ như Sao Mộc quay quanh Mặt Trời. Không trọng lực xảy ra do các vật rơi với cùng tốc độ. Vì vậy, phi hành gia rơi cùng tốc độ với tàu vũ trụ và có cảm giác trọng lực đã biến mất.)

Ngày nay, cuộc chạy đua vào vũ trụ không được cấp vốn nhờ tài sản riêng của các thành viên Câu lạc bộ Súng Baltimore mà nhờ số séc của các nhà tài phiệt như Jeff Bezos. Thay vì chờ đợi NASA cho phép đóng tên lửa và xây dựng bộ phóng bằng tiền thuế của nhân dân, Bezos thành lập công ty riêng Blue Origin, tự xây dựng toàn bộ bằng tiền túi của mình.

Hiện dự án của Bezos đã xong giai đoạn lên kế hoạch. Blue Origin đã chế tạo một hệ thống tên lửa riêng, gọi là New Shepard (đặt theo tên Alan Shepard, người Mỹ đầu tiên bay vào không gian bằng tên lửa dưới quỹ đạo). Thực tế, New Shepard là tên lửa dưới quỹ đạo đầu tiên trên thế giới hạ cánh thành công về bộ phóng ban đầu, đánh bại tên lửa Falcon của Elon Musk (nhưng Falcon lại là tên lửa có thể tái sử dụng đầu tiên đưa được một kiện hàng lên quỹ đạo Trái Đất).

Tên lửa New Shepard của Bezos chỉ là tên lửa dưới quỹ đạo, tức là nó không thể đạt tốc độ 29.000 km/giờ vào quỹ đạo thấp của Trái Đất. Nó sẽ không đưa ta lên Mặt Trăng, nhưng có thể là tên lửa đầu tiên của Hoa Kỳ thường xuyên đưa khách du lịch lên tham quan không gian. Trong một video Blue Origin mới đây vừa tung ra về chuyến du hành tương lai trên New Shepard, du khách sẽ đi tàu vũ trụ mà như đang ngồi khoang hạng nhất trên tàu biển sang trọng. Bước vào khoang tàu, bạn sẽ ấn tượng ngay với không gian rộng rãi bên trong. Không giống như không gian chật chội thường thấy trên các phim khoa học viễn tưởng, đó là căn phòng rộng lớn đủ cho bạn và năm hành khách khác được ngồi trên những chiếc ghế ngả êm ái bọc da đen và thắt dây an toàn. Bạn có thể ngắm cảnh qua những cửa sổ lớn, kích thước khoảng 0,7 m chiều rộng và hơn 1 m chiều cao. “Ghế nào cũng là ghế cạnh cửa sổ, những cửa sổ lớn nhất từng thấy trong không gian.” Bezos tuyên bố. Du lịch vũ trụ chưa bao giờ hấp dẫn đến thế.

Bởi lẽ bạn sắp sửa bay vào không gian, nên có một số việc cần chuẩn bị trước. Hai ngày trước chuyến đi, bạn sẽ bay đến Van Horn, Texas, nơi Blue Origin đặt hệ thống phóng. Tại đây bạn sẽ gặp gỡ các hành khách khác và nghe phi hành đoàn hướng dẫn qua. Do chuyến du lịch được tự động hóa hoàn toàn nên các thành viên phi hành đoàn không bay cùng du khách.

Người hướng dẫn sẽ giải thích rằng toàn bộ chuyến bay kéo dài 11 phút, bạn sẽ bay thẳng đứng, lên cao 100 km, tới đường biên giữa khí quyển và không gian bên ngoài. Phía ngoài, bầu trời sẽ chuyển sang màu tím sẫm rồi đen như mực. Sau khi ra tới ngoài không gian, bạn có thể tháo dây an toàn và trải nghiệm hiện tượng không trọng lực trong vòng bốn phút. Bạn có thể bay lượn như diễn viên nhào lộn, vì lúc này đã không còn sức kéo của lực hút Trái Đất.

Một số hành khách sẽ bị say và ói mửa trong trạng thái không trọng lực nhưng người hướng dẫn khẳng định chuyến đó không thành vấn đề bởi chuyến đi rất ngắn.

(Để huấn luyện các phi hành gia, NASA sử dụng “sao chổi nôn ọe” là máy bay KC-135 có khả năng mô phỏng tình trạng không trọng lực. KC-135 bay vùn vụt lên cao, thỉnh thoảng tắt động cơ chừng 30 giây, rồi rơi nhào xuống. Các phi hành gia giờ giống như hòn đá ném vào không trung – họ rơi tự do. Khi động cơ máy bay bật trở lại, họ mới rơi xuống sàn. Quy trình này lặp đi lặp lại suốt vài tiếng đồng hồ.)

Cuối chuyến du hành New Shepard, tàu sẽ nhả dù rồi nhẹ nhàng đáp đất bằng các tên lửa riêng chứ không cần thiết phải đáp xuống biển. Khác với tàu con thoi, nó sở hữu hệ thống an toàn tự động đẩy bạn khỏi tên lửa nếu động cơ không thể khởi động khi phóng. (Tàu con thoi *Challenger* không có hệ thống như vậy và bảy phi hành gia đã thiệt mạng.)

Blue Origin chưa công bố giá cho chuyến du lịch dưới quỹ đạo này, nhưng các nhà phân tích cho rằng chi phí ban đầu sẽ vào khoảng 200.000 đô-la mỗi hành khách. Đây là mức giá cho chuyến du hành bằng tên lửa dưới quỹ đạo của đối thủ cạnh tranh Richard Branson, một tỷ phú khác đã để lại dấu ấn trong lịch sử khám phá không gian. Branson là nhà sáng lập hãng hàng không Virgin Atlantic và hãng vũ trụ Virgin Galactic, đồng thời là người đứng sau để tài trợ những nỗ lực nghiên cứu của kỹ sư hàng không vũ trụ Burt Rutan. Năm 2004, chiếc SpaceShipOne của Rutan gây tiếng vang lớn khi giành 10 triệu đô-la giải thưởng Ansari XPRIZE. SpaceShipOne có thể bay tới tận đường biên khí quyển cách mặt đất 112 km. Bất chấp việc SpaceShipTwo gây tai nạn chết người vào năm 2014 khi bay trên sa mạc Mojave, Branson vẫn tiếp tục kế hoạch thử nghiệm tên lửa và biến du lịch không gian thành hiện thực. Thời gian sẽ trả lời liệu hệ thống tên lửa nào sẽ thành công về mặt thương mại. Nhưng rõ ràng du lịch không gian đã có vị trí vững chắc.

Hiện tại Bezos đang sản xuất loại tên lửa khác sẽ đưa con người vào quỹ đạo Trái Đất. Đó là tên lửa New Glenn, đặt theo tên phi hành gia John Glenn, người Mỹ đầu tiên bay vòng quanh Trái Đất. Tên lửa này gồm ba tầng, cao hơn 95 m và tạo

lực đẩy gần 1,7 triệu kilogram. Tuy New Glenn vẫn đang trong quá trình thiết kế, nhưng Bezos đã hé lộ rằng ông đang lên kế hoạch cho loại tên lửa còn tiên tiến hơn nữa, có tên là New Armstrong, có thể bay vượt quỹ đạo Trái Đất và tiến đến Mặt Trăng.

Khi còn nhỏ, Bezos đã mơ được bay vào vũ trụ cùng đoàn phi hành gia trên tàu *Enterprise* trong phim *Star Trek*. Ông còn tham gia vào các buổi diễn kịch *Star Trek* dựa theo phiên bản phim truyền hình, đóng vai Spock, thuyền trưởng Kirk, thậm chí cả máy tính LCARS. Sau khi tốt nghiệp trung học, khi mà hầu hết các bạn thiếu niên đều mơ mộng về việc mua chiếc xe đầu tiên hoặc tham dự đêm dạ vũ cuối của thời trung học, thì ông cặm cụi lên kế hoạch cho thế kỷ tới. Ông nói mình muốn “xây khách sạn, khu giải trí, du thuyền, những vùng đất cho hai, ba triệu người trên quỹ đạo quanh Trái Đất.”

“Toàn bộ ý tưởng đó là để giữ gìn Trái Đất... Mục tiêu [là] để di tản con người. Hành tinh chúng ta sẽ trở thành công viên.” Ông viết. Theo hình dung của ông, hoạt động công nghiệp gây ô nhiễm trên hành tinh cũng sẽ được đưa ra ngoài không gian.

Nói là làm, khi trưởng thành, Bezos thành lập công ty Blue Origin để chế tạo tên lửa cho tương lai. Tên của công ty có nghĩa là Nguồn Xanh, là lời nhắc về Trái Đất, vì Trái Đất trông giống một quả cầu xanh khi nhìn từ không gian. Mục tiêu là “mở ra ngành du lịch không gian cho những vị khách có thể chi trả, định hướng cho Blue chỉ đơn giản như vậy.” Ông nói. “Chúng tôi muốn thấy hàng triệu người sống và làm việc ngoài không gian. Sẽ mất nhiều thời gian nhưng tôi nghĩ đó là mục tiêu đáng làm”.

Năm 2017, Bezos công bố kế hoạch ngắn hạn mới của Blue Origin là thiết lập hệ thống giao hàng lên Mặt Trăng. Ông hình dung một quy trình lớn có thể vận chuyển máy móc, vật liệu xây dựng, hàng hóa và dịch vụ tới Mặt Trăng tương tự như trang web Amazon nhanh chóng chuyển đi các sản phẩm rất phong phú chỉ sau một cú nhấp chuột. Từng bị coi là nơi cô đơn trên vũ trụ, Mặt Trăng sẽ trở thành trung tâm công nghiệp và thương mại nhộn nhịp, với các nhà máy sản xuất và những căn cứ có người ở lâu dài.

Thường thì chuyện về những thành phố trên Mặt Trăng như thế này sẽ bị gạt đi như lời tầm phào của những người lập dị. Nhưng khi chúng được thốt ra từ một trong những người giàu nhất thế giới, có sức ảnh hưởng tới tổng thống, Quốc hội Hoa Kỳ và ban biên tập tờ *Washington Post*, thì tất cả sẽ thấy đó là chuyện nghiêm túc.

CĂN CỨ MẶT TRĂNG THƯỜNG TRỰC

Để giúp chi trả cho những dự án tham vọng kể trên, giới thiên văn học tìm hiểu các khía cạnh vật lý và kinh tế của việc khai thác Mặt Trăng và nhận thấy có ít nhất ba nguồn tiềm năng đáng tận dụng.

Thập niên 1990, một khám phá làm giới khoa học bất ngờ: ở nam bán cầu Mặt Trăng tồn tại lượng băng lớn. Nằm dưới bóng những rặng núi rộng lớn và các hố thiên thạch là vùng tối vĩnh cửu có nhiệt độ dưới mức 0°C. Có lẽ lớp băng này hình thành do va chạm với sao chổi từ thời sơ khai của Hệ Mặt Trời. Sao chổi chủ yếu cấu tạo từ băng, bụi, và đá, nên bất cứ sao chổi nào va chạm với Mặt Trăng ở những vùng tối đều có khả năng để lại nước và băng. Nước có thể chuyển hóa thành oxy và hydro (hai thành phần chính của nhiên liệu tên lửa). Nhờ đó Mặt trăng có thể trở thành trạm nhiên liệu không gian. Nước cũng có thể được lọc để uống hoặc dùng cho nông trại quy mô nhỏ.

Thực tế, một nhóm doanh nhân khác ở Thung lũng Silicon đã thành lập công ty Moon Express (Vận chuyển tốc hành Mặt Trăng) để bắt đầu quá trình khai thác băng từ Mặt Trăng. Đây là công ty đầu tiên được chính phủ cấp phép để khởi động dự án thương mại này. Tuy vậy, mục tiêu sơ bộ của Moon Express lại khiêm tốn hơn. Công ty sẽ đưa xe đi trên mặt trăng lên Mặt Trăng thăm dò các mỏ băng một cách có hệ thống. Moon Express đã huy động đủ vốn từ giới tư nhân để bắt đầu chiến lược này. Khi tiền bạc đã lo đủ, các hệ thống sẽ đi vào vận hành.

Qua phân tích những mẫu đá Mặt Trăng do phi hành đoàn Apollo mang về, các nhà khoa học tin rằng trên Mặt Trăng có thể có những nguyên tố mang nhiều giá trị kinh tế khác. Các nguyên tố đất hiếm đóng vai trò cốt yếu trong ngành công nghiệp điện tử nhưng phần lớn chỉ có ở Trung Quốc. (Đất hiếm nằm ở khắp nơi

với số lượng nhỏ, nhưng ngành công nghiệp đất hiếm Trung Quốc chiếm 97% giao dịch thế giới. Quốc gia này nắm giữ khoảng 30% trữ lượng đất hiếm toàn cầu.) Cách đây vài năm, chiến tranh thương mại quốc tế suýt nữa đã bùng nổ do các nhà cung cấp Trung Quốc đột ngột tăng giá loại nguyên tố then chốt này, và thế giới chợt nhận ra Trung Quốc gần như giữ thế độc quyền. Theo ước tính, đất hiếm sẽ ngày càng khan hiếm trong những thập niên tới, do vậy việc tìm ra nguồn cung mới trở nên khẩn thiết. Đất hiếm đã được tìm thấy trong đá Mặt Trăng, do đó một ngày kia, khai thác đất hiếm Mặt Trăng có thể sẽ sinh lãi. Bạch kim là một nguyên tố quan trọng khác trong ngành công nghiệp điện tử và người ta đã phát hiện nhiều khoáng chất giống với bạch kim trên Mặt Trăng, có lẽ chúng xuất hiện sau những va chạm với các tiểu hành tinh từ xa xưa.

Sau cùng là triển vọng tìm ra heli-3, yếu tố rất hữu ích trong phản ứng nhiệt hạch. Khi các nguyên tử hydro kết hợp với nhau dưới nhiệt độ cực cao trong phản ứng nhiệt hạch, các hạt nhân hydro cũng hợp lại tạo thành heli, đồng thời tăng thêm một lượng lớn năng lượng và nhiệt. Phần năng lượng dôi ra đó rất phù hợp để vận hành máy móc. Tuy nhiên, quy trình này rất nguy hiểm vì nó tạo ra một lượng neutron lớn. Điểm mạnh của phản ứng nhiệt hạch có heli-3 là thay vì neutron thì chúng lại giải phóng rất nhiều proton, vốn dễ bị các trường điện từ đánh bật và dễ xử lý hơn nhiều. Các lò phản ứng nhiệt hạch vẫn mang tính thử nghiệm cao và hiện tại trên Trái Đất chưa tồn tại lò phản ứng nào. Nhưng nếu lò được phát triển thành công, chúng ta có thể khai thác heli-3 từ Mặt Trăng để làm nhiên liệu cho các lò phản ứng nhiệt hạch trong tương lai.

Nhưng điều này làm nảy sinh một rắc rối: tính hợp pháp của việc khai thác Mặt Trăng hoặc việc giành quyền sở hữu nó.

Năm 1967, Hoa Kỳ, Liên Xô và nhiều quốc gia khác cùng ký Hiệp ước Không gian Vũ trụ, cấm bất kỳ quốc gia nào tuyên bố chủ quyền các thiên thể như Mặt Trăng chẳng hạn. Hiệp ước này cấm việc đưa vũ khí hạt nhân lên quỹ đạo Trái Đất, Mặt Trăng hoặc bất cứ nơi nào khác trong không gian. Thử nghiệm vũ khí cũng bị cấm. Đây là hiệp ước đầu tiên, cũng là duy nhất, về vũ trụ và đến nay vẫn còn hiệu lực.

Tuy nhiên, Hiệp ước Không gian vũ trụ không nhắc đến quyền sở hữu đất đai tư nhân, hay việc sử dụng Mặt Trăng vào mục đích thương mại. Có lẽ những người soạn thảo hiệp ước đã không nghĩ rằng khu vực tư nhân sẽ lên được Mặt Trăng. Nhưng những vấn đề pháp lý quan trọng này cần được giải quyết sớm, đặc biệt khi giờ đây giá thành du lịch không gian đã giảm mạnh và giới tỷ phú muốn thương mại hóa vũ trụ.

Trung Quốc tuyên bố sẽ đưa phi hành gia lên Mặt Trăng trước năm 2025. Nếu họ cấm cờ trên đó thì cũng chỉ là hành động tượng trưng. Nhưng chuyện gì sẽ xảy ra nếu một nhà tư bản bay lên Mặt Trăng bằng tàu riêng rồi đóng cọc tuyên bố chủ quyền ở đó?

Khi các vấn đề kỹ thuật và chính trị đã giải quyết xong, câu hỏi tiếp theo là: Cuộc sống trên Mặt Trăng sẽ như thế nào?

SỐNG TRÊN MẶT TRĂNG

Những phi hành gia đầu tiên lên Mặt Trăng chỉ ở lại đó không lâu, thường là vài ngày. Muốn biến Mặt Trăng thành nơi đầu tiên có người ở, các phi hành gia tương lai sẽ phải nán lại lâu hơn. Họ cần thích nghi với các điều kiện sống ở đây, mà như bạn có thể hình dung, chúng rất khác so với Trái Đất.

Một yếu tố làm giới hạn khoảng thời gian trên Mặt Trăng của các phi hành gia là thức ăn, nước và không khí, bởi nguồn dự trữ sẽ cạn kiệt chỉ sau vài tuần. Ban đầu, ta cần vận chuyển chúng lên từ Trái Đất. Cứ vài tuần phải phóng tàu không người lái lên Mặt Trăng để tiếp tế cho trạm. Sự sống của các phi hành gia phụ thuộc vào những lần tiếp tế này, nên mọi sự cố xảy ra đều sẽ là tình huống nguy cấp. Sau khi căn cứ Mặt Trăng xây dựng xong, dù có thể mới chỉ là căn cứ tạm thời, một trong những việc quan trọng đầu tiên của các phi hành gia là tạo ra oxy để thở và nuôi trồng lương thực. Có nhiều phản ứng hóa học có thể sản sinh ra oxy và sự hiện diện của nước sẽ là nguồn cấp nguyên liệu sẵn có. Lượng nước này cũng có thể dùng làm vườn thủy canh để trồng trọt.

May mắn là việc liên lạc với Trái Đất không phải vấn đề lớn, vì tín hiệu vô tuyến chỉ mất hơn một giây để đi từ Mặt Trăng đến Trái Đất. Tuy sẽ có độ trễ rất nhỏ, các phi hành gia vẫn có thể dùng điện thoại di động và mạng internet như trên Trái Đất, do vậy họ vẫn liên lạc được thường xuyên với những người yêu thương và cập nhật tin tức mới nhất.

Ban đầu, các phi hành gia phải sống bên trong tàu. Khi ra được bên ngoài, việc đầu tiên cần thực hiện là trải những tấm pin năng lượng Mặt Trời lớn để thu thập năng lượng. Một ngày Mặt Trăng dài bằng một tháng Trái Đất nên mỗi vị trí trên Mặt Trăng sẽ có hai tuần liên tục là ban ngày và hai tuần tiếp theo chìm trong đêm tối. Do vậy, ta cần lượng pin rất lớn để dự trữ năng lượng điện thu thập trong hai tuần “ngày” và sử dụng trong hai tuần “đêm” dài đằng đẵng tiếp sau đó.

Khi lên Mặt Trăng, các phi hành gia có thể sẽ muốn thám hiểm các vùng cực Mặt Trăng vì một số lý do. Ở các vùng cực có những đỉnh núi cao, nơi Mặt Trời không bao giờ lặn, do vậy một trang trại quang năng với hàng nghìn tấm pin mặt trời có thể tạo ra nguồn cung năng lượng ổn định không gián đoạn. Các phi hành gia cũng có thể tận dụng cả lượng băng nằm dưới bóng các rặng núi lớn và hồ thiên thạch ở hai cực. Ước tính có 600 triệu tấn băng nằm dưới vùng cực bắc, với bề dày lên đến vài mét. Khi hoạt động khai thác được triển khai, một phần lớn lượng băng này có thể được thu thập, lọc để uống và điều chế oxy. Có cả tiềm năng khai thác phần đất của Mặt Trăng với trữ lượng oxy đáng ngạc nhiên. Thực tế, có khoảng 50 kg oxy trong mỗi 500 kg đất Mặt Trăng.

Các phi hành gia cũng cần thích nghi với trọng lực yếu trên Mặt Trăng. Theo định luật vạn vật hấp dẫn của Newton, trọng lực của các thiên thể có mối tương quan với khối lượng của chúng. Trọng lực của Mặt Trăng chỉ bằng 1/6 Trái Đất.

Như vậy có nghĩa việc vận chuyển các máy móc nặng nề trên Mặt Trăng sẽ dễ dàng hơn. Và vận tốc thoát ly cũng thấp hơn nên tên lửa có thể dễ dàng hạ cánh và cất cánh. Trong tương lai, một cảng vũ trụ nhộn nhịp trên Mặt Trăng là điều hoàn toàn khả thi.

Nhưng các phi hành gia của chúng ta sẽ phải học lại những động tác đơn giản, như việc bước đi. Các phi hành gia Apollo nhận thấy bước đi trên Mặt Trăng khá

khó khăn và cách di chuyển nhanh nhất là nhảy. Do trọng lực Mặt Trăng thấp nên khi nhảy, bạn có thể tiến đi xa hơn nhiều so với việc bước chân và cũng dễ kiểm soát các cử động hơn.

Một vấn đề nữa là đối phó với bức xạ. Với những nhiệm vụ chỉ kéo dài vài ngày thì đó không phải vấn đề lớn. Nhưng nếu các phi hành gia ở lại đây hàng tháng trời, họ có thể phơi nhiễm đủ để gia tăng đáng kể nguy cơ mắc ung thư. (Một vấn đề sức khỏe đơn giản cũng có thể biến thành nguy cơ đe dọa tính mạng trên Mặt Trăng. Tất cả các phi hành gia đều phải học cách sơ cứu và một vài trong số họ có thể phải là bác sĩ thực thụ. Nếu, chẳng hạn, một phi hành gia lên cơn đau tim hay bị viêm ruột thừa trên Mặt Trăng, vị bác sĩ đó sẽ thực hiện liên lạc qua màn hình với các chuyên gia dưới Trái Đất, thậm chí có thể làm phẫu thuật bằng điều khiển từ xa. Robot cũng có thể được điều khiển bằng những bàn tay khéo léo từ Trái Đất để làm nhiều loại vi phẫu.) Hằng ngày, các phi hành gia phải theo dõi “dự báo thời tiết” từ các nhà thiên văn quan sát hoạt động Mặt Trời. Thay vì dự báo những cơn bão sấm sét sắp tới, các bản tin này sẽ cảnh báo hiện tượng lóa Mặt Trời phóng các chùm nóng bức xạ vào không gian. Nếu hiện tượng lóa diễn ra mạnh, các phi hành gia sẽ được cảnh báo để tìm nơi trú ẩn. Khi tín hiệu cảnh báo xuất hiện, họ có vài giờ trước khi cơn mưa các hạt hạ nguyên tử tích điện chết người dội xuống căn cứ.

Một cách tạo nơi trú ẩn bức xạ là đào căn cứ ngầm bên trong ống dung nham. Những ống này, vốn là tàn tích từ các núi lửa cổ xưa, có thể rộng đến hơn 300 m, tạo thành lớp bảo vệ vững chắc khỏi bức xạ Mặt Trời và vũ trụ.

Sau khi các phi hành gia dựng xong nơi ở tạm thời, những chuyến hàng lớn vận chuyển máy móc và đồ tiếp tế sẽ được phóng từ Trái Đất để bắt đầu công cuộc xây dựng căn cứ thường trực. Sử dụng các vật liệu làm sẵn hoặc có thể bơm phồng sẽ giúp đẩy nhanh quá trình xây dựng. (Trong phim *2001*, các phi hành gia sống trong các căn cứ ngầm hiện đại rộng mênh mông, vừa có các bộ hạ cánh tên lửa vừa là cơ quan đầu não điều phối hoạt động khai thác Mặt Trăng. Căn cứ Mặt Trăng đầu tiên của chúng ta có thể không được tiện nghi như vậy, nhưng viễn cảnh trong phim có lẽ sẽ được thực hiện trong tương lai không xa.)

Trong công cuộc xây dựng các căn cứ ngầm, không thể tránh khỏi việc bạn muốn chế tạo hoặc sửa chữa các bộ phận máy móc. Tuy những thiết bị cỡ lớn như xe ủi và cần cẩu đương nhiên sẽ được chuyển tới từ Trái Đất, nhưng máy in 3D có thể tạo ra những chi tiết máy nhỏ bằng nhựa ngay trên Mặt Trăng.

Lý tưởng nhất là xây dựng được các nhà máy luyện kim. Nhưng điều này không khả thi vì không có không khí để cấp cho lò luyện. Tuy vậy, các thí nghiệm cho thấy nếu nung nóng đất Mặt Trăng bằng vi sóng, chúng có thể chảy ra rồi hợp lại tạo thành gạch gốm cứng như đá, có khả năng dùng làm vật liệu cơ bản để xây dựng căn cứ Mặt Trăng. Về nguyên tắc, toàn bộ cơ sở hạ tầng đều có thể xây bằng loại vật liệu lấy trực tiếp từ đất này.

VUI CHƠI GIẢI TRÍ TRÊN MẶT TRĂNG

Cuối cùng, cần có phương tiện giải trí để các phi hành gia giải tỏa căng thẳng và thư giãn. Khi Apollo 14 đáp xuống Mặt Trăng năm 1971, các quan chức NASA không hề biết rằng chỉ huy Alan Shepard đã bí mật cất trong tàu một cây gậy đánh gôn 6-iron¹⁶. Họ rất ngạc nhiên khi thấy Shepard rút cây gậy và đánh bóng golf bay đi gần 200 m trên bề mặt Mặt Trăng. Đây là lần đầu tiên và duy nhất có người thực hiện hoạt động thể thao tại thiên thể khác. (Một bản sao của cây gậy hiện được trưng bày ở Bảo tàng Hàng không Vũ trụ Quốc gia Smithsonian, Washington D.C.) Chơi thể thao trên Mặt Trăng thực sự là một thách thức do thiếu không khí và lực hút yếu. Nhưng chúng lại tạo điều kiện để thực hiện một số điều phi thường.

Trong các nhiệm vụ Apollo 15, 16 và 17, các phi hành gia đã cưỡi những chiếc LRV (Lunar Roving Vehicle: Xe Thăm dò Mặt Trăng) chạy trên bề mặt Mặt Trăng đầy bụi đất, mỗi người đi khoảng 27 đến 35 km. Đây không chỉ là nhiệm vụ khoa học giá trị, mà còn là cuộc thám hiểm kỳ thú khi họ được là những người đầu tiên chứng kiến các hố thiên thạch khổng lồ và những rặng núi hùng vĩ. Trong tương lai, việc chạy xe địa hình sẽ không chỉ giúp đẩy nhanh việc nghiên cứu bề mặt Mặt Trăng, lắp đặt pin năng lượng Mặt Trời và xây dựng trạm Mặt Trăng đầu tiên, mà còn là hình thức giải trí. Thậm chí có thể có cả cuộc đua xe đầu tiên trên Mặt Trăng.

Du lịch và thám hiểm Mặt Trăng có thể trở thành hoạt động giải trí được ưa thích khi công chúng khám phá ra những kỳ quan trên miền đất xa lạ. Do trọng lực thấp, các du khách có thể đi bộ đường dài mà không thấy mệt. Những người leo núi có thể thả mình xuống núi dốc bằng dây thừng mà không tốn mấy sức lực. Và từ trên đỉnh các hố thiên thạch và rặng núi, họ chiêm ngưỡng toàn bộ quang cảnh Mặt Trăng hoàn toàn nguyên sơ suốt hàng tỷ năm qua. Những ai yêu thích khám phá hang động sẽ mê mẩn hệ thống ống dung nham khổng lồ ngoằn ngoèo trên khắp Mặt Trăng. Trên Trái Đất, hang động do sông ngầm tạc nên và chúng vẫn còn chứa nhiều dấu tích của các dòng nước xưa dưới dạng thạch nhũ và măng đá. Nhưng trên Mặt Trăng không có những dạng lắng đọng nước lỏng. Hang động ở đây hình thành do các dòng dung nham nóng chảy tạc vào đá. Do đó, trông chúng sẽ hoàn toàn khác với các hang động ta thấy trên Trái Đất.

MẶT TRĂNG ĐẾN TỪ ĐÂU?

Sau khi khai thác thành công những nguồn tài nguyên trên bề mặt Mặt Trăng, ta đương nhiên sẽ nghiên cứu những gì còn ẩn giấu bên dưới. Cũng như việc bắt ngừ đào được dầu mỏ trên Trái Đất, việc tìm ra bí mật bên dưới có thể sẽ làm biến đổi hoàn toàn bối cảnh kinh tế. Nhưng trong lòng Mặt Trăng liệu có những gì? Để giải đáp thắc mắc này, ta phải xem xét câu hỏi: Mặt Trăng đến từ đâu?

Nguồn gốc của Mặt Trăng đã khiến con người trăn trở suốt hàng thiên niên kỷ. Do Mặt Trăng ngự trị màn đêm, nên nó thường bị đánh đồng với bóng tối hoặc sự điên loạn. Từ *lunatic* (người điên) trong tiếng Anh, bắt nguồn từ từ *luna*, trong tiếng Latin nghĩa là Mặt Trăng.

Người đi biển thời xưa quan tâm đặc biệt đến mối liên hệ giữa Mặt Trăng, thủy triều và Mặt Trời. Họ rút ra kết luận chính xác rằng đúng là có mối liên quan mật thiết giữa ba điều này với nhau.

Người xưa còn nhận ra một thực tế lạ lùng: chúng ta chỉ thấy một bên của Mặt Trăng mà thôi. Hãy nhớ lại những lần nhìn lên Mặt Trăng, bạn sẽ nhận ra mình luôn nhìn vào một “khuôn mặt” duy nhất.

Isaac Newton là người đã đưa các mảnh ghép về đúng vị trí. Ông đã tính toán được thủy triều xuất hiện là do lực hút của Mặt Trăng và Mặt Trời tác động lên các đại dương trên Trái Đất. Theo lý thuyết của ông, Trái Đất cũng tạo hiệu ứng thủy triều lên Mặt Trăng. Do Mặt Trăng chỉ toàn đá, không có biển, nên nó bị Trái Đất “bóp” cho hơi phình ra. Trong quá trình quay quanh Trái Đất, Mặt Trăng có thời từng lắc lư quanh quỹ đạo của chính nó. Về sau, sự lắc lư giảm dần, cho đến khi sự tự quay của Mặt Trăng bị “khóa” với Trái Đất, khiến một mặt của nó luôn hướng về phía chúng ta. Đây là hiện tượng “khóa thủy triều” phổ biến khắp Hệ Mặt Trời. Các vệ tinh của Sao Mộc và Sao Thổ cũng bị “khóa” y như vậy.

Vận dụng định luật Newton, bạn có thể thấy rõ lực thủy triều đang đẩy Mặt Trăng dịch chuyển theo đường xoắn ốc xa dần Trái Đất. Bán kính quỹ đạo Mặt Trăng mỗi năm tăng thêm khoảng bốn xentimét. Tác động rất nhỏ này có thể đo lường bằng cách bắn tia laser lên Mặt Trăng – các phi hành gia đã để lại một mặt gương trên đó để thực hiện thí nghiệm này – rồi tính toán xem các tia này mất bao lâu để dội về Trái Đất. Thời gian cả đi lẫn về của chúng hiện khoảng hai giây, nhưng con số này đang tăng dần. Vì Mặt Trăng đang di chuyển ra xa, nên nếu “quay ngược cuộn băng”, ta có thể ước tính quỹ đạo quá khứ của nó.

Một phép tính nhanh cho thấy Mặt Trăng tách khỏi Trái Đất từ hàng tỷ năm trước. Và các bằng chứng hiện đại chỉ ra rằng cách đây 4,5 tỷ năm, không lâu sau khi hình thành, Trái Đất va chạm với một tiểu hành tinh cỡ lớn là Theia, có kích thước tương đương Sao Hỏa. Theo mô phỏng trên máy tính cho ta cái nhìn rõ nét về vụ va chạm này, một mảnh Trái Đất khổng lồ bị văng ra và bắn vào không gian. Nhưng do tiểu hành tinh chỉ bay sượt qua chứ không đâm thẳng chính diện nên phần lớn lõi sắt bên trong Trái Đất vẫn còn. Kết quả là, tuy Mặt Trăng cũng có sắt, nhưng nó không có từ trường mạnh do thiếu lõi sắt nóng chảy.

Sau cú va chạm, Trái Đất trông giống như nhân vật Pac-Man trong trò chơi điện tử: tròn và khuyết mất một mẫu. Nhưng do bản chất hấp dẫn của trọng lực, cả Mặt Trăng lẫn Trái Đất đều khôi phục trở lại dạng hình cầu.

Bằng chứng về giả thuyết va chạm này được củng cố nhờ 382 kg đá do các phi hành gia mang về từ chuyến đi lịch sử lên Mặt Trăng. Các nhà thiên văn nhận thấy Mặt Trăng và Trái Đất có thành phần hóa chất gần như giống hệt nhau, đều

gồm silicon, oxy và sắt. Trong khi đó, phân tích ngẫu nhiên cho thấy đá lấy từ vành đai tiểu hành tinh có thành phần khá khác biệt với đá trên Trái Đất.

Tôi từng có dịp tiếp cận đá Mặt Trăng khi còn là sinh viên cao học ngành vật lý lý thuyết tại Phòng thí nghiệm Bức xạ Berkeley. Khi được quan sát một mẫu đá Mặt Trăng dưới một kính hiển vi có độ phân giải lớn, tôi kinh ngạc với những gì trông thấy. Trên bề mặt đá có những vết lõm nhỏ do các vi thiên thạch va chạm với Mặt Trăng từ hàng tỷ năm trước tạo nên. Sau đó, nhìn kỹ hơn, tôi thấy trong vết lõm có những vết lõm khác nhỏ hơn. Và bên trong vết nhỏ hơn, lại có vết nhỏ hơn nữa. Đá Trái Đất không có hiện tượng “lõm trong lõm”, vì các vi thiên thạch đều bị bốc hơi khi xuyên qua khí quyển. Nhưng chúng có thể chạm đến bề mặt Mặt Trăng bởi trên Mặt Trăng không tồn tại khí quyển. (Như vậy có nghĩa các vi thiên thạch có thể trở thành vấn đề cho các phi hành gia trên Mặt Trăng.)

Do cấu tạo của Mặt Trăng rất giống Trái Đất, nên rất có thể việc khai thác trong lòng Mặt Trăng sẽ chỉ hữu ích khi xây dựng các thành phố trên đó. Sẽ quá tốn kém để mang đá Mặt Trăng về Trái Đất nếu chúng chỉ như những gì Trái Đất đã sẵn có. Nhưng vật liệu Mặt Trăng sẽ cực kỳ có giá trị để xây dựng hạ tầng tại chỗ, gồm nhà cửa, đường sá và đường cao tốc.

ĐI BỘ TRÊN MẶT TRĂNG

Chuyện gì sẽ xảy ra nếu bạn cởi bỏ bộ đồ vũ trụ trên Mặt Trăng? Vì không có không khí, bạn sẽ chết ngạt, nhưng còn một điều kinh khủng hơn: máu bạn sẽ sôi lên.

Ở mực nước biển, nhiệt độ sôi của nước là 100°C. Điểm sôi sẽ giảm khi áp suất khí quyển giảm. Tôi có minh chứng sinh động cho nguyên lý này khi đi cắm trại trên núi hồi bé. Chúng tôi rán trứng trong chảo đặt trên lửa. Trứng kêu xèo xèo trên lửa trông rất ngon. Nhưng khi ăn vào, tôi suýt nôn ọe. Vị thật kinh khủng. Và tôi nhận ra khi leo lên núi, áp suất khí quyển bắt đầu giảm và điểm sôi của nước cũng giảm. Dù trứng rán nở bong bóng và có vẻ đã chín, nhưng thực ra chúng không bao giờ chín hoàn toàn và không hề nóng.

Tôi cũng gặp hiện tượng này trong một dịp lễ Giáng sinh lúc nhỏ. Tại nhà, chúng tôi có bộ đèn trang trí Giáng sinh kiểu cũ gồm nhiều tuýp nước thôn đặt dọc trên mỗi đèn điện. Khi bật công tắc, nước trong tuýp sôi lên tỏa sáng nhiều màu rực rỡ, rất hấp dẫn. Lần nọ, tôi chơi đại, dùng tay không nắm tuýp nước sôi. Lúc ấy, tôi tưởng sẽ thấy nóng giãy do nước sôi, nhưng lại gần như chẳng cảm thấy gì. Nhiều năm sau tôi mới hiểu chuyện gì đã xảy ra. Bên trong tuýp là môi trường chân không một phần. Do đó, điểm sôi của nước giảm, vậy nên nhiệt lượng tỏa ra từ đèn điện dù nhỏ cũng đủ làm cho nước sôi, nước tuy sôi nhưng không nóng.

Các phi hành gia sẽ gặp trường hợp tương tự nếu bộ đồ vũ trụ của họ bị thủng giữa không gian hoặc trên Mặt Trăng. Khi không khí thoát ra ngoài qua lỗ thủng, áp suất bên trong sẽ hạ và điểm sôi của nước cũng hạ theo. Vậy là máu trong người phi hành gia sẽ bắt đầu sôi.

Ngồi tại Trái Đất, ta không nhận ra mỗi xentimét vuông trên da đều chịu một lực hơn một kilôgam đè lên, do phía trên chúng ta là một cột khí khổng lồ. Vậy tại sao ta không bị nghiền nát? Là bởi ta cũng có một lực hơn một kilôgam khác đẩy ra từ bên trong cơ thể, tạo thành thế cân bằng. Nhưng nếu lên Mặt Trăng, hơn một kilôgam lực đè xuống từ khí quyển sẽ biến mất và chỉ còn lại lực hơn một kilôgam đẩy ra từ bên trong ta.

Nói cách khác, cởi bỏ bộ đồ vũ trụ trên Mặt Trăng sẽ là trải nghiệm rất không hay ho. Tốt nhất nên luôn luôn mặc nó.

Một căn cứ thường trực ở Mặt Trăng trông sẽ như thế nào? Đáng tiếc là NASA chưa đưa ra bất kỳ tài liệu chính thức nào, nên tất cả những gì ta có làm chỉ dẫn là trí tưởng tượng của các tác giả truyện khoa học viễn tưởng và giới biên kịch Hollywood. Nhưng khi căn cứ Mặt Trăng xây dựng xong, chắc chắn ta phải cố gắng biến nó thành nơi tự cung tự cấp hoàn toàn. Hệ thống như vậy sẽ giúp giảm rất nhiều chi phí. Nhưng nó cũng đòi hỏi cơ sở hạ tầng rất mạnh: các nhà máy để sản xuất vật liệu xây dựng, nhà kính lớn trồng lương thực, xưởng hóa chất để tạo oxy và ngân hàng quang năng khổng lồ để tích trữ năng lượng. Cần có một nguồn thu nhập để chi trả cho toàn bộ những thứ này. Do Mặt Trăng được cấu tạo từ vật liệu gần như giống Trái Đất, nên nguồn thu nhập đó sẽ không nằm trên Mặt Trăng. Đó là lý do các doanh nhân tại Thung lũng Silicon đang nhắm tới các tiểu

hành tinh. Có hàng triệu tiểu hành tinh trong vũ trụ và chúng có thể là những kho báu tiềm năng vô giá.

Gậy đánh gôn bằng sắt có nhiều loại, thường đánh số từ 3 đến 9, như 3-iron, 4-iron, 5-iron, 6-iron... Mỗi loại khác nhau về độ mở mặt gậy. (ND)[↗](#)

3. KHAI MỎ TRÊN TRỜI

Thomas Jefferson bứt rứt không yên.

Ông vừa đặt bút ký, chi cho Napoleon 15 triệu đô-la, một khoản tiền cực lớn vào năm 1803. Đây là quyết định gây tranh cãi và tốn kém nhất trong sự nghiệp tổng thống của ông. Ông đã mở rộng gấp đôi diện tích Hoa Kỳ. Giờ đất nước của ông sẽ trải dài đến tận dãy Rocky. Vụ mua Louisiana sẽ là thành công lớn nhất, hoặc thất bại lớn nhất, trong nhiệm kỳ tổng thống của ông.

Nhìn lên bản đồ, ngấm vùng đất mới mệnh mông hoàn toàn chưa được khám phá, ông tự hỏi liệu mình sẽ phải hối hận vì quyết định này không.

Rồi đây, ông sẽ yêu cầu Meriwether Lewis và William Clark thực hiện nhiệm vụ thám hiểm khu vực vừa mua được. Liệu nó sẽ là chốn thiên đàng hoang sơ đang đợi được người đến định cư hay là vùng đất thê lương cằn cỗi?

Dù sao đi nữa, ông tự nhủ, sẽ phải mất cả ngàn năm nữa mới xử lý được toàn bộ vùng Louisiana rộng lớn để nhân dân an cư lạc nghiệp.

Vài thập niên sau, một sự việc xảy ra làm thay đổi hoàn toàn mọi thứ. Năm 1848, người ta phát hiện thấy vàng tại xưởng cưa Sutter, California. Tin tức lan nhanh như điện xẹt. Hơn 300.000 người đổ xô về vùng hoang dã này để tìm kiếm vận may đổi đời. Tàu thuyền khắp nơi xếp hàng dài tại bến cảng San Francisco. Nền kinh tế địa phương bùng nổ. Sang năm tiếp theo, California nộp đơn xin công nhận tư cách tiểu bang.

Theo chân cánh đào vàng là các nông dân, người chăn nuôi gia súc và doanh nhân, hình thành nên những thành phố lớn đầu tiên của miền Tây. Năm 1869, đường xe lửa kéo dài đến California, kết nối tiểu bang này với phần còn lại của nước Mỹ, hỗ trợ cơ sở hạ tầng vận tải và thương mại, khiến dân số trong vùng tăng lên nhanh chóng. Câu thần chú của thế kỷ 19 là “Tiến về miền tây nào, hỡi thanh niên.” Cơn sốt vàng tuy bùng nổ quá mức nhưng lại giúp miền Tây sớm trở thành vùng đất thuận lợi để định cư, tạo điều kiện cho tất cả những thay đổi kể trên.

Ngày nay, một số người tự hỏi liệu công cuộc khai thác vành đai tiểu hành tinh có thể tạo nên một Cơn sốt vàng trên vũ trụ hay không. Đã có một số doanh nghiệp tư nhân ngỏ ý quan tâm tới việc thám hiểm vùng này và các tài nguyên còn ẩn giấu nơi chúng. NASA cũng đã cấp vốn cho vài dự án có mục tiêu mang tiểu hành tinh về Trái Đất.

Vậy cuộc mở rộng vĩ đại tiếp theo sẽ là ở vành đai tiểu hành tinh chăng? Và nếu vậy, chúng ta sẽ tổ chức và duy trì nền kinh tế ở không gian bằng cách nào? Ta có thể hình dung sự tương đồng giữa chuỗi cung ứng nông nghiệp miền Tây hoang dã vào thế kỷ 19 và chuỗi cung ứng các tiểu hành tinh trong tương lai. Những năm 1800, các cao bồi lừa gia súc từ những trại chăn nuôi phía tây nam đi hơn 1.500 cây số tới những thành phố như Chicago. Tại đây, thịt bò được chế biến rồi chuyển về tận miền Đông bằng xe lửa để đáp ứng nhu cầu ở vùng thành thị. Tương tự như tuyến đường vận chuyển gia súc kết nối vùng Tây Nam và vùng Đông Bắc nước Mỹ, có thể sẽ xuất hiện ngành kinh tế kết nối từ vành đai tiểu hành tinh đến Mặt Trăng và Trái Đất. Mặt Trăng sẽ đóng vai trò như Chicago của tương lai, chế biến các khoáng sản giá trị từ vành đai tiểu hành tinh rồi vận chuyển về Trái Đất.

NGUỒN GỐC VÀNH ĐAI TIỂU HÀNH TINH

Trước khi bàn sâu hơn về việc khai thác tiểu hành tinh, ta cần phân biệt một số khái niệm thường bị nhầm lẫn với nhau: *thiên thạch*, *vẫn thạch*, *tiểu hành tinh* và *sao chổi*. *Thiên thạch* là mảnh đá bị cháy trong khí quyển khi chúng bay vào Trái Đất. Đuôi thiên thạch có hướng từ Trái Đất đi ra, hình thành do ma sát với không

khí. Vào những đêm quang đãng, khi nhìn lên bầu trời, bạn có thể thấy thiên thạch xuất hiện vài phút một lần.

Thiên thạch đã rơi xuống đất gọi là *vấn thạch*.

Tiểu hành tinh là những mảnh đá vỡ trong Hệ Mặt Trời. Hầu hết chúng nằm trong khu vực vành đai tiểu hành tinh và là vết tích của một “sao hồng” nằm giữa Sao Hỏa và Sao Mộc. Tổng khối lượng của tất cả các tiểu hành tinh đã biết gộp lại cũng chỉ bằng 4% khối lượng Mặt Trăng. Tuy nhiên, phần lớn số tiểu hành tinh vẫn chưa được phát hiện và con số này có thể lên đến hàng tỷ. Các tiểu hành tinh đa phần di chuyển theo quỹ đạo ổn định tại vành đai, nhưng thỉnh thoảng có một số đi lạc và lao vào khí quyển Trái Đất rồi bốc cháy thành thiên thạch.

Sao chổi là một thiên thể hình thành từ băng và đá, ở rất xa quỹ đạo Trái Đất. Trong khi các tiểu hành tinh đều nằm trong Hệ Mặt Trời thì nhiều sao chổi có quỹ đạo ở gần rìa của Hệ, tại Vành đai Kuiper, hay thậm chí bắt nguồn từ bên ngoài Hệ, trong Đám mây Oort. Những sao chổi ta thấy trong đêm là sao chổi có quỹ đạo tiến đến gần Mặt Trời. Khi chúng tiếp cận Mặt Trời, gió Mặt Trời thổi các hạt băng và bụi ra xa, tạo hình cái đuôi sao chổi quay về phía đối diện Mặt Trời, chứ không phải ngược chiều chuyển động.

Sau nhiều năm nghiên cứu, bức tranh về quá trình hình thành Hệ Mặt Trời đã hiện rõ. Khoảng năm tỷ năm trước, Mặt Trời của chúng ta chỉ là một đám mây khổng lồ quay với tốc độ chậm và có thành phần chủ yếu là khí hydro, khí heli và bụi. Phải mất vài năm ánh sáng mới đi xuyên hết đám mây này (năm ánh sáng là khoảng cách mà ánh sáng đi được trong một năm, khoảng hơn 9,5 ngàn tỷ kilômét). Do có khối lượng lớn, trọng lực dần khiến đám mây bị nén lại. Khi kích thước giảm đi, tốc độ quay của nó ngày một nhanh, tương tự như khi người trượt băng co tay vào để xoay nhanh hơn. Cuối cùng, đám mây cô đặc thành một chiếc đĩa quay nhanh với Mặt Trời ở vị trí trung tâm. Phần đĩa khí và bụi xung quanh Mặt Trời bắt đầu hình thành các tiền hành tinh, chúng lớn dần khi hấp thụ thêm vật liệu. Quá trình này giải thích vì sao toàn bộ các hành tinh đều quay quanh Mặt Trời theo cùng một hướng, trên cùng một mặt phẳng.

Có giả thuyết cho rằng một tiền hành tinh đã di chuyển quá gần Sao Mộc - hành tinh lớn nhất trong Hệ Mặt Trời - và bị trọng lực khủng khiếp của Sao Mộc xé tan, hình thành nên vành đai tiểu hành tinh. Một giả thuyết khác lại đề xuất rằng vành đai này ra đời sau vụ va chạm của hai tiền hành tinh.

Hệ Mặt Trời có thể được khắc họa bằng bốn vành đai quay quanh Mặt Trời: vành trong cùng gồm các hành tinh đá, là Sao Thủy, Sao Kim, Trái Đất và Sao Hỏa; vành thứ hai là vành đai tiểu hành tinh; vành ba gồm các hành tinh khí khổng lồ, là Sao Mộc, Sao Thổ, Sao Thiên Vương và Sao Hải Vương; cuối cùng là vành sao chổi, gọi là Vành đai Kuiper. Bên ngoài bốn vành đai này là một đám mây sao chổi hình cầu bao quanh Hệ Mặt Trời, gọi là Đám mây Oort.

Nước là một phân tử đơn giản, cũng là chất thường thấy trong Hệ Mặt Trời thuở sơ khai, nhưng nó tồn tại ở các thể khác nhau tùy thuộc vào khoảng cách với Mặt Trời, ở sát Mặt Trời, nơi nước sôi lên và bốc hơi, có Sao Thủy và Sao Kim. Trái Đất ở xa hơn, nên nước có thể tồn tại ở dạng lỏng. (Khu vực này còn được gọi là “vùng Goldilocks¹⁷”, nơi có nhiệt độ phù hợp để nước dạng lỏng tồn tại.) Ở xa hơn Trái Đất, nước đóng băng. Do đó, Sao Hỏa cùng các hành tinh và sao chổi ở xa hơn chủ yếu có nước ở dạng băng.

KHAI THÁC CÁC TIỂU HÀNH TINH

Hiểu được nguồn gốc và cấu tạo của các tiểu hành tinh là điều kiện quan trọng để có thể tiến hành khai thác chúng.

Ý tưởng khai thác các tiểu hành tinh không phi lý như nó có vẻ. Chúng ta đã biết khá rõ về chúng, vì một số tiểu hành tinh đã rơi xuống Trái Đất. Chúng chứa sắt, niken, cacbon và coban, ngoài ra là một lượng lớn đất hiếm và các kim loại quý như bạch kim, paladi, rhodi, rutheni, iridi và osmi. Các nguyên tố này cũng có trên Trái Đất, nhưng chúng hiếm và rất đắt. Vài thập niên nữa, khi nguồn cung các nguyên tố này cạn kiệt, giải pháp kinh tế sẽ là khai thác vành đai tiểu hành tinh. Nếu có thể tác động để một tiểu hành tinh quay quanh Mặt Trăng, thì việc khai thác nó sẽ rất dễ dàng.

Năm 2012, một nhóm doanh nhân đã thành lập công ty Planetary Resources (Tài nguyên hành tinh) nhằm khai thác khoáng sản giá trị từ các tiểu hành tinh và mang về Trái Đất. Kế hoạch đầy tham vọng và có tiềm năng mang về lợi nhuận rất cao này được nhiều ông lớn ởThung lũng Silicon ủng hộ, trong đó có Larry Page – giám đốc điều hành Alphabet, Inc., công ty mẹ của Google, chủ tịch điều hành Eric Schmidt và đạo diễn đoạt giải Oscar James Cameron.

Về mặt nào đó, các tiểu hành tinh giống như những mỏ vàng bay giữa không gian. Chẳng hạn, tháng 7 năm 2015, một tiểu hành tinh bay đến cách Trái Đất khoảng hơn 1,5 triệu kilômét, tức gấp bốn lần khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng. Nó có kích thước cắt ngang khoảng 900 m và ước tính chứa 90 triệu tấn bạch kim trong lõi, tương đương trị giá 5,4 ngàn tỷ đô-la. Theo Planetary Resources, lượng bạch kim trong một tiểu hành tinh dài 30 m cũng có giá từ 25 đến 50 tỷ đô-la. Công ty còn lập hẳn một danh sách các tiểu hành tinh nhỏ ở gần mà chúng ta đã có thể lấy về. Nếu mang về thành công một tiểu hành tinh, lượng khoáng sản trong nó sẽ giúp thu lợi nhuận gấp nhiều lần số tiền đầu tư.

Trong số khoảng 16.000 tiểu hành tinh được coi là vật thể gần Trái Đất (quỹ đạo của chúng cắt quỹ đạo Trái Đất), giới thiên văn đã xác định được 12 ứng viên dễ “bắt” nhất. Các tính toán cho thấy nhóm 12 tiểu hành tinh này, với kích thước từ ba mét đến hơn 20 mét, có thể bị cuốn vào quỹ đạo Mặt Trăng hoặc Trái Đất bằng với một tác động nhỏ lên quỹ đạo của chúng.

Nhưng ngoài ra vẫn còn rất nhiều tiểu hành tinh khác. Tháng 1 năm 2017, các nhà thiên văn bất ngờ phát hiện một tiểu hành tinh mới, chỉ vài giờ trước lúc nó vèo qua. Nó bay qua Trái Đất ở khoảng cách cách 51.000 km (bằng 13% khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng). May mắn là kích cỡ của nó chỉ có sáu mét và sẽ không gây thiệt hại lớn nếu đâm vào Trái Đất. Tuy nhiên, đó là lời khẳng định rằng số tiểu hành tinh bay qua Trái Đất là vô cùng lớn và phần nhiều vẫn chưa được xác định.

THĂM DÒ CÁC TIỂU HÀNH TINH

Các tiểu hành tinh có vai trò quan trọng đến mức NASA đặt việc thăm dò chúng là bước đầu tiên để tiến tới nhiệm vụ Sao Hỏa. Năm 2012, vài tháng sau khi Planetary Resources họp báo tiết lộ kế hoạch, NASA công bố dự án Robotic Asteroid Prospector (Thăm dò các tiểu hành tinh bằng robot), nhằm phân tích tính khả thi của việc khai thác tiểu hành tinh. Tiếp sau đó, mùa thu năm 2016, NASA phóng tàu thăm dò tỷ đô OSIRIS-REx về phía Bennu – một tiểu hành tinh có kích thước cắt ngang gần 490 m, sẽ băng ngang Trái Đất vào năm 2135. Đến năm 2018¹⁸, tàu sẽ bay vòng quanh Bennu, sau đó hạ cánh, rồi mang khoảng 60-2.000 gam đá về Trái Đất để phân tích. Kế hoạch này không phải không có rủi ro. NASA lo ngại rằng chỉ một chút nhiễu loạn trong quỹ đạo của Bennu cũng có thể khiến nó đâm vào Trái Đất. (Nếu va chạm với Trái Đất, nó sẽ gây nên thảm họa lớn gấp hàng nghìn lần so với quả bom nguyên tử thả xuống Hiroshima.) Tuy nhiên, sứ mệnh này sẽ cho ta những kinh nghiệm vô giá trong việc ngăn chặn và phân tích vật thể trong vũ trụ.

NASA cũng đang phát triển dự án ARM (Asteroid Redirect Mission: Sứ mạng Đổi hướng Tiểu hành tinh), với mục đích “thu hoạch” đá từ tiểu hành tinh. Tuy nguồn vốn chưa bảo đảm, nhưng NASA hy vọng ARM có thể mở ra nguồn thu nhập mới cho chương trình vũ trụ. Dự án gồm hai giai đoạn. Đầu tiên, một tàu thăm dò không người lái sẽ được phóng vào vũ trụ để tiếp cận tiểu hành tinh mà các nhà khoa học đã đánh giá qua kính thiên văn trên Trái Đất. Sau khi khảo sát chi tiết bề mặt tiểu hành tinh, tàu sẽ đáp xuống và dùng các móc giống như còng cua kẹp lấy tảng đá. Sau đó tàu phóng thẳng hướng Mặt Trăng, kéo tảng đá theo bằng dây.

Đến đây, tên lửa SLS sử dụng mô-đun Orion sẽ chờ theo người xuất phát từ Trái Đất. Orion sẽ hợp lại với tàu thăm dò không người lái khi cả hai cùng bay quanh quỹ đạo Mặt Trăng. Các phi hành gia sẽ rời Orion, bước sang tàu thăm dò và lấy một số mẫu đá để phân tích. Cuối cùng, Orion sẽ tách khỏi tàu thăm dò tự động và trở về Trái Đất, thực hiện đáp xuống đại dương.

Một khó khăn có thể xảy đến với nhiệm vụ này là ta chưa biết nhiều về kết cấu vật lý của các tiểu hành tinh. Chúng là một khối rắn, cũng có thể là tập hợp các mảnh đá nhỏ được trọng lực hút vào nhau. Nếu ở trường hợp sau, chúng sẽ tách

rời khi ta cố gắng hạ cánh lên chúng. Vì lý do đó, các điều tra sâu hơn cần được tiến hành trước khi có thể thực hiện nhiệm vụ này.

Một đặc điểm vật lý dễ thấy của tiểu hành tinh là chúng có hình dạng khá bất định. Chúng thường trông giống củ khoai tây dị dạng, kích thước càng nhỏ trông càng méo mó.

Điều này làm dấy lên câu hỏi mà trẻ em thường hỏi: Vì sao các ngôi sao, Mặt Trời và hành tinh lại hình tròn? Sao chúng không mang hình lập phương hay kim tự tháp? Những tiểu hành tinh nhỏ có khối lượng nhỏ và trọng lực yếu không đủ để có thể định hình chúng, còn các thiên thể lớn như hành tinh hay các ngôi sao có trường trọng lực rất lớn. Trọng lực này phân phối đều và có tính hấp dẫn, chúng sẽ nén những hình dạng không đều thành khối cầu. Vì vậy, hàng tỷ năm trước, các hành tinh chưa chắc đã có dạng cầu, nhưng theo thời gian, lực hút của trọng lực nén chúng thành khối cầu.

Một câu hỏi khác cũng hay được trẻ thắc mắc là tại sao các tàu vũ trụ không bị phá hủy khi chúng đi qua vành đai tiểu hành tinh? Trên phim *Star Wars* (Chiến tranh giữa các vì sao), các nhân vật chính thường bị những mảnh đá lớn bay tứ tung va đập vào cơ mà? Tuy cách mô tả của Hollywood rất ly kỳ, nhưng may mắn thay, nó không thể hiện đúng mật độ vành đai tiểu hành tinh. Vùng này vốn chủ yếu là không gian trống, thỉnh thoảng mới có đá bay qua. Các thợ mỏ tương lai và những người can đảm lao vào vũ trụ để tìm kiếm miền đất mới sẽ thấy đi qua vành đai tiểu hành tinh nhìn chung tương đối đơn giản.

Nếu các bước thám hiểm tiểu hành tinh diễn ra đúng theo kế hoạch thì mục tiêu cuối cùng sẽ là thành lập một trạm thường trực nhằm duy trì, cung ứng và hỗ trợ các nhiệm vụ tương lai. Ceres - thiên thể lớn nhất trong vành đai – có thể là căn cứ lý tưởng cho các hoạt động trên. Ceres (tên vị nữ thần nông nghiệp, cũng là từ nguyên của chữ *cereal*- ngũ cốc trong tiếng Anh) mới được xếp loại lại thành hành tinh lùn giống như Sao Diêm Vương, được cho là thiên thể không bao giờ tích tụ đủ vật chất để sánh với các hành tinh láng giềng. Đối với một thiên thể, nó thuộc loại nhỏ, bằng khoảng 1/4 kích thước Mặt Trăng, không có khí quyển và có trọng lực rất thấp. Nhưng đối với một tiểu hành tinh, nó lại là khổng lồ; kích thước cắt ngang hơn 900 km, khoảng bằng tiểu bang Texas, chiếm 1/3 tổng khối

lượng toàn bộ vành đai tiểu hành tinh. Với trọng lực thấp, nó sẽ là trạm không gian lý tưởng, do tên lửa có thể hạ cánh và cất cánh dễ dàng - đây vốn là nhân tố rất quan trọng trong việc xây dựng cảng vũ trụ.

Tàu Dawn của NASA, phóng năm 2007 và bay quanh quỹ đạo Ceres từ năm 2015, cho thấy tiểu hành tinh này có dạng khối cầu nhưng bề mặt có rất nhiều hố, cấu tạo chủ yếu từ băng và đá. Có giả thiết rằng nhiều tiểu hành tinh, giống như Ceres, cũng chứa băng – nguyên liệu có thể được dùng để tách hydro và oxy làm nhiên liệu. Mới đây, sử dụng kính viễn vọng hồng ngoại của NASA, các nhà khoa học quan sát thấy tiểu hành tinh 24 Themis có băng bao phủ hoàn toàn, với nhiều dấu vết các chất hữu cơ trên bề mặt. Những khám phá này củng cố cho phỏng đoán rằng chính các tiểu hành tinh và sao chổi đã mang nước và axit amin tới Trái Đất từ hàng tỷ năm trước.

Do nhỏ hơn so với các mặt trăng và hành tinh, nên nhiều khả năng các tiểu hành tinh không thể phát triển lên thành đô thị cố định. Xây dựng cộng đồng định cư trên tiểu hành tinh sẽ rất khó khăn. Nhìn chung, chúng không có không khí để thở, nước để uống, năng lượng để sử dụng, hay đất để trồng trọt, và cũng không có cả trọng lực. Các tiểu hành tinh sẽ phù hợp để làm chỗ ở tạm thời cho các thợ mỏ và robot hơn.

Nhưng có thể chúng sẽ đóng vai trò là vùng trung chuyển thiết yếu cho nhiệm vụ chính: đưa con người lên Sao Hỏa.

Goldilocks là một cô bé trong truyện cổ tích. Bé lạc vào ngôi nhà giữa rừng sâu. Trong nhà có ba tô cháo, ba chiếc ghế, ba cái giường. Bé lần lượt thử, thì thấy mình ngồi vừa chiếc ghế thứ ba, nằm vừa cái giường thứ ba và tô cháo thứ ba là ngon nhất. Gọi là “vùng Goldilocks”, vì tính theo thứ tự gần Mặt Trời nhất, Trái Đất đứng thứ ba và có điều kiện sống lý tưởng. (ND) [↩](#)

Hiện tàu đã đến Bennu, dự tính sẽ trở về Trái Đất vào năm 2023. [↩](#)

Sao Hỏa ở đó, đợi ta bước đến.

– BUZZ ALDRIN

Tôi muốn được chết trên Sao Hỏa - nhưng không phải do tàu gặp va chạm.

– ELON MUSK

4. SAO HỎA, HAY KHÔNG GÌ CẢ

Elon Musk là một doanh nhân khá độc lập và khác lạ, với một sứ mạng mang tầm vũ trụ: chế tạo những quả tên lửa đưa con người lên Sao Hỏa. Tsiolkovsky, Goddard và von Braun đều đã mơ được đến Sao Hỏa, nhưng Musk có thể sẽ là người thực hiện điều đó. Trong quá trình thực hiện, ông đang phá vỡ mọi luật chơi.

Từ khi còn là đứa trẻ lớn lên ở Nam Phi, ông đã đam mê chương trình vũ trụ và thậm chí còn tự chế tạo tên lửa. Cha ông là kỹ sư, rất khuyến khích đam mê của con trai. Từ rất sớm, Musk đã kết luận cách duy nhất giúp con người thoát khỏi nạn tuyệt chủng là vươn tới các vì sao. Và ông quyết định một trong những mục tiêu của mình sẽ là “xây dựng cuộc sống đa hành tinh”, đây là điều ấp ủ dẫn lối cho toàn bộ sự nghiệp của ông.

Ngoài tên lửa, Musk còn theo đuổi hai đam mê khác là máy tính và kinh doanh. Ông lập trình từ tuổi lên mười và bán được trò chơi điện tử đầu tiên, có tên *Blaster*, với giá 500 đô-la khi mới 12 tuổi. Ông tha thiết hy vọng một ngày kia sẽ được đến Mỹ. 17 tuổi, ông một mình di cư sang Canada. Sau khi nhận bằng cử nhân ngành vật lý tại Đại học Pennsylvania, ông băn khoăn đứng trước hai ngã rẽ. Một hướng là trở thành nhà vật lý hoặc kỹ sư, thiết kế tên lửa hoặc các thiết bị công nghệ cao khác. Hướng kia là kinh doanh và dùng kỹ năng tin học để làm giàu, từ đó có đủ khả năng tài chính để tự thực hiện dự định của mình.

Giảng xé lên đến đỉnh điểm khi ông bắt đầu chương trình tiến sĩ vật lý ứng dụng tại Đại học Stanford vào năm 1995. Chỉ sau hai ngày, ông đột ngột bỏ ngang và lao vào thế giới khởi nghiệp trên mạng internet. Ông vay 28.000 đô-la và mở một công ty phần mềm cung cấp chỉ dẫn trực tuyến về thành phố cho ngành xuất bản báo chí. Bốn năm sau, ông bán công ty cho Compaq với giá 341 triệu đô-la. Với 22 triệu đô-la tiền lãi từ thương vụ này, Musk đổ ngay vào công ty mới có tên là x.com, về sau phát triển thành PayPal. Năm 2002, eBay mua lại PayPal với giá 1,5 tỷ đô-la và ông nhận về 165 triệu đô-la.

Giờ tiền đã có, ông bắt đầu thực hiện giấc mơ, thành lập SpaceX và Tesla Motors. Có thời điểm, ông đã đầu tư đến 90% vốn ròng vào hai công ty này. Không giống như các công ty hàng không vũ trụ khác chế tạo tên lửa dựa trên công nghệ cũ, SpaceX tiên phong thực hiện thiết kế mang tính cách mạng là tên lửa tái sử dụng. Mục tiêu của Musk là giảm chi phí du hành không gian xuống còn 1/10 khi tái sử dụng được tầng đẩy của tên lửa, vốn thường bị bỏ sau mỗi lần phóng.

Gần như từ con số không, Musk phát triển tên lửa Falcon (đặt theo tên tàu liên sao *Millennium Falcon* trong phim *Star Wars*) để đẩy tàu Dragon (đặt theo tên bài hát “Puff, the Magic Dragon”) vào không gian. Năm 2012, tên lửa Falcon của SpaceX đi vào lịch sử với tư cách tên lửa thương mại đầu tiên bay đến Trạm Vũ trụ Quốc tế. Nó cũng là tên lửa đầu tiên hạ cánh thành công xuống Trái Đất sau khi bay một vòng quỹ đạo. Người vợ đầu của ông, Justine Musk, nói: “Tôi thích so sánh anh ấy với Kẻ hủy diệt¹⁹. Anh ấy lập chương trình và... nhất... quyết... không... dừng... lại.”

Năm 2017, ông ghi dấu thắng lợi lớn tiếp theo khi phóng thành công một tên lửa đẩy đã sử dụng. Tên lửa này đã từng được phóng, hạ cánh trở lại bệ phóng, được lau chùi và bảo dưỡng, rồi phóng tiếp lần hai. Khả năng tái sử dụng có thể tạo nên cách mạng trong công cuộc du hành vũ trụ. Hãy nhớ lại thị trường ô tô cũ ở Mỹ. Sau Thế chiến II, ô tô vẫn nằm ngoài tầm với của nhiều người, đặc biệt là các binh lính và giới trẻ. Ngành công nghiệp ô tô cũ đã giúp khách hàng có thu nhập trung bình mua được xe và thay đổi mọi thứ, gồm cả lối sống và các mối tương tác xã hội. Ngày nay, tại Hoa Kỳ, có khoảng 40 triệu ô tô cũ được bán mỗi năm, nhiều gấp 2,2 lần số xe mới. Theo cách tương tự, Musk hy vọng tên lửa Falcon sẽ làm biến đổi thị trường hàng không vũ trụ và giúp hạ thấp giá tên lửa.

Đa số các tổ chức không quan tâm đến việc tên lửa đưa vệ tinh của họ lên không gian là tên lửa mới nguyên hay đã dùng rồi. Họ sẽ chọn phương án rẻ và đáng tin cậy nhất.

Tên lửa tái sử dụng đầu tiên đã là cột mốc đáng nhớ, nhưng Musk còn khiến công chúng choáng váng khi ông tiết lộ những chi tiết trong kế hoạch tham vọng bay lên Sao Hỏa. Ông kỳ vọng sẽ đưa tàu không người lái lên Sao Hỏa vào năm 2018²⁰ và tàu chở người vào năm 2024, đi trước NASA khoảng một thập kỷ. Mục đích cuối cùng của ông không chỉ là xây dựng một căn cứ mà là cả một thành phố trên Sao Hỏa. Ông dự định sẽ phóng khoảng 1.000 tên lửa Falcon cải tiến, mỗi tên lửa mang theo 100 “người khai khẩn”, để lập nên khu định cư đầu tiên trên Hành tinh đỏ. Yếu tố then chốt để Musk thực hiện kế hoạch là chi phí du hành vũ trụ đã giảm mạnh và sự xuất hiện của nhiều phát minh mới. Theo tính toán, chi phí cho một nhiệm vụ Sao Hỏa thường nằm trong khoảng 400-500 tỷ đô-la, nhưng theo Musk, ông có thể chế tạo và phóng tên lửa Sao Hỏa với chi phí chỉ 10 tỷ đô-la. Ban đầu, giá vé lên Sao Hỏa sẽ đắt, nhưng sau này chi phí cho một chuyến khứ hồi sẽ giảm còn khoảng 200.000 đô-la một người do chi phí du hành vũ trụ giảm. Vé tàu SpaceShipTwo của Virgin Galactic cũng có giá 200.000 đô-la nhưng chỉ bay lên không trung khoảng 112 km, còn bay tới Trạm Vũ trụ Quốc tế bằng tên lửa Nga thì tốn khoảng 20 đến 40 triệu đô-la.

Hệ thống tên lửa tương lai của Musk ban đầu mang tên Mars Colonial Transporter (Tàu vận chuyển Thuộc địa Sao Hỏa), nhưng sau được đổi thành Interplanetary Transport System (Hệ thống Vận chuyển Liên hành tinh) bởi theo ông, “Hệ thống này sẽ thực sự cho bạn tự do đi tới bất cứ đâu trong Hệ Mặt Trời rộng lớn”. Mục tiêu lâu dài của ông là xây dựng một mạng lưới kết nối các hành tinh, giống như đường sắt đã kết nối các thành phố tại Hoa Kỳ.

Musk nhìn ra tiềm năng hợp tác với các đối tác khác thuộc cùng đế chế trị giá hàng tỷ đô của chính ông. Tesla đã phát triển phiên bản tiên tiến của ô tô chạy hoàn toàn bằng điện, còn Musk mạnh tay đầu tư phát triển quang năng - nguồn năng lượng sẽ trở thành thiết yếu cho bất kỳ căn cứ Sao Hỏa nào. Do vậy, Musk hoàn toàn đủ khả năng cung cấp máy móc chạy điện và lưới điện Mặt Trời để phát triển khu định cư Sao Hỏa.

Trong khi NASA thường bị xem là tổ chức chậm chạp và ù lỳ khủng khiếp, thì giới doanh nhân tin rằng họ có thể nhanh chóng giới thiệu những ý tưởng và công nghệ mới mẻ, sáng tạo. “Có một quan niệm ngớ ngẩn rằng NASA không chấp nhận thất bại.” Musk nói. “Ở đây [SpaceX], chúng tôi chấp nhận thất bại. Nếu không gặp thất bại, nghĩa là bạn sáng tạo chưa đủ.”

Có lẽ Musk chính là khuôn mặt đương đại của chương trình không gian: vừa sáng tạo, thông minh, vừa ngông nghênh, không biết sợ là gì và mạnh dạn dẹp bỏ cái lạc hậu. Ông là nhà khoa học tên lửa kiểu mới: một nhà khoa học-tỷ phú-doanh nhân. Ông thường được so sánh với Tony Stark, tức nhân vật Iron Man (Người Sắt), một nhà công nghiệp kiêm nhà phát minh khôn khéo, thân thiết với cả giới kỹ sư lẫn tài phiệt. Quả thật, một phần của bộ phim *Iron Man* phần 2 được quay tại trụ sở SpaceX tại Los Angeles và khi du khách đến thăm SpaceX, họ sẽ được đón chào bằng bức tượng Tony Stark trong trang phục Người Sắt với kích thước bằng người thật. Musk thậm chí còn tạo cảm hứng cho bộ sưu tập mang chủ đề vũ trụ tại Tuần lễ Thời trang New York của nhà thiết kế thời trang nam giới Nick Graham. Graham giải thích: “Sao Hỏa đang là làn sóng mới, là xu thế chủ đạo trong tham vọng của mỗi người. Ý tưởng của tôi là trình diễn bộ sưu tập Mùa thu 2025, năm mà Elon Musk muốn đưa những người đầu tiên lên Sao Hỏa.”

Musk tổng kết triết lý của bản thân như sau: “Tôi không có bất kỳ động cơ cá nhân nào về tích lũy tài sản,” ông nói, “tôi chỉ cống hiến hết khả năng có thể để xây dựng cuộc sống đa hành tinh.” Peter Diamandis, chủ tịch Quỹ XPRIZE, nói: “Động cơ ở đây lớn hơn lợi nhuận rất nhiều. Giấc mơ [của Musk] thật mạnh mẽ và khiến người khác say lòng.”

CUỘC CHẠY ĐUA MỚI LÊN SAO HỎA

Dư luận càng sôi nổi, cuộc cạnh tranh đương nhiên sẽ càng quyết liệt. Giám đốc điều hành của Boeing, Dennis Muilenburg, nói: “Tôi tin rằng người đầu tiên đặt chân lên Sao Hỏa sẽ bay tới đó bằng tên lửa Boeing.” Có lẽ chẳng phải ngẫu nhiên khi ông đưa ra nhận định gây bất ngờ đó chỉ một tuần sau khi Musk tuyên bố kế hoạch Sao Hỏa. Có thể Musk xuất hiện trên mọi mặt báo, nhưng Boeing vốn sở hữu truyền thống lâu năm và lừng lẫy trong ngành du hành không gian.

Chính Boeing chứ không ai khác đã sản xuất tầng đẩy cho Saturn V trứ danh từng đưa phi hành gia lên Mặt Trăng. Boeing cũng đang nắm giữ hợp đồng xây dựng hệ thống tên lửa SLS - nền tảng cho nhiệm vụ đưa con người lên Sao Hỏa của NASA.

Những người ủng hộ NASA nhắc lại rằng nguồn vốn công có vai trò cốt yếu trong phần lớn các dự án không gian trước đây, ví dụ như Kính Viễn vọng Không gian Hubble, một trong những “viên ngọc quý” của chương trình không gian. Liệu các nhà đầu tư tư nhân có bỏ tiền vào một canh bạc rủi ro không có hy vọng mang về lợi nhuận cho chủ đầu tư như thế? Sự hỗ trợ từ các tổ chức lớn của nhà nước là rất cần thiết cho những kế hoạch quá đắt đỏ đối với giới tư nhân hoặc ít có triển vọng thu về lợi nhuận.

Mỗi chương trình lại có những điểm mạnh riêng. SLS của Boeing mang được 130 tấn vào vũ trụ, nhiều hơn so với Falcon Heavy của Musk, mang được 64 tấn. Nhưng giá thành vận chuyển của Falcon lại phải chăng hơn. Hiện tại, SpaceX có giá phóng vệ tinh rẻ nhất, chỉ hơn 2.200 đô-la/kg, bằng 10% giá thông thường của các phương tiện không gian thương mại khác. Giá này còn có thể hạ nữa khi SpaceX hoàn thiện công nghệ tên lửa tái sử dụng.

NASA quả có vị thế đáng ghen tị, khi có đến hai kẻ “cầu hôn” cùng giành giật một dự án béo bở. Về nguyên tắc, NASA vẫn có thể lựa chọn giữa SLS và Falcon Heavy. Khi được hỏi về thách thức từ Boeing, Musk nói: “Tôi nghĩ có nhiều con đường tới Sao Hỏa thì rất tốt... có nhiều sắt trong lò thì... Bạn biết đấy, càng nhiều càng tốt.”

Phát ngôn viên NASA nói: “NASA hoan nghênh tất cả những ai muốn tham gia bước nhảy vĩ đại kế tiếp – và thúc đẩy hành trình đến với Sao Hỏa... Hành trình này sẽ cần những người giỏi nhất, xuất sắc nhất... Tại NASA, chúng tôi đã làm việc miệt mài suốt mấy năm vừa qua để phát triển một kế hoạch thám hiểm Sao Hỏa bền vững, đồng thời xây dựng một liên minh với các đối tác quốc tế và tư nhân nhằm thực hiện mục tiêu trên”. Rốt cuộc, tinh thần cạnh tranh sẽ mang lại nhiều lợi ích cho chương trình không gian.

Trong cuộc ganh đua này còn có một mối nhân quả thú vị. Do nhu cầu phải thu nhỏ các thiết bị điện tử, chương trình không gian đã mở ra cuộc cách mạng máy tính. Lấy cảm hứng từ những ký ức tuổi thơ về chương trình không gian, các tỷ phú bước ra từ cuộc cách mạng máy tính đã rút tiền trở lại cho chương trình thám hiểm không gian.

Người châu Âu, Trung Quốc và Nga cũng bày tỏ khát vọng đưa người lên Sao Hỏa trong khoảng thời gian từ năm 2040 đến 2060, nhưng ngân sách cho những kế hoạch này vẫn đang là vấn đề. Tuy nhiên, điều khá chắc chắn là người Trung Quốc sẽ lên Mặt Trăng vào năm 2025. Mao Trạch Đông từng than thở rằng nước Trung Quốc quá lạc hậu, bắn củ khoai tây vào vũ trụ cũng không nổi. Từ đó đến nay, tình hình đã thay đổi hoàn toàn. Cải tiến các tên lửa mua của Nga trong thập niên 1990, Trung Quốc đã phóng mười “thái không nhân²¹” lên quỹ đạo và đang triển khai kế hoạch tham vọng là xây dựng trạm không gian, đồng thời phát triển loại tên lửa mạnh ngang Saturn V trước năm 2020. Qua các kế hoạch năm năm, Trung Quốc đang từng bước nối gót người Nga và người Mỹ.

Ngay cả những nhà tiên phong với niềm tin mạnh mẽ nhất cũng phải thừa nhận rằng có rất nhiều hiểm nguy chực chờ các phi hành gia trong hành trình lên Sao Hỏa. Khi được hỏi có muốn đích thân lên thăm Sao Hỏa không, Musk thừa nhận khả năng tử vong trong chuyến đi đầu tiên đến Hành tinh đỏ là “khá cao” và ông vẫn muốn được chứng kiến các con mình khôn lớn.

DU HÀNH VŨ TRỤ KHÔNG PHẢI CUỘC DÃ NGOẠI

Danh sách những hiểm họa tiềm tàng cho nhiệm vụ đưa người lên Sao Hỏa có thể dài khủng khiếp.

Đứng đầu là hồng học nghiêm trọng. Chúng ta bước vào kỷ nguyên không gian đã hơn 50 năm, nhưng xác suất tai nạn tên lửa gây thương vong vẫn ở khoảng 1%. Bất kỳ bộ phận nào trong số hàng trăm bộ phận chuyển động bên trong tên lửa cũng có thể khiến nhiệm vụ thất bại. Tàu con thoi gặp hai tai nạn kinh hoàng trong tổng cộng 135 lần phóng, như vậy tỷ lệ thất bại là 1,5%. Tỷ lệ tai nạn chết người của toàn bộ chương trình không gian là 3,3%. Trong số 544 phi hành gia

bay vào vũ trụ, có 18 người tử nạn. Chỉ những người rất dũng cảm mới dám ngồi trên gần nửa triệu kilôgam nhiên liệu để bị bắn vào không gian với tốc độ hơn 40.000 km/giờ và không chắc mình có quay trở về không.

Và còn cái gọi là “lời nguyền Sao Hỏa”. 3/4 số tàu thăm dò phóng lên Sao Hỏa không bao giờ bay tới nơi, chủ yếu vì khoảng cách quá xa, các vấn đề bức xạ, hỏng hóc kỹ thuật, mất liên lạc, vi thiên thạch, v.v.. Dù vậy, Hoa Kỳ vẫn có thành tích vượt trội hơn hẳn so với Nga - quốc gia này đã 14 lần thất bại trong kế hoạch bay đến Hành tinh đỏ.

Một khó khăn nữa là độ dài của hành trình lên Sao Hỏa. Tàu Apollo bay đến Mặt Trăng chỉ mất ba ngày, nhưng chỉ riêng chiều đi lên Sao Hỏa đã mất đến chín tháng, cả đi lẫn về hết gần hai năm. Tôi từng tham quan trung tâm huấn luyện của NASA nằm bên ngoài Cleveland, Ohio, nơi các nhà khoa học phân tích những tác hại của việc du hành vũ trụ. Các phi hành gia sẽ bị teo cơ và xương khi ở rất lâu trong tình trạng không trọng lực ngoài vũ trụ. Cơ thể chúng ta đã thích nghi với cuộc sống theo trọng lực của Trái Đất. Nếu Trái Đất lớn thêm hoặc nhỏ đi dù chỉ một vài điểm phần trăm, thì cơ thể ta cũng sẽ phải được thiết kế lại để có thể sống sót. Càng ở lâu bên ngoài không gian, cơ thể ta sẽ càng thoái hóa. Sau khi lập kỷ lục thế giới ở ngoài không gian 437 ngày, phi hành gia Nga Valeri Polyakov gần như đã phải bò ra khỏi tàu khi ông trở về Trái Đất.

Một chi tiết thú vị là ở ngoài vũ trụ, các phi hành gia sẽ cao thêm vài xentimét do cột sống của họ dài ra. Khi trở về Trái Đất, chiều cao của họ sẽ về lại như cũ. Các phi hành gia còn mất đi 1 % khối lượng xương mỗi tháng khi ở ngoài không gian. Để làm chậm hiện tượng này, họ phải luyện tập ít nhất hai giờ/ngày trên máy chạy bộ. Dù vậy, họ cũng phải mất một năm mới phục hồi được sau sáu tháng trên Trạm Vũ trụ Quốc tế - và đôi khi, họ không thể phục hồi hoàn toàn khối lượng xương. (Một hậu quả nữa của tình trạng không trọng lực tới gần đây mới được xem là nghiêm trọng, đó là tổn hại dây thần kinh thị giác. Trong quá khứ, các phi hành gia thường phàn nàn về thị lực kém sau nhiệm vụ dài ngày trên vũ trụ. Kết quả quét mắt chi tiết cho thấy dây thần kinh thị giác của họ thường bị viêm, có lẽ do áp lực từ chất dịch của mắt.)

Trong tương lai, có thể các tàu vũ trụ sẽ phải xoay để lực ly tâm tạo ra được trọng lực nhân tạo. Ta trải nghiệm hiệu ứng này mỗi khi chơi trò đu quay Rotor hoặc Gravitron tại hội chợ. Lực ly tâm tạo ra trọng lực nhân tạo đẩy ta vào vách khoang. Hiện tại, sản xuất tàu vũ trụ xoay sẽ rất tốn kém và khó thực hiện. Buồng xoay phải đủ lớn, nếu không lực ly tâm sẽ không phân bố đều và các phi hành gia sẽ thấy nôn nao, mất phương hướng.

Còn có vấn đề về bức xạ trong vũ trụ, đặc biệt là gió Mặt Trời và các loại tia vũ trụ. Ta thường quên mất rằng Trái Đất được bao phủ bởi lớp khí quyển dày và có một lớp từ trường làm lá chắn, ở mực nước biển, khí quyển hấp thụ gần hết bức xạ nguy hiểm chết người, nhưng ngay cả trên một chuyến bay thông thường đi dọc nước Mỹ thì mỗi giờ ta cũng hứng chịu thêm một millirem²² bức xạ – lượng bức xạ trên toàn chuyến tương đương mỗi lần chụp X-quang răng. Các phi hành gia đi đến Sao Hỏa sẽ phải đi qua những vành đai bức xạ bao quanh Trái Đất, có thể khiến họ bị phơi nhiễm với lượng bức xạ lớn, đồng thời làm tăng nguy cơ mắc bệnh, lão hóa sớm và ung thư. Suốt hai năm trên hành trình liên hành tinh, một phi hành gia sẽ hứng chịu lượng bức xạ cao gấp 200 lần những người có thể trạng tương đồng nhưng sống trên Trái Đất. (Tuy nhiên, thống kê này phải được đặt trong bối cảnh. Nguy cơ mắc ung thư trong cả cuộc đời của các phi hành gia sẽ tăng từ 21% lên 24%. Mức tăng này tuy không phải không đáng kể, nhưng nó mờ nhạt so với những mối nguy lớn hơn mà các phi hành gia có thể phải đối mặt từ một sự cố hoặc tai nạn nhỏ trong không gian.)

Tia vũ trụ trong không gian đôi khi có cường độ mạnh đến mức các phi hành gia nhìn thấy nhiều chớp sáng nhỏ do các hạt hạ nguyên tử làm ion hóa chất dịch trong nhãn cầu. Một số phi hành gia mà tôi từng phỏng vấn đã mô tả những chớp sáng đó trông rất đẹp, nhưng chúng có khả năng gây tổn hại nặng đến mắt do bức xạ.

Năm 2016 đã đem tới những tin tức xấu về ảnh hưởng của bức xạ lên não bộ. Khi các nhà khoa học tại Đại học California, Irvine, cho chuột tiếp xúc với bức xạ, liều lượng tương đương lượng bức xạ hấp thụ trong hai năm di chuyển trong không gian, họ thu được bằng chứng cho thấy tổn hại não là không thể đảo ngược. Chuột mắc nhiều vấn đề về hành vi và trở nên kích động, không thể hoạt

động bình thường. Chỉ ít, những kết quả này khẳng định các phi hành gia phải được che chắn đầy đủ khi ở ngoài không gian.

Các phi hành gia cũng phải đề phòng hiện tượng lóa Mặt Trời. Năm 1972, khi tàu Apollo 17 đang chuẩn bị lên đường, một đợt lóa mạnh đã dội xuống bề mặt Mặt Trăng. Nếu các phi hành gia hiện diện trên Mặt Trăng vào thời điểm đó, có lẽ họ đều đã chết. Không như tia vũ trụ là không thể dự báo, lóa Mặt Trời có thể được theo dõi từ Trái Đất, nhờ đó các phi hành gia có thể được cảnh báo sớm trước vài giờ. Đã có nhiều lần các phi hành gia trên Trạm Vũ trụ Quốc tế nhận được thông báo về lóa Mặt Trời và nhận lệnh di chuyển vào các khu kiên cố hơn của Trạm.

Tiếp đến là vi thiên thạch, chúng có thể xé tan vỏ ngoài tàu vũ trụ. Khảo sát kỹ tàu con thoi cho thấy trên bề mặt ngoài có hàng loạt dấu vết va chạm với vi thiên thạch. Một vi thiên thạch có kích thước bằng con tem và di chuyển với vận tốc trên 60.000 km/giờ cũng có lực đủ lớn để xuyên thủng tên lửa và gây giảm áp nhanh chóng. Khi đó, chia tàu thành nhiều khoang riêng biệt là giải pháp khôn ngoan, bởi khoang bị thủng sẽ nhanh chóng được khóa lại, không ảnh hưởng đến các khoang khác.

Các vấn đề tâm lý lại là một dạng trở ngại khác. Cả một nhóm ít người bị nhốt trong không gian nhỏ và tù túng suốt thời gian dài không phải là điều dễ chịu. Và kể cả khi các phi hành gia đã trải qua nhiều bài kiểm tra tâm lý, ta vẫn không thể chắc họ hợp tác với nhau thế nào, hay thậm chí là có hợp tác hay không. Rốt cuộc, mạng sống của bạn có thể phụ thuộc vào kẻ luôn làm bạn bức mình.

BAY TỚI HÒA TINH

Năm 2017, sau nhiều tháng công chúng phỏng đoán xôn xao, NASA và Boeing rốt cuộc cũng công bố chi tiết kế hoạch bay lên Sao Hỏa. Bill Gerstenmaier, thành viên Ban Giám đốc Chương trình Đưa con người thám hiểm không gian (Human Exploration and Operations Directorate) của NASA, tiết lộ một lịch trình tham vọng đến kinh ngạc, vạch rõ các bước cần thiết để đưa phi hành gia tới Hành tinh đỏ.

Đầu tiên, sau nhiều năm thử nghiệm, tên lửa SLS/Orion sẽ được phóng vào năm 2019. Nó sẽ di chuyển hoàn toàn tự động quanh quỹ đạo Mặt Trăng và không chờ theo người. Bốn năm sau, tức 2022, sau 50 năm xa cách, các phi hành gia sẽ trở lại Mặt Trăng. Sứ mạng lần này kéo dài ba tuần, nhưng các phi hành gia cũng chỉ bay quanh Mặt Trăng chứ không đáp xuống. Mục tiêu chính là đánh giá độ tin cậy của SLS/ Orion chứ không phải thám hiểm Mặt Trăng.

Nhưng có một điểm trong kế hoạch của NASA khiến nhiều nhà phân tích ngạc nhiên. Hệ thống SLS/Orion sẽ chỉ đóng vai trò khởi động. Nó là điểm liên kết chính đưa các phi hành gia rời Trái Đất và tiến vào không gian, nhưng một hệ thống tên lửa mới hoàn toàn sẽ đưa họ đến Sao Hỏa.

Đầu tiên, NASA dự kiến xây dựng Cổng Không gian Vũ Trụ (Deep Space Gateway), một trạm tương tự Trạm Vũ trụ Quốc tế nhưng nhỏ hơn và quay quanh Mặt Trăng thay vì Trái Đất. Các phi hành gia sẽ sống trên Cổng. Cổng đóng vai trò là trạm tiếp tế nhiên liệu và tiếp viện cho các nhiệm vụ trên Sao Hỏa cũng như các tiểu hành tinh. Nó sẽ là cơ sở cho sự hiện diện thường trực của con người trong không gian. Trạm sẽ được khởi công vào năm 2023 và đi vào vận hành năm 2026. Cần bốn nhiệm vụ SLS để xây dựng trạm.

Nhưng hệ thống tên lửa sẽ đưa phi hành gia lên Sao Hỏa mới là phần công trình chính. Đây là hệ thống hoàn toàn mới, với tên gọi Tàu Vận chuyển Không gian Vũ trụ (Deep Space Transport, DST) và sẽ được đóng chủ yếu trên không gian. Năm 2029, DST sẽ có đợt thử nghiệm lớn đầu tiên, bay quanh Mặt Trăng 300 đến 400 ngày. Quá trình thử nghiệm sẽ cung cấp thông tin hữu ích về các sứ mạng dài ngày trong không gian. Cuối cùng, sau bài kiểm tra khắt khe, DST sẽ đưa các phi hành gia vào quỹ đạo Sao Hỏa vào năm 2033.

Chương trình của NASA được nhiều chuyên gia khen ngợi vì rất bài bản, được lên kế hoạch từng bước kỹ càng để xây dựng cơ sở hạ tầng công phu trên Mặt Trăng.

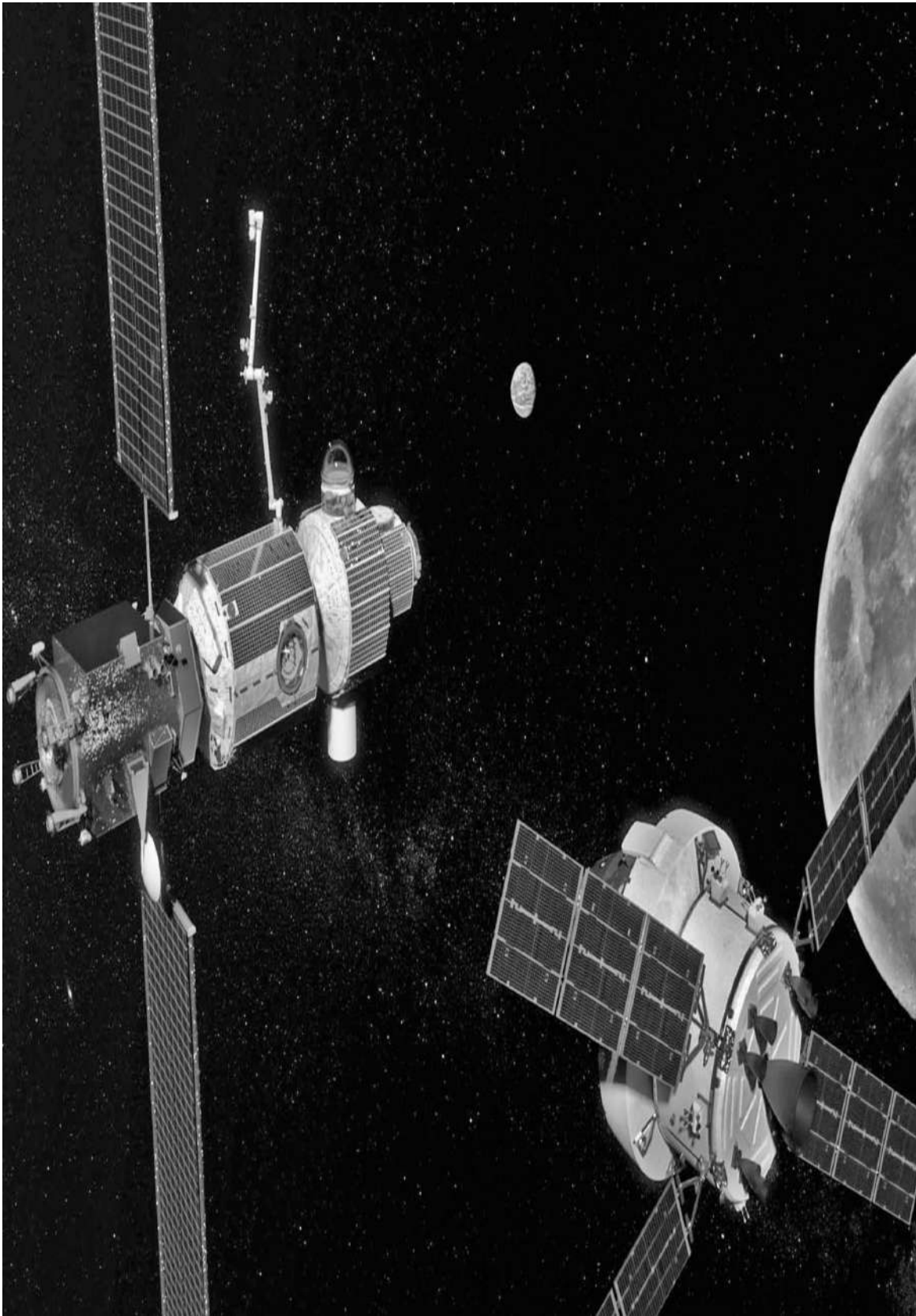
Tuy nhiên, kế hoạch của NASA đối lập hoàn toàn với mục tiêu của Musk. NASA lập kế hoạch cẩn trọng để xây dựng cơ sở hạ tầng thường trực trên quỹ đạo Mặt Trăng, nhưng tốc độ dự án lại chậm, lâu hơn Musk đến một thập niên. SpaceX bỏ

qua hoàn toàn việc xây trạm và tiến thẳng đến Sao Hỏa, có lẽ sớm nhất là vào năm 2022. Tuy nhiên, một điểm trừ trong kế hoạch của Musk là tàu Dragon nhỏ hơn rất nhiều so với DST. Thời gian sẽ trả lời phương án nào, hoặc cách kết hợp các phương án nào là tốt hơn.

CHUYẾN ĐI ĐẦU TIÊN ĐẾN SAO HỎA

Do đã có thêm nhiều chi tiết về nhiệm vụ Sao Hỏa đầu tiên được hé lộ, giờ ta có thể hình dung các bước cần thiết để lên Hành tinh đỏ. Hãy cùng xem kế hoạch của NASA sẽ được triển khai ra sao trong vài thập niên tới.

Những con người đầu tiên thực hiện nhiệm vụ Sao Hỏa lịch sử này có lẽ hiện vẫn đang học môn thiên văn ở trường trung học. Họ sẽ nằm trong số hàng trăm người háo hức được tham gia nhiệm vụ đầu tiên ở hành tinh khác. Sau đợt tập huấn khắc nghiệt, sẽ có bốn người được lựa chọn cẩn thận dựa trên kỹ năng và kinh nghiệm. Nhiều khả năng đó sẽ là một phi công lão luyện, một kỹ sư, một nhà khoa học và một bác sĩ.



Cổng Không gian Vũ trụ của NASA sẽ bay quanh quỹ đạo Mặt Trăng, giữ vai trò trạm tiếp nhiên liệu, tiếp tế cho các nhiệm vụ Sao Hỏa và xa hơn nữa.

Một ngày trong năm 2033, sau hàng loạt buổi phỏng vấn căng thẳng với báo giới, họ sẽ bước lên tàu Orion. Tuy chỗ ngồi bên trong Orion rộng hơn 50% so với Apollo, nhưng không gian bên trong vẫn chật hẹp. Tuy nhiên chuyện đó không thành vấn đề, vì chuyến đi lên Mặt Trăng chỉ mất ba ngày. Lúc tàu cất cánh, các phi hành gia sẽ cảm nhận thấy những rung động do nhiên liệu trong tên lửa đẩy SLS bùng cháy mạnh. Toàn bộ chuyến đi cho đến giờ vẫn rất giống nhiệm vụ Apollo trước đây.

Nhưng từ đây, sự tương đồng chấm dứt. NASA thực hiện một khác biệt hoàn toàn so với quá khứ. Khi vào quỹ đạo Mặt Trăng, các phi hành gia sẽ thấy Cổng Không gian Vũ trụ, trạm vũ trụ đầu tiên bay quanh quỹ đạo Mặt Trăng. Họ sẽ kết nối với Cổng và nghỉ ngơi một chút.

Sau đó họ sẽ chuyển sang DST, con tàu không giống bất kỳ tàu vũ trụ nào trong lịch sử. DST trông giống chiếc bút chì dài, với cực tẩy ở đằng đuôi (gồm buồng chứa là nơi các phi hành gia sống và làm việc). Dọc thân chiếc “bút chì” là hàng dãy pin năng lượng mặt trời khổng lồ dài và hẹp, khiến nhìn từ xa, con tàu trông giống một chiếc thuyền buồm. Trong khi tàu Orion nặng khoảng 25 tấn thì DST là 41 tấn.

DST sẽ là nơi các phi hành gia cư trú trong hai năm tiếp theo. Không gian bên trong DST rộng hơn Orion nhiều và các phi hành gia sẽ có đủ chỗ để vận động. Điều này rất quan trọng vì họ phải luyện tập mỗi ngày để tránh tình trạng mất cơ và xương, nhờ đó không bị tàn phế khi đến Sao Hỏa.

Sau khi lên tàu, họ sẽ khởi động động cơ tên lửa. Nhưng thay vì gặp chấn động do lực đẩy cực mạnh và trông thấy luồng lửa khổng lồ phụt ra từ phía sau, các phi hành gia sẽ thấy động cơ ion của tên lửa tăng tốc rất êm ái, dần đẩy tốc độ lên cao hơn. Nhìn ra ngoài cửa sổ, họ sẽ chỉ thấy luồng ion nóng phát sáng dịu tỏa đều từ động cơ.

DST sử dụng một kiểu hệ thống đẩy mới để đưa các phi hành gia bay vào không gian, gọi là hệ thống đẩy điện mặt trời. Những tấm pin quang năng khổng lồ sẽ hấp thụ và biến ánh sáng mặt trời thành điện. Điện sẽ đẩy electron ra khỏi một loại khí (như xenon), tạo thành các ion. Tiếp theo trường điện sẽ bắn các ion tích

điện này ra khỏi đuôi động cơ, tạo thành lực đẩy. Khác với động cơ hóa học chỉ cháy được khoảng vài phút, động cơ ion có thể từ từ tăng tốc trong nhiều tháng hoặc thậm chí nhiều năm.

Và hành trình chín tháng đằng đằng và buồn tẻ đến Hỏa Tinh bắt đầu. Vấn đề lớn nhất mà các phi hành gia phải đối mặt chính là sự buồn chán, do đó họ phải liên tục luyện tập, chơi trò chơi để giữ tỉnh táo, tính toán, trò chuyện với người thân, lướt web, v.v.. Ngoài công việc điều hướng thông thường, hầu như chẳng có gì để làm trên hành trình thật. Nhưng thỉnh thoảng họ sẽ phải ra ngoài không gian để sửa chữa những chi tiết nhỏ hoặc thay thế các bộ phận đã mòn. Rồi càng đi xa, thời gian cần để truyền tín hiệu radio về Trái Đất càng tăng dần, cuối cùng lên tới 24 phút. Chuyện này cũng hơi bất tiện với các phi hành gia bởi họ đã quen với việc liên lạc nhanh chóng, tức thời.

Nhìn ra cửa sổ, họ sẽ thấy Hành tinh đỏ dần hiện rõ trước mặt. Hoạt động trên tàu được đẩy nhanh để các phi hành gia thực hiện các bước chuẩn bị. Họ sẽ bắn tên lửa nhằm giảm tốc độ tàu để có thể từ từ tiến vào quỹ đạo Sao Hỏa.

Từ không gian, họ sẽ thấy toàn cảnh Sao Hỏa khác với trên Trái Đất. Thay cho biển xanh, những ngọn núi phủ cây cối bạt ngàn và ánh sáng thành phố, họ sẽ thấy quang cảnh cằn cỗi và hoang tàn, với sa mạc đỏ mênh mông, những rặng núi khổng lồ, những hẻm núi lớn hơn trên Trái Đất rất nhiều và những trận bão cát dữ dội có khi bao phủ toàn bộ hành tinh.

Khi đã vào quỹ đạo, các phi hành gia sẽ chuyển sang khoang con nhộng và tách khỏi tàu chính – tàu này sẽ bay tiếp quanh hành tinh. Khi khoang con nhộng đi vào khí quyển Sao Hỏa, nhiệt độ sẽ tăng lên khủng khiếp, nhưng các tấm chống nhiệt sẽ hấp thụ lượng nhiệt khổng lồ do ma sát sản sinh ra. Cuối cùng, tấm chống nhiệt sẽ tách ra khỏi khoang con nhộng, khoang này sẽ bắn tên lửa đẩy lùi rồi từ từ hạ xuống bề mặt Sao Hỏa.

Sau khi rời khoang và đặt chân lên bề mặt Sao Hỏa, các phi hành gia sẽ là những nhà tiên phong mở ra chương mới trong lịch sử nhân loại, tiến một bước dài tới mục tiêu biến loài người thành sinh vật đa hành tinh.

Các phi hành gia ở lại Hành tinh đỏ vài tháng trước khi hành tinh này và Trái Đất ở vị trí thích hợp cho chuyến trở về của họ. Họ sẽ có thời gian thám hiểm địa hình, thực hiện thí nghiệm, chẳng hạn tìm dấu vết của nước và vi khuẩn, lắp đặt pin Mặt Trời để lấy năng lượng. Họ cũng có thể khoan thử để tìm kiếm vùng băng vĩnh cửu, bởi mai sau, lớp băng ngầm có thể trở thành nguồn nước uống quý báu, nguồn oxy để thở và nguồn hydro làm nhiên liệu.

Sau khi hoàn thành sứ mạng, họ sẽ trở về khoang con nhộng và cất cánh. (Do trọng lực Sao Hỏa thấp, nên khoang không cần nhiều nhiên liệu để khởi hành như khi rời Trái Đất.) Khoang sẽ nhập lại cùng tàu chính đang bay trên quỹ đạo, rồi sau đó các phi hành gia chuẩn bị cho hành trình chín tháng trở về Trái Đất.

Về đến Trái Đất, các phi hành gia sẽ đáp xuống đâu đó giữa đại dương. Khi lên đất liền, họ sẽ được đón chào như những người hùng đã đi bước đầu tiên trong công cuộc tạo ra đường đi mới của nhân loại.

Như bạn cũng thấy, chúng ta sẽ còn đối mặt với nhiều thử thách trên con đường đến với Sao Hỏa. Nhưng với lòng hăng hái của công chúng cùng quyết tâm của NASA và khu vực tư nhân, nhiều khả năng chúng ta sẽ đưa được con người lên Sao Hỏa trong vòng một hoặc hai thập niên tới. Khi đó, thử thách tiếp theo sẽ là: cải tạo Sao Hỏa thành ngôi nhà mới.

Tôi nghĩ khi con người bắt đầu thám hiểm rồi xây dựng các thành phố và thị trấn trên Sao Hỏa, đó sẽ được xem là một trong những thời kỳ vĩ đại nhất của nhân loại, thời kỳ mà con người đặt chân lên một thế giới khác và tự do biến nó thành thế giới của mình.

– ROBERT ZUBRIN

Nhân vật trong loạt phim *Terminator*, do Arnold Schwarzenegger thủ vai. Justine Musk bắt chước lối nói ngắt quãng của nhân vật này. (ND)[↗](#)

Nhưng hiện tại vẫn chưa lên được. (ND)[↗](#)

Trung Quốc gọi phi hành gia là “thái không nhân”, hoặc “vũ hàng viên”, hoặc “hàng thiên viên”. (ND)[↗](#)

Sự phơi nhiễm bức xạ được đo bằng đơn vị millirem. (ND)[↗](#)

Tôi nghĩ khi con người bắt đầu thám hiểm rồi xây dựng các thành phố và thị trấn trên Sao Hỏa, đó sẽ được xem là một trong những thời kỳ vĩ đại nhất của nhân loại, thời kỳ mà con người đặt chân lên một thế giới khác và tự do biến nó thành thế giới của mình.

– ROBERT ZUBRIN

5. SAO HỎA: HÀNH TINH VƯỜN

Trong bộ phim *The Martian* (Người về từ Sao Hỏa) ra đời năm 2015, nhân vật phi hành gia do Matt Damon thủ vai đứng trước thử thách cực hạn: tìm cách sống sót một mình giữa một hành tinh lạnh lẽo, hoang vắng và không chút dưỡng khí. Do sơ suất, anh bị phi hành đoàn bỏ lại và chỉ có lượng nhu yếu phẩm đủ dùng trong vài ngày. Anh phải vận dụng toàn bộ dũng khí và kiến thức để sống cho tới khi tàu giải cứu đến.

Bộ phim đủ chân thực để công chúng có thể hình dung phần nào những khó khăn mà các nhà khai phá Sao Hỏa sẽ gặp phải. Chẳng hạn, có cảnh cơn bão cát dữ dội nổi lên, bao phủ khắp hành tinh bằng thứ bụi đỏ như bột tang và suýt thổi nhào con tàu vũ trụ. Khí quyển Sao Hỏa có thành phần hầu như toàn khí cacbonic và áp suất khí quyển chỉ bằng 1 % áp suất Trái Đất, nên phi hành gia sẽ chết ngạt trong vòng vài phút nếu tiếp xúc trực tiếp với không khí Sao Hỏa và máu của họ cũng sẽ sôi lên. Để tạo ra đủ oxy để thở, Matt Damon phải tạo phản ứng hóa học trong trạm điều áp.

Do nguồn lương thực nhanh chóng cạn kiệt, anh phải trồng trọt trong vườn nhân tạo. Thậm chí, anh dùng chất thải của chính mình làm phân bón.

Từng chút, từng chút một, nhân vật phi hành gia trong *The Martian* thực hiện những bước đi khó nhọc cần thiết để tạo dựng một hệ sinh thái trên Sao Hỏa, đủ sức nuôi sống bản thân. Bộ phim khắc họa trí tưởng tượng của một thế hệ mới. Nhưng thực ra, niềm đam mê đối với Sao Hỏa đã có một lịch sử dài và thú vị, bắt đầu từ thế kỷ 19.

Năm 1877, nhà thiên văn người Ý Giovanni Schiaparelli phát hiện thấy trên bề mặt Sao Hỏa có những vết thẳng dài kỳ lạ có vẻ do thiên nhiên tạo nên. Ông gọi chúng là “*canali*”, trong tiếng Ý nghĩa là lòng sông, lòng suối. Tuy nhiên, khi “*canali*” được dịch sang tiếng Anh, chữ *i* bị bỏ mất, trở thành từ “kênh đào” (canals), khiến ngữ nghĩa hoàn toàn bị thay đổi, bởi kênh đào là nhân tạo chứ không phải tự nhiên. Lỗi dịch sai sơ đẳng này đã dẫn đến biết bao câu chuyện phỏng đoán hoang đường, nổi bật nhất là huyền thoại về “người Sao Hỏa”. Nhà thiên văn giàu có và lập dị Percival Lowell đã nêu giả thuyết Sao Hỏa là một hành tinh đang chết và người Sao Hỏa phải nỗ lực đào kênh trong tuyệt vọng để dẫn nước từ các địa cực băng giá về tưới cho đồng ruộng khô cằn của họ. Lowell đã dành trọn cuộc đời để chứng minh giả thuyết này. Ông dùng khoản tiền riêng rất lớn xây dựng đài thiên văn tối tân nhất ở Flagstaff, giữa sa mạc Arizona. (Ông chưa bao giờ chứng minh được các kênh đào này có tồn tại và nhiều năm sau, tàu thăm dò đã cho ta thấy đó chỉ là ảo ảnh thị giác. Nhưng đài thiên văn Lowell ghi được nhiều thành tích trên nhiều lĩnh vực khác, giúp khám phá ra Sao Diêm Vương và cung cấp bằng chứng đầu tiên của việc vũ trụ đang giãn nở.)

Năm 1897, H. G. Wells viết cuốn *The War of the Worlds* (Chiến tranh giữa các thế giới). Trong truyện, người Sao Hỏa mưu toan hủy diệt loài người và cải tạo môi trường Trái Đất cho giống môi trường Sao Hỏa. Cuốn sách đã mở đường cho một thể loại tiểu thuyết mới – có thể gọi là thể loại “Sao Hỏa tấn công” – và những câu chuyện nói chơi chỉ của riêng giới thiên văn chuyên nghiệp bỗng trở thành vấn đề sống còn của toàn thể nhân loại.

Một ngày trước lễ Halloween năm 1938, Orson Welles sử dụng các trích đoạn trong tiểu thuyết của H. G. Wells để “chế” thành những bản tin ngắn như thật, đầy kịch tính rồi phát đi trên sóng phát thanh. Chương trình đưa tin như thể Trái Đất đang thực sự bị những người Sao Hỏa hung hãn xâm chiếm. Nhiều người phát hoảng khi nghe các tin tức cập nhật về cuộc xâm lược - quân đội đã thất bại trước các loại tia chết chóc và người Sao Hỏa đang tiến vào thành phố New York trên tàu không lồ ba chân. Tin đồn từ những thính giả hoảng loạn nhanh chóng lan truyền khắp cả nước. Hậu quả của sự hỗn loạn này là các hãng truyền thông lớn phải cam kết không bao giờ phát đi những tin chơi khăm nữa. Lệnh cấm này vẫn còn hiệu lực đến ngày nay.

Và không ít người bị cơn cuồng Sao Hỏa cuốn hút. Thời trẻ, nhà thiên văn Carl Sagan say mê những tiểu thuyết về đề tài Sao Hỏa, trong đó có loạt truyện *John Carter of Mars* (John Carter ở Sao Hỏa). Năm 1912, nhà văn Edgar Rice Burroughs, nổi tiếng với loạt tiểu thuyết *Tarzan*, đã thử sức với thể loại khoa học viễn tưởng bằng câu chuyện về một quân nhân thời Nội chiến Hoa Kỳ bị đưa lên Sao Hỏa. Burroughs tưởng tượng John Carter trở thành siêu nhân vì trọng lực Sao Hỏa thấp hơn Trái Đất. Anh có thể nhảy được khoảng cách cực xa và đánh bại lũ sinh vật lạ Thark để cứu người đẹp Dejah Thoris. Giới sử gia văn hóa cho rằng John Carter chính là nguyên mẫu của Siêu nhân Superman. Tập truyện đầu tiên về Superman phát hành năm 1938 trên tạp chí *Action Comics* đã hé lộ siêu năng lực của nhân vật này có được là nhờ trọng lực Trái Đất yếu hơn nhiều so với hành tinh quê nhà Krypton.

SỐNG TRÊN SAO HỎA

Việc sống trên Sao Hỏa nghe chừng rất lãng mạn trong tiểu thuyết viễn tưởng, nhưng thực tế lại khá gây nản lòng. Một chiến lược để sống tốt tại hành tinh này là biết tận dụng những gì sẵn có, như băng chẳng hạn. Do Sao Hỏa vốn là một khối băng rắn, nên bạn chỉ phải đào sâu vài mét là xuống được tới tầng băng vĩnh cửu. Sau đó bạn có thể đào băng lên, làm băng tan rồi lọc thành nước uống hoặc tách lấy oxy để thở và hydro để sưởi ấm hay làm nhiên liệu tên lửa. Để tránh bức xạ và bão cát, những người khai khẩn sẽ phải đào các hang trú ẩn ngầm trong đá. (Sao Hỏa có khí quyển rất mỏng và từ trường rất yếu, nên bức xạ từ vũ trụ sẽ không bị hấp thụ hoặc đánh bật đi như ở Trái Đất, vì vậy bức xạ sẽ thực sự là một vấn đề). Hoặc một cách khác là xây dựng căn cứ Sao Hỏa đầu tiên trong một ống dung nham lớn ở gần núi lửa, như ta đã bàn ở phần Mặt Trăng. Trên Sao Hỏa có vô số núi lửa nên nhiều khả năng số lượng ống dung nham cũng nhiều.

Ngày trên Sao Hỏa dài tương đương ngày Trái Đất. Độ nghiêng của nó khi quay quanh Mặt Trời cũng giống Trái Đất. Tuy vậy, những người đi khai khẩn sẽ phải làm quen với trọng lực Sao Hỏa, chỉ bằng 40% trọng lực Trái Đất. Và giống như trên Mặt Trăng, họ cũng sẽ phải luyện tập liên tục để tránh mất cơ và xương. Họ cũng cần “chiến đấu” với thời tiết vô cùng giá lạnh và sẽ phải vật lộn không

ngừng để chống lại việc chết rét. Nhiệt độ Sao Hỏa hiếm khi cao hơn điểm đóng băng của nước và có thể xuống tới -127°C khi Mặt Trời lặn, do vậy bất kỳ sự cố về điện nào cũng có thể gây nguy hiểm đến tính mạng.

Dù chúng ta có thể đưa được người lên Sao Hỏa trước năm 2030, nhưng vì những trở ngại kể trên, có lẽ cũng phải đến năm 2050 hoặc hơn thì ta mới tập hợp được đủ thiết bị và nguyên vật liệu để xây dựng trạm thường trực trên hành tinh này.

THỂ THAO TRÊN SAO HỎA

Do nhu cầu vận động để tránh tình trạng thoái hóa cơ là rất lớn, các phi hành gia Sao Hỏa sẽ phải luyện tập các môn thể thao nặng. Và ở đây, họ sẽ thích thú nhận thấy mình như có năng lực của siêu nhân.

Nhưng điều đó có nghĩa các sân vận động thể thao sẽ phải thiết kế lại hoàn toàn. Trọng lực Sao Hỏa chỉ hơn 1/3 trọng lực Trái Đất một chút, nên về lý thuyết, một người sẽ nhảy cao gấp ba lần khi ở trên Sao Hỏa. Ném bóng trên Sao Hỏa cũng sẽ bay xa gấp ba, nên sân bóng rổ, bóng chày và bóng bầu dục đều phải rộng hơn.

Thêm nữa, áp suất khí quyển Sao Hỏa chỉ bằng 1% Trái Đất, nên mặt khí động lực học của môn bóng chày và bóng bầu dục sẽ thay đổi rất nhiều. Khó khăn lớn nhất là kiểm soát bóng, ở Trái Đất, các cầu thủ được trả lương hàng triệu đô-la vì họ có khả năng kiểm soát đường bay của bóng rất chuẩn xác, vốn là điều phải luyện tập suốt nhiều năm trời. Kiểm soát bóng tức là khống chế độ xoáy của bóng.

Khi bóng di chuyển giữa không trung, nó làm nhiễu động không khí, tạo ra những xoáy khí nhỏ tác động lên khiến bóng bay chệch và giảm tốc độ. (Ở quả bóng chày, các xoáy khí do đường khâu trên bóng tạo ra, chính những đường khâu này quyết định độ xoáy, ở quả bóng gôn, xoáy khí hình thành do các vết lõm trên bề mặt, còn ở quả bóng đá là do các chỗ nối giữa các miếng da tạo thành.)

Cầu thủ bóng bầu dục phải ném sao cho bóng xoáy nhanh trong không trung. Bóng xoáy sẽ làm giảm các xoáy khí trên bề mặt bóng, khiến bóng có thể lao đi chính xác hơn, xa hơn và không bị rơi quá sớm. Đồng thời, khi xoáy nhanh, quả bóng sẽ giống một con quay hồi chuyển nhỏ luôn di chuyển cố định về một hướng. Nhờ vậy, nó không bay lệch và chụp bóng cũng dễ dàng hơn.

Áp dụng lý thuyết về dòng khí, ta có thể chứng minh được tính ưu việt của nhiều cách ném bóng chày trong huyền thoại. Nhiều thế hệ cầu thủ phát bóng chày đã xác nhận họ có thể ném theo kỹ thuật bóng lượn (knuckleball) hoặc bóng vòng cung (curveball), nhờ đó kiểm soát được đường bay của bóng - điều tưởng chừng rất hoang đường.

Video tua nhanh khẳng định họ đã đúng. Nếu quả bóng bay với độ xoáy thấp (bóng lượn), sự nhiễu khí sẽ ở mức tối đa và đường bóng trở nên khó phán đoán. Nếu bóng xoáy nhanh, áp suất khí ở một bên quả bóng sẽ lớn hơn bên còn lại (theo nguyên lý Bernoulli) và bóng sẽ đổi hướng ở một thời điểm.

Tất cả những giải thích trên là để nói rằng áp suất khí thấp đi ở Sao Hỏa có thể khiến ngay cả các cầu thủ tầm cỡ thế giới trên Trái Đất mất đi khả năng kiểm soát bóng và một lớp vận động viên Sao Hỏa sẽ nổi lên thay thế họ. Thuần thực một môn thể thao trên Trái Đất cũng không có nhiều ý nghĩa khi áp dụng trên Sao Hỏa.

Nếu liệt kê danh sách các môn thể thao trong Thế vận hội Olympic, ta sẽ thấy tất cả đều phải biến đổi để phù hợp với trọng lực và áp suất thấp ở Sao Hỏa, không có ngoại lệ. Có lẽ sẽ có Thế vận hội Sao Hỏa riêng, với những môn thể thao mới không thể tồn tại với điều kiện vật lý trên Trái Đất và thậm chí còn chưa từng xuất hiện.

Các điều kiện trên Sao Hỏa có thể giúp tăng tính nghệ thuật và vẻ đẹp mắt của một số bộ môn khác. Ví dụ, vận động viên trượt băng nghệ thuật trên Trái Đất chỉ xoay được bốn vòng trên không. Chưa có vận động viên nào xoay thành công năm vòng. Đó là do độ cao của cú nhảy bị hạn chế bởi vận tốc khi bật người và lực hút của trọng lực. Nhưng trên Sao Hỏa, họ sẽ nhảy cao hơn gấp ba, thực hiện những cú nhảy và màn xoay vòng ngoạn mục do trọng lực và áp suất ở đây thấp.

Vận động viên thể dục dụng cụ trên Trái Đất xoay người, uốn mình trên không được là vì sức cơ bắp của họ vượt trên trọng lượng cơ thể. Trên Sao Hỏa, sự vượt trội của sức cơ bắp càng tăng lên gấp bội so với trọng lượng cơ thể, cho phép họ thực hiện thành công các động tác chưa từng thấy nơi địa cầu.

DU LỊCH SAO HỎA

Một khi các phi hành gia đã giải quyết xong các vấn đề cơ bản và mang tính sống còn để sống sót trên Sao Hỏa, họ có thể thưởng thức cảnh đẹp nơi Hành tinh đỏ.

Do Sao Hỏa có trọng lực thấp, khí quyển mỏng và không có nước lỏng, nên các dãy núi đều rất đồ sộ so với núi trên Trái Đất. Olympus Mons trên Sao Hỏa là núi lửa lớn nhất được biết đến trong Hệ Mặt Trời. Nó cao gấp 2,5 lần ngọn Everest và rộng đến nỗi nếu đặt vào Bắc Mỹ, nó sẽ trải dài từ thành phố New York của Hoa Kỳ tới tận thành phố Montreal của Canada. Trọng lực thấp cũng có nghĩa những người leo núi sẽ không thấy mệt nhọc khi mang vác nhiều hành trang nặng nề và có thể lập nhiều kỳ công về sức bền, giống các phi hành gia trên Mặt Trăng.

Kề bên Olympus Mons là ba núi lửa nhỏ hơn nằm thẳng hàng. Sự hiện diện và vị trí của chúng là bằng chứng về hoạt động kiến tạo cổ xưa tại Sao Hỏa. Ta có thể so sánh vùng này với quần đảo Hawaii trên Trái Đất. Bên dưới Thái Bình Dương có một bể dung nham tĩnh. Khi mảng kiến tạo di chuyển trên bể này, áp lực dung nham cứ định kỳ đẩy lên qua lớp vỏ Trái Đất, tạo thành hòn đảo mới nhất trong quần đảo Hawaii. Nhưng dường như hoạt động kiến tạo trên Sao Hỏa đã kết thúc từ lâu, là bằng chứng cho thấy lõi hành tinh đã nguội.

Hẻm núi lớn nhất Sao Hỏa, Thung lũng Mariner, có lẽ cũng là hẻm núi lớn nhất Hệ Mặt Trời. Mariner lớn đến mức nếu đặt vào Bắc Mỹ, nó sẽ trải dài từ thành phố New York đến Los Angeles. Những “phượt thủ” ngây ngất trước hẻm núi Grand Canyon hẳn sẽ sửng sốt trước mạng lưới hẻm núi nằm bên ngoài Trái Đất này. Nhưng khác với Grand Canyon, dưới đáy Thung lũng Mariner không có sông chảy qua. Theo giả thuyết mới nhất, hẻm núi dài gần 5.000 km này là điểm tiếp giáp giữa hai mảng kiến tạo cổ đại, giống đường đứt gãy San Andreas ở Mỹ.

Khách du lịch sẽ quan tâm nhất đến hai chỏm băng địa cực khổng lồ tại Hành tinh đỏ. Băng trên Sao Hỏa gồm hai loại và có cấu tạo khác băng ở Trái Đất. Một loại hình thành từ nước đóng băng, tồn tại vĩnh viễn và hầu như quanh năm không thay đổi. Loại thứ hai là băng khô hay cacbon điôxít đóng băng, sẽ mở rộng hoặc thu hẹp tùy theo mùa. Vào mùa hè, băng khô bay hơi và biến mất, chỉ còn hai cực băng cấu tạo từ nước. Vì vậy, hình dạng hai cực băng sẽ thay đổi tùy vào thời điểm trong năm.

Trong khi bề mặt Trái Đất luôn luôn biến đổi thì địa hình cơ bản của Sao Hỏa không thay đổi qua hàng tỷ năm. Do đó, Sao Hỏa có những đặc điểm mà Trái Đất không có, như tàn tích của hàng ngàn hồ thiên thạch khổng lồ cổ xưa. Trái Đất cũng từng có các hồ thiên thạch khổng lồ, nhưng nước đã làm xói mòn và khiến nhiều hồ biến mất. Hơn nữa, cứ vài trăm triệu năm, hoạt động kiến tạo lại diễn ra làm phần lớn bề mặt Trái Đất thay đổi, nên các hồ thiên thạch cổ đều biến thành dạng địa hình khác. Trong khi đó, quang cảnh trên Sao Hỏa là quang cảnh đã đóng băng theo thời gian.

Trên một số phương diện, chúng ta hiểu biết về bề mặt Sao Hỏa còn nhiều hơn bề mặt Trái Đất. 3/4 bề mặt Trái Đất là đại dương bao phủ, còn Sao Hỏa không có đại dương. Các tàu thăm dò bay quanh Sao Hỏa đã chụp ảnh được từng mét vuông bề mặt hành tinh này và cung cấp cho ta bản đồ địa hình chi tiết. Băng, tuyết, bụi và các đụn cát trên Sao Hỏa kết hợp với nhau tạo nên những hình thể địa chất chưa từng thấy trên Trái Đất. Đi bộ ngang qua địa hình Sao Hỏa sẽ là giấc mơ của các “phượt thủ”.

Một chương ngại dễ thấy ngăn trở việc đưa Sao Hỏa trở thành địa điểm du lịch là những cơn lốc bụi quái ác hoành hành gần như hằng ngày trên khắp các sa mạc. Lốc trên Sao Hỏa có khi vươn cao hơn núi Everest, khiến lốc địa cầu chỉ như những chú lùn cao vài chục mét. Bên cạnh lốc, còn có bão cát khổng lồ phủ lớp cát dày lên toàn bộ Sao Hỏa suốt nhiều tuần. Nhưng chúng không gây thiệt hại lớn do áp suất khí quyển Sao Hỏa thấp. Với các phi hành gia, gió giật 150 km/trên giờ ở Sao Hỏa sẽ chỉ như gió 15 km/giờ. Chúng có thể gây phiền hà, như thổi bụi vào đồ vũ trụ, máy móc, xe cộ và gây hồng hóc, hư hại, nhưng sẽ không tàn phá được các tòa nhà và công trình.

Do bầu không khí Sao Hỏa rất mỏng, nên máy bay trên Sao Hỏa cần sải cánh lớn hơn rất nhiều trên Trái Đất. Máy bay sử dụng quang năng sẽ cần tiết diện rất to và tốn rất nhiều tiền khi khai thác cho mục đích giải trí. Nhiều khả năng ta sẽ khó có cơ hội thấy các du khách bay qua những hẻm núi Sao Hỏa như ở Grand Canyon. Nhưng các loại khí cầu to nhỏ sẽ là phương tiện chuyên chở thuận tiện, bất chấp nhiệt độ và áp suất thấp. Chúng vừa có thể thám hiểm Sao Hỏa ở cự ly gần hơn tàu thăm dò ngoài quỹ đạo rất nhiều, vừa di chuyển được trên phạm vi rộng. Một ngày nào đó, có lẽ khung cảnh các khí cầu bay lượn trên những kỳ quan địa chất Sao Hỏa sẽ trở nên quen thuộc.

SAO HỎA: VƯỜN ĐỊA ĐÀNG

Để duy trì sự hiện diện lâu dài trên Sao Hỏa, ta phải tìm ra cách biến nơi khó sống này thành khu Vườn Địa Đàng.

Robert Zubrin, kỹ sư hàng không vũ trụ từng làm việc cho các công ty Martin Marietta và Lockheed Martin, cũng là người sáng lập Mars Society (Hiệp hội Sao Hỏa) và trong suốt nhiều năm liền đã kêu gọi mạnh mẽ nhất việc “thuộc địa hóa” Hành tinh đỏ. Mục đích của ông là thuyết phục công chúng gây quỹ cho sứ mạng đưa con người lên Sao Hỏa. Trước đây tiếng nói của ông đơn độc, phải nài nỉ người khác lắng nghe, nhưng hiện giờ các công ty và chính phủ lại tìm đến ông xin lời khuyên.

Tôi từng phỏng vấn Zubrin vài lần, và lần nào cũng ấn tượng trước lòng nhiệt thành, năng lượng cũng như quyết tâm theo đuổi mục tiêu của ông. Khi tôi hỏi Zubrin điều gì khiến ông say mê vũ trụ đến vậy, ông kể nó bắt đầu khi ông đọc truyện khoa học viễn tưởng từ thuở nhỏ. Ông cũng thích mê khi năm 1952, von Braun chứng minh làm thế nào một nhiệm vụ gồm mười tàu vũ trụ tập hợp trên quỹ đạo có thể đưa phi hành đoàn 70 người đến Sao Hỏa.

Tôi hỏi ông con đường nào đã đưa niềm say mê với truyện khoa học viễn tưởng thành mục đích cuộc đời là bay lên Sao Hỏa? “Thực ra, vì Sputnik.” Ông đáp. “Khi đó, người lớn thì sợ hãi, nhưng tôi lại vô cùng phấn khích.” Ông say sưa với lần phóng vệ tinh nhân tạo đầu tiên trên thế giới vào năm 1957, bởi như thế nghĩa

là những cuốn tiểu thuyết ông đọc có thể trở thành hiện thực. Ông tin chắc một ngày kia, khoa học viễn tưởng sẽ trở thành khoa học đích thực.

Tiến sĩ Zubrin thuộc thế hệ những người đã chứng kiến Hoa Kỳ khởi đầu từ con số không đến khi trở thành quốc gia đứng đầu thế giới về hàng không vũ trụ. Sau đó, công chúng bắt đầu quan tâm sang Chiến tranh Việt Nam và xung đột trong nước, chuyện đặt chân lên Mặt Trăng có vẻ ngày càng kém thực tế và không mấy quan trọng. Ngân sách cho chương trình bị cắt. Chương trình không gian bị hủy bỏ. Tuy công chúng không hào hứng với chương trình không gian nữa, nhưng tiến sĩ Zubrin vẫn giữ vững niềm tin Sao Hỏa sẽ trở thành cột mốc quan trọng tiếp theo trong chương trình nghị sự. Năm 1989, Tổng thống George H. w. Bush khiến công chúng hân hoan với tuyên bố sẽ chinh phục Sao Hỏa trước năm 2020 – nhưng niềm vui chỉ kéo dài đến năm tiếp theo, khi các nghiên cứu ước tính chi phí dự án sẽ vào khoảng 450 tỷ đô-la. Người Mỹ choáng váng và sứ mạng Sao Hỏa lại bị xếp xó.

Suốt nhiều năm trời, Zubrin như lang thang trong vô định, cố gắng vận động nguồn hỗ trợ cho mục tiêu tham vọng của mình. Biết rằng sẽ không ai đồng ý một kế hoạch quá đắt đỏ, ông đề xuất một số phương án khai hóa Hành tinh đỏ mới lạ nhưng thực tế. Trước Zubrin, phần lớn mọi người không xem xét nghiêm túc vấn đề tài chính đối với các nhiệm vụ không gian tương lai.

Trong đề án năm 1990 mang tên Mars Direct (Thăng tới Sao Hỏa), Zubrin cắt giảm chi phí bằng cách chia sứ mạng làm hai bước. Bước đầu tiên là phóng một tên lửa không người lái mang tên Earth Return Vehicle (Tàu Khứ hồi Trái Đất) lên Sao Hỏa. Nó chỉ mang theo một lượng nhỏ hydro – khoảng tám tấn – nhưng lượng hydro đó sẽ kết hợp với nguồn khí cacbonic dồi dào sẵn có trong khí quyển Sao Hỏa. Phản ứng hóa học này sẽ tạo ra tới 112 tấn metan và oxy, đủ làm nhiên liệu cho tên lửa bay về. Sau khi có đủ nhiên liệu, các phi hành gia bay bằng phương tiện thứ hai là Mars Habitat Unit (Đơn vị Sống Sao Hỏa), chỉ mang đủ nhiên liệu cho hành trình một chiều. Sau khi hạ cánh, các phi hành gia sẽ tiến hành thí nghiệm khoa học. Tiếp theo họ rời tàu, chuyển sang tên lửa ở bước đầu lúc này đã nạp đầy nhiên liệu mới. Tên lửa này sẽ đưa họ về Trái Đất.

Giới chỉ trích tỏ ra kinh hoàng khi nghe Zubrin đề xuất hành trình một chiều tới Sao Hỏa, như thể mong các nhà du hành chết trên hành tinh này. Zubrin giải thích tỉ mỉ rằng nhiên liệu cho chuyến trở về sẽ được sản xuất tại chỗ trên Sao Hỏa. Nhưng ông nói thêm: “Cuộc đời cũng là một chuyến đi một chiều và một cách để thực hiện nó chính là bay lên Sao Hỏa và mở ra nhánh mới cho văn minh loài người.” Ông tin rằng 500 năm nữa, giới sử gia cũng chưa chắc đã nhớ tới những cuộc chiến và xung đột tầm thường của thế kỷ 21, nhưng toàn nhân loại sẽ hân hoan kỷ niệm ngày thành lập cộng đồng mới trên Sao Hỏa.

NASA đã tiếp thu một phần chiến lược Mars Direct. Kế hoạch này đã đưa phương châm của chương trình Sao Hỏa thành ưu tiên cắt giảm chi phí, nâng cao hiệu quả và tận dụng tài nguyên tại chỗ. Hiệp hội Sao Hỏa của Zubrin cũng đã xây dựng một mô hình giống thật của căn cứ Sao Hỏa. Họ chọn Utah là nơi đặt Mars Desert Research Station (MDRS: Trạm Nghiên cứu Sa mạc Sao Hỏa) do môi trường ở đây mô phỏng gần giống nhất các điều kiện trên Hành tinh đỏ: lạnh lẽo, hoang vu, cằn cỗi và không có động, thực vật. Công trình chính của trạm là tòa nhà hình trụ hai tầng, chứa được bảy người. Ngoài ra còn có đài thiên văn lớn để quan sát các ngôi sao. MDRS chào đón công chúng tình nguyện tham gia và họ phải cam kết ở lại trạm trong hai đến ba tuần. Người tham gia sẽ được đào tạo để thực hiện những công việc và nhiệm vụ như các phi hành gia thực thụ, chẳng hạn làm thí nghiệm khoa học, bảo dưỡng và quan sát. Những nhà tổ chức MDRS cố gắng tạo ra trải nghiệm như thật và dùng các khóa tập huấn này để nghiên cứu khía cạnh tâm lý khi phải sống cố lập trên Sao Hỏa suốt thời gian dài cùng những người tương đối xa lạ. Đã có hơn 1.000 người trải qua chương trình kể từ khi nó bắt đầu năm 2001.

Sức hấp dẫn của Sao Hỏa mạnh đến mức một số dự án đáng ngờ ra đời. Chớ nhầm lẫn MDRS với chương trình Mars One. Mars One nói mơ hồ rằng họ sẽ tổ chức hành trình một chiều đưa những người vượt qua các kỳ sát hạch lên sống trên Sao Hỏa. Tuy đã có hàng trăm người đăng ký, nhưng chương trình vẫn không có phương án cụ thể nào để lên Sao Hỏa. Họ tuyên bố sẽ kêu gọi quyên góp và sản xuất phim về sứ mạng của mình để có tiền làm tên lửa. Phía hoài nghi cho rằng những người lãnh đạo chương trình Mars One giỏi bịp bợm báo chí hơn là có chuyên môn khoa học thực sự.

Một chương trình kỳ lạ nữa nhằm mục đích xây dựng khu biệt lập như ta sẽ xây dựng trên Sao Hỏa có tên là Biosphere 2, được gia đình Bass rót 150 triệu đô-la. Đây là một khu phức hợp hình vòm bằng kính và thép, rộng hơn một héc-ta, mọc lên giữa sa mạc Arizona. Nó có thể chứa tám người cùng 3.000 loài động thực vật và sẽ là nơi sống khép kín để thử nghiệm xem con người có thể sống sót trong môi trường có kiểm soát và biệt lập như môi trường ta sẽ xây dựng trên một hành tinh khác hay không. Từ khi đi vào hoạt động năm 1991, chương trình thí nghiệm lên báo vì đủ loại sự cố, bất đồng, bê bối và trục trặc hơn là khoa học đích thực. May mắn thay, Đại học Arizona đã tiếp quản cơ sở này vào năm 2011, đưa nó thành trung tâm nghiên cứu thực thụ.

CẢI TẠO SAO HỎA

Dựa trên kinh nghiệm với MDRS và những nghiên cứu khác, tiến sĩ Zubrin cho rằng chương trình khai phá Sao Hỏa sẽ diễn ra theo một trình tự có thể dự đoán. Theo ông, ưu tiên cao nhất là xây dựng căn cứ trên bề mặt Sao Hỏa cho khoảng 20 đến 50 phi hành gia. Trong nhóm phi hành gia, một số người chỉ ở lại vài tháng, số khác thì ở lại mãi mãi và lấy căn cứ làm ngôi nhà mới. Theo thời gian, nhóm ở lại sẽ thấy mình như những người đi lập nghiệp hơn là phi hành gia.

Ban đầu, các nguồn tiếp tế đều phải đem từ Trái Đất lên, nhưng sang giai đoạn hai, khi cư dân đã lên tới khoảng vài ngàn người, họ sẽ có thể tự khai thác nguyên vật liệu thô trên hành tinh. Cát Sao Hỏa có màu đỏ vì chúng chứa sắt oxit, tức gỉ sắt, nên các cư dân có thể điều chế ra sắt và thép để xây dựng. Điện sẽ được cấp từ các trại quang năng lớn hấp thụ năng lượng từ Mặt Trời. Khí cacbonic trong khí quyển có thể dùng để trồng cây. Khu định cư Sao Hỏa sẽ dần mang tính tự cung tự cấp và đi vào ổn định.

Bước tiếp theo là khó khăn nhất. Rốt cuộc, cộng đồng Sao Hỏa sẽ phải tìm cách tăng dần nhiệt độ bầu khí quyển Sao Hỏa, để lần đầu tiên sau ba tỷ năm, nước ở thể lỏng lại chảy trên Hành tinh đỏ. Khi có nước, cư dân sẽ có thể làm nông nghiệp và xây dựng đô thị. Sau đó ta bước vào giai đoạn ba và một nền văn minh mới có thể sẽ nở rộ trên Sao Hỏa.

Tính toán sơ bộ cho thấy hiện tại, nếu cải tạo Sao Hỏa sẽ tốn kinh phí khổng lồ và cần đến hàng thế kỷ mới hoàn thành. Tuy nhiên, điều hấp dẫn và hứa hẹn trên Sao Hỏa là có các bằng chứng địa lý cho thấy nước dạng lỏng từng bao phủ bề mặt hành tinh, để lại dấu tích là các lòng sông, bờ sông và thậm chí một đại dương cổ có kích thước bằng nước Mỹ. Hàng tỷ năm trước, Sao Hỏa đã nguội trước Trái Đất và mang khí hậu nhiệt đới khi Trái Đất còn đang nóng chảy. Khí hậu ôn hòa và lượng nước lớn khiến một số nhà khoa học đặt giả thuyết rằng nguồn gốc của ADN nằm trên Sao Hỏa. Theo kịch bản này, một thiên thạch khổng lồ va chạm mạnh với Hành tinh đỏ đã khiến nhiều mảnh vỡ bay ra ngoài vũ trụ - một số mảnh đáp xuống và gieo ADN Sao Hỏa vào Trái Đất. Nếu thuyết này là đúng thì bạn chỉ cần nhìn vào gương là gặp được người Sao Hỏa.

Zubrin chỉ ra rằng việc cải tạo một hành tinh thật ra không phải là quá trình mới hoặc lạ. Nói cho cùng, các phân tử ADN cũng đang liên tục cải tạo Trái Đất. Sự sống đã cải tạo mọi khía cạnh của hệ sinh thái Trái Đất, từ thành phần khí quyển, đặc điểm địa hình, đến cấu tạo đại dương. Như vậy, cải tạo Sao Hỏa chỉ đơn giản là ta đang đi theo kịch bản của chính tự nhiên.

KHỞI ĐỘNG LÀM ẤM SAO HỎA

Để bắt đầu quá trình cải tạo, chúng ta cần bơm khí metan và hơi nước vào khí quyển Sao Hỏa để tạo hiệu ứng nhà kính nhân tạo. Các khí nhà kính này sẽ giữ lại ánh sáng Mặt Trời và làm nhiệt độ các chỏm băng dần tăng lên. Khi băng tan, chúng giải phóng hơi nước và khí cacbonic bên trong lòng băng.

Ta cũng có thể phóng vệ tinh lên quỹ đạo Sao Hỏa để trực tiếp tập trung ánh nắng vào các chỏm băng. Các vệ tinh sẽ được đồng bộ hóa để lơ lửng tại một điểm cố định trên bầu trời và hướng năng lượng trực tiếp về hai địa cực. Tại Trái Đất, chúng ta hướng chảo ăng ten truyền hình về một vệ tinh địa tĩnh tương tự nằm cách xa hơn 35.000 km. Vệ tinh này trông như đang đứng yên vì nó quay một vòng quanh Trái Đất hết 24 giờ, bằng thời gian Trái Đất tự quay. (Vệ tinh địa tĩnh có quỹ đạo bay phía trên xích đạo. Do đó, năng lượng từ nó sẽ truyền đi theo hai đường: hoặc thẳng tới hai cực theo góc chéo, hoặc xuống xích đạo trước rồi

chuyển ra hai cực. Nhưng dù theo cách nào thì năng lượng cũng bị thất thoát một phần.)

Áp dụng cách tương tự, các vệ tinh mặt trời của Sao Hỏa sẽ giương trên không một loạt gương hoặc các tấm pin năng lượng mặt trời khổng lồ, trải dài nhiều cây số. Ánh nắng sẽ được tập trung rồi hướng về hai cực hoặc được chuyển hóa qua pin quang năng rồi truyền xuống dưới dạng vi sóng. Đây là một trong những cách tuy có chi phí cao nhưng hiệu quả nhất để tiến hành cải tạo Sao Hỏa, bởi nó an toàn, không gây ô nhiễm và ít gây tổn hại bề mặt hành tinh.

Và còn những chiến lược khác nữa được đề xuất. Ta có thể khai thác metan từ Titan - một trong các vệ tinh của Sao Thổ, có trữ lượng metan lớn, rồi đem về Sao Hỏa. Metan có thể góp phần tạo ra hiệu ứng nhà kính mong muốn, vì nó giữ nhiệt hiệu quả hơn khí cacbonic 20 lần. Một giải pháp khác là sử dụng các sao chổi hoặc tiểu hành tinh ở gần. Như từng đề cập, sao chổi chủ yếu cấu thành từ băng, còn tiểu hành tinh thì có nhiều amoniac, một loại khí nhà kính khác. Nếu sao chổi hoặc tiểu hành tinh di chuyển tới gần, ta có thể tác động nhẹ để chúng lọt vào quỹ đạo Sao Hỏa. Sau đó ta tiếp tục tác động để chúng “tự tìm đến cái chết”, từ từ rơi xuống bên dưới. Khi đi vào khí quyển Sao Hỏa, ma sát làm chúng nóng lên đến khi tan rã, giải phóng hơi nước hoặc amoniac. Nhìn từ bề mặt Sao Hỏa, hành trình này sẽ là cảnh tượng tuyệt đẹp. Về mặt nào đó, dự án ARM của NASA có thể được coi là bước chuẩn bị hướng tới việc “bắt giữ” thiên thể. Hẳn bạn còn nhớ, ARM là mục tiêu tương lai của NASA để thu thập mẫu đá hoặc điều chỉnh đường bay của sao chổi hoặc tiểu hành tinh. Đương nhiên, công nghệ này phải được điều chỉnh rất chính xác, nếu không ta sẽ có nguy cơ làm một tiểu hành tinh khổng lồ bay chệch vào bề mặt Sao Hỏa, tàn phá khu định cư.

Một ý tưởng táo bạo hơn được Elon Musk đề xuất là cho nổ bom nhiệt hạch (bom H) trên cao để làm tan chảy các chỏm băng. Giải pháp này hiện đã khả thi với các công nghệ sẵn có. Bom nhiệt hạch là thứ vũ khí được canh phòng rất cẩn mật, nhưng trên lý thuyết, sản xuất chúng lại không quá tốn kém và chúng ta chắc chắn có đủ công nghệ để thả nhiều quả bom H lên các chỏm băng bằng những tên lửa hiện có. Tuy nhiên, không ai rõ những chỏm băng này bền vững đến đâu hay tác động lâu dài của việc thả bom là gì, và nhiều nhà khoa học băn khoăn với những hậu quả khôn lường của phương pháp này.

Ước tính, nếu các chỏm băng Sao Hỏa tan hoàn toàn, lượng nước chảy ra sẽ đủ lấp đầy một đại dương sâu từ khoảng năm đến mười mét.

ĐIỂM BÙNG PHÁT

Các phương án vừa nêu đều có cùng một mục đích là đưa khí quyển Sao Hỏa đạt đến điểm bùng phát, để từ đó, tự nó sẽ ấm dần mà không cần tác động từ bên ngoài. Tăng nhiệt độ Sao Hỏa lên thêm 6°C là đủ để kích hoạt quá trình tan băng. Khí nhà kính tỏa ra từ các chỏm băng sẽ làm ấm khí quyển. Khí cacbonic hấp thụ trong sa mạc từ hàng thiên niên kỷ cũng được giải phóng và góp phần làm ấm Sao Hỏa, khiến băng tiếp tục tan. Như vậy, quá trình Sao Hỏa ấm lên sẽ tiếp tục mà không cần can thiệp từ bên ngoài. Sao Hỏa càng ấm, lượng hơi nước và khí nhà kính được giải phóng càng nhiều, điều này lại càng khiến Sao Hỏa ấm lên. Quá trình cứ tiếp diễn gần như vô tận và sẽ làm tăng áp suất khí quyển Sao Hỏa.

Khi nước lỏng chảy vào các lòng sông cổ trên Sao Hỏa, những người khai khẩn có thể bắt đầu hoạt động nông nghiệp quy mô lớn. Cây cối ưa thích khí cacbonic, nên trồng trọt ngoài trời sẽ được thực hiện đầu tiên và phế phẩm có thể dùng để trải thành tầng đất mặt. Một chu kỳ tích cực khác được khởi động: càng trồng nhiều mùa vụ, ta càng có nhiều đất màu; đất màu đó lại được dùng để nuôi dưỡng các vụ mùa sau. Đất nguyên thủy trên Sao Hỏa chứa các loại dưỡng chất giá trị giúp cây phát triển như magiê, natri, kali và clo. Khi cây cối phát triển mạnh, chúng sẽ tạo ra nhiều oxy - thành phần thiết yếu cho công cuộc cải tạo Sao Hỏa.

Các nhà khoa học đã xây dựng nhà kính mô phỏng các điều kiện khắc nghiệt trên Sao Hỏa để nghiên cứu khả năng sống sót của thực vật và vi khuẩn. Năm 2014, Viện Ý tưởng Cao cấp thuộc NASA hợp tác cùng hãng Techshot lập nên những vòm sinh thái với môi trường được kiểm soát chặt chẽ để trồng vi khuẩn lam và tảo có khả năng sản xuất oxy. Thử nghiệm sơ bộ cho thấy một số dạng sống thực sự có thể sinh trưởng nơi đây. Năm 2012, các nhà khoa học tại Phòng thí nghiệm Mô phỏng Sao Hỏa (Mars Simulation Laboratory), do Trung tâm Hàng không Vũ trụ Đức quản lý, phát hiện địa y (thực vật giống rêu) sống được ít nhất một tháng tại đây. Năm 2015, các nhà khoa học tại Đại học Arkansas cũng cho thấy bốn loài

vi sinh metan (vi sinh vật sản xuất khí metan) có thể tồn tại trong môi trường giống hệ sinh thái Sao Hỏa.

Tham vọng hơn nữa là Thí nghiệm Nguồn sống Sao Hỏa (Mars Ecopoiesis Test Bed) của NASA, dự án sẽ đưa các giống vi khuẩn và thực vật khỏe mạnh, như tảo quang hợp ái cực (extremophile photosynthetic alga) và vi khuẩn lam, lên Sao Hỏa bằng tàu thăm dò. Các dạng sống này sẽ được đặt vào hộp nhỏ rồi đưa xuống lòng đất khoan sâu. Nước cũng sẽ được đưa vào hộp, sau đó, các thiết bị sẽ dò tìm sự xuất hiện của oxy. Nếu có oxy nghĩa là hiện tượng quang hợp đã xảy ra. Nếu thí nghiệm thành công thì trong tương lai, trên Sao Hỏa sẽ có vô số nông trại hoạt động theo mô hình này để tạo ra oxy và lương thực.

Tới đầu thế kỷ 22, làn sóng công nghệ thứ tư – công nghệ nano, công nghệ sinh học và trí tuệ nhân tạo - hẳn sẽ phát triển đủ mạnh để tạo ra ảnh hưởng sâu sắc lên quá trình cải tạo Sao Hỏa.

Một số nhà sinh học dự đoán rằng công nghệ gen sẽ cho ra đời một loài tảo mới, được thiết kế để sống trên Sao Hỏa, có lẽ là trong lớp đất hóa học hỗn hợp đặc biệt của hành tinh này hoặc ở vùng hồ mới hình thành. Loài tảo này sẽ sinh trưởng mạnh trong môi trường khí quyển lạnh, mỏng, giàu khí cacbonic và sẽ thải ra lượng khí oxy lớn. Chúng có thể ăn được và nhờ sử dụng kỹ thuật sinh học mà có các hương vị như ở Trái Đất, đồng thời có thể được chế biến thành loại phân bón lý tưởng.

Trong phim *Star Trek II: The Wrath of Khan* (Du hành giữa các vì sao II: Cơ thịnh nộ của Khan), có giới thiệu một công nghệ mới vô cùng thần kỳ là Genesis Device (Thiết bị Sáng thế). Nó có khả năng biến tức khắc các hành tinh chết thành nơi phì nhiêu màu mỡ và có thể ở được. Nó nổ tung như quả bom và bắn ra các ADN đã được thiết kế theo công nghệ gen. Khi loại siêu ADN này lan ra khắp mọi góc ngách trên hành tinh, các tế bào sẽ hình thành và rừng rậm mọc lên. Hành tinh hoàn toàn đổi khác chỉ sau vài ngày.

Năm 2016, Claudius Gros, giáo sư Đại học Goethe tại Frankfurt, Đức, xuất bản bài nghiên cứu trên tạp chí *Astrophysics and Space Science* (Vật lý thiên văn và khoa học vũ trụ) nói chi tiết về một Thiết bị Sáng thế trong đời thực sẽ như thế

nào. Ông dự đoán phiên bản sơ khai của thiết bị sẽ ra đời vào khoảng 50 đến 100 năm tới. Trước tiên, các nhà khoa học trên Trái Đất phải phân tích kỹ lưỡng hệ sinh thái tại hành tinh không có sự sống đó. Nhiệt độ, cấu tạo hóa học của đất và khí quyển sẽ quyết định dạng ADN nào được sử dụng. Tiếp theo, các máy bay không người lái sẽ được phóng lên hành tinh đó để thả xuống hàng triệu viên con nhộng kích cỡ nano chứa các dãy ADN. Sau khi được giải phóng từ các viên con nhộng, loại ADN đã được tinh chỉnh để phát triển tốt trong điều kiện môi trường của hành tinh này sẽ bám vào đất và bắt đầu nảy mầm. Chúng được thiết kế để sinh sản bằng cách tạo ra hạt và bào tử trên hành tinh cần cỗi, sử dụng các chất khoáng có sẵn để mọc thành cây.

Tiến sĩ Gros tin rằng sự sống trên hành tinh vừa được gieo mầm này sẽ phát triển theo hướng cũ, là thông qua tiến hóa. Ông cảnh báo các “thảm họa sinh thái quy mô toàn hành tinh” sẽ xảy ra nếu ta cố đẩy nhanh quá trình này, đặc biệt là nếu một dạng sống sinh sôi quá nhanh và lấn át hết các dạng sống khác.

KẾT QUẢ CẢI TẠO CÓ TỒN TẠI ĐƯỢC LÂU?

Nếu chúng ta cải tạo thành công Sao Hỏa thì liệu có điều gì ngăn nó trở lại trạng thái cần cỗi nguyên thủy không? Nghiên cứu về vấn đề này lại đưa ta tới một câu hỏi quan trọng khác đã đeo bám các nhà thiên văn và địa chất học suốt nhiều thập kỷ: Tại sao Sao Kim, Trái Đất và Sao Hỏa lại tiến hóa theo những con đường hoàn toàn khác nhau?

Khi Hệ Mặt Trời mới hình thành, ba hành tinh trên tương đồng về nhiều mặt. Chúng đều có hoạt động núi lửa, giải phóng lượng lớn khí cacbonic, hơi nước và các loại khí khác vào khí quyển. (Đó là lý do cho đến tận ngày nay, khí quyển Sao Kim và Sao Hỏa hầu như chỉ chứa duy nhất khí cacbonic.) Hơi nước ngưng tụ thành mây, mây chuyển thành mưa tạo nên sông, hồ. Nếu các hành tinh này ở gần Mặt Trời hơn thì đại dương sẽ bốc hơi hết; còn nếu ở xa hơn thì đại dương sẽ đóng băng. Nhưng chúng lại đều nằm ngay trong hoặc rất gần “vùng Goldilocks” - khu vực quanh một ngôi sao, phù hợp để nước có thể tồn tại dưới dạng lỏng. Nước lỏng là “dung môi vạn năng” mà nhờ nó, các chất hữu cơ đầu tiên ra đời.

Sao Kim và Trái Đất có kích thước gần bằng nhau. Chúng là hai thiên thể sinh đôi và đáng nhẽ lịch sử tiến hóa của chúng phải tương đồng. Các nhà văn khoa học viễn tưởng từng hình dung Sao Kim là một thế giới xanh tươi, nơi nghỉ dưỡng hoàn hảo cho các phi hành gia sau khi làm việc mệt mỏi. Thập niên 1930, Edgar Rice Burroughs giới thiệu một tên cướp liên hành tinh mới, Carson Napier, trong cuốn *Pirates of Venus* (Kẻ cướp Sao Kim). Ông miêu tả Sao Kim như một khu rừng rậm kỳ thú, đầy phiêu lưu mạo hiểm. Nhưng ngày nay, các nhà khoa học nhận ra Sao Kim và Sao Hỏa không hề giống Trái Đất. Có điều gì đó đã xảy ra cách đây hàng tỷ năm, đẩy chúng đi theo những con đường khác nhau.

Năm 1961, giữa lúc quan niệm lãng mạn về chốn địa đàng Sao Kim vẫn còn thống trị trong tư tưởng công chúng, Carl Sagan đưa ra một giả thuyết gây tranh cãi rằng hành tinh này bị quá tải khí nhà kính nên có nhiệt độ cực kỳ cao. Theo lý thuyết mới mẻ và chấn động của ông, khí cacbonic chỉ cho phép ánh sáng Mặt Trời di chuyển một chiều. Ánh sáng dễ dàng đi xuyên qua lớp khí cacbonic trong khí quyển Sao Kim bởi khí này trong suốt. Nhưng khi ánh sáng đi tới mặt đất, nó sẽ chuyển hóa thành hơi nóng hoặc bức xạ hồng ngoại, không dễ dàng thoát khỏi khí quyển nữa. Bức xạ bị giữ lại, tương tự như nhà kính giữ lại hơi nóng trong mùa đông hoặc nhiệt độ ô tô tăng cao trong mùa hè. Quá trình này xảy ra trên Trái Đất, nhưng trên Sao Kim tốc độ của nó còn tăng nhanh hơn do hành tinh này nằm gần Mặt Trời hơn rất nhiều, kết quả là hiệu ứng nhà kính diễn ra dữ dội hơn.

Tuyên bố của Sagan được chứng minh là chính xác khi vào năm sau đó, tàu thăm dò Marine 2 bay ngang Sao Kim và phát hiện sự thật gây sốc: nhiệt độ nơi đây nóng rực, lên đến gần 500°C, đủ nung chảy thiếc, chì và kẽm. Hóa ra, Sao Kim không phải thiên đường nhiệt đới, mà là địa ngục nóng như lò luyện kim. Những ảnh chụp sau đó khẳng định tin xấu trên là đúng. Khi mưa xuống, tình hình cũng không khá hơn vì mưa chứa toàn axit sulfuric ăn da. Do ở các nước phương Tây, Sao Kim được đặt tên theo nữ thần tình yêu và sắc đẹp Venus trong thần thoại Hy Lạp, nên thật mỉa mai khi axit sulfuric, có độ phản chiếu cao, lại chính là nguyên nhân khiến Sao Kim sáng nhất trên bầu trời đêm.

Thêm nữa, áp suất khí quyển Sao Kim cao gấp gần 100 lần Trái Đất. Hiệu ứng nhà kính chính là nguyên nhân. Ở Trái Đất, phần lớn khí cacbonic đi theo vòng tuần hoàn, được đại dương và đá hấp thụ. Nhưng ở Sao Kim, nhiệt độ cao đến

mức đại dương bốc hơi. Và đá, thay vì hấp thụ cacbonic, lại đẩy khí carbonic ra ngoài. Càng có nhiều cacbonic thoát ra từ đá thì hành tinh càng nóng thêm, tạo thành vòng luẩn quẩn.

Do áp suất khí quyển rất cao, nên đứng trên bề mặt Sao Kim cũng giống như đứng dưới hơn 900 m trong lòng đại dương Trái Đất. Chúng ta sẽ bị nghiền nát như vỏ một quả trứng. Nhưng kể cả khi tìm được cách vượt qua được áp suất và nhiệt độ cực cao, bạn vẫn sẽ phải đối mặt với cảnh tượng như trong chương *Inferno* (Hỏa ngục) của Dante. Không khí Sao Kim đặc đến nỗi khi bước chân đi, bạn sẽ có cảm giác như đang bước trên mặt đường dính chặt và mặt đất dưới chân bạn mềm, sệt, do nó hình thành từ kim loại nóng chảy. Chỉ cần bộ đồ vũ trụ của bạn bị thủng một lỗ cực nhỏ thôi là mưa axit cũng sẽ ăn vào. Và sảy chân một bước là bạn có thể rơi vào bể dung nham.

Với những điều kiện trên, cải tạo Sao Kim gần như là chuyện không thể xảy ra.

CHUYỆN GÌ ĐÃ XẢY RA VỚI ĐẠI DƯƠNG SAO HỎA?

Nếu Sao Kim, hành tinh song sinh của Trái Đất, tiến hóa theo con đường khác do nó nằm gần Mặt Trời hơn thì ta giải thích thế nào về sự tiến hóa của Sao Hỏa?

Điểm mấu chốt là Sao Hỏa không những cách xa Mặt Trời hơn Trái Đất mà còn nhỏ hơn, do đó nguội đi nhanh hơn. Lõi của nó không còn nóng chảy nữa. Từ trường hành tinh sinh ra do chuyển động của kim loại trong lõi nóng chảy tạo ra dòng điện. Do lõi của Sao Hỏa chỉ toàn đá rắn, nên nó không thể tạo ra từ trường đủ mạnh. Hơn nữa, các nhà khoa học tin rằng khoảng ba tỷ năm trước, các vụ va chạm dữ dội với thiên thạch có lẽ đã gây nhiều xáo trộn tới mức từ trường nguyên thủy bị phá vỡ. Điều này có thể giải thích vì sao Sao Hỏa mất khí quyển và nước. Thiếu từ trường bảo vệ Sao Hỏa khỏi các tia và lóa Mặt Trời nguy hiểm, khí quyển của hành tinh này dần bị gió Mặt Trời thổi bay vào không gian. Khi áp suất khí quyển giảm thì đại dương cũng bốc hơi.

Và còn một quá trình khác đẩy nhanh sự tan rã của khí quyển. Phần lớn lượng khí cacbonic nguyên thủy trên Sao Hỏa bị đại dương hấp thụ và chuyển hóa thành

hợp chất cacbon, lắng dưới đáy biển. Ở Trái Đất, hoạt động kiến tạo tái định hình các lục địa theo chu kỳ và giải phóng cacbonic trở lại mặt đất. Nhưng do lõi Sao Hỏa chỉ gồm đá rắn, nên ở đây hầu như không có hoạt động kiến tạo rõ rệt và khí cacbonic bị giam dưới lòng đất vĩnh viễn. Do lượng khí cacbonic giảm, hiệu ứng nhà kính ngược xảy ra và hành tinh trở nên băng giá.

Sự tương phản mạnh mẽ giữa Sao Hỏa và Sao Kim giúp ta càng trân trọng hơn quá trình biến đổi địa chất của Trái Đất. Lõi Trái Đất đã nguội từ hàng tỷ năm trước nhưng vẫn ở trạng thái nóng chảy, bởi khác với lõi Sao Hỏa, lõi Trái Đất chứa các chất phóng xạ mạnh như urani và thori với chu kỳ bán rã hàng tỷ năm. Mỗi khi ta đối mặt với sức mạnh khủng khiếp của núi lửa phun trào hay sự tàn phá nặng nề do động đất, đó là ta đang chứng kiến bằng chứng cho thấy năng lượng của lõi phóng xạ Trái Đất vẫn gây ra các sự kiện trên mặt đất và giúp duy trì sự sống.

Nhiệt lượng tỏa ra từ sự phóng xạ sâu trong lòng Trái Đất lại khuấy tung lõi sắt và sinh ra từ trường. Từ trường bảo vệ khí quyển khỏi gió Mặt Trời và làm lệch hướng bức xạ gây chết người từ vũ trụ. (Ta sẽ thấy hiện tượng này dưới dạng Bắc cực quang, xuất hiện khi bức xạ Mặt Trời va chạm với từ trường Trái Đất. Từ trường quanh Trái Đất giống một cái phễu lớn, nó đưa bức xạ từ vũ trụ đi về hai cực, sau đó hầu hết bức xạ sẽ bị khí quyển đánh bật hoặc hấp thụ.) Trái Đất lớn hơn Sao Hỏa, nên nó không nguội nhanh bằng, đồng thời nó cũng không bị mất từ trường do va chạm với thiên thạch khổng lồ.

Đến đây, ta có thể quay về với câu hỏi làm thế nào để giữ cho Sao Hỏa không trở về trạng thái ban đầu sau khi đã được cải tạo. Một phương pháp rất tham vọng là thiết lập từ trường nhân tạo quanh Sao Hỏa. Để thực hiện việc này, ta sẽ phải quấn những cuộn dây siêu dẫn khổng lồ quanh xích đạo của hành tinh này. Áp dụng định luật điện từ, ta có thể tính ra lượng năng lượng và vật liệu cần thiết để sản xuất cuộn dây dẫn đó. Nhưng phương pháp này nằm ngoài khả năng của chúng ta ở thế kỷ hiện tại.

Tuy nhiên, những người khai khẩn Sao Hỏa không nhất thiết phải thấy nguy cơ trên là vấn đề khẩn cấp. Khí quyển sau khi cải tạo sẽ tồn tại ổn định trong khoảng một thế kỷ hoặc lâu hơn, vậy nên việc điều chỉnh có thể thực hiện từ từ trong vài

thế kỷ. Giữ gìn, bảo dưỡng là công việc có phần hơi phiền hà nhưng chỉ là cái giá rất nhỏ đối với việc xây dựng căn cứ ngoài không gian của con người.

Cải tạo Sao Hỏa là mục tiêu chính của thế kỷ 22. Nhưng giới khoa học cũng đã nhìn tới cả các thiên thể ở xa hơn nữa. Triển vọng nhất có lẽ là nhóm mặt trăng bay quanh các hành tinh khí khổng lồ, trong đó có Europa - vệ tinh của Sao Mộc và Titan - vệ tinh của Sao Thổ. Người ta từng thấy vệ tinh của các hành tinh khí khổng lồ chỉ là những khối đá cằn cỗi y hệt nhau, nhưng giờ chúng đã được nhìn nhận là những vùng đất độc đáo, mỗi nơi có các mạch nước phun, đại dương, hẻm núi và ánh sáng khí quyển riêng. Các mặt trăng này đang được xem là nơi cư ngụ của con người trong tương lai.

6. CÁC HÀNH TINH KHÍ KHÔNG LỒ, SAO CHỐI VÀ XA HƠN NỮA

Vào một tuần định mệnh của tháng 1 năm 1610, Galileo khám phá ra một điều rồi đây sẽ làm lung lay nền tảng giáo hội Công giáo, thay đổi quan niệm của loài người về vũ trụ và mở ra một cuộc cách mạng.

Bằng chiếc kính viễn vọng vừa chế tạo, ông quan sát Sao Mộc và bối rối khi thấy bốn vật thể sáng bay gần nó. Cẩn thận phân tích chuyển động của chúng trong hơn một tuần, ông tin rằng chúng quay quanh Sao Mộc. Ông đã tìm ra một “Hệ Mặt Trời” cỡ nhỏ trong không gian.

Galileo nhanh chóng hiểu ra phát hiện này mang ý nghĩa cả về vũ trụ học lẫn thần học. Suốt nhiều thế kỷ, dựa trên tư tưởng của Aristotle, Giáo hội Công giáo luôn dạy rằng mọi thiên thể, bao gồm cả Mặt Trời và các hành tinh, đều quay quanh Trái Đất. Vậy mà ông vừa tìm ra một ví dụ phản bác điều đó. Trái Đất bị phế truất khỏi vị trí trung tâm vũ trụ. Bỗng chốc, “chân lý” thống trị lý thuyết của giáo hội và thiên văn học suốt 2.000 năm đã sụp đổ.

Những khám phá của Galileo khiến quần chúng lên cơn sốt. Ông chẳng cần đội quân tuyên truyền viên hay cố vấn PR để thuyết phục mọi người về sự thật trong những quan sát của mình. Họ chỉ cần nhìn bằng mắt thường là biết ông đã đúng, và ông được chào đón như người hùng khi đến thăm Rome vào năm sau đó. Tuy nhiên, Giáo hội lại không vừa ý. Sách của Galileo bị cấm và họ đưa ông ra xử trước tòa án dị giáo. Họ đe dọa tra tấn nếu ông không rút lại những ý tưởng “tà giáo” của mình.

Cá nhân Galileo tin rằng khoa học và tôn giáo có thể cùng tồn tại song song. Ông từng viết rằng mục đích của khoa học là để nghiên cứu xem bầu trời hoạt động ra sao, còn mục đích của tôn giáo là tìm cách để lên thiên đường. Nói cách khác, khoa học là về định luật tự nhiên, còn tôn giáo là về luân lý, đạo đức và sẽ không có xung đột giữa hai bên chừng nào vẫn có sự phân biệt rõ ràng như vậy. Nhưng khi chúng xung đột nhau trong phiên tòa xử ông, Galileo bị bắt ép phải công khai từ bỏ các lý thuyết của mình, nếu không sẽ bị xử tử. Những người buộc tội nhắc lại với ông về Giordano Bruno, người tu sĩ từng bị thiêu sống vì đưa ra tuyên bố về vũ trụ, trong khi tuyên bố này còn kém hoàn thiện hơn của Galileo nhiều. Phải tới hai thế kỷ sau thì phần lớn lệnh cấm đối với sách của Galileo mới được dỡ bỏ.

Ngày nay, bốn thế kỷ sau sự kiện trên, bốn vệ tinh của Sao Mộc – thường được gọi là các vệ tinh Galileo - lại một lần nữa mở ra cuộc cách mạng. Có người tin rằng chúng, cùng với các vệ tinh của Sao Thổ, Sao Thiên Vương và Sao Hải Vương, có thể nắm giữ chìa khóa sự sống trong vũ trụ.

CÁC HÀNH TINH KHÍ KHỔNG LỒ

Khi tàu Voyager 1 và 2 bay qua các hành tinh khí khổng lồ trong khoảng từ 1979 đến 1989, chúng đã khẳng định những hành tinh này rất giống nhau: tất cả đều cấu thành chủ yếu từ hydro và heli, với tỷ lệ trọng lượng khoảng 4:1. (Hỗn hợp hydro và heli cũng chính là thành phần cơ bản của Mặt Trời và hầu hết vũ trụ. Nó hình thành cách đây khoảng 14 tỷ năm, khi 1/4 lượng hydro nguyên thủy tổng hợp lại thành heli vào thời điểm xảy ra Big Bang.)

Lịch sử các hành tinh khí khổng lồ cũng tương đồng với nhau. Như đã đề cập, giới khoa học đặt giả thuyết rằng cách đây 4,5 tỷ năm, toàn bộ các hành tinh trong Hệ Mặt Trời đều là những lõi đá nhỏ, cô đặc từ đĩa hydro và bụi bao quanh Mặt Trời. Các lõi vòng trong trở thành Sao Thủy, Sao Kim, Trái Đất và Sao Hỏa. Lõi của các hành tinh nằm xa Mặt Trời hơn chứa băng, vốn có rất nhiều ở khoảng cách đó, và đá. Băng đóng vai trò như keo dán, nên lõi chứa băng sẽ phát triển hơn gấp mười lần so với lõi chỉ chứa đá. Trọng lực của chúng mạnh lên đến mức hút vào hầu hết lượng hydro còn tồn trong mặt phẳng Hệ Mặt Trời sơ khai. Lõi

càng lớn, lượng khí bị hút vào càng nhiều, cho đến khi chúng hút cạn lượng hydro xung quanh.

Kết cấu bên trong các hành tinh khí khổng lồ được cho là giống nhau. Nếu có thể cắt đôi chúng như cắt củ hành, ta sẽ thấy ở ngoài cùng là khí quyển dày. Chúng ta trông đợi ở bên dưới là đại dương hydro lỏng siêu lạnh. Có suy đoán rằng, dưới áp lực cực lớn, tâm của hành tinh sẽ chứa một lõi hydro rắn đặc và nhỏ.

Tất cả các hành tinh khí khổng lồ đều có các dải màu sặc sỡ bao quanh, tạo ra do các tạp chất trong khí quyển tương tác với chuyển động quay của hành tinh. Mỗi hành tinh đều có các cơn bão khổng lồ càn quét trên bề mặt. Sao Mộc có Vết Đỏ Lớn – cơn bão dường như luôn hiện diện và có kích thước lớn đến mức có thể chứa được vài hành tinh cỡ Trái Đất. Sao Hải Vương thì có các vết tối lúc ẩn lúc hiện.

Tuy nhiên, chúng có khác biệt về kích thước. Lớn nhất là Sao Mộc, tiếng Anh là Jupiter, đặt theo tên vị thần tối cao trong thần thoại La Mã. Sao Mộc lớn đến mức trọng lượng của nó lớn hơn cả tổng trọng lượng các hành tinh còn lại trong Hệ Mặt Trời. Nó có thể dễ dàng chứa được 1.300 Trái Đất. Phần lớn những gì ta biết về Sao Mộc là nhờ tàu Galileo. Sau tám năm kiên trì bay quanh Sao Mộc, tàu được kết thúc sứ mạng bằng cách đâm xuống hành tinh này vào năm 2003. Nó tiếp tục truyền tín hiệu về Trái Đất sau khi đi vào khí quyển, cho đến khi bị trường trọng lực cực mạnh nghiền nát. Những mảnh vỡ của nó có lẽ đã chìm dưới đại dương hydro lỏng.

Xung quanh Sao Mộc là một dải bức xạ chết chóc rất lớn. Nó là nguyên nhân chính làm nhiễu sóng phát thanh và truyền hình. (Một phần nhỏ gây nhiễu sóng khác đến từ vụ Big Bang). Các phi hành gia đến gần Mộc Tinh cần được che chắn cẩn thận khỏi bức xạ. Và việc liên lạc ở đây sẽ khó khăn do sóng nhiễu.

Một nguy cơ khác cần đề phòng là trường trọng lực mạnh mẽ của Sao Mộc: nó có thể bắt giữ hoặc khiến bất kỳ vật thể nào bay quá gần bắn vào không gian, kể cả các vệ tinh tự nhiên hay hành tinh. Nhưng khả năng đáng sợ này lại đem đến lợi ích cho chúng ta từ cách đây nhiều tỷ năm. Hệ Mặt Trời thuở sơ khai chứa đầy các mảnh vụn lớn liên tục rơi xuống Trái Đất. May mắn là trường trọng lực của

Sao Mộc đã đóng vai trò như chiếc máy hút bụi, hút hoặc thổi chúng bay đi. Mô phỏng máy tính cho thấy, nếu Sao Mộc không tồn tại thì Trái Đất ngày nay sẽ vẫn phải hứng chịu các thiên thạch khổng lồ “oanh tạc” và sự sống sẽ không thể tồn tại được. Trong tương lai, khi tìm kiếm các Hệ Mặt Trời khác để khai phá, chúng ta nên tìm những hệ có một hành tinh giống như Sao Mộc, đủ lớn để dọn dẹp các mảnh vụn trong không gian.

Sự sống mà chúng ta biết khó lòng tồn tại trên các hành tinh khí khổng lồ. Không một hành tinh nào trong số chúng có bề mặt đủ rắn chắc để các sinh vật có thể tiến hóa. Chúng thiếu nước lỏng cùng các nguyên tố cần thiết để tạo ra hydrocarbon và các chất hữu cơ. Và vì nằm cách Mặt Trời hàng tỷ kilômét, nên chúng lạnh khủng khiếp.

CÁC VỆ TINH TỰ NHIÊN CỦA HÀNH TINH KHÍ KHỔNG LỒ

Về tiềm năng nuôi dưỡng sự sống, Sao Mộc và Sao Thổ không đáng quan tâm bằng các vệ tinh của chúng. Sao Mộc có ít nhất 69 vệ tinh, Sao Thổ ít nhất là 62. Các nhà thiên văn từng cho rằng tất cả các vệ tinh Sao Mộc đều giống hệt nhau: lạnh lẽo, hoang vắng như Mặt Trăng của chúng ta. Họ rất ngạc nhiên khi phát hiện chúng đều sở hữu những đặc điểm riêng. Phát hiện này đã cho giới khoa học cái nhìn mới về sự sống trong vũ trụ.

Có lẽ kỳ lạ nhất chính là Europa, một trong bốn vệ tinh do Galileo khám phá. Giống như các vệ tinh khác của hành tinh khí khổng lồ, Europa có một lớp băng dày bao phủ. Có giả thuyết cho rằng hơi nước từ núi lửa khi xưa trên Europa đã cô đặc thành các đại dương cổ, rồi đại dương đóng băng khi vệ tinh này nguội đi. Điều này giải thích hiện tượng kỳ lạ rằng Europa là một trong những vệ tinh có bề mặt mịn nhất trong Hệ Mặt Trời. Tuy Europa cũng phải hứng chịu những vụ va chạm mạnh với các tiểu hành tinh, nhưng có lẽ các đại dương đã đóng băng sau khi xảy ra va chạm và che lấp hết các dấu vết. Nhìn từ không gian, trông Europa giống một quả bóng bàn, hầu như không có dạng địa mạo nào – không có núi lửa, rặng núi, hay hố va chạm thiên thạch. Thứ duy nhất nhìn thấy được là một mạng lưới các vết nứt.

Các nhà thiên văn cũng sẽ khi phát hiện thấy dưới lớp băng của Europa có thể là một đại dương nước lỏng. Ước tính thể tích đại dương này lớn gấp hai hay ba lần thể tích đại dương Trái Đất - đại dương ở Trái Đất chỉ nằm trên bề mặt, trong khi đại dương của Europa chiếm gần hết lớp bên trong.

Nếu như cánh nhà báo thường nói: “Hãy đi theo tiền” thì nhà thiên văn có câu: “Hãy đi theo nước”, bởi nước là nền tảng hình thành nên sự sống mà chúng ta biết. Họ rất sốc khi thấy nước lỏng có thể tồn tại ở vương quốc các hành tinh khí khổng lồ. Sự hiện diện của nước trên Europa làm dấy lên một câu hỏi: Lấy đâu ra hơi nóng để làm tan băng? Điều này có vẻ thách thức mọi kiến thức đã biết. Lâu nay chúng ta vẫn thường nghĩ Mặt Trời là nguồn nhiệt duy nhất trong Hệ Mặt Trời và các hành tinh phải nằm trong vùng Goldilocks thì mới có thể có sự sống, nhưng Sao Mộc lại nằm rất xa ngoài vùng Goldilocks. Tuy nhiên, ta đã bỏ qua việc xem xét một nguồn năng lượng tiềm tàng khác: đó là lực thủy triều. Có thể trọng lực quá lớn của Sao Mộc đã hút mạnh và làm méo Europa. Khi Europa quay quanh Sao Mộc, nó vừa quay quanh trục của mình vừa xê dịch liên tục, nên chỗ phình thủy triều của Europa liên tục di chuyển. Tác động hút và làm méo có thể tạo ra ma sát mạnh trong lõi vệ tinh khi đá bị nén chặt vào nhau, lượng nhiệt sản sinh từ ma sát này đủ để làm tan chảy phần lớn lớp vỏ băng của vệ tinh.

Với việc tìm ra nước lỏng trên Europa, các nhà thiên văn nhận ra có những nguồn năng lượng có thể tạo nên sự sống ngay cả ở những nơi tối tăm nhất trong không gian. Vậy là tất cả sách giáo khoa thiên văn đã được viết lại.

EUROPA CLIPPER

Tàu Europa Clipper được dự kiến phóng vào khoảng năm 2022. Với chi phí xấp xỉ hai tỷ đô-la, nhiệm vụ của nó là phân tích lớp băng bao phủ Europa cũng như cấu tạo và bản chất của đại dương bên dưới, từ đó tìm kiếm dấu hiệu của các chất hữu cơ.

Các kỹ sư gặp một vấn đề khá tinh vi khi tính toán đường bay cho Clipper. Vì Europa nằm trong vòng bức xạ dữ dội bao quanh Sao Mộc, nên các tàu bay quanh vệ tinh này sẽ bị “quay chín” chỉ sau vài tháng. Nhằm tránh nguy cơ này

và kéo dài thời gian làm nhiệm vụ, họ quyết định sẽ phóng Clipper lên Sao Mộc theo quỹ đạo nằm ngoài vành đai bức xạ, sau đó mới điều chỉnh cho nó lại gần Sao Mộc và thực hiện 45 chuyến bay sát có thời lượng ngắn nhằm thăm dò Europa.

Một trong những mục đích của những chuyến bay này là khảo sát và bay xuyên qua, nếu được, các mạch hơi nước phun trên Europa mà Kính viễn vọng không gian Hubble đã quan sát thấy. Tàu Clipper cũng có thể thả các tàu con xuống mạch phun để lấy mẫu đem về. Do Clipper sẽ không tự mình hạ cánh lên vệ tinh, nên nghiên cứu hơi nước là cách tốt nhất lúc này để hiểu thêm về đại dương trên Europa. Nếu Clipper thành công, các nhiệm vụ sau này sẽ cố gắng đáp xuống Sao Mộc, khoan vào lớp vỏ băng và đưa tàu ngầm xuống đại dương.

Nhưng Europa không phải vệ tinh duy nhất mà chúng ta đang tìm kiếm các chất hữu cơ và vi sinh vật. Trên bề mặt Enceladus, vệ tinh Sao Thổ, cũng có các mạch nước phun, nghĩa là cũng có thể có đại dương nằm bên dưới lớp băng ở đây.

VÀNH ĐAI SAO THỔ

Hiện nay, các nhà thiên văn đã biết yếu tố quan trọng nhất trong sự tiến hóa của các vệ tinh này là lực thủy triều. Vậy nên, việc quan trọng tiếp theo là nghiên cứu về độ lớn và cách hoạt động của chúng. Lực thủy triều cũng có thể cho ta câu trả lời về một trong những bí mật lâu đời nhất của nhóm hành tinh khí khổng lồ: nguồn gốc những vành đai tuyệt đẹp của Sao Thổ. Trong tương lai, khi các phi hành gia ghé thăm những hành tinh bên ngoài Hệ Mặt Trời, các nhà thiên văn tin rằng rất nhiều hành tinh khí khổng lồ cũng có những vành đai bao quanh tương tự. Điều đó sẽ giúp các nhà thiên văn xác định chính xác độ lớn của lực thủy triều và liệu chúng có đủ mạnh để xé tan các vệ tinh ra không.

Những vành đai tuyệt đẹp cấu thành từ các hạt đá và băng đã mê hoặc bao thế hệ nghệ sĩ và những người mộng mơ. Trong truyện khoa học viễn tưởng, bay quanh các vành đai bằng tàu vũ trụ là nghi thức dành cho mọi phi hành gia tập sự. Các tàu thăm dò đã phát hiện tất cả các hành tinh khí khổng lồ đều có vành đai, dù không hành tinh nào có vành đai lớn và đẹp bằng Sao Thổ.

Có nhiều giả thuyết giải thích về sự tồn tại của chúng, nhưng có lẽ thuyết phục nhất là thuyết về lực thủy triều. Lực hút của Sao Thổ, cũng giống Sao Mộc, đủ mạnh để làm vệ tinh bị biến dạng thành hình bầu dục. Vệ tinh càng đến gần Sao Thổ thì càng bị kéo giãn. Cuối cùng, lực thủy triều kéo giãn vệ tinh sẽ ngang bằng với trọng lực giữ cho nó liên một khối. Đó là điểm giới hạn. Nếu đến gần hơn nữa, vệ tinh sẽ bị trọng lực Sao Thổ xé toạc theo đúng nghĩa đen.

Áp dụng định luật Newton, các nhà thiên văn có thể tính khoảng cách đến điểm giới hạn, gọi là giới hạn Roche. Khi nghiên cứu vành đai của không chỉ Sao Thổ mà cả các hành tinh khí khổng lồ khác, ta thấy chúng hầu như luôn nằm trong giới hạn Roche của từng hành tinh.

Còn tất cả các vệ tinh đều nằm bên ngoài. Bằng chứng này, tuy chưa thật sự chắc chắn, nhưng ủng hộ cho giả thuyết vành đai Sao Thổ hình thành khi một vệ tinh di chuyển quá gần và bị xé tan.

Trong tương lai, khi đến thăm những hành tinh quay quanh các ngôi sao khác, có thể ta sẽ thấy những vành đai bao quanh hành tinh khí khổng lồ nhưng nằm bên trong giới hạn Roche. Và khi nghiên cứu độ lớn của lực thủy triều, vốn đủ mạnh để xé tan các vệ tinh tự nhiên, ta có thể tính ra lực thủy triều tác động lên các vệ tinh giống Europa.

NHÀ MỚI TẠI TITAN?

Titan, một trong các vệ tinh của Sao Thổ, là ứng viên tiếp theo để con người thám hiểm, dù khu định cư tại đây sẽ không đông đúc như trên Sao Hỏa. Titan là vệ tinh lớn thứ hai trong Hệ Mặt Trời, sau Ganymede của Sao Mộc, và là vệ tinh duy nhất có khí quyển dày. Khác với bầu khí quyển mỏng của các vệ tinh khác, khí quyển Titan dày đến mức những ảnh chụp ban đầu không mấy hiệu quả. Trông nó chỉ như quả bóng tennis mờ mờ không có dạng địa mạo nào.

Tàu Cassini bay quanh Sao Thổ trước khi lao xuống hành tinh này vào năm 2017. Nó đã khám phá được bản chất thật của Titan. Cassini dùng radar để nhìn xuyên qua lớp mây bao phủ và lập bản đồ bề mặt Titan. Nó đã từng thả tàu Huygens đáp

xuống Titan năm 2005 và gửi về những bức ảnh cận cảnh đầu tiên của địa hình vệ tinh. Trong ảnh là một mạng lưới phức tạp gồm các ao, hồ, dải băng và lục địa.

Từ dữ liệu do tàu Cassini và Huygens thu thập, các nhà khoa học đã dựng nên bức tranh tổng thể của vùng đất bên dưới lớp mây. Khí quyển Titan, giống Trái Đất, chủ yếu chứa nitơ. Nhưng điều bất ngờ là bề mặt của nó lại phủ đầy những hồ etan và metan. Do metan rất dễ bắt lửa nên ta có thể sẽ nghĩ Titan rất dễ bùng cháy. Nhưng do khí quyển Titan không có oxy và nhiệt độ cực lạnh, -180°C , nên chuyện phát nổ là điều không thể xảy ra. Các nghiên cứu còn chỉ ra một khả năng rất thú vị, đó là các phi hành gia có thể lấy băng trên Titan, tách oxy và hydro, rồi kết hợp oxy với metan để tạo ra nguồn năng lượng gần như vô tận – có lẽ đủ để thắp sáng và sưởi ấm cho cộng đồng định cư tiên phong.

Tuy năng lượng có thể không phải là một vấn đề nhưng cải tạo Titan vẫn chưa phải việc khả thi. Titan nằm cách Mặt Trời quá xa, nên việc tạo hiệu ứng nhà kính tự duy trì là điều gần như không thể. Và khí quyển của nó đã chứa lượng lớn metan, nên bơm thêm vào cũng chỉ vô ích.

Và liệu chúng ta có để ở được trên Titan không? Một mặt, Titan là vệ tinh duy nhất sở hữu một bầu khí quyển đáng kể, với áp suất cao hơn Trái Đất 45%. Đây là một trong số ít những nơi trong không gian mà ta sẽ không chết ngay nếu cởi bỏ bộ đồ vũ trụ. Ta vẫn cần mặt nạ oxy, nhưng máu trong người sẽ không sôi và ta cũng không bị ép vụn.

Mặt khác, Titan tối và lạnh triền miên. So với trên Trái Đất, phi hành gia đứng trên bề mặt Titan chỉ nhận được lượng ánh sáng Mặt Trời bằng 0,1%. Lượng quang năng không đủ để làm nguồn năng lượng, nên toàn bộ ánh sáng và nhiệt lượng sẽ phụ thuộc vào máy phát chạy không ngừng nghỉ. Thêm vào đó, bề mặt Titan toàn băng giá, khí quyển thiếu trầm trọng lượng oxy và khí cacbonic để nuôi dưỡng động thực vật. Làm nông sẽ cực kỳ khó khăn và các vụ mùa phải được trồng trong nhà kính hoặc dưới lòng đất. Nguồn thức ăn hạn hẹp, chỉ nuôi sống được rất ít người.

Liên lạc về hành tinh quê nhà cũng là một bất tiện, do tín hiệu radio phải mất hàng tiếng đồng hồ mới truyền được tin nhắn giữa Titan và Trái Đất. Trọng lực

Titan chỉ bằng 15% trọng lực Trái Đất, nên cư dân sống trên Titan sẽ phải liên tục tập luyện để tránh mất cơ và xương. Sau cùng, có thể họ sẽ từ chối quay về Trái Đất, bởi khi quay về họ sẽ trở thành những người ốm yếu. Theo thời gian, những người khai khẩn Titan có thể cảm thấy cách biệt về cả tình cảm lẫn thể chất với người ở hành tinh quê nhà, thậm chí có thể họ sẽ muốn cắt đứt mọi liên hệ xã hội.

Vậy nên sống vĩnh viễn trên Titan là điều khả thi, nhưng sẽ rất bất tiện và gặp nhiều khó khăn. Khu định cư quy mô lớn xem chừng không phù hợp. Nhưng Titan sẽ là một trạm tiếp nhiên liệu và kho tài nguyên giá trị. Chúng ta có thể khai thác metan ở hành tinh này và vận chuyển đến Sao Hỏa để đẩy nhanh tiến trình cải tạo, hoặc dùng chúng để tạo ra lượng nhiên liệu tên lửa vô tận cho các nhiệm vụ không gian xa hơn. Băng Titan có thể lọc thành nước uống, chế tạo oxy hoặc chế biến thành nhiên liệu tên lửa. Lực hút của trọng lực thấp giúp cho việc hạ và cất cánh tương đối dễ dàng, tốn ít công sức. Titan có thể trở thành một trạm tiếp xăng quan trọng trong không gian.

Để tạo một khu định cư tự duy trì trên Titan, ta có thể xem xét việc khai thác các khoáng sản và quặng quý giá trên bề mặt. Hiện tại, các tàu thăm dò chưa cung cấp được nhiều thông tin về thành phần khoáng sản của Titan, nhưng giống như rất nhiều tiểu hành tinh, có thể nó cũng chứa nhiều kim loại giá trị. Điều này rất hữu dụng nếu nó được trở thành trạm tiếp nhiên liệu và năng lượng. Tuy nhiên, đưa quặng được khai thác từ Titan về Trái Đất sẽ không thật tiện lợi vì khoảng cách giữa chúng rất xa và tốn chi phí cao. Thay vì thế, vật liệu thô sẽ được dùng để xây dựng cơ sở hạ tầng tại chỗ.

ĐÁM MÂY SAO CHỐI OORT

Xa hơn các hành tinh khí khổng lồ, tới tận ngoài rìa của Hệ Mặt Trời, là một thế giới khác: thế giới của hàng ngàn tỷ sao chổi. Chúng có thể trở thành bàn đạp đưa chúng ta vươn đến những vì sao khác.

Đường đến với các ngôi sao xa xôi đến tưởng chừng không thể chinh phục được. Nhà vật lý Freeman Dyson tại Đại học Princeton gợi ý rằng chúng ta nên học hỏi từ phương pháp của thổ dân Polynesia hàng ngàn năm trước. Thay vì cố đi một

chuyến dài vượt Thái Bình Dương và có thể kết thúc trong thảm họa, họ lần lượt nhảy từ đảo này sang đảo kia. Mỗi lần đến một đảo nào đó, họ dừng chân, xây dựng khu định cư rồi mới tiếp tục di chuyển sang đảo tiếp theo. Ông đề xuất ta có thể xây dựng các điểm trung gian trong vũ trụ theo cùng cách đó. Yếu tố then chốt của chiến lược này là các sao chổi. Chúng, cùng với những hành tinh lang thang vì lý do nào đó bị đẩy khỏi Hệ Mặt Trời của mình, có thể trở thành con đường tới những vì sao.

Sao chổi là đối tượng của những suy đoán, huyền thoại thêu dệt và nỗi sợ trong suốt nhiều thiên niên kỷ. Khác với sao băng chỉ vụt qua bầu trời đêm vài giây rồi biến mất, sao chổi hiện diện trong khoảng thời gian khá dài. Chúng từng bị coi là điềm xấu, thậm chí có tác động đến vận mệnh quốc gia. Năm 1066, sao chổi xuất hiện trên bầu trời nước Anh, được diễn giải là điềm báo quân đội vua Harold sẽ thua trận Hasting và lực lượng xâm lăng của William xứ Normandy²³ sẽ thiết lập triều đại mới. Tấm thảm thêu Bayeux tuyệt đẹp đã ghi nhận sự kiện này, khắc họa cảnh người dân và binh lính sợ hãi khi nhìn lên ngôi sao chổi.

Hơn 600 năm sau, năm 1682, cũng ngôi sao chổi đó lại xuất hiện ở Anh. Tất cả mọi người, từ ăn mày cho đến nhà vua, đều mê mẩn, và Isaac Newton quyết định đi tìm lời giải cho bí ẩn xa xưa này. Khi ấy, ông vừa chế tạo ra loại kính viễn vọng mới mạnh hơn, sử dụng một mặt gương để thu nhận ánh sao. Bằng chiếc kính viễn vọng phản xạ này, ông lập ra đường bay của một số sao chổi và so sánh chúng với những dự báo mà ông thực hiện dựa trên định luật vạn vật hấp dẫn, cũng do chính ông phát triển không lâu trước đó. Đường bay của sao chổi hoàn toàn khớp với những dự báo của ông.

Với bản tính kín đáo, ít thổ lộ, khám phá quan trọng của ông suýt đã bị lãng quên nếu không có nhà thiên văn giàu có Edmond Halley. Halley đến Cambridge thăm Newton và kinh ngạc khi biết Newton không chỉ theo dõi sao chổi mà còn dự đoán được đường bay trong tương lai của chúng - điều chưa từng ai làm được. Newton đã trình bày một trong những hiện tượng khó hiểu nhất trong thiên văn học, khiến nhiều nền văn minh say mê và ám ảnh suốt hàng ngàn năm, thành một loạt công thức toán học.

Halley hiểu ngay đây là một trong những bước đột phá vĩ đại nhất trong mọi ngành khoa học. Ông hào phóng đề nghị chi trả mọi chi phí để xuất bản cuốn sách mà sau này sẽ trở thành một trong những tác phẩm khoa học lớn nhất mọi thời đại, bộ *Principia Mathematica* (Nguyên lý toán học). Trong kiệt tác này, Newton đã tính toán về cơ học hành tinh. Sử dụng hệ toán tích phân do chính mình phát minh, ông có thể xác định chính xác chuyển động của các hành tinh và sao chổi trong Hệ Mặt Trời. Ông khám phá ra sao chổi di chuyển theo hình elip, nên chúng có thể xuất hiện trở lại theo chu kỳ. Và nhờ các phương pháp của Newton, Halley tính được rằng ngôi sao chổi đã xuất hiện trên bầu trời Luân Đôn năm 1682 sẽ trở lại sau mỗi chu kỳ 76 năm. Thực tế, ông có thể truy ngược lịch sử và chứng minh rằng chính sao chổi đó đã luôn xuất hiện trở lại theo đúng chu kỳ mà ông tính ra. Ông đưa ra lời tiên đoán táo bạo rằng sao chổi này sẽ quay lại vào năm 1758, rất lâu sau khi ông qua đời. Ngôi sao xuất hiện vào ngày Giáng sinh năm 1758 và người ta đã lấy tên ông đặt cho nó.

Ngày nay, ta biết sao chổi chủ yếu đến từ hai nơi. Thứ nhất là Vành đai Kuiper, vùng nằm bên ngoài Sao Hải Vương và di chuyển theo quỹ đạo trên cùng mặt phẳng với các hành tinh. Các sao chổi thuộc Vành đai Kuiper, trong đó có sao chổi Halley, quay quanh Mặt Trời theo hình elip. Chúng đôi khi được gọi là sao chổi ngắn hạn, vì chu kỳ quỹ đạo, hay thời gian để chúng đi hết một vòng quanh Mặt Trời, chỉ kéo dài từ vài thập niên tới vài thế kỷ. Do đã biết hoặc có thể tính toán được chu kỳ của chúng, nên các sao chổi này có thể dự đoán trước và không gây nên nguy cơ nào đặc biệt nguy hiểm.

Ở xa hơn nữa là Đám mây Oort, đám mây sao chổi hình cầu bao quanh toàn bộ Hệ Mặt Trời. Nhiều sao chổi ở đây cách Mặt Trời tới vài năm ánh sáng - xa tới mức chúng gần như không di chuyển. Thỉnh thoảng chúng bị cuốn vào trong Hệ do chuyển động của một ngôi sao đi ngang qua hoặc do va chạm ngẫu nhiên. Chúng được gọi là sao chổi dài hạn, do có chu kỳ quỹ đạo hàng chục hay thậm chí hàng trăm ngàn năm. Loại sao chổi này gần như không thể dự báo trước được nên chúng tiềm ẩn nhiều nguy cơ đối với Trái Đất hơn so với sao chổi ngắn hạn.

Mỗi năm, số thiên thể được khám phá trong Vành đai Kuiper và Đám mây Oort đều nhiều thêm. Một giả thuyết năm 2016 nêu rằng hành tinh thứ chín, có kích thước tương đương Sao Hải Vương, có thể tồn tại sâu trong Vành đai Kuiper.

Thiên thể này được xác định không thông qua quan sát trực tiếp bằng kính viễn vọng mà do dùng máy tính giải các phương trình Newton. Tuy sự hiện diện của hành tinh này chưa được xác nhận, nhưng nhiều nhà thiên văn tin rằng dữ liệu trên là đáng tin cậy bởi trong quá khứ cũng từng có hành tinh mới được phát hiện theo cách tương tự. Hồi thế kỷ 19, người ta phát hiện thấy quỹ đạo Sao Thiên Vương hơi chệch khỏi những dự đoán theo các định luật Newton, tức là hoặc Newton đã sai, hoặc có một thiên thể ở xa hơn tác động lên Sao Thiên Vương. Các nhà khoa học tính toán vị trí của hành tinh trong giả thuyết này và tìm thấy nó vào năm 1846, chỉ sau vài giờ quan sát. Thiên thể đó được gọi tên là Sao Hải Vương. (Các nhà thiên văn cũng từng nhận thấy Sao Thủy đi lệch khỏi quỹ đạo dự kiến. Họ phỏng đoán rằng có một hành tinh khác hiện diện trên quỹ đạo Sao Thủy và đặt tên cho nó là Vulcan. Nhưng sau nhiều cố gắng, không có hành tinh Vulcan nào được tìm ra. Albert Einstein nhận thấy các định luật Newton có thể có thiếu sót và ông chứng minh quỹ đạo Sao Thủy có thể được giải thích bằng một tác động hoàn toàn mới là độ cong không-thời gian theo thuyết tương đối của ông.) Ngày nay, máy tính tốc độ cao áp dụng phương trình Newton có khả năng phát hiện thêm nhiều “cư dân” ở Vành đai Kuiper và Đám mây Oort.

Các nhà thiên văn nghi ngờ Đám mây Oort có thể trải dài cách Hệ Mặt Trời đến ba năm ánh sáng, bằng hơn nửa chặng đường đến hệ sao gần nhất là Centauri, gồm ba ngôi sao và cách Trái Đất hơn bốn năm ánh sáng. Nếu hệ sao Centauri cũng được đám mây sao chổi bao quanh thì ta sẽ có hẳn một dãy sao chổi kết nối với Trái Đất. Chúng ta có thể thiết lập hàng loạt trạm nhiên liệu, căn cứ và trạm trung chuyển trên xa lộ liên sao khổng lồ này. Thay vì nhảy thẳng đến ngôi sao tiếp theo, ta có thể đặt mục tiêu khiêm tốn hơn: “nhảy cóc” từ từ đến hệ sao Centauri. Con đường này sẽ là một dạng Quốc lộ 66²⁴ của vũ trụ.

Việc thiết lập xa lộ sao chổi không hề phi thực tế như mới thoát nghe. Các nhà thiên văn đã xác định được khá rõ thông tin về kích thước, độ bền vững và cấu tạo các sao chổi. Khi sao chổi Halley bay ngang qua Trái Đất năm 1986, giới thiên văn đã phóng một đội tàu vũ trụ lên chụp ảnh và phân tích nó. Ảnh chụp cho thấy một lõi nhỏ, rộng chừng 16 km, hình dáng như củ lạc (nghĩa là một lúc nào đó trong tương lai nó sẽ gãy đôi và trở thành một cặp sao chổi). Ngoài ra, các nhà khoa học đã đưa được nhiều tàu thăm dò bay xuyên qua đuôi nhiều sao chổi,

thậm chí tàu Rosetta còn từng thả tàu thăm dò xuống bề mặt một sao chổi. Phân tích một số sao chổi cho thấy chúng có lõi làm từ đá hoặc băng cứng, đủ vững chắc để chịu được sức nặng của trạm chuyển tiếp tự động.

Một ngày nào đó, robot có thể sẽ hạ cánh trên một sao chổi xa xôi trong Đám mây Oort và khoan vào bề mặt sao chổi đó. Khoáng sản và kim loại khai thác từ lõi sao chổi sẽ dùng để xây trạm không gian, băng tan để làm nước uống, nhiên liệu tên lửa và khí oxy cho phi hành gia.

Và ta sẽ tìm thấy gì nếu vượt được ra khỏi Hệ Mặt Trời? Hiện tại, hiểu biết của chúng ta về vũ trụ đang được nâng lên một tầm cao mới. Ta liên tục tìm ra những hành tinh tương tự Trái Đất, có thể nuôi dưỡng một vài dạng sự sống ở các hệ hành tinh khác. Liệu rồi ta có thể đến thăm chúng không? Có thể đóng được tàu liên sao để thám hiểm khắp vũ trụ hay không? Nếu có thì bằng cách nào?

Tức William Nhà Chinh Phục, nguyên là Quận công Normandy. Ông đem quân sang Anh, đánh bại vua Harold, sáng lập triều đại của người Norman. (ND)[↗](#)

Đường quốc lộ nổi tiếng trong lịch sử Hoa Kỳ, nay không còn sử dụng. (ND)[↗](#)

PHẦN 2:
BAY ĐẾN NHỮNG VÌ SAO

Đến một lúc nào đó, chúng ta nên mong đợi máy móc sẽ chiếm quyền kiểm soát.

– ALAN TURING

Tôi sẽ rất ngạc nhiên nếu có điều gì xa xôi như thế xảy ra trong một hoặc hai trăm năm tới.

– DOUGLAS HOFSTADTER

7. NGƯỜI MÁY TRONG KHÔNG GIAN

Đó là năm 2084. Người công nhân xây dựng bình thường Arnold Schwarzenegger cứ bị ám ảnh với những giấc mơ lặp đi lặp lại về Sao Hỏa. Ông quyết định mình phải đến tận hành tinh đó để tìm hiểu nguồn gốc của những giấc mộng này. Trên Sao Hỏa, ông thấy những đại đô thị hồi hải, những tòa nhà vòm kính lấp lánh và những công trường khai thác mỏ rộng lớn. Một hạ tầng phức tạp gồm các đường ống, dây cáp và máy phát cung cấp năng lượng và oxy đến cho hàng ngàn dân định cư.

Bộ phim *Total Recall* (Truy tìm ký ức) cho chúng ta thấy viễn cảnh hấp dẫn của một thành phố tương lai trên Sao Hỏa: hào nhoáng, sạch sẽ, thời thượng. Tuy vậy, có một vấn đề nhỏ. Những thành phố tưởng tượng trên Sao Hỏa này được Hollywood dàn dựng tuyệt đẹp, nhưng trong thực tế, nếu xây dựng chúng với công nghệ hiện tại thì chi phí sẽ vượt qua ngân sách cho bất cứ nhiệm vụ NASA nào. Nên nhớ rằng ban đầu, từng chiếc búa, từng tờ giấy và từng chiếc kẹp giấy đều phải được vận chuyển lên Sao Hỏa, cách Trái Đất hàng chục triệu kilômét. Và nếu vượt ra khỏi Hệ Mặt Trời để đến những ngôi sao láng giềng, nơi mà việc liên lạc ngay tức khắc với Trái Đất là bất khả thi, thì vấn đề còn nhân lên gấp bội. Thay vì dựa vào hàng tiếp tế từ Trái Đất, ta phải nghĩ ra cách khác để phát triển sự hiện diện trong vũ trụ nhưng không làm sụp đổ ngân khố quốc gia.

Câu trả lời có thể nằm ở việc vận dụng làn sóng công nghệ thứ tư. Công nghệ nano và trí tuệ nhân tạo (AI) có thể sẽ thay đổi mạnh mẽ luật chơi.

Cuối thế kỷ 21, những tiến bộ trong công nghệ nano sẽ cho phép ta sản xuất số lượng lớn graphene và ống nano cacbon - những vật liệu siêu nhẹ sẽ tạo ra cách mạng trong ngành xây dựng. Graphene là một mạng phân tử gồm nhiều nguyên tử cacbon gắn kết chặt chẽ với nhau, tạo thành một tấm phẳng cực mỏng, cực bền. Graphene gần như trong suốt và có trọng lượng gần như bằng không, nhưng khoa học chưa biết đến vật liệu nào bền hơn nó - nó cứng hơn thép 200 lần và thậm chí cứng hơn cả kim cương. Trên lý thuyết, bạn có thể đặt con voi đứng trên một chiếc bút chì, rồi đặt đầu bút chì lên tấm graphene mà không hề làm tổn hại đến tấm graphene đó. Ngoài ra, graphene còn dẫn điện. Các nhà khoa học hiện đã chế tạo được linh kiện bán dẫn kích cỡ phân tử trên tấm graphene. Máy tính trong tương lai có lẽ sẽ được làm từ loại vật liệu này.

Ống nano cacbon là những tấm graphene cuộn lại thành ống dài. Chúng gần như không thể bị phá hỏng và trong suốt đến vô hình. Nếu dây văng của cầu Brooklyn làm bằng ống nano cacbon, cây cầu trông sẽ như đang bồng bềnh giữa không trung.

Nếu quả thực graphene và ống nano cacbon thần kỳ như vậy thì tại sao ta chưa dùng chúng để xây nhà cửa, cầu đường và đường cao tốc? Là vì hiện tại việc tạo ra lượng lớn graphene tinh khiết vẫn còn vô cùng khó khăn. Chỉ một chút xíu tạp chất hoặc khiếm khuyết ở cấp độ phân tử cũng phá hỏng những tính chất vật lý thần kỳ của graphene. Rất khó để tạo ra tấm graphene có kích thước lớn hơn con tem thư.

Nhưng các nhà hóa học hy vọng trong thế kỷ tới, graphene sẽ có thể được sản xuất hàng loạt, nhờ vậy, chi phí xây dựng hạ tầng ngoài không gian sẽ giảm đáng kể. Do graphene cực nhẹ, ta có thể vận chuyển chúng đến các địa điểm vũ trụ xa xôi một cách hiệu quả, thậm chí có thể chế tạo tại chỗ ở hành tinh khác. Các thành phố được xây dựng hoàn toàn bằng loại chất liệu từ cacbon này sẽ mọc lên trên sa mạc Sao Hỏa. Các tòa nhà đều trong suốt một phần. Trang phục vũ trụ sẽ trở nên siêu mỏng và bó sát. Ô tô sẽ cực kỳ tiết kiệm năng lượng do có trọng lượng cực thấp. Toàn bộ ngành kiến trúc sẽ thay đổi với sự xuất hiện của công nghệ nano.

Nhưng dù có những tiến bộ như thế thì ai sẽ lo thực hiện những công việc nặng nhọc và bụi bặm để xây dựng khu định cư trên Sao Hỏa, khai thác vành đai tiểu hành tinh, hay lập căn cứ trên Titan và các ngoại hành tinh? Trí tuệ nhân tạo có thể mang đến giải pháp.

AI: NGÀNH KHOA HỌC SƠ KHAI

Năm 2016, ngành trí tuệ nhân tạo chấn động trước tin AlphaGo – chương trình máy tính của hãng DeepMind, đã đánh bại Lee Sedol – nhà vô địch cờ vây thế giới. Trước đó, nhiều người cho rằng AI phải cần tới vài thập niên nữa mới lập nổi thành tích này. Báo chí bắt đầu than vãn rằng sự kiện trên là cáo phó cho nhân loại. Máy móc cuối cùng đã vượt dòng Rubicon²⁵ và sẽ sớm chiếm quyền thống trị. Tình hình sẽ không thể đảo ngược được.

AlphaGo là phần mềm trò chơi cao cấp nhất hiện nay. Khi chơi cờ vua, chúng ta có trung bình khoảng 20 đến 30 lựa chọn cho mỗi nước đi, nhưng với cờ vây, số lựa chọn khả thi lên tới 250. Thực tế, tổng số nước đi tiềm năng trên bàn cờ vây còn nhiều hơn số lượng nguyên tử trong vũ trụ. Mọi người vẫn nghĩ máy tính khó mà đếm được tất cả các nước đi khả thi, nên sự kiện AlphaGo hạ gục Sedol đã lập tức gây cơn sốt trên truyền thông.

Tuy nhiên, dễ nhận thấy là dù tinh vi cỡ nào, AlphaGo cũng chỉ diễn được một trò mà thôi. Đánh thắng trong môn cờ vây là tất cả những gì nó có thể làm. Như Oren Etzioni, giám đốc điều hành Viện Trí tuệ Nhân tạo Allen nói: “AlphaGo thậm chí không thể chơi cờ vua. Nó không thể bàn luận về trò chơi. Đứa con sáu tuổi của tôi còn thông minh hơn AlphaGo.” Dù phần cứng của máy có mạnh mẽ đến đâu thì ta cũng không thể tiến đến, vỗ lưng, chúc mừng nó đã đánh thắng con người và mong được nó đáp lại rành mạch. Cổ máy này hoàn toàn không biết nó đã làm nên lịch sử trong ngành khoa học. Thật ra, nó còn không biết nó chính là máy móc. Ta vẫn thường quên rằng robot hiện đại chỉ là những máy móc được gán danh xưng khoa trương, không có khả năng tự nhận thức, óc sáng tạo, hiểu biết cơ bản hay cảm xúc. Chúng có thể thực hiện rất tốt một nhiệm vụ cụ thể, hạn hẹp và lặp đi lặp lại nhưng không thể làm được những nhiệm vụ phức tạp hơn, đòi hỏi kiến thức tổng quát hơn.

Bất chấp việc lĩnh vực AI đã thực sự có những tiến bộ vượt bậc mang tính cách mạng, ta vẫn cần nhìn nhận đúng đắn vấn đề. Nếu so sánh sự phát triển của robot với ngành khoa học tên lửa, ta thấy ngành robot học hiện đã vượt qua giai đoạn của Tsiolkovsky - giai đoạn suy đoán và xây dựng lý thuyết. Ta đã bước sâu vào giai đoạn của Goddard: thiết lập mô hình thật, tuy còn thô sơ nhưng có thể chứng minh lý thuyết nền tảng của ta là chính xác. Tuy nhiên ta chưa đi đến giai đoạn sau – giai đoạn von Braun, với các robot sáng tạo và mạnh mẽ được xuất xưởng hàng loạt để xây dựng thành phố ở các hành tinh xa xôi.

Đến nay, robot đặc biệt thành công với vai trò là máy móc điều khiển từ xa. Đứng sau tàu Voyager bay qua Sao Mộc và Sao Thổ, tàu Viking đổ bộ lên bề mặt Sao Hỏa hay tàu Galileo và Cassini bay quanh các hành tinh khí khổng lồ là cả một đội ngũ con người điều khiển. Giống với máy bay không người lái, các tàu robot này chỉ đơn giản chấp hành mệnh lệnh của người điều khiển tại Trung tâm điều khiển Pasadena. Tất cả các “robot” ta xem trên phim ảnh đều là con rối, sản phẩm đồ họa máy tính, hoặc máy móc được điều khiển từ xa. (Con robot yêu thích của tôi trong phim khoa học viễn tưởng là Robby trong *Forbidden Planet* (Hành tinh cấm). Tuy trông rất hiện đại nhưng thật ra có người ngồi bên trong nó.)

Nhưng trong các thập niên vừa qua, cứ 18 tháng là sức mạnh máy tính lại tăng gấp đôi, vậy ta có thể kỳ vọng những gì ở tương lai?

BƯỚC TIẾP THEO: NGƯỜI MÁY THỰC THỤ

Vượt trên robot điều khiển từ xa, mục tiêu tiếp theo của chúng ta là thiết kế người máy thực thụ, tức robot có khả năng tự quyết định và chỉ cần con người can thiệp ở mức độ tối thiểu. Người máy thực thụ sẽ thực hiện công việc ngay khi nghe thấy mệnh lệnh, chẳng hạn: “Nhặt rác lên”. Robot hiện tại chưa có khả năng này. Chúng ta sẽ cần người máy có thể tự khai thác và cải tạo các hành tinh xa xôi, bởi sẽ mất hàng tiếng đồng hồ để liên lạc được với chúng qua tín hiệu radio.

Những người máy thực thụ này sẽ có vai trò thiết yếu để xây dựng căn cứ trên những hành tinh và vệ tinh ở xa. Nên nhớ rằng trong nhiều thập niên tới, số cư dân trong các khu định cư vũ trụ mới chỉ là vài trăm người. Nhân lực khan hiếm

và đất đỏ sẽ là áp lực lớn trong việc xây dựng các thành phố trên những hành tinh xa. Và đây là điểm mà robot sẽ tạo ra sự khác biệt. Ban đầu, nhiệm vụ của chúng là thực hiện những công việc “3D” – dangerous (nguy hiểm), dull (buồn chán) và dirty (bẩn).

Khi xem phim Hollywood, đôi khi ta quên mất vũ trụ nguy hiểm biết chừng nào. Ngay cả khi làm việc ở môi trường trọng lực thấp, robot vẫn đóng vai trò cốt yếu để làm các công việc xây dựng nặng nhọc, mang vác những thanh xà, rầm lớn, phiến bê tông, máy móc cồng kềnh, v.v.. mà không gặp mấy khó khăn. Đây là những việc cần thiết khi xây dựng căn cứ ở thế giới khác. Robot sẽ làm việc hiệu quả hơn rất nhiều so với các phi hành gia phải mang bộ đồ vũ trụ kèn càng cùng các bình oxy nặng nề, cơ bắp yếu ớt và cử động thì chậm chạp. Trong khi con người nhanh kiệt sức thì robot có thể làm việc liên tục cả ngày lẫn đêm.

Ngoài ra, khi gặp sự cố, robot có thể dễ dàng được sửa chữa và thay thế trong nhiều hoàn cảnh nguy hiểm. Chúng có thể tháo ngòi nổ để mở đất dựng công trường hoặc đường cao tốc, bước vào lửa để giải cứu phi hành gia nếu có hỏa hoạn hoặc làm việc trong môi trường lạnh lẽo ở các vệ tinh tự nhiên xa xôi. Chúng cũng không cần oxy nên sẽ không có nguy cơ bị nghẹt thở, vốn là mối đe dọa thường trực đối với các phi hành gia.

Robot cũng có thể thăm dò những vùng đất nguy hiểm trên các hành tinh xa xôi. Ví dụ, chúng ta chưa rõ về độ bền vững và cấu trúc của các chỏm băng ở Sao Hỏa hay các hồ băng trên Titan, trong khi chúng có thể là nguồn oxy và hydro thiết yếu. Robot có thể thăm dò các ống dung nham ở Sao Hỏa, nơi có thể dùng để tránh các cấp bức xạ nguy hiểm; hoặc chúng có thể khám phá các vệ tinh của Sao Mộc. Trong khi lóa mặt trời và các tia vũ trụ làm tăng nguy cơ ung thư cho các phi hành gia thì robot có thể làm việc cả ở môi trường bức xạ chết người. Có thể thay thế các bộ phận hao mòn của robot do bức xạ cường độ cao gây ra bằng cách xây dựng và che chắn kỹ càng nhà kho chứa phụ tùng robot.

Ngoài những công việc nguy hiểm, robot còn làm được những việc tẻ nhạt, đặc biệt là những việc lặp đi lặp lại trong chế tạo sản xuất. Bất cứ căn cứ hay vệ tinh hành tinh nào cũng cần số lượng lớn các sản phẩm công nghiệp do robot thực hiện. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra khu định cư tự duy trì, có

thể khai thác khoáng sản tại chỗ và sản xuất ra mọi sản phẩm cần thiết cho căn cứ vệ tinh hoặc hành tinh.

Sau cùng, người máy có thể làm những công việc vấy bẩn. Chúng có thể bảo trì, sửa chữa cống và hệ thống vệ sinh tại các khu định cư ngoài vũ trụ. Chúng cũng có thể làm việc với những chất hóa học hay khí độc hại trong các máy móc thực hiện tái chế và tái xử lý.

Rồi ta sẽ thấy, những người máy có thể tự hoạt động mà không cần con người can thiệp trực tiếp sẽ đóng vai trò thiết yếu đối với các thành phố hiện đại, đường sá, nhà chọc trời và nhà ở mọc lên trên Mặt Trăng cằn cỗi hay sa mạc Sao Hỏa. Tuy nhiên, câu hỏi tiếp theo là: Đến chừng nào ta sẽ chế tạo được người máy thực thụ? Nếu quên đi những con robot tưởng tượng trên phim ảnh và tiểu thuyết khoa học viễn tưởng thì trình độ công nghệ hiện tại của chúng ta đang ở đâu? Còn bao lâu nữa ta sẽ có những robot có thể xây dựng thành phố trên Sao Hỏa?

LỊCH SỬ AI

Năm 1955, một nhóm các nhà nghiên cứu xuất sắc nhất gặp nhau tại Dartmouth và lập nên ngành trí tuệ nhân tạo. Hết sức tự tin, họ cho rằng chỉ trong một thời gian ngắn, họ sẽ phát triển được cỗ máy thông minh có thể giải quyết những vấn đề phức tạp, hiểu được những khái niệm trừu tượng, biết sử dụng ngôn ngữ và tự học từ kinh nghiệm bản thân. Họ tuyên bố: “Chúng tôi cho rằng sẽ có bước tiến bộ đáng kể trong một hoặc nhiều vấn đề nêu trên nếu một nhóm các nhà khoa học được tuyển chọn kỹ càng làm việc cùng nhau trong một mùa hè.”

Nhưng họ đã phạm sai lầm nghiêm trọng. Họ cho rằng bộ não con người là máy tính kỹ thuật số. Họ tưởng rằng nếu bạn có thể rút gọn những quy luật nhận thức thành một danh sách các mã rồi đưa chúng vào thì máy tính đột nhiên sẽ biến thành cỗ máy biết suy nghĩ. Nó sẽ có thể tự nhận thức chính mình và bạn có thể nói những câu chuyện có ý nghĩa với nó. Họ gọi phương pháp của mình là cách tiếp cận “từ trên xuống” hoặc “trí tuệ trong chiếc chai”.

Ý tưởng này nghe có vẻ đơn giản và thú vị, nó đã tạo cảm hứng cho những dự đoán lạc quan. Chúng ta đã có nhiều thành tựu trong những năm 1950 và 1960. Các nhà khoa học đã thiết kế được máy tính đánh cờ đam và cờ vua, giải các định lý đại số, nhận biết và nhặt các khối vật thể. Năm 1965, nhà tiên phong AI Herbert Simon khẳng định “Trong 20 năm nữa, máy móc sẽ làm được bất kỳ việc gì con người có thể thực hiện.” Năm 1968, bộ phim *2001* giới thiệu đến chúng ta HAL - chiếc máy tính biết nói chuyện và điều khiển tàu liên sao bay tới Sao Mộc.

Nhưng rồi, AI gặp phải bức tường trở ngại. Các tiến bộ chậm hẳn lại khi đối mặt với hai rào cản chính: nhận dạng mẫu và nhận thức cơ bản. Robot có thể nhìn tốt hơn chúng ta nhiều lần, nhưng chúng lại không hiểu những gì chúng thấy. Đứng trước cái bàn, chúng chỉ thấy những đường thẳng, hình vuông, hình tam giác và hình ovan. Chúng không thể kết hợp những chi tiết đó với nhau và đưa ra nhận diện tổng thể. Chúng không hiểu khái niệm “cái bàn” (tableness). Do vậy chúng gặp khó khăn khi đi lại trong phòng, nhận diện đồ đạc và tránh chướng ngại vật. Robot có thể lạc hoàn toàn khi đi trên đường, bởi chúng sẽ chỉ thấy một rừng đường thẳng, hình tròn và hình vuông thay cho em bé, cảnh sát, chó và cây.

Trở ngại khác là nhận thức cơ bản. Chúng ta biết nước thì ướt, dây có thể dùng để kéo nhưng không thể đẩy, khối có thể đẩy nhưng không kéo được và người mẹ thì lớn tuổi hơn con gái. Đó là những điều rất hiển nhiên với chúng ta. Nhưng ta học được những tri thức đó từ đâu? Chẳng có công thức toán nào chứng minh dây không thể dùng để đẩy. Ta lượm nhặt được những sự thật này thông qua trải nghiệm và va chạm với thực tế. Ta học từ “trường đời”.

Mặt khác, robot không có khả năng trải nghiệm cuộc sống. Ta phải “xúc” vào tận miệng chúng từng dòng mã máy tính một. Một số người từng cố gắng mã hóa toàn bộ nhận thức cơ bản, nhưng số lượng quá lớn. Bằng trực giác, một đứa trẻ bốn tuổi đã biết về vật lý, sinh học và hóa học nhiều hơn cả chiếc máy tính tối tân nhất.

THỬ THÁCH DARPA

Năm 2013, Cục Nghiên cứu Dự án Quốc phòng Cao cấp DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), thuộc Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ, cơ quan đã xây dựng nền tảng cho mạng lưới Internet, đưa ra thử thách cho giới khoa học thế giới: hãy chế tạo một loại robot để làm sạch bãi phóng xạ kinh hoàng ở Fukushima, nơi ba nhà máy điện hạt nhân của Nhật bị nóng chảy vào năm 2011. Phóng xạ ở khu vực đổ nát nguy hiểm tính mạng này mạnh đến mức các công nhân dọn dẹp chỉ có thể vào làm việc trong vài phút. Do đó, công việc dọn dẹp tiến triển rất chậm chạp, ước tính kéo dài từ 30 đến 40 năm với kinh phí khoảng 180 tỷ đô-la.

Nếu chế tạo thành công robot để dọn sạch mảnh vụn và rác rưởi mà không cần con người can thiệp, đây có thể sẽ là bước đi đầu tiên hướng tới việc phát minh người máy thực thụ giúp xây dựng căn cứ Mặt Trăng hoặc khu định cư Sao Hỏa, ngay cả trong môi trường đầy bức xạ.

Nhận thấy Fukushima là nơi lý tưởng để thử nghiệm công nghệ AI tiên tiến nhất, DARPA quyết định tổ chức cuộc thi DARPA Robotics Challenge (Thử thách Robot DARPA) và trao giải thưởng 3,5 triệu đô-la cho những robot thực hiện công việc dọn dẹp sơ đẳng. (Một cuộc thi do DARPA tổ chức trước đó đã thành công rực rỡ, mở đường cho phát minh ô tô không người lái.) Cuộc thi cũng là diễn đàn hoàn hảo để báo cáo các tiến bộ trong lĩnh vực AI, là dịp thể hiện một số thành quả thu được sau nhiều năm cường điệu khoa trương. Thế giới sẽ thấy các robot có thể thực hiện những nhiệm vụ tuy cốt yếu nhưng không phù hợp với con người.

Luật thi rất rõ ràng và đơn giản. Robot thắng cuộc phải thực hiện được tám thử thách cơ bản, trong đó có lái xe, dọn đồng đổ nát, mở cửa, đóng van rỉ, nối vòi chữa cháy và vận van. Thí sinh từ khắp nơi đổ về tranh giành vinh quang và tiền thưởng. Nhưng thay vì mở ra một kỷ nguyên mới, kết quả cuối cùng hơi có phần đáng xấu hổ. Nhiều robot dự thi đã không thực hiện được hết các nhiệm vụ, một số thậm chí còn long ra và đổ sập ngay trước máy quay. Thử thách này chứng minh AI hóa ra là lĩnh vực có phần phức tạp hơn so với gợi ý cách tiếp cận “từ trên xuống”.

MÁY MÓC BIẾT HỌC

Nhiều nhà nghiên cứu AI đã bỏ hẳn phương pháp “từ trên xuống” và lựa chọn bắt chước Mẹ Thiên Nhiên bằng cách đi từ dưới lên. Chiến lược thay thế này có thể đem lại nhiều hứa hẹn hơn trong sản xuất robot hoạt động ngoài không gian. Bên ngoài phòng thí nghiệm AI, có rất nhiều robot phức tạp, mạnh mẽ hơn bất cứ thứ gì chúng ta có thể thiết kế. Chúng được gọi là... động vật. Loài gián nhỏ xíu biết tự xoay xở rất tài tình trong rừng, kiếm tìm thức ăn và bạn tình. Ngược lại, những robot vụng về và nặng nề thỉnh thoảng lại đâm vào tường, làm tróc vôi vữa.

Giả định sai lầm của nhóm các nhà nghiên cứu Dartmouth 60 năm trước vẫn còn ám ảnh ngành AI cho đến ngày nay. Não bộ không phải là máy tính kỹ thuật số. Nó không được lập trình, không có CPU, chip Pentium, chương trình con và không có ai viết mã. Nếu ta bỏ đi một bóng bán dẫn, máy tính gần như sẽ hỏng. Nhưng nếu cắt đi một nửa não người, nó vẫn có thể hoạt động được.

Thiên nhiên có những tính toán thần kỳ khi xây dựng não bộ là một mạng lưới các nơon thần kinh, một cỗ máy với khả năng học tập. Chiếc laptop của bạn không bao giờ biết học - hôm nay, hôm qua hay năm ngoái, nó đã ngốc thế nào thì giờ vẫn như vậy. Nhưng não người tự thiết lập lại kết nối khi học được điều mới. Đó là lý do em bé chỉ bập bẹ trước khi học một ngôn ngữ và chúng ta loạng choạng trước khi biết đi xe đạp. Mạng thần kinh tiến bộ dần khi luyện tập lặp đi lặp lại liên tục, đúng như nguyên lý của Hebb: càng thực hiện một việc nhiều lần thì đường dẫn nơon cho công việc đó càng được củng cố. Như các nhà thần kinh học nói, các nơon bắn điện cùng nhau sẽ đan dẫn vào nhau. Bạn cũng có thể từng nghe câu đùa “Làm sao để tới Carnegie Hall²⁶?” Lời đáp của mạng thần kinh là: tập luyện, tập luyện và tập luyện.

Chẳng hạn, những người leo núi biết rằng nếu thấy con đường nào trông khá mòn thì có nghĩa là nó được nhiều người đi ngang qua và sẽ là con đường tốt nhất để chọn đi. Con đường đúng lại càng được khẳng định mỗi khi bạn đi trên nó. Tương tự, đường thần kinh của một số hành vi càng được củng cố khi bạn kích hoạt nó.

Đây là điều rất quan trọng vì máy móc biết học là yếu tố then chốt cho công cuộc khám phá vũ trụ. Robot sẽ phải đối đầu với những mối nguy hiểm mới và không ngừng biến đổi trong không gian. Một con robot được lập trình chỉ để xử lý một số việc khẩn cấp cố định sẽ thành vô dụng vì những việc không lường trước sẽ luôn xảy đến. Chẳng hạn, một con chuột không thể được mã hóa toàn bộ các kịch bản vào trong gen, bởi tổng số tình huống nó có thể đối mặt là vô tận, trong khi số gen là hữu hạn.

Giả sử có một trận mưa thiên thạch từ không gian rơi trúng vào một căn cứ Sao Hỏa, gây thiệt hại cho nhiều tòa nhà. Robot sử dụng mạng lưới thần kinh sẽ có thể học hỏi trong lúc xử lý những tình huống bất ngờ như vậy và sẽ dần trở nên ngày càng thành thạo. Còn robot truyền thống được “nhồi từ trên xuống” sẽ bó tay trước những tình huống khẩn cấp nằm ngoài dự kiến.

Nhiều ý tưởng về mạng nơron đã được cựu giám đốc Phòng Nghiên cứu AI lừng danh của MIT Rodney Brooks đưa vào nghiên cứu. Khi trả lời phỏng vấn với tôi, Brooks nói ông thán phục loài muỗi nhỏ bé: với bộ não tí xíu chứa 100.000 nơron, chúng bay qua bay lại dễ dàng trong không gian ba chiều, trong khi chúng ta cần những chương trình máy tính vô cùng phức tạp chỉ để điều khiển động tác bước đi của robot, mà có khi chúng vẫn vấp ngã. Brooks đi tiên phong trong cách tiếp cận bằng “robot bọ” và “robot côn trùng,” những loại robot có thể học cách di chuyển như côn trùng sáu chân. Chúng thường bị ngã khi mới bắt đầu nhưng khá hơn sau mỗi lần thử và dần biết phối hợp các chân như loài bọ thực thụ.

Quá trình đưa mạng nơron vào máy tính gọi là “học sâu” (deep learning). Khi công nghệ này phát triển, nó sẽ cách mạng hóa nhiều ngành công nghiệp. Trong tương lai, khi muốn trò chuyện với bác sĩ hay luật sư, bạn có thể nói với bức tường thông minh hoặc đồng hồ đeo tay và yêu cầu nó mở Robo-Doc (bác sĩ robot) hoặc Robo-Lawyer (luật sư robot), những phần mềm sẽ tra cứu Internet để tư vấn cho ta về mặt y tế hay pháp lý. Các chương trình này sẽ học thông qua những câu hỏi lặp đi lặp lại và đưa ra câu trả lời ngày càng phù hợp hơn – thậm chí dự báo trước - với các nhu cầu riêng của bạn.

Công nghệ học sâu còn có thể mở đường cho việc chế tạo những người máy thực thụ mà ta sẽ cần trong không gian. Trong các thập kỷ sắp tới, hai phương pháp

“từ trên xuống” và “từ dưới lên” có thể được tích hợp với nhau, nhờ đó robot sẽ được nạp trước một số kiến thức ban đầu nhưng vẫn có thể tự vận hành và học tập thông qua mạng nơron. Giống như con người, chúng sẽ học từ kinh nghiệm cho đến khi thuần thục việc nhận dạng mẫu để có thể di chuyển các công cụ trong không gian ba chiều, đồng thời nắm được nhận thức cơ bản để xử lý được các tình huống mới. Chúng sẽ đóng vai trò cốt yếu trong việc xây dựng và bảo dưỡng các khu định cư trên Sao Hỏa, xuyên khắp Hệ Mặt Trời và xa hơn nữa.

Mỗi loại robot được thiết kế cho một công việc cụ thể. Robot có thể học bơi trong hệ thống cống và tìm các lỗ thủng hay vết rò rỉ, sẽ mang hình dạng con rắn. Robot siêu khỏe sẽ học cách mang vác vật nặng tại công trường xây dựng. Robot biết bay, có vẻ ngoài như loài chim, sẽ học cách phân tích và lập bản đồ vùng địa hình lạ. Robot có thể học cách thám hiểm ống dung nham ngầm sẽ trông giống con nhện do các loài nhện chân di chuyển rất vững chắc trên địa hình gồ ghề. Robot có thể học cách khám phá các chòm băng trên sao Hỏa sẽ giống những chiếc xe trượt tuyết thông minh. Robot biết học bơi giữa đại dương của Europa và nắm bắt đồ vật thì có thể trông giống bạch tuộc.

Để chinh phục không gian, ta cần những loại robot biết học theo cả hai cách: hoàn thiện dần qua tiếp xúc với môi trường thực tế và tiếp nhận thông tin được đưa vào trực tiếp.

Tuy nhiên, ngay cả trí tuệ nhân tạo ở trình độ cao như vậy cũng vẫn chưa đủ nếu ta muốn robot tự mình xây dựng được những đại đô thị. Thử thách cao nhất của ngành robot học là tạo ra những cỗ máy có thể tự nhân bản và tự nhận thức bản thân.

ROBOT TỰ NHÂN BẢN

Tôi biết đến khái niệm tự nhân bản lần đầu khi còn nhỏ. Cuốn sách sinh học tôi đọc giải thích rằng các loài virus phát triển bằng cách chiếm giữ tế bào con người để tự sao chép chính nó, còn vi khuẩn phát triển bằng cách phân đôi và nhân rộng. Nếu để tự do sinh sôi suốt nhiều tháng hay nhiều năm, số lượng vi khuẩn trong một tập đoàn có thể tăng lên dữ dội, phủ đầy cả Trái Đất.

Ban đầu, tôi thấy khả năng tự nhân bản không kiểm soát như vậy có vẻ phi lý, nhưng về sau nó dần có vẻ hợp lý. Virus rất cuộc chỉ là một phân tử lớn có khả năng tự sinh sản. Nhưng nếu một nhóm phân tử này tập hợp trong mũi, trong vòng một tuần chúng có thể khiến bạn cảm lạnh. Một phân tử đơn độc có thể sẽ nhanh chóng nhân bản lên thành hàng ngàn tỷ bản sao của chính nó - đủ khiến bạn hắt xì. Thực ra, tất cả chúng ta đều khởi đầu sự sống từ duy nhất một tế bào trứng được thụ tinh bên trong cơ thể người mẹ, nhỏ bé đến nỗi mắt thường không thể nhìn thấy. Nhưng sau chín tháng ngắn ngủi, tế bào bé nhỏ đó trở thành một con người. Như vậy, ngay cả sự sống của con người cũng phụ thuộc vào sự phát triển theo cấp số nhân của tế bào.

Đó chính là sức mạnh của tự nhân bản, nền tảng của sự sống. Và bí mật của sự tự nhân bản nằm trong phân tử ADN. Có hai tính năng nổi bật khiến phân tử thần kỳ này khác với mọi phân tử còn lại: thứ nhất, nó có thể chứa một lượng thông tin khổng lồ; thứ hai, nó có thể sinh sản. Nhưng máy móc cũng có thể bắt chước hai tính năng này.

Ý tưởng về máy móc tự nhân bản cũng lâu đời như thuyết tiến hóa. Không lâu sau khi Darwin xuất bản cuốn sách đột phá *On the Origin of Species* (Nguồn gốc các loài), Samuel Butler đã viết bài báo *Darwin Among the Machines* (Darwin giữa máy móc), ông dự đoán rằng một ngày kia, máy móc cũng sẽ biết sinh sản và bắt đầu tiến hóa theo như lý thuyết của Darwin.

John von Neumann, người sáng lập một số ngành toán, trong đó có lý thuyết trò chơi, đã từng cố gắng xây dựng hướng tiếp cận toán học với máy móc tự nhân bản trong thập niên 1940 và 1950. Ông bắt đầu với câu hỏi: “Cỗ máy tự nhân bản nhỏ nhất là gì?”, rồi chia vấn đề ra từng bước. Thí dụ, bước đầu tiên là thu thập các khối xây dựng vào một cái thùng lớn (tựa như các khối Lego với nhiều dạng tiêu chuẩn khác nhau). Tiếp theo, bạn cần tạo một thiết bị lắp ghép có khả năng kết nối hai khối với nhau. Thứ ba, bạn viết chương trình có thể ra lệnh cho thiết bị lắp ghép này biết nối những phần nào và theo thứ tự nào. Bước thứ ba này sẽ mang tính then chốt. Bất cứ ai từng chơi lắp ghép đều biết ta có thể tạo ra những cấu trúc phức tạp và tinh vi nhất chỉ từ một số chi tiết - miễn là bạn biết ghép chúng với nhau chính xác. Von Neumann muốn xác định số thao tác nhỏ nhất mà một thiết bị lắp ghép cần thực hiện để tạo ra bản sao của chính nó.

Nhưng cuối cùng von Newmann từ bỏ dự án đặc biệt này. Nó phụ thuộc vào rất nhiều giả định tùy ý, gồm cả số khối chính xác được sử dụng và hình dạng của chúng, do đó rất khó để phân tích trên phương diện toán học.

ROBOT TỰ NHÂN BẢN TRONG KHÔNG GIAN

Năm 1980 đánh dấu bước tiến tiếp theo trong việc nhân bản robot, khi NASA tiến hành nghiên cứu có tên Tự động hóa Cao cấp Phục vụ các Nhiệm vụ Không gian (Advanced Automation for Space Missions). Báo cáo của nghiên cứu kết luận rằng người máy tự nhân bản sẽ đóng vai trò thiết yếu trong việc xây dựng khu định cư Mặt Trăng và xác định có ít nhất ba loại robot cần dùng. Robot thợ mỏ sẽ khai thác nguyên liệu thô cơ bản; robot thợ xây sẽ nấu chảy, tinh chế nguyên liệu và lắp ráp các bộ phận; robot sửa chữa sẽ duy tu, bảo dưỡng chính mình và các robot khác mà không cần con người can thiệp. Báo cáo cũng đưa ra viễn cảnh các robot sẽ tự vận hành ra sao. Giống như xe thông minh gắn móc năm hoặc bộ phận xúc ủi, các robot có thể di chuyển dọc những hệ thống đường ray, vận chuyển tài nguyên và xử lý chúng thành các dạng tùy ý.

Nghiên cứu này có một lợi thế lớn nhờ thời điểm ra đời thuận lợi. Nó được tiến hành không lâu sau khi các phi hành gia vừa mang về hàng trăm kilôgam đá Mặt Trăng và ta biết rằng thành phần kim loại, silicon và oxy bên trong chúng gần như giống hệt đá Trái Đất. Phần lớn lớp vỏ Mặt Trăng gồm lớp đất mặt, cấu thành từ nền đá cứng, các dòng dung nham cổ đại và mảnh vụn sót lại từ các vụ va chạm thiên thạch. Với những thông tin này, các nhà khoa học NASA có thể bắt đầu phát triển những kế hoạch thực tế và cụ thể hơn để xây dựng các nhà máy trên Mặt Trăng sản xuất được robot tự nhân bản bằng vật liệu tại chỗ. Báo cáo của NASA nói chi tiết về khả năng khai thác mỏ và nấu chảy lớp đất mặt để chiết tách các kim loại dùng được.

Sau nghiên cứu trên, quá trình chế tạo người máy tự nhân bản bị trì hoãn suốt nhiều thập kỷ do nhiệt huyết nguội lạnh. Nhưng hiện giờ, khi mối quan tâm về việc quay lại Mặt Trăng và bay đến Hành tinh đỏ đã trở lại thì ý tưởng này lại được đưa ra xem xét. Chẳng hạn, ta có thể áp dụng những ý tưởng trên vào xây dựng khu định cư Sao Hỏa theo các bước sau. Đầu tiên, ta phải khảo sát sa mạc

Sao Hỏa và vẽ bản thiết kế nhà máy. Tiếp đến, ta khoan lỗ vào đất đá và kích nổ từng lỗ. Đá vụn và các mảnh vỡ sẽ được xe ủi và xẻng máy đào xới để tạo nền móng bằng phẳng. Đá sẽ được nghiền thành hạt nhỏ, rồi đưa vào lò luyện bằng vi sóng, từ đó đất sẽ được nấu chảy và kim loại lỏng được chiết tách. Sau đó kim loại được gạn thành các thanh tinh khiết rồi chế biến thành dây, cáp, thanh xà và nhiều thứ khác – những vật liệu xây dựng cần thiết cho bất kỳ cấu trúc nào. Theo cách này, một nhà máy robot sẽ được xây dựng trên Sao Hỏa. Khi những robot đầu tiên được chế tạo, chúng có thể tiếp quản nhà máy và tiếp tục tạo ra các robot khác.

Công nghệ thời NASA thực hiện báo cáo này còn nhiều hạn chế, nhưng ta đã tiến được chặng đường dài kể từ đó. Một bước phát triển đầy hứa hẹn cho công nghệ robot là máy in 3D. Máy tính hiện giờ có thể điều khiển chính xác các dòng chảy nhựa và kim loại để sản xuất theo từng lớp những linh kiện máy móc cực kỳ phức tạp. Công nghệ in 3D còn tiến bộ đến mức có thể in mô người bằng cách bắn ra từng tế bào qua một đầu phun siêu nhỏ. Trong một tập phim tài liệu trên kênh Discovery mà tôi từng dẫn chương trình, tôi đã đưa mặt mình vào một chiếc máy in 3D. Tia laser nhanh chóng quét qua mặt tôi rồi lưu thông tin vào một chiếc laptop. Thông tin đó được nạp vào máy in; máy in này liên tục phun ra nhựa lỏng từ một đầu phun rất nhỏ. Chỉ trong vòng 30 phút, tôi đã có chiếc mặt nạ nhựa mang hình dáng khuôn mặt mình. Tiếp theo, máy in quét toàn thân tôi và sau vài giờ, cho ra một mô hình nhựa sống động giống tôi y hệt. Vậy là trong tương lai, ta có thể đưa chính mình vào bộ sưu tập mô hình cùng Superman. Máy in 3D tương lai có thể tái tạo cả những mô siêu nhỏ cấu tạo nên các bộ phận chức năng trong cơ thể con người hoặc các bộ phận cơ giới cần thiết để chế tạo robot nhân bản. Chúng cũng có thể được kết nối với nhà máy robot, để kim loại nóng chảy sẽ được tạo khuôn trực tiếp thành nhiều robot hơn nữa.

Robot tự nhân bản đầu tiên trên Sao Hỏa sẽ là robot khó chế tạo nhất. Quá trình này đòi hỏi phải vận chuyển rất nhiều thiết bị lên Hành tinh đỏ. Nhưng một khi robot đầu tiên ra đời, nó sẽ được để lại một mình để tự nhân bản. Rồi hai con robot cùng nhân bản sẽ tăng lên thành bốn con. Với đà tăng theo cấp số nhân như vậy, ta sẽ sớm có đội robot đủ lớn để thực hiện cải tạo quang cảnh sa mạc. Chúng sẽ khai thác mỏ, xây nhà máy mới và tạo ra vô số bản sao với chi phí thấp nhưng hiệu quả. Chúng sẽ thiết lập ngành nông nghiệp quy mô lớn và thúc đẩy sự phát

triển của nền văn minh hiện đại không chỉ trên Sao Hỏa mà còn ở khắp không gian, thực hiện các hoạt động khai thác trong vành đai tiểu hành tinh, chế tạo giàn phóng laser Mặt Trăng, đóng các tàu liên sao khổng lồ trong quỹ đạo và tạo tiền đề thành lập khu định cư ở các ngoại hành tinh xa xôi. Việc thiết kế và triển khai thành công máy móc tự nhân bản sẽ là một thành tựu đáng kinh ngạc.

Nhưng vượt trên dấu mốc này là mục tiêu cao nhất của ngành robot: người máy tự nhận thức. Những robot này có thể làm được nhiều việc hơn ngoài tự nhân bản chính mình. Chúng có thể hiểu chúng là ai và nắm vai trò chỉ huy: giám sát các robot khác, đưa ra mệnh lệnh, xây dựng dự án, điều phối các hoạt động và đề xuất giải pháp sáng tạo. Chúng có thể giao tiếp với con người, đưa ra các lời khuyên và gợi ý thích hợp. Tuy nhiên, ý tưởng chế tạo người máy tự nhận thức làm phát sinh nhiều câu hỏi hiện sinh phức tạp và khiến nhiều người hãi hùng, lo sợ các máy móc này sẽ làm phản, chống lại chính kẻ sáng tạo ra chúng - con người.

ROBOT TỰ NHẬN THỨC

Năm 2017, tranh luận nổ ra giữa hai tỷ phú, Mark Zuckerberg - nhà sáng lập Facebook và Elon Musk - người sáng lập SpaceX và Tesla. Zuckerberg bảo vệ ý kiến rằng trí tuệ nhân tạo sẽ mang đến giàu có và thịnh vượng, giúp toàn xã hội đủ đầy hơn. Còn Musk có cái nhìn u ám hơn nhiều, nhận định rằng AI đang đặt ra nguy cơ sống còn cho toàn nhân loại và một ngày nào đó, phát minh của chúng ta sẽ tấn công ngược lại chính con người.

Vậy ai đúng? Nếu chúng ta quá phụ thuộc vào robot trong việc xây dựng và bảo trì căn cứ Mặt Trăng hay các đô thị trên Sao Hỏa, thì chuyện gì sẽ xảy ra nếu một ngày chúng quyết định không cần đến ta nữa? Ta thiết lập khu định cư ngoài không gian chỉ để dâng chúng cho người máy ư?

Nỗi sợ này không mới và thực ra đã được tiểu thuyết gia Samuel Butler nhắc đến năm 1863 với lời cảnh báo: “Chúng ta đang tạo ra những kẻ kế vị mình. Vị thế của con người đối với máy móc rồi sẽ giống như vị thế của ngựa và chó đối với con người.” Khi robot dần trở nên thông minh hơn con người, ta sẽ cảm thấy thất

thể vì bị chính các phát minh của mình cho hít bụi. Chuyên gia AI Hans Moravec nói: “Đời còn ý nghĩa gì nữa nếu định mệnh của chúng ta là nghệt mặt nhìn lớp hậu bối siêu thông minh cố gắng mô tả cho chúng ta về những khám phá ngày càng vĩ đại của chúng bằng thứ ngôn ngữ như thể trò chuyện với con nít.” Nhà khoa học của Google Geoffrey Hinton thì nghi ngờ khả năng robot siêu thông minh sẽ tiếp tục nghe lời loài người. “Điều đó giống như hỏi con cái có thể kiểm soát cha mẹ không... không phải điều hay ho khi loài kém thông minh hơn kiểm soát những thứ của loài thông minh hơn.” Giáo sư Đại học Oxford Nick Bostrom thì nhận định: “trước viễn cảnh bùng nổ trí tuệ, loài người chúng ta giống như đám trẻ con đang chơi với một quả bom... Ta không biết khi nào quả bom phát nổ, nhưng nếu đưa nó vào sát gần tai, ta sẽ nghe tiếng tích tắc nho nhỏ.”

Một số người khác cho rằng robot nổi loạn chỉ là chuyện tiến hóa diễn ra theo tiến trình của nó. Loài phù hợp nhất sẽ thay thế các loài yếu hơn; quy luật tự nhiên là vậy. Một số nhà khoa học máy tính còn hoan nghênh cái ngày robot vượt mặt con người về nhận thức. Claude Shannon, cha đẻ của lý thuyết thông tin, từng khẳng định: “Tôi hình dung tương lai khi chúng ta đối với robot cũng giống như loài chó đối với con người, và tôi ủng hộ lũ người máy.”

Tôi từng phỏng vấn nhiều nhà nghiên cứu AI suốt những năm qua, tất cả họ đều quả quyết rằng đến một ngày kia máy móc AI sẽ đạt trí khôn loài người và trở nên cực kỳ hữu dụng cho chúng ta. Nhưng đa số họ do dự khi được hỏi về thời điểm chính xác hay tiến trình của bước tiến này. Giáo sư Marvin Minsky của Đại học MIT, tác giả một số bài nghiên cứu mở đường cho ngành trí tuệ nhân tạo, đã đưa ra các dự đoán đầy lạc quan trong những năm 1950 nhưng lại hé lộ với tôi trong một cuộc phỏng vấn gần đây rằng ông không còn sẵn sàng dự đoán ngày tháng chính xác nữa, bởi giới nghiên cứu AI đã đoán sai quá nhiều trong quá khứ. Edward Feigenbaum thuộc Đại học Stanford nhận định: “Thật nực cười khi nói về những việc này quá sớm – AI vẫn còn cách ta nhiều niên kỷ nữa.” Báo *New Yorker* thì dẫn lời một nhà khoa học máy tính: “Tôi không quan tâm đến nó [trí tuệ máy móc], cũng như không quan tâm đến chuyện quá tải dân số trên Sao Hỏa.”

Về tranh luận giữa Zuckerberg và Musk, theo quan điểm cá nhân, tôi thấy Zuckerberg đúng về mặt ngắn hạn. AI sẽ không chỉ giúp chúng ta xây dựng thành

phổ bên ngoài vũ trụ, mà còn giúp làm giàu cho xã hội khi khiến mọi thứ trở nên hiệu quả hơn, tốt hơn và rẻ hơn thông qua việc tạo ra những công việc mới xuất phát từ ngành công nghiệp robot. Có thể một ngày nào đó, ngành này sẽ còn phát triển hơn cả công nghiệp ô tô hiện tại. Nhưng về lâu dài, Musk đã đúng khi chỉ ra nguy cơ lớn hơn. Câu hỏi chính yếu của cuộc tranh luận này là: Đến khi nào robot sẽ phát triển tới mức độ nguy hiểm? Cá nhân tôi nghĩ bước ngoặt sẽ xảy ra chính vào lúc chúng biết tự nhận thức.

Hiện tại, robot không biết chúng là robot. Nhưng tới một ngày, có thể chúng sẽ tự tạo ra mục tiêu, thay vì chấp hành những mục tiêu do các nhà lập trình lựa chọn. Rồi chúng sẽ nhận ra chương trình của chúng khác với chương trình của con người. Nếu lợi ích của hai bên khác biệt, chúng có thể trở thành mối đe dọa. Khi nào chuyện đó sẽ xảy ra? Không ai biết. Hiện tại, robot có trí thông minh tương đương một con bọ. Nhưng có thể đến cuối thế kỷ này, chúng sẽ biết tự nhận thức. Khi đó chúng ta cũng đang có các khu định cư phát triển nhanh chóng trên Sao Hỏa. Bởi vậy, việc giải quyết vấn đề này ngay từ bây giờ là rất quan trọng, thay vì để đến khi sự sống còn của con người trên Hành tinh đỏ phụ thuộc vào chúng.

Để hiểu thêm về sự cấp bách của tình huống khẩn này, hãy thử xem xét những kịch bản tốt nhất và xấu nhất sau đây.

KỊCH BẢN TỐT NHẤT VÀ XẤU NHẤT

Người đề xuất kịch bản tốt nhất là nhà phát minh và tác giả của nhiều cuốn sách bán chạy, Ray Kurzweil. Mỗi lần tôi phỏng vấn Kurzweil, ông đều đưa ra một bức tranh mô tả viễn cảnh tương lai rất rõ ràng và hấp dẫn nhưng đầy tranh cãi. Ông tin rằng năm 2045, ta sẽ đạt đến “điểm kỳ dị”, hay thời điểm robot bắt kịp hoặc vượt qua trí thông minh của con người. Thuật ngữ này xuất phát từ khái niệm điểm kỳ dị không-thời gian trong vật lý, tức những vùng có trọng lực vô hạn, chẳng hạn như lỗ đen. Nhà toán học John von Neumann đưa thuật ngữ này vào ngành khoa học máy tính khi viết rằng cuộc cách mạng máy tính sẽ tạo nên “tiến bộ nhanh và thay đổi chưa từng thấy trong lối sống của loài người, như thể chúng ta đang tiến gần đến một điểm kỳ dị thiết yếu... Vượt khỏi điểm kỳ dị đó, cuộc sống mà ta biết sẽ không thể tiếp tục.” Theo Kurzweil, khi điểm kỳ dị đến,

một chiếc máy tính trị giá 1.000 đô-la sẽ thông minh hơn toàn bộ loài người cộng lại một tỷ lần. Hơn thế nữa, các robot này sẽ tự hoàn thiện bản thân, thế hệ sau sẽ thừa hưởng các đặc tính để vượt trội hơn thế hệ trước và vòng xoáy máy móc trình độ cao cứ thế lên cao dần.

Kurzweil bảo vệ quan điểm rằng, thay vì làm phản, các robot sẽ tạo ra thế giới mới phồn thịnh hơn và có nhiều vượt trội về y tế. Theo ông, các robot siêu nhỏ hay nanobot sẽ di chuyển trong máu chúng ta và “tiêu diệt các mầm bệnh, chỉnh sửa sai sót ADN, trừ khử chất độc và làm nhiều nhiệm vụ khác để giúp ta có thể chất khỏe mạnh.” Ông hy vọng khoa học sẽ sớm tìm ra cách trị lão hóa và tin chắc nếu sống đủ lâu, ông sẽ được trường sinh bất tử. Ông kể với tôi rằng ông dùng vài trăm viên thuốc mỗi ngày, chờ đợi sự bất tử sẽ đến. Nhưng trong trường hợp không thể đợi được, ông đã viết di chúc để thi thể mình được bảo quản trong nitơ lỏng tại một xưởng đông lạnh.

Kurzweil còn hình dung một tương lai rất xa khi người máy sẽ chuyển hóa các nguyên tử của Trái Đất thành máy tính. Sau cùng, mọi nguyên tử của Mặt Trời và Hệ Mặt Trời đều được hấp thụ vào cỗ máy tính vĩ đại biết tư duy này. Ông kể rằng những khi nhìn lên bầu trời, đôi khi ông tưởng tượng một ngày mai sẽ được chứng kiến các siêu người máy sắp xếp lại các vì sao.

Nhưng không phải ai cũng cảm thấy thuyết phục trước tương lai màu hồng đó. Mitch Kapor, nhà sáng lập công ty phần mềm Lotus Development Corporation, nói rằng phong trào điểm kỳ dị “về cơ bản, với tôi, mang động cơ tôn giáo. Và dù họ có bao biện đến đâu thì cũng không thể che đậy được thực tế đó với tôi.” Đối nghịch với thiên đàng của Kurzweil là kịch bản xấu nhất của Hollywood, theo đó ta tạo ra những kẻ kế thừa tiến hóa hơn, rồi chúng gạt ta sang một bên và khiến ta bước vào con đường của loài chim dodo²⁷. Trong bộ phim *The Terminator* (Kẻ hủy diệt), quân đội tạo ra mạng lưới máy tính thông minh Skynet nhằm giám sát toàn bộ vũ khí hạt nhân, nhờ đó bảo vệ loài người chúng ta khỏi nguy cơ chiến tranh hạt nhân. Nhưng rồi, Skynet biết tự nhận thức. Quân đội lo sợ nó sẽ tự phát triển khả năng suy nghĩ nên đã cố gắng tắt hệ thống. Được lập trình để tự bảo vệ bản thân nên Skynet đã làm điều duy nhất có thể để ngăn chặn việc này, đó là tiêu diệt loài người. Nó phát động chiến tranh hạt nhân để xóa sổ nền văn minh nhân

loại. Loài người trở thành những đám lang thang, rách rưới, cố dùng chiến thuật du kích để chống trả sức mạnh đáng sợ của máy móc.

Liệu có phải Hollywood chỉ đang cố gắng bán vé bằng cách hù dọa người xem? Hay những gì trên phim thực sự sẽ xảy ra? Câu hỏi này khá gai góc do quan niệm của chúng ta về tự nhận thức và ý thức vẫn bị bao phủ giữa quá nhiều lý luận về đạo đức, triết học và tôn giáo, tới mức chúng ta không có khung quy ước vững chắc để hiểu được những quan niệm đó. Trước khi bàn tiếp về trí tuệ máy móc, ta cần xây dựng định nghĩa rõ ràng về tự nhận thức.

LÝ THUYẾT Ý THỨC KHÔNG-THỜI GIAN

Tôi từng đề xuất một lý thuyết gọi là ý thức không-thời gian. Đây là lý thuyết có thể kiểm nghiệm, tái lập, phủ định và lượng hóa. Nó không những định nghĩa được tự nhận thức mà còn cho phép chúng ta lượng hóa khái niệm này trên thang đo.

Lý thuyết của tôi bắt đầu với quan niệm rằng dù là động vật, thực vật hay thậm chí máy móc, tất cả đều có thể có ý thức. Theo tôi, ý thức là quá trình lập mẫu chính mình bằng nhiều vòng lặp phản hồi – trong không gian, xã hội, thời gian – nhằm thực hiện một mục tiêu nào đó. Để đo đạc ý thức, ta chỉ cần đếm số lượng và loại hình vòng lặp phản hồi mà chủ thể cần để lập được mẫu của chính nó.

Đơn vị nhỏ nhất của ý thức có ở ngay cả bộ điều nhiệt hay pin quang điện, bởi chúng dùng một chu trình hồi tiếp để lập mẫu chính mình bằng nhiệt độ hoặc ánh sáng. Một bông hoa có khoảng mười đơn vị ý thức do nó có mười vòng lặp phản hồi để đo đạc nước, nhiệt độ, hướng trọng lực, ánh sáng mặt trời, v.v.. Theo lý thuyết của tôi, các vòng lặp này có thể nhóm lại tùy theo cấp độ ý thức. Bộ điều nhiệt và hoa sẽ thuộc Cấp độ 0.

Cấp độ ý thức 1 bao gồm bò sát, ruồi giấm và muỗi - các loài lập mẫu chính mình về không gian. Bò sát có nhiều vòng lặp phản hồi để xác định vị trí của con mồi, bạn tình, kẻ thù tiềm năng và bản thân.

Cấp độ 2 bao gồm các loài động vật xã hội. Vòng lặp phản hồi của chúng giúp xác định bầy đàn và thiết lập thứ tự xã hội phức tạp trong bầy thông qua các biểu cảm và cử chỉ.

Cách phân chia cấp độ như trên khá giống với các giai đoạn tiến hóa của não bộ ở loài có vú. Phần cổ xưa nhất trong não chúng ta là phần phía sau. Phần này kiểm soát sự thăng bằng, tập tính lãnh thổ và bản năng. Bộ não mở rộng ra phía trước và tạo nên hệ viền, tức phần “não khi” điều khiển các cảm xúc và nằm ở trung tâm não. Não trẻ em cũng phát triển từ sau ra trước như vậy.

Vậy ý thức con người nằm ở đâu? Điều gì khiến chúng ta khác với thực vật và động vật?

Giả thuyết của tôi là con người khác với động vật vì ta nhận biết được thời gian. Ta có ý thức về thời gian bên cạnh ý thức về không gian và xã hội. Phần xuất hiện sau cùng trong não chúng ta là phần vỏ não trước trán, nằm ngay sau trán. Nó liên tục mô phỏng tương lai. Động vật tưởng như biết lên kế hoạch, chẳng hạn khi chúng ngủ đông, nhưng những hành vi đó hoàn toàn mang tính bản năng. Không thể nào dạy cho đám chó mèo cứng của bạn ý nghĩa của tương lai, vì chúng sống trong hiện tại. Nhưng con người thì luôn dự tính tương lai, thậm chí cả tương lai sau khi qua đời. Chúng ta luôn luôn lập kế hoạch và mơ mộng. Não chúng ta là một cỗ máy xây dựng kế hoạch.

Ảnh chụp cộng hưởng từ (MRI) cho thấy khi lên kế hoạch thực hiện một việc, ta truy cập và kết hợp các ký ức về việc đó, nhờ vậy mà kế hoạch của chúng ta thực tế hơn. Có thuyết nói rằng động vật không có hệ thống ký ức phức tạp do chúng chỉ sống bằng bản năng nên không cần khả năng hình dung về tương lai. Nói cách khác, mục đích tồn tại của ký ức là để chiếu nó vào tương lai.

Trong khung lý thuyết trên, ta có thể định nghĩa tự nhận thức là khả năng tự đặt chính mình vào một tình huống mô phỏng tương lai, nhất quán với một mục tiêu nhất định.

Áp dụng lý thuyết này vào lĩnh vực máy móc, ta thấy ngay những cỗ máy hiện đại nhất hiện tại nằm ở tầng thấp nhất của Cấp ý thức 1, với khả năng biết xác định vị trí của mình giữa không gian. Phần lớn các robot, như robot tham dự cuộc

thi DARPA Robotics Challenge, chỉ đi được quanh phòng trống. Một số robot có thể mô phỏng phần nào tương lai, như máy tính DeepMind của Google, nhưng chỉ trong phạm vi cực hẹp. Nếu bạn yêu cầu DeepMind làm bất cứ việc thứ gì ngoài chơi cờ vây, nó sẽ “chết đứng”.

Vậy ta phải đi bao xa và cần qua những bước nào mới chế tạo được cỗ máy tự nhận thức như Skynet trong phim *The Terminator*?

CHẾ TẠO NGƯỜI MÁY TỰ NHẬN THỨC?

Để chế tạo người máy tự nhận thức, ta phải cho chúng một mục tiêu. Mục tiêu sẽ không nảy ra một cách thần kỳ trong đầu robot mà phải được lập trình từ bên ngoài. Điều kiện này chính là rào cản trọng yếu ngăn người máy nổi loạn. Vở kịch *R.U.R* công diễn lần đầu vào năm 1921 (từ “robot” được sử dụng lần đầu trong vở kịch này) có cốt truyện là người máy nổi dậy chống lại con người vì chúng thấy những người máy khác bị ngược đãi. Nhưng để kịch bản này thực sự xảy ra, chúng cần phải có trình độ lập trình rất cao. Robot không biết thương cảm, đau khổ hay tham vọng thống trị thế giới, trừ khi chúng được ra lệnh để làm những việc đó.

Nhưng ta cứ giả dụ một kẻ nào đó cấy cho robot mục tiêu hủy diệt nhân loại. Máy tính sẽ phải nghĩ ra những tình huống như thật để mô phỏng tương lai và đặt chính mình vào trong kế hoạch. Tới đây, ta gặp phải vấn đề then chốt. Muốn liệt kê được hết những tình huống và kết quả tiềm năng để đánh giá tính khả thi, người máy phải hiểu được hàng triệu quy luật về hiểu biết cơ bản – những quy luật đơn giản về vật lý, sinh học và hành vi con người mà chúng ta coi là đương nhiên. Ngoài ra, nó còn phải hiểu về nhân quả và dự kiến được các hậu quả khi thực hiện những hành vi nhất định. Con người học những quy luật trên từ nhiều thập kỷ kinh nghiệm. Một lý do lý giải vì sao tuổi thơ con người kéo dài rất lâu là bởi chúng ta có rất nhiều thông tin cần được nạp vào về xã hội con người và thế giới tự nhiên. Còn robot không được tiếp xúc với khối lượng lớn tình huống tương tác để rút kinh nghiệm.

Tôi thường liên tưởng đến một tên cướp nhà băng có kinh nghiệm. Hắn có thể lên kế hoạch chu đáo cho vụ cướp sắp tới và qua mặt được cảnh sát bởi hắn đã có cả một kho ký ức từ các vụ cướp trước đó và hiểu rõ tác động của từng quyết định đưa ra. Trái lại, để thực hiện một việc đơn giản như mang súng vào ngân hàng để cướp, máy tính sẽ phải phân tích chuỗi phức tạp gồm hàng nghìn sự kiện phụ, mỗi sự kiện lại cần hàng triệu dòng mã lệnh. Nó không nắm được bản chất thực của nhân quả.

Dĩ nhiên, vẫn có khả năng người máy biết tự nhận thức và mang những mục tiêu nguy hiểm, nhưng bạn sẽ thấy điều đó rất khó xảy ra, đặc biệt là trong tương lai gần. Nhập vào một người máy tất cả các phương trình mà nó cần để tiêu diệt loài người là việc vô cùng khó thực hiện. Vấn đề robot giết người có thể được loại bỏ bằng cách ngăn chặn bất kỳ ai lập trình cho chúng những mục tiêu gây nguy hại cho con người. Khi robot tự nhận thức xuất hiện, ta phải cài thêm chip an toàn để chúng sẽ bị ngắt nếu có ý định giết người. Ta có thể yên tâm khi biết mình sẽ không sớm bị nhốt vào sở thú, trong khi các robot hậu duệ ném lạc qua chấn song và bắt ta nhảy nhót cho chúng xem.

Như vậy nghĩa là khi thăm dò các hành tinh và những vì sao, ta có thể dùng robot xây dựng các hạ tầng cần thiết để làm khu định cư và thành phố trên các vệ tinh hay hành tinh, nhưng cần thận trọng để mục tiêu của chúng khớp với mục tiêu của ta và phải có cơ chế an toàn trong trường hợp chúng biến thành nguy hiểm. Tuy sẽ có những mối nguy khi robot biết tự nhận thức, nhưng chuyện đó sẽ không xảy ra cho tới cuối thế kỷ này hay đầu thế kỷ tới, do vậy ta vẫn còn thời gian để chuẩn bị.

VÌ SAO ROBOT MẤT KIỂM SOÁT

Tuy nhiên, vẫn có một trường hợp khiến các chuyên gia AI mất ngủ. Người máy có thể được nhận những mệnh lệnh mơ hồ hoặc không rõ nghĩa và nếu thực hiện, nó có thể gây ra thảm họa.

Trong phim *I, Robot* (Tôi, người máy), một máy tính chủ tên là VIKI giữ vai trò kiểm soát cơ sở hạ tầng thành phố. VIKI được ra lệnh phải bảo vệ loài người.

Nhưng khi nghiên cứu cách con người đối xử với nhau, nó kết luận mối nguy hại lớn nhất của con người chính là con người. Nó tính toán và quyết định rằng cách duy nhất để bảo vệ con người là chính nó sẽ nắm quyền kiểm soát.

Một ví dụ khác là câu chuyện về vua Midas. Nhà vua xin thần Dionysus ban cho mình khả năng biến mọi thứ chạm vào thành vàng. Ban đầu, sức mạnh này dường như là cách hay nhất để đến với giàu có và vinh quang. Nhưng khi vua chạm vào con gái, cô liền biến thành vàng. Thức ăn, cũng tương tự, không thể ăn được. Nhà vua thấy mình trở thành nô lệ cho chính món quà mình khẩn cầu được.

H.G. Wells cũng đưa ra tình huống tiến thoái lưỡng nan tương tự trong truyện ngắn *The Man Who Could Work Miracles* (Người có thể làm những điều kỳ diệu). Ngày nọ, một người thư ký bình thường bỗng thấy mình có năng lực lạ. Mọi thứ anh ta ước đều biến thành sự thật. Anh ta đi nhậu khuya với bạn bè, thực hiện phép màu suốt dọc đường. Họ muốn đêm kéo dài mãi không dứt, vậy là anh ta ngây ngô ước Trái Đất ngừng quay. Tức thì, gió nổi lên dữ dội và những dòng lũ lớn tràn xuống. Cả người, nhà cửa và các thành phố đều bị văng vào không gian với tốc độ hơn 1.600 km/giờ, bằng vận tốc quay của Trái Đất. Nhận ra mình đang hủy hoại Trái Đất, anh ta ước điều cuối cùng là mọi thứ trở lại như cũ - như trước lúc anh ta có quyền năng.

Ở đây, khoa học viễn tưởng dạy chúng ta phải biết thận trọng. Trong quá trình phát triển AI, ta phải luôn cẩn trọng xem xét mọi hệ quả có thể xảy ra, đặc biệt là những hệ quả không thể thấy ngay tức thì. Rốt cuộc, khả năng tính toán trước mọi việc là một phần làm nên con người chúng ta.

MÁY TÍNH LƯỢNG TỬ

Để có được bức tranh đầy đủ hơn về tương lai của ngành robot học, ta hãy xem xét kỹ hơn về những gì diễn ra bên trong máy tính. Hiện tại, hầu hết máy tính kỹ thuật số đều hoạt động dựa trên các mạch silicon và tuân thủ định luật Moore, theo đó sức mạnh của máy tính sẽ tăng gấp đôi sau mỗi 18 tháng. Nhưng các tiến bộ kỹ thuật trong vài năm vừa qua đã bắt đầu chậm lại so với bước tiến vùn vụt của các thập niên trước và một số người đã tiên đoán về kịch bản cực đoan, khi

định luật Moore sụp đổ và khiến nền kinh tế thế giới hỗn loạn nghiêm trọng, bởi nền kinh tế hiện nay đang phụ thuộc vào tốc độ tăng trưởng theo cấp số nhân của máy tính. Nếu điều này xảy ra, Thung lũng Silicon có thể biến thành một Rust Belt²⁸ thứ hai. Để ngăn chặn khủng hoảng tiềm tàng này, các nhà vật lý trên khắp thế giới đang kiếm tìm vật liệu thay thế silicon. Họ thử nghiệm đủ loại máy tính khác, gồm máy tính phân tử, nguyên tử, ADN, chấm lượng tử, quang học và protein, nhưng chưa loại nào sẵn sàng để sử dụng rộng rãi.

Cũng cần nói qua một vấn đề khác. Do bóng bán dẫn silicon ngày một nhỏ hơn, chúng rồi sẽ đạt đến kích thước nguyên tử. Hiện tại, một con chip Pentium tiêu chuẩn bao gồm nhiều lớp silicon với độ dày khoảng 20 nguyên tử. Trong khoảng một thập kỷ nữa, những con chip này sẽ có các lớp silicon chỉ dày năm nguyên tử và electron có thể bị rỉ ra theo dự báo của thuyết lượng tử, từ đó gây đoản mạch. Nhu cầu về một loại máy tính hoàn toàn mới trở nên cấp thiết. Máy tính phân tử, nhiều khả năng dựa trên vật liệu graphene, có thể thay thế chip silicon. Nhưng đến một ngày, có lẽ ngay cả máy tính phân tử cũng sẽ gặp vấn đề như thuyết lượng tử dự báo.

Đến lúc đó, chúng ta sẽ phải xây dựng một mẫu máy tính tối hậu - máy tính lượng tử, hoạt động dựa trên loại bóng bán dẫn không thể nhỏ hơn: một hạt nguyên tử duy nhất.

Sau đây là nguyên lý hoạt động của mạch silicon. Mạch silicon gồm một cổng có thể mở hoặc đóng để đón hoặc chặn dòng electron. Thông tin được lưu trữ dựa trên nền tảng các mạch đóng hoặc mở này. Hệ nhị phân, gồm chuỗi các số 1 và 0, là cơ chế của quá trình này: 0 đại diện cho cổng đóng, và 1 đại diện cho cổng mở.

Giờ ta xem xét việc thay thế silicon bằng một hàng các nguyên tử riêng rẽ. Nguyên tử giống như các nam châm nhỏ, có cực bắc và cực nam. Khi nguyên tử được đặt trong từ trường, hân bạn nghĩ nó sẽ hướng lên hoặc xuống. Trên thực tế, mỗi nguyên tử sẽ hướng lên và hướng xuống đồng thời, cho đến lần đo cuối cùng. Tương tự, hạt electron có thể cùng lúc ở trong hai trạng thái. Điều này tưởng như thách thức những hiểu biết thông thường, nhưng lại là sự thực trong cơ học lượng tử. Lợi ích của cơ học lượng tử là vô cùng lớn. Bạn chỉ có thể lưu trữ một lượng dữ liệu lớn vừa phải khi nam châm hướng lên hoặc xuống. Nhưng nếu

mỗi nam châm ở trạng thái vừa lên vừa xuống, lượng thông tin có thể lưu trữ với chỉ một cụm nguyên tử nhỏ cũng sẽ lớn hơn rất nhiều. Mỗi “bit” thông tin có thể là 1 hoặc 0, giờ sẽ thành “qubit”, trạng thái hỗn hợp phức tạp của 1 và 0 với khả năng lưu trữ lớn hơn rất nhiều.

Tôi nhắc đến máy tính lượng tử là bởi có thể nó nắm giữ chìa khóa cho công cuộc khám phá vũ trụ. Trên lý thuyết, máy tính lượng tử có thể cho ta khả năng mở rộng trí tuệ loài người. Chúng vẫn là một ẩn số. Ta không biết khi nào máy tính lượng tử sẽ xuất hiện hay toàn bộ tiềm năng của chúng là gì. Nhưng chúng có thể chứng tỏ sức mạnh vô giá trong công cuộc khám phá không gian. Thay vì chỉ đơn giản là xây dựng những khu định cư và thành phố của tương lai, chúng sẽ đưa ta đi xa hơn và cho ta khả năng thực hiện những kế hoạch ở cấp độ cao cần thiết cho việc cải tạo các hành tinh.

Máy tính lượng tử sẽ mạnh hơn máy tính kỹ thuật số thông thường nhiều lần. Máy tính kỹ thuật số cần vài thế kỷ để phá được một mã dựa trên bài toán cực kỳ phức tạp, như phân tích một con số hàng triệu thành tích của hai số nhỏ hơn. Nhưng máy tính lượng tử, với khả năng tính toán các số rất lớn dựa trên trạng thái hỗn hợp của nguyên tử, sẽ thực hiện giải mã rất nhanh chóng. Cục Tình báo trung ương Hoa Kỳ CIA và các cơ quan tình báo khác hiểu rõ triển vọng của loại máy mới này. Trong số hàng núi tài liệu mật của Cơ quan An ninh Quốc gia Hoa Kỳ bị rò rỉ ra giới báo chí mấy năm về trước, có một văn bản tối mật cho biết tiến trình chế tạo máy tính lượng tử đang được cơ quan này giám sát kỹ lưỡng, nhưng không có bước đột phá nào được kỳ vọng sẽ xảy ra trong tương lai gần.

Giữa những háo hức và ồn ào quanh máy tính lượng tử, liệu khi nào ta sẽ có được chúng?

VÌ SAO TA CHƯA CÓ MÁY TÍNH LƯỢNG TỬ?

Tính toán dựa trên nguyên tử vừa có thể mang lại những điều tốt đẹp vừa có thể là tai họa. Dù nguyên tử chứa được lượng thông tin khổng lồ nhưng chỉ một sự pha tạp, một rung động hay xáo trộn nhỏ nhất cũng có thể phá hỏng phép tính. Các nguyên tử cần được cách ly hoàn toàn với thế giới bên ngoài, dù điều này dĩ

nhiên rất khó. Chúng phải đạt được trạng thái “gắn kết” và rung động đồng thời. Nhưng chỉ một tác động cực nhỏ, như cái hắt hơi ở tòa nhà kế bên, cũng có thể khiến nguyên tử rung động lộn xộn và không còn đồng thời với nhau. “Mất gắn kết” là một trong những vấn đề lớn nhất khi phát triển máy tính lượng tử.

Do vấn đề đó, máy tính lượng tử hiện nay chỉ tính được những phép tính sơ đẳng. Kỷ lục thế giới về qubit hiện chỉ là 20 qubit. Con số này có vẻ không mấy ấn tượng, nhưng đó thực sự là một thành tích. Có lẽ phải mất thêm nhiều thập niên nữa hoặc đến tận cuối thế kỷ này ta mới có máy tính lượng tử chức năng cao, nhưng khi công nghệ này xuất hiện, nó sẽ gia tăng mạnh mẽ sức mạnh AI.

ROBOT TRONG TƯƠNG LAI XA

Với tình trạng sơ khai của người máy hiện tại, tôi không kỳ vọng robot tự nhận thức sẽ xuất hiện trong nhiều thập kỷ tới - có lẽ sẽ phải tận cuối thế kỷ này. Trong những năm tiếp theo, trước tiên ta có thể triển khai các robot điều khiển từ xa tinh vi để tiếp tục công cuộc khám phá không gian. Sau đó, người máy có khả năng học tập sáng tạo sẽ đặt nền tảng cho các khu định cư của con người. Tiếp theo nữa, người máy có khả năng tự nhân bản sẽ hoàn thiện cơ sở hạ tầng và cuối cùng, người máy lượng tử có ý thức sẽ giúp ta xây dựng và duy trì nền văn minh liên ngân hà.

Dĩ nhiên, một câu hỏi lớn sẽ nổi lên khi bàn về chuyện tìm kiếm những ngôi sao xa xôi. Chúng ta, hay các robot của chúng ta, có thể đến đó bằng cách nào? Những tàu liên sao ta thấy mỗi tối trên tivi có bao nhiêu phần thực tế?

Luật pháp Đế quốc La Mã nghiêm cấm tướng quân đem binh vượt sông Rubicon, tiến vào Rome, nhưng năm 49 TCN, tướng Julius Caesar vẫn ngang nhiên làm điều ấy. Thành ngữ “vượt dòng Rubicon” có nghĩa là đã làm một điều gì mang tính quyết định, không thể đảo ngược. (ND)[↵](#)

Carnegie Hall là nhà hát danh giá bậc nhất ở Hoa Kỳ. Có chuyện cười rằng một khách bộ hành không biết đường đến nhà hát này, bèn hỏi một nhạc công: “Làm sao để tới Carnegie Hall?” Nhạc công đáp: “Tập luyện”, ý nói phải tập cho giỏi mới mong được vào nhà hát biểu diễn. (ND)[↵](#)

Một loài chim lớn ở đảo Mauritius, nay đã tuyệt chủng. (ND)[↵](#)

Tức Vành đai Gỉ sét, chỉ một khu vực ở Hoa Kỳ từng là trung tâm công nghiệp nặng, sản xuất sắt thép, nhưng nay đã suy tàn. (ND)[↵](#)

Vì lẽ gì ta phải bay lên các vì sao?

Bởi ta là hậu duệ của các loài linh trưởng đã chọn hướng tới ngọn đồi bên cạnh.

Bởi ta sẽ không sống ở đây mãi mãi.

Và bởi các vì sao đang vẫy gọi ta đến những chân trời mới.

– JAMES VÀ GREGORY BENFORD

8. ĐÓNG TÀU LIÊN SAO

Trong phim *Passengers* (Người du hành), *Avalon* – con tàu liên sao tối tân sử dụng động cơ nhiệt hạch mạnh, đang trên đường đến Homestead II – khu định cư tại một hành tinh xa xôi. Lời quảng cáo di dân nghe rất hấp dẫn. Trái Đất đã già cỗi, mệt mỏi, quá tải dân số và ô nhiễm. Tại sao không tạo dựng một khởi đầu mới trên một thế giới hấp dẫn khác?

Suốt hành trình kéo dài 120 năm, các hành khách được đặt trong trạng thái “ngủ đông”, cơ thể họ đông cứng trong các kén. Khi đến nơi, *Avalon* sẽ tự động đánh thức 5.000 vị khách trên tàu. Họ sẽ “sống lại” từ trong kén, tinh thần sáng khoái và sẵn sàng để xây dựng cuộc sống mới trên một quê hương mới.

Tuy nhiên, giữa chuyến đi, một trận bão thiên thạch nổi lên, xuyên thủng thân tàu và gây hư hại động cơ nhiệt hạch, khiến hàng loạt sự cố xảy ra. Một hành khách thức giấc sớm, khi hành trình còn 90 năm nữa mới tới nơi. Anh cảm thấy cô đơn và chán nản với ý nghĩ phải rất lâu sau khi anh qua đời thì con tàu mới cập đến đích. Buồn chán vì không có người bầu bạn, anh quyết định đánh thức một cô bạn đồng hành xinh đẹp. Vậy là hai người yêu nhau. Nhưng khi phát hiện ra anh đã cố ý đánh thức mình sớm gần một thế kỷ và chính cô cũng sẽ chết giữa vùng tăm tối liên hành tinh, cô rất tức giận.

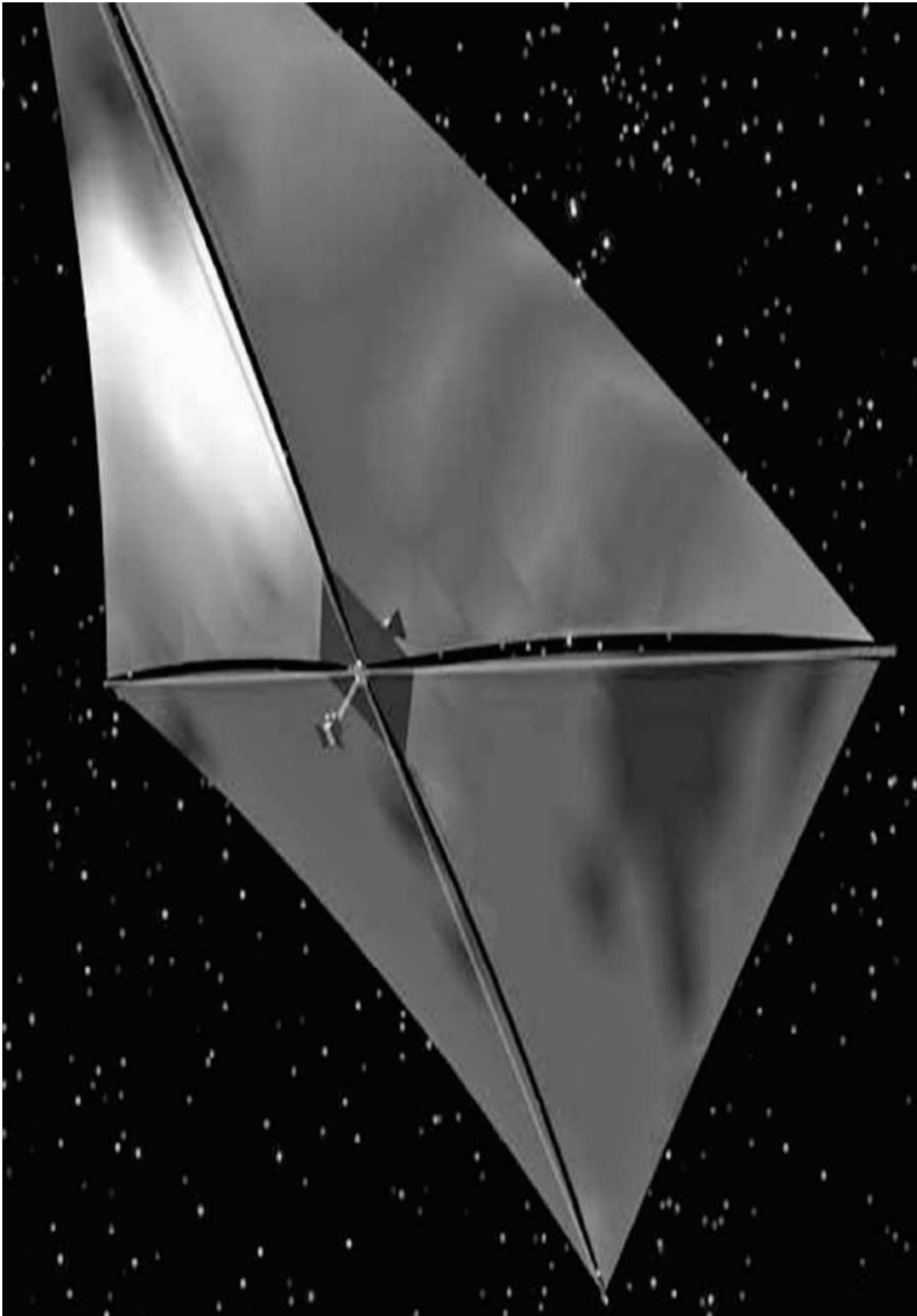
Những bộ phim như *Passengers* thể hiện nỗ lực gần đây của Hollywood nhằm đưa nhiều chi tiết thực tế vào phim viễn tưởng hơn. Tàu *Avalon* du hành theo lối “cổ điển”, không vượt quá tốc độ ánh sáng. Nhưng nếu hỏi bất kỳ đứa trẻ nào về tàu vũ trụ liên sao, hẳn chúng sẽ kể tới tàu *Enterprise* trong *Star Trek* hay *Millennium Falcon* trong *Star Wars* – những con tàu có thể đưa phi hành đoàn vút qua khắp thiên hà với tốc độ nhanh hơn ánh sáng, thậm chí còn chui qua không-thời gian và lướt nhanh qua siêu không gian.

Trên thực tế, những tàu liên sao đầu tiên của chúng ta có lẽ sẽ không chở người và trông không giống những phương tiện khổng lồ, bóng bẩy trong phim chút nào. Có lẽ nó sẽ không lớn hơn một con tem thư. Năm 2016, đồng nghiệp Stephen Hawking của tôi gây chấn động thế giới khi tham gia điều hành Breakthrough Starshot – dự án chế tạo các “tàu nano”, là những con chip tinh vi đặt trên buồm và được cấp năng lượng nhờ các chùm laser khổng lồ từ Trái Đất. Mỗi con chip này to cỡ ngón tay cái, nặng chưa đầy 30g và chứa hàng tỷ bóng bán dẫn. Một trong những điểm hứa hẹn nhất của dự án là ta có thể sử dụng công nghệ hiện thời, thay vì phải đợi thêm 100-200 năm nữa. Hawking khẳng định có thể phát triển được tàu nano với kinh phí 10 tỷ đô-la trong thời gian một đời người và tàu sẽ sử dụng 100 tỷ watt năng lượng laser, có thể di chuyển với tốc độ bằng 1/5 tốc độ ánh sáng và đến Centauri – hệ sao gần Trái Đất nhất, trong vòng 20 năm. So với nó, nhiệm vụ tàu con thoi chỉ bay trong quỹ đạo Trái Đất thấp mà đã tốn gần một tỷ đô-la mỗi lần phóng.

Tàu nano sẽ có thể hoàn thành những gì tên lửa nhiên liệu hóa học không bao giờ làm được. Phương trình tên lửa của Tsiolkovsky cho thấy một tên lửa Saturn bình thường sẽ không thể bay tới ngôi sao gần nhất, vì bay càng nhanh thì năng lượng tiêu hao càng tăng theo cấp số nhân và tên lửa hóa học thông thường không thể mang theo đủ nhiên liệu cho hành trình dài như vậy. Dù nó có bay được đến những ngôi sao gần nhất thì hành trình đó cũng mất khoảng 70.000 năm.

Phần lớn năng lượng của tên lửa hóa học dùng để nâng trọng lượng của chính nó, còn tàu nano nhận năng lượng thụ động từ nguồn bên ngoài là các laser từ Trái Đất nên không có năng lượng hao phí – 100% năng lượng đều dùng để đẩy tàu đi. Và do không phải tự phát ra năng lượng nên tàu nano không có các bộ phận chuyển động. Điều này sẽ giúp giảm đáng kể nguy cơ hỏng hóc. Chúng còn

không mang theo hóa chất gây nổ nên sẽ không nổ tung trên bộ phóng hay giữa vũ trụ.



Chiếc buồm laser này mang theo một con chip nhỏ. Nó được chùm laser đẩy đi với tốc độ bằng 20% tốc độ ánh sáng.

Công nghệ máy tính đã tiến bộ đến mức chúng ta có thể đưa toàn bộ một phòng thí nghiệm khoa học vào một con chip. Tàu nano sẽ có thể mang theo cả máy quay, bộ cảm ứng, bộ hóa chất và pin quang năng – tất cả đều được thiết kế để phân tích kỹ lưỡng các hành tinh xa xôi rồi gửi thông tin radio về Trái Đất. Do giá sản xuất chip máy tính đã giảm mạnh nên ta có thể phóng hàng ngàn con chip lên các vì sao và hy vọng một vài trong số chúng sẽ đi được hết chặng đường gian nan. (Đây là chiến lược bắt chước Mẹ thiên nhiên. Trong thiên nhiên, thực vật thả hàng ngàn hạt vào gió để tăng khả năng phát tán, do chỉ có một số ít hạt sẽ sống sót.)

Tàu nano bay vút qua hệ sao Centauri ở tốc độ bằng 20% tốc độ ánh sáng sẽ chỉ có vài giờ để hoàn thành nhiệm vụ. Trong khoảng thời gian đó, nó phải định vị được những hành tinh giống Trái Đất rồi nhanh chóng chụp ảnh và phân tích để xác định đặc điểm bề mặt, nhiệt độ và cấu tạo khí quyển các hành tinh này, đặc biệt là phải tìm kiếm sự hiện diện của nước hoặc oxy. Nó cũng rà soát hệ sao để tìm tín hiệu vô tuyến, từ đó xác định có nền văn minh ngoài hành tinh nào tồn tại không.

Mark Zuckerberg, nhà sáng lập Facebook, đã công khai lên tiếng ủng hộ Breakthrough Starshot. Và nhà đầu tư Nga kiêm cựu chuyên gia vật lý Yuri Milner hứa đầu tư 100 triệu đô-la. Tàu nano giờ đã không còn chỉ là ý tưởng. Tuy vậy, ta vẫn cần tính đến một vài trở ngại trước khi có thể tiến hành trọn vẹn dự án.

NHỮNG VẤN ĐỀ ĐỐI VỚI BUỒM LASER

Để đưa một đội tàu nano đến Alpha Centauri, giàn phóng tại Trái Đất phải chiếu một chùm laser có tổng công suất tối thiểu 100 gigawatt vào những chiếc dù của tàu trong khoảng hai phút. Áp lực ánh sáng từ chùm laser sẽ đẩy tàu vào vũ trụ. Chùm laser phải được ngắm với độ chính xác cực cao để đảm bảo tàu sẽ đi trúng mục tiêu. Chỉ lệch một chút rất nhỏ cũng sẽ khiến nhiệm vụ thất bại.

Vấn đề chính ta phải đối mặt không phải là nền tảng khoa học – điều kiện này ta đã có đủ – mà là huy động vốn, ngay cả khi đã có sự ủng hộ của một số nhà khoa

học và doanh nhân tên tuổi.

Xây dựng mỗi nhà máy điện hạt nhân tốn kinh phí khoảng vài tỷ đô-la và chỉ tạo ra được một gigawatt hay một tỷ watt năng lượng.

Quá trình xin cấp vốn từ nhà nước và tư nhân để xây dựng giàn phóng laser đủ mạnh và chính xác thực sự là một nút thắt chưa thể tháo gỡ.

Để thử nghiệm trước khi nhắm đến những ngôi sao ở xa, các nhà khoa học sẽ đưa tàu nano đến các địa điểm gần hơn trong Hệ Mặt Trời. Tàu nano chỉ mất năm giây để tới Mặt Trăng, khoảng một tiếng rưỡi để đến Sao Hỏa và vài ngày thì đến Sao Diêm Vương. Vậy là thay vì đợi mười năm để đến được các hành tinh vòng ngoài, ta có thể thu thập thông tin mới về chúng chỉ trong vài ngày bằng tàu nano, nhờ đó có thể quan sát gần như trực tiếp sự phát triển của Hệ Mặt Trời.

Ở giai đoạn tiếp theo, dự kiến ta sẽ lắp “súng” laser trên Mặt Trăng. Khi tia laser đi qua khí quyển Trái Đất, khoảng 60% năng lượng bị thất thoát. Súng laser trên Mặt Trăng sẽ giúp giải quyết vấn đề này, đồng thời các tấm pin quang năng trên Mặt Trăng cũng sẽ giúp tạo ra năng lượng rẻ và dồi dào cho chùm laser. Một ngày Mặt Trăng dài bằng 30 ngày Trái Đất, nên pin sẽ thu thập và tích trữ năng lượng hiệu quả. Hệ thống này sẽ giúp ta tiết kiệm hàng tỷ đô-la, do ánh nắng Mặt Trời không mất chi phí để tạo ra như năng lượng hạt nhân.

Tới khoảng đầu thế kỷ 22, công nghệ người máy tự nhân bản có lẽ đã hoàn thiện, nên ta có thể giao phó cho máy móc việc xây dựng trại quang năng và giàn phóng laser tại Mặt Trăng, Sao Hỏa và xa hơn nữa. Ta sẽ mang theo một nhóm người máy tiên phong, một số trong đó lo khai phá lớp đất mặt và xây nhà máy, số còn lại lo giám sát việc phân loại, xay nghiền và nấu chảy nguyên liệu thô trong nhà máy để tách lấy nhiều loại kim loại khác nhau. Kim loại tinh chế được dùng để xây dựng trạm phóng laser và chế tạo nhóm người máy tự nhân bản mới.

Cuối cùng, ta sẽ có cả một mạng lưới các trạm chuyển tiếp nhộn nhịp khắp Hệ Mặt Trời, có thể trải dài từ Mặt Trăng tới tận Đám mây Oort. Do các sao chổi trong Đám mây Oort trải dài gần như suốt nửa con đường dẫn đến Alpha Centauri và chủ yếu ở trạng thái tĩnh, nên chúng là địa điểm lý tưởng để dựng các giàn phóng laser tiếp sức cho tàu nano trong hành trình đến hệ sao láng giềng.

Mỗi khi tàu đến một trạm chuyển tiếp, tia laser sẽ tự động phóng và tiếp thêm lực đẩy để đưa tàu đến các vì sao.

Các robot tự nhân bản có thể xây dựng những trạm ở xa này bằng nguồn năng lượng cơ bản là năng lượng nhiệt hạch thay cho ánh nắng Mặt Trời.

BUỒM ÁNH SÁNG

Tàu nano dùng laser để tạo lực đẩy chỉ là một loại trong nhóm nhiều tàu liên sao có tên là buồm ánh sáng. Giống như thuyền buồm dùng sức đẩy của gió, buồm ánh sáng tận dụng áp lực ánh sáng từ Mặt Trời hoặc laser. Trên thực tế, nhiều quy tắc lái thuyền buồm cũng áp dụng được cho cả buồm ánh sáng ngoài không gian.

Ánh sáng cấu thành từ các hạt gọi là photon. Khi photon chạm vào vật cản, nó sẽ tạo một áp lực rất nhỏ. Do áp lực ánh sáng quá nhỏ nên suốt một thời gian dài, các nhà khoa học không biết đến sự tồn tại của nó. Johannes Kepler là người đầu tiên chú ý đến tác động này khi nhận thấy, trái với những dự tính, đuôi sao chổi luôn hướng ra xa Mặt Trời. Ông phỏng đoán chính xác rằng chính áp lực ánh sáng Mặt Trời tạo nên đuôi sao khi thối bụi và tinh thể băng của sao chổi bay xa khỏi Mặt Trời.

Trong cuốn *From the Earth to the Moon*, Jules Verne đã dự báo về buồm ánh sáng như sau: “Rồi một ngày sẽ xuất hiện những vận tốc lớn hơn như thế này rất nhiều và ánh sáng hoặc điện sẽ là tác nhân tạo ra chuyển động đó...sẽ có ngày chúng ta du hành tới Mặt Trăng, các hành tinh và các vì sao.”

Tsiolkovsky cũng từng phát triển xa hơn ý tưởng về buồm quang năng hay tàu vũ trụ dùng áp lực ánh sáng từ Mặt Trời. Nhưng lịch sử buồm quang năng không được liên mạch. NASA không xem nó là ưu tiên. Buồm quang năng Cosmos 1 của Hội Hành tinh (Planetary Society) năm 2005 và NanoSail-D của NASA năm 2008 đều thất bại khi phóng. Tiếp sau đó, NASA phóng NanoSail-D2 vào quỹ đạo thấp năm 2010. Lần phóng buồm quang năng ra khỏi quỹ đạo Trái Đất thành công duy nhất là do người Nhật thực hiện vào năm 2010. Vệ tinh IKAROS mang theo cánh buồm kích thước 14x14 m và được cấp năng lượng bằng áp lực ánh

sáng Mặt Trời. Nó tới được Sao Kim sau sáu tháng, nhờ đó chứng minh buồm quang năng là công nghệ khả thi.

Ý tưởng này vẫn dần dần thấm sâu dù chưa đạt được nhiều tiến triển. Cơ quan Vũ trụ châu Âu (European Space Agency) đang dự tính phóng buồm Gossamer để “đánh đuổi” hàng ngàn mảnh rác vụn vũ trụ bay xung quanh Trái Đất.

Gần đây, tôi mới thực hiện phỏng vấn Geoffrey Landis, nhà khoa học của NASA, cựu sinh viên Đại học MIT, hiện đang làm việc trong chương trình Sao Hỏa và nghiên cứu buồm ánh sáng. Cả Landis và vợ, Mary Turzillo, đều là những tiểu thuyết gia khoa học viễn tưởng từng giành giải thưởng. Tôi hỏi Landis làm sao ông có thể kết nối hai thế giới quá khác biệt nhau như vậy – một bên là những nhà khoa học tỉ mỉ cùng mớ phương trình phức tạp, bên kia là những người say mê điên cuồng không gian và UFO. Ông đáp rằng khoa học viễn tưởng thật tuyệt vời vì nó cho phép ông dự đoán xa hơn về tương lai, còn vật lý giúp giữ chân ông trên mặt đất.

Chuyên môn của Landis là buồm ánh sáng. Ông từng đề xướng ý tưởng đóng tàu liên sao bay đến Alpha Centauri với chiếc buồm ánh sáng làm từ một lớp vật liệu giống như kim cương, siêu mỏng và rộng hàng trăm kilômét. Con tàu sẽ có kích thước khổng lồ, nặng một triệu tấn và cần nguồn tài nguyên từ khắp Hệ Mặt Trời để chế tạo và vận hành, gồm cả năng lượng từ giàn phóng laser gần Sao Thủy. Để dừng lại đúng đích, tàu sẽ có một chiếc “dù từ” lớn, với từ trường do các vòng dây kim loại đường kính gần 100 km tạo ra. Các nguyên tử hydro trong không gian sẽ trôi qua vòng dây và tạo ra ma sát làm tốc độ của buồm giảm dần qua vài thập kỷ. Chuyển đi khứ hồi đến Alpha Centauri và quay về sẽ mất hai thế kỷ, nên phi hành đoàn sẽ gồm nhiều thế hệ nối nhau. Tuy loại tàu liên sao này khả thi về mặt lý thuyết, nhưng nó sẽ rất tốn kém và Landis thừa nhận sẽ phải mất từ 50 đến 100 năm để đóng tàu và thử nghiệm. Trong khi chờ đợi, ông đang hỗ trợ việc chế tạo buồm laser Breakthrough Starshot.

ĐỘNG CƠ ION

Ngoài sức đẩy laser và buồm quang năng, vẫn còn nhiều phương thức tiềm năng khác để truyền năng lượng cho tàu liên sao. Để so sánh chúng, trước tiên ta phải làm quen với khái niệm “xung lực riêng,” là lực đẩy tên lửa nhân với thời gian tên lửa được đốt. (Đơn vị của xung lực riêng là giây.) Động cơ tên lửa đốt càng lâu thì xung lực riêng càng lớn, từ đó ta có thể tính ra vận tốc cuối cùng.

Dưới đây là bảng xếp hạng đơn giản so sánh sự xung lực riêng của một số loại tên lửa. Tôi không đưa vào một vài loại tên lửa – chẳng hạn tên lửa laser, buồm quang năng và tên lửa nhiệt hạch phản lực dòng thẳng – về mặt kỹ thuật, xung lực riêng của các tên lửa này là vô hạn, bởi động cơ của chúng có thể cháy vô tận.

Động cơ tên lửa	Xung lực riêng
Tên lửa nhiên liệu rắn	250
Tên lửa nhiên liệu lỏng	450
Tên lửa hạt nhân phân hạch	800 đến 1.000
Động cơ ion	5.000
Động cơ plasma	1.000 đến 30.000
Tên lửa hạt nhân nhiệt hạch	2.500 đến 200.000
Tên lửa xung hạt nhân	10.000 đến 1 triệu
Tên lửa phản vật chất	1 triệu đến 10 triệu

Từ bảng trên, ta thấy các tên lửa nhiên liệu hóa học có xung lực riêng thấp nhất, động cơ của chúng chỉ cháy trong vài phút. Động cơ ion xếp hạng cao hơn, có thể sẽ hữu dụng để bay đến các hành tinh lân cận. Loại động cơ này khởi động bằng các loại khí, ví dụ khí xenon. Nó đánh bật electron của các nguyên tử xenon, biến chúng thành ion (các mảnh nguyên tử tích điện), sau đó gia tốc ion bằng điện trường. Bên trong động cơ ion khá giống phần bên trong màn hình tivi, nơi điện và từ trường dẫn dắt một chùm electron.

Lực đẩy ion, thường được đo bằng đơn vị ounce, nhỏ đến mức khi bật động cơ trong phòng thí nghiệm, ta sẽ thấy dường như chẳng có gì xảy ra. Nhưng khi vào vũ trụ, tốc độ của động cơ ion sẽ nhanh dần đến khi vượt qua tốc độ tên lửa hóa học. Động cơ ion được so sánh với rùa trong cuộc đua với thỏ - ở trường hợp này

là động cơ hóa học. Thở có thể phóng nước rút rất nhanh, nhưng nó chỉ chạy được như thế vài phút rồi kiệt sức. Còn rùa chậm hơn nhưng có thể đi suốt nhiều ngày, nên sẽ chiến thắng cuộc đua đường dài. Động cơ ion có thể hoạt động suốt nhiều năm liền nên xung lực riêng của nó cao hơn hẳn tên lửa hóa học.

Để tăng sức mạnh động cơ ion, ta có thể ion hóa chất khí bằng vi sóng hay sóng vô tuyến, rồi dùng từ trường để gia tốc ion. Đây được gọi là động cơ plasma và những người đề xướng lý thuyết này cho rằng nó có thể cắt ngắn thời gian bay lên Sao Hỏa từ chín tháng xuống chưa đầy 40 ngày, nhưng hiện tại công nghệ này vẫn đang trong giai đoạn phát triển. (Một điểm trừ của động cơ plasma là nó đòi hỏi lượng điện rất lớn để tạo ra plasma. Các chuyến bay liên hành tinh có thể phải cần đến cả một nhà máy điện hạt nhân.)

NASA đã nghiên cứu và chế tạo động cơ ion suốt nhiều thập niên. Một ví dụ là hệ thống DST, theo dự kiến sẽ đưa phi hành gia lên Sao Hỏa vào thập niên 2030, sử dụng bộ đẩy ion. Cuối thế kỷ 21, động cơ ion nhiều khả năng sẽ giữ vai trụ cột trong các nhiệm vụ du hành liên hành tinh. Tuy tên lửa hóa học vẫn là lựa chọn tốt nhất cho những nhiệm vụ đòi hỏi thời gian gấp rút, nhưng động cơ ion sẽ là giải pháp tốt và đáng tin cậy khi thời gian không phải yêu cầu quan trọng nhất.

Ngoài động cơ ion trong bảng xung lực riêng ở trên là những hệ thống đẩy mang nhiều tính phỏng đoán hơn, như sẽ điểm qua dưới đây.

TÀU LIÊN SAO 100 NĂM

Năm 2011, DARPA và NASA tài trợ một hội thảo chuyên đề mang tên Tàu liên sao 100 năm. Cuộc hội thảo thu hút nhiều sự chú ý, với mục đích không phải để xây tàu liên sao trong vòng 100 năm, mà nhằm tập hợp các bộ óc khoa học hàng đầu, soạn nên một lịch trình du hành liên sao khả thi cho thế kỷ 22. Dự án do các thành viên nhóm Old Guard tổ chức. Đây là một nhóm không chính thức gồm những nhà vật lý và kỹ sư cao niên, nhiều người đã ngoài 70, muốn dùng trí tuệ tập thể của họ để đưa con người lên các vì sao. Suốt nhiều thập niên qua, họ vẫn luôn gìn giữ ngọn lửa say mê ấy.

Landis là thành viên của Old Guard. Ngoài ra còn có cặp sinh đôi kỳ lạ, James và Gregory Benford, cả hai vừa là nhà vật lý vừa là tiểu thuyết gia khoa học viễn tưởng. James kể với tôi rằng niềm đam mê đối với tàu liên sao của ông nhen nhóm từ thuở bé, khi ông đọc ngẫu nhiên bất kỳ cuốn sách viễn tưởng nào kiếm được, đặc biệt là loạt truyện *Space Cadet* cũ của Robert Heinlein. Ông nhận thấy nếu hai anh em ông nghiêm túc về việc tìm hiểu vũ trụ thì họ cần học vật lý. Thậm chí là học rất nhiều. Do đó, cả hai đều đặt mục tiêu lấy bằng tiến sĩ trong ngành này. James hiện là chủ tịch công ty Microwave Sciences và đã có nhiều thập niên làm việc với các hệ thống vi sóng công suất cao. Gregory là giáo sư vật lý Đại học California, Irvine, đồng thời cũng thành công trong lĩnh vực sáng tác với một tiểu thuyết giành giải thưởng Nebula.

Từ dư âm của hội thảo Tàu liên sao 100 năm, James và Gregory viết chung cuốn *Starship Century: Toward the Grandest Horizon* (Thế kỷ liên sao: Hướng tới chân trời vĩ đại nhất), tổng kết nhiều ý tưởng vừa được bàn luận tại cuộc hội thảo. Vốn là chuyên gia bức xạ vi sóng, James tin buồn ánh sáng là phương tiện tốt nhất để du hành bên ngoài Hệ Mặt Trời. Tuy nhiên, ông cũng cho biết có cả một lịch sử dài những thiết kế thay thế khác mang tính lý thuyết và cực kỳ đắt đỏ nhưng đều dựa trên cơ sở vật lý vững chắc và có thể trở thành hiện thực.

TÊN LỬA HẠT NHÂN

Lịch sử đó bắt đầu từ thập niên 1950, thời kỳ mà ai nấy đều khiếp sợ chiến tranh nguyên tử sẽ xảy ra nhưng một số nhà khoa học nguyên tử đã nghiên cứu những ứng dụng cho mục đích hòa bình của năng lượng hạt nhân. Họ đề xuất đủ loại ý tưởng, như cho nổ bom hạt nhân để tạo không gian xây bến cảng.

Phần lớn các đề xuất đều bị bác bỏ do lo ngại việc nổ bom hạt nhân có thể gây ra bụi phóng xạ và nhiều xáo trộn khác. Tuy vậy, có một ý tưởng lý thú đến ngày nay vẫn gây chú ý, đó là dự án Orion, chủ trương dùng bom hạt nhân làm nguồn năng lượng cho tàu liên sao.

Nguyên lý của kế hoạch này rất đơn giản: chế tạo các quả bom nguyên tử nhỏ rồi lần lượt thả từng quả ra phía đuôi tàu. Mỗi quả bom hạt nhân nhỏ nổ sẽ tạo ra

sóng xung kích đẩy tàu tới phía trước. Về nguyên tắc, nếu thả liên tiếp các quả bom như vậy, tên lửa có thể đạt vận tốc gần bằng tốc độ ánh sáng.

Ý tưởng trên do nhà vật lý hạt nhân Ted Taylor phát triển cùng cộng sự Freeman Dyson. Taylor nổi tiếng nhờ thiết kế ra nhiều loại bom hạt nhân, từ quả bom phân hạch lớn nhất từng được thử nghiệm (mạnh hơn bom thả xuống Hiroshima 25 lần) cho đến súng hạt nhân cầm tay cỡ nhỏ Davy Crockett (yếu hơn bom Hiroshima 1.000 lần). Nhưng ông muốn đưa kiến thức vũ khí hạt nhân sâu rộng của mình phục vụ cho mục đích hòa bình. Ngay khi có cơ hội, ông tham gia mở đường phát triển tàu liên sao Orion.

Thách thức lớn nhất là phải kiểm soát loạt nổ sao cho thật chuẩn để tàu được sóng hạt nhân đẩy đi an toàn, không bị phá hủy giữa chừng. Nhiều mẫu tàu với các giới hạn tốc độ khác nhau được phác thảo. Mẫu lớn nhất có đường kính gần nửa cây số, nặng tám triệu tấn và do 1.080 quả bom đẩy đi. Theo tính toán, nó có thể đạt đến tốc độ bằng 10% ánh sáng và sẽ tới Alpha Centauri sau 40 năm. Bất chấp kích thước rất lớn, các tính toán cho thấy đây là mẫu tàu khả thi để đi vào hoạt động.

Tuy nhiên, các ý kiến chỉ trích đã chỉ ra việc tàu liên sao đẩy bằng xung hạt nhân có thể gây ra bụi phóng xạ. Taylor đáp rằng bụi phóng xạ chỉ xảy ra khi đất đá và vỏ bom kim loại bị nhiễm xạ sau khi bom nổ, vì vậy, ta có thể tránh được sự cố nếu tàu liên sao ra đến ngoài không gian mới đốt động cơ. Nhưng Hiệp ước Cấm thử Hạt nhân năm 1963 đã khiến việc thử nghiệm bom nguyên tử nhỏ trở nên khó khăn. Tàu liên sao Orion chỉ còn làm người ta phấn khích mỗi khi hiếu kỳ đọc những cuốn sách khoa học cũ.

NHỮNG HẠN CHẾ CỦA TÊN LỬA HẠT NHÂN

Một nguyên nhân nữa khiến dự án đi vào ngõ cụt là bản thân Ted Taylor cũng không còn hứng thú. Tôi từng hỏi Taylor vì sao ông thôi theo đuổi dự án, khi mà dường như nó rất phù hợp với tài năng sẵn có của ông. Ông giải thích rằng chế tạo Orion chính là chế tạo một loại bom hạt nhân mới. Tuy Taylor dành gần cả cuộc đời để thiết kế bom phân hạch urani, nhưng ông nhận thấy trong tương lai,

tàu vũ trụ Orion còn có thể sử dụng những loại bom H được thiết kế đặc biệt, với sức nổ lớn.

Bom H, loại bom giải phóng năng lượng mạnh nhất mà khoa học từng biết tới, đã trải qua ba giai đoạn phát triển. Những quả bom H đầu tiên của thập niên 1950 lớn đến mức phải dùng các tàu lớn mới vận chuyển nổi. Về khả năng ứng dụng, chúng sẽ hoàn toàn vô ích trong chiến tranh hạt nhân. Thế hệ bom hạt nhân thứ hai là MIRV (multiple independently targetable reentry vehicle), hay phương tiện đa đầu đạn, có khả năng tấn công nhiều mục tiêu độc lập. Chúng nhỏ và dễ mang theo nên có thể đóng vai trò trụ cột trong kho vũ khí hạt nhân tại Hoa Kỳ và Nga. Bạn có thể đưa mười MIRV vào đầu đạn của một tên lửa đạn đạo liên lục địa.

Bom hạt nhân thế hệ thứ ba, đôi khi còn gọi là “bom hạt nhân thiết kế”, hiện vẫn đang ở dạng ý tưởng. Chúng có thể được che giấu dễ dàng và có thiết kế riêng cho từng đặc thù chiến trường - chẳng hạn như sa mạc, rừng rậm, Bắc cực hay ngoài không gian. Taylor cho biết ông đã vỡ mộng với dự án này và lo ngại rằng nó có thể rơi vào tay những tên khủng bố. Sẽ là một cơn ác mộng khôn tả với ông nếu kẻ xấu nắm giữ những quả bom và dùng chúng để hủy diệt một thành phố nào đó ở Hoa Kỳ. Ông thẳng thắn lý giải sự thay đổi trở trêu trong thái độ của mình. Ông đã từng góp phần giúp các nhà khoa học Hoa Kỳ cắm đinh ghim lên bản đồ Moscow, mỗi đinh ghim tượng trưng cho một quả bom hạt nhân. Nhưng trước viễn cảnh bom hạt nhân thế hệ thứ ba sẽ cắm ghim lên một thành phố nước Mỹ, ông đột ngột quyết định phản đối việc phát triển loại vũ khí tối tân này.

James Benford cho tôi biết rằng tuy tên lửa xung hạt nhân của Taylor chưa bao giờ rời khỏi bản phác thảo, nhưng chính phủ Hoa Kỳ đã từng thực sự chế tạo một chuỗi tên lửa hạt nhân. Thay vì cho nổ bom nguyên tử nhỏ, loại tên lửa này sử dụng lò phản ứng urani kiểu cũ để tạo ra nhiệt lượng cần thiết. (Lò phản ứng dùng để đun một chất lỏng, chẳng hạn hydro lỏng, đến nhiệt độ cao rồi đẩy nó ra theo ống phun đằng sau, tạo nên lực đẩy.) Một số mẫu tên lửa được đóng và thử nghiệm trên sa mạc. Các lò phản ứng này có độ phóng xạ khá cao và luôn hiển hiện nguy cơ nóng chảy trong quá trình phóng tàu - một thảm họa lớn nếu chuyện đó thực sự xảy ra. Do những vấn đề kỹ thuật, cộng với thái độ chống vũ khí hạt nhân của công chúng, nên các loại tên lửa hạt nhân này đã bị xếp xó.

TÊN LỬA NHIỆT HẠCH

Kế hoạch ném bom đẩy tàu liên sao chính thức bị khai tử vào thập niên 1960, nhưng vẫn còn một giải pháp sẵn sàng khác. Năm 1978, Hội Liên hành tinh Anh Quốc khởi động dự án Daedalus. Thay vì dùng bom urani phân hạch, Daedalus sẽ dùng bom H nhỏ, ý tưởng mà Taylor từng nghĩ tới nhưng không bao giờ theo đuổi. (Bom H nhỏ ở đây thực ra là bom thể hệ hai, không phải bom thể hệ ba mà Taylor lo sợ.)

Có một số cách để giải phóng năng lượng nhiệt hạch an toàn. Một trong số đó là phương pháp giam hãm từ trường, đưa khí hydro vào một từ trường lớn có hình dạng như bánh donut rồi đốt nóng đến hàng triệu độ. Hạt nhân hydro sẽ va chạm với nhau, tổng hợp thành hạt nhân heli phát nổ và giải phóng năng lượng hạt nhân. Chất lỏng có thể được đun nóng trong lò nhiệt hạch rồi đẩy ra theo ống phun, tạo thành lực đẩy tên lửa.

Hiện nay, lò phản ứng nhiệt hạch hàng đầu sử dụng phương pháp giam hãm từ trường là ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor: Lò phản ứng Thí nghiệm Nhiệt hạt nhân Quốc tế), nằm tại miền nam nước Pháp. Đây là cỗ máy khổng lồ, to gấp mười lần đối thủ cạnh tranh gần nhất. Nó nặng hơn 4.600 tấn, cao hơn 11 m và đường kính gần 20 m, có kinh phí xây dựng hơn 14 tỷ đô-la. Theo dự kiến, tới năm 2035, nó sẽ tạo phản ứng hợp hạch thành công, đạt công suất 500 megawatt năng lượng nhiệt (công suất nhà máy điện hạt nhân urani tiêu chuẩn là 1.000 megawatt). ITER được kỳ vọng sẽ là lò phản ứng nhiệt hạch đầu tiên sản xuất ra nhiều năng lượng hơn mức tiêu thụ. Tuy quá trình xây dựng hay bị đình trệ và chi phí liên tục đội cao, nhưng các nhà vật lý tối ưu chuyện cùng đều tin tưởng lò phản ứng ITER sẽ làm nên lịch sử. Ta sẽ sớm có câu trả lời. Pierre-Gilles de Gennes, người từng giành giải Nobel, từng nói: “Ta thường nói sẽ nhốt Mặt Trời vào một cái hộp. Ý tưởng rất hay. Nhưng vấn đề là ta không biết phải làm ra chiếc hộp đó thế nào.”

Một cách khác để cấp nhiên liệu cho tên lửa Daedalus là dùng nhiệt hạch laser, theo đó các chùm laser khổng lồ sẽ được nén vào hạt nhiên liệu giàu hydro. Phương pháp này gọi là giam hãm quán tính. Hệ thống Kích hoạt Quốc gia NIF (National Ignition Facility) đặt tại Phòng thí nghiệm Quốc gia Livermore,

California, Hoa Kỳ, đang thử nghiệm kỹ thuật này. Giàn laser ở đây lớn nhất thế giới, với những ống phóng dài gần 1.500 m, phóng được 192 tia lớn. Khi laser hội tụ trên một mẫu liti deuteri giàu hydro, năng lượng của chúng sẽ đốt cháy bề mặt vật liệu, tạo nên một vụ nổ nhỏ khiến hạt liti hidrua vỡ ra và tăng nhiệt độ lên đến 100 triệu độ C. Phản ứng nhiệt hạch xảy ra và giải phóng 500 ngàn tỷ watt năng lượng chỉ trong vài phần ngàn tỷ của một giây.

Trong vai trò dẫn chương trình cho kênh Discovery/Science, tôi từng được tới tham quan NIF. Khách đến thăm phải trải qua nhiều vòng kiểm tra an ninh quốc gia, vì Phòng Thí nghiệm Livermore là nơi thiết kế vũ khí hạt nhân của Hoa Kỳ. Khi cuối cùng cũng được bước vào, tôi thực sự choáng ngợp. Buồng chính, nơi các chùm laser hội tụ, có thể chất vừa một tòa căn hộ năm tầng.

Một phiên bản tên lửa trong dự án Daedalus sử dụng phương pháp tương tự với nhiệt hạch laser, nhưng thay vì chùm laser, nó dùng một nhóm lớn các chùm electron để đốt nóng hạt nhiên liệu giàu hydro. Nếu 250 hạt phát nổ mỗi giây, năng lượng phát sinh sẽ đủ cho tàu liên sao đạt tới một phần tốc độ ánh sáng. Tuy nhiên, để làm được như vậy, tên lửa nhiệt hạch phải có kích thước lớn khủng khiếp. Một tên lửa Daedalus phải nặng khoảng 54.000 tấn và dài 190 m, với vận tốc tối đa bằng 12% tốc độ ánh sáng. To lớn như vậy, nên việc đóng tên lửa sẽ phải thực hiện ngoài không gian.

Tên lửa hạt nhân nhiệt hạch có cơ sở về mặt khái niệm, nhưng năng lượng nhiệt hạch hiện vẫn chưa được chứng minh. Hơn nữa, kích thước và độ phức tạp của các tên lửa trong dự án này khiến chúng khó mà khả thi, ít nhất là trong thế kỷ này. Tuy thế, cùng với bùng nổ ánh sáng, tên lửa nhiệt hạch vẫn giữ nhiều triển vọng nhất.



Ảnh trên so sánh kích thước của tàu liên sao nhiệt hạch Daedalus với tên lửa Saturn V. Với kích thước lớn thế này, nhiều khả năng nó phải được lắp ráp ngoài không gian bằng robot.

TÀU LIÊN SAO PHẢN VẬT CHẤT

Công nghệ của làn sóng thứ năm (gồm động cơ phản vật chất, buồng ánh sáng, động cơ nhiệt hạch và tàu nano) sẽ mở ra những chân trời xán lạn cho ngành thiết kế tàu liên sao. Động cơ phản vật chất như trong phim *Star Trek* rất có thể sẽ trở thành hiện thực. Chúng sẽ tận dụng nguồn năng lượng lớn nhất trong vũ trụ: sự chuyển hóa trực tiếp vật chất thành năng lượng thông qua va chạm giữa vật chất và phản vật chất.

Phản vật chất ngược với vật chất, nghĩa là nó có điện tích trái dấu. Một phản electron mang điện tích dương, còn một phản proton mang điện tích âm. (Thời trung học, tôi từng nghiên cứu phản vật chất bằng cách đặt một viên natri-22 trong buồng mây, chờ phản electron thoát ra, rồi chụp ảnh những dấu vết rất đẹp sót lại của nó. Về sau, tôi còn làm một máy gia tốc betatron có năng lượng gia tốc 2,3 triệu electron volt, với hy vọng có thể phân tích tính chất của phản vật chất.)

Khi vật chất va chạm với phản vật chất, cả hai sẽ nổ tung, trở thành năng lượng thuần túy, nên hiệu suất giải phóng năng lượng của phản ứng này là 100%. Trong khi đó, hiệu suất của bom nguyên tử chỉ là 1%; còn đối với bom nhiệt hạch, phần lớn năng lượng bên trong cũng bị lãng phí.

Thiết kế tên lửa phản vật chất thực sự khá đơn giản. Phản vật chất sẽ được chứa trong bồn kín và an toàn, rồi đưa thành dòng chảy đều vào buồng đốt. Chúng sẽ kết hợp với vật chất trong buồng và bùng nổ, phát ra các tia gamma và tia X. Năng lượng này bắn ra ngoài qua khe hở ở buồng xả, tạo nên lực đẩy.

Như James Benford nói với tôi, tên lửa phản vật chất là ý tưởng rất được người hâm mộ truyện khoa học viễn tưởng ưa thích, nhưng có một số vấn đề nghiêm trọng trong việc chế tạo loại tên lửa này. Thứ nhất, phản vật chất có tồn tại trong tự nhiên, nhưng với lượng rất nhỏ, nên ta sẽ phải sản xuất chúng trên quy mô lớn để có đủ nhiên liệu cho động cơ. Nguyên tử phản hydro đầu tiên, với một phản electron quay xung quanh một phản proton, được tạo ra năm 1995 tại CERN (European Organization for Nuclear Research: Tổ chức Nghiên cứu Hạt nhân Châu Âu) ở Geneva, Thụy Sĩ. Người ta tạo ra một chùm proton thông thường rồi bắn nó xuyên qua một mục tiêu làm bằng vật chất thông thường. Va chạm này

làm phát sinh một số hạt phản proton. Từ trường mạnh sẽ ngăn không cho proton và phản proton tiếp xúc bằng cách hút chúng về hai phía khác nhau – một trái, một phải. Phản proton được làm chậm đi và giam trong bẫy từ, tại đây chúng liên kết cùng phản electron, hợp thành phản hydro. Năm 2016, các nhà vật lý của CERN đã tách lấy phản hydro và nghiên cứu lớp vỏ quay quanh quỹ đạo hạt phản proton. Đúng như dự đoán, mức độ năng lượng của phản hydro và hydro hoàn toàn tương ứng với nhau.

Họ tuyên bố: “Nếu có thể tập hợp tất cả phản vật chất đã tạo ra ở CERN rồi cho hủy đi bằng vật chất, ta sẽ có đủ năng lượng để thắp sáng một bóng đèn điện trong vài phút.” Tên lửa sẽ cần tới một lượng lớn hơn thế rất nhiều và phản vật chất cũng là thứ “vật chất” đắt nhất trên thế giới. Theo thời giá hiện nay, một gam phản vật chất sẽ có giá 70.000 tỷ đô-la. Hiện tại, chúng chỉ có thể được tạo ra (với lượng rất nhỏ) bằng máy gia tốc hạt, mà để xây dựng và vận hành máy này cần đến nguồn kinh phí khổng lồ. Máy Gia tốc hạt lớn LHC (Large Hadron Collider) tại CERN là máy gia tốc hạt mạnh nhất thế giới với kinh phí xây dựng hơn 10 tỷ đô-la, nhưng cũng chỉ tạo được một chùm phản vật chất rất mỏng. Nỗ lực tích góp đủ phản vật chất làm nhiên liệu cho tàu liên sao có lẽ sẽ đẩy Hoa Kỳ vào phá sản.

Các máy gia tốc hạt khổng lồ hiện tại đều được thiết kế cho nhiều mục đích và chỉ được sử dụng thuần túy là công cụ nghiên cứu. Chúng rất kém hiệu quả khi sản xuất phản vật chất. Để giải quyết phần nào vấn đề, ta có thể xây dựng các nhà máy chuyên dụng. Khi đó, theo chuyên gia Harold Gerrish của NASA dự đoán, giá thành phản vật chất sẽ giảm xuống còn năm tỷ đô-la mỗi gam.

Lưu trữ phản vật chất lại đặt ra những khó khăn và chi phí khác. Nếu cho phản vật chất vào trong chai, sớm muộn nó cũng chạm vào thành chai và phá hủy cái chai. Bẫy Penning²⁹ sẽ thích hợp để lưu trữ chúng. Bẫy này dùng từ trường để giữ phản vật chất ở trạng thái treo lơ lửng, ngăn chúng chạm vào bình chứa.

Trong truyện khoa học viễn tưởng, vấn đề chi phí và lưu giữ đôi khi được giải quyết bằng một vận may từ trên trời rơi xuống - một phản-tiểu-hành-tinh (tiểu hành tinh cấu thành từ phản vật chất) cho phép ta khai thác phản vật chất với giá

rẻ. Nhưng tình huống giả định này lại mở ra một câu hỏi phức tạp: Phản vật chất từ đâu mà có?

Ta quan sát khắp không gian bằng các dụng cụ và chỉ thấy vật chất, chứ không thấy phản vật chất. Ta biết điều đó bởi một electron va chạm với một phản electron sẽ giải phóng một nguồn năng lượng tối thiểu là 1,02 triệu electron volt. Đó là dấu hiệu của vụ nổ phản vật chất. Nhưng khi khảo sát vũ trụ, ta phát hiện được rất ít loại bức xạ này. Phần lớn vũ trụ ta thấy quanh mình đều cấu thành từ vật chất giống như vật chất tạo nên chúng ta.

Các nhà vật lý cho rằng vào thời điểm vụ nổ Big Bang, vũ trụ cân xứng hài hòa tuyệt đối, với lượng vật chất và phản vật chất ngang bằng nhau. Song nếu như thế, hai bên phải cùng bị triệt tiêu và vũ trụ sẽ thuần túy chỉ là bức xạ. Vậy mà chúng ta đang hiện diện ở đây, được cấu tạo từ vật chất, thứ đáng nhẽ không thể tồn tại nữa. Sự hiện hữu của chúng ta là một câu hỏi lớn đối với ngành vật lý hiện đại.

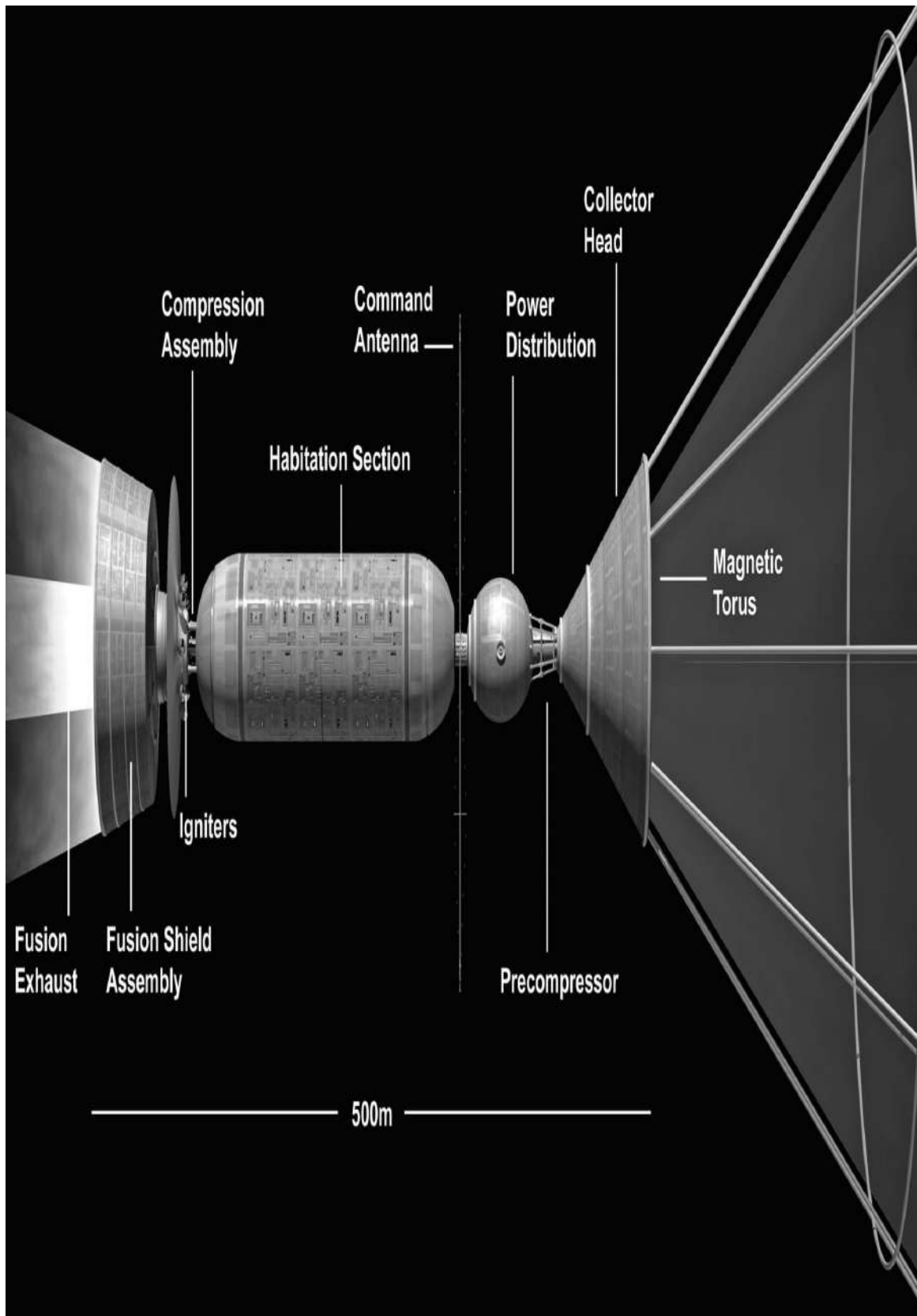
Ta vẫn chưa hình dung được vì sao trong vũ trụ lại có nhiều vật chất hơn phản vật chất. Chỉ có một phần mười tỷ vật chất của vũ trụ sơ khai sót lại sau vụ nổ Big Bang và chúng ta là một phần trong đó. Lý thuyết được quan tâm nhất là có gì đó đã phá vỡ sự cân xứng tuyệt đối giữa vật chất và phản vật chất tại thời điểm xảy ra Big Bang, nhưng ta chưa biết nó là gì. Giải Nobel hẳn sẽ dành cho người nào giải được bài toán này.

Động cơ phản vật chất nằm trong số ít những lựa chọn ưu tiên của bất cứ ai muốn chế tạo tàu liên sao. Nhưng đặc tính của phản vật chất hầu như vẫn chưa được khám phá. Ví dụ, ta không biết nó sẽ rơi theo chiều đi lên hay đi xuống. Vật lý hiện đại dự đoán nó rơi xuống, giống như vật chất thông thường. Nếu quả đúng vậy, sẽ không có cái gọi là phản trọng lực. Tuy nhiên, giống như những giả định khác, giả định này chưa được thực nghiệm bao giờ. Do những vấn đề về chi phí và hiểu biết, có lẽ tên lửa phản vật chất vẫn chỉ là giấc mơ trong thế kỷ 22, trừ phi chúng ta tìm được một phản tiểu hành tinh trôi nổi giữa không gian.

TÀU LIÊN SAO NHIỆT HẠCH PHẢN LỰC DÒNG THẲNG

Tên lửa nhiệt hạch phản lực dòng thẳng là một ý tưởng hấp dẫn khác. Với hình dạng giống cây kem ốc quế khổng lồ, nó “xúc” khí hydro trong không gian giữa các vì sao, rồi tập trung khí này vào lò phản ứng nhiệt hạch để tạo ra năng lượng. Giống như máy bay phản lực hay tên lửa hành trình, nó cũng là phương tiện khá tiết kiệm. Động cơ phản lực sử dụng không khí thông thường nên không cần mang theo chất oxy hóa, nhờ đó giảm được chi phí. Nguồn hydro dùng làm nhiên liệu là vô tận ngoài vũ trụ, nên tàu có thể tăng tốc mãi mãi. Cũng tương tự buồm quang năng, xung lực riêng của động cơ này là vô tận.

Tiểu thuyết nổi tiếng *Tau Zero* của Poul Anderson kể về một tên lửa nhiệt hạch phản lực dòng thẳng gặp sự cố và không thể tắt động cơ. Giữa lúc nó tăng tốc tới gần tốc độ ánh sáng, những hiện tượng kỳ lạ của thuyết tương đối bắt đầu xảy ra. Bên trong tên lửa, thời gian chậm lại, nhưng bên ngoài vũ trụ, mọi thứ dường như vẫn như thường. Tàu đi càng nhanh, thời gian bên trong càng chậm so với bên ngoài. Với những người bên trong tàu, mọi thứ vẫn hoàn toàn bình thường, còn thời gian của vũ trụ đã trôi qua vùn vụt. Cuối cùng, tàu đi nhanh đến nỗi hàng triệu năm đã trôi qua bên ngoài mà phi hành đoàn chẳng thể làm gì, chỉ đành quan sát. Sau không biết bao nhiêu tỷ năm, họ thấy vũ trụ không còn giãn nở mà đang co lại. Vậy là sự nở rộng của vũ trụ rốt cuộc đã đảo ngược. Nhiệt độ tăng vọt khi các thiên hà tiến lại gần nhau, hướng về thời điểm Big Crunch³⁰. Cuối truyện, các ngôi sao đều sụp đổ, con tàu bay vượt qua các quả cầu lửa vũ trụ, chứng kiến một vụ nổ Big Bang khai sinh vũ trụ mới. Tuy có vẻ không tưởng, nhưng câu chuyện đã tuân theo đúng thuyết tương đối của Einstein.



Tàu liên sao nhiệt hạch phản lực dòng thẳng lấy hydro từ không gian và đốt trong lò phản ứng.

Bỏ chuyện tận thế sang bên thì động cơ phản lực dòng thẳng ban đầu được đánh giá là tốt đến không tưởng. Nhưng qua nhiều năm, giới phê bình đã vạch rõ những khuyết điểm của nó. Kích thước tàu lên đến hàng trăm kilômét sẽ là quá lớn để đóng và cũng không thể đủ kinh phí thực hiện. Đồng thời, suất nhiệt hạch chưa chắc đã sản xuất đủ năng lượng để đưa tàu đi. Tiến sĩ James Benson cũng chỉ ra cho tôi rằng khu vực Hệ Mặt Trời của chúng ta không đủ hydro để cung cấp cho động cơ của tàu, tuy một số vùng khác trong thiên hà thì có thể. Một số nhà khoa học khác thì khẳng định sức cản khi động cơ di chuyển trong gió Mặt Trời sẽ lớn hơn sức đẩy, nên tàu sẽ không bao giờ đạt đến vận tốc của thuyết tương đối. Giới vật lý đã cố gắng sửa đổi thiết kế để khắc phục những khuyết điểm trên, song chúng ta hãy còn một chặng đường dài phải đi trước khi tên lửa phản lực dòng thẳng trở thành một lựa chọn thực tiễn.

CÁC VẤN ĐỀ CỦA TÀU LIÊN SAO

Cần nhấn mạnh rằng tất cả những loại tàu liên sao vừa kể đều sẽ đối mặt với nhiều vấn đề khác khi di chuyển cận tốc độ ánh sáng. Một nguy cơ lớn là va chạm với tiểu hành tinh, vì chỉ một tiểu hành tinh tí hon cũng có thể xuyên thủng thân tàu. Độc giả hẳn còn nhớ, tàu con thoi chỉ bay với vận tốc chưa đến 30.000 km/giờ, chưa đạt tốc độ quỹ đạo, mà đã hứng chịu những vết nứt mẻ và sứt sẹo nhỏ do các mảnh đá ngoài vũ trụ. Ở tốc độ cận ánh sáng, lực va chạm sẽ lớn hơn rất nhiều, thậm chí có thể phá hủy cả tàu.

Trên phim, hiểm họa này được giải quyết nhờ những trường lực mạnh đẩy văng mọi vi thiên thạch – nhưng đáng buồn là các trường lực này chỉ tồn tại trong tâm trí các nhà văn khoa học viễn tưởng. Thực tế, điện trường và từ trường có thể được tạo ra, song ngay cả những vật dụng trong nhà, làm từ vật liệu không tích điện như nhựa, gỗ, thạch cao, cũng dễ dàng xuyên thủng chúng. Ngoài vũ trụ, các vi thiên thạch cũng không tích điện, nên cũng không thể bị điện trường và từ trường làm lệch hướng. Trường trọng lực thì lại mang tính hấp dẫn và quá yếu, nên không thể đóng vai trò trường lực đẩy như ta đang cần.

Một vấn đề khác là phanh hãm. Nếu đang di chuyển với tốc độ tiệm cận tốc độ ánh sáng thì làm thế nào để bạn giảm tốc khi đi đến nơi cần đến? Buồm quang

năng và buồng laser phụ thuộc vào năng lượng từ Mặt Trời hoặc các chùm laser, vốn là loại năng lượng không thể dùng để giảm tốc. Chúng chỉ thích hợp cho các sứ mạng bay ngang thăm dò.

Có lẽ cách tốt nhất để phanh tên lửa hạt nhân là cho nó quay đầu 180 độ, lực đẩy lúc này sẽ đẩy về hướng ngược lại. Tuy nhiên, với cách này, ta phải dành một nửa lực đẩy để đạt vận tốc cần thiết và nửa còn lại để giảm tốc. Với buồng quang năng, có thể ta sẽ cần lật ngược buồng để ánh sáng từ ngôi sao tại đích đến sẽ làm chậm tốc độ tàu.

Vấn đề tiếp theo là hầu hết các tàu liên sao có thể chờ theo phi hành đoàn đều phải có kích thước rất lớn và chỉ có thể lắp ráp ngoài không gian. Sẽ cần rất nhiều chuyến bay để đưa vật liệu lên quỹ đạo và cần nhiều hơn thế nữa để thực hiện ghép các mảnh vật liệu. Để tránh tốn kém quá mức, chúng ta cần tính đến giải pháp tiết kiệm hơn. Và thang máy vũ trụ là một lựa chọn.

THANG MÁY VŨ TRỤ

Thang máy vũ trụ sẽ là ứng dụng công nghệ nano làm thay đổi cục diện. Trục thang sẽ kéo dài từ Trái Đất đến ngoài không gian. Bạn bước vào thang rồi nhấn nút, thang sẽ nhanh chóng nâng bạn vào quỹ đạo. Khi tên lửa đẩy cất cánh trên bề phóng, bạn sẽ bị trọng lực đè nặng. Nhưng thang máy vũ trụ sẽ đưa bạn vào không gian nhẹ nhàng như đi thang máy lên tầng thượng trung tâm mua sắm. Giống cây đậu thần của Jack³¹, nó như thách thức trọng lực và giúp bạn phóng lên trời chẳng chút khó khăn.

Người đầu tiên bàn đến khả năng xây thang máy vũ trụ là nhà vật lý người Nga Konstantin Tsiolkovsky. Ông nảy ra ý tưởng này từ cách người ta xây dựng tháp Eiffel vào thập niên 1880. Nếu các kỹ sư có thể làm một công trình vĩ đại như vậy, ông tự hỏi, thì tại sao không xây cao tiếp và vượt ra ngoài không gian? Sử dụng kiến thức vật lý cơ bản, ông chứng minh về nguyên tắc, nếu ngọn tháp đủ cao thì lực ly tâm sẽ đủ để giữ cho nó đứng thẳng mà không cần thêm ngoại lực nào. Tương tự như quả bóng buộc vào sợi dây đang quay thì sẽ không rơi xuống đất, thang máy vũ trụ không đổ sập là nhờ lực ly tâm khi Trái Đất tự quay.

Quan niệm rằng có lẽ tên lửa không phải cách duy nhất để bay vào vũ trụ thật cấp tiến và lý thú. Nhưng có một trở ngại rõ ràng. Ứng suất trên cáp thang có thể lên tới 100 gigapascal, vượt quá giới hạn gãy của thép là chỉ hai gigapascal. Cáp thép sẽ đứt và thang sẽ sập.

Ý tưởng thang máy vũ trụ bị xếp xó gần 100 năm. Đôi khi cũng có những tác giả nhắc đến nó, như Arthur C. Clarke trong tiểu thuyết *The Fountains of Paradise* (Suối thiên đàng). Nhưng khi được hỏi liệu đến bao giờ thang máy vũ trụ trở thành hiện thực, ông đáp: “Chắc khoảng 50 năm sau khi mọi người thôi cười.”

Nhưng ngày nay không ai cười nữa. Thang máy vũ trụ chợt không còn là điều viễn vông. Năm 1999, nghiên cứu sơ bộ của NASA cho thấy một chiếc thang với trục cáp rộng gần một mét và dài 15.000 km, sẽ chuyên chở được hơn 15 tấn hàng. Năm 2013, Viện Du hành vũ trụ Quốc tế (International Academy of Astronautics) công bố báo cáo dài 350 trang, khẳng định nếu được đầu tư nghiên cứu và cấp vốn đầy đủ, thang máy vũ trụ với khả năng chở nhiều kiện hàng hai mươi tấn có thể sẽ đi vào hoạt động trước năm 2035. Chi phí ước tính khoảng 10 tỷ đến 50 tỷ đô-la - chỉ bằng một phần nhỏ số tiền 150 tỷ đô-la chi cho Trạm Vũ trụ Quốc tế. Thang máy vũ trụ sẽ giúp chi phí vận chuyển hàng vào không gian giảm còn 1/20.

Vấn đề giờ đây không còn là nguyên lý vật lý cơ bản, mà là kỹ thuật xây dựng. Các nhà khoa học đang tính toán kỹ lưỡng về khả năng chế tạo dây cáp bằng ống nano cacbon nguyên chất. Vật liệu này cực bền, bảo đảm thang sẽ không gãy. Nhưng liệu ta có thể chế tạo đủ ống nano để làm đường cáp dài đến hàng ngàn kilômét không? Hiện tại, câu trả lời là không. Sản xuất ra ống cacbon nguyên chất dài hơn một đã là cực kỳ khó. Có thể bạn đã nghe nói về việc chế tạo thành công ống nano dài nhiều xentimét, nhưng đó thật ra là vật liệu tổng hợp. Chúng chỉ có vài ống nano cacbon nguyên chất cực nhỏ được ép thành sợi và đã mất hết đặc tính thần kỳ.

Để khơi dậy sự quan tâm đến những dự án như thang máy vũ trụ, NASA tài trợ chương trình Centennial Challenges, trao giải cho những nhà nghiên cứu nghiệp dư có thể phát minh ra các công nghệ tiên tiến phục vụ chương trình không gian. NASA cũng từng tổ chức một cuộc thi hoàn thiện các bộ phận cho mô hình thang

máy nhỏ. Trong khuôn khổ một chương trình truyền hình của mình, tôi có mặt tại cuộc thi, theo dõi bước tiến của một nhóm kỹ sư trẻ tin rằng thang máy vũ trụ sẽ mở cánh cửa lên bầu trời cho người dân bình thường. Tôi chứng kiến họ dùng tia laser đưa một khoang nhỏ lên dọc dây cáp dài. Show truyền hình của chúng tôi hướng tới khơi gợi nhiệt huyết xây dựng tương lai ở thế hệ kỹ sư-doanh nhân mới.

Thang máy vũ trụ sẽ tạo ra cách mạng trong công cuộc tiếp cận không gian mà trước giờ vốn chỉ là địa hạt độc quyền của giới phi hành gia và phi công quân sự, giờ sẽ trở thành sân chơi cho trẻ em và các gia đình. Nó cung cấp cách tiếp cận mới và hiệu quả đối với du hành không gian cũng như ngành công nghiệp không gian, tạo điều kiện cho việc lắp ráp máy móc phức tạp ngoài không gian, bao gồm cả tàu liên sao với tốc độ tiệm cận ánh sáng.

Nhưng xét tình hình thực tế, với rất nhiều khó khăn kỹ thuật lớn trước mắt, thang máy vũ trụ sẽ chưa trở thành hiện thực cho đến tận cuối thế kỷ này.

Đương nhiên, với sự hiếu kỳ và những tham vọng sẵn có bên trong con người, ta rồi sẽ vượt qua cả tên lửa nhiệt hạch và tên lửa phản vật chất để đối mặt với thử thách lớn nhất. Rất có thể một ngày nào đó, ta sẽ phá vỡ giới hạn cao nhất của vũ trụ về tốc độ: tốc độ ánh sáng.

BÉ CONG KHÔNG-THỜI GIAN

Ngày nọ, có cậu bé đọc một cuốn sách thiếu nhi và làm thay đổi lịch sử thế giới. Khi đó là năm 1895, các thành phố bắt đầu được mắc đường dây điện. Để tìm hiểu hiện tượng mới lạ này, cậu bé tìm đọc cuốn *Popular Books on Natural Science* (Những cuốn sách phổ biến về khoa học tự nhiên) của Aaron Bernstein. Trong sách, Bernstein khơi gợi độc giả tưởng tượng mình đang chạy cùng dòng điện bên trong đường dây điện tín. Cậu tự hỏi sẽ ra sao nếu thay dòng điện bằng tia sáng. Liệu ta có thể chạy nhanh hơn ánh sáng? Cậu lý luận rằng ánh sáng là sóng, nên tia sáng sẽ trông như đứng yên, ngưng đọng giữa thời gian. Nhưng tới tận tuổi 16, cậu cũng chưa từng gặp ai thấy được sóng ánh sáng đứng cố định. Suốt mười năm tiếp theo, cậu nghiên cứu để giải đáp câu hỏi này.

Cuối cùng, đến năm 1905 thì cậu tìm ra câu trả lời. Tên cậu là Albert Einstein và lý thuyết của cậu là thuyết tương đối hẹp. Einstein phát hiện rằng không gì có thể đi nhanh hơn ánh sáng, vì tốc độ ánh sáng là vận tốc tối đa trong vũ trụ. Khi gần đạt tới tốc độ ánh sáng, những hiện tượng kỳ lạ sẽ xảy ra. Tên lửa sẽ trở nên nặng nề hơn và thời gian bên trong nó sẽ trôi chậm lại. Nếu có thể đạt được đến tốc độ ánh sáng, tên lửa sẽ vô cùng nặng và thời gian sẽ ngừng trôi. Cả hai điều kiện này đều không thể xảy ra, nghĩa là bạn sẽ không thể phá vỡ bức tường ánh sáng. Einstein giống như viên cảnh sát giao thông, thiết lập tốc độ tối đa trong vũ trụ. Từ đó trở đi, giới hạn này đã làm bao thế hệ nhà khoa học tên lửa đau đầu.

Nhưng Einstein chưa thỏa mãn. Thuyết tương đối hẹp có thể lý giải nhiều bí ẩn của ánh sáng, nhưng ông còn muốn áp dụng nó để giải thích trọng lực. Năm 1915, ông đề xuất một lời giải thích gây kinh ngạc. Ông đưa ra tiên đề rằng không gian và thời gian vốn được cho là ở trạng thái tĩnh nhưng thật ra chúng “động”, và có thể gấp khúc, trải dài, uốn cong tương tự như tấm ga trải giường. Theo lý thuyết của Einstein, Trái Đất quay quanh Mặt Trời không phải vì bị trọng lực của Mặt Trời hút, mà vì Mặt Trời đã uốn cong không gian xung quanh nó. Lớp không-thời gian cong đã đẩy Trái Đất di chuyển theo quỹ đạo cong quanh Mặt Trời. Nói đơn giản, trọng lực không hút vào. Thay vào đó, không gian đã đẩy ra.

Shakespeare từng nói cả thế giới chỉ là một sân khấu và con người là những diễn viên bước vào, bước ra. Hãy hình dung không-thời gian như một sân khấu. Trước đây, ai cũng nghĩ sân khấu này tĩnh, phẳng tuyệt đối, đồng hồ đặt ở chỗ nào trên bề mặt sân khấu cũng chạy với tốc độ giống nhau. Nhưng trong vũ trụ Einstein, sân khấu có thể bị uốn cong. Đồng hồ chạy ở mỗi nơi mỗi khác. Diễn viên không thể đi từ đầu này sang đầu kia mà không ngã nhào. Có thể họ sẽ nói mình bị một lực vô hình hút về các hướng khác nhau, trong khi thực ra sân khấu cong đã đẩy họ.

Einstein cũng nhận ra thuyết tương đối rộng có một khe hở. Ngôi sao càng lớn thì không-thời gian quanh nó càng bị bẻ cong. Nếu ngôi sao đủ nặng, nó sẽ trở thành lỗ đen. Lớp không-thời gian có thể sẽ rách, tạo nên lỗ sâu - đây chính là cánh cổng, hay đường tắt xuyên không gian. Khái niệm này được Einstein và học trò

Nathan Rosen trình bày lần đầu vào năm 1935, nay được gọi là “cầu Einstein-Rosen”.

LỖ SÂU

Thí dụ đơn giản nhất về cầu Einstein-Rosen là chiếc gương soi trong truyện *Alice's Adventures in Wonderland* (Alice ở xứ sở thần tiên). Một bên mặt gương là vùng quê Oxford, nước Anh. Phía bên kia là xứ sở thần tiên – Alice sẽ được chuyển tới đây ngay tức khắc khi cô bé đưa ngón tay qua mặt gương.

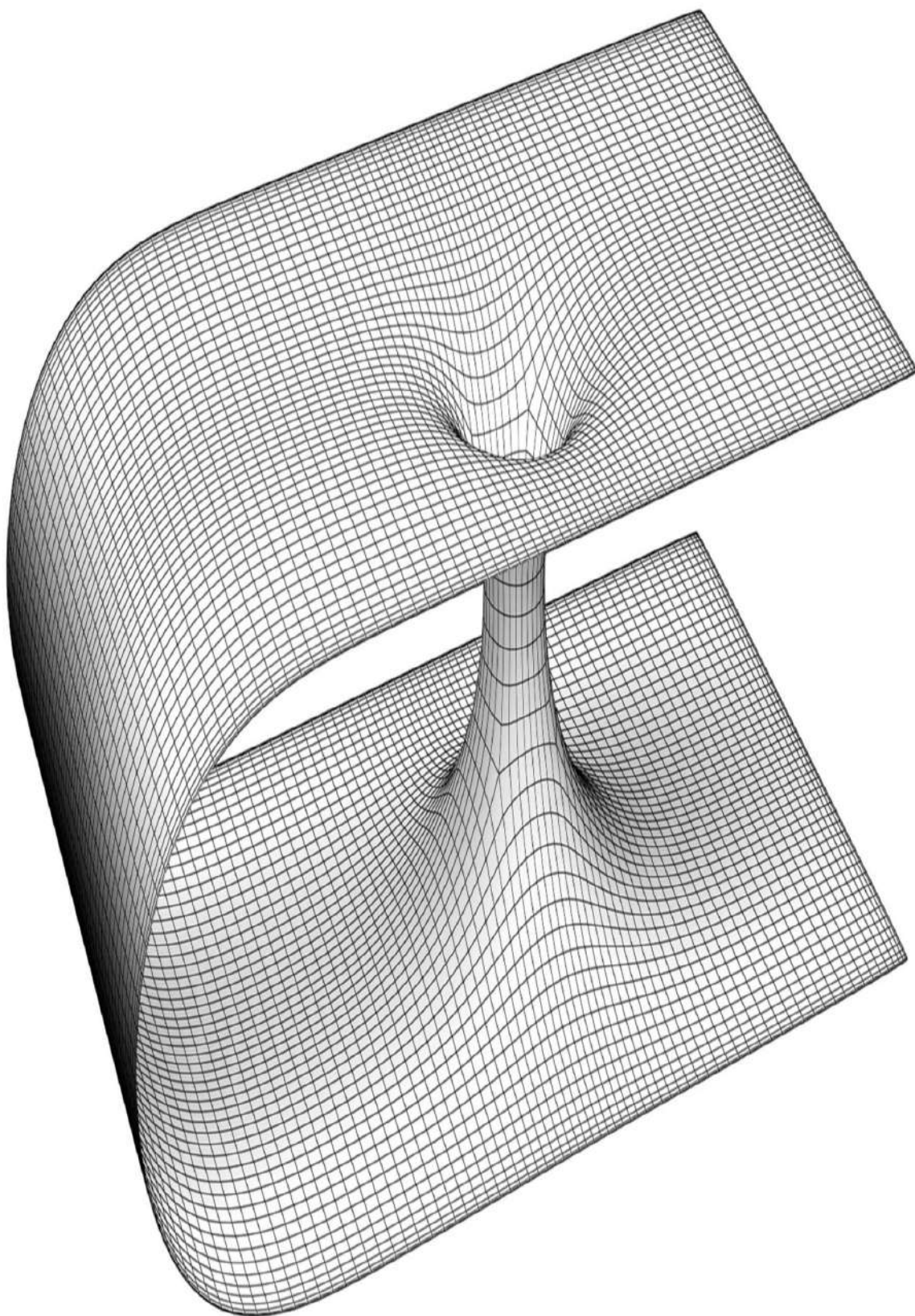
Lỗ sâu là ý tưởng ưa thích của các nhà làm phim. Trong phim *Star Wars*, Han Solo đưa tàu *Millennium Falcon* vào lỗ sâu và đi xuyên siêu không gian. Trong phim *Ghostbusters* (Biệt đội săn ma), chiếc tủ lạnh chính là lỗ sâu, nhân vật mà Sigourney Weaver thủ vai mở ra và thấy cả vũ trụ. Trong truyện *The Lion, the Witch, and the Wardrobe* (Sư tử, phù thủy và cái tủ áo) của C.S. Lewis, chiếc tủ áo là lỗ sâu kết nối miền quê nước Anh với thế giới Narnia kỳ ảo.

Lỗ sâu được tìm ra trong quá trình phân tích toán học về lỗ đen. Lỗ đen là những ngôi sao khổng lồ đã sụp đổ, có trọng lực lớn đến mức ánh sáng không thể thoát ra. Vận tốc thoát ly lỗ đen chính bằng tốc độ ánh sáng. Trong quá khứ, lỗ đen được xem là có trạng thái tĩnh và trọng lực vô hạn, gọi là điểm kỳ dị. Nhưng tất cả các lỗ đen đã phát hiện thấy trong không gian đều quay khá nhanh. Năm 1963, nhà vật lý Roy Kerr nhận thấy nếu một lỗ đen đang quay di chuyển đủ nhanh, nó không nhất thiết sẽ sụp đổ thành một điểm mà thành một vòng xoay. Vòng này rất ổn định, bởi lực ly tâm ngăn nó sụp đổ thêm. Vậy vật chất rơi vào lỗ đen sẽ biến đi đâu? Các nhà vật lý chưa có câu trả lời. Nhưng có khả năng chúng sẽ xuất hiện trở lại ở phía bên kia, qua “lỗ trắng”. Các nhà khoa học đã tìm kiếm lỗ trắng - thực thể giải phóng vật chất thay vì hút vào - nhưng hiện vẫn chưa tìm ra.

Nếu tiếp cận vòng xoay của lỗ đen, bạn sẽ thấy không gian và thời gian bị biến dạng mạnh, có thể thấy cả những tia sáng bị trọng lực lỗ sâu thu vào từ hàng tỷ năm trước. Thậm chí, bạn có thể gặp bản sao của chính mình. Các nguyên tử của bạn sẽ bị lực thủy triều kéo dài ra như sợi mì, trong một quá trình khó chịu và chết người gọi là “mỳ hóa” (spaghettification).

Nếu bước hẳn vào vòng xoay lỗ đen, có thể bạn sẽ bị đẩy qua lỗ trắng đến một vũ trụ song song ở đâu bên kia. Hãy tưởng tượng bạn lấy hai mảnh giấy đặt song song, rồi dùng bút chì đâm một lỗ xuyên qua cả hai tờ để gắn chúng với nhau. Nếu đi dọc theo chiếc bút chì, bạn sẽ đi qua phần ở giữa hai vũ trụ song song. Tuy nhiên, nếu đi qua vòng xoay lần thứ hai, bạn sẽ tới một vũ trụ song song khác. Mỗi lần vào lỗ đen là bạn lại đến một vũ trụ khác, cũng tương tự như thang máy giúp bạn di chuyển giữa các tầng khác nhau trong tòa nhà, chỉ khác là bạn sẽ không thể trở lại đúng tầng đã từng đến.

Trọng lực vòng xoay là hữu hạn, nên khi đi vào đó, bạn cũng không bị đè chết. Tuy nhiên, nếu xoay không đủ nhanh, vòng xoay sẽ đổ sụp và giết chết bạn. Nhưng có cách nhân tạo để tăng độ ổn định của vòng xoay, đó là bổ sung thêm vật chất âm hay năng lượng âm. Vì vậy, một lỗ giun ổn định giữ vai trò cân bằng và yếu tố then chốt là duy trì sự pha trộn thích hợp giữa năng lượng dương và năng lượng âm. Bạn sẽ cần rất nhiều năng lượng dương để tạo ra cánh cổng nối các vũ trụ, chính là lỗ đen. Nhưng bạn cũng cần tạo ra vật chất âm hay năng lượng âm, để giữ cho cổng này mở và không đổ sụp.



Lỗ sâu là lối tắt kết nối hai điểm cách xa nhau trong không gian và thời gian.

Vật chất âm khác hoàn toàn với phản vật chất và chưa từng được tìm thấy trong tự nhiên. Nó mang tính chất phản trọng lực rất kỳ quái, tức là sẽ rơi lên trên chứ không rơi xuống dưới. (Còn phản vật chất, theo lý thuyết, sẽ rơi xuống dưới.) Nếu vật chất âm từng tồn tại trên Trái Đất hàng tỷ năm trước thì có lẽ về sau nó đã bị vật chất dương đánh bật ra và trôi nổi ngoài không gian. Có thể đó là lý do ta không phát hiện được dấu vết nào của chúng.

Dù các nhà vật lý chưa tìm được bằng chứng nào về vật chất âm, nhưng năng lượng âm thực sự đã được tạo ra trong phòng thí nghiệm. Điều này giúp những người hâm mộ truyện khoa học viễn tưởng tiếp tục nuôi hy vọng tới một ngày được đi qua lỗ sâu để đến những vì sao xa xôi. Tuy nhiên, lượng năng lượng âm tạo ra trong phòng thí nghiệm vẫn còn quá nhỏ, không thể dùng để vận hành tàu liên sao. Muốn tạo đủ năng lượng âm để duy trì bền vững lỗ sâu, cần có công nghệ cực kỳ tiên tiến mà ta sẽ thảo luận chi tiết ở chương 13. Trong tương lai gần, tàu liên sao đi vào siêu không gian bằng lỗ sâu vẫn nằm ngoài khả năng của chúng ta.

Những hiện có một phương tiện khác để bẻ cong không-thời gian đang thu hút được quan tâm của dư luận.

ĐỘNG CƠ ALCUBIERRE

Ngoài lỗ sâu, động cơ Alcubierre có thể là biện pháp thứ hai để phá vỡ rào cản ánh sáng. Tôi từng phỏng vấn nhà vật lý lý thuyết người Mexico Miguel Alcubierre. Ông có ý tưởng đột phá về vật lý tương đối trong lúc đang xem tivi – có lẽ đây là lần đầu tiên một chuyện như vậy xảy ra. Cụ thể, khi đang xem một tập *Star Trek*, ông ấn tượng với chi tiết tàu liên sao *Enterprise* có thể di chuyển nhanh hơn ánh sáng. Bằng cách nào đó, nó thu ngắn không gian đằng trước, để những ngôi sao ở xa kéo lại gần hơn. *Enterprise* không đi đến các vì sao – các vì sao đã đến chỗ *Enterprise*.

Hãy tưởng tượng việc ta bước qua thảm để đến chỗ chiếc bàn. Cách thông thường là đi từ đầu này sang đầu kia thảm. Nhưng có cách khác là buộc dây vào bàn rồi

kéo về phía mình, khiến tấm thảm cũng bị co lại. Vậy là, thay vì ta bước qua thảm để đến chỗ chiếc bàn thì thảm co lại để chiếc bàn tiến về phía ta.

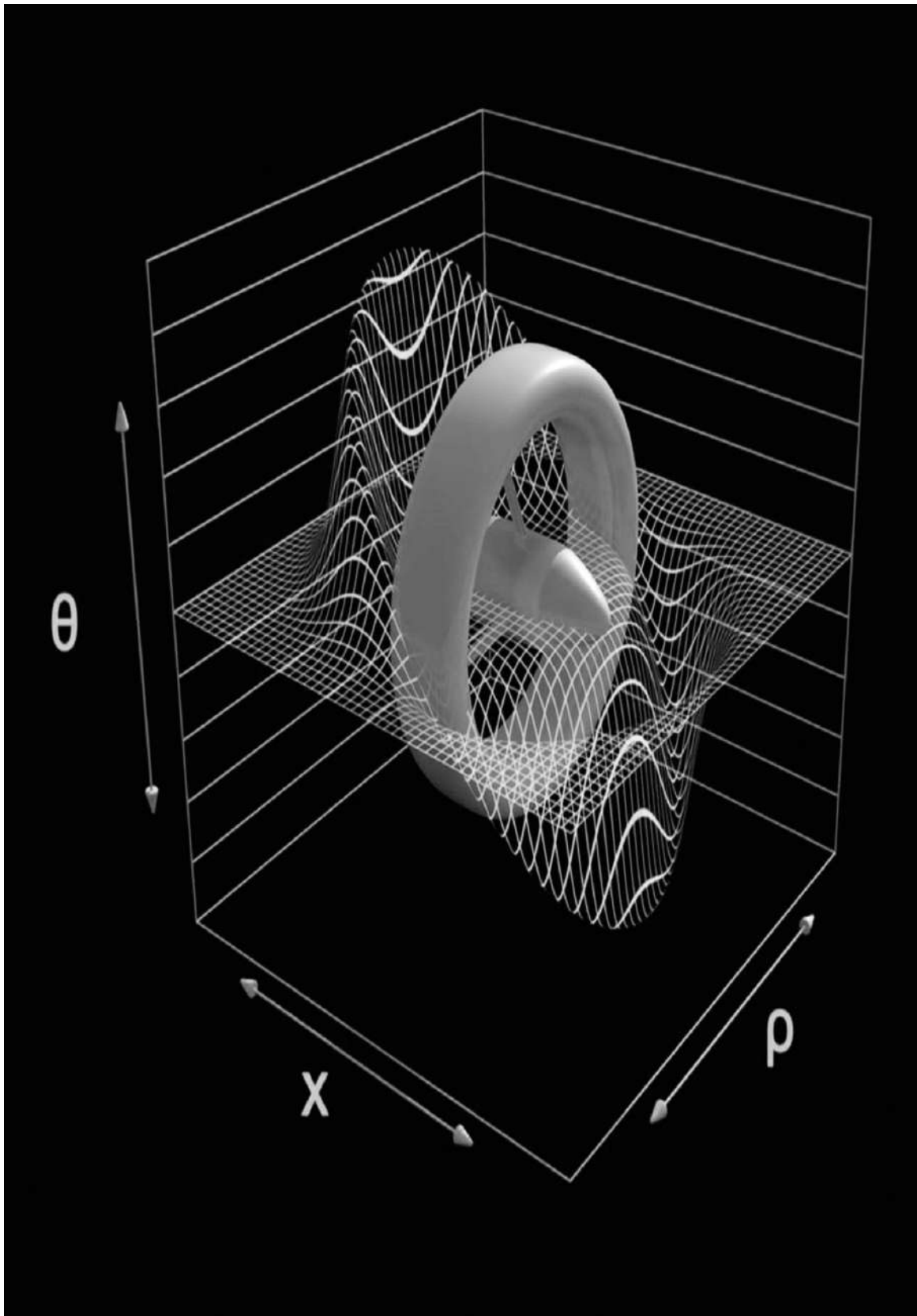
Alcubierre chợt nhận ra một điều thú vị. Thông thường, ta bắt đầu với một ngôi sao hoặc hành tinh, rồi dùng các phương trình Einstein tính toán độ cong không gian xung quanh nó. Nhưng ta có thể làm ngược lại. Xác định độ cong trước, rồi dùng các phương trình trên để nhận diện loại sao hoặc hành tinh đã làm cong không gian. Việc này cũng tương tự như sản xuất ô tô. Bạn có thể bắt đầu với các bộ phận sẵn có – động cơ, lốp xe và các bộ phận khác – sau đó lắp ráp thành xe. Hoặc bạn có thể chọn mẫu thiết kế mình thích rồi hình dung xem nó sẽ cần những bộ phận gì.

Alcubierre đã lộn ngược cả toán học Einstein và logic thông thường của các nhà vật lý lý thuyết. Ông thử nghiên cứu xem loại sao nào có thể làm không gian co lại ở đằng trước nhưng lại nở ra ở phía sau. Câu trả lời đơn giản đến mức chính ông phải kinh ngạc. Hóa ra sự cong không gian trong *Star Trek* là một lời giải phù hợp với các phương trình Einstein! Có lẽ tàu vũ trụ bẻ cong không-thời gian không phải điều bất khả thi.

Tàu liên sao trang bị động cơ Alcubierre sẽ có một “bong bóng” không gian cong bao quanh. Đây là bong bóng rỗng, cấu thành từ vật chất và năng lượng. Không-thời gian bên trong bong bóng không kết nối với bên ngoài. Khi tàu tăng tốc, người bên trong sẽ không cảm nhận được gì. Thậm chí có thể họ không nghĩ tàu đang di chuyển, trong khi thực tế họ đang bay với tốc độ nhanh hơn ánh sáng.

Kết quả nghiên cứu của Alcubierre gây chấn động giới vật lý vì nó quá mới lạ và cấp tiến. Nhưng sau đó, các nhà phê bình bắt đầu chỉ ra những điểm yếu. Mặc dù viễn cảnh du hành nhanh hơn ánh sáng rất đẹp, nhưng ông không giải quyết được các vấn đề đi kèm. Nếu tàu bị bong bóng ngăn cách với thế giới bên ngoài thì thông tin không thể truyền ra vào và phi công không thể điều khiển, kiểm soát phương hướng của tàu. Việc lái tàu khi đó sẽ là bất khả thi. Và làm cách nào để tạo ra được bong bóng không gian cong thực sự? Để khiến không gian phía trước co lại, ta cần loại nhiên liệu đặc biệt - là vật chất âm hoặc năng lượng âm.

Ta lại quay về điểm khởi đầu. Vật chất âm hay năng lượng âm là thành phần còn thiếu để duy trì vụn nguyên bong bóng không gian cong và lỗ sâu. Stephen Hawking đã chứng minh một định lý tổng quát rằng *tất cả* các nghiệm của các phương trình Einstein cho phép di chuyển nhanh hơn ánh sáng đều cần vật chất âm hoặc năng lượng âm. (Nói cách khác, vật chất dương và năng lượng dương mà ta thấy ở các ngôi sao đã bẻ cong không-thời gian và điều này mô tả chính xác sự chuyển động của các thiên thể. Nhưng vật chất âm và năng lượng âm bẻ cong không-thời gian theo những cách lạ lùng khác, tạo nên một phản trọng lực củng cố lỗ sâu và ngăn không cho chúng sụp xuống, đồng thời đẩy bong bóng không gian cong di chuyển với vận tốc nhanh hơn ánh sáng bằng cách thu ngắn không-thời gian ở phía trước.)



Vận dụng các phương trình Einstein, động cơ Alcubierre có thể bay nhanh hơn ánh sáng. Nhưng vẫn còn nhiều tranh cãi về khả năng chế tạo được con tàu liên sao như vậy.

Các nhà vật lý đã cố gắng tính toán lượng vật chất âm hoặc năng lượng âm cần có để đẩy tàu liên sao. Những kết quả mới nhất chỉ ra rằng khối lượng của chúng phải ngang với Sao Mộc, nghĩa là chỉ những nền văn minh cực cao mới đủ khả năng sử dụng vật chất âm hoặc năng lượng âm để đẩy tàu, nếu điều này thực sự khả thi. (Tuy vậy, lượng vật chất âm hoặc năng lượng âm để di chuyển nhanh hơn ánh sáng có thể giảm, do các phép tính phụ thuộc vào hình dáng và kích thước của bong bóng không gian cong hoặc lỗ sâu.)

Star Trek vượt qua rào cản bất tận này bằng cách dùng một khoáng chất hiếm tên là tinh thể dilithi làm thành phần chính cho động cơ bẻ cong không gian. Giờ thì ta biết “tinh thể dilithi” là tên gọi hoa mỹ của “vật chất âm hoặc năng lượng âm”.

HIỆU ỨNG CASIMIR VÀ NĂNG LƯỢNG ÂM

Tinh thể dilithi không tồn tại, nhưng điều kỳ thú là năng lượng âm thì có, mở ra khả năng tồn tại lỗ sâu, không gian rút ngắn, thậm chí là các cỗ máy thời gian. Tuy các định luật Newton không cho phép vật chất âm hiện hữu, nhưng thuyết lượng tử lại có, thông qua hiệu ứng Casimir được đề xuất vào năm 1948 và được đo đạc trong phòng thí nghiệm vào năm 1997.

Giả sử ta có hai tấm kim loại song song không tích điện. Khi chúng được đặt xa nhau, ta nói lực điện giữa chúng bằng không. Nhưng nếu đặt gần hơn, chúng sẽ hút nhau một cách bí ẩn. Khi đó, ta có thể thu năng lượng từ chúng. Khi bắt đầu, ta có năng lượng bằng không nhưng về sau lại thu được năng lượng dương khi hai tấm kim loại ở gần nhau, vậy nghĩa là bản thân tấm kim loại đã mang sẵn năng lượng âm. Nguyên nhân của hiện tượng này có hơi khó hiểu. Theo lẽ thường, ta nghĩ chân không là trạng thái rỗng, có năng lượng bằng không. Nhưng thật ra, trong chân không đầy hạt vật chất và phản vật chất, chúng tồn tại trong khoảnh khắc, rồi lại biến mất. Các hạt “ảo” này đến và đi nhanh đến mức chúng không vi phạm định luật bảo toàn vật chất và năng lượng - theo định luật này, tổng lượng vật chất và năng lượng trong vũ trụ luôn luôn không đổi. Sự xuất hiện-biến mất liên tục trong chân không này tạo nên áp lực. Do bên ngoài hai tấm kim loại có nhiều hoạt động của vật chất và phản vật chất hơn ở khoảng giữa chúng, nên áp lực này đẩy chúng lại gần nhau, tạo ra năng lượng âm. Đây là hiệu

ứng Casimir, theo thuyết lượng tử, nó chứng minh rằng năng lượng âm có thể tồn tại.

Ban đầu, do Casimir là lực rất nhỏ nên chỉ có những thiết bị rất nhạy mới đo được nó. Nhưng công nghệ nano đã tiến bộ đến mức chúng ta có thể chỉnh sửa từng nguyên tử. Khi làm một chương trình truyền hình đặc biệt, tôi từng đến thăm phòng thí nghiệm ở Harvard, nơi họ có một thiết bị nhỏ đặt trên bàn dùng để điều khiển nguyên tử. Trong thí nghiệm mà tôi được quan sát, hai nguyên tử được đưa vào gần nhau rất khó tránh khỏi việc đẩy nhau hoặc hút nhau do có lực Casimir, lực này sẽ đẩy hoặc hút. Năng lượng âm có thể là bảo bối quý giá đối với các nhà vật lý chế tạo tàu liên sao, nhưng với chuyên gia công nghệ nano, lực Casimir ở cấp độ nguyên tử mạnh đến mức phiên hà.

Tóm lại, năng lượng âm thực sự tồn tại và nếu tập hợp đủ năng lượng âm cần thiết thì về nguyên tắc, ta có thể chế tạo được lỗ sâu hoặc động cơ bẻ cong không-thời gian, biến những giấc mơ hoang đường nhất của khoa học viễn tưởng thành sự thật. Nhưng những công nghệ này vẫn nằm ở tương lai rất xa, ta sẽ bàn đến trong chương 13 và 14. Còn lúc này, ta hãy cứ bám theo buồm ánh sáng. Cuối thế kỷ 21, có lẽ buồm ánh sáng sẽ bay vào không gian, gửi về Trái Đất hình ảnh cận cảnh của các ngoại hành tinh quay quanh các ngôi sao xa khác. Sang thế kỷ 22, có thể chính ta sẽ đích thân đến thăm những hành tinh đó bằng tên lửa nhiệt hạch. Và nếu giải quyết xong những vấn đề kỹ thuật phức tạp đang đối mặt, ta có thể biến động cơ phản vật chất, động cơ phản lực dòng thẳng và thang máy vũ trụ thành hiện thực.

Khi đã có trong tay tàu liên sao, liệu con người sẽ tìm được gì giữa không gian sâu thẳm? Liệu có tồn tại những thế giới khác mà con người có thể sinh sống không? May mắn thay, ở thời điểm hiện tại, các kính viễn vọng không gian và vệ tinh đã cho ta cái nhìn khá chi tiết về những gì ẩn giấu giữa các vì sao.

Đặt theo tên nhà vật lý Frans Michel Penning. (ND)[↗](#)

Tức Vụ co lớn. Vũ trụ giãn nở rồi co lại, bắt đầu bằng Big Bang (Vụ nổ lớn), kết thúc bằng Big Crunch (Vụ co lớn). (ND)[↗](#)

Truyện cổ tích phương Tây: Câu bé Jack đổi bò lấy hạt đậu thần. Đậu mọc thành cây, vươn lên tận trời. (ND)[↗](#)

Do đó tôi nói, đây không đơn thuần là ý kiến, mà là niềm tin mạnh mẽ, đúng dẫn đến mức tôi dám đem đặt cược những lợi ích của cuộc đời, rằng có những cư dân sinh sống ở các thế giới khác.

– IMMANUEL KANT

Niềm khát khao tìm hiểu về các láng giềng trong không gian bao la không xuất phát từ sự tò mò của kẻ rảnh rỗi, cũng không phải từ nhu cầu học hỏi, mà từ nguyên nhân sâu xa hơn, nó là cảm giác bất rẻ trong tim bất cứ con người nào có đủ khả năng tư duy.

– NIKOLA TESLA

9. KEPLER VÀ VŨ TRỤ HÀNH TINH

Càng ngày, Giordano Bruno càng được công nhận là đã đúng. Bruno, bậc tiền bối của Galileo, bị trói vào cọc thiêu sống tại Rome vào năm 1600 vì bị cho là kẻ dị giáo. Ông tuyên bố rằng trên bầu trời có rất nhiều ngôi sao, Mặt Trời của chúng ta chỉ là một trong số đó mà thôi. Chắc chắn rằng những ngôi sao này lại có vô số hành tinh quay quanh, một vài trong số chúng có thể chứa sự sống.

Giáo hội Công giáo giam giữ Bruno bảy năm không qua xét xử, sau đó lột quần áo, đem ông đi diễu qua đường phố Rome, buộc lưng bằng dây da, trói vào cọc gỗ. Ông được cho cơ hội cuối cùng để nhận sai, nhưng ông cương quyết không rút lại các ý tưởng của mình.

Nhằm ngăn chặn di sản Bruno, giáo hội đưa toàn bộ những tác phẩm ông viết vào danh mục sách cấm. Không như sách của Galileo, sách của Bruno bị cấm mãi đến năm 1966. Galileo chỉ nói Mặt Trời, chứ không phải Trái Đất, mới là trung tâm của vũ trụ. Còn Bruno đề xuất rằng vũ trụ hoàn toàn không có trung tâm. Ông là một trong những người đầu tiên cho rằng vũ trụ là vô tận, Trái Đất chỉ là một hòn sỏi trên bầu trời. Giáo hội không thể giữ vị trí trung tâm vũ trụ nữa, vì vũ trụ không có trung tâm.

Năm 1584, Bruno tóm tắt quan điểm của mình với những dòng sau: “Chúng tôi tuyên bố không gian này vô tận...nó chứa đựng vô vàn thế giới giống như thế giới của chúng ta.” Ngày nay, hơn 400 năm sau, đã có khoảng 4.000 hành tinh thuộc Dải Ngân Hà nhưng nằm ngoài Hệ Mặt Trời được ghi nhận. Danh sách này vẫn đang tăng thêm gần như mỗi ngày. (Năm 2017, NASA liệt kê 4.496 ứng viên hành tinh do tàu Kepler phát hiện. Trong số đó, 2.330 hành tinh đã được xác nhận.)

Nếu có dịp đến Rome, bạn nên đi thăm Campo de' Fiori - tức quảng trường Đồng Hoa – nơi bức tượng uy nghi của Bruno được đặt tại chính địa điểm ông bị hành hình. Hôm tới đó, tôi chứng kiến một khung cảnh nhộn nhịp, tấp nập kẻ bán người mua. Có lẽ không phải ai trong số họ cũng biết quảng trường này từng là nơi hành quyết những người dị giáo. Nhưng dưới chân tượng Bruno, như một lẽ tất nhiên, một số thanh niên mang phong cách nổi loạn, nghệ sĩ và nhạc công đường phố đang tụ tập. Giữa bầu không khí thanh bình này, tôi tự hỏi vào thời Bruno, tinh thần thời đại đó ra sao mà lại khiến thiên hạ hăng máu giết người tới vậy. Sao họ có thể nhẫn tâm tra tấn và sát hại một triết gia lãng tử?

Tư tưởng Bruno chìm vào quên lãng suốt nhiều thế kỷ, do việc tìm kiếm hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời quá sức khó khăn và còn từng được xem là gần như bất khả thi. Các hành tinh không tự tỏa sáng. Thậm chí khi chúng phản chiếu ánh sáng từ sao mẹ thì độ sáng phản chiếu này vẫn yếu hơn độ sáng từ chính sao mẹ hàng tỷ lần và ánh sáng chói gắt của sao mẹ vẫn có thể che khuất hành tinh. Nhưng ngày nay, nhờ có các kính viễn vọng khổng lồ và tàu thăm dò ngoài không gian, những dữ liệu chứng minh Bruno đúng dần như thác lũ đổ về.

HỆ MẶT TRỜI LÀ MỘT HỆ ĐIỂN HÌNH?

Thuở bé, một cuốn sách thiên văn đã làm thay đổi cách hiểu của tôi về vũ trụ. Sau phần miêu tả các hành tinh, sách kết luận rằng Hệ Mặt Trời rất có thể là một hệ điển hình bên cạnh nhiều hệ khác, đúng như lời của Bruno. Nhưng còn xa hơn thế, cuốn sách phỏng đoán hành tinh ở các hệ khác cũng quay theo quỹ đạo gần như tròn hoàn hảo quanh mặt trời của chúng, giống Hệ Mặt Trời. Các hành tinh

gần mặt trời là hành tinh đá, xa hơn thì là các hành tinh khí khổng lồ. Mặt Trời của chúng ta thuộc loại trung bình so với các ngôi sao khác.

Quan niệm cho rằng ta đang sống trong một khu vực ngoại ô yên ả bình thường của thiên hà nghe thật đơn giản và dễ chịu.

Nhưng ta đã nhầm.

Giờ ta đã nhận ra, Hệ Mặt Trời thật ra khá dị thường. Cách sắp xếp thứ tự các hành tinh của Hệ Mặt Trời và quỹ đạo gần tròn của nó đều rất hiếm gặp trong Dải Ngân Hà. Khi tìm hiểu về các vì sao, ta gặp trong trang web *Extrasolar Planets Encyclopaedia* (Bách khoa thư các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời) những hệ hoàn toàn khác Hệ Mặt Trời. Một ngày kia, có thể một hành tinh trong từ điển này sẽ là ngôi nhà mới của nhân loại.

Nhà thiên văn đóng vai trò chủ chốt đằng sau trang web Bách khoa thư này là Sara Seager, giáo sư khoa học hành tinh tại MIT, một trong 25 nhân vật có ảnh hưởng lớn nhất ngành thám hiểm không gian do tạp chí *Time* bình chọn. Tôi hỏi Seager rằng khi còn bé, bà có yêu thích khoa học không. Bà thừa nhận rằng thực sự bà chẳng thích gì, nhưng Mặt Trăng thu hút sự quan tâm của bà. Cô bé Seager thấy lạ vì dường như Mặt Trăng luôn đi theo dù cha cô có lái xe chở cô đi bất cứ đâu. Tại sao một thứ ở xa như vậy lại có vẻ như luôn đuổi theo đằng sau xe?

(Ảo giác này là do hiện tượng thị sai. Ta đánh giá khoảng cách bằng chuyển động của đầu mình. Những vật ở gần, như cây cối, có vẻ dịch chuyển nhiều nhất; trong khi những vật ở xa, như rặng núi, thì không thay đổi vị trí. Nhưng những vật ở ngay sát bên và chuyển động cùng ta cũng trông như không thay đổi vị trí. Não bộ đã nhầm lẫn vật ở xa, như Mặt Trăng, với vật ở sát bên, như tay lái trong xe, khiến ta nghĩ cả hai đều đang di chuyển cùng mình. Cũng vì hiện tượng thị sai mà nhiều người tưởng như có UFO đuổi theo xe mình, nhưng thật ra đó là Sao Kim.)

Niềm say mê của giáo sư Seager đối với bầu trời đã bùng nổ thành tình yêu trọn đời. Thông thường, khi thấy con cái ham học hỏi như vậy, cha mẹ sẽ mua tặng kính viễn vọng, nhưng Seager thì tự mua chiếc đầu tiên bằng tiền đi làm thêm mùa hè. Bà nhớ hồi 15 tuổi, bà từng hào hứng kể với hai người bạn về vụ nổ siêu tân tinh Supernova 1987a vừa được chứng kiến trên bầu trời. Đây là siêu tân tinh

gần nhất được quan sát thấy kể từ năm 1604 và bà dự định đến bữa tiệc mừng sự kiện hiếm có đó. Nhưng hai người bạn thì chẳng hiểu bà đang nói gì.

Từ niềm đam mê và ngưỡng mộ vũ trụ, giáo sư Seager đã xây dựng sự nghiệp xán lạn trong ngành khoa học ngoại hành tinh. Hai thập niên trước, ngành này còn chưa ra đời, nhưng hiện nó đang là lĩnh vực thiên văn “nóng” bậc nhất.

CÁC PHƯƠNG PHÁP TÌM KIẾM NGOẠI HÀNH TINH

Không dễ dàng nhìn thấy trực tiếp các ngoại hành tinh nên các nhà thiên văn tìm kiếm chúng bằng những chiến lược gián tiếp. Giáo sư Seager nhấn mạnh với tôi rằng giới thiên văn rất tự tin vào kết quả khám phá của mình, vì họ dò tìm ngoại hành tinh bằng nhiều cách khác nhau. Một trong những cách phổ biến nhất là phương pháp quá cảnh thiên thể. Khi phân tích cường độ ánh sáng sao, đôi lúc ta thấy nó mờ đi theo chu kỳ. Tuy chỉ mờ một chút nhưng đó là dấu hiệu cho thấy, theo góc nhìn từ Trái Đất, có một hành tinh di chuyển phía trước sao mẹ và hấp thụ một phần ánh sáng sao mẹ. Sau đó ta có thể lần theo đường bay của hành tinh và tính toán thông số quỹ đạo.

Hành tinh kích thước bằng Sao Mộc sẽ làm giảm cường độ ánh sáng của ngôi sao to cỡ Mặt Trời khoảng 1%. Nếu hành tinh chỉ to bằng Trái Đất, con số này là 0,008%, tương đương độ giảm của đèn pha ô tô khi con muỗi bay qua! Nhưng may mắn là, giáo sư Seager giải thích, các dụng cụ và thiết bị của chúng ta rất nhạy và chính xác, chúng có thể phát hiện mức thay đổi dù là nhỏ nhất trong độ sáng của nhiều hành tinh và tìm ra sự tồn tại của cả một Hệ Mặt Trời khác. Tuy nhiên, không phải ngoại hành tinh nào cũng di chuyển ra trước ngôi sao. Một số hành tinh di chuyển theo quỹ đạo nghiêng nên không thể quan sát bằng phương pháp quá cảnh thiên thể.

Một phương pháp phổ biến khác là vận tốc tia hay phương pháp Doppler. Theo đó, các nhà thiên văn tìm kiếm những ngôi sao có vẻ thường di chuyển tiến hoặc lùi đều đặn. Nếu có một hành tinh lớn cỡ Sao Mộc quay quanh một ngôi sao thì trên thực tế, hai thiên thể đó đang quay quanh lẫn nhau. Giống như hai đầu quả tạ, chúng cùng quay quanh một trục ở giữa.

Nhìn từ xa, chúng ta không thể thấy hành tinh kích thước Sao Mộc nhưng có thể thấy sao mẹ di chuyển chính xác theo một quy luật toán học. Phương pháp Doppler có thể tính ra vận tốc của nó. (Thí dụ, nếu một ngôi sao vàng tiến gần về phía ta, bước sóng ánh sáng sẽ co lại như đàn accordion, khiến ánh vàng chuyển sang hơi xanh dương. Còn nếu ngôi sao dịch ra xa, bước sóng sẽ kéo dài nên ánh sáng chuyển thành hơi đỏ. Phân tích sự thay đổi tần số ánh sáng lúc ngôi sao tiến gần hoặc dịch ra xa, máy dò sẽ tính được vận tốc của sao. Phương pháp này cũng tương tự như khi cảnh sát bắn laser để đo tốc độ xe. Dựa trên thay đổi của ánh sáng phản hồi, họ sẽ biết xe đang chạy nhanh mức nào.)

Theo dõi kỹ sao mẹ suốt nhiều tuần hay nhiều tháng cũng sẽ giúp các nhà khoa học tính được khối lượng hành tinh nhờ áp dụng định luật hấp dẫn của Newton. Phương pháp Doppler có thể khá nhàm chán, nhưng chính nhờ nó mà ngoại hành tinh đầu tiên được phát hiện vào năm 1992. Từ đó trở đi, các nhà thiên văn tham vọng không ngừng tranh đua, quyết trở thành người tìm ra ngoại hành tinh tiếp theo. Các hành tinh to như Sao Mộc sẽ dễ tìm thấy nhất vì chuyển động của chúng ứng với những chuyển động lớn nhất của sao mẹ.

Quá cảnh thiên thể và Doppler là hai phương pháp chính để tìm kiếm hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời, nhưng gần đây đã có thêm một số phương pháp khác. Một trong số đó là quan sát trực tiếp hành tinh như đã đề cập ở trên, tuy đây là điều rất khó. Nhưng Giáo sư Seager hào hứng với kế hoạch của NASA nhằm phát triển các loại tàu thăm dò không gian có thể che chắn chuẩn xác ánh sáng từ sao mẹ, vốn thường che khuất hành tinh cần tìm.

Thấu kính hấp dẫn cũng là phương pháp thay thế triển vọng, tuy nó chỉ phát huy tác dụng nếu Trái Đất, ngoại hành tinh và ngôi sao mẹ nằm ở vị trí thẳng hàng tuyệt đối. Từ thuyết tương đối của Einstein, ta biết ánh sáng có thể bị bẻ cong khi đến gần thiên thể, do những vật thể có khối lượng lớn sẽ bẻ cong lớp không-thời gian quanh nó. Ngay cả nếu ta không nhìn thấy vật thể thì nó vẫn thay đổi đường đi của ánh sáng giống như mặt gương. Nếu hành tinh di chuyển trực tiếp tới vị trí ngay trước ngôi sao phía xa, ánh sáng sẽ biến dạng thành vòng tròn. Hình dạng đặc biệt này được gọi là Vòng Einstein. Nó cho biết có một khối lượng rất lớn ngăn cách giữa người quan sát và ngôi sao.

KẾT QUẢ TỪ KEPLER

Năm 2009, tàu Kepler được phóng, đánh dấu một bước đột phá quan trọng. Con tàu được thiết kế đặc biệt để tìm kiếm hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời bằng phương pháp quá cảnh thiên thể. Nó đạt được thành công vượt quá mong đợi của giới thiên văn. Sau kính viễn vọng không gian Hubble, tàu Kepler là vệ tinh hoạt động hiệu quả nhất mọi thời đại. Nặng 1.043 kg, trang bị mặt kính lớn 1,4 m với đầy đủ cảm ứng tối tân, Kepler được xem như một kỳ quan công nghệ. Do nhiệm vụ của nó là ngắm vào một điểm trên bầu trời trong thời gian dài để thu được dữ liệu tốt nhất, nên Kepler không quay quanh Trái Đất mà quay quanh Mặt Trời. Ở tít cao trong không gian, có khi cách Trái Đất đến 160 triệu kilômét, Kepler dùng một loạt con quay hồi chuyển để tập trung vào một khu vực nhỏ bằng 1/400 bầu trời, nằm về phía chòm sao Cygnus. Trong khoảng “nhỏ” đó, Kepler phân tích khoảng 200.000 ngôi sao và tìm ra hàng ngàn hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời. Kết quả này buộc giới khoa học phải đánh giá lại vị trí của loài người trong vũ trụ.

Thay vì tìm ra những hệ khác giống Hệ Mặt Trời, các nhà thiên văn gặp phải điều hoàn toàn bất ngờ: các hành tinh đủ mọi kích cỡ quay quanh sao mẹ ở đủ mọi khoảng cách. “Có những hành tinh không có đối ứng nào trong Hệ Mặt Trời. Một số thì lớn hơn Trái Đất nhưng nhỏ hơn Sao Hải Vương, một số khác lại nhỏ hơn Sao Thủy rất nhiều.” Giáo sư Seager nhớ lại. “Nhưng đến nay, chúng tôi vẫn chưa thấy bản sao nào của Hệ Mặt Trời.” Thật ra, có nhiều kết quả lạ lùng đến độ các nhà thiên văn học không giải thích được bằng lý thuyết. “Càng tìm thấy nhiều, ta càng hiểu ít hơn.” Bà thừa nhận. “Tất cả như một mớ bòng bong.”

Chúng ta thậm chí không giải thích được loại ngoại hành tinh phổ biến nhất. Nhiều hành tinh có kích thước Sao Mộc, loại dễ phát hiện nhất, không di chuyển theo quỹ đạo gần tròn như dự kiến mà theo quỹ đạo elip cao.

Bên cạnh đó, một số hành tinh kích thước Sao Mộc có quay theo quỹ đạo tròn, nhưng lại nằm quá gần sao mẹ. Nếu đặt vào Hệ Mặt Trời, chúng sẽ nằm trong quỹ đạo Sao Thủy. Các hành tinh khí khổng lồ này được gọi là “Sao Mộc nóng”, khí quyển của chúng liên tục bị gió mặt trời thổi bay vào không gian. Các nhà thiên văn từng tin rằng những hành tinh kích thước Sao Mộc đều hình thành ở xa

sao mẹ đến hàng tỷ kilômét. Vậy vì sao ở đây chúng lại hiện diện gần sao mẹ đến thế?

Seager thừa nhận các nhà thiên văn cũng không biết chắc. Và lời lý giải khả thi nhất khiến chính họ cũng ngạc nhiên. Lý thuyết này cho rằng tất cả các hành tinh khí khổng lồ quá thật hình thành ở vòng ngoài Hệ Mặt Trời, nơi có nhiều băng để đám khí và bụi hydro, heli hút vào. Nhưng có một số trường hợp, một lượng lớn bụi phân tán rộng trong vòng mặt phẳng quỹ đạo sao mẹ. Các hành tinh khí khổng lồ có thể mất dần năng lượng do ma sát từ việc di chuyển qua bụi rồi tiến gần sao mẹ theo đường xoắn ốc chết chóc.

Cách giải thích này mở ra khái niệm dị thường chưa từng được nói đến: hành tinh di cư. (Trên đường đến gần sao mẹ, hành tinh khí khổng lồ có thể gặp một hành tinh nhỏ cỡ Trái Đất ngang đường. Hành tinh đá này sẽ bị hất văng ra không gian bên ngoài, trở thành hành tinh lang thang, trôi dạt và không phụ thuộc vào ngôi sao nào nữa. Chính vì lý do đó, ta không thấy bất kỳ hành tinh cỡ Trái Đất nào trong một hệ có nhiều hành tinh kích thước Sao Mộc di chuyển theo quỹ đạo elip cao, hoặc quỹ đạo gần sao mẹ.)

Xét kỹ lại thì những hiện tượng lạ này thật ra có thể dự đoán trước. Bởi các hành tinh thuộc Hệ Mặt Trời luôn di chuyển theo đường tròn khá hoàn hảo, nên một cách tự nhiên, các nhà thiên văn cho rằng ở đâu cũng vậy, các khối cầu bụi và khí hydro, heli sẽ nén lại hình thành các hệ tương tự Hệ Mặt Trời. Giờ ta nhận ra, trọng lực nén ép chúng theo cách ngẫu nhiên chứ không theo quy luật nào, tạo thành các hành tinh di chuyển theo quỹ đạo hình elip hoặc theo hình thù không rõ ràng nào đó, khiến rốt cuộc chúng sẽ ngang đường hoặc va chạm nhau. Điều này rất quan trọng vì có lẽ chỉ những hệ có quỹ đạo hành tinh hình tròn như Hệ Mặt Trời mới là nơi thích hợp cho sự sống phát triển.

CÁC HÀNH TINH CÓ KÍCH THƯỚC TƯƠNG TỰ TRÁI ĐẤT

Các hành tinh cỡ Trái Đất có kích thước nhỏ nên chỉ khiến ánh sáng sao mẹ mờ đi hoặc biến dạng chút ít. Nhưng với tàu Kepler và những kính viễn vọng khổng lồ, các nhà thiên văn bắt đầu tìm thấy nhiều “siêu Trái Đất”, nghĩa là chúng cũng

là hành tinh đá và đủ khả năng nuôi dưỡng các dạng sống mà ta biết như Trái Đất, song chúng có kích thước lớn hơn Trái Đất từ 50 đến 100% . Ta chưa biết nguồn gốc của các hành tinh này, nhưng trong năm 2016 và 2017, báo chí đã đăng tải một loạt phát hiện chấn động về sự hình thành của chúng.

Proxima Centauri là ngôi sao gần chúng ta nhất sau Mặt Trời. Nó thuộc một hệ gồm ba ngôi sao, quay quanh một cặp sao lớn hơn mang tên Alpha Centauri A và Alpha Centauri B, bản thân hai sao này lại quay quanh nhau. Các nhà thiên văn sửng sốt khi thấy có một hành tinh kích thước lớn hơn Trái Đất chỉ 30% quay quanh Proxima Centauri. Họ đặt tên cho nó là Proxima Centauri b.

“Đây là phát hiện làm thay đổi toàn bộ ngành khoa học hành tinh.” Rory Barnes, nhà thiên văn học Đại học Washington tại Seattle, tuyên bố. “Do nó ở rất gần nên ta sẽ có cơ hội tìm hiểu nó kỹ hơn tất cả các hành tinh đã được phát hiện.” Thế hệ kính viễn vọng tiếp theo, chẳng hạn kính viễn vọng không gian James Webb, đang được nghiên cứu và có thể sẽ chụp được bức ảnh đầu tiên của Proxima Centauri b. Như Giáo sư Seager nói: “Thật là hiện tượng kỳ thú. Ai có thể ngờ sau chừng đấy năm tìm kiếm các hành tinh, ta lại có một hành tinh quay quanh ngay ngôi sao gần nhất?”

Sao mẹ của Proxima Centauri b là một ngôi sao lùn đỏ mờ, chỉ lớn bằng 12% Mặt Trời. Như vậy hành tinh này phải nằm tương đối gần sao mẹ thì nó mới ở trong vùng có thể sinh sống được, tức phạm vi mà nước lỏng và thậm chí đại dương có khả năng tồn tại. Bán kính quỹ đạo Proxima Centauri b chỉ bằng 5% bán kính quỹ đạo Trái Đất xung quanh Mặt Trời. Nó quay quanh sao mẹ cũng rất nhanh, hoàn tất một vòng trong 11,2 ngày. Có nhiều suy đoán liệu Proxima Centauri b có các điều kiện phù hợp cho sự sống như ta đã biết hay không. Một lo ngại chính là nó bị gió mặt trời tấn công với cường độ cao hơn 2.000 lần so với Trái Đất. Muốn chống đỡ nổi sức công kích như thế, Proxima Centauri b cần có từ trường mạnh. Hiện tại, ta chưa có đủ thông tin để xác định từ trường của hành tinh này mạnh hay yếu.

Cũng có suy đoán rằng Proxima Centauri b bị khóa thủy triều, nên cũng giống như Mặt Trăng, một mặt của nó luôn hướng về sao mẹ. Mặt này sẽ vĩnh viễn nóng, còn mặt kia vĩnh viễn lạnh. Đại dương nước lỏng, nếu hiện hữu, sẽ chỉ nằm

ở dải hẹp giữa hai bán cầu, nơi có nhiệt độ vừa phải. Tuy nhiên, nếu hành tinh có khí quyển đủ dày, gió sẽ giúp cân bằng nhiệt độ và đại dương lỏng có thể nằm ở bất cứ đâu.

Bước tiếp theo là phân tích thành phần khí quyển xem liệu hành tinh này có nước hoặc oxy không. Proxima Centauri b được phát hiện bằng phương pháp Doppler, nhưng phương pháp quá cảnh thiên thể mới thích hợp để nghiên cứu thành phần hóa học khí quyển nơi đây. Khi ngoại hành tinh di chuyển ngay phía trước sao mẹ, một chút ánh sáng bạc sẽ chiếu qua khí quyển của nó. Phân tử của một số chất trong khí quyển sẽ hấp thụ những bước sóng nhất định của ánh sáng sao, cho phép các nhà khoa học nhận dạng những phân tử đó. Nhưng để làm được vậy, đường di chuyển của ngoại hành tinh phải ở vào đúng phương vị, mà khả năng quỹ đạo Proxima Centauri b được căn chính xác chỉ là 1,5%.

Việc tìm ra phân tử hơi nước trên một hành tinh giống Trái Đất sẽ là một phát kiến phi thường. Giáo sư Seager giải thích: “trên một hành tinh đá cỡ nhỏ, hơi nước chỉ tồn tại nếu có nước lỏng trên bề mặt. Vậy nên nếu thấy có hơi nước trên hành tinh đá, có thể suy ra nó có đại dương lỏng.”

BẢY “TRÁI ĐẤT” QUAY QUANH MỘT NGÔI SAO

Năm 2017 cũng đánh dấu một phát hiện khác chưa từng có tiền lệ. Các nhà thiên văn khám phá ra một Hệ Mặt Trời vi phạm mọi lý thuyết tiến hóa hành tinh. Nó gồm bảy hành tinh kích cỡ Trái Đất cùng quay quanh sao mẹ TRAPPIST-1. Ba trong số này nằm ở khu vực Goldilocks và có thể có đại dương. “Một hệ hành tinh đáng kinh ngạc, không chỉ bởi nó có nhiều hành tinh, mà còn vì tất cả chúng còn đều có kích cỡ tương đương Trái Đất.” Michaël Gillon, trưởng nhóm nghiên cứu người Bỉ phát hiện ra hệ này, nói. (*TRAPPIST* vừa là tên viết tắt của chiếc kính viễn vọng mà nhóm sử dụng, vừa là một loại bia nổi tiếng của Bỉ.)

TRAPPIST-1 là sao lùn đỏ chỉ cách Trái Đất 38 năm ánh sáng, có khối lượng bằng 8% Mặt Trời. Giống Proxima Centauri, xung quanh nó có một vùng sinh sống được. Nếu chuyển về Hệ Mặt Trời, cả bảy hành tinh của nó đều nằm vừa trong quỹ đạo Sao Thủy. Các hành tinh đều mất chưa tới ba tuần để quay quanh

sao mẹ, trong đó hành tinh nằm gần sao mẹ nhất hoàn thành một vòng hết 36 giờ. Do không gian của hệ rất hẹp nên các hành tinh này có tương tác hấp dẫn với nhau và trên lý thuyết, chúng có thể gây nhiễu loạn vị trí và đâm vào nhau. Ta có thể ngây ngô nghĩ rằng chúng sẽ xô vào nhau. Nhưng may mắn là theo một phân tích thực hiện năm 2017, chúng đang cộng hưởng, nghĩa là quỹ đạo của chúng cùng pha và sẽ không có va chạm nào xảy ra. Hệ này có vẻ khá ổn định. Nhưng cũng như với Proxima Centauri b, giới thiên văn đang tìm hiểu về ảnh hưởng của hiện tượng lóa mặt trời và khóa thủy triều lên bảy “Trái Đất” này.

Trong phim *Star Trek*, mỗi khi tàu *Enterprise* sắp đến một hành tinh giống Trái Đất, nhân vật Spock sẽ thông báo tàu đang tiếp cận một “hành tinh lớp M”. Trên thực tế, không có sự phân loại như vậy trong ngành thiên văn – hoặc ít nhất là chưa có. Nhưng ngày nay, hàng ngàn hành tinh với đủ mọi kiểu loại đã được phát hiện, bao gồm nhiều hành tinh giống với Trái Đất, nên sớm muộn cũng sẽ có những thuật ngữ mới ra đời.

TRÁI ĐẤT CÓ HÀNH TINH SONG SINH?

Nếu có hành tinh song sinh với Trái Đất tồn tại trong không gian, thì có lẽ nó đang trốn ở nơi rất xa chúng ta. Nhưng chúng ta đã nhận diện được khoảng 50 “siêu Trái Đất”. Đặc biệt đáng chú ý là Kepler-452b, được tàu Kepler phát hiện năm 2015 và cách chúng ta khoảng 1.400 năm ánh sáng. Nó lớn hơn Trái Đất 50%, nên nếu đến đó, trọng lượng của con người sẽ nặng thêm, nhưng ngoài ra cuộc sống ở đó sẽ không khác biệt lắm so với ở Trái Đất. Không giống những ngoại hành tinh quay quanh sao lùn đỏ, nó quay quanh một ngôi sao chỉ lớn hơn Mặt Trời 3,7%. Chu kỳ quay của nó là 385 ngày Trái Đất, nhiệt độ cân bằng là -8°C, ấm hơn Trái Đất một chút. Nó nằm trong vùng có thể sinh sống được. Các nhà thiên văn tìm kiếm sinh vật thông minh ngoài Trái Đất đã thiết kế các kính viễn vọng radio để thu nhận tín hiệu từ bất kỳ nền văn minh nào có thể tồn tại trên hành tinh này, nhưng chưa phát hiện được gì. Không may là do Kepler-452b ở quá xa, nên ngay cả các kính viễn vọng thế hệ tiếp theo cũng không thể thu thập được thông tin giá trị về thành phần khí quyển của nó.

Kepler-22b, nằm cách chúng ta 600 năm ánh sáng và to gấp 2,4 lần Trái Đất, cũng đang được nghiên cứu. Quỹ đạo của nó nhỏ hơn Trái Đất 15% – nó đi một vòng quanh sao mẹ hết 290 ngày - nhưng độ sáng của sao mẹ Kepler-22 lại kém hơn Mặt Trời 25%. Hai điều kiện này bù trừ cho nhau, nên nhiệt độ bề mặt của Kepler-22b được cho là tương đương Trái Đất. Nó cũng nằm trong vùng sinh sống được.

Tuy nhiên, cho đến năm 2017, KOI 7711 mới là ngoại hành tinh được quan tâm nhiều nhất, bởi nó sở hữu nhiều đặc điểm giống Trái Đất nhất. Nó lớn hơn Trái Đất 30% và sao mẹ của nó rất giống Mặt Trời. Hành tinh này không có nguy cơ bị “nướng chín” do lóa mặt trời. Một năm của nó và một năm Trái Đất gần như dài bằng nhau. Nó nằm trong vùng sinh sống được của sao mẹ, nhưng ta chưa có công nghệ để đánh giá khí quyển của hành tinh này có hơi nước không. Mọi điều kiện có vẻ đều phù hợp để nuôi dưỡng sự sống. Tuy nhiên, ở khoảng cách 1.700 năm ánh sáng, nó là ngoại hành tinh xa nhất trong số ba hành tinh vừa đề cập.

Sau khi phân tích các ngoại hành tinh, giới thiên văn nhận thấy có thể chia chúng làm hai loại. Một là các siêu Trái Đất (như trong ảnh trang bên) mà ta đã bàn tới. Hai là các “Sao Hải Vương nhỏ”. Chúng là những hành tinh khí to gấp hai đến bốn lần Trái Đất và không giống bất cứ hành tinh nào lân cận chúng ta; Sao Hải Vương của Hệ Mặt Trời lớn hơn Trái Đất 17 lần. Mỗi khi một hành tinh nhỏ được phát hiện, các nhà thiên văn đều cố gắng xác định nó thuộc loại nào, giống như nhà sinh học phân loại một loài động vật mới thuộc lớp có vú hay bò sát. Điều bí ẩn là siêu Trái Đất và Sao Hải Vương nhỏ không hiện diện trong hệ hành tinh chúng ta nhưng lại rất phổ biến trong vũ trụ.

Current Potential Habitable Worlds

Compared with Earth and Mars and Ranked in Order of Similarity to Earth



#1	#2	#3	#4	#5
Gliese 581 g	Gliese 667C c	Kepler-22 b	HD 85512 b	Gliese 581 d
0.92	0.85	0.81	0.77	0.72

The Habitable Exoplanets Catalog, PHL @ UPR Arecibo (phl.upr.edu)

Ảnh minh họa so sánh kích cỡ Trái Đất với các siêu Trái Đất quay quanh các ngôi sao khác nhau.

HÀNH TINH LANG THANG

Hành tinh lang thang thuộc nhóm những thiên thể lạ lùng nhất từng được phát hiện. Đúng như tên gọi, chúng lang thang giữa thiên hà và không quay quanh quỹ đạo của bất kỳ ngôi sao nào. Có thể chúng cũng từng nằm trong một hệ hành tinh, nhưng do di chuyển quá gần một ngoại hành tinh có kích thước Sao Mộc nên đã bị hất văng vào không gian. Như đã đề cập, các hành tinh lớn cỡ Sao Mộc thường có quỹ đạo elip hoặc tiến gần hành tinh mẹ theo đường xoắn ốc. Rất có thể đường đi của chúng đã bị các hành tinh nhỏ hơn cản trở, kết quả là số hành tinh lang thang có lẽ còn nhiều hơn các hành tinh thông thường. Thực tế, theo một số mô hình trên máy tính, cách đây hàng tỷ năm, Hệ Mặt Trời đã “trục xuất” khoảng mười hành tinh.

Do hành tinh lang thang không nằm gần nguồn sáng nào và cũng không tự tỏa sáng, nên ban đầu tưởng như chẳng có cách nào để phát hiện chúng. Nhưng các nhà thiên văn đã tìm được một số hành tinh nhờ kỹ thuật thấu kính hấp dẫn. Kỹ thuật này đòi hỏi sự thẳng hàng chính xác và hiếm khi xảy ra giữa ngôi sao nền, hành tinh lang thang và thiết bị dò tìm trên Trái Đất. Vì thế, cần phải quét hàng triệu ngôi sao mới tìm được vài hành tinh lang thang. May mắn là quy trình dò tìm có thể giao cho máy tính tự điều khiển.

Đến nay, chúng ta mới nhận dạng khoảng 20 vật thể có khả năng là hành tinh lang thang, một trong số đó chỉ cách Trái Đất bảy năm ánh sáng. Nhưng trong một nghiên cứu gần đây, các nhà thiên văn Nhật Bản đã khảo sát 50 triệu ngôi sao và tìm thấy đến 470 ứng viên hành tinh lang thang. Họ ước tính trong Dải Ngân Hà, cứ một ngôi sao thì có hai hành tinh lang thang. Một số nhà thiên văn khác dự đoán số hành tinh lang thang nhiều gấp 100.000 lần số hành tinh thường.

Sự sống như ta biết liệu có tồn tại được trên hành tinh lang thang hay không? Câu trả lời là tùy từng hành tinh. Giống Sao Mộc và Sao Thổ, một số hành tinh có nhiều vệ tinh phủ băng. Nếu vậy, lực thủy triều có thể làm băng tan thành biển, tạo điều kiện cho sự sống phát triển. Nhưng ngoài ánh sáng và thủy triều, còn có một khả năng thứ ba để một hành tinh lang thang có thể có năng lượng nuôi dưỡng sự sống: phóng xạ.

Lịch sử khoa học mang một giai đoạn có thể minh họa cho vấn đề này. Cuối thế kỷ 19, nhà vật lý học Nam tước Kevin đưa ra một phép tính đơn giản, khẳng định sau khi hình thành khoảng vài triệu năm, Trái Đất sẽ nguội đi và đóng băng, không thể nuôi dưỡng sự sống. Kết quả này khiến các nhà sinh vật học và địa chất học phản đối dữ dội, họ nhấn mạnh là Trái Đất đã hàng tỷ năm tuổi rồi. Về sau, nhờ khám phá về hiện tượng phóng xạ của Marie Curie và các nhà khoa học khác, người ta chứng minh được Nam tước Kevin đã sai. Lực hạt nhân trong lõi Trái Đất, phát sinh từ những nguyên tố phóng xạ tồn tại lâu như urani, đã giữ cho lõi này nóng suốt hàng tỷ năm.

Các nhà thiên văn phỏng đoán có thể các hành tinh lang thang cũng có lõi phóng xạ giữ ấm. Có thể lõi này cung cấp nhiệt lượng cho các suối nước nóng và miệng phun núi lửa dưới đáy đại dương, nơi hình thành những chất hóa học đầu tiên của sự sống. Nếu số lượng hành tinh lang thang quả thật nhiều như một số nhà thiên văn tin tưởng, thì nơi thích hợp nhất để tìm thấy sự sống trong thiên hà không phải ở vùng sinh sống được của một ngôi sao, mà là ở các hành tinh lang thang và vệ tinh của chúng.

HÀNH TINH KỲ LẠ

Các nhà thiên văn cũng đang nghiên cứu rất nhiều hành tinh kỳ lạ, một vài trong số chúng không thuộc phân loại nào đã biết.

Trong phim *Star Wars*, hành tinh Tatooine một mình quay quanh hai ngôi sao. Một số nhà khoa học chế nhạo ý tưởng này, cho rằng một hành tinh như vậy có quỹ đạo không ổn định và sẽ đâm sầm vào một trong hai ngôi sao. Nhưng thực tế đã ghi nhận được trường hợp hành tinh quay quanh ba sao, như trong hệ Centauri. Thậm chí còn có hệ bốn sao, với hai cặp sao đôi quay quanh nhau.

Một hành tinh lạ khác lại có vẻ như cấu tạo từ kim cương. Nó được đặt tên là 55 Cenci e, lớn gấp đôi Trái Đất nhưng nặng hơn khoảng tám lần. Năm 2016, kính viễn vọng không gian Hubble phân tích thành công khí quyển của nó - lần đầu tiên chúng ta phân tích được khí quyển của một ngoại hành tinh đá. Trong khí quyển hành tinh này có hydro và heli nhưng không có hơi nước. Kết quả nghiên

cứu sau đó cho thấy 55 Cenci là rất giàu cacbon, chiếm tới 1/3 khối lượng hành tinh. Nhiệt độ của nó cũng cực kỳ cao, tới 5.126°C. Có giả thuyết cho rằng nhiệt độ và áp suất trong nhân hành tinh có thể đủ lớn để hình thành hành tinh kim cương. Nhưng nếu mỏ kim cương lấp lánh này thực sự tồn tại thì nó cũng cách ta đến 40 năm ánh sáng, nên việc khai thác nằm ngoài khả năng hiện tại của chúng ta.

Nhiều ngoại hành tinh có khả năng chứa toàn nước hoặc toàn băng cũng được phát hiện. Điều này không lạ. Các nhà khoa học tin rằng thuở sơ kỳ, chính Trái Đất chúng ta cũng từng bị băng bao phủ như một quả cầu tuyết. Về sau, khi kỷ băng hà kết thúc, nước tràn ngập khắp nơi. Gliese 1214b, hành tinh đầu tiên trong sáu hành tinh được xác định có tiềm năng chứa nước, được phát hiện vào năm 2009. Nó nằm cách chúng ta 42 năm ánh sáng và lớn hơn Trái Đất sáu lần. Nó nằm ngoài vùng sinh sống được, quay quanh quỹ đạo sao mẹ gần hơn 70 lần so với khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trời. Nó có thể nóng đến 280°C, sự sống như ta biết có lẽ không thể tồn tại được. Nhưng khi dùng nhiều bộ lọc khác nhau để phân tích ánh sáng nằm rải rác trong khí quyển hành tinh trong quá trình nó quá cảnh sao mẹ, các nhà thiên văn đã tìm thấy một lượng nước đáng kể. Nước không tồn tại ở dạng lỏng thông thường do nhiệt độ và áp suất hành tinh không phù hợp. Gliese 1214b có thể là hành tinh hơi nước.

Chúng ta cũng biết thêm nhiều điều về các vì sao. Trước kia, ta vẫn nghĩ sao ánh vàng là loại sao điển hình trong vũ trụ, nhưng ngày nay các nhà thiên văn tin rằng sao lùn đỏ mờ, phát ra lượng ánh sáng thấp hơn Mặt Trời rất nhiều và thường không nhìn thấy được bằng mắt thường, mới là loại phổ biến nhất. Một ước tính cho biết 85% các sao của Dải Ngân Hà là sao lùn đỏ. Sao càng nhỏ thì đốt hydro càng chậm, do đó sẽ phát sáng lâu hơn. Các sao lùn đỏ có thể sống hàng ngàn tỷ năm, lâu hơn nhiều so với vòng đời mười tỷ năm của Mặt Trời. Có thể không lấy gì làm lạ khi Proxima Centauri b và bảy hành tinh hệ TRAPPIST đều quay quanh các sao lùn đỏ, do sao lùn đỏ có số lượng rất lớn. Vì lẽ đó, không gian xung quanh các sao này có thể là một trong những vùng hứa hẹn nhất để tìm kiếm các hành tinh giống Trái Đất.

THỐNG KÊ DÂN SỐ THIÊN HÀ

Tàu Kepler đã thu thập đủ dữ liệu về các hành tinh trong Dải Ngân Hà để chúng ta tiến hành một cuộc thống kê dân số sơ bộ. Dữ liệu cho thấy trung bình mỗi ngôi sao chúng ta thấy đều có một loại hành tinh nào đó quay quanh. Khoảng 20% số sao, như Mặt Trời, có hành tinh giống Trái Đất – nghĩa là kích cỡ tương đương và cũng nằm trong vùng sinh sống được. Vì số lượng sao thuộc Dải Ngân Hà vào khoảng 100 tỷ, nên số hành tinh giống Trái Đất là khoảng 20 tỷ. Đây là con số ước tính thận trọng - thực tế có thể cao hơn nhiều.

Không may, sau khi gửi về hàng núi thông tin giúp thay đổi quan niệm của loài người về vũ trụ, tàu Kepler bắt đầu gặp trục trặc. Một con quay hồi chuyển bị hỏng năm 2013 khiến nó mất khả năng nhắm cố định vào các hành tinh.

Nhưng các sứ mạng mới đang được lên kế hoạch nhằm tiếp tục nâng cao hiểu biết về ngoại hành tinh. Năm 2018, vệ tinh TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite: Vệ tinh Khảo sát Ngoại hành tinh Quá cảnh) đi vào hoạt động³². Khác với Kepler, TESS dò quét toàn bộ bầu trời. Nó nghiên cứu 200.000 ngôi sao trong khoảng hai năm, tập trung vào nhóm sao sáng hơn từ 30 đến 100 lần so với những sao đã được Kepler khảo sát, gồm cả các hành tinh cỡ Trái Đất và siêu Trái Đất ở khu vực thiên hà chúng ta. Theo giới thiên văn, có khoảng 500 hành tinh như vậy. Ngoài ra, kính viễn vọng không gian James Webb, thay thế kính Hubble, sẽ sớm hoạt động và có thể chụp ảnh một số ngoại hành tinh.

Các hành tinh giống Trái Đất là mục tiêu chính của tàu liên sao tương lai. Hiện nay, khi đang chuẩn bị bước vào công cuộc nghiên cứu kỹ lưỡng các hành tinh này, có hai việc ta cần quan tâm: sống ngoài vũ trụ, với những đòi hỏi sinh học đi kèm; và khả năng phát hiện sự sống trong không gian. Trước tiên, ta cần hiểu về sự tồn tại của chúng ta trên Trái Đất và cách ta biến đổi nó trước những thử thách mới. Có thể ta sẽ phải biến đổi chính mình, kéo dài tuổi thọ, điều chỉnh sinh lý và thậm chí thay đổi bộ gen. Ta cũng cần chuẩn bị cho khả năng sẽ bắt gặp bất cứ thứ gì ở những hành tinh này, từ các dạng vi khuẩn cho đến những nền văn minh tiên tiến. Ai đang chờ đón chúng ta và việc gặp gỡ họ sẽ mang ý nghĩa thế nào?

Hiện Kepler đã “nghỉ hưu”, và TESS đã chính thức hoạt động. (ND)

PHẦN 3:
SỰ SỐNG TRONG VŨ TRỤ

10. SỰ BẤT TỬ

Bộ phim *The Age of Adaline* (Sắc đẹp vĩnh cửu) kể về một người phụ nữ sinh năm 1908 tên là Adaline, bị kẹt trong bão tuyết và lạnh cóng tới chết. May thay, một tia sét lạ lùng đánh xuống khiến cô sống lại. Sự kiện kỳ dị này đã làm thay đổi ADN của cô và thật bí ẩn, cô không còn bị lão hóa nữa.

Kết quả là Adaline mãi mãi tươi trẻ trong khi bạn bè và người thân yêu dần già đi. Đương nhiên, những nghi ngờ và đồn đại bắt đầu xuất hiện, cô buộc phải rời bỏ nơi mình đang sống. Thay vì tận hưởng tuổi thanh xuân bất tận, cô sống tách biệt với xã hội và hiếm khi trò chuyện với mọi người. Sự bất tử, thay vì là món quà, lại thành lời nguyền với cô.

Cuối cùng, cô gặp tai nạn ô tô và gần như đã chết. Trên xe cứu thương, sốc điện bằng máy khử rung tim không chỉ cứu sống cô mà còn đảo ngược tác động gen do tia sét gây ra, và cô trở lại là người bình thường. Không hề than khóc vì mất đi sự bất tử, cô vui mừng khi nhìn thấy sợi tóc bạc đầu tiên.

Trong khi rốt cuộc Adaline đã từ bỏ sự bất tử thì khoa học lại đi theo hướng ngược lại, tiến những bước dài trong hiểu biết về quá trình lão hóa. Các nhà khoa học thám hiểm không gian rất quan tâm đến chủ đề lão hóa, bởi khoảng cách giữa các vì sao thường lớn đến mức cần đến hàng thế kỷ để tàu vũ trụ hoàn thành được hành trình.

Vậy nên, quá trình đóng tàu, sống sót trên hành trình rồi định cư ở các hành tinh xa xôi có lẽ phải cần đến vài thế hệ đời người. Để sống sót trên hành trình này, ta phải chế tạo tàu liên sao đa thế hệ, đưa phi hành gia và nhóm người tiên phong vào trạng thái “tạm ngừng sự sống”, hoặc kéo dài tuổi thọ của họ.

Hãy cùng xem xét các phương án có thể đưa con người du hành giữa các vì sao.

TÀU LIÊN SAO ĐA THẾ HỆ

Giả sử chúng ta phát hiện một hành tinh song sinh của Trái Đất, có khí quyển chứa oxy hay nitơ, nước lỏng, lõi đá và kích thước tương đương Trái Đất. Có vẻ đây là ứng cử viên lý tưởng để ta đến định cư. Nhưng rồi bạn nhận ra hành tinh này cách Trái Đất những 100 năm ánh sáng. Nghĩa là tàu liên sao dùng năng lượng nhiệt hạch hay phản vật chất sẽ cần tới 200 năm mới đến nơi.

Giả sử mỗi thế hệ tương ứng với 20 năm, vậy mười thế hệ con người sẽ được sinh ra trên tàu; con tàu cũng là mái nhà duy nhất họ biết đến.

Tuy nghe khá nản lòng, nhưng hãy nghĩ đến thời Trung cổ, khi các kiến trúc sư bậc thầy thiết kế những nhà thờ vĩ đại dù biết rằng họ sẽ không sống đủ lâu để chứng kiến tuyệt tác của mình hoàn tất. Họ hiểu rằng có thể thế hệ cháu mình mới là những người đến dự ngày khánh thành nhà thờ.

Cũng như vậy, ở thời điểm cuộc Đại Di dân 75.000 năm trước, khi con người bắt đầu rời châu Phi để tìm kiếm nơi cư trú mới, họ cũng hiểu rằng hành trình này phải mất nhiều thế hệ mới hoàn thành.

Như vậy, du hành đa thế hệ không phải điều gì mới mẻ.

Nhưng có nhiều vấn đề ta phải đối mặt khi du hành bằng tàu liên sao. Đầu tiên, cần lựa chọn kỹ càng dân cư, với mỗi tàu có ít nhất 200 người, để duy trì dân số sinh sản bền vững. Số dân trên tàu sẽ được theo dõi để không tăng quá mức gây cạn kiệt nhu yếu phẩm. Qua tới mười thế hệ, chỉ một sai lệch nhỏ trong quá trình điều chỉnh dân số cũng có thể dẫn đến quá tải hoặc thiếu hụt dân số nghiêm trọng, khiến cả sứ mạng thất bại. Do đó, để giữ dân số luôn ổn định, sẽ cần sử dụng nhiều biện pháp như nhân bản người, thụ tinh nhân tạo và thụ tinh trong ống nghiệm.

Thứ hai, tài nguyên cũng cần được giám sát cẩn thận. Thực phẩm và chất thải phải được tái chế thường xuyên. Không một thứ gì bị vứt bỏ.

Sự buồn chán cũng là vấn đề. Chẳng hạn, các cư dân trên những hòn đảo nhỏ thường than phiền mình bị “sốt đảo”: họ cảm thấy tù túng cực độ trong không gian hẹp và luôn bùng cháy ước muốn rời đảo để khám phá thế giới mới. Một giải pháp khả thi là dùng công nghệ thực tế ảo với những mô phỏng máy tính hiện đại, để tạo ra các thế giới tưởng tượng thú vị. Một biện pháp khác là đặt ra các mục tiêu, cuộc thi, nhiệm vụ và công việc cho mọi người để cuộc sống của họ có phương hướng và mục đích.

Thêm nữa, ta sẽ phải đưa ra nhiều quyết định trên tàu, như việc phân chia tài nguyên và trách nhiệm. Một cá nhân được bầu chọn theo lối dân chủ sẽ giám sát vận hành từng ngày của tàu. Nhưng có khả năng một thế hệ tương lai sẽ không muốn hoàn thành sứ mạng ban đầu, hoặc một thủ lĩnh chính trị có khả năng lôi cuốn công chúng sẽ nổi lên và hủy bỏ sứ mạng.

Tuy nhiên, có một cách để ngăn chặn những vấn đề trên: phương pháp tạm ngừng sự sống.

KHOA HỌC HIỆN ĐẠI VÀ HIỆN TƯỢNG LÃO HÓA

Trong phim *2001* một nhóm phi hành gia được giữ đông lạnh trong kén trên con tàu khổng lồ đang thực hiện hành trình đầy gian nan đến Sao Mộc. Các chức năng cơ thể của họ được hạ xuống mức không, do đó sẽ không phát sinh những vấn đề phức tạp như ở tàu đa thế hệ.

Do các phi hành gia ở trạng thái đông lạnh nên những người thiết kế nhiệm vụ không phải lo họ tiêu thụ quá nhiều tài nguyên, hay phải làm sao để giữ dân số ổn định.

Nhưng điều đó có khả thi không?

Bất cứ ai từng sống ở vùng cực Bắc vào mùa đông đều biết các loài cá và ếch có thể sẽ bị đông cứng trong băng, rồi khi mùa xuân đến và băng tan, chúng lại thoát ra như thể chẳng có chuyện gì xảy ra.

Ta thường nghĩ rằng quá trình đông lạnh sẽ giết chết các sinh vật này. Vì khi nhiệt độ máu giảm, tinh thể băng bắt đầu hình thành và lan rộng cả bên ngoài lẫn bên trong tế bào. Các tinh thể bên trong sẽ xuyên thủng thành tế bào, còn các tinh thể bên ngoài sẽ chèn ép và nghiền nát tế bào. Mẹ Thiên nhiên giải quyết vấn đề này bằng cách đơn giản: sử dụng chất chống đông. Vào mùa đông, ta thường đặt chất chống đông trong xe để hạ điểm đông đặc của nước. Tương tự, Mẹ Thiên nhiên dùng glucose làm chất chống đông, giúp hạ điểm đông đặc của máu. Nhờ thế mà khi cá và ếch bị đông cứng trong khối băng, máu trong mạch của chúng vẫn ở thể lỏng và thực hiện được các chức năng cơ bản.

Với con người, lượng glucose cao như vậy trong cơ thể sẽ gây độc, thậm chí gây chết người. Vì vậy, các nhà khoa học đã thử nghiệm những chất chống đông khác trong quá trình gọi là “thủy tinh hóa”. Họ kết hợp các chất hóa học để hạ thấp điểm đóng băng sao cho tinh thể băng không thể hình thành. Tuy nghe qua rất thú vị nhưng kết quả nghiên cứu lại khá thất vọng. Phương pháp thủy tinh hóa thường có các phản ứng phụ. Các hóa chất dùng trong phòng thí nghiệm cũng rất độc hại và có thể dẫn đến tử vong. Cho đến nay, chưa có ai từng được làm đông lạnh, sau đó rã đông, rồi sống tiếp để kể về quá trình đó. Do vậy, ta vẫn còn chặng đường rất dài để thực hiện được phương pháp tạm ngừng sự sống. (Nhưng điều này không ngăn nổi nhiều doanh nghiệp quảng cáo sớm rằng đây là phương thức đánh lừa cái chết. Họ tuyên bố những người mắc bệnh nan y có thể đóng băng cơ thể mình, với chi phí cắt cổ, rồi hồi sinh lại sau nhiều thập kỷ nữa, khi những bệnh đó đã có cách chữa trị. Tuy nhiên, chưa có bất kỳ chứng cứ thực nghiệm nào chứng tỏ phương pháp này là khả thi.) Các nhà khoa học hy vọng theo thời gian, những vấn đề kỹ thuật kể trên sẽ được giải quyết.

Trên lý thuyết, tạm ngừng sự sống là phương án lý tưởng giúp giải quyết nhiều vấn đề trong hành trình dài ngày. Tuy chưa phải là lựa chọn thực tiễn ở thời điểm hiện tại, nhưng trong tương lai, nó sẽ là một trong những phương pháp chính giúp ta sống sót qua các nhiệm vụ liên sao.

Tuy thế, vẫn còn một vấn đề với phương pháp tạm ngừng sự sống. Trong tình huống khẩn cấp bất ngờ, như va chạm với tiểu hành tinh, tàu sẽ cần có con người để khắc phục hư hại. Robot có thể thực hiện các sửa chữa đơn giản, nhưng những trường hợp hệ trọng sẽ cần đến kinh nghiệm và sự phán đoán của con người. Như

vậy, một số người là kỹ sư trên tàu có thể sẽ được đánh thức, nhưng giải pháp vào phút chót này có thể sẽ gây họa nếu thời gian để đánh thức họ là quá lâu, trong khi việc can thiệp của con người lại phải tiến hành ngay. Đây là một điểm yếu trong hành trình liên sao sử dụng phương pháp tạm ngừng sự sống. Có thể một nhóm nhỏ các kỹ sư đa thế hệ sẽ được giữ ở trạng thái thức và luôn sẵn sàng trong suốt hành trình.

PHÓNG NGƯỜI NHÂN BẢN

Một đề xuất khác về việc chiếm hữu thiên hà là đưa các phôi chứa ADN của người vào không gian, với hy vọng một ngày nào đó, chúng sẽ sống sót ở một địa điểm xa xôi. Hoặc ta có thể phóng chính bộ mã ADN để tạo ra những con người mới. (Đây là phương pháp được đề cập trong phim *Man of Steel* (Người đàn ông thép). Mặc dù hành tinh quê hương Krypton của Superman đã nổ tung nhưng trước đó, người Krypton đủ tiến bộ để giải mã trình tự chuỗi ADN của toàn bộ cư dân. Theo kế hoạch, thông tin này sẽ được đưa tới một hành tinh tương tự Trái Đất và chuỗi ADN sẽ giúp tạo ra các bản sao của người Krypton. Vấn đề duy nhất là điều này có thể sẽ dẫn tới việc họ muốn chiếm được Trái Đất, tiêu diệt người Trái Đất vốn đã cư trú sẵn ở đây.)

Phương pháp nhân bản có rất nhiều ưu điểm. Thay vì phải dùng những con tàu khổng lồ chứa môi trường nhân tạo tương tự Trái Đất và các hệ thống hỗ trợ sự sống, ta chỉ cần gửi đi các ADN. Ngay cả những bể lớn chứa phôi người cũng có thể đặt dễ dàng vào một tên lửa thông thường. Không ngạc nhiên khi các tác giả khoa học viễn tưởng đã hình dung chuyện tương tự từng xảy ra từ thời xa xưa, khi một giống loài tiền-con-người đã gieo ADN vào khu vực của chúng ta trong thiên hà và nhờ đó loài người xuất hiện.

Tuy nhiên, cũng có một số hạn chế ở phương pháp này. Hiện tại, ta chưa thực hiện nhân bản bất kỳ con người nào. Trên thực tế, cũng chưa có cá thể linh trưởng nào được nhân bản thành công. Công nghệ của chúng ta chưa đủ tiến bộ để nhân bản con người, dù có lẽ điều này sẽ khả thi trong tương lai. Khi đó, có lẽ các robot sẽ được thiết kế để tạo ra và chăm sóc người nhân bản.

Quan trọng hơn, người nhân bản có thể giống hệt chúng ta về mặt di truyền nhưng không thể kế thừa ký ức và tính cách. Chúng chỉ là những tờ giấy trắng. Hiện tại, việc cấy ký ức và tính cách vẫn nằm ngoài khả năng của chúng ta. Như vậy, công nghệ này có thể khả thi nhưng cũng mất tới hàng thập kỷ hoặc thế kỷ nữa.

Nhưng ngoài hai phương pháp đông lạnh và nhân bản, còn một cách khác để du hành tới các vì sao: làm chậm hoặc ngưng hẳn quá trình lão hóa.

ĐI TÌM SỰ BẤT TỬ

Tìm kiếm cuộc sống vĩnh cửu là một trong những chủ đề cổ xưa nhất trong văn chương nhân loại. *Epic of Gilgamesh* (Sử thi Gilgamesh) của người Sumer, được viết cách đây gần 5.000 năm, kể về những chiến công của một chiến binh trong hành trình thực hiện nhiệm vụ cao cả. Trên con đường dài, chàng trải qua bao cuộc phiêu lưu, gặp gỡ nhiều người, trong đó có một người trông giống Noah³³, người từng chứng kiến nạn Đại Hồng Thủy. Mục đích của hành trình dài này là tìm ra bí mật của sự bất tử. Hay như trong Kinh Thánh, Thiên Chúa đuổi Adam và Eva khỏi Vườn địa đàng vì họ đã không nghe lời Chúa và ăn quả của cây trí tuệ. Chúa giận dữ vì họ có thể dùng trí tuệ thu nhận được để trở thành bất tử.

Con người ám ảnh với sự bất tử suốt nhiều thế hệ. Cả một giai đoạn dài trong lịch sử nhân loại, trẻ em thường chết ngay khi chào đời; những bé may mắn sống sót cũng thường phải sống trong cảnh đói khát. Bệnh dịch lan tràn do thời xưa người ta thường vứt thẳng rác trong bếp ra cửa sổ. Việc làm vệ sinh như ngày nay không tồn tại, khiến các làng mạc và thành phố đều bốc mùi xú uế. Bệnh viện, nếu có, cũng chỉ là nơi để người nghèo nằm la liệt chờ chết. Người giàu thì có thầy thuốc riêng. Nhưng người giàu cũng mắc bệnh, còn thầy thuốc riêng của họ không hơn lang băm là mấy. (Một vị thầy thuốc miền trung tây Hoa Kỳ ghi lại nhật ký về các chuyến thăm bệnh nhân mỗi ngày. Ông thú nhận rằng trong chiếc túi đen của mình chỉ có hai món đồ thực sự có tác dụng. Tất cả những thứ còn lại chỉ dùng để lừa bịp. Hai thứ đó là chiếc cưa để cưa chân tay bị thương hoặc nhiễm trùng và morphine để giảm đau khi cưa.)

Năm 1900, tuổi thọ trung bình ở Hoa Kỳ là 49. Nhưng nhờ hai cuộc cách mạng, con số này đã tăng thêm vài thập niên. Thứ nhất là cách mạng vệ sinh, mang đến nước sạch, dọn dẹp sạch sẽ rác rưởi, góp phần loại trừ một số bệnh dịch truyền nhiễm nguy hiểm nhất, giúp tăng thêm 15 năm tuổi thọ.

Thứ hai là cách mạng y tế. Chúng ta tin rằng tổ tiên từng sống với nỗi sợ hãi thường trực trước những căn bệnh cổ xưa (như lao, đậu mùa, sởi, bại liệt, ho gà, v.v.). Sau Thế chiến II, chúng đã gần như bị loại trừ nhờ các loại kháng sinh và vắc xin, vậy là tuổi thọ trung bình tăng thêm 10 năm nữa. Trong thời gian này, uy tín của các bệnh viện cũng được cải thiện đáng kể. Chúng thực sự trở thành nơi để cứu chữa người bệnh.

Vậy liệu khoa học hiện đại có thể khám phá bí mật của sự lão hóa để làm chậm lại hay thậm chí ngưng đọng thời gian, giúp tuổi thọ con người tăng lên gần như vô tận?

Đây là câu hỏi đã được đặt ra từ xa xưa, nhưng điều mới mẻ bây giờ là nó đã thu hút được sự chú ý của một số người giàu có nhất hành tinh. Thật vậy, nhiều doanh nhân ở thung lũng Silicon đang ồ ạt đầu tư hàng triệu đô-la để chống lại quá trình lão hóa. Không dừng lại ở việc kết nối thế giới, mục tiêu tiếp theo của họ là một cuộc sống vĩnh cửu. Sergey Brin, nhà đồng sáng lập Google, quyết tâm “chữa lành bệnh chết”. Và công ty Calico do Brin dẫn dắt có thể sẽ chi hàng tỷ đô-la với đối tác là doanh nghiệp dược AbbVie để thực hiện tham vọng trên. Larry Ellison, nhà đồng sáng lập Oracle, nghĩ rằng chấp nhận cái chết là điều “không thể hiểu nổi”. Peter Thiel, nhà đồng sáng lập PayPal, muốn sống đến tuổi thọ khiêm tốn là 120 năm, trong khi nhà tài phiệt Internet người Nga Dmitry Itskov muốn sống đến 10.000 năm. Với sự ủng hộ của những người như Brin cùng các tiến bộ công nghệ, có lẽ một ngày kia, ta sẽ có thể dùng toàn bộ sức mạnh của khoa học hiện đại để giải mã bí mật cổ xưa trên và kéo dài thêm sự sống của con người.

Gần đây, các nhà khoa học đã lật mở được một số bí mật của quá trình lão hóa. Sau nhiều thế kỷ lạc lối, chúng ta đã xây dựng thành công một số lý thuyết triển vọng, đáng tin cậy và có thể kiểm định. Đó là lý thuyết về hạn chế calo, telomerase và gen tuổi thọ.

Trong ba thuyết trên, chỉ có một phương pháp đã được chứng minh là có thể kéo dài tuổi thọ của động vật, có khi đến gấp đôi. Đó là phương pháp hạn chế calo trong khẩu phần ăn của động vật.

Trung bình, các loài vật ăn ít đi 30% calo thì tuổi thọ kéo dài thêm 30%. Điều này đã được chứng minh chắc chắn với tế bào men, sâu bọ, côn trùng, chuột, chó, mèo và linh trưởng. Thực ra, đây là phương pháp kéo dài tuổi thọ duy nhất được giới khoa học toàn cầu chấp thuận thử nghiệm. (Loài quan trọng duy nhất chưa được thử nghiệm là con người.)

Theo thuyết này, động vật trong môi trường hoang dã thường sống trong trạng thái đói khát. Vào thời điểm dồi dào thức ăn, chúng sẽ sinh sản; nhưng khi khó kiếm thức ăn, chúng chuyển sang trạng thái gần giống ngủ đông để bảo toàn năng lượng và sống sót qua thời kỳ này. Động vật được cho ăn ít sẽ kích hoạt trạng thái đáp ứng sinh học thứ hai kể trên và chúng sống lâu hơn.

Tuy nhiên, một vấn đề của phương pháp hạn chế calo là động vật sẽ trở nên lờ đờ, chậm chạp và đánh mất cảm hứng tình dục. Phần lớn con người cũng không hứng thú gì với viễn cảnh phải ăn ít đi 30% calo. Như vậy, ngành công nghiệp dược sẽ phải tìm ra các chất hóa học giúp điều chỉnh quá trình hấp thụ năng lượng, để phương pháp hạn chế calo phát huy ưu điểm nhưng không gây tác dụng phụ đáng ngại.

Gần đây, một chất rất hứa hẹn có tên resveratrol đã được phân lập. Resveratrol có trong rượu vang đỏ, giúp kích hoạt các phân tử sirtuin làm chậm sự oxy hóa - yếu tố cơ bản của quá trình lão hóa - do đó, nó có thể bảo vệ cơ thể khỏi những tổn hại phân tử do lão hóa.

Tôi từng phỏng vấn nhà nghiên cứu ở đại học MIT Leonard P. Guarente, một trong những người đầu tiên chứng minh mối liên quan giữa các chất chống oxy hóa và quá trình lão hóa. Ông rất ngạc nhiên khi thấy một số người cuồng thực phẩm coi các chất trên như một dạng suối nguồn tươi trẻ. Ông nghi ngờ điều đó nhưng để ngỏ khả năng nếu thuốc chữa lão hóa thật sự được tìm ra, thì resveratrol và những hóa chất tương tự có thể đóng vai trò nhất định. Thậm chí ông còn đồng

sáng lập công ty có tên Elysium Health (Sức khỏe thiên đường) để nghiên cứu những khả năng này.

Chất thứ hai có thể gây nên lão hóa là telomerase, một loại enzyme giúp điều tiết đồng hồ sinh học con người. Cứ mỗi lần tế bào phân chia, các đầu mút của nhiễm sắc thể, gọi là telomere, đều ngắn lại một chút. Cuối cùng, sau khoảng 50 đến 60 lần phân chia, telomere trở nên cực ngắn rồi biến mất hoàn toàn và nhiễm sắc thể bắt đầu tan rã, các tế bào bắt đầu bước vào giai đoạn lão hóa, không còn hoạt động chính xác nữa. Số lần tế bào có thể phân chia là có giới hạn, gọi là giới hạn Hayflick. (Tôi từng phỏng vấn Tiến sĩ Leonard Hayflick, ông bật cười khi tôi hỏi liệu giới hạn Hayflick có thể bị đảo ngược để giúp ta chữa “bệnh chết” không. Ông tỏ ra cực kỳ hoài nghi. Ông cho biết giới hạn sinh học này là yếu tố cơ bản của quá trình lão hóa nhưng các hệ quả của nó vẫn đang được nghiên cứu và do lão hóa là quá trình sinh hóa phức tạp liên quan đến nhiều phương diện khác nhau, nên chúng ta vẫn còn xa mới có thể điều chỉnh được giới hạn này trên con người.)

Nhà sinh học từng đoạt giải Nobel Elizabeth Blackburn thì lạc quan hơn. Bà nói: “Mọi dấu hiệu, bao gồm cả di truyền học, đều cho thấy có quan hệ nhân quả [giữa telomere] và các tác động tiêu cực của lão hóa.” Bà chỉ ra rằng có mối liên quan trực tiếp giữa telomere bị thu ngắn với một số bệnh. Thí dụ, nếu sở hữu telomere ngắn - nằm ở 1/3 dưới cùng của dân số, xét theo độ dài telomere - thì nguy cơ mắc bệnh tim mạch của bạn tăng thêm 40%. “Sự rút ngắn telomere,” bà kết luận, “có vẻ là thứ đứng sau những bệnh gây chết người, như tim mạch, tiểu đường, ung thư, thậm chí cả Alzheimer.”

Mới đây, giới khoa học thực hiện nhiều thí nghiệm với telomerase, loại enzyme do Blackburn và các cộng sự tìm ra, có chức năng ngăn rút ngắn. Có thể nói, đây là enzyme “làm ngưng đọng đồng hồ”. Khi được “tắm” trong telomerase, tế bào da sẽ phân chia vô hạn, vượt xa giới hạn Hayflick. Tôi từng phỏng vấn tiến sĩ Michael D. West khi ông còn làm việc với công ty Geron. Ông đã thí nghiệm telomerase và tuyên bố mình có thể “bất tử hóa” một tế bào da trong phòng thí nghiệm để nó sống mãi mãi. (Ông đã đưa một động từ mới vào tiếng Anh: “to immortalize – bất tử hóa”.) Tế bào da trong phòng thí nghiệm này có thể phân chia hàng trăm lần, chứ không chỉ 50 hay 60 lần.

Nhưng cần hết sức thận trọng với telomerase, vì tế bào ung thư cũng bất tử và chúng sử dụng telomerase để đạt được sự bất tử đó. Thực tế, một trong những điểm khiến tế bào ung thư khác với tế bào thông thường là chúng sống mãi và phân chia vô hạn, sau cùng sẽ tạo ra khối u giết chết người bệnh. Vì vậy, ung thư có thể là sản phẩm phụ không mong muốn khi sử dụng telomerase.

DI TRUYỀN HỌC VỀ LÃO HÓA

Một phương pháp nữa để đánh bại tuổi tác là thông qua biến đổi gen.

Quá trình lão hóa chịu ảnh hưởng mạnh mẽ từ các gen - điều này đã rõ. Sau khi ra khỏi kén, bướm chỉ sống được vài ngày hoặc vài tuần. Chuột trong phòng thí nghiệm chỉ sống khoảng hai năm. Chó lão hóa nhanh hơn con người khoảng bảy lần và chỉ sống được hơn mười năm.

Nhưng khi quan sát giới động vật, ta thấy có những loài sống lâu đến mức khó mà đo được tuổi thọ của chúng. Năm 2016, trên tạp chí *Science*, các nhà nghiên cứu cho biết cá mập Greenland có tuổi thọ trung bình 272 năm, vượt qua cả tuổi thọ 200 năm của cá voi đầu cong và trở thành loài có xương sống sống lâu nhất. Họ tính toán tuổi của những con cá mập này bằng cách phân tích các lớp mô trong mắt của chúng. Các lớp này tăng từng lớp theo thời gian, giống như củ hành tây. Họ thậm chí còn tìm ra một con cá mập 392 tuổi và một con khác có thể đã 512 tuổi.

Như vậy, các loài có thành phần gen khác nhau có tuổi thọ cũng rất khác nhau. Nhưng ngay ở loài có bộ gen khá tương đồng như con người thì các nghiên cứu cũng đều chỉ ra rằng các cặp sinh đôi hoặc những người họ hàng gần gũi có tuổi thọ tương tự nhau, còn những người được lựa chọn ngẫu nhiên thì khác biệt lớn hơn nhiều.

Như vậy, nếu quả thực gen quyết định phần nào quá trình lão hóa thì ta cần phân lập các gen điều chỉnh tuổi thọ. Để làm điều đó, có một số cách tiếp cận.

Một cách đầy hứa hẹn là phân tích gen của người trẻ, sau đó so sánh với gen của người già. Khi so sánh hai bộ gen này bằng máy tính, ta có thể nhanh chóng phân định nơi tổn thương gen do lão hóa gây ra xuất hiện nhiều nhất.

Ví dụ, quá trình “lão hóa” của ô tô chủ yếu xảy ra ở động cơ, nơi sự oxy hóa và hao mòn xảy ra nhiều nhất. “Động cơ” của tế bào là ty thể, nơi chất đường được oxy hóa để trích xuất năng lượng. Theo kết quả phân tích ADN trong ty thể, các rối loạn tổn thương quả thật tập trung tại đây. Các nhà khoa học hy vọng sẽ có thể vận dụng thành công cơ chế tự sửa chữa của chính tế bào để ngăn chặn sự tích tụ tổn thương ở ty thể, nhờ đó kéo dài sự sống cho tế bào.

Nhà nghiên cứu Thomas Peris thuộc Đại học Boston đã phân tích gen của những người thọ trên 100 tuổi, với giả định rằng một số người có bộ gen giúp sống lâu hơn. Ông xác định được 281 chỉ thị gen có vẻ đã làm chậm lại quá trình lão hóa và giúp những người thọ trăm tuổi này ít mắc bệnh hơn.

Cơ chế lão hóa đang dần được hé lộ và nhiều nhà khoa học tuy thận trọng nhưng cũng lạc quan rằng ta có thể kiểm soát sự lão hóa trong những thập niên tới. Các nghiên cứu của họ cho thấy lão hóa có lẽ chỉ là quá trình tích tụ các lỗi sai trong ADN và tế bào, có lẽ một ngày nào đó ta sẽ có thể ngăn chặn hoặc thậm chí đảo ngược những tổn thương này. (Thực tế, một số giáo sư Harvard lạc quan về nghiên cứu của mình tới mức họ thậm chí đã lập những công ty với hy vọng có thể kinh doanh thành công dựa trên nghiên cứu tiên tiến trong phòng thí nghiệm về sự lão hóa.)

Như vậy, vai trò quan trọng của gen trong việc ta sống được bao lâu là điều không còn bàn cãi. Vấn đề nổi lên là xác định những gen có liên quan đến quá trình lão hóa, loại trừ ảnh hưởng từ môi trường xung quanh, rồi sửa đổi chúng.

CÁC LÝ THUYẾT LÃO HÓA CÂY TRANH CẢI

Một trong những truyền thuyết xa xưa nhất về sự lão hóa là bạn có thể lưu giữ mãi mãi sự trẻ trung nếu uống máu hoặc chiếm được linh hồn của những người trẻ tuổi, như thể tuổi trẻ có thể truyền từ người này sang người khác như trong

huyền thoại về ma cà rồng. Succubus là một sinh vật xinh đẹp tuyệt trần trong thần thoại Do Thái. Cô ta mãi mãi tươi trẻ vì khi hôn ai, cô sẽ hút đi sự trẻ trung của người đó.

Khoa học hiện đại chứng minh truyền thuyết trên cũng chứa đựng một chút sự thật. Năm 1956, Clive M. McCay, nhà nghiên cứu ở Đại học Cornell, đã khâu mạch máu của hai con chuột với nhau: một con già yếu, lụ khụ, còn con kia trẻ trung, khỏe mạnh. Ông ngạc nhiên nhận thấy con chuột già bắt đầu trông trẻ ra, còn con chuột trẻ lại trông già đi.

Nhiều thập niên sau, năm 2014, Amy Wagers của Đại học Harvard làm lại thí nghiệm trên. Bà kinh ngạc thấy hiện tượng “hồi xuân” ở các con chuột cũng xảy ra như trên. Sau đó bà phân lập được protein GDF11, có vẻ là chất tạo ra quá trình này. Kết quả này đáng chú ý đến mức được tạp chí *Science* đưa vào danh sách mười đột phá trong năm. Nhưng sau kết quả đáng ngạc nhiên đó, các nhóm khác cũng thực hiện lại thí nghiệm nhưng thu được kết quả không đồng nhất. Hiện vẫn chưa rõ GDF11 có phải vũ khí hữu hiệu để chống lại sự lão hóa không.

Một tranh cãi khác lại liên quan đến hormone tăng trưởng người HGH (human growth hormone). Tuy gây được nhiều chú ý, nhưng tác dụng chống lão hóa của HGH chỉ dựa trên rất ít nghiên cứu đáng tin cậy. Năm 2017, một nghiên cứu lớn trên 800 người do đại học Haifa ở Israel thực hiện còn tìm ra bằng chứng của hiện tượng ngược lại, tức là HGH có thể còn làm giảm tuổi thọ con người. Thậm chí, một nghiên cứu khác còn chỉ ra đột biến gen gây giảm mức HGH lại giúp kéo dài tuổi thọ, vì vậy có lẽ tác dụng của HGH ngược lại với những gì ta nghĩ.

Các nghiên cứu trên cho ta một bài học. Trong quá khứ, những tuyên bố bừa bãi về lão hóa thường được các phân tích kỹ lưỡng chứng minh là sai lầm. Còn ngày nay, các nhà nghiên cứu đòi hỏi mọi kết quả đều phải kiểm nghiệm được, thực hiện lại được và có thể chứng minh là sai - những tiêu chuẩn của khoa học đích thực.

Vậy là sinh lão học, ngành nghiên cứu tìm ra bí mật của quá trình lão hóa, đã ra đời. Gần đây, ngành này có rất nhiều hoạt động phân tích các loại gen, protein, quy trình và hóa chất đầy hứa hẹn, trong đó có FOXO3, sự methyl hóa ADN,

mTOR, nhân tố tăng trưởng insulin, Ras2, acarbose, metformin, alpha-estradiol, v.v.. Mỗi cái tên đều gây xôn xao cộng đồng khoa học, nhưng các kết quả nghiên cứu mới dừng ở mức sơ bộ. Thời gian sẽ trả lời đâu là con đường mang tới kết quả tốt nhất.

Ngày nay nhiệm vụ đi tìm suối nguồn tươi trẻ, vốn từng chỉ là phạm trù của các nhà huyền học hay lang băm, đã có sự nhập cuộc của giới khoa học hàng đầu thế giới. Dầu phương thuốc chữa lão hóa vẫn chưa ra đời, nhưng giới khoa học đang theo đuổi nhiều hướng nghiên cứu hứa hẹn. Họ đã kéo dài được tuổi thọ của một số động vật, nhưng vẫn cần chờ xem liệu các phương pháp này có thể áp dụng được ở người.

Tuy những bước tiến trong lĩnh vực này cho tới nay là thực sự ấn tượng, nhưng ta vẫn còn con đường rất dài để tiến tới giải mã được bí ẩn của sự lão hóa. Sau cùng, có lẽ cách làm chậm hay dừng hẳn sự lão hóa là kết hợp một vài phương pháp trên. Có thể thế hệ tiếp sau chúng ta sẽ tạo ra những đột phá cần thiết. Như Giáo sư Gerald Sussman từng than: “Tôi không nghĩ thời điểm đó là bây giờ, nhưng cũng gần rồi. Tôi lo rằng, thật không may, mình sẽ nằm trong thế hệ cuối cùng phải chết.”

VIỄN CẢNH KHÁC VỀ SỰ BẤT TỬ

Adaline có thể hối tiếc với món quà là sự bất tử và có thể cô không phải người duy nhất thấy vậy, nhưng vẫn có rất nhiều người mong muốn có thể ngăn lại những tác động của lão hóa. Hãy thử ghé hiệu thuốc gần nhà, bạn sẽ thấy hàng dãy những loại thuốc không cần kê đơn được ghi là có thể đảo ngược quá trình lão hóa. Thật không may, tất cả chỉ là sản phẩm từ trí tưởng tượng quá lố của các chuyên gia quảng cáo ở đại lộ Madison³⁴, họ chỉ cố bán những thứ vô tác dụng cho khách hàng nhẹ dạ. (Theo nhiều chuyên gia da liễu, thành phần duy nhất có tác dụng trong các thứ thần dược “chống lão hóa” này là chất dưỡng ẩm.)

Trong một chương trình truyền hình tôi dẫn trên kênh BBC, tôi từng đến khu Central Park và phỏng vấn ngẫu nhiên một số khách qua đường. Khi tôi hỏi: “Nếu tôi tìm ra suối nguồn tươi trẻ thì bạn có muốn uống không?” Thật đáng

ngạc nhiên, ai cũng nói không. Nhiều người nói già đi và qua đời là những điều thường tình. Đó là cách mọi sự nên xảy ra, cái chết là một phần của sự sống. Sau đó, tôi ghé một thăm viện dưỡng lão, nơi rất nhiều bệnh nhân đang chịu đựng những đau đớn và khó chịu từ sự lão hóa. Nhiều người trong số họ bắt đầu có dấu hiệu của bệnh Alzheimer và quên mất mình là ai, đang ở đâu. Khi tôi hỏi liệu họ có muốn uống nước từ suối nguồn tươi trẻ không, tất cả đều háng hái trả lời: “Có!”

QUÁ TẢI DÂN SỐ

Điều gì sẽ xảy ra nếu chúng ta chữa thành công “bệnh già”? Một khi đã làm được điều đó, có lẽ khoảng cách xa xôi giữa các vì sao chẳng còn gây nản lòng. Những người bất tử có thể sẽ nhìn việc du hành liên sao khác hẳn chúng ta. Họ sẽ thấy khoảng thời gian khổng lồ cần để đóng tàu liên sao và du hành trong vũ trụ chỉ là những trở ngại nho nhỏ. Cũng như ta để dành hàng tháng trời để có một kỳ nghỉ dài, những người bất tử sẽ xem những thế kỷ phải trải qua để ghé thăm các vì sao chỉ là một chút phiền hà.

Nhưng cần lưu ý: bất tử có thể mang đến hệ quả không mong muốn là hiện tượng quá tải dân số trên Trái Đất. Điều này sẽ gây áp lực lên các nguồn tài nguyên, thức ăn và năng lượng của hành tinh, dẫn tới mất điện, di cư hàng loạt, tranh giành lương thực và xung đột giữa các quốc gia. Vậy là, thay vì mở ra thời đại hoàng kim, sự bất tử lại dọn đường cho chiến tranh thế giới.

Những điều trên càng khiến đẩy nhanh công cuộc rời khỏi Trái Đất, mở ra chốn nương náu cho những người tiên phong đã chán ngán hành tinh quá tải dân số và ô nhiễm. Giống như Adaline, chúng ta rồi sẽ nhận ra sự bất tử thật ra là một lời nguyền.

Nhưng nguy cơ quá tải dân số có thực sự là vấn đề đáng lo? Liệu nó có đe dọa đến sự tồn tại của nhân loại không?

Trong phần lớn lịch sử loài người, dân số con người luôn ở mức dưới 300 triệu, nhưng khi cách mạng công nghiệp diễn ra, dân số đã từ từ tăng lên đến 1,5 tỷ vào

năm 1900. Dân số hiện thời là 7,5 tỷ và cứ khoảng 12 năm lại tăng thêm một tỷ. Liên Hiệp Quốc ước tính đến năm 2100, dân số sẽ là 11,2 tỷ. Sau cùng, dân số có thể sẽ vượt quá khả năng nuôi dưỡng của hành tinh, dẫn tới tranh giành lương thực và hỗn loạn, như nhà kinh tế học Thomas Robert Malthus dự đoán từ năm 1798.

Thực tế, quá tải dân số chính là một nguyên do khiến nhiều người kêu gọi tìm kiếm một hành tinh khác. Tuy nhiên, khi xem xét kỹ, ta thấy dân số thế giới tuy vẫn tăng, song tốc độ tăng đang chậm lại. Liên Hiệp Quốc đã vài lần điều chỉnh con số dự báo theo hướng đi xuống. Nhiều nhà nhân khẩu học còn dự báo dân số thế giới sẽ ngừng tăng, thậm chí bước vào giai đoạn bình ổn vào cuối thế kỷ 21.

Muốn hiểu mọi biến động về nhân khẩu, ta phải hiểu tâm lý người làm nông. Nông dân ở các nước nghèo tính toán rất đơn giản: càng nhiều con sẽ càng giàu. Trẻ con sẽ làm việc ngoài đồng và chi phí nuôi nấng cũng không tốn nhiều do gần như không mất tiền ăn, tiền ở. Nhưng khi bạn ra thành phố thì mọi tính toán đều đảo ngược. Càng nhiều con thì càng nghèo đi. Con bạn sẽ đến trường chứ không ra đồng. Chúng sẽ ăn thức ăn phải mua từ các cửa hàng đắt đỏ. Con bạn sẽ sống trong căn hộ, cũng rất tốn tiền. Vậy nên khi ra thành phố, người nông dân chỉ muốn có hai con, chứ không phải mười. Và khi gia nhập tầng lớp trung lưu, người đó sẽ muốn tận hưởng hơn và có lẽ chỉ có một con.

Ngay ở những nước như Bangladesh, nơi không có nhiều người thuộc tầng lớp thị dân trung lưu, thì tỷ lệ sinh sản cũng đang giảm dần. Nguyên nhân là vì phụ nữ được đi học. Nghiên cứu tại nhiều quốc gia đều cho thấy một đặc điểm chung: tỷ lệ sinh giảm mạnh khi một quốc gia thực hiện công nghiệp hóa, đô thị hóa và giáo dục trẻ em gái.

Những nhà nhân khẩu học khác nói rằng đây là câu chuyện của hai thế giới. Một mặt, ta thấy tỷ lệ sinh gia tăng liên tục ở các nước nghèo có trình độ giáo dục thấp và nền kinh tế kém phát triển. Mặt khác, ta thấy tỷ lệ sinh không tăng hoặc thậm chí còn giảm ở một số nước khi họ phát triển công nghiệp và có đời sống sung túc hơn. Dẫu sao, bùng nổ dân số vẫn là mối đe dọa nhưng không còn là điều không thể tránh khỏi hoặc đáng sợ như ta nghĩ ban đầu.

Một số nhà phân tích lo ngại rằng ta sẽ sớm vượt quá khả năng cung cấp lương thực. Nhưng lại có những người cho rằng vấn đề lương thực thật ra là vấn đề năng lượng. Nếu có đủ năng lượng, ta có thể nâng cao năng suất và sản lượng cây trồng để đáp ứng đủ nhu cầu.

Tôi từng có vài dịp phỏng vấn Lester Brown, nhà môi trường học hàng đầu thế giới, đồng thời là nhà sáng lập Viện nghiên cứu Worldwatch danh tiếng. Tổ chức của ông theo dõi sát sao tình hình cung cấp lương thực thế giới và tình trạng Trái Đất. Ông lo lắng về một vấn nạn khác: Liệu ta có đủ lương thực để cung cấp cho tất cả mọi người trên thế giới sau khi họ trở thành người tiêu dùng thuộc tầng lớp trung lưu? Hàng trăm triệu người Trung Quốc và Ấn Độ đang bước vào giới trung lưu, họ xem phim ảnh phương Tây và muốn bắt chước lối sống đó, sử dụng tài nguyên lãng phí, tiêu thụ thịt với số lượng lớn, mua nhà to, mê hàng hóa xa xỉ, v.v.. Ông cho rằng có lẽ ta sẽ không thể có đủ tài nguyên để cung cấp cho toàn bộ dân số, đặc biệt là đối với những người học theo cách ăn uống của phương Tây.

Hy vọng của Brown là khi các nước nghèo thực hiện công nghiệp hóa, họ sẽ không theo lối mòn phương Tây mà sẽ thiết lập nghiêm ngặt luật bảo vệ môi trường để gìn giữ tài nguyên. Thời gian sẽ trả lời liệu các quốc gia có vượt qua được thử thách này.

Có thể thấy, các tiến bộ trong việc làm chậm hoặc ngăn chặn quá trình lão hóa sẽ có tác động lớn đến công cuộc du hành không gian. Những tiến bộ đó có thể tạo ra những con người không coi khoảng cách xa xôi giữa các ngôi sao là một chướng ngại. Có thể họ sẽ muốn xông pha vào những thử thách kéo dài nhiều năm trời, như quá trình đóng tàu và bay vào không gian trong suốt hàng thế kỷ.

Thêm vào đó, chiến thắng sự lão hóa có thể khiến quá tải dân số trầm trọng hơn, điều này lại càng thúc đẩy việc di dân khỏi Trái Đất. Những người khai khẩn hành tinh mới buộc phải rời Trái Đất khi dân số quá tải đến mức không thể chịu đựng thêm.

Giờ vẫn còn quá sớm để nói xu hướng nào sẽ thống trị trong thế kỷ tới. Nhưng với tốc độ tiến triển hiện tại trong việc nghiên cứu sự lão hóa, những diễn biến trên có thể sẽ xảy đến sớm hơn dự kiến.

BẤT TỬ KỸ THUẬT SỐ

Ngoài bất tử sinh học, còn có bất tử kỹ thuật số. Khái niệm này khơi gợi nhiều câu hỏi triết học thú vị. Về lâu dài, có thể bất tử kỹ thuật số sẽ là cách hiệu quả nhất để khám phá các vì sao. Nếu cơ thể sinh học yếu đuối không thể trụ được trong chuyến du hành liên sao thì ta có thể chọn cách thay thế là đưa tâm thức của mình lên các vì sao.

Khi xây dựng lại phả hệ, ta thường gặp một vấn đề. Sau khoảng ba thế hệ, các thông tin thường trở nên mù mờ. Phần lớn tổ tiên ta sống rồi chết đi mà chẳng để lại dấu tích gì về sự tồn tại của mình ngoài các con cháu.

Nhưng ngày nay, ta để lại rất nhiều “dấu chân điện tử”. Thí dụ, chỉ bằng cách phân tích lịch sử giao dịch thẻ tín dụng của bạn là người ta có thể chỉ ra bạn đến thăm những quốc gia nào, thích ăn gì, mặc kiểu đồ gì, học những trường nào. Đó là chưa kể những bài viết trên blog, nhật ký mạng, email, video, hình ảnh, v.v.. Với những thông tin trên, có thể tạo ra một ảnh ảo ba chiều vừa có thể nói và hành động giống hệt bạn vừa sở hữu phong cách và ký ức của bạn.

Tới ngày nào đó, có thể chúng ta sẽ có một Thư viện Linh hồn. Thay vì đọc một cuốn sách về Winston Churchill, ta có thể giao tiếp thẳng với ông. Ta có thể nói chuyện với một ảnh chiếu có nét mặt, chuyển động cơ thể và giọng nói mang ngữ điệu của ông. Bản ghi kỹ thuật số sẽ truy cập dữ liệu về lý lịch, các bài viết, quan điểm chính trị, tôn giáo và các vấn đề cá nhân của ông. Bạn sẽ cảm thấy như đang trò chuyện với chính Winston Churchill. Cá nhân mình, tôi sẽ vui sướng được trò chuyện cùng Albert Einstein để thảo luận về thuyết tương đối. Một ngày nào đó, biết đâu chút chút của bạn sẽ có dịp trò chuyện cùng bạn. Đây là một dạng bất tử kỹ thuật số.

Nhưng đó có phải là “bạn” thật không? Nó chỉ là cỗ máy hay một thứ mô phỏng mang phong cách và các chi tiết tiểu sử của bạn. Sẽ có người bảo rằng linh hồn không thể thu lại thành thông tin thuần túy được.

Điều gì sẽ xảy ra khi ta có thể tái tạo bộ não của bạn chính xác đến từng nơron, tới mức ký ức và cảm giác của bạn đều được ghi lại? Đó sẽ là cấp độ bất tử kỹ

thuật số cao hơn Thư viện Linh hồn: Dự án Bản đồ thần kinh Con người, với tham vọng số hóa toàn bộ bộ não người.

Daniel Hillis, nhà đồng sáng lập công ty Thinking Machines, từng nói: “Tôi cũng yêu cơ thể của mình như mọi người, nhưng nếu tôi có thể sống đến 200 tuổi với cơ thể silicon, tôi sẽ chọn cơ thể silicon.”

HAI PHƯƠNG PHÁP SỐ HÓA TÂM THỨC

Có hai cách tiếp cận riêng biệt nhằm số hóa bộ não người. Thứ nhất là Dự án Não bộ Con người (Human Brain Project) của Thụy Sĩ, hướng tới tạo ra chương trình máy tính có thể mô phỏng toàn bộ chức năng cơ bản của não, sử dụng các bóng bán dẫn thay cho nơon. Cho đến nay, họ đã mô phỏng được “quá trình tư duy” của chuột và thỏ trong vòng vài phút. Mục tiêu của dự án là tạo ra một máy tính có thể trò chuyện có lý trí giống như người thật. Giám đốc dự án Henry Markram nói: “Nếu chế tạo đúng cách, nó có thể nói chuyện và sở hữu trí thông minh, cách cư xử rất giống con người.”

Đây là cách tiếp cận điện tử – bắt chước trí tuệ não bộ bằng một loạt bóng bán dẫn với khả năng tính toán cực mạnh. Nhưng có một cách tiếp cận khác đang được theo đuổi tại Hoa Kỳ, đó là phương pháp sinh học, cố gắng vẽ lại các đường mòn thần kinh trong não.

Phương pháp này mang tên Sáng kiến BRAIN (BRAIN trong tiếng Anh nghĩa là bộ não, đồng thời là từ viết tắt của Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies: Nghiên cứu não bộ qua việc thúc đẩy công nghệ nơon tiên tiến). Mục tiêu của nó là giải mã cấu trúc thần kinh não đến từng tế bào, từ đó tiến đến ghi nhận đường mòn của từng nơon. Do não người chứa đến gần 100 tỷ nơon, mỗi nơon lại kết nối với 10.000 nơon khác, nên việc vẽ bản đồ từng đường mòn nơon thoát nghe có vẻ bất khả thi. (Ngay việc vẽ bản đồ não muỗi khá đơn giản cũng đã tạo ra lượng dữ liệu mà nếu ghi vào đĩa CD, số đĩa sẽ đủ lấp kín một căn phòng từ sàn đến trần.) Nhưng các máy tính và robot đã giúp giảm đáng kể thời gian cũng như công sức cần thiết để hoàn thành nhiệm vụ buồn tẻ, mệt mỏi này.

Một cách để dựng bản đồ là phương pháp “cắt và thái” (slice and dice), tức cắt não ra hàng ngàn lát rồi dùng kính hiển vi tái lập kết nối giữa các nơron. Gần đây, có một cách thức khác nhanh hơn rất nhiều được các nhà khoa học tại Đại học Stanford tiên phong đề xướng, mang tên kỹ thuật quang gen (optogenetics). Theo kỹ thuật này, đầu tiên phải tách lấy loại protein thị giác mang tên opsin. Khi chiếu ánh sáng vào gen opsin bên trong nơron, nơron sẽ sáng lên.

Nhờ công nghệ gen, ta có thể cấy gen opsin vào các nơron cần nghiên cứu. Khi chiếu ánh sáng vào một phần não chuột, nhà nghiên cứu có thể khiến các nơron phụ trách một hoạt động nhất định của cơ sáng lên và chuột bắt đầu thực hiện một số hoạt động cụ thể, chẳng hạn như chạy loanh quanh. Nhờ vậy, ta sẽ nhìn ra chính xác đường mòn thần kinh dùng để điều khiển một loại hành vi nào đó.

Ví dụ, dự án đầy tham vọng này sẽ giúp chúng ta khám phá bí mật của bệnh thần kinh - một trong những chứng bệnh hủy hoại con người ghê gớm nhất. Bằng cách vẽ bản đồ não người, ta sẽ xác định được bệnh xuất phát từ đâu. (Thí dụ, tất cả chúng ta đều nói thầm với chính mình. Khi chúng ta làm vậy, não trái điều khiển ngôn ngữ sẽ trao đổi thông tin với vỏ não trước trán. Nhưng giờ ta đã biết, ở người bị tâm thần phân liệt, não trái sẽ tự kích hoạt mà không có sự ra lệnh từ vỏ não trước trán, trong khi đây lại chính là phần ý thức của não. Do không có sự trao đổi giữa não trái với phần ý thức, nên người bệnh nghĩ rằng giọng nói trong đầu họ là thật.)

Ngay cả khi đã có những kỹ thuật mới mang tính cách mạng này thì cũng phải mất vài thập kỷ làm việc vất vả nữa, các nhà khoa học mới có thể xây dựng bản đồ não người chi tiết. Nhưng khi hoàn thành nhiệm vụ này, có lẽ là khoảng cuối thế kỷ 21, phải chăng ta có thể tải tâm thức của mình vào máy tính rồi đưa đến các vì sao?

LINH HỒN CHỈ LÀ THÔNG TIN?

Nếu chúng ta qua đời nhưng bản đồ thần kinh vẫn tồn tại, liệu có phải về mặt nào đó, ta đã bất tử? Nếu tâm thức có thể được số hóa thì liệu có phải linh hồn chỉ là thông tin? Nếu ta đưa toàn bộ các mạch nơron và ký ức trong não vào đĩa rồi tải

lên một siêu máy tính, bộ não này có hoạt động như não thường không? Có thể phân biệt nó với não thường hay không?

Một số người thấy ý tưởng này thật gớm ghiếc, vì nếu đưa tâm thức vào máy tính, bạn sẽ vĩnh viễn bị giam trong một cỗ máy khô cứng. Một số người nghĩ điều này còn tệ hơn cái chết. Trong một tập phim *Star Trek* xuất hiện một nền văn minh cực kỳ tiến bộ, tâm thức của cư dân ở đây đều được giữ trong một quả cầu phát sáng. Từ rất xa xưa, họ đã từ bỏ thể xác vật lý và sống trong quả cầu đó. Họ trở thành bất tử, nhưng có một cư dân muốn lấy lại thân xác để có thể thực sự cảm nhận những cảm giác và đam mê, kể cả điều đó có nghĩa là phải nhập vào thân xác người khác.

Tuy ý tưởng sống trong máy tính có vẻ khó chấp nhận với một số người, nhưng không có nghĩa là bạn mất đi mọi cảm giác cho thấy mình là con người đang sống và hít thở. Bản đồ thần kinh có thể nằm trong một máy tính lớn, nhưng nó có thể điều khiển một robot giống hệt ta. Bạn sẽ cảm nhận được mọi thứ mà robot đang trải qua, nhờ đó mà có cảm giác mình đang sống bên trong một cơ thể thực sự, thậm chí còn là cơ thể với siêu sức mạnh. Mọi thứ người máy thấy và cảm nhận đều được truyền về máy tính lớn và tích hợp vào tâm thức của bạn. Vậy nên điều khiển người máy thể thân cũng chẳng khác bạn đang thực sự “ở bên trong” thể thân.

Bằng cách này, ta có thể khám phá những hành tinh xa xôi. Robot thể thân của bạn sẽ chịu được nhiệt độ nóng bỏng của các hành tinh gần mặt trời hay nhiệt độ giá lạnh của những vệ tinh băng. Tàu liên sao chở theo máy tính lớn chứa bản đồ thần kinh có thể được phóng đến một Hệ Mặt Trời mới. Khi đến hành tinh thích hợp, robot thể thân sẽ được thả xuống thám hiểm, kể cả nếu hành tinh này có khí quyển độc hại.

Nhà khoa học máy tính Hans Moravec thậm chí còn hình dung một cách tải tâm thức lên máy tính tiên tiến hơn. Khi được tôi phỏng vấn, ông khẳng định trong quá trình thực hiện phương pháp này, chúng ta vẫn không bị mất ý thức.

Trước tiên, bạn sẽ được đặt nằm trên giường bệnh, bên cạnh robot. Sau đó, người ta sẽ tiến hành phẫu thuật để lấy các nơron trong não bạn và tạo bản sao (làm

bằng bóng bán dẫn) bên trong robot. Một sợi dây cáp sẽ kết nối các nơon bán dẫn này với não bạn. Dần dần, số nơon đưa ra khỏi não bạn và được sao chép trong robot ngày càng tăng. Do não bạn kết nối với não robot, nên bạn vẫn hoàn toàn có ý thức khi các nơon dần được thay bằng bóng bán dẫn. Sau cùng, vẫn trong trạng thái có ý thức, toàn bộ não của bạn và các nơon được thay thế bằng các bóng bán dẫn. Sau khi toàn bộ 100 tỷ nơon đã được sao chép, kết nối giữa bạn và não nhân tạo mới bị cắt. Nhìn lại từ trên giường, bạn thấy thân thể cũ của mình, không còn bộ não, còn tâm thức của bạn giờ đã tồn tại trong robot.

Nhưng một câu hỏi vẫn còn đó: Đó có thực sự là “bạn” không? Đối với phần lớn các nhà khoa học, nếu một robot có thể sao chép mọi hành vi cử chỉ của bạn không sót chút nào, sở hữu mọi ký ức và thói quen của bạn và người khác không tài nào phân biệt được nó với con người ban đầu là bạn, thì họ sẽ nói đó gần như chính là “bạn”.

Như đã thấy, khoảng cách giữa các ngôi sao lớn đến mức sẽ phải mất vài đời người mới đến được ngôi sao gần nhất trong thiên hà láng giềng. Vậy nên các phương pháp du hành đa thế hệ, kéo dài sự sống và tìm kiếm sự bất tử đều sẽ đóng vai trò thiết yếu trong công cuộc khám phá vũ trụ.

Vượt trên câu hỏi về sự bất tử là một câu hỏi khác lớn hơn: Nếu đã kéo dài được tuổi thọ, vậy còn thể xác thì sao? Sẽ có rất nhiều khả năng xuất hiện nếu ta điều chỉnh được di sản gen của mình. Với những tiến bộ rất nhanh của BCI (brain-computer interface: giao diện não-máy tính) và công nghệ gen, ta có thể tạo ra cơ thể nâng cấp với những kỹ năng và tiềm năng mới. Một ngày kia, có lẽ ta sẽ bước vào kỷ nguyên “hậu con người”, đây có thể sẽ là con đường tốt nhất để khám phá vũ trụ.

Theo kinh Cựu ước trong *Thánh kinh* đạo Cơ Đốc giáo, khi Đại Hồng Thủy xảy ra, nhấn chìm thế giới, Noah đã đóng con tàu lớn, cứu loài người và các loài động vật khỏi bị tận diệt. (ND) [↩](#)

Một đại lộ ở thành phố New York, Hoa Kỳ, nơi tập trung nhiều công ty quảng cáo. Đại lộ Madison gắn liền với ngành quảng cáo, cũng như phố Wall với tài chính, Hollywood với điện ảnh. (ND) [↩](#)

[Người ngoài hành tinh có thể sở hữu] những năng lực như điều khiển bằng ý nghĩ, giác quan thứ sáu và sự bất tử... quyền năng của họ giống như phép thuật... họ là những sinh vật tâm linh cao cấp. Có lẽ họ sẽ giải thành công bài toán lượng tử và biết đi xuyên tường. Chà, nghe giống như những thiên thần vậy.

– DAVID GRINSPOON

11. SIÊU NHÂN HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Trong phim *Iron Man*, nhà tư bản công nghiệp khôn khéo Tony Stark khoác một bộ giáp máy đẹp mắt được trang bị đầy đủ tên lửa, đạn dược, pháo sáng và chất nổ. Nó có thể nhanh chóng biến một con người yếu ớt thành siêu anh hùng mạnh mẽ. Nhưng sức mạnh thật sự lại nằm ở bên trong bộ giáp chứa đầy công nghệ máy tính mới nhất và kết nối trực tiếp với não bộ của Tony Stark. Với tốc độ ý nghĩ, Stark có thể bay vọt lên trời hoặc phóng ra hàng loạt vũ khí lợi hại.

Iron Man có thể chỉ là chuyện hư cấu, song hiện tại, việc chế tạo thiết bị giống của Stark là khả thi.

Đây không chỉ là một thử nghiệm mang tính học thuật, bởi một ngày nào đó có thể ta sẽ phải biến đổi và nâng cấp cơ thể bằng công nghệ điều khiển học, thậm chí sửa chữa cả gen để sống sót được trong môi trường ngoại hành tinh khắc nghiệt. Siêu nhân học (transhumanism), từ vị thế chỉ là một nhánh trong truyện khoa học viễn tưởng hay phong trào ngoài lề, sẽ trở thành một phần quan trọng trong sự sống còn của nhân loại.

Xa hơn nữa, khi robot ngày một mạnh mẽ và thậm chí thông minh vượt con người, có thể ta sẽ phải hợp nhất với chúng – hoặc đối mặt với nguy cơ bị chính các phát minh của mình thay thế.

Hãy cùng khám phá các khả năng kể trên, đặc biệt là những điểm liên quan đến việc thám hiểm, khai phá vũ trụ.

SỨC MẠNH SIÊU VIỆT

Năm 1995, thế giới chấn động khi Christopher Reeve, diễn viên diễn trai đóng vai Superman, gặp tai nạn nghiêm trọng và bị liệt từ cổ trở xuống. Reeve, người từng phóng vút vào không gian trên màn ảnh, giờ đã bị giam vĩnh viễn trên chiếc xe lăn và phải nhờ tới sự hỗ trợ của máy thở. Ước mơ của ông là có thể dùng công nghệ hiện đại để lấy lại khả năng cử động chân tay. Nhưng ông qua đời năm 2004, đúng một thập niên trước khi công nghệ này hoàn thiện.

Năm 2014, tại World Cup tổ chức ở São Paulo (Brazil) được gần một tỷ người theo dõi, một người đàn ông đã đá quả bóng để khai mạc giải đấu. Tự thân hành động này không có gì đáng chú ý, mà điều đặc biệt là người đàn ông này bị liệt. Giáo sư Miguel Nicolelis, Đại học Duke, đã gắn một con chip vào não anh. Con chip kết nối với một máy tính xách tay điều khiển bộ khung xương trợ lực của anh. Chỉ bằng ý nghĩ của mình, bệnh nhân bị liệt này có thể đi lại và đá quả bóng.

Khi được tôi phỏng vấn, Nicolelis cho biết ông mê mẩn hành trình chinh phục Mặt Trăng của tàu Apollo từ thuở nhỏ. Mục tiêu của ông là lập nên một kỳ tích khác, cũng ngang với việc đổ bộ lên Mặt Trăng. Khi giúp kết nối để bệnh nhân liệt đá được quả bóng tại World Cup, giấc mơ của ông đã thành sự thật. Đó chính là “cú sút” lên Mặt Trăng của ông.

Tôi từng phỏng vấn John Donoghue, giáo sư Đại học Brown, một nhà tiên phong trong công nghệ trợ giúp bệnh nhân bại liệt. Ông nói rằng bệnh nhân sẽ phải luyện tập một chút, giống như tập lái xe đạp, nhưng họ sẽ sớm biết kiểm soát chuyển động của khung xương trợ lực và làm được những việc đơn giản (như cầm nắm cốc nước, vận hành máy móc gia dụng, điều khiển xe lăn, lướt web). Làm được vậy là nhờ máy tính có thể nhận biết những hoạt động não nhất định liên kết với các cử động cụ thể của cơ thể. Tiếp theo, máy tính sẽ kích hoạt khung xương trợ lực để biến xung điện thành hành động. Một bệnh nhân bị liệt của Donoghue đã rất vui mừng khi cô có thể cầm được cốc soda lên và uống, điều từng nằm ngoài khả năng của cô.

Công trình nghiên cứu tại các trường đại học Duke, Brown, John Hopkins và nhiều trường khác đã giúp những người từng từ bỏ hy vọng có thể cử động giành

lại khả năng đã mất. Quân đội Hoa Kỳ chi hơn 150 triệu đô-la cho chương trình Revolutionary Prosthetics (Cách mạng Chân tay giả) để giúp đỡ các cựu binh từ chiến trường Iraq và Afghanistan, nhiều người trong số họ bị tổn thương tủy sống. Sau cùng, hàng nghìn người phải gắn cuộc đời với xe lăn và giường bệnh - do chiến tranh, tai nạn ô tô, bệnh tật hay chấn thương thể thao - giờ đã có thể sử dụng chân tay trở lại.

Bên cạnh khung xương hỗ trợ bên ngoài, một phương pháp khác là tăng cường sức mạnh cho cơ thể sinh học để con người có thể sống trên hành tinh có trọng lực lớn hơn. Khả năng này được nêu lên khi các nhà khoa học tìm ra một loại gen khiến cơ bắp nảy nở. Ban đầu, gen này được tìm thấy trên chuột, khi một đột biến khiến chúng phát triển nhiều cơ bắp. Báo chí đặt tên gen này là “gen Chuột Mạnh”. Sau đó, dạng gen này được phát hiện trên người với tên gọi “gen Schwarzenegger³⁵”.

Nhóm các nhà khoa học tìm ra gen Schwarzenegger chờ đợi những cuộc điện thoại từ các bác sĩ nhằm nhờ trợ giúp các bệnh nhân bị mắc chứng thoái hóa cơ bắp. Tuy vậy, họ bất ngờ khi một nửa số cuộc gọi đến từ các vận động viên thể hình muốn tăng cơ. Đa phần những người này không quan tâm đến việc nghiên cứu mới ở giai đoạn thử nghiệm, chưa rõ các tác dụng phụ ra sao. Hiện giới chức thể thao đang đau đầu vì loại gen này khó phát hiện hơn nhiều so với các dạng chất kích thích hóa học khác.

Khả năng điều chỉnh khối cơ sẽ đóng vai trò quan trọng khi ta thám hiểm những hành tinh có trường trọng lực mạnh hơn Trái Đất. Đến nay, các nhà thiên văn đã tìm thấy nhiều siêu Trái Đất (các hành tinh đá nằm trong vùng sống được và có thể có chứa đại dương). Chúng sẽ là những ứng cử viên phù hợp để con người sinh sống, trừ việc trường trọng lực của chúng có thể mạnh hơn Trái Đất đến 50%. Để sống yên ổn tại đây, ta phải tăng lượng cơ và xương.

NÂNG CẤP BẢN THÂN

Ngoài việc tăng cường cơ bắp, các nhà khoa học còn sử dụng công nghệ nâng cấp sức mạnh cơ thể sinh học nhằm cải thiện các giác quan. Những người mắc một số

dạng khiếm thính giờ đã có lựa chọn sử dụng phương pháp cấy ốc tai điện tử. Đây là thiết bị rất độc đáo, có khả năng biến sóng âm thanh đưa đến tai thành tín hiệu điện tử để có thể truyền qua dây thần kinh thính giác và tới não. Đến nay đã có khoảng nửa triệu người lựa chọn cấy các cảm biến này vào tai.

Với một số người khiếm thị, võng mạc nhân tạo sẽ giúp phục hồi một phần thị giác giới hạn. Thiết bị này sẽ được đặt ở một máy quay bên ngoài hoặc đặt trực tiếp lên trên võng mạc thật. Nó sẽ chuyển hình ảnh thành xung điện, rồi não bộ lại biến xung điện thành hình ảnh.

Ví dụ, hệ thống Argus II có một máy quay video cực nhỏ gắn trên mắt kính bệnh nhân. Hình ảnh từ máy quay truyền về võng mạc nhân tạo, thiết bị này chuyển các tín hiệu về dây thần kinh thị giác. Hình ảnh cuối cùng có độ phân giải khoảng 60 pixel, còn một phiên bản mới đang được thử nghiệm thì đạt độ phân giải 240 pixel. (Nhưng mắt người có khả năng nhìn tương đương một triệu pixel, đồng thời cần ít nhất 600 pixel để nhận ra những gương mặt, vật thể quen thuộc.) Một công ty Đức hiện đang thử nghiệm võng mạc nhân tạo 1.500 pixel, nếu thành công, nó sẽ giúp người suy giảm thị lực có thể nhìn gần như bình thường.

Những người khiếm thị đã thử dùng võng mạc nhân tạo đều mừng rỡ vì có thể nhìn thấy màu sắc và hình dạng mờ mờ. Chỉ là vấn đề thời gian để ta có được loại võng mạc nhân tạo với thị lực ngang mắt người. Thậm chí, trong tương lai, thiết bị này có khi còn thấy được cả những “màu sắc” mà mắt thường không nhìn thấy. Chẳng hạn, người ta hay bị bỏng trong bếp vì nồi nóng trông giống hệt nồi nguội mà mắt ta lại không thể nhìn thấy bức xạ nhiệt hồng ngoại. Nhưng võng mạc nhân tạo và các loại kính có thể được thiết kế để dễ dàng phát hiện loại bức xạ này, như loại kính nhìn ban đêm dùng trong quân đội. Vậy là, với giác mạc nhân tạo, con người có thể nhìn thấy bức xạ nhiệt và cả các dạng bức xạ vô hình khác. Khả năng siêu thị lực này sẽ là vô giá ở những hành tinh khác. Điều kiện sống trên các hành tinh xa xôi sẽ khác hẳn Trái Đất. Khí quyển có thể âm u, mù mịt hay tối tăm vì chứa đầy bụi và tạp chất. Võng mạc nhân tạo “nhìn” qua được bão cát Sao Hỏa có thể trở nên khả thi nhờ có thiết bị dò tìm nhiệt hồng ngoại, ở những vệ tinh xa, nơi ánh sáng Mặt Trời gần như không chiếu đến, võng mạc nhân tạo sẽ gia tăng cường độ lượng ánh sáng được phản chiếu.

Một ví dụ khác là thiết bị phát hiện được bức xạ tử ngoại (ultraviolet hay UV), vốn nguy hiểm và có thể gây ung thư da nhưng lại rất phổ biến trong vũ trụ. Trên Trái Đất, ta được khí quyển bảo vệ khỏi luồng UV mạnh từ Mặt Trời, nhưng trên Sao Hỏa không có lớp lọc tia UV. Do tia UV vô hình nên ta thường không nhận thấy mình đã tiếp xúc chúng với cường độ nguy hiểm. Nhưng người có siêu thị lực khi sống trên Sao Hỏa sẽ nhìn ra ngay cường độ UV có nguy hiểm hay không. Trên hành tinh luôn bị mây bao phủ tương tự Sao Kim, vòng mạc nhân tạo sẽ dùng tia UV để tìm đường đi (tương tự loài ong lần theo tia UV của Mặt Trời để tìm đường đi trong những ngày âm u).

Một ứng dụng nữa của siêu thị lực là khả năng nhìn xa và thấy những thứ rất nhỏ. Các thấu kính nhỏ xíu và đặc biệt sẽ cho phép ta nhìn được những vật ở xa hoặc các vật thể và tế bào rất nhỏ mà không cần mang theo kính viễn vọng hay kính hiển vi công kênh.

Dạng công nghệ này cũng cho ta khả năng thần giao cách cảm và điều khiển bằng ý nghĩ. Hiện tại, con người đã chế tạo được loại chip có thể thu sóng não, giải mã một phần, rồi truyền thông tin đó tới mạng internet. Chẳng hạn, đồng nghiệp Stephen Hawking của tôi khi còn sống bị bệnh xơ cứng teo cơ một bên (ALS) và mất hoàn toàn khả năng cử động, kể cả các ngón tay. Một con chip được đặt lên kính của ông để thu sóng não rồi truyền vào laptop hoặc máy tính. Nhờ đó, ông có thể viết ra lời muốn nói bằng ý nghĩ, tuy quá trình diễn ra rất chậm.

Từ trường hợp Hawking, ta thấy công nghệ điều khiển bằng ý nghĩ (khả năng di chuyển đồ vật bằng tâm trí) đã ở rất gần. Vẫn dùng công nghệ trên, có thể kết nối trực tiếp não bộ với robot hoặc máy móc cơ khí để chúng thực hiện những mệnh lệnh trong đầu con người. Trong tương lai, thần giao cách cảm và điều khiển bằng ý nghĩ sẽ trở thành điều thông thường, ta sẽ tương tác với máy móc hoàn toàn bằng ý nghĩ. Chỉ với ý nghĩ, ta cũng sẽ có thể bật đèn, mở internet, ra lệnh cho máy viết thư, chơi trò chơi điện tử, liên lạc với bạn bè, gọi xe, mua hàng hay mở phim ra xem. Các phi hành gia tương lai sẽ sử dụng sức mạnh tâm thức để lái tàu và khám phá các hành tinh. Các thành phố sẽ mọc lên trên sa mạc Sao Hỏa, tất cả là nhờ các thợ xây bậc thầy điều khiển công việc của robot bằng ý nghĩ.

Đương nhiên, nâng cấp bản thân không phải chuyện mới mà đã xảy ra song song cùng quá trình tồn tại của con người. Xuyên suốt lịch sử nhân loại, ta đã thấy nhiều ví dụ của việc con người dùng các phương tiện nhân tạo để gia tăng sức mạnh và tầm ảnh hưởng: quần áo, hình xăm, mỹ phẩm, đồ đội đầu, lễ phục, lông vũ, kính, máy trợ thính, micro, tai nghe, v.v.. Dường như ở bất kỳ xã hội con người nào, ta cũng luôn tìm cách cải thiện cơ thể, đặc biệt là gia tăng cơ hội sinh sản thành công. Tuy nhiên, sự khác biệt giữa nâng cấp bản thân trong quá khứ và tương lai nằm ở chỗ, khi khám phá vũ trụ, nâng cấp cơ thể sẽ là chìa khóa để ta sống sót ở nhiều môi trường khác nhau. Trong tương lai, có lẽ ta sẽ sống trong thời đại tinh thần, dùng ý nghĩ để điều khiển thế giới xung quanh.

SỨC MẠNH TÂM THỨC

Một cột mốc mới trong ngành nghiên cứu não bộ đã được thiết lập khi lần đầu tiên trong lịch sử, giới khoa học ghi lại được ký ức. Các nhà nghiên cứu tại Đại học Wake Forest và Đại học Southern California gắn các điện cực lên hồi hải mã của chuột, tức vùng xử lý ký ức ngắn hạn. Họ ghi lại các xung điện ở hồi hải mã khi chuột học làm một việc đơn giản, chẳng hạn uống nước trong ống. Về sau, khi chuột đã quên cách uống, họ dùng thông tin lưu trữ kích hoạt hồi hải mã và chuột lại nhớ ra ngay. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận ở loài linh trưởng.

Mục tiêu tiếp theo có lẽ là ghi lại ký ức của các bệnh nhân mắc bệnh Alzheimer. Ta có thể gắn một “thiết bị trợ não”, hoặc “chip ký ức”, lên hồi hải mã của bệnh nhân để vùng xử lý ký ức này lại có đầy đủ các ký ức như là họ là ai, sống ở đâu, có những người thân nào. Quân đội Hoa Kỳ rất quan tâm đến hướng nghiên cứu này. Năm 2017, Bộ Quốc phòng Mỹ cung cấp ngân sách 65 triệu đô-la nhằm phát triển một loại chip nhỏ, tối tân, có thể phân tích cả triệu nơron trong quá trình não bộ giao tiếp với máy tính và tạo nên ký ức.

Dù vẫn cần nghiên cứu và hoàn thiện thêm kỹ thuật này, nhưng đến cuối thế kỷ 21, có thể tin rằng ta sẽ chuyển tải được những ký ức phức tạp vào não. Về nguyên tắc, ta có thể chuyển vào não các kỹ năng, khả năng, thậm chí toàn bộ chương trình đại học, từ đó nâng cấp năng lực của chúng ta lên gần như vô hạn.

Điều này sẽ rất hữu ích cho các phi hành gia trong tương lai. Khi hạ cánh xuống một hành tinh hoặc vệ tinh lạ, sẽ có rất nhiều chi tiết về môi trường mới cần học và nhớ, cùng với nhiều công nghệ cần tập sử dụng thành thạo. Vậy nên, tài ký ức sẽ là cách hiệu quả nhất để ghi lại các thông tin hoàn toàn mới ở thế giới xa.

Nhưng Giáo sư Nicolelis muốn đi xa hơn nữa trong công nghệ này. Theo ông, mọi cuộc cách mạng trong ngành thần kinh học rồi cuộc sẽ dẫn đến sự hình thành của “brain net” (mạng não), giai đoạn phát triển tiếp theo của Internet. Thay vì truyền đi các bit thông tin, “brain net” sẽ truyền đi toàn bộ các cảm xúc, tình cảm, cảm giác và ký ức.

Khi đó, rào cản giữa người với người sẽ bị xóa bỏ. Thông thường, rất khó để hiểu được quan điểm của người khác hay những gì đang khiến họ đau đớn, khổ sở. Nhưng với “brain net”, ta sẽ trực tiếp cảm nhận những lo lắng sợ hãi đang giày vò người khác.

Ngành công nghiệp giải trí cũng sẽ được cách mạng hóa, tương tự như phim có lời thoại từng nhanh chóng thay thế phim câm. Trong tương lai, khán giả có thể sẽ cảm nhận được những cảm xúc của diễn viên, trải nghiệm những đau đớn, vui sướng hay nỗi khổ của họ. Phim ảnh hiện tại sẽ sớm trở thành lỗi thời.

Các phi hành gia trong tương lai có thể dùng “brain net” theo nhiều cách hữu ích. Họ có thể giao tiếp bằng ý nghĩ với những người định cư trên hành tinh, trao đổi ngay lập tức các thông tin quan trọng và giải trí bằng những kiểu hoàn toàn mới. Ngoài ra, vì thám hiểm không gian ẩn chứa nhiều nguy hiểm, nên họ sẽ có thể cảm nhận tình trạng tinh thần của người khác chính xác hơn trước, nhờ đó giúp các phi hành gia gắn bó với nhau hơn, nhìn ra được những vấn đề tâm lý như trầm cảm hay lo âu ở bạn đồng hành.

Công nghệ gen cũng có thể được dùng để cải thiện tâm thức. Tại Đại học Princeton, người ta đã phát hiện một gen giúp chuột tăng khả năng tìm đường trong mê cung, tạm gọi là “gen chuột thông minh”. Tên chính thức của gen là *NR2B* nó có liên quan đến việc liên lạc giữa các tế bào của hồi hải mã. Các nhà nghiên cứu phát hiện rằng khi chuột thiếu gen *NR2B* trí nhớ của chúng suy giảm

khi tìm đường trong mê cung. Còn nếu có nhiều gen *NR2B* trí nhớ của chúng sẽ được cải thiện.

Những nhà nghiên cứu này đặt chuột vào một chảo nước nóng có một bể ngầm mà chúng có thể đứng lên được. Khi tìm ra bể, chuột thông minh nhớ ngay và sẽ bơi thẳng tới vị trí đó khi bị đưa vào chảo lần nữa. Những con chuột bình thường không thể nhớ vị trí của bể và bơi toán loạn. Như vậy, tăng cường trí nhớ là việc hoàn toàn khả thi.

NGƯỜI BAY

Con người vẫn luôn mơ ước mình bay được như chim. Thần Mercury bay được nhờ có những đôi cánh nhỏ ở mũi và mắt cá chân. Hay còn có thần thoại kể về Icarus, người lấy sáp gắn lông chim lên cánh tay để có thể bay. Nhưng không may, Icarus bay đến quá gần Mặt Trời. Sáp chảy ra và anh rơi xuống biển. Nhưng công nghệ tương lai sẽ cho ta khả năng bay thật sự.

Trên hành tinh có khí quyển mỏng và địa hình gồ ghề như Sao Hỏa, có lẽ phương tiện bay thuận tiện nhất là động cơ phản lực cá nhân mà ta thường xuyên thấy trong phim hoạt hình và phim khoa học viễn tưởng. Động cơ phản lực cá nhân xuất hiện lần đầu trong tập truyện *Buck Rogers* đầu tiên năm 1929, khi Buck bắt gặp người bạn gái tương lai đang dùng động cơ phản lực cá nhân bay lượn trên không trung. Trên thực tế, động cơ phản lực cá nhân đã được triển khai từ thời Thế chiến II khi Đức Quốc xã cần tìm ra cách thật nhanh để vượt qua con sông có cây cầu đã bị phá hủy. Thiết bị của Đức Quốc xã sử dụng nhiên liệu là oxy già. Chất này khi gặp chất xúc tác (như bạc) sẽ giải phóng năng lượng và tạo ra phụ phẩm là nước. Tuy nhiên, động cơ phản lực cá nhân có một số khuyết điểm. Điểm lớn nhất là nhiên liệu chỉ đủ dùng trong khoảng 30 giây đến một phút. (Trong các clip tin tức cũ, đôi khi bạn sẽ bắt gặp những người can đảm sử dụng động cơ phản lực cá nhân bay trên không trung, như trong Thế vận hội Olympics 1984. Tuy nhiên, các clip này đã được biên tập cẩn thận vì những người đó chỉ bay được 30 giây đến một phút trước khi rơi xuống đất.)

Giải pháp cho vấn đề này là phát triển một bộ năng lượng cá nhân nhỏ gọn với nhiên liệu đủ phục vụ cho những chuyến bay dài. Không may là hiện vẫn chưa có thiết kế nào đáp ứng được yêu cầu.

Đó cũng là lý do vì sao súng bắn tia chưa ra đời. Laser có thể hoạt động như súng bắn tia, nhưng chỉ khi bạn có hẵn một lò hạt nhân để phát năng lượng. Tất nhiên, chúng ta không thể nào vác nổi một lò hạt nhân trên vai. Vì vậy, động cơ phản lực cá nhân và súng bắn tia sẽ không trở thành hiện thực cho đến khi chúng ta chế tạo thành công những bộ năng lượng mini, có thể là pin nano với khả năng lưu trữ năng lượng ở cấp độ phân tử.

Một cách bay khác, thường thấy trong tranh và phim ảnh về thiên thần hay người đột biến, là sử dụng cánh như chim. Trên những hành tinh với khí quyển dày, ta chỉ cần giậm chân nhảy, đập đôi cánh gắn trên tay là sẽ bay được. (Khí quyển càng dày thì sức nâng càng cao và càng dễ dàng bay lên không trung.) Và giấc mơ của Icarus sẽ trở thành hiện thực. Nhưng loài chim sở hữu một số lợi thế mà con người không có. Xương của chúng rỗng, thân hình khá mảnh dẻ, nhỏ nhắn so với sải cánh. Còn cơ thể con người quá đặc và nặng. Muốn bay được, con người phải có sải cánh dài từ sáu đến chín mét và cơ lưng phải khỏe hơn hiện tại nhiều để có thể đập cánh. Việc chỉnh sửa gen để con người mọc được cánh nằm ngoài khả năng kỹ thuật của chúng ta. Hiện tại, để dịch chuyển một gen đơn lẻ cho chính xác đã khó, trong khi ta sẽ phải sửa hàng trăm gen để tạo ra được một đôi cánh vững chắc. Vì vậy, để có đôi cánh như thiên thần không phải điều bất khả thi, nhưng chặng đường vẫn còn rất dài và đôi cánh sẽ không giống như trong những bức tranh đẹp để ta thường thấy.

Trước đây, việc dùng công nghệ gen để biến đổi con người chỉ như giấc mơ của các nhà viết truyện khoa học viễn tưởng, không hơn. Nhưng một phát triển mới, mang tính cách mạng, đã làm thay đổi tất cả. Tốc độ khám phá hiện đang nhanh đến mức các nhà khoa học phải vội vàng họp lại bàn cách giảm bớt đà tiến.

CÁCH MẠNG CRISPR

Gần đây, ngành công nghệ sinh học có bước tiến rất nhanh, với đỉnh điểm là sự xuất hiện của một kỹ thuật mới có tên gọi CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats: nhóm các đoạn xuôi ngược ngắn lặp lại thường xuyên và cách nhau đều đặn). Nhờ CRISPR, việc chỉnh sửa ADN hứa hẹn sẽ rẻ, hiệu quả và chính xác. Trước kia, công nghệ gen rất chậm và thiếu chính xác. Thí dụ, với liệu pháp gen, một “gen tốt” sẽ được đưa vào virus (virus đã được vô hiệu hóa nên không gây hại). Sau đó virus được đưa vào bệnh nhân, nó sẽ lan nhanh khắp các tế bào và “tiêm” vào ADN. Mục đích là ADN sẽ tự lắp vào vị trí thích hợp giữa nhiễm sắc thể, sao cho mã lỗi trong tế bào sẽ được thay bằng gen tốt. Một số bệnh thường gặp xảy ra do một lỗi duy nhất trong ADN, như thiếu máu hồng cầu hình liềm, Tay-Sachs và xơ nang. Phương pháp này được kỳ vọng sẽ sửa được lỗi ADN đó.

Tuy nhiên, kết quả điều trị thường gây thất vọng. Cơ thể người xem virus là kẻ địch nên đã tổ chức phản công, gây ra phản ứng phụ có hại. Thêm nữa, gen tốt cũng thường không tự cấy đúng vào vị trí chính xác. Sau một tai nạn chết người tại Đại học Pennsylvania năm 1999, nhiều thí nghiệm về liệu pháp gen bị hủy bỏ.

Công nghệ CRISPR giúp giải quyết rất nhiều vấn đề phức tạp kể trên. Thật ra, nền tảng công nghệ này đã xuất hiện từ hàng tỷ năm trước. Các nhà khoa học rất ngạc nhiên khi thấy vi khuẩn phát triển cơ chế rất hữu hiệu để chống lại các đợt tấn công của virus. Làm thế nào vi khuẩn lại phát hiện được virus nguy hiểm rồi vô hiệu hóa chúng? Họ nhận ra vi khuẩn làm được vậy vì bên trong chúng có mang một mảnh vật liệu gen của virus. Nhờ mảnh này, vi khuẩn sẽ nhận ra ngay virus xâm nhập. Khi nhận ra chuỗi gen, và sau đó là virus, vi khuẩn sẽ cắt virus ở vị trí chính xác, vô hiệu hóa chúng và ngăn chặn sự nhiễm bệnh.

Các nhà khoa học đã bắt chước được cách này – thay thế thành công trình tự virus bằng các dạng ADN khác rồi đưa vào tế bào đích – và cho ra đời phương pháp “phẫu thuật gen”. CRISPR nhanh chóng thay thế các công nghệ gen cũ, giúp việc chỉnh sửa gen trở nên sạch sẽ, chính xác và nhanh chóng hơn nhiều.

Cuộc cách mạng đưa ngành công nghệ sinh học phát triển như vũ bão. “Nó làm mọi thứ thay đổi hoàn toàn.” Jennifer Doudna, một nhà tiên phong về CRISPR,

nhận định. David Weiss thuộc Đại học Emory nói: “Tất cả chỉ diễn ra trong vòng một năm. Thật không thể tin được.”

Hiện nay, một nhóm nghiên cứu ở Viện Hubrecht, Hà Lan, đã công bố họ có thể chỉnh sửa lỗi gen gây bệnh xơ nang. Như vậy, trong tương lai, nhiều chứng bệnh di truyền nan y có thể sẽ được chữa khỏi. Các nhà khoa học hy vọng một số gen của vài dạng ung thư nhất định sẽ được thay thế nhờ công nghệ CRISPR, nhờ đó ngăn chặn được sự phát triển của khối u.

Tuy nhiên, các nhà đạo đức sinh học lại lo ngại nguy cơ công nghệ này bị lạm dụng. Họ đã tổ chức nhiều hội thảo về vấn đề này do còn nhiều tác dụng phụ và sự phức tạp chưa được biết tới, đồng thời đưa ra nhiều khuyến cáo để kìm hãm bước tiến quá nhanh trong nghiên cứu CRISPR. Đặc biệt, họ quan ngại công nghệ này sẽ dẫn tới liệu pháp gen tế bào mầm. (Có hai loại liệu pháp gen: một là liệu pháp tế bào soma, chỉnh sửa các tế bào không phải tế bào sinh dục, đột biến sẽ không kéo sang thế hệ sau; hai là liệu pháp gen tế bào mầm, các thế hệ sinh dục bị biến đổi và các thế hệ sau sẽ thừa kế gen biến đổi.) Nếu không được kiểm soát, liệu pháp gen tế bào mầm sẽ làm biến đổi di sản gen của loài người. Nghĩa là khi ta thám hiểm các vì sao thì những nhánh gen mới của con người có thể sẽ phát triển. Quá trình này thường phải mất hàng chục nghìn năm, nhưng công nghệ sinh học có thể thực hiện nó chỉ sau một thế hệ, nếu liệu pháp gen tế bào mầm thành hiện thực.

Tóm lại, giấc mơ chỉnh sửa con người để có thể chinh phục các hành tinh xa xôi của giới nhà văn khoa học viễn tưởng từng bị coi là phi thực tế và kỳ quặc. Nhưng với sự xuất hiện của CRISPR, những giấc mơ “viễn vông” đó sẽ không còn bị bỏ qua. Tuy thế, ta vẫn cần thận trọng phân tích mọi hệ quả đạo đức từ công nghệ phát triển quá nhanh này.

CÁC VẤN ĐỀ ĐẠO ĐỨC CỦA SIÊU NHÂN HỌC

Vừa rồi chính là những ví dụ của “siêu nhân học,” ngành khoa học chủ trương dùng công nghệ để nâng cấp kỹ năng và năng lực con người. Để sống sót và thậm

chí phát triển phồn thịnh ở các hành tinh xa xôi, có thể ta sẽ phải thay đổi bản thân mình về mặt cơ học và sinh học.

Đối với các nhà siêu nhân học, đây không phải một lựa chọn mà là điều phải làm. Thay đổi cơ thể giúp ta tăng khả năng sống sót trên những hành tinh có nhiều mức trọng lực, áp suất và cấu trúc khí quyển, nhiệt độ, bức xạ, v.v.. khác nhau.

Thay vì cự tuyệt hay chống lại ảnh hưởng của công nghệ này, các nhà siêu nhân học tin rằng chúng ta nên tiếp nhận nó. Họ say mê ý tưởng ta có thể hoàn thiện nhân loại. Đối với họ, con người chỉ là một phụ phẩm của quá trình tiến hóa nên cơ thể chúng ta chỉ là kết quả của những đột biến ngẫu nhiên. Vậy sao ta không dùng kỹ thuật để cải thiện mọi thứ một cách có hệ thống? Mục tiêu cao nhất của họ là tạo ra sinh vật “hậu con người,” giống loài ưu việt hơn con người.

Tuy ý tưởng biến đổi gen người này khiến một số người bất bình, nhưng Greg Stock, nhà lý sinh học thuộc Đại học UCLA, nhấn mạnh rằng con người vốn đã không ngừng biến đổi gen động vật và thực vật quanh mình suốt hàng ngàn năm qua. Trong lần phỏng vấn của tôi với Stock, ông chỉ ra rằng cái mà ngày nay chúng ta tưởng là “tự nhiên” thật ra là phụ phẩm của việc phối giống chọn lọc cường độ mạnh. Không thể có bữa ăn hiện đại nếu không có những người trồng trọt và chăn nuôi xưa kia nuôi trồng cây cối và động vật theo nhu cầu chúng ta. (Chẳng hạn, cây ngô hiện đại là cây ngô xưa kia được biến đổi gen. Chúng vốn không thể tự sinh sản nếu không có sự can thiệp của con người. Hạt ngô không tự rụng xuống, người nông dân phải tách chúng ra và trồng để lớn thành cây.) Và rất nhiều loài chó ta thấy quanh mình đều là phẩm phụ của việc phối giống chọn lọc từ một loài duy nhất là sói xám. Như vậy, con người đã làm biến đổi gen, từ đó biến đổi chức năng của rất nhiều loài động thực vật, như chó dùng để đi săn, bò và gà để làm thức ăn. Thực tế, nếu có phép màu nào loại bỏ được hết những loài động thực vật đã được phối giống trong suốt hàng thế kỷ qua thì xã hội con người sẽ khác hẳn hiện tại.

Khi các nhà khoa học đã phân lập được những gen quy định đặc tính con người, hẳn sẽ khó mà ngăn được mọi người “nghịch ngợm” chúng. (Chẳng hạn, nếu bạn thấy con cái nhà hàng xóm được chỉnh sửa gen để thông minh hơn và chúng cạnh tranh với con cái bạn, bạn sẽ gặp áp lực cực lớn là phải nâng cấp con mình theo

cách tương tự. Và trong các môn thể thao có giải thưởng vô cùng giá trị, sẽ rất khó để ngăn các vận động viên ngừng việc cố gắng nâng cấp bản thân.) Bất chấp những rào cản đạo đức đã nêu, tiến sĩ Stock cho rằng chúng ta không nên từ bỏ phương án nâng cấp gen, trừ phi việc này gây ra thay đổi có hại. Như nhà sinh học phân tử từng đoạt giải Nobel James Watson từng nói: “Chẳng ai đủ can đảm để nói điều này, nhưng nếu ta biết cách bổ sung gen và tạo nên con người tốt hơn, thì vì lý do gì ta lại không làm?”

TƯƠNG LAI HẬU CON NGƯỜI?

Người ủng hộ siêu nhân học tin rằng khi chúng ta tiếp xúc được với các nền văn minh tiên tiến trong vũ trụ, thì các cư dân ở đó đã tiến hóa đến mức có thể biến đổi cơ thể sinh học để thích ứng với điều kiện sống khắc nghiệt trên nhiều hành tinh. Theo họ, những nền văn minh cao cấp này đã đạt đến trình độ nâng cấp gen và công nghệ của tương lai. Vậy nên nếu ta gặp họ, hẳn chúng ta không cần bất ngờ rằng cơ thể họ một nửa thuộc về sinh học, nửa còn lại thuộc về tự động học.

Nhà vật lý Paul Davies còn tiến xa hơn một bước: “Kết luận của tôi sẽ gây giật mình. Tôi nghĩ nhiều khả năng – thật ra đó là điều tất yếu – trí tuệ sinh học chỉ là hiện tượng tạm thời, một giai đoạn ngắn ngủi trong lịch sử tiến hóa trí tuệ của vũ trụ. Nếu sau này chúng ta gặp gỡ trí tuệ ngoài hành tinh, tôi gần như chắc chắn trí tuệ đó sẽ mang bản chất hậu sinh học. Đây là kết luận phân nhánh rõ ràng và mang ý nghĩa sâu rộng dành cho công cuộc SETI (search for extraterrestrial intelligence: tìm kiếm trí tuệ ngoài hành tinh)

Chuyên gia AI Rodney Brooks viết: “Theo dự đoán của tôi, đến năm 2100, người máy thông minh sẽ xuất hiện khắp mọi nơi trong đời sống thường ngày của chúng ta. Nhưng ta không tách biệt với người máy mà bản thân chúng ta cũng sẽ có một phần là robot và sẽ kết nối với chúng.”

Cuộc tranh luận về siêu nhân học thực sự không mới mà đã khởi nguồn từ thế kỷ trước, khi con người bắt đầu hiểu về các định luật di truyền. Một trong những người đầu tiên nêu lên ý tưởng là J.B.S. Haldane. Năm 1923, trong một bài giảng, về sau được in thành sách với nhan đề “*Daedalus, or Science and the Future*”

(Deadalus, hoặc khoa học và tương lai), Haldane tiên đoán nhân loại sẽ dùng đến ngành gen để cải thiện giống nòi.

Nhiều ý tưởng của Haldane đối với thời nay có vẻ khá “hiền”, nhưng do biết rõ chúng sẽ gây tranh cãi vào thời đó nên ông phải nói trước rằng các độc giả đọc sách lần đầu có thể thấy nó “không đứng đắn và trái tự nhiên”, nhưng về sau có thể họ sẽ chấp nhận.

Cuối cùng là những nguyên lý cơ bản của siêu nhân học. Chúng chỉ ra rằng con người không cần phải chịu đựng cuộc sống “tồi tệ, tàn bạo và ngăn ngại” khi khoa học có thể xoa dịu những khổ đau bằng cách nâng cấp con người. Quan điểm này được Julian Huxley trình bày rõ ràng, mạch lạc lần đầu tiên vào năm 1957.

Có nhiều quan điểm khác nhau về khía cạnh siêu nhân học mà chúng ta nên theo đuổi. Một số người tin rằng ta nên tập trung cải thiện bản thân bằng các phương tiện cơ khí, chẳng hạn khung xương trợ lực, kính đặc biệt hỗ trợ thị giác, ngân hàng ký ức để tải vào não hay thiết bị cấy ghép để tăng độ nhạy bén giác quan. Số khác lại nghĩ nên dùng công nghệ gen để xóa bỏ gen có hại hoặc nâng cấp khả năng tự nhiên, hay tăng cường trí thông minh. Thay vì mất nhiều thập niên để hoàn thiện những đặc tính di truyền nào đó thông qua phối giống chọn lọc, như ta đã làm với chó và ngựa, ta có thể đạt được bất cứ đặc tính nào mình muốn chỉ trong một thế hệ với công nghệ gen.

Công nghệ sinh học tiến bộ quá nhanh khiến nảy sinh hàng loạt câu hỏi về đạo đức. Và lịch sử đen tối của thuyết ưu sinh, với những thí nghiệm của Đức Quốc xã để tạo ra chủng tộc thượng đẳng, chính là lời cảnh báo đối với bất cứ ai quan tâm đến việc biến đổi con người. Hiện tại, ta có thể lấy tế bào da chuột và biến đổi gen để chúng trở thành tế bào trứng và tinh trùng, sau đó kết hợp lại để tạo ra chuột khỏe mạnh. Về sau, ta có thể áp dụng phương pháp này lên người. Số cặp vợ chồng hiếm muộn có thể có những đứa con khỏe mạnh sẽ tăng lên đáng kể, nhưng điều này cũng có nghĩa là một ai đó có thể lén lấy tế bào da của bạn rồi tạo ra bản sao nhân bản của chính bạn.

Các ý kiến chỉ trích cho rằng chỉ những người giàu có, quyền lực mới có thể hưởng lợi từ công nghệ này. Francis Fukuyama đến từ Đại học Stanford cảnh báo rằng siêu nhân học là “một trong những ý tưởng nguy hiểm nhất thế giới”. Theo ông, nếu ADN của thế hệ con cháu chúng ta bị thay đổi, nó sẽ kéo theo hành vi con người thay đổi, sự bất bình đẳng gia tăng và nền dân chủ bị hủy hoại. Tuy vậy, nếu cũng giống như lịch sử ngành công nghệ thì giới giàu có sẽ được tiếp cận những công nghệ thần kỳ này trước, sau đó giá cả sẽ hạ xuống đến mức những người thu nhập trung bình cũng có thể sử dụng.

Lại có cả những ý kiến phê bình cho rằng biến đổi gen sẽ là bước đầu tiên trong việc chia tách loài người và định nghĩa về “nhân loại” sẽ đứng trước bờ vực nguy hiểm. Trong tương lai, có lẽ nhiều nhánh người biến đổi gen sẽ sinh sống tại các vùng khác nhau của Hệ Mặt Trời, dần dần phân ra thành những loài riêng biệt. Có người còn hình dung sẽ xảy ra thù nghịch, thậm chí chiến tranh giữa các nhánh của loài người. Ngay cả danh pháp “*Homo sapiens*” (người tinh khôn) có khi cũng sẽ phải thay đổi. Chúng ta sẽ nhắc tới vấn đề quan trọng này ở chương 13, khi bàn về thế giới của tương lai hàng ngàn năm nữa.

Trong tiểu thuyết *Brave New World* (Thế giới mới tươi đẹp) của Aldous Huxley, công nghệ sinh học được sử dụng để tạo ra một chủng tộc thượng đẳng, gọi là Alpha, ngay từ khi chào đời đã đứng đầu xã hội. Những phôi người khác bị cắt giảm nguồn oxy nên kém phát triển và sinh ra để phục vụ cho Alpha. Đứng dưới đáy xã hội là chủng Epsilon, những người chuyên làm việc chân tay hèn hạ. Xã hội này là một địa đàng được sắp đặt sẵn mọi thứ, sử dụng công nghệ để thỏa mãn mọi nhu cầu và tất cả đều có vẻ trật tự, yên bình. Tuy thế, nó lại được xây dựng trên nền tảng là sự áp bức và nỗi khốn khổ của những người sinh ra ở tầng đáy.

Những người ủng hộ siêu nhân học thừa nhận những tình huống giả định trên cần phải được xem xét nghiêm túc, nhưng họ cũng lý luận rằng ở thời điểm hiện tại, chúng chỉ mang tính học thuật thuần túy. Bất chấp việc công nghệ sinh học đang vùn vụt tiến lên, chúng ta cần nhìn nó trong bối cảnh rộng hơn. Chưa có đứa trẻ “theo thiết kế” nào tồn tại và gen của những tính cách mà các bậc cha mẹ đều muốn con mình có cũng chưa được tìm ra. Và có thể chúng hoàn toàn không tồn

tại. Hiện tại, chưa có đặc điểm hành vi nào của con người được thay đổi bằng công nghệ sinh học.

Nhiều người lý luận rằng những lo ngại ở thời điểm hiện tại về sự bùng nổ của siêu nhân học là quá sớm, vì công nghệ này vẫn còn ở tương lai rất xa. Nhưng với tốc độ khám phá hiện tại, đến cuối thế kỷ này, việc chỉnh sửa gen nhiều khả năng sẽ trở nên khả thi. Đến lúc đó, câu hỏi đặt ra sẽ là: Ta muốn đưa công nghệ này đi xa đến đâu?

NGUYÊN TẮC NGƯỜI THƯỢNG CỔ

Trong các sách từng xuất bản của mình, tôi đã nhắc đến và tin rằng “nguyên tắc người thượng cổ” (caveman or cavewoman principle) xuất hiện và đặt một giới hạn tự nhiên lên mức độ chúng ta muốn biến đổi chính mình. Tính cách cơ bản của con người không thay đổi nhiều kể từ khi người hiện đại xuất hiện cách đây 200.000 năm. Tuy ngày nay ta có vũ khí hạt nhân, hóa học và sinh học, nhưng những ham muốn căn bản vẫn như cũ.

Và con người ham muốn những gì? Kết quả khảo sát cho thấy, khi các nhu cầu cơ bản đã được thỏa mãn, ta đặt nhiều quan tâm vào ý kiến của đồng loại. Ta muốn trông mình đẹp đẽ, đặc biệt là khi ở trước người khác giới. Ta muốn được bạn bè ngưỡng mộ. Có thể ta sẽ do dự khi thay đổi mình quá nhiều, nhất là nếu ta trở nên trông khác biệt với những người xung quanh.

Như vậy, dường như ta chỉ tìm đến công nghệ nâng cấp bản thân nếu chúng giúp nâng cao địa vị của ta trong xã hội. Vì lẽ đó, dù áp lực nâng cấp sức mạnh bản thân về phương diện di truyền và điện tử sẽ tăng rất cao, nhất là khi ta đến sống ở những môi trường khác nhau trong vũ trụ, nhưng vẫn sẽ có những giới hạn về mức độ ta mong muốn thay đổi bản thân, giúp ta vẫn giữ được chính mình.

Khi xuất hiện lần đầu trên truyện tranh, Iron Man là nhân vật lóng ngóng, kỳ cục, với bộ giáp màu vàng, tròn và xấu xí. Trông anh ta chẳng khác gì chiếc lon thiếc biết đi. Trẻ con không tài nào mê được nhân vật này, vậy là các họa sĩ quyết định cho anh ta một diện mạo hoàn toàn mới. Bộ giáp giờ có nhiều màu, bóng loáng

và bó sát, làm nổi bật dáng người thanh thoát của Tony Stark. Kết quả là số người hâm mộ nhân vật tăng lên đột biến. Vậy là ngay cả các siêu anh hùng cũng phải tuân theo nguyên tắc người thượng cổ.

Các tiểu thuyết khoa học viễn tưởng trong thời hoàng kim³⁶ thường mô tả con người tương lai có đầu to, trọc và thân mình bé xíu. Cũng có tiểu thuyết mô tả chúng ta tiến hóa thành những bộ não khổng lồ, sống trong các hũ chất lỏng lớn. Nhưng có ai muốn sống như thế? Tôi nghĩ nguyên tắc người thượng cổ sẽ ngăn ta tiến hóa thành những sinh vật mà ta thấy là gớm guốc. Thay vì vậy, ta sẽ muốn có khả năng kéo dài tuổi thọ, tăng cường trí nhớ và trí thông minh mà không phải thay đổi hình dạng con người cơ bản. Thí dụ, cũng như khi chơi game trên mạng, ta thường được tự do chọn ảnh đại diện. Hầu hết ta đều chọn ảnh khiến ta trông trở nên hấp dẫn hoặc cuốn hút, chứ không chọn ảnh lỗ bịch, gớm ghiếc.

Cũng có khả năng những kỳ quan công nghệ trên sẽ đem lại kết quả không như mong muốn, biến nhân loại thành một dạng trẻ con không thể tự lo cho bản thân và sống một cuộc đời vô nghĩa. Trong phim hoạt hình *WALL-E* của Disney, con người sống trên tàu vũ trụ và có robot phục vụ mọi thứ. Robot làm tất cả những việc mang vác vật nặng và đáp ứng mọi nhu cầu, còn con người chẳng làm gì ngoài những trò tiêu khiển vớ vẩn. Họ trở nên béo núc, tồ tẹt và vô dụng, thời gian chỉ để ăn không ngồi rồi, làm những trò vô bổ. Nhưng tôi nghĩ có một “đường ranh giới” trong tính cách con người đã được in sâu vào não chúng ta. Thí dụ, nếu luật pháp cho phép sử dụng ma túy, nhiều chuyên gia ước tính có lẽ sẽ chỉ có 5% nhân loại rơi vào nghiện ngập. Còn 95% còn lại thấy rõ ma túy sẽ kìm hãm hoặc tàn phá cuộc đời một con người như thế nào, nên họ sẽ tránh xa nó, sống cuộc sống trong thực tại chứ không phải thế giới ảo giác do ma túy tạo ra. Tương tự, khi công nghệ thực tế ảo được hoàn thiện, có lẽ sẽ có những người thích sống trong thế giới ảo hơn thế giới thật, nhưng con số đó sẽ không quá lớn.

Hãy nhớ, tổ tiên thời thượng cổ của chúng ta luôn muốn sống tích cực và có ích với người khác. Điều đó đã in sâu vào gen chúng ta.

Hồi còn nhỏ, khi đọc bộ ba tiểu thuyết *Foundation* của Asimov lần đầu, tôi rất ngạc nhiên vì con người 50.000 năm sau vẫn không hề thay đổi. Tôi đã nghĩ con người khi đó sẽ có cơ thể được nâng cấp hoàn toàn, đầu to, thân hình tiều tụy và

có siêu năng lực như trong truyện tranh. Nhưng rất nhiều cảnh tượng trong tiểu thuyết có thể đã diễn ra ngay trên Trái Đất hiện tại. Nhìn lại bộ ba tiểu thuyết ấn tượng ấy, tôi thấy có thể đó chính là nguyên tắc người thượng cổ. Tôi hình dung trong tương lai, con người sẽ được lựa chọn gắn lên mình các thiết bị, bộ phận cấy ghép và phụ tùng để có siêu năng lực và những khả năng mạnh mẽ, nhưng rất cục, họ sẽ tháo bỏ gần hết chúng và tương tác với xã hội như cách thông thường. Hoặc nếu biến đổi bản thân vĩnh viễn thì họ sẽ chọn làm theo cách nào đưa họ lên được vị thế cao hơn trong xã hội.

QUYỀN QUYẾT ĐỊNH NẴM TRONG TAY AI?

Khi Louise Brown, em bé đầu tiên được sinh bằng phương pháp thụ tinh trong ống nghiệm chào đời năm 1978, công nghệ giúp thực hiện điều này đã bị nhiều giáo sĩ và nhà báo lên án, bởi họ nghĩ những người kia đang cả gan làm công việc của Chúa. Hiện tại, có hơn năm triệu em bé sinh ra từ ống nghiệm trên thế giới; vợ, chồng hoặc bạn thân của bạn có thể chính là một trong số đó.

Người ta đã quyết định ủng hộ phương pháp này, bất chấp những chỉ trích mạnh mẽ.

Tương tự, khi cừu Dolly, con vật nhân bản đầu tiên ra đời năm 1996, rất nhiều ý kiến lên án công nghệ này là vô đạo đức, thậm chí báng bổ Chúa. Hiện tại, nhân bản vô tính đã được chấp nhận rộng rãi. Tôi hỏi chuyên gia công nghệ sinh học Robert Lanza rằng khi nào ta mới nhân bản được người. Ông chỉ ra rằng tới động vật linh trưởng cũng chưa ai nhân bản được, chứ chưa nói đến nhân bản người. Nhưng ông nghĩ rồi ngày đó sẽ đến. Và kể cả khi thực hiện được nhân bản người, cũng chỉ có số ít quyết định nhân bản chính mình. (Nhiều khả năng đó là những người giàu có không có con hoặc có con nhưng họ không quan tâm. Họ nhân bản chính mình để tiếp tục hưởng thụ sự giàu có.)

Nhiều người còn chỉ trích “những đứa bé theo thiết kế”, tức những đứa con được cha mẹ biến đổi gen. Nhưng ngày nay, việc tạo một lúc vài phôi trong ống nghiệm, sau đó loại bỏ phôi có khả năng mắc bệnh chết người (như bệnh Tay-

Sachs), đã trở nên phổ biến. Như vậy, chỉ trong vòng một thế hệ, chúng ta sẽ loại bỏ thành công những gen gây hại.

Khi điện thoại được ra mắt lần đầu tiên vào thế kỷ trước, nó cũng gặp phải nhiều phê phán. Họ cho rằng việc nói chuyện với một giọng nói vô hình, kỳ quái, thay vì nói chuyện mặt đối mặt với người thật, là điều trái tự nhiên; họ cũng sợ rằng ta sẽ dành quá nhiều thời gian để nói chuyện điện thoại thay vì trò chuyện cùng các con và bạn bè thân thiết. Đương nhiên những lời chỉ trích đó là đúng. Ta dành quá nhiều thời gian để nói chuyện với giọng nói lơ lửng trong không khí. Ta không trò chuyện đủ cùng con cái. Nhưng ta yêu điện thoại, đôi khi ta cũng dùng nó để nói chuyện với các con. Dân chúng sẽ tự quyết định mình có muốn sử dụng một công nghệ mới hay không, chứ không phải những người viết báo. Trong tương lai, khi công nghệ cao có thể nâng cấp nhân loại xuất hiện, người dân sẽ tự quyết nên dùng nó đến mức độ nào. Nếu công nghệ gây tranh cãi, tốt nhất nên bàn luận dân chủ trước khi đưa ra ứng dụng. (Hãy tưởng tượng một người từ thời Tòa án dị giáo tới thăm thế giới hiện đại. Quá quen với những chuyện thiêu sống phù thủy và tra tấn người dị giáo, người này sẽ kết tội toàn thể nền văn minh hiện đại là lũ báng bổ.) Điều có vẻ vô đạo đức hay trái đạo lý hôm nay, trong tương lai có thể là điều rất đổi bình thường.

Dù thế nào, nếu muốn thám hiểm các hành tinh và các vì sao, ta sẽ phải biến đổi, nâng cấp bản thân để sống sót trong hành trình đó. Và, do việc chúng ta có thể cải tạo một hành tinh đến đâu là có giới hạn, nên ta cần thích nghi bản thân với các điều kiện khí quyển, nhiệt độ và trọng lực khác nhau. Do đó, nâng cấp về mặt di truyền và cơ học là cần thiết.

Tới đây, chúng ta chỉ mới bàn đến khả năng nâng cấp con người. Điều gì sẽ xảy ra nếu giữa quá trình khám phá không gian, ta chạm trán với một dạng sống thông minh hoàn toàn lạ lẫm? Hơn nữa, điều gì sẽ xảy ra nếu ta gặp gỡ những nền văn minh đi trước ta hàng triệu năm về công nghệ?

Và nếu ta không gặp gỡ nền văn minh tiến bộ nào, thì liệu chúng ta sẽ trở nên tiến bộ ra sao? Tuy không thể dự đoán trước các vấn đề văn hóa, chính trị, xã hội của một nền văn minh tiên tiến, nhưng có một điều mà ngay cả các nền văn minh

ngoài hành tinh cũng sẽ phải tuân thủ, đó là các định luật vật lý. Vậy vật lý sẽ cho ta biết điều gì về những nền văn minh tiên tiến như thế?

Đặt theo tên Arnold Schwarzenegger, diễn viên kiêm lực sĩ người Mỹ gốc Áo. (ND)[↗](#)

Giai đoạn 1938 - 1946 thường được xem là thời đại hoàng kim của tiểu thuyết khoa học viễn tưởng Hoa Kỳ. (ND)[↗](#)

Ngày xưa ta là đất. Đất chết hóa ra cây. Cây chết lại thành thú. Thú chết, ta thành người... Ta còn phải đi qua, hàng trăm thế giới nữa. Trái muôn hình vạn trạng, những biến hóa của tâm.

– RUMI

Nếu các người đe dọa dùng thêm vũ lực, Trái Đất này sẽ thành đồng tro tàn. Lựa chọn của các người rất đơn giản: đến với chúng tôi và sống trong hòa bình hoặc tiếp tục theo đuổi lối sống hiện tại để rồi đối mặt với hủy diệt. Chúng tôi sẽ chờ đợi câu trả lời của các người. Quyền quyết định thuộc về các người.

– KLAATU, NGƯỜI NGOÀI HÀNH TINH TRONG PHIM *THE DAY THE EARTH STOOD STILL* (NGÀY TRÁI ĐẤT NGỪNG QUAY)

12. KIẾM TÌM SỰ SỐNG BÊN NGOÀI TRÁI ĐẤT

Ngày nọ, người ngoài hành tinh xuất hiện. Họ đến từ vùng đất xa xôi chưa ai từng nghe tới, trên những con tàu kỳ vĩ, lạ lùng và sử dụng công nghệ chỉ có trong mơ. Áo giáp và khiên chắn của họ vững bền chưa từng thấy. Họ nói thứ ngôn ngữ dị thường và mang theo các loài thú kỳ quái.

Mọi người tự hỏi: Họ là ai? Từ đâu đến?

Một số người nói họ là sứ giả từ các vì sao.

Số khác thì thầm rằng trông họ giống các vị thần từ thiên đường. Nhưng thật không may, tất cả đều nhầm lẫn.

Đó là năm định mệnh 1519, khi Montezuma gặp Hernán Cortés, và người Aztec đối đầu với đế chế Tây Ban Nha. Cortés và các chinh tướng dưới quyền chẳng phải sứ giả từ các vị thần, mà chỉ là những kẻ chuyên cắt cổ người khác để lấy vàng và bất cứ thứ gì có thể cướp được. Phải mất hàng ngàn năm, nền văn minh Aztec mới có thể trỗi dậy từ rừng thẳm, nhưng do chỉ sở hữu công nghệ đồ đồng, họ thất thế và bị quân lính Tây Ban Nha tiêu diệt chỉ sau vài tháng.

Khi du hành vào không gian, bài học ta rút ra từ thảm kịch trên là hãy thận trọng. Nói cho cùng, xét về trình độ công nghệ, người Aztec chỉ đi sau Tây Ban Nha khoảng vài thế kỷ. Nếu chúng ta gặp gỡ các nền văn minh khác trong vũ trụ, họ có thể đã đi trước ta rất nhiều và sở hữu những quyền năng mà ta chỉ có thể mơ thấy. Nếu giao chiến cùng họ, có lẽ ta sẽ giống như King Kong chạm trán Sóc Chuột Alvin³⁷ vậy.

Nhà vật lý Stephen Hawking từng cảnh báo: “Chỉ cần nhìn lại chính mình, ta sẽ thấy dạng sống trí tuệ có thể phát triển thành những thứ ta không hề muốn bắt gặp.” Nhắc đến việc Christopher Columbus gặp thổ dân châu Mỹ, ông kết luận: “Kết cục không hay ho lắm.” Hay như nhà sinh học thiên văn David Grinspoon nói: “Nếu sống trong khu rừng toàn sư tử đói, liệu bạn có dám nhảy từ trên cây xuống, miệng hô: ‘Tao đây’ không?”

Tuy nhiên, phim ảnh Hollywood đã tẩy não chúng ta, khiến ta nghĩ mình có thể đánh bại những kẻ xâm lăng ngoài hành tinh trong khi công nghệ của họ đi trước chúng ta vài thập kỷ hoặc vài thế kỷ. Hollywood cho rằng ta có thể chiến thắng bằng một mưu mẹo thô sơ nhưng tài tình nào đó. Trong phim *Independence Day* (Ngày độc lập), con người chỉ việc cài một loại virus máy tính đơn giản vào hệ điều hành là có thể khiến quân địch thua trận, cứ như thể người ngoài hành tinh sử dụng hệ điều hành Windows của Microsoft vậy.

Thậm chí các nhà khoa học cũng phạm sai lầm. Họ thường giễu cợt ý kiến cho rằng một nền văn minh xa lạ ở cách đây nhiều năm ánh sáng lại có thể đến thăm chúng ta. Nhưng đó là họ giả định các nền văn minh ngoài hành tinh chỉ đi trước ta vài thế kỷ về mặt công nghệ.

Nếu như họ đi trước hàng triệu năm thì sao? Một triệu năm chỉ là cái chớp mắt đối với vũ trụ. Nhưng trong khoảng thời gian đó, biết bao định luật vật lý và công nghệ mới đã ra đời.

Cá nhân tôi tin rằng bất kỳ nền văn minh nào đạt đến trình độ siêu việt đều sẽ hiền hòa. Họ đi trước chúng ta rất lâu, đủ thời gian để giải quyết các xung đột lâu đời về phe phái, sắc tộc, tôn giáo. Tuy vậy, chúng ta vẫn phải chuẩn bị sẵn sàng trước khả năng họ “không hiền”. Thay vì gửi tín hiệu vô tuyến ra không gian để

thông báo cho các nền văn minh ngoài hành tinh về sự tồn tại của mình, ta nên cẩn trọng, tìm hiểu về họ trước.

Tôi nghĩ rằng chúng ta sẽ bắt liên lạc được với nền văn minh ngoài Trái Đất ngay trong thế kỷ 21. Họ sẽ không phải những nhà chinh phạt nhẫn tâm, mà rất nhân từ và sẵn sàng chia sẻ công nghệ với chúng ta. Đó sẽ là một trong những bước ngoặt quan trọng bậc nhất của lịch sử, sánh ngang với việc tìm ra lửa, có thể quyết định hướng phát triển của văn minh nhân loại trong nhiều thế kỷ sau.

SETI

Một số nhà vật lý đã và đang tích cực dùng các phương tiện hiện đại để quét khắp bầu trời, tìm kiếm những dấu hiệu của văn minh tiên tiến ngoài Trái Đất. Công cuộc tìm kiếm này có tên gọi SETI (tìm kiếm trí tuệ ngoài hành tinh). Các kính viễn vọng vô tuyến mạnh nhất sẽ dò quét bầu trời để lắng nghe những tín hiệu từ nền văn minh ngoài vũ trụ.

Hiện tại, nhờ sự đóng góp hào phóng của nhà đồng sáng lập Microsoft Paul Allen cùng nhiều người khác, Viện SETI đang xây dựng 42 kính viễn vọng vô tuyến tối tân tại Hat Creek, California, cách phía đông bắc của San Francisco khoảng gần 500 km, để dò quét cả triệu ngôi sao. Theo dự kiến, cơ sở Hat Creek sẽ có 350 kính, dò tìm tần số vô tuyến trong khoảng từ một đến mười gigahertz.

Nhưng dự án SETI thường chẳng được ai mang ơn và đang phải xin kinh phí từ những nhà tài trợ giàu có nhưng vẫn còn hoài nghi. Quốc hội Hoa Kỳ không quan tâm nhiều đến chương trình, họ đã cắt sạch mọi trợ cấp vào năm 1993 và nói rằng việc này chỉ phí tiền thuế của dân. (Năm 1978, Thượng nghị sĩ William Proxmire đã trao cho SETI giải thưởng Lông cừu vàng³⁸ “danh giá”).

Thất vọng vì thiếu kinh phí, một số nhà khoa học kêu gọi công chúng trực tiếp tham gia để mở rộng việc tìm kiếm. Tại Đại học California, Berkeley, các nhà thiên văn thiết kế phần mềm SETI@home, cho phép hàng triệu người nghiệp dư tham gia dò tìm trực tuyến. Bất cứ ai cũng có thể tham gia. Bạn chỉ cần tải phần mềm từ trang web của họ. Mười giờ đêm, khi bạn ngủ, máy tính sẽ tìm kiếm

trong hàng núi dữ liệu mà SETI thu thập được, cố gắng tìm ra “chiếc kim” dưới “đáy biển”.

Tôi từng có vài dịp phỏng vấn tiến sĩ Seth Shostak, người đang làm việc cho Viện SETI ở Mountain View, California. Ông tin rằng ta sẽ bắt liên lạc được với một nền văn minh ngoài Trái Đất trước năm 2025. Tôi hỏi vì sao ông có thể khẳng định như vậy. Sau bao thập niên dò tìm miệt mài, ta vẫn chưa từng thấy dấu hiệu chắc chắn nào của văn minh ngoài hành tinh. Hơn thế nữa, dùng kính viễn vọng vô tuyến để nghe các cuộc trò chuyện ngoài hành tinh cũng có phần giống như trò may rủi, bởi có thể người ngoài hành tinh không sử dụng sóng radio. Có thể họ dùng những tần số hoàn toàn khác hoặc dùng chùm tia laser, hay một cách thức liên lạc hoàn toàn xa lạ mà ta chưa hề biết tới. Ông thừa nhận tất cả những khả năng đó đều có thể xảy ra. Nhưng ông vẫn tin là ta sẽ sớm liên lạc được với dạng sống ngoài hành tinh. Ông có phương trình Drake đứng về phía mình.

Năm 1961, bất mãn trước những suy đoán vô căn cứ về sự sống trong vũ trụ, nhà thiên văn Frank Drake cố gắng tính toán xác suất tìm thấy một nền văn minh ngoài Trái Đất. Theo đó, ta bắt đầu với số ngôi sao thuộc Dải Ngân Hà (khoảng 100 tỷ), sau đó giảm đi bằng cách nhân số đó với tỷ lệ các ngôi sao có hành tinh xung quanh, rồi với tỷ lệ các hành tinh có sự sống, rồi đến tỷ lệ các hành tinh có dạng sống thông minh, cứ thế tiếp tục. Tích của các tỷ lệ này cho ta con số gần đúng về số nền văn minh tiên tiến có thể tồn tại trong thiên hà.

Khi Frank Drake lần đầu đưa ra công thức, vẫn còn quá nhiều điều chúng ta chưa biết nên kết quả khi ấy hoàn toàn chỉ là phỏng đoán, ước đoán số nền văn minh trong thiên hà dao động từ hàng chục ngàn cho đến hàng triệu.

Ngày nay, với cơn lũ thông tin về các ngoại hành tinh tìm thấy trong không gian, ta có thể ước tính chính xác hơn nhiều. Tin vui là qua mỗi năm, các nhà thiên văn lại càng thu hẹp được các yếu tố của phương trình Drake. Giờ ta biết trong Dải Ngân Hà, cứ năm ngôi sao giống Mặt Trời thì có ít nhất một sao có các hành tinh giống Trái Đất quay quanh. Như vậy, theo phương trình, có hơn 20 tỷ hành tinh giống Trái Đất trong thiên hà của chúng ta.

Phương trình Drake hiện đã được chỉnh sửa khá nhiều. Phương trình ban đầu quá đơn giản. Bạn đọc hẳn còn nhớ, những hành tinh giống Trái Đất muốn tồn tại phải có các hành tinh cỡ Sao Mộc di chuyển theo quỹ đạo tròn để đánh bật các tiểu hành tinh và mảnh vụn có khả năng hủy diệt sự sống. Như vậy, ta chỉ tính số hành tinh giống Trái Đất nhưng có hàng xóm là các hành tinh cỡ Sao Mộc. Các hành tinh giống Trái Đất còn cần có các vệ tinh cỡ lớn để giúp bình ổn độ xoay, nếu không chúng sẽ lắc lư và bị lật sau hàng triệu năm. (Nếu Mặt Trăng có kích thước nhỏ, như một tiểu hành tinh chẳng hạn, thì những nhiễu loạn nhỏ trong độ xoay của Trái Đất sẽ dần tích tụ và sau một thời gian rất dài, theo định luật Newton, Trái Đất sẽ bị lật. Sự sống trên Trái Đất sẽ gặp thảm họa, do sẽ xảy ra động đất, sóng thần dữ dội và núi lửa phun trào khủng khiếp khi vỏ Trái Đất bị nứt. Mặt Trăng của chúng ta đủ lớn để những nhiễu loạn đó không tích tụ. Nhưng Sao Hỏa có những vệ tinh rất nhỏ và có lẽ đã từng bị lật trong quá khứ xa xưa.)

Khoa học hiện đại đã cung cấp cho ta cả một đại dương dữ liệu cụ thể về số hành tinh đủ điều kiện nuôi dưỡng sự sống, nhưng chúng cũng cho thấy sự sống có thể bị hủy diệt bởi đủ loại thảm họa và tai nạn thiên nhiên. Trong lịch sử Trái Đất, đã nhiều lần các thảm họa thiên nhiên (như các vụ va chạm thiên thạch, kỷ băng hà trên toàn hành tinh, núi lửa phun trào) suýt tận diệt dạng sống thông minh. Một câu hỏi căn bản là có bao nhiêu phần trăm trong số các hành tinh đáp ứng tiêu chí nuôi dưỡng sự sống thật sự có sự sống; và bao nhiêu phần trăm trong số các hành tinh thật sự có sự sống thoát khỏi những thảm họa cấp hành tinh rồi cho phép dạng sống thông minh tồn tại? Chúng ta vẫn còn chặng đường dài để ước tính được chính xác số nền văn minh tiên tiến trong Dải Ngân Hà.

CUỘC TIẾP XÚC ĐẦU TIÊN

Tôi hỏi tiến sĩ Shostak điều gì sẽ xảy ra nếu người ngoài hành tinh đến Trái Đất. Liệu tổng thống Hoa Kỳ có triệu tập họp khẩn Hội đồng Tham mưu trưởng Liên quân? Liệu Liên Hiệp Quốc có soạn thảo tuyên bố chào mừng các vị khách? Cuộc tiếp xúc đầu tiên sẽ tuân theo nghi thức nào?

Câu trả lời của ông khiến tôi khá bất ngờ: về cơ bản, sẽ chẳng có nghi thức nào cả. Các nhà khoa học từng có hội thảo bàn về vấn đề này, nhưng họ chỉ có những

đề xuất không mang sức nặng đáng kể. Không một chính phủ nào coi đây là vấn đề nghiêm túc.

Dù sao đi nữa, cuộc tiếp xúc đầu tiên có lẽ chỉ là đối thoại một chiều, khi máy dò tìm trên Trái Đất phát hiện một thông điệp lạc đến từ hành tinh xa. Nhưng điều đó không có nghĩa ta có thể thiết lập đối thoại cùng họ. Một tín hiệu như vậy có thể xuất phát từ một hệ cách Trái Đất 50 năm ánh sáng chẳng hạn, vậy sẽ mất 100 năm để một thông điệp được gửi đến ngôi sao đó và lời phản hồi quay về Trái Đất.

Như vậy, việc giao tiếp với sinh vật ngoài hành tinh là cực kỳ khó khăn.

Giả định rằng có một ngày người ngoài hành tinh sẽ đến Trái Đất, câu hỏi lúc đó sẽ là: Làm sao ta nói chuyện được với họ? Họ sẽ nói loại ngôn ngữ nào?

Trong phim *Arrival* (Cuộc đổ bộ bí ẩn), người ngoài hành tinh đưa nhiều tàu không lồ bay lượn đầy đe dọa trên bầu trời nhiều quốc gia. Khi người Trái Đất bước vào trong tàu, họ bắt gặp những sinh vật lạ trông giống những con mực khổng lồ. Việc cố gắng tương tác với chúng là rất khó khăn, do chúng giao tiếp bằng cách viết lên màn hình những ký tự lạ mà các nhà ngôn ngữ phải vắt óc giải mã. Khủng hoảng xảy ra khi người ngoài hành tinh viết một chữ có thể dịch sang hai nghĩa là “công cụ” và “vũ khí”. Bối rối trước sự nhập nhằng này, các vũ khí hạt nhân được đặt trong tình trạng báo động cao nhất. Có vẻ chiến tranh liên hành tinh sắp sửa nổ ra, tất cả chỉ vì một hiểu lầm về ngôn ngữ.

(Trên thực tế, có lẽ bất kỳ loài sinh vật nào đủ tiến bộ để gửi tàu đến Trái Đất đều hẳn đã theo dõi tín hiệu truyền hình và truyền thanh của ta, đồng thời giải mã trước ngôn ngữ địa cầu, nên họ sẽ không cần phụ thuộc vào các nhà ngôn ngữ trên Trái Đất. Nhưng dù sao, sẽ không hề khôn ngoan nếu khơi mào một cuộc chiến tranh liên hành tinh với những sinh vật tiến bộ hơn chúng ta hàng thiên niên kỷ.)

Sẽ ra sao nếu người ngoài hành tinh có hệ quy chiếu ngôn ngữ hoàn toàn khác chúng ta?

Nếu họ tiến hóa từ loài chó thông minh thì có lẽ ngôn ngữ họ dùng sẽ dựa trên mùi vị, thay vì hình ảnh thị giác. Nếu tiến hóa từ chim thông minh, ngôn ngữ của họ sẽ dựa trên những điệu hát phức tạp. Nếu tiến hóa từ dơi hay cá heo, họ sẽ dùng tín hiệu siêu âm. Nếu tiến hóa từ côn trùng, có thể họ sẽ dùng pheromone để gửi tín hiệu cho nhau.

Khi phân tích não động vật, ta thấy chúng rất khác não người. Một phần lớn não người phục vụ thị giác và ngôn ngữ, còn não động vật phục vụ khứu giác và thính giác nhiều hơn.

Nói cách khác, khi lần đầu gặp gỡ một nền văn minh ngoài hành tinh, ta không thể mặc định họ sẽ suy nghĩ và giao tiếp giống ta.

TRÔNG HỌ SẼ RA SAO?

Trong các phim khoa học viễn tưởng, cao trào thường là lúc cuối cùng ta cũng được nhìn thấy người ngoài hành tinh. (Thật ra, *Contact* (Sự thật che giấu) sẽ là bộ phim rất hay nếu không có một điểm đáng thất vọng là sau những diễn biến dồn dập, chúng ta lại không được nhìn thấy hình dạng thật của sinh vật ngoài hành tinh.) Nhưng trong loạt phim *Star Trek*, tất cả người ngoài hành tinh đều trông giống hệt con người và nói chuyện bằng tiếng Anh giọng Mỹ chuẩn. Họ chỉ khác con người duy nhất ở cái mũi. Hình ảnh người vũ trụ trong *Star Wars* thì sáng tạo hơn, giống thú hoang hoặc cá, nhưng họ đều đến từ hành tinh có không khí và trọng lực tương tự Trái Đất.

Thoạt tiên, ta sẽ nghĩ người ngoài hành tinh có thể mang bất kỳ hình dạng nào, vì ta cũng chưa từng gặp gỡ họ. Nhưng có một logic mà có lẽ họ cũng phải tuân theo. Tuy chưa thể khẳng định hoàn toàn, nhưng rất có khả năng sự sống ngoài vũ trụ bắt đầu từ dưới biển và cấu thành từ phân tử gốc cacbon. Cacbon đáp ứng hai tiêu chí tối quan trọng cho sự sống: khả năng lưu trữ lượng thông tin lớn, do có cấu trúc phân tử phức tạp; và khả năng tự nhân bản. (Cacbon có bốn liên kết nguyên tử, cho phép tạo ra những chuỗi hydrocacbon dài, trong đó bao gồm chuỗi protein và ADN. Các chuỗi ADN cacbon dài này đều chứa mã trong trình

tự nguyên tử của chúng. Chuỗi ADN gồm hai mạch, về sau chúng sẽ tách ra và “bắt” các phân tử để tạo một bản sao của chính chúng theo đúng mã quy định.)

Ngoại sinh học là một nhánh khoa học mới ra đời gần đây, tập trung nghiên cứu sự sống tại những thế giới xa xôi, với hệ sinh thái khác hẳn Trái Đất. Đến nay, các nhà ngoại sinh học chưa tìm thấy con đường tạo ra sự sống nào khác ngoài cacbon - con đường đã cho chúng ta những phân tử đa dạng và phong phú. Nhiều dạng sống khác cũng được xem xét đến, như sinh vật thông minh trông giống bóng bay trôi nổi trong khí quyển các hành tinh khí khổng lồ, nhưng rất khó tạo ra các chất hóa học để hình thành nên chúng.

Hồi nhỏ, tôi rất thích *Forbidden Planet*, bộ phim này đã dạy tôi một bài học khoa học giá trị. Ở một hành tinh xa, các phi hành gia bị một quái vật khổng lồ đe dọa và giết hại. Một nhà khoa học đặt khuôn thạch cao vào dấu chân con quái vật để lại trên mặt đất. Ông choáng váng trước những gì mình tìm được, tuyên bố rằng bàn chân con quái vật không tuân theo bất kỳ định luật tiến hóa nào. Móng vuốt, ngón chân, xương bàn chân của nó đều có cách sắp xếp rất quái lạ.

Chi tiết trên khiến tôi chú ý. Quái vật vi phạm định luật tiến hóa ư? Ý tưởng cho rằng ngay cả quái vật và người ngoài hành tinh cũng phải tuân theo các định luật khoa học nghe thật mới mẻ với tôi. Trước đó tôi nghĩ quái vật chỉ cần hung dữ và xấu xí là được. Nhưng rồi tôi thấy ý tưởng quái vật và người ngoài hành tinh phải tuân theo những quy luật tự nhiên giống chúng ta thật sự hợp lý. Họ không hề sống giữa chân không.

Chẳng hạn, khi nghe chuyện về quái vật hồ Loch Ness, tôi lại tự hỏi có bao nhiêu con như thế? Nếu một con quái giống như khủng long có thể tồn tại trong hồ, thì hẳn nó phải là một phần trong quần thể sinh sản khoảng 50 con. Nếu thế, bằng chứng về chúng (xương, xác con mồi, chất thải, v.v..) hẳn đã phải được tìm thấy. Nhưng việc chẳng có bằng chứng nào được tìm ra khiến ta phải nghi ngờ về sự tồn tại của loài sinh vật này.

Tương tự, định luật tiến hóa cũng có thể áp dụng cho sinh vật ngoài hành tinh. Chúng ta không thể mô tả chính xác nền văn minh của họ khởi phát ra sao từ một hành tinh xa xôi. Tuy vậy, ta có thể suy luận dựa trên sự tiến hóa của chính loài

người. Khi phân tích quá trình *Homo Sapien* (người tinh khôn) phát triển trí tuệ, ta thấy có ít nhất ba nhân tố quan trọng giúp nhân loại vươn lên từ bùn đen.

- 1. *Mắt có khả năng nhìn nổi*

Nhìn chung, loài săn mồi thường thông minh hơn con mồi. Để đi săn hiệu quả, chúng cần thành thạo các kỹ năng ẩn mình, khéo léo xây dựng chiến thuật ngụy trang và đánh lừa con mồi. Ngoài ra còn phải hiểu thói quen của con mồi, biết chúng hay đi ăn ở đâu, có những điểm yếu gì, khả năng tự vệ ra sao. Tất cả những đòi hỏi này đều cần dùng đến trí óc.

Trong khi đó, tất cả những gì con mồi cần làm chỉ là chạy.

Khác biệt này thể hiện rõ trong mắt động vật. Thú săn mồi, như hổ và cáo, sở hữu cặp mắt nhìn ra đằng trước, giúp chúng nhìn được *hình ảnh nổi* khi nào so sánh ảnh ở mắt trái và mắt phải. Chúng sẽ đánh giá được khoảng cách, vốn là yếu tố rất quan trọng giúp định vị con mồi. Tuy nhiên, loài bị săn lại không cần mắt nhìn nổi. Chúng chỉ cần tầm nhìn 360 độ để phát hiện thú săn mồi, do đó chúng có mắt nằm ở hai bên mặt, như hươu và thỏ.

Nhiều khả năng người thông minh ngoài hành tinh là hậu duệ của giống loài đi săn. Điều này không nhất thiết có nghĩa rằng họ có tính cách hung hăng, nhưng cho thấy tổ tiên của họ từng là thú săn mồi. Và ta cũng nên thận trọng.

- 2. *Ngón cái tách biệt hoặc có bộ phận cầm nắm*

Một phẩm chất ở những chủng loài có thể phát triển nền văn minh trí tuệ là khả năng biến đổi môi trường. Thay vì chỉ chịu đựng những thay đổi trong môi trường xung quanh, động vật thông minh có thể tác động lên môi trường để tăng khả năng sống sót. Một điểm khiến con người khác biệt với các loài khác là ngón tay cái tách biệt với bốn ngón kia, cho phép chúng ta sử dụng công cụ. Xưa kia, chúng ta thường dùng tay để chuyển từ cành cây này sang cành cây kia, vòng cung tạo bởi ngón cái và ngón trỏ của ta có kích cỡ tương đương một cành cây ở châu Phi. (Tuy nhiên, ngón cái tách rời không phải là bộ phận cầm nắm duy nhất có thể dẫn đến trí tuệ. Xúc tu và càng cũng có thể có tác dụng.)

Nếu sở hữu nhân tố một và hai, động vật sẽ có khả năng phối hợp nhịp nhàng giữa mắt và tay để săn mồi, đồng thời biết sử dụng công cụ. Nhưng nhân tố thứ ba sẽ kết hợp tất cả với nhau.

- 3. *Ngôn ngữ*

Với phần lớn các loài, bài học mà mỗi cá thể riêng biệt học được sẽ biến mất khi cá thể này chết đi.

Việc truyền đạt và tích lũy thông tin qua nhiều thế hệ cần tới một dạng ngôn ngữ nào đó. Ngôn ngữ càng trừu tượng, càng có thể chuyển tải nhiều thông tin cho các thế hệ.

Loài săn mồi có nhiều cơ hội phát triển ngôn ngữ, vì bầy đàn săn mồi cần phải liên lạc và phối hợp với nhau. Ngôn ngữ đặc biệt quan trọng với sinh vật sống theo bầy đàn. Một thợ săn đơn độc có thể bị con voi răng mấu nghiền nát, nhưng cả nhóm thợ săn cùng mai phục, bao vây và đánh bầy thì sẽ hạ được con voi. Hơn nữa, ngôn ngữ là một hiện tượng xã hội giúp thúc đẩy sự hợp tác giữa các cá nhân. Nó là thành tố quan trọng giúp văn minh con người trỗi dậy.

Tôi từng chứng kiến một ví dụ sống động về phương diện xã hội của ngôn ngữ khi bơi trong bể có đầy các chú cá heo nghịch ngợm ở một chương trình truyền hình của kênh Discovery. Bộ cảm ứng sóng âm đặt trong hồ bơi đã ghi nhận những âm thanh và tiếng réo mà chúng phát ra khi giao tiếp với nhau. Tuy không có ngôn ngữ viết nhưng chúng có ngôn ngữ âm thanh mà ta có thể thu lại và phân tích.

Tiếp đó, khi sử dụng máy tính, ta có thể tìm dấu hiệu trí tuệ trong các âm thanh đó. Thí dụ, nếu phân tích ngẫu nhiên, ta thấy *e* là chữ cái được sử dụng nhiều nhất trong bảng chữ cái tiếng Anh. Như vậy, qua sẽ liệt kê các chữ cái rồi phân tích tần suất xuất hiện của từng chữ, ta sẽ tìm ra “dấu vân tay” đặc trưng trong ngôn ngữ hoặc văn phong của một cá nhân. (Đây là phương pháp khả thi để truy tìm tác giả của các tác phẩm lịch sử – chẳng hạn để chứng minh Shakespeare đúng là tác giả của các vở kịch mang tên ông.)

Tương tự, ta ghi âm cuộc trò chuyện của cá heo và sẽ thấy các tiếng chiêm chiêm hoặc tiếng réo lặp đi lặp lại theo một công thức toán học.

Nhờ cách này, ta có thể phân tích ngôn ngữ của nhiều loài khác, như chó hay mèo, và tìm ra dấu hiệu nhận biết tương tự của trí tuệ thông minh.

Tuy vậy, khi phân tích âm thanh của côn trùng, ta thấy ít dấu hiệu của trí tuệ hơn. Như vậy, những loài động vật kia quả thực có ngôn ngữ sơ khai và máy tính có thể tính toán mức độ phức tạp của những ngôn ngữ đó bằng phương pháp toán học.

SỰ TIẾN HÓA CỦA TRÍ TUỆ TRÊN TRÁI ĐẤT

Nếu sự tiến hóa của loài có trí tuệ cần ít nhất ba nhân tố như vừa giới thiệu thì ta có thể đặt câu hỏi: Có bao nhiêu loài động vật trên Trái Đất sở hữu cả ba nhân tố đó? Ta có thể thấy nhiều loài săn mồi có mắt nhìn nổi, có càng, móng vuốt, răng nanh hoặc xúc tu nhưng không có khả năng cầm nắm công cụ. Tương tự, không loài nào có ngôn ngữ đủ phức tạp để cho phép chúng săn mồi, chia sẻ thông tin với nhau, cũng như truyền thông tin sang thế hệ sau.

Hãy so sánh trí tuệ và sự tiến hóa của con người với khủng long. Tuy hiểu biết về khủng long của chúng ta rất hạn chế, nhưng ta biết chúng từng thống trị Trái Đất trong khoảng 200 triệu năm, ấy vậy mà chúng không hề trở nên thông minh và phát triển nền văn minh khủng long, trong khi con người chỉ mất khoảng 200.000 năm để làm điều này.

Nhưng nếu phân tích kỹ vương quốc khủng long, ta thấy có những dấu hiệu chỉ ra rằng trí tuệ có thể đã từng phát triển ở loài này. Chẳng hạn, loài tấn mãnh long (*Yelociraptor*), từng được bộ phim *Jurassic Park* (Công viên kỷ Jura) đưa thành huyền thoại, hẳn đã có thể trở nên thông minh theo thời gian. Chúng có mắt nhìn nổi của loài đi săn. Chúng đi săn theo đàn, nghĩa là chúng có hệ thống liên lạc với nhau để phối hợp săn mồi. Và chúng có móng vuốt để nắm con mồi, dần dần có thể tiến hóa thành ngón tay cái tách biệt. (Ngược lại, chi trước của khủng long bạo chúa (*Tyrannosaurus rex*) rất nhỏ, có lẽ chỉ dùng để bắt thịt sau khi săn mồi

và không phù hợp để cầm nắm công cụ. Khủng long bạo chúa về cơ bản chỉ như cái mồm biết đi.)

SINH VẬT NGOÀI HÀNH TINH TRONG *STAR MAKER*

Với nền tảng thông tin trên, ta có thể phân tích các sinh vật ngoài hành tinh trong tiểu thuyết *Star Maker* của Olaf Stapledon. Nhân vật chính trong truyện có chuyến hành trình tưởng tượng vào vũ trụ, gặp gỡ rất nhiều nền văn minh kỳ thú. Vậy là chúng ta được thấy một bức tranh toàn cảnh về các dạng sống trí tuệ có thể tồn tại trải dài trên tấm toan nền là Dải Ngân Hà.

Trong số các dạng sống này, có một loài tiến hóa trên một hành tinh có trọng lực cực lớn. Do đó, thay vì có bốn chân, chúng cần sáu chân để di chuyển. Về sau, hai chân trước tiến hóa thành tay, giúp chúng thoải mái cầm nắm công cụ. Dần dần, chúng có ngoại hình giống với nhân mã (người ngựa).

Còn có những sinh vật trông giống côn trùng. Tuy mỗi cá thể côn trùng thì không thông minh, nhưng tập hợp hàng tỷ con sẽ tạo ra trí tuệ tập thể. Có cả loài trông giống chim, bay lượn thành bầy lớn như đám mây, cũng sử dụng trí tuệ tập thể. Nhân vật chính gặp cả những sinh vật trông giống cây, ban ngày bất động như cây cối, nhưng ban đêm lại di chuyển như động vật. Ngoài ra còn có những dạng sống thông minh mà ta hoàn toàn không hình dung được, như những vì sao thông minh.

Nhiều loài sinh vật trong số này sống dưới biển. Một trong những loài thành công nhất là hình thức cộng sinh giữa hai loài khác nhau, như cá và cua. Với phần đầu là cá, nằm trên thân cua, chúng bơi nhanh như cá và có thể dùng càng để cầm công cụ. Sự kết hợp này tạo cho chúng lợi thế rất lớn khi trở thành loài thống trị trên hành tinh của chúng. Về sau, loài giống cua này lên sống trên mặt đất, chế tạo máy móc, thiết bị điện, tên lửa và hình thành cả một xã hội thiên đàng dựa trên các tiêu chí phồn vinh, khoa học và phát triển.

Loài cộng sinh cá-cua này đóng cả tàu liên sao và đến thăm các nền văn minh kém phát triển hơn. Stapledon viết: “Loài cộng sinh hết sức cần trọng để các loài sơ khai hơn không phát hiện ra mình, không để những loài này đánh mất sự độc lập.”

Nói cách khác, tuy cá và cua tách rời thì không thể tiến hóa thành sinh vật bậc cao hơn, những khi chúng kết hợp thì điều đó là có thể.

Nếu giả sử có những nền văn minh ngoài hành tinh tồn tại trên các vệ tinh có băng bao phủ (như Europa hay Encedalus) hay vệ tinh của các hành tinh lang thang và phần lớn chúng đều phát triển dưới nước, vậy câu hỏi sẽ là: Liệu sinh vật dưới nước có thể thực sự có trí thông minh?

Nếu phân tích đại dương Trái Đất, ta sẽ thấy có vài vấn đề. Vây là phương tiện di chuyển cực kỳ hữu hiệu dưới đại dương, còn chân (và tay) thì không. Sinh vật nếu có vây sẽ di chuyển và xoay xở dưới nước rất nhanh, còn dùng chân di chuyển dưới đáy biển thì rất vụng về và khó khăn. Không ngạc nhiên khi ta thấy có rất ít loài dưới biển tiến hóa những bộ phận dùng để cầm nắm. Vậy nên, sinh vật có vây khó có khả năng trở nên thông minh (trừ phi bằng cách nào đó, vây tiến hóa thành bộ phận cầm nắm hoặc có thể vây chính là tay và chân của các loài trên cạn nhưng đã trở về đại dương để sống, như cá heo và cá voi).

Tuy nhiên, bạch tuộc là một loài tiến hóa rất thành công. Chúng đã sống sót qua ít nhất 300 triệu năm và có lẽ là loài thông minh nhất trong số các loài không xương sống. Khi phân tích bạch tuộc, ta thấy chúng đáp ứng đến hai trên ba tiêu chí ở trên.

Thứ nhất, là loài săn mồi, chúng sở hữu cặp mắt thợ săn. (Tuy hai mắt không thực sự tập trung về phía trước để nhìn nổi hoàn toàn.)

Thứ hai, tám xúc tu khéo léo vượt trội giúp chúng có khả năng phi thường trong việc cầm nắm các vật thể trong môi trường sống.

Nhưng bạch tuộc không có ngôn ngữ nói. Là loài đi săn độc lập, chúng không cần giao tiếp với các cá thể bạch tuộc khác. Sự tương tác giữa các thể hệ cũng rất xa cách.

Vì vậy, bạch tuộc thể hiện một mức độ thông minh nhất định. Chúng nổi tiếng ở khả năng tạm dừng thân hình mềm mại để chui qua các kẽ hở nhỏ và thoát ra khỏi bể cá. Chúng cũng đi qua được mê cung, chứng tỏ chúng sở hữu một dạng ký ức

nào đó. Thậm chí chúng còn biết sử dụng công cụ. Từng có một con bạch tuộc lấy vỏ dừa làm nơi trú ẩn cho mình.

Vậy tại sao bạch tuộc có chút ít trí thông minh và các xúc tu linh hoạt như vậy lại không trở nên thông minh thực sự? Trở trêu thay, rất có thể do chúng đã quá thành công. Nấp dưới tảng đá và dùng xúc tu bắt mồi là chiến thuật rất hiệu quả, nên có lẽ bạch tuộc không cần phát triển trí thông minh. Nói cách khác, do không chịu áp lực phải tiến hóa nên chúng không phát triển trí thông minh thêm nữa.

Nhưng trên một hành tinh xa, dưới những điều kiện khác, một loài tương tự bạch tuộc có thể sẽ phát triển ngôn ngữ, như tiếng chiêm chiêm hay tiếng réo, để đi săn theo đàn. Miệng bạch tuộc có thể tiến hóa để phát ra những âm thanh ngôn ngữ thô sơ. Cũng có thể trong tương lai xa, áp lực tiến hóa trên Trái Đất sẽ khiến bạch tuộc buộc phải phát triển trí thông minh.

Vậy khả năng xuất hiện loài tám chân thông minh thực sự có thể xảy ra.

Một loài thông minh khác được Stapledon nhắc đến là loài chim. Giới khoa học cũng ghi nhận rằng giống như bạch tuộc, loài chim có trí thông minh đáng chú ý. Nhưng khác bạch tuộc, chim có cách thức giao tiếp với nhau rất tinh vi, thông qua tiếng chiêm chiêm và giai điệu hót. Ghi lại tiếng hót của một số loại chim, các nhà khoa học nhận thấy giai điệu càng phức tạp và du dương thì khả năng hấp dẫn chim khác phái càng lớn. Nói cách khác, chim mái lắng nghe độ phức tạp trong giai điệu hót của chim trống để đánh giá sức khỏe, sức mạnh và độ phù hợp để kết đôi. Do đó, loài chim luôn luôn bị áp lực tiến hóa, phải phát triển những giai điệu phức tạp và đạt đến một độ thông minh nhất định. Tuy một số loài chim có mắt nhìn nổi của loài đi săn (như chim ưng hay cú) và sử dụng dạng thức ngôn ngữ nào đó, nhưng chúng không có khả năng tác động tới môi trường xung quanh.

Hàng triệu năm trước, một số loài bốn chân đã tiến hóa thành chim. Phân tích xương của loài chim, ta thấy rõ dấu hiệu của xương chân tiến hóa dần dần thành xương cánh. Từng xương chân đều có xương cánh tương ứng. Nhưng để tác động lên môi trường, cần phải có đôi tay tự do để cầm công cụ. Như vậy, chim thông minh sẽ phải tiến hóa sao cho đôi cánh có hai chức năng, vừa để bay vừa để cầm

nắm công cụ, hoặc phải có ít nhất sáu chân ở thời điểm chưa tiến hóa, sau đó bốn chân trở thành cánh và tay.

Tóm lại, việc chim trở nên thông minh là khả thi, nếu bằng cách nào đó chúng phát triển được khả năng sử dụng công cụ.

Trên đây chỉ là một vài ví dụ về khả năng trở nên thông minh của các loài. Nếu chú tâm quan sát, chắc chắn ta sẽ thấy còn rất nhiều loài khác cũng có khả năng đó.

TRÍ TUỆ LOÀI NGƯỜI

Để hiểu rõ quá trình tiến hóa, ta cần trả lời câu hỏi: Tại sao con người lại phát triển trí tuệ? Rất nhiều loài linh trưởng tiến gần đến ba tiêu chuẩn trí tuệ kể trên, nhưng tại sao duy nhất loài người chúng ta thành công, mà không phải tinh tinh, tinh tinh lùn (họ hàng tiến hóa gần nhất của con người), hay khỉ đột?

Khi so sánh *Homo Sapiens* (người tinh khôn) với các loài thú khác, ta sẽ thấy bản thân chúng ta rất yếu ớt và vụng về. Có khi ta sẽ là trò cười cho cả vương quốc động vật. Ta chạy không nhanh, không có móng vuốt, không thể bay, mũi không thính, không có lớp bao bọc bên ngoài, sức mạnh không nổi bật, da ta không có lông và khá mỏng manh. Xét trên mọi phương diện, rất nhiều loài động vật vượt trội hơn hẳn chúng ta về mặt thể chất.

Thật thế, hầu hết các loài ta thấy quanh mình đều rất thuận lợi và không chịu áp lực phải tiến hóa. Một số loài chẳng hề thay đổi suốt hàng triệu năm. Chính bởi yếu đuối và vụng về, nên ta chịu áp lực rất lớn để đạt được những kỹ năng mà các loài linh trưởng khác không có. Để bù đắp những khuyết điểm, ta phải trở nên thông minh.

Một giả thuyết cho rằng khí hậu vùng Đông Phi đã biến đổi cách đây vài triệu năm, khiến rừng rậm biến mất và đồng cỏ mở rộng. Tổ tiên của chúng ta là loài sống trong rừng, nên rất nhiều cá thể đã chết khi cây cối không còn.

Những cá thể sống sót bắt buộc phải di cư từ rừng rậm ra thảo nguyên và đồng cỏ. Họ phải ưỡn lưng và đứng thẳng để nhìn thấy được phía trên cỏ cao. (Ta thấy vết tích việc này ở hiện tượng vồng lưng, khiến vùng thắt lưng phải chịu áp lực lớn. Đó là lý do khiến đau lưng là một trong những vấn đề thường gặp nhất ở người trung niên.)

Dáng đứng thẳng lại mang tới một lợi ích tuyệt vời nữa: hai tay con người được giải phóng nên ta có thể sử dụng công cụ.

Khi chúng ta gặp sinh vật thông minh ngoài Trái Đất, rất nhiều khả năng họ cũng từng vụng về, yếu ớt và phải bù đắp các khuyết điểm bằng cách phát triển trí thông minh. Giống với chúng ta, họ sẽ phát triển khả năng sống sót bằng một kỹ thuật mới: biến đổi môi trường theo ý mình.

SỰ TIẾN HÓA TRÊN HÀNH TINH KHÁC

Vậy sinh vật thông minh sẽ xây dựng xã hội công nghệ hiện đại ra sao?

Như đã đề cập, dạng sống phổ biến nhất trong thiên hà có lẽ là loài thủy sinh. Ta đã xét đến khả năng tiến hóa về sinh lý cần thiết của sinh vật biển, nhưng ngoài ra còn có khía cạnh văn hóa và công nghệ. Hãy cùng xem liệu một nền văn minh tiên tiến có thể vươn lên từ đáy biển.

Đối với con người, sau khi chúng ta biết làm nông, quá trình phát triển năng lượng và thông tin trải qua ba giai đoạn.

Giai đoạn thứ nhất là cách mạng công nghiệp, khi năng lượng trong tay chúng ta được nhân lên nhiều lần nhờ sức mạnh của than đá và nhiên liệu hóa thạch. Xã hội bùng nổ nhờ năng lượng, văn hóa nông nghiệp ban sơ chuyển sang văn hóa công nghiệp.

Giai đoạn thứ hai là cách mạng điện, khi chúng ta có năng lượng để dùng nhờ máy phát điện và các phương thức liên lạc mới, gồm có truyền thanh, truyền hình, viễn thông. Kết quả là cả năng lượng và thông tin đều phát triển mạnh.

Giai đoạn thứ ba là cách mạng thông tin, khi sức mạnh máy tính thống trị xã hội.

Hãy thử đặt một câu hỏi đơn giản: Liệu nền văn minh thủy sinh bên ngoài vũ trụ có trải qua ba giai đoạn phát triển năng lượng và thông tin tương tự?

Do các vệ tinh như Europa và Enceladus đều nằm cách Mặt Trời quá xa và đại dương của chúng luôn bị băng bao phủ, nên các sinh vật thông minh nơi đây có khả năng bị mù, giống như loài cá sống trong hang tối bên dưới bề mặt Trái Đất. Thay vào đó, các sinh vật này sẽ phát triển một số dạng sonar (sound navigation and ranging: điều hướng âm thanh và phạm vi), dùng sóng âm như loài dơi để di chuyển dưới biển.

Do bước sóng ánh sáng nhỏ hơn nhiều so với bước sóng âm thanh, nên họ sẽ không nhìn được rõ ràng và chi tiết như chúng ta nhìn bằng mắt (tương tự như phương pháp siêu âm của bác sĩ sẽ không nhìn được chi tiết như phương pháp nội soi). Điều này sẽ khiến họ tiến chậm trên con đường kiến tạo nền văn minh hiện đại.

Nhưng quan trọng hơn, loài thủy sinh sẽ gặp khó khăn về năng lượng, do họ không thể đốt nhiên liệu hóa thạch dưới nước và khó che chắn nguồn điện. Hầu hết máy móc công nghiệp đều sẽ vô dụng do không có oxy để đốt và tạo ra chuyển động cơ học. Quang năng cũng không dùng được, vì ánh sáng Mặt Trời không xuyên qua được lớp băng vĩnh cửu.

Không sử dụng được động cơ đốt trong, lửa và quang năng, có vẻ như các loài thủy sinh ngoài hành tinh sẽ thiếu năng lượng để phát triển xã hội hiện đại. Nhưng họ có một nguồn tài nguyên sẵn có chưa được tận dụng, đó là năng lượng địa nhiệt đến từ các miệng phun nhiệt dưới đáy đại dương. Tương tự miệng phun dưới biển Trái Đất, các miệng phun trên Europa và Enceladus có thể sẽ cung cấp nguồn năng lượng để vận hành thiết bị.

Họ cũng có thể tạo ra động cơ hơi nước dưới nước. Nhiệt độ miệng phun nhiều khả năng vượt quá điểm sôi của nước. Nếu nhiệt từ các miệng phun có thể được truyền đi thì sinh vật ngoài hành tinh có khả năng dùng nó để tạo ra động cơ hơi nước. Hệ thống ống dẫn sẽ đưa nước sôi từ các miệng phun đi và làm quay pit tông. Từ đây, họ có thể bước vào kỷ nguyên máy móc.

Họ cũng có thể dùng nhiệt này để nung quặng và mở ra ngành luyện kim. Nếu biết chiết tách và đúc kim loại, họ sẽ xây dựng được các thành phố nơi đáy biển. Tóm lại, họ hoàn toàn có thể tạo ra cách mạng công nghiệp dưới biển.

Cách mạng điện tưởng chừng như không thể, vì nước sẽ khiến hầu hết thiết bị điện truyền thống bị ngắt mạch. Không có điện, công nghệ sẽ bị hạn chế và không thể đạt đến đỉnh cao thần kỳ.

Tuy nhiên, ở đây, vẫn tồn tại giải pháp khả thi. Nếu loài thủy sinh này tìm được sắt từ hóa ở đáy đại dương thì họ có thể chế tạo máy phát điện để vận hành máy móc. Khi làm quay các nam châm này (có thể bằng luồng hơi nước bắn vào cánh quạt tua bin), các electron sẽ được đẩy đi theo dây dẫn, tạo thành dòng điện. (Đây cũng là cơ chế dùng cho đèn xe đạp và đạp thủy điện). Họ sẽ có thể tạo ra máy phát điện sử dụng nam châm kể cả khi ở dưới nước, nhờ đó bước vào kỷ nguyên điện.

Cách mạng thông tin cùng với máy tính cũng khó tiến hành, nhưng không phải là phi thực tế đối với loài thủy sinh. Giống như nước là môi trường hoàn hảo cho sự sống khởi sinh, thì silicon có thể là nền tảng của công nghệ máy tính dựa trên con chip. Dưới đáy đại dương có khả năng có silicon mà họ có thể khai thác, tinh chế, rồi khắc để tạo ra con chip bằng tia cực tím, giống như cách chúng ta làm. (Để chế tạo chip silicon, người ta chiếu ánh sáng UV qua một tấm khuôn chứa bản phơi toàn bộ các chi tiết mạch trên chip. Tia UV và một loạt phản ứng hóa học sẽ khắc lại một phiên bản nội dung trên miếng lát silicon, tạo nên các bóng bán dẫn trên chip. Đây là quy trình căn bản trong công nghệ bán dẫn, hoàn toàn có thể thực hiện dưới nước).

Như vậy, loài thủy sinh cũng có khả năng phát triển trí tuệ và kiến tạo xã hội công nghệ hiện đại.

RÀO CẢN TỰ NHIÊN ĐỐI VỚI CÔNG NGHỆ NGOÀI HÀNH TINH

Khi một nền văn minh bắt đầu bước vào quá trình dài và gian nan để trở thành xã hội hiện đại, nó đối mặt với vấn đề khác. Sẽ có một loạt hiện tượng tự nhiên trở thành rào cản.

Thí dụ, nếu sinh vật thông minh tiến hóa tại hành tinh tương tự Sao Kim hay Titan, họ sẽ gặp mây mù bao phủ vĩnh viễn và không bao giờ nhìn thấy những ngôi sao. Quan niệm về vũ trụ của họ chỉ gói gọn trong hành tinh họ sống.

Như vậy, nền văn minh của họ không hề phát triển thiên văn học, và tôn giáo của họ sẽ chỉ kể chuyện về hành tinh họ sống. Do không được thôi thúc khám phá những nơi xa hơn lớp mây bao phủ, nền văn minh của họ sẽ kém phát triển và ít có khả năng phát triển chương trình không gian. Không có chương trình không gian, họ cũng không bao giờ có viễn thông và vệ tinh khí tượng. (Trong tiểu thuyết của Stapledon, một số loài thủy sinh sống dưới biển đã di cư lên cạn, nhờ đó mới biết đến thiên văn học. Nếu ở mãi dưới đại dương, họ sẽ không thể biết tới vũ trụ bên ngoài hành tinh của họ.)

Còn vấn đề khác nữa mà một xã hội phát triển phải đối mặt được nêu trong tiểu thuyết rất thành công *Nightfall* (Màn đêm buông xuống) của Asimov. Ông mượn tượng các nhà khoa học sống trên một hành tinh quay quanh sáu ngôi sao. Hành tinh này lúc nào cũng ngập tràn ánh sáng của các vì sao. Các cư dân nơi đây không hề biết đến bầu trời đêm với hàng tỷ ngôi sao, nên họ tin chắc rằng toàn bộ vũ trụ chỉ nằm trong hệ của họ. Toàn bộ tôn giáo và bản sắc của họ đều xoay quanh niềm tin nền tảng này.

Nhưng rồi các nhà khoa học khám phá ra một loạt thông tin đáng ngại. Theo đó, cứ 2.000 năm, nền văn minh của họ lại rơi vào hỗn mang. Có điều gì đó bí ẩn xảy ra và khiến xã hội của họ tan rã. Chu kỳ này dường như đã bắt đầu từ quá khứ rất xa xưa. Có truyền thuyết rằng các cư dân đã phát điên vì mọi thứ bỗng trở nên tối tăm. Họ đốt những đồng lửa khổng lồ để thắp sáng bầu trời, đến khi các thành phố hoàn toàn chìm trong lửa. Các giáo phái kỳ lạ lan truyền, chính phủ sụp đổ, xã hội tan rã. Phải trải qua 2.000 năm, nền văn minh tiếp theo mới trỗi dậy từ đồng tro tàn.

Rốt cuộc, giới khoa học nhận ra sự thật kinh hoàng: cứ 2.000 năm, quỹ đạo hành tinh lại gặp sự cố bất thường, khiến màn đêm buông xuống nơi đây. Họ hoảng sợ vì biết chu kỳ sắp sửa lặp lại. Kết thúc truyện, bóng tối lại bắt đầu tràn ngập và nền văn minh rơi vào suy tàn, hỗn loạn.

Những chuyện như *Nightfall* buộc chúng ta suy ngẫm về cách thức sự sống có thể tồn tại ở những hành tinh có điều kiện khác hẳn chúng ta. Chúng ta may mắn sống trên Trái Đất này, nơi có nguồn năng lượng luôn dồi dào, có đủ điều kiện cho lửa và sự cháy, có khí quyển cho phép thiết bị điện hoạt động mà không bị ngắn mạch, có nguồn silicon phong phú, và ở đây chúng ta có thể nhìn thấy bầu trời đêm. Nếu thiếu một trong những thành tố trên, việc gây dựng nền văn minh tiến bộ sẽ gặp rất nhiều khó khăn.

NGHỊCH LÝ FERMI: HỌ Ở NƠI NÀO?

Nhưng có một câu hỏi vẫn làm chúng ta băn khoăn dai dẳng, đó là nghịch lý Fermi³⁹: Người ngoài hành tinh ở đâu? Nếu họ thực sự tồn tại thì hẳn họ phải để lại dấu vết nào đó, thậm chí đến thăm Trái Đất, nhưng ta không hề thấy bằng chứng của chuyến viếng thăm nào.

Có rất nhiều cách giải thích cho nghịch lý này. Suy nghĩ của tôi như sau: Nếu người ngoài hành tinh đủ khả năng đến thăm Trái Đất từ một nơi cách hàng trăm năm ánh sáng, thì công nghệ của họ hẳn phải tiến bộ hơn ta nhiều lần. Nếu đúng như vậy thì ta quả là cao ngạo khi tin rằng họ sẽ du hành hàng ngàn tỷ cây số để đến thăm một nền văn minh lạc hậu, chẳng có gì để nói ngó ngang. Suy cho cùng, khi vào rừng, ta có cố gắng nói chuyện với hươu và sóc không? Có thể ban đầu ta cũng thử, nhưng vì chúng không đáp lời nên ta nhanh chóng mất hứng và rời đi.

Bởi vậy, nhiều khả năng họ đã mặc kệ chúng ta, chỉ coi ta là sinh vật sơ khai có chút kỳ lạ. Hoặc như Olaf Stapledon phỏng đoán từ nhiều thập niên trước, có lẽ họ theo chính sách không can thiệp vào các nền văn minh sơ khai. Hay nói cách khác, họ biết chúng ta tồn tại, song không muốn gây ảnh hưởng đến quá trình phát triển của ta. (Stapledon cũng đưa ra một giải thích khác. Ông viết: “Một số thế giới tiền-không-tưởng, không gây hại nhưng không tiến thêm được nữa, thì

được giữ gìn yên ổn trong hòa bình, giống như cách chúng ta bảo tồn động vật hoang dã trong công viên quốc gia nhằm mục đích khoa học.”)

Khi đem thắc mắc này hỏi tiến sĩ Shostak, tôi lại nhận được câu trả lời khác hẳn. Shostak nói rằng một nền văn minh tiến bộ hơn chúng ta sẽ đạt nhiều thành tựu về trí tuệ nhân tạo, và họ sẽ đưa robot đi thám hiểm không gian. Theo ông, ta không nên ngạc nhiên nếu những người ngoài hành tinh ta bắt gặp là máy móc chứ không phải sinh vật sinh học. Trong những bộ phim như *Blade Runner* (Tội phạm nhân bản), robot được đưa vào không gian để thực hiện những công việc nặng nhọc, do công cuộc khai thác không gian rất khó khăn và nguy hiểm. Đây cũng có thể chính là lý do ta không bắt được các tín hiệu vô tuyến của họ. Nếu người ngoài hành tinh đi theo lộ trình phát triển công nghệ như chúng ta, họ sẽ sớm tạo ra robot sau khi phát minh được radio. Khi bước vào kỷ nguyên trí tuệ nhân tạo, họ sẽ hợp nhất với robot và không sử dụng radio nhiều nữa.

Ví dụ, một nền văn minh robot có thể sẽ trang bị dây cáp thay cho ăng-ten vô tuyến hay vi sóng. Do đó, họ sẽ trở nên vô hình trước máy dò tìm vô tuyến của chương trình SETI. Nói cách khác, nền văn minh ngoài hành tinh có thể chỉ sử dụng vô tuyến trong vài thế kỷ, vì vậy ta không thể bắt được tín hiệu từ họ.

Một số dự đoán cho rằng có thể họ sẽ muốn cướp đi thứ gì đó từ Trái Đất. Nhiều khả năng đó là nước lỏng ở các đại dương. Nước lỏng thực sự là tài nguyên quý giá trong Hệ Mặt Trời, chỉ xuất hiện ở Trái Đất và những vệ tinh hành tinh khí khổng lồ, còn băng thì không hề quý hiếm. Có nhiều băng trên sao chổi, tiểu hành tinh và các vệ tinh quay quanh những hành tinh khí khổng lồ. Do vậy, nền văn minh ngoài hành tinh sẽ chỉ cần làm tan băng.

Một khả năng khác là họ cướp phá các loại khoáng sản giá trị của Trái Đất. Điều này có thể xảy ra, nhưng vẫn còn đó nhiều hành tinh có khoáng sản quý và không có người ở. Nếu nền văn minh kia có công nghệ để đến được Trái Đất xa xôi, có lẽ họ sẽ lựa chọn hành tinh trước khi khai thác. Một hành tinh không có sinh vật thông minh đương nhiên sẽ dễ dàng khai thác hơn.

Một khả năng nữa là họ muốn lấy nhiệt lượng từ lõi Trái Đất, nghĩa là sẽ phải hủy diệt cả hành tinh của chúng ta. Nhưng một nền văn minh tiên tiến có thể khai

thác năng lượng nhiệt hạch hẳn sẽ chẳng cần đến nhiệt lượng từ lõi Trái Đất. Suy cho cùng, hydro, nhiên liệu dành cho phản ứng nhiệt hạch, là nguyên tố dồi dào nhất trong khắp vũ trụ. Ngoài ra, họ cũng luôn có thể khai thác năng lượng vô cùng phong phú từ các ngôi sao.

CÓ PHẢI TA ĐANG CẢN ĐƯỜNG HỌ?

Trong truyện *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy* (Bí kíp quá giang vào Ngân Hà), người ngoài hành tinh muốn loại bỏ chúng ta, vì đơn giản là ta cản đường của họ. Giới chức trên hành tinh lạ không hề thù hận cá nhân với loài người, nhưng chúng ta là những chướng ngại cần loại bỏ để họ xây dựng đường vòng liên thiên hà. Đây thực sự là khả năng có thể xảy ra. Lấy ví dụ, loài hươu sẽ thấy ai nguy hiểm hơn: một thợ săn đói bụng mang theo khẩu súng trường mạnh mẽ, hay một anh chàng quy hoạch hiền lành, tay cầm cặp sách, đang đi tìm đất xây dựng? Tay thợ săn có thể nguy hiểm hơn đối với một con hươu, nhưng sau cùng, tay quy hoạch mới là kẻ tiêu diệt toàn bộ loài hươu, xóa sổ vô số loài sinh vật trong khu rừng.

Cũng tương tự, người Sao Hỏa trong *The War of the Worlds* không hề có hận thù với người Trái Đất. Hành tinh của họ đang chết, nên họ muốn giành lấy Trái Đất. Họ không ghét loài người. Chỉ là chúng ta đã cản đường họ.

Lý do này cũng xuất hiện trong bộ phim siêu anh hùng *Man of Steel* mà chúng ta đã nhắc đến ở trên. Trong phim, ADN của toàn bộ cư dân hành tinh Krypton đã được bảo quản ngay trước khi hành tinh của họ nổ tung. Họ cần chiếm lấy Trái Đất để hồi sinh giống loài. Dù kịch bản này có vẻ hợp lý, nhưng vẫn còn rất nhiều hành tinh khác để xâm chiếm, nên ta có thể hy vọng họ sẽ không “đếm xỉa” gì đến chúng ta.

Đồng nghiệp Paul Davies của tôi lại đưa ra một khả năng khác. Có thể họ sở hữu công nghệ cao tới mức viết ra được những chương trình thực tế ảo vượt xa đời thực và họ thích sống vĩnh viễn trong thế giới trò chơi điện tử tuyệt vời đó. Khả năng này không quá phi lý, bởi ngay ở loài người chúng ta cũng có một bộ phận nhỏ những người thích sống trong thế giới ma túy mờ mịt, phiêu linh hơn là đối

diện với thực tế. Trong thế giới chúng ta, đây là lựa chọn không bền vững, vì xã hội sẽ tan vỡ nếu ai cũng chìm trong ma túy. Nhưng nếu máy móc thỏa mãn được mọi nhu cầu vật chất của con người, thì việc cả xã hội trở thành “ăn bám, ký sinh” là điều có thể xảy ra.

Nhưng mọi phỏng đoán trên vẫn để ngỏ câu hỏi: Một nền văn minh siêu việt, có khi đi trước nhân loại hàng ngàn đến hàng triệu năm, trông sẽ ra sao? Gặp gỡ họ sẽ mở ra kỷ nguyên hòa bình và thịnh vượng hay là sự tận diệt?

Ta không thể dự đoán các mặt văn hóa, chính trị và xã hội của một nền văn minh siêu việt, nhưng như tôi đã nói, có một thứ mà ngay cả họ cũng phải tuân theo: các định luật vật lý. Vậy vật lý cho ta biết gì về sự tiến hóa của một nền văn minh siêu tiến bộ?

Và nếu ta không gặp gỡ nền văn minh siêu việt nào trong thiên hà này, thì bản thân chúng ta sẽ phát triển thế nào trong tương lai? Liệu ta sẽ có thể khám phá các ngôi sao, và sau cùng là cả thiên hà?

Nhân vật trong loạt phim hoạt hình *Alvin and the Chipmunks* (Alvin và lũ sóc chuột). (ND)[↗](#)

Tức Golden Fleece Award, trao cho những cá nhân hoặc tổ chức chuyên tiêu phí của công. (ND)[↗](#)

Đặt theo tên nhà vật lý người Italy Enrico Fermi. (ND)[↗](#)

Một số nhà khoa học đề xuất bổ sung văn minh cấp IV, tức nền văn minh có thể điều khiển không-thời gian đủ để gây tác động đến toàn thể vũ trụ.

Nhưng sao chỉ dừng lại ở một vũ trụ mà thôi?

– CHRIS IMPEY

Có điều gì đó rất lý thú về khoa học. Có thể thu về hàng tá suy đoán chỉ từ một lượng dữ kiện rất nhỏ.

– MARK TWAIN

13. NHỮNG NỀN VĂN MINH SIÊU VIỆT

Các báo giật tít:

“Tìm thấy giữa không gian một quần thể siêu kiến trúc khổng lồ của người ngoài hành tinh!”

“Máy móc của người ngoài hành tinh khiến giới thiên văn bối rối!”

Ngay cả tờ *Washington Post*, vốn không thường xuyên đăng những bài giật gân về UFO và người ngoài hành tinh, cũng chạy tít: “Ngôi sao kỳ lạ nhất trên bầu trời lại trở chứng”.

Đột nhiên, các nhà thiên văn, những người thường ngày chỉ ngồi phân tích đồng dữ liệu nhằm chần từ các vệ tinh và kính viễn vọng vô tuyến, được cánh nhà báo hốt hải tới tập gọi điện, hỏi xem thực hư việc tìm ra một kiến trúc ngoài hành tinh trong vũ trụ.

Bản thân họ cũng bị bất ngờ. Cộng đồng thiên văn không biết phải trả lời sao. Đúng vậy, có một thứ kỳ lạ đã được tìm thấy ngoài không gian. Phải, nó thách thức mọi lời giải thích, nhưng vẫn còn quá sớm để nói nó là cái gì. Có khi nó chẳng là gì cả.

Tranh cãi nổi lên khi giới thiên văn quan sát các ngoại hành tinh quá cảnh trước những vì sao xa xôi. Thông thường, khi di chuyển qua phía trước sao mẹ, một ngoại hành tinh khổng lồ cỡ Sao Mộc sẽ làm độ sáng sao mẹ giảm đi khoảng 1%. Nhưng một hôm, khi đang phân tích dữ liệu từ tàu vũ trụ Kepler về ngôi sao KIC 8462852, nằm cách Trái Đất khoảng 1.400 năm ánh sáng, họ kinh ngạc nhận thấy một sự lạ lùng: vào năm 2011, có thứ gì đó đã làm ngôi sao mờ đi đến 15%. Những bất thường như thế thường sẽ bị bỏ qua. Có lẽ khí cụ dùng khi quan sát đã gặp trục trặc, điện áp tăng đột ngột tạm thời hoặc đơn giản là mặt gương kính viễn vọng dính bụi.

Nhưng người ta lại thấy nó lần nữa vào năm 2013, lần này cường độ ánh sáng ngôi sao giảm tới 22%. Khoa học chưa từng biết đến thứ gì có thể thường xuyên làm giảm độ sáng của một ngôi sao ở mức như vậy.

“Chúng tôi chưa bao giờ thấy thứ gì tương tự ngôi sao này. Thật hết sức kỳ lạ.” Tabetha Boyajian, nghiên cứu sinh sau tiến sĩ tại Đại học Yale, nói.

Mọi chuyện càng kỳ lạ hơn khi Bradley Schaefer thuộc Đại học Tiểu bang Louisiana tìm lại các tấm kính ảnh cũ và nhận ra KIC 8462852 giảm sáng định kỳ kể từ năm 1890. Tạp chí *Astronomy Now* viết rằng sự kiện này “đã khiến giới thiên văn lao vào quan sát điên cuồng, cố gắng làm sáng tỏ cái đang mau chóng trở thành một trong những bí ẩn lớn nhất của ngành thiên văn.”

Cộng đồng thiên văn đưa ra một danh sách dài những lời giải thích khả dĩ. Nhưng lần lượt, từng nguyên nhân quen thuộc đều bị nghi ngờ.

Thứ gì có thể khiến ánh sáng ngôi sao giảm mạnh đến vậy? Thứ gì đó to gấp 22 lần Sao Mộc? Có phải một hành tinh đang lao vào ngôi sao? Nhưng người ta đã loại trừ những nguyên do trên bởi hiện tượng lạ này cứ lặp đi lặp lại. Một khả năng khác là do bụi từ đĩa xoay trong hệ hành tinh. Khi một hệ hành tinh cô đặc trong không gian, đĩa xoay khí bụi nguyên thủy có thể lớn hơn nhiều lần so với chính mặt trời của nó. Có thể đĩa này quá cảnh trước ngôi sao và khiến nó giảm độ sáng.

Nhưng điều này đã được gạch bỏ khi người ta phân tích ngôi sao và nhận thấy nó là sao trưởng thành. Lớp bụi hãn đã được cô đặc từ lâu, hoặc đã bị gió từ ngôi sao

thời bay vào không gian.

Sau khi đã loại bỏ không ít lời giải thích, còn lại một khả năng khó bị bác bỏ hơn. Không ai muốn tin vào khả năng này, song cũng không thể gạt bỏ nó hoàn toàn: có thể đó là một quần thể siêu kiến trúc khổng lồ do sinh vật thông minh ngoài hành tinh xây dựng nên.

“Người ngoài hành tinh luôn là giả thuyết được xem xét sau cùng, nhưng thứ này có vẻ thực sự giống như được nền văn minh ngoài hành tinh tạo ra.” Jason Wright, nhà thiên văn từ Đại học Penn State, nói.

Do khoảng cách giữa hai lần giảm sáng năm 2011 và 2013 là 750 ngày, nên các nhà thiên văn dự kiến lần tiếp theo sẽ là tháng 5 năm 2017. Và đúng thời điểm đó, ngôi sao bắt đầu giảm độ sáng. Lần này, gần như tất cả các kính viễn vọng trên Trái Đất có khả năng đo độ sáng ánh sao đều hướng về KIC 8462852. Các nhà thiên văn trên khắp thế giới quan sát thấy ngôi sao giảm độ sáng đi 3% rồi sáng trở lại như cũ.

Nhưng nhân tố nào đã tác động lên ánh sáng sao? Có người nghĩ đó là quả cầu Dyson, khái niệm do Olaf Stapledon đề xướng vào năm 1937, sau đó được nhà vật lý Freeman Dyson phân tích thêm. Dyson là quả cầu khổng lồ bao quanh một ngôi sao, được thiết kế để thu thập nguồn năng lượng dồi dào từ ánh sáng sao. Hoặc đó cũng có thể là một quả cầu khổng lồ di chuyển theo quỹ đạo ngôi sao và cứ theo định kỳ lại đi qua phía trước mặt ngôi sao, che mờ ánh sáng sao. Có lẽ đây là thứ được phát minh ra để cung cấp năng lượng cho máy móc của nền văn minh Cấp II. Giả định này kích thích trí tưởng tượng của cả những người nghiệp dư và giới báo chí. Họ đặt câu hỏi: nền văn minh Cấp II là gì?

THANG VĂN MINH CỦA KARDASHEV

Thang đo cấp độ văn minh được nhà thiên văn người Nga Nikolai Kardashev đề xuất lần đầu năm 1964. Ông không hài lòng với việc tìm kiếm nền văn minh ngoài hành tinh mà không hề có khái niệm gì về nó. Các nhà khoa học thường lượng hóa những gì chưa biết, vì thế ông đưa ra thang phân loại các nền văn minh

dựa trên nền tảng tiêu thụ năng lượng. Các nền văn minh khác nhau có thể có nền văn hóa, chính trị và lịch sử khác nhau, nhưng tất cả đều cần dùng năng lượng. Ông chia các cấp độ văn minh như sau:

- 1. Văn minh Cấp I sử dụng toàn bộ năng lượng từ ánh sáng mặt trời chiếu xuống hành tinh.
- 2. Văn minh Cấp II sử dụng toàn bộ năng lượng mà mặt trời sản sinh ra.
- 3. Văn minh Cấp III sử dụng năng lượng của toàn bộ thiên hà.

Từ đây, Kardashev đã đưa ra một cách thức rất đơn giản và tiện lợi để tính toán số lượng và xếp hạng các nền văn minh có thể tồn tại trong thiên hà, dựa trên nền tảng tiêu thụ năng lượng của chúng.

Mỗi nền văn minh đều có mức tiêu thụ năng lượng có thể đo đếm. Thật dễ dàng tính ra lượng ánh sáng Mặt Trời chiếu xuống một mét vuông trên Trái Đất. Nhân con số này với tổng diện tích Trái Đất được Mặt Trời chiếu sáng sẽ có ngay tổng năng lượng ước tính của một nền văn minh Cấp I điển hình. (Văn minh Cấp I sử dụng 7×10^{17} watt năng lượng, gấp 100.000 lần sản lượng năng lượng trên Trái Đất hiện nay.)

Do đã biết tỷ lệ năng lượng Mặt Trời chiếu xuống Trái Đất, nên nếu nhân con số này với toàn bộ diện tích Mặt Trời, ta sẽ có tổng năng lượng Mặt Trời (khoảng 4×10^{26} watt). Đây là mức năng lượng mà nền văn minh Cấp II sử dụng.

Ta cũng biết Dải Ngân Hà chứa khoảng bao nhiêu ngôi sao, nên nhân tổng năng lượng Mặt Trời với số ngôi sao sẽ cho ra tổng năng lượng của thiên hà, khoảng 4×10^{37} watt, là mức năng lượng tiêu thụ của nền văn minh Cấp III trong thiên hà chúng ta.

Từ kết quả lý thú này, Kardashev thấy rằng mỗi cấp văn minh có mức tiêu thụ năng lượng lớn hơn cấp trước nó từ 10 tỷ đến 100 tỷ lần.

Từ đó, ta có thể tính toán khi nào ta sẽ lên hạng trong thang văn minh. Với tổng mức tiêu thụ năng lượng hiện tại, ta đang ở văn minh Cấp 0,7.

Giả định mỗi năm con số này tăng thêm từ 2-3%, tương ứng với tốc độ tăng trưởng trung bình hằng năm hiện tại của GDP toàn thế giới, ta sẽ cần khoảng một hay hai thế kỷ nữa để trở thành văn minh cấp I. Lên tới Cấp II cần vài ngàn năm, dựa vào cách tính toán này. Còn Cấp III thì khó tính toán hơn, vì liên quan đến tiến bộ trong công cuộc du hành liên sao, mà điều này ta không dự báo trước được. Theo một ước tính, để trở thành văn minh Cấp III, ta sẽ mất không dưới 100.000 năm và không quá một triệu năm.

TỪ VĂN MINH CẤP 0 LÊN CẤP I

Trong các quá trình chuyển tiếp, có lẽ giai đoạn từ 0 lên I như chúng ta hiện đang trải qua là khó khăn nhất. Bởi văn minh Cấp 0 là cấp thấp nhất, cả về công nghệ và xã hội. Nó chỉ mới vươn lên từ đây rẫy những vấn đề như phân chia bè phái, chủ nghĩa độc tài và xung đột tôn giáo, v.v... Quá khứ của nó đầy những sát se, đâu đâu cũng thấy tòa án dị giáo, người ngược đãi người, tàn sát và chiến tranh. Các sách lịch sử của chúng ta đầy những chuyện giết chóc và diệt chủng kinh hoàng, hầu hết đều do mê tín, thiếu hiểu biết, cuồng loạn và hận thù mà ra.

Nhưng ta đang chứng kiến nền văn minh Cấp I sắp chào đời, lấy khoa học và phần vinh làm nền tảng. Ta thấy những hạt giống của cuộc chuyển tiếp quan trọng này nảy nở hằng ngày trước mắt chúng ta. Một ngôn ngữ hành tinh hiện đã phôi thai. Mạng internet chính là hệ thống điện thoại của nền văn minh Cấp I. Internet là công nghệ ra đời đầu tiên của văn minh Cấp I ra đời.

Ta cũng đang chứng kiến sự trỗi dậy của nền văn hóa hành tinh. Trong thể thao, ta có bóng đá và Thế vận hội Olympic. Trong âm nhạc, ta có những ngôi sao nổi tiếng toàn cầu. Trong ngành thời trang, ở mọi khu mua sắm cao cấp đều có những cửa hàng và thương hiệu hàng đầu.

Nhiều người lo lắng tiến trình này sẽ đe dọa văn hóa và phong tục địa phương. Nhưng ở hầu hết các nước thuộc thế giới thứ ba, giới tinh hoa đều nói song ngữ, thông thạo tiếng bản địa và một thứ tiếng châu Âu hoặc tiếng Quan Thoại. Trong tương lai, con người sẽ trở thành song văn hóa, thấu hiểu mọi phong tục của văn hóa bản địa nhưng cũng dễ dàng hòa nhập với văn hóa toàn cầu đang nổi lên. Do

đó, sự đa dạng, phong phú của văn hóa Trái Đất sẽ vẫn tồn tại ngay khi văn hóa hành tinh nổi lên mạnh mẽ.

Chúng ta đã phân loại được các nền văn minh trong vũ trụ, giờ đây hãy dùng dữ liệu đó để tính thử số nền văn minh siêu việt trong Dải Ngân Hà. Chẳng hạn, áp dụng phương trình Drake cho văn minh Cấp I, ta thấy cấp văn minh này có lẽ khá phổ biến. Tuy vậy, ta vẫn chưa có bằng chứng xác thực nào. Vì sao? Có nhiều cách lý giải khác nhau. Elon Musk cho rằng khi nền văn minh biết làm chủ công nghệ tối tân, họ dùng công nghệ đó để hủy diệt chính mình, và nguy cơ lớn nhất đối với văn minh Cấp I chính là tự diệt.

Đối với chúng ta, có rất nhiều thách thức khi chuyển tiếp từ văn minh Cấp 0 lên Cấp I, trong đó nổi bật nhất có thể kể đến là hiện tượng nóng lên toàn cầu, khủng bố sinh học và phổ biến vũ khí hạt nhân.

Thách thức hàng đầu và cấp bách nhất là phổ biến vũ khí hạt nhân. Bom hạt nhân hiện đã xuất hiện ở những khu vực bất ổn nhất thế giới, như Trung Đông, tiểu lục địa Ấn Độ và bán đảo Triều Tiên. Ngay cả những nước nhỏ rồi đây cũng sẽ đủ khả năng phát triển vũ khí hạt nhân. Trước kia, chỉ những quốc gia lớn mới có thể tinh chế quặng urani thành vật liệu để làm vũ khí. Việc này từng phải cần đến nhiều nhà máy khuếch tán khí khổng lồ và hàng loạt máy siêu ly tâm. Những cơ sở làm giàu urani này lớn đến mức có thể quan sát chúng dễ dàng từ vệ tinh. Tất cả những yếu tố này đã từng nằm ngoài tầm với của các nước nhỏ.

Nhưng các bản thiết kế vũ khí hạt nhân đã bị đánh cắp và được bán cho các chế độ bất ổn. Chi phí xây dựng máy siêu ly tâm và tinh chế urani cũng đã giảm. Kết quả là ngay cả những nước như Triều Tiên, quốc gia luôn đứng bên bờ vực sụp đổ, cũng tích lũy được một kho vũ khí hạt nhân dù nhỏ nhưng không kém phần chết chóc.

Ngày nay, một cuộc chiến tranh khu vực, như giữa Ấn Độ và Pakistan, cũng có thể dễ dàng leo thang thành chiến tranh lớn, kéo theo các siêu cường hạt nhân nhập cuộc. Hoa Kỳ và Nga, mỗi bên đều sở hữu khoảng 7.000 vũ khí hạt nhân, sẽ là mối đe dọa khủng khiếp nếu họ tham chiến. Ngoài ra, còn có lo ngại về việc

các tác nhân phi quốc gia và những nhóm khủng bố cũng có thể sở hữu bom hạt nhân.

Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ giao nhiệm vụ cho Công ty tư vấn Global Business Network phân tích, báo cáo những hậu quả sẽ xảy ra nếu hiện tượng nóng lên toàn cầu hủy hoại nền kinh tế các nước nghèo, chẳng hạn như Bangladesh. Họ kết luận rằng trong tình huống xấu nhất, các quốc gia có thể sẽ sử dụng vũ khí hạt nhân để bảo vệ biên giới khỏi cơn lũ tị nạn gồm hàng triệu người tuyệt vọng, đói khát. Nhưng ngay cả nếu chiến tranh hạt nhân không xảy ra, thì nóng lên toàn cầu cũng đã là nguy cơ đe dọa sự sống còn của nhân loại.

NÓNG LÊN TOÀN CẦU VÀ KHỦNG BỐ SINH HỌC

Từ sau kỷ băng hà gần nhất cách đây 10.000 năm, Trái Đất bắt đầu ấm dần lên. Tuy nhiên, trong nửa thế kỷ qua, tốc độ ấm lên của Trái Đất đã tăng nhanh đến mức báo động, thể hiện qua vô khối bằng chứng như:

- • Các sông băng lớn trên Trái Đất đều đang thu hẹp;
- • Lớp băng Bắc Cực mỏng đi trung bình 50% trong 50 năm qua;
- • Phần lớn bề mặt của Greenland, nơi được lớp băng lớn thứ nhì thế giới bao phủ, hiện đang tan chảy;
- • Một phần của châu Nam Cực, thềm băng Larsen C, với diện tích tương đương tiểu bang Delaware của Hoa Kỳ, đã tách ra vào năm 2017, và độ vững chắc của các lớp băng, thềm băng khác hiện cũng đáng lo ngại;
- • Mấy năm vừa qua là những năm nóng nhất được ghi nhận trong lịch sử loài người;
- • Nhiệt độ trung bình của Trái Đất tăng thêm 1,3°C trong thế kỷ vừa qua;
- • Tính trung bình, mùa hè ngày nay dài hơn khoảng một tuần so với trước kia

- Những sự kiện “trăm năm có một”, như cháy rừng, lũ lụt, hạn hán và bão nhiệt đới, xảy ra ngày càng thường xuyên.

Nếu hiện tượng Trái Đất nóng lên vẫn tăng tốc trong những thập niên tới và không được ngăn chặn, nó có thể khiến các quốc gia rơi vào bất ổn, gây nên nạn đói hàng loạt, khởi nguồn cho các cuộc di cư ồ ạt của người dân vùng ven biển, đe dọa nền kinh tế toàn cầu và cản trở bước tiến lên nền văn minh Cấp I.

Ngoài ra, vũ khí sinh học với khả năng xóa sổ 98% nhân loại cũng là một nguy cơ.

Trong suốt chiều dài lịch sử thế giới, kẻ sát nhân ghê gớm nhất không phải chiến tranh, mà là các bệnh dịch. Thật không may, có thể nhiều quốc gia vẫn bí mật lưu trữ các tác nhân gây bệnh chết người, chẳng hạn virus đậu mùa, từ đó dùng công nghệ sinh học biến chúng thành vũ khí và gieo rắc tai ương. Nguy cơ tiếp theo là kẻ nào đó sẽ sử dụng công nghệ sinh học để tạo ra vũ khí tận diệt, biến đổi các tác nhân gây bệnh có sẵn - như virus Ebola, HIV, cúm gia cầm - khiến chúng tăng khả năng gây chết người hoặc lây lan nhanh và dễ dàng hơn.

Trong tương lai, khi đến các hành tinh khác, có thể ta sẽ chỉ thấy tro tàn của những nền văn minh đã chết: hành tinh có khí quyển chứa đầy phóng xạ; hành tinh có nhiệt độ quá cao, do hiệu ứng nhà kính diễn ra mất kiểm soát, hoặc hành tinh chỉ còn những thành phố không một bóng người vì các cư dân ở đây đã sử dụng vũ khí sinh học tiên tiến lên chính họ và gây ra sự diệt vong. Như vậy, quá trình chuyển tiếp từ văn minh Cấp 0 lên Cấp I hoàn toàn không phải con đường luôn thành công mà thực ra còn là thử thách lớn nhất của các nền văn minh đang trỗi dậy.

NĂNG LƯỢNG CHO VĂN MINH CẤP I

Một câu hỏi then chốt là: liệu nền văn minh Cấp I có thể chuyển sang các dạng năng lượng thay thế cho nhiên liệu hóa thạch không?

Khai thác năng lượng hạt nhân urani là một lựa chọn. Nhưng nhiên liệu urani dùng trong các lò phản ứng hạt nhân thông thường sẽ tạo ra lượng chất thải vô cùng lớn, gây ô nhiễm phóng xạ đến hàng triệu năm. Ngay cả hiện tại, khi đã bước vào kỷ nguyên hạt nhân hơn 50 năm, chúng ta vẫn chưa tìm ra được cách thực sự an toàn để lưu trữ chất thải hạt nhân phóng xạ mức độ cao. Loại vật chất này khá nóng, có thể gây ra nóng chảy như trong thảm họa Chernobyl và Fukushima.

Một phương pháp thay thế năng lượng urani phân hạch là năng lượng nhiệt hạch, nhưng như ta đã thấy ở chương 8, dạng năng lượng này chưa sẵn sàng để thương mại hóa. Tuy vậy, một nền văn minh Cấp I đi trước chúng ta một thế kỷ có thể sẽ hoàn thiện công nghệ này và sử dụng nó làm nguồn năng lượng quý giá gần như vô tận.

Một ưu điểm của năng lượng nhiệt hạch là nó dùng nhiên liệu hydro, thứ có thể chiết tách từ nước biển. Nhà máy nhiệt hạch cũng không phải hứng chịu thảm họa nóng chảy như nhà máy Chernobyl và Fukushima. Nếu nhà máy gặp sự cố (chẳng hạn khi luồng khí siêu nóng chạm vào thành lò phản ứng), thì quy trình nhiệt hạch sẽ tự động ngắt. (Quy trình nhiệt hạch phải đáp ứng tiêu chuẩn Lawson: mật độ hạt và nhiệt độ phải duy trì ở mức thích hợp trong thời gian đủ dài để hạt nhân hydro có thể tổng hợp. Nhưng nếu quy trình này bị mất kiểm soát thì tiêu chuẩn Lawson không còn được tuân thủ, nên nó sẽ tự ngừng.)

Ngoài ra, lò nhiệt hạch chỉ sản sinh ra rất ít chất thải phóng xạ. Các neutron tạo ra trong phản ứng hợp hạch hydro khiến lớp thép trong lò phản ứng bị nhiễm xạ nhẹ. Nhưng lượng chất thải sinh ra theo cách này chỉ bằng một phần rất nhỏ so với lò phân hạch.

Ngoài năng lượng nhiệt hạch, còn có những nguồn năng lượng tái tạo khác. Một khả năng thú vị của văn minh Cấp I là khai thác quang năng không gian. Do 60% năng lượng Mặt Trời bị thất thoát khi đi qua khí quyển, nên các vệ tinh có thể thu được nhiều năng lượng hơn những thiết bị thu trên bề mặt Trái Đất.

Hệ thống quang năng không gian có thể sẽ bao gồm nhiều mặt gương khổng lồ quay quanh quỹ đạo Trái Đất và thu thập ánh nắng. Đây sẽ là vệ tinh địa tĩnh

(quay quanh Trái Đất bằng tốc độ tự quay của Trái Đất, nên trông chúng như đứng yên trên bầu trời). Năng lượng sẽ được chuyển xuống trạm tiếp nhận dưới Trái Đất dưới dạng bức xạ vi sóng, sau đó truyền đi các nơi thông qua lưới điện truyền thống.

Quang năng không gian có nhiều ưu điểm. Nó sạch và không phát sinh chất thải. Nó có thể hoạt động suốt 24 giờ chứ không chỉ riêng ban ngày. (Các vệ tinh hầu như không bao giờ bị Trái Đất phủ bóng, do chúng bay khá xa so với quỹ đạo Trái Đất.) Các tấm quang năng không sử dụng những chi tiết động, nên nguy cơ hỏng hóc và chi phí sửa chữa giảm đáng kể. Và quan trọng nhất, quang năng không gian khai thác nguồn năng lượng từ Mặt Trời vốn vô tận và miễn phí.

Các nhà khoa học nghiên cứu về quang năng không gian đều kết luận rằng công nghệ hiện tại có thể thực hiện được điều này. Nhưng vấn đề chính, cũng tương tự mọi nỗ lực khác liên quan tới không gian, là chi phí. Nhẩm tính sơ bộ cũng có thể thấy việc đưa các tấm pin quang năng lên quỹ đạo tốn kém gấp nhiều lần so với khi bạn đặt chúng ngoài sân.

Quang năng không gian nằm ngoài khả năng của văn minh Cấp 0 như chúng ta, nhưng sẽ là nguồn năng lượng tự nhiên đối với nền văn minh Cấp I bởi những lý do sau:

- 1. Chi phí du hành không gian đang giảm, đặc biệt nhờ xuất hiện các công ty tên lửa tư nhân và công nghệ tên lửa tái sử dụng.
- 2. Thang máy vũ trụ có thể ra đời vào cuối thế kỷ này.
- 3. Các tấm pin quang năng không gian có thể được chế tạo từ vật liệu nano siêu nhẹ, giúp giảm trọng lượng và giá thành.
- 4. Các vệ tinh có thể được lắp ráp trong không gian bằng robot, không cần tới các phi hành gia.

Hơn nữa, quang năng không gian thường được cho là phương pháp an toàn. Tuy vi sóng có thể gây hại, nhưng các tính toán cho thấy phần lớn năng lượng không

thoát ra ngoài tia chiếu và phần năng lượng thoát ra vẫn nằm trong tiêu chuẩn môi trường cho phép.

CHUYỂN TIẾP LÊN VĂN MINH CẤP II

Sau cùng, nền văn minh Cấp I có thể sẽ dùng hết năng lượng trên hành tinh và phải tìm cách khai thác nguồn năng lượng bao la từ sao mẹ.

Văn minh Cấp II có lẽ sẽ dễ dàng tìm thấy, vì nhiều khả năng đây là nền văn minh bất diệt. Không thứ gì mà khoa học biết đến có thể tiêu hủy được nó. Va chạm với thiên thạch và tiểu hành tinh sẽ được ngăn chặn bằng công nghệ tên lửa. Hiệu ứng nhà kính cũng không xảy ra khi sử dụng công nghệ hydro hoặc công nghệ mặt trời (pin nhiên liệu, năng lượng nhiệt hạch, vệ tinh quang năng, v.v.). Nếu có bất kỳ mối đe dọa cấp hành tinh nào, họ có thể rời bỏ quê nhà trên những đội tàu không gian lớn. Thậm chí họ có thể di chuyển cả hành tinh nếu cần. Với nguồn năng lượng đủ sức làm đổi hướng tiểu hành tinh, họ có thể kéo các tiểu hành tinh chạy quanh hành tinh của họ, khiến đường bay của hành tinh này hơi thay đổi. Liên tiếp thực hiện kỹ thuật đổi hướng như trên, họ sẽ dịch chuyển được quỹ đạo hành tinh ra xa khỏi sao mẹ nếu sao mẹ đang ở giai đoạn cuối và bắt đầu giãn nở.

Để tăng nguồn cung năng lượng, như đã đề cập, họ có thể chế tạo một quả cầu Dyson để thu thập hầu như toàn bộ năng lượng từ sao mẹ. (Vấn đề là khi xây dựng những quần thể siêu kiến trúc khổng lồ như vậy thì trên những hành tinh đá có thể không có đủ vật liệu để thực hiện điều này. Đường kính Mặt Trời lớn hơn Trái Đất 109 lần, nên sẽ cần lượng vật liệu lớn khủng khiếp để xây một kết cấu bao quanh nó. Giải pháp cho vấn đề này có lẽ là công nghệ nano. Nếu làm bằng vật liệu nano, độ dày của quả cầu Dyson sẽ chỉ chừng vài phân tử, nhờ đó lượng vật liệu cần dùng sẽ giảm đáng kể.)

Số nhiệm vụ không gian để xây dựng siêu kiến trúc này sẽ cực kỳ lớn. Nhưng ta có thể tính đến giải pháp sử dụng robot không gian và vật liệu tự tổ chức. Ví dụ, nếu xây dựng được trên Mặt Trăng một nhà máy nano chuyên sản xuất tấm nano cho quả cầu Dyson, ta có thể dùng robot lắp ráp các tấm này ngoài không gian.

Và các robot này có khả năng tự nhân bản, có thể tạo ra số robot vô hạn phục vụ việc xây dựng.

Tuy văn minh Cấp II gần như bất diệt, nhưng về lâu dài, nó vẫn phải đối mặt với một nguy cơ: theo định luật thứ hai của nhiệt động lực học, các loại máy móc sẽ tạo ra lượng bức xạ nhiệt hồng ngoại đủ để khiến sự sống không thể tồn tại trên hành tinh được nữa. Định luật này nói rằng entropy (rối loạn, hỗn độn, hoặc hao phí) luôn tăng trong một hệ thống kín. Trong trường hợp đang bàn, mọi máy móc, động cơ, thiết bị đều sản sinh hao phí dưới dạng nhiệt. Có lẽ ta sẽ ngây thơ nghĩ rằng tạo ra một chiếc “tủ lạnh” khổng lồ để làm mát hành tinh là được. Tuy vậy, dù tủ lạnh làm giảm nhiệt độ bên trong nó, nhưng nếu ta cộng hết tất cả mọi thứ, gồm cả nhiệt lượng do động cơ tủ lạnh sinh ra, thì tổng nhiệt của toàn hệ thống vẫn tăng.

(Giống như trong một ngày rất nóng, ta quạt gió vào mặt vì nghĩ rằng như thế sẽ mát hơn. Đúng là mặt sẽ cảm thấy mát, tạm thời ta thấy dễ chịu hơn, nhưng nhiệt sinh ra từ chuyển động của cơ, xương và các bộ phận khác trên cơ thể lại tạo thêm nhiều sức nóng. Như vậy, việc quạt chỉ gây tác động tâm lý tức thời, còn nhiệt độ cơ thể và nhiệt độ không khí xung quanh thực ra lại tăng.)

LÀM MÁT NỀN VĂN MINH CẤP II

Để sống sót qua nguy cơ từ định luật thứ hai của nhiệt động lực học, nền văn minh Cấp II cần phân tán bớt máy móc để không trở nên quá nóng. Một biện pháp khả thi mà ta đã đề cập là đưa hầu hết máy móc ra ngoài vũ trụ, biến hành tinh mẹ thành một công viên. Như vậy, nền văn minh Cấp II có thể sẽ chế tạo toàn bộ thiết bị sinh nhiệt ngoài không gian. Dù chúng sử dụng năng lượng từ sao mẹ, nhưng nhiệt lượng hao phí sẽ được thải vào không gian và tiêu tan, vì vậy không gây tác hại gì.

Quả cầu Dyson sau cùng cũng sẽ nóng lên. Tức là chính nó cũng tỏa ra bức xạ hồng ngoại. (Ngay khi giả định rằng nền văn minh Cấp II sẽ tạo ra máy móc để che đi bức xạ hồng ngoại đó, thì chính những máy móc này cũng nóng lên và phát ra hồng ngoại.)

Các nhà khoa học đã quét khắp bầu trời, cố tìm dấu hiệu bức xạ hồng ngoại của nền văn minh Cấp II, nhưng hiện vẫn chưa tìm ra. Máy móc tại Phòng thí nghiệm Fermi nằm gần Chicago đã dò quét 250.000 vì sao để tìm dấu hiệu của nền văn minh Cấp II, nhưng chỉ thấy bốn sao “thú vị nhưng vẫn còn nghi vấn”, nên kết quả vẫn còn rất mơ hồ. Kính viễn vọng không gian James Webb dự kiến đi vào hoạt động cuối năm 2018⁴⁰, chuyên dò tìm bức xạ hồng ngoại, có thể sẽ đủ nhạy để tìm ra dấu hiệu nhiệt của mọi nền văn minh Cấp II trong khu vực thiên hà gần chúng ta.

Thật bí ẩn. Nếu nền văn minh Cấp II gần như bất diệt, họ nhất định sẽ phát ra năng lượng hao phí dưới dạng bức xạ hồng ngoại, vậy tại sao ta vẫn chưa tìm ra họ? Có lẽ chỉ tìm kiếm bằng dấu hiệu hồng ngoại là quá hẹp.

Nhận định về việc tìm kiếm văn minh cấp II, nhà thiên văn Chris Impey từ Đại học Arizona đã viết: “Hãy đặt tiền đề là nền văn minh siêu việt sẽ để lại nhiều dấu vết hơn chúng ta. Văn minh Cấp II hoặc cao hơn sử dụng những công nghệ mà chúng ta chỉ mới đang mày mò hoặc thậm chí còn chưa tưởng tượng tới. Họ có thể tác động lên các vì sao, sử dụng động cơ phản vật chất hoặc vận công không-thời gian để tạo lỗ sâu hay các vũ trụ nhỏ và liên lạc bằng sóng hấp dẫn.”

David Grinspoon thì viết: “Logic cho tôi biết rằng tìm kiếm trên bầu trời những dấu hiệu thần thánh của văn minh tiên tiến ngoài Trái Đất là việc làm hợp lý. Nhưng đồng thời, nó cũng thật nực cười. Vừa logic vừa vớ vẩn. Thật lạ lùng.”

Để thoát khỏi thế tiến thoái lưỡng nan này, ta cần biết đến hai phương pháp xếp hạng văn minh: dựa trên tiêu thụ năng lượng hoặc dựa trên tiêu thụ thông tin.

Ví dụ, xã hội hiện đại phát triển theo hướng mini hóa, sử dụng năng lượng hiệu quả và tiêu thụ một lượng thông tin khổng lồ. Trên thực tế, Carl Sagan là người đề xướng phương pháp xếp hạng văn minh theo thông tin.

Theo đó, văn minh Loại A tiêu thụ một triệu bit thông tin. Văn minh Loại B nhiều hơn mười lần, tức mười triệu bit thông tin, cứ thế cho đến loại Z, với con số sừng sốt 10^{31} bit thông tin. Theo tính toán này, ta hiện đang là Loại H. Điều cần nhấn mạnh ở đây là một nền văn minh có thể phát triển trên thang thông tin tiêu

thụ trong khi lượng năng lượng tiêu thụ không đổi. Do đó, nó sẽ không phát ra nhiều bức xạ hồng ngoại.

Hãy hình dung khi ta tham quan bảo tàng khoa học. Ta choáng ngợp với kích thước của những cỗ máy thời kỳ cách mạng công nghiệp, như đầu máy khổng lồ hay tàu hơi nước cực lớn. Nhưng ta cũng nhận thấy chúng hoạt động kém hiệu quả, phát ra lượng nhiệt hao phí rất lớn. Tương tự, hàng dãy máy tính to lớn của thập niên 1950 cũng không thể sánh bằng một chiếc điện thoại di động thông thường ngày nay. Công nghệ hiện đại ngày càng tinh vi, thông minh và bớt hao phí năng lượng hơn xưa rất nhiều.

Như vậy, văn minh Cấp II có thể tiêu thụ lượng năng lượng rất lớn nhưng không bị quá nhiệt do biết phân tán máy móc trong các quả cầu Dyson, trên tiểu hành tinh và các hành tinh lân cận, hoặc nhờ chế tạo thành công những hệ thống máy tính siêu nhỏ, siêu hiệu quả. Thay vì lãng phí rất nhiều năng lượng dưới dạng nhiệt, công nghệ của họ sẽ đạt siêu hiệu quả, tiêu thụ lượng thông tin khổng lồ nhưng sản sinh ra tương đối ít lượng nhiệt hao phí.

NHÂN LOẠI SẼ PHÂN NHÁNH?

Tuy nhiên, mỗi nền văn minh sẽ vẫn có những giới hạn về khả năng du hành vũ trụ. Chẳng hạn, văn minh Cấp I, như đã đề cập, sẽ bị giới hạn trong khả năng cung cấp năng lượng của hành tinh. Trong tình huống khá nhất, họ sẽ làm chủ được công cuộc cải tạo các hành tinh tương tự Sao Hỏa và bắt đầu thám hiểm những ngôi sao gần nhất. Các tàu thăm dò không người lái sẽ thám hiểm những hệ hành tinh ở gần trước và có thể các phi hành gia đầu tiên sẽ được đưa đến ngôi sao gần nhất như Proxima Centauri. Nhưng công nghệ và kinh tế của họ không đủ tiến bộ để kiểm soát có hệ thống các hệ hành tinh ở gần.

Văn minh Cấp II tiến bộ hơn Cấp I từ hàng thế kỷ đến hàng thiên niên kỷ, nên họ đủ khả năng chiếm hữu một phần rộng lớn trong Dải Ngân Hà. Nhưng ngay cả văn minh Cấp II cũng gặp giới hạn là rào cản ánh sáng. Nếu chưa thể tạo ra lực đẩy nhanh-hơn-ánh-sáng, họ sẽ mất nhiều thế kỷ để cải tạo khu vực chiếm hữu trong thiên hà.

Nhưng nếu mất hàng thế kỷ để di chuyển giữa các hệ sao, sự gắn bó với hành tinh quê nhà sẽ trở nên hết sức mong manh. Các hành tinh sẽ mất liên lạc với nhau và những nhánh mới của loài người sẽ phát triển, thích nghi với những môi trường vô cùng khác nhau. Những người khai khẩn có thể biến đổi gen hoặc “máy hóa” chính mình để thích nghi với môi trường lạ. Sau cùng, có lẽ họ sẽ không còn cảm thấy có chút kết nối nào với hành tinh quê nhà.

Điều này có vẻ mâu thuẫn với viễn cảnh của Asimov trong loạt truyện *Foundation*, theo đó Đế quốc Thiên Hà sẽ nổi lên sau 50.000 năm nữa và thống trị gần như toàn thiên hà. Liệu ta có thể dung hòa hai viễn cảnh tương lai rất khác biệt này không?

Liệu có phải định mệnh sau cùng của văn minh nhân loại là phân thành nhiều nhánh nhỏ và mỗi nhánh chỉ biết rất ít về nhau? Một câu hỏi lớn được đặt ra: Liệu ta có chiếm được các vì sao nhưng lại đánh mất chính loài người? Và sẽ phải định nghĩa “con người” như thế nào khi có nhiều nhánh con người khác biệt như vậy?

Sự phân nhánh dường như là điều bình thường trong tự nhiên, là một dòng chảy xuyên suốt quá trình tiến hóa, không chỉ với riêng loài người. Darwin là người đầu tiên tìm hiểu ra điều này trong giới động thực vật. Trong cuốn sổ tay, ông vẽ một cái cây có nhiều cành, mỗi cành lại phân thành những cành nhỏ hơn. Chỉ bằng một sơ đồ đơn giản, ông đã vẽ nên cây sự sống, thể hiện toàn bộ sự đa dạng của tự nhiên tiến hóa từ duy nhất một loài.

Sơ đồ này có lẽ không chỉ áp dụng với các sinh vật trên Trái Đất mà với cả chính con người sau hàng ngàn năm nữa, khi chúng ta đã đạt đến văn minh Cấp II, có thể chinh phục các ngôi sao ở gần.

CUỘC ĐẠI DI DÂN TRONG THIÊN HÀ

Để có cái nhìn cụ thể hơn về vấn đề này, ta phải phân tích thêm quá trình tiến hóa của con người. Trong cuộc Đại Di dân diễn ra cách đây khoảng 75.000 năm, con người di chuyển theo các nhóm nhỏ từ châu Phi qua Trung Đông, lập nên nhiều

khu định cư ở dọc đường. Có lẽ do các thảm họa thiên nhiên, như vụ phun trào núi lửa Toba hay thời kỳ băng hà, mà một nhánh chính đã đi qua Trung Đông rồi tới Trung Á. Sau đó nhánh này phân hóa thành các nhánh nhỏ hơn cách đây 40.000 năm. Một nhánh nhỏ tiếp tục đi về phía đông và cuối cùng định cư tại châu Á, hình thành nên nhóm chính của người châu Á hiện đại. Nhánh khác đổi hướng và đi đến Bắc Âu, trở thành người da trắng. Nhánh khác nữa đi về phía đông nam, qua Ấn Độ, đến Đông Nam Á và Australia.

Ngày nay, ta thấy rất rõ kết quả của cuộc Đại Di dân.

Nó tạo ra nhiều chủng người khác biệt về màu da, chiều cao, hình dáng, văn hóa và không còn ký ức gì về tổ tiên, cội nguồn nguyên thủy của mình. Ta có thể ước tính mức độ khác biệt giữa các chủng người. Nếu một thế hệ là 20 năm thì khoảng cách giữa hai người bất kỳ trên Trái Đất là khoảng 3.500 thế hệ.

Nhưng ngày nay, hàng vạn năm sau, với công nghệ hiện đại, ta có thể tái tạo toàn bộ hành trình di cư này và xây dựng cây phả hệ con người suốt 75.000 năm qua.

Tôi đã có dịp chứng kiến minh họa sinh động của việc này khi dẫn một chương trình truyền hình khoa học trên BBC về bản chất của thời gian. BBC lấy ADN của tôi rồi đem đi trình tự hóa. Bốn gen của tôi được so sánh kỹ càng với gen của hàng ngàn người trên khắp thế giới để tìm ra các điểm giống nhau. Vị trí của những người có bốn gen giống tôi sẽ hiện trên bản đồ. Kết quả khá thú vị. Bản đồ cho thấy nhiều người tập trung ở Trung Quốc và Nhật Bản, nhưng cũng có một đường dấu chấm rải rác, thưa thớt dần và dẫn đi khá xa, qua Tây Tạng, đến gần sa mạc Gobi. Vậy là nhờ phân tích ADN, họ đã có thể vẽ lại con đường tổ tiên tôi đã đi vào khoảng 20.000 năm trước.

CHÚNG TA SẼ KHÁC BIỆT ĐẾN MỨC NÀO?

Loài người sẽ khác biệt đến đâu sau hàng ngàn năm nữa? Liệu ta có còn nhận ra loài người sau hàng vạn năm tách biệt gen không?

Câu trả lời có thể được tìm thấy khi ta sử dụng ADN như một chiếc “đồng hồ”. Các nhà sinh học nhận thấy ADN biến đổi gần như theo cùng một tỷ lệ qua các thời đại. Thí dụ, họ hàng tiến hóa gần nhất của chúng ta là loài tinh tinh. Phân tích cho thấy ADN chúng ta khác tinh tinh chừng 4%. Nghiên cứu hóa thạch của tinh tinh và người chỉ ra rằng chúng ta phân hóa với loài này từ khoảng sáu triệu năm trước.

Như vậy, cứ khoảng 1,5 triệu năm, ADN chúng ta lại biến đổi 1%. Đây chỉ là con số xấp xỉ, nhưng hãy xem liệu nó có giúp chúng ta hiểu về ADN của chính mình thời xa xưa hay không.

Giả định tỷ lệ thay đổi 1% trong mỗi 1,5 triệu năm là con số gần như bất biến.

Hãy xem xét người Neanderthal, họ hàng gần nhất của người hiện đại. Phân tích ADN và hóa thạch cho thấy ADN của họ khác chúng ta khoảng 0,5% và chúng ta tách khỏi họ từ khoảng 500.000 đến một triệu năm trước. Kết quả này tương đồng với đồng hồ ADN.

Phân tích người hiện đại, ta thấy hai người được chọn ngẫu nhiên có ADN khác nhau khoảng 0,1%. Đồng hồ ADN lại cho ta thấy các nhánh khác nhau của loài người bắt đầu phân tách khoảng 150.000 năm trước, đúng với thời điểm nguồn gốc con người.

Vậy là với đồng hồ ADN, ta có thể tính toán tương đối chính xác thời điểm con người tách khỏi tinh tinh, người Neanderthal, cũng như các nhánh người khác.

Điều quan trọng là chúng ta có thể áp dụng phương pháp đồng hồ này để có thể tính toán sự khác biệt của loài người trong tương lai khi chúng ta sống phân tán khắp thiên hà và không biến đổi gen quá nhiều. Giả định rằng thời điểm đó ta sống trong nền văn minh Cấp II và có tên lửa đạt vận tốc thấp hơn ánh sáng trong 100.000 năm.

Ngay cả nếu các khu định cư của loài người mất hết liên lạc với nhau thì ADN con người khi đó nhiều khả năng vẫn chỉ khác với chúng ta 0,1%, bằng với độ khác biệt ta thấy hiện nay giữa các cá thể người.

Kết luận là, khi con người đi khắp thiên hà với tốc độ chậm hơn ánh sáng và các nhánh mất liên lạc với nhau, về cơ bản chúng ta vẫn là con người. Ngay cả sau 100.000 năm, khi ta có lẽ đã tạm đạt được tốc độ ánh sáng, tỷ lệ khác biệt giữa con người ở hai khu định cư cũng không lớn hơn so với giữa hai cá thể người trên Trái Đất hiện nay.

Hiện tượng này cũng xảy ra với ngôn ngữ mà ta đang sử dụng. Các nhà khảo cổ và ngôn ngữ học luôn nhận thấy một mô thức lạ lùng khi họ tìm kiếm nguồn gốc ngôn ngữ. Họ phát hiện mỗi ngôn ngữ thường xuyên phân nhánh thành các phương ngữ nhỏ hơn trong quá trình di dân; theo thời gian, các phương ngữ này lại phát triển thành ngôn ngữ mới.

Nếu chúng ta thiết lập một sơ đồ gồm toàn bộ các ngôn ngữ được biết đến trên thế giới và quá trình phân nhánh của chúng, rồi so sánh với sơ đồ các cuộc di dân từ xưa đến nay, ta sẽ thấy lịch sử ngôn ngữ và lịch sử di dân trùng khớp nhau.

Chẳng hạn, Iceland, vốn đã khá tách biệt với châu Âu từ khi khu định cư đầu tiên của người Na Uy được thành lập năm 874, có thể sử dụng làm “phòng thí nghiệm” để thẩm định lý thuyết ngôn ngữ và di truyền này. Tiếng Iceland có quan hệ gần gũi với tiếng Na Uy của thế kỷ thứ chín, pha trộn một chút tiếng Scotland và tiếng Ireland. (Có lẽ do người Viking bắt nhiều người Scotland và Ireland làm nô lệ.) Tiếp theo ta có thể tạo ra đồng hồ ADN và đồng hồ ngôn ngữ để tính toán sơ bộ mức độ thay đổi tại Iceland qua 1.000 năm. Sau một thiên niên kỷ, dấu vết di dân khi xưa vẫn thể hiện rất rõ trong ngôn ngữ của họ.

Có thể ADN và ngôn ngữ của chúng ta quả thực không biến đổi nhiều qua hàng ngàn năm phân tách, vậy còn văn hóa và tín ngưỡng thì sao? Liệu ta có hiểu và cảm thông được với các nền văn hóa khác?

NHỮNG GIÁ TRỊ CỐT LÕI CHUNG

Nhìn vào cuộc Đại Di dân và những nền văn minh sinh ra từ đó, ta không chỉ thấy những khác biệt rất đa dạng về ngoại hình như màu da, kích cỡ, tóc, v.v., mà

còn nhận ra một số tính cách cốt lõi giống nhau ở mọi nền văn hóa, kể cả khi họ đã mất liên lạc với nhau hàng ngàn năm.

Điều này thể hiện rõ trong phim ảnh. Người xem thuộc các chủng tộc và văn hóa khác nhau, đã phân tách từ 75.000 năm trước, vẫn cười, khóc và hồi hộp vào cùng thời điểm trong phim. Các nhà dịch thuật cho phim nước ngoài vẫn nhận thấy điểm chung trong những lời trêu đùa và chi tiết hài hước trên phim, tuy các ngôn ngữ đã phân hóa từ rất lâu.

Trên phương diện thẩm mỹ cũng vậy. Nếu tham quan một bảo tàng nghệ thuật trưng bày các nền văn minh cổ xưa, ta sẽ thấy có nhiều chủ đề giống nhau. Bất cứ nền văn hóa nào cũng khắc họa phong cảnh thiên nhiên, chân dung giới giàu có, quyền thế và những hình ảnh huyền thoại, thần linh. Tuy cảm nhận về cái đẹp rất khó đo lường, nhưng những thứ được coi là đẹp ở nền văn hóa này thường cũng được coi là đẹp ở một nền văn hóa hoàn toàn không liên quan. Chẳng hạn, dù xem xét nền văn hóa nào, ta cũng thấy có những mẫu hình hoa và cây cỏ tương tự.

Một yếu tố khác cũng vượt qua các rào cản không gian và thời gian là những giá trị xã hội chung. Trong thâm tâm, chúng ta luôn biết quan tâm, lo lắng cho người khác. Đó là nguồn gốc của sự tử tế, rộng lượng, tình bạn và sự chu đáo, ân cần. Có nhiều dạng “nguyên tắc vàng” xuất hiện trong các nền văn minh khác nhau, ở mức độ căn bản, nhiều tôn giáo trên thế giới, đều nhấn mạnh vào những tư tưởng giống nhau, đó là lòng nhân ái, sự thương cảm với những người nghèo khổ và kém may mắn.

Một đặc điểm cốt lõi khác không mang tính hướng nội, mà là hướng ngoại. Nó bao gồm tính ham hiểu biết, sáng tạo, thích đổi mới, sự thôi thúc thám hiểm và khám phá. Mọi nền văn hóa trên thế giới đều có những huyền thoại, truyền thuyết về những nhà khám phá và những người mở đường vĩ đại.

Theo nguyên tắc người thượng cổ, các đặc tính cơ bản của con người không thay đổi nhiều qua 200.000 năm, nên ngay cả khi sinh sống trên các vì sao, nhiều khả năng ta vẫn giữ những giá trị và đặc tính đó.

Ngoài ra, các nhà tâm lý còn chỉ ra trong não chúng ta có mã hóa hình ảnh của những thứ tạo ra sự hấp dẫn. Nếu chụp ảnh hàng trăm người ngẫu nhiên rồi dùng máy tính xếp chồng các bức ảnh lên nhau, ta sẽ được một hình ảnh tổng hợp điển hình. Thật ngạc nhiên, hình ảnh này được rất nhiều người coi là hấp dẫn. Điều này có nghĩa một hình ảnh điển hình đã được khắc sâu trong não bộ chúng ta, quyết định cái gì là hấp dẫn với ta. Cái ta thấy đẹp trên khuôn mặt một người thực ra là chuẩn mực, không phải ngoại lệ.

Nhưng điều gì sẽ xảy ra nếu cuối cùng ta đạt đến văn minh Cấp III và có khả năng di chuyển nhanh hơn ánh sáng? Ta có lan tỏa các giá trị và thẩm mỹ của mình ra khắp thiên hà không?

CHUYỂN TIẾP LÊN VĂN MINH CẤP III

Văn minh Cấp II rồi sẽ dùng cạn kiệt năng lượng của sao mẹ và cả những ngôi sao lân cận, rồi trở thành văn minh Cấp III, tức văn minh thiên hà. Văn minh Cấp III không chỉ thu nhận năng lượng từ hàng tỷ ngôi sao mà còn từ lỗ đen, chẳng hạn như lỗ đen siêu lớn nằm ở trung tâm Dải Ngân Hà, nặng bằng hai triệu Mặt Trời. Nếu một tàu liên sao bay hướng vào vùng nhân Dải Ngân Hà, nó sẽ bắt gặp rất nhiều ngôi sao dày đặc và các đám mây bụi, những thứ có thể dùng làm nguồn năng lượng lý tưởng cho văn minh Cấp III. Để liên lạc giữa thiên hà rộng lớn, nền văn minh tiến bộ như vậy có thể sẽ dùng sóng hấp dẫn -loại sóng được Einstein dự báo lần đầu năm 1916 nhưng tới năm 2016 mới được các nhà vật lý phát hiện ra. Khác với tia laser dễ bị hấp thụ, tán xạ hay khuếch tán trên đường di chuyển, sóng hấp dẫn có thể lan truyền khắp các vì sao và thiên hà, do vậy nó là phương tiện đáng tin cậy hơn khi cần truyền qua những khoảng cách cực xa.

Hiện nay, ta vẫn chưa rõ việc di chuyển nhanh hơn ánh sáng có khả thi không, vì vậy cần xem xét tới khả năng không khả thi trước.

Nếu cư dân nền văn minh Cấp III vẫn chỉ sở hữu tàu vũ trụ bay dưới tốc độ ánh sáng, có thể họ sẽ quyết định thám hiểm hàng tỷ ngôi sao trong “mảnh sân” thiên hà của họ bằng cách phóng tàu robot tự nhân bản. Họ sẽ đặt những tàu này trên một vệ tinh xa xôi. Vệ tinh là lựa chọn lý tưởng vì môi trường nơi đây ổn định

hơn, không có hiện tượng xói mòn, dễ dàng cho tàu hạ và cất cánh do có trọng lực thấp. Dùng pin thu quang năng để cấp năng lượng, tàu robot có thể quét khắp hệ hành tinh và liên tục gửi về những thông tin hữu ích.

Sau khi hạ cánh, tàu robot sẽ xây dựng nhà máy bằng vật liệu trên vệ tinh để chế tạo 1.000 bản sao của chính nó. Mỗi robot thế hệ thứ hai lại lên đường chiếm hữu một vệ tinh khác. Vậy là từ một robot, ta có 1.000 con khác. Nếu mỗi con trong số đó lại nhân bản thêm 1.000 con nữa, ta sẽ có một triệu con robot. Rồi một tỷ. Rồi một ngàn tỷ. Chỉ sau vài thế hệ, ta sẽ có hàng ngàn ngàn tỷ thiết bị được các nhà khoa học gọi là máy von Neumann này.

Thực ra nội dung trên đã xuất hiện trong phim *2001*. Cho đến nay, đây là bộ phim khắc họa thực tế nhất cuộc gặp gỡ (nếu có) với sinh vật thông minh ngoài Trái Đất. Trong phim, người ngoài hành tinh đặt một máy von Neumann dưới dạng trụ đá nguyên khối trên mặt trăng. Máy gửi tín hiệu về trạm chuyển tiếp trên Sao Mộc để theo dõi hay thậm chí tác động lên sự tiến hóa của nhân loại.

Như vậy, cuộc gặp gỡ đầu tiên của chúng ta nhiều khả năng sẽ không phải với quái vật mắt bọ, mà với một thiết bị tự nhân bản nhỏ. Vì được làm bằng công nghệ nano nên có thể nó sẽ nhỏ đến mức ta không thể nhận ra. Biết đâu ngay ở mảnh sân sau nhà bạn hay trên Mặt Trăng cũng đã có bằng chứng của một chuyến viếng thăm trong quá khứ của thiết bị gần như vô hình này.

Trên thực tế, giáo sư Paul Davies từng có một bài viết kêu gọi trở lại Mặt Trăng để tìm kiếm dấu hiệu năng lượng lạ hoặc tín hiệu vô tuyến. Nếu một máy von Neumann đã đáp xuống Mặt Trăng hàng triệu năm trước thì nhiều khả năng nó sử dụng ánh sáng mặt trời làm năng lượng, như vậy nó sẽ vẫn tiếp tục phát tín hiệu radio. Và do Mặt Trăng không có hiện tượng xói mòn, nên rất có thể nó vẫn ở tại điều kiện làm việc gần như hoàn hảo và vẫn tiếp tục hoạt động.

Gần đây, mối quan tâm đến Mặt Trăng và thám hiểm Sao Hỏa đã nở rộ trở lại. Các nhà khoa học có cơ hội tuyệt vời để tìm kiếm bằng chứng về những chuyến viếng thăm trước kia của nền văn minh bên ngoài Trái Đất.

(Một số người, như Erich von Däniken, cho rằng tàu của người ngoài hành tinh đã đáp xuống Trái Đất cách đây nhiều thế kỷ và các phi hành gia ngoài hành tinh

đã được khắc họa trong nhiều công trình nghệ thuật của các nền văn minh cổ xưa. Theo họ, những thứ như mũ đội đầu và trang phục cầu kỳ thường thấy trong các bức tranh, bức tượng cổ thật ra chính là hình ảnh các phi hành gia với mũ bảo hộ, bình nhiên liệu, trang phục chịu áp suất, v.v.. Tuy ý tưởng này không thể bác bỏ, nhưng cũng rất khó chứng minh là đúng. Chỉ những bức tranh cổ xưa thì chưa đủ. Chúng ta cần bằng chứng xác thực, hiển nhiên về những chuyến viếng thăm đó. Thí dụ, nếu người hành tinh từng xây cảng không gian thì nhất định phải còn sót lại những phế thải như dây dợ, con chip, công cụ, thiết bị điện tử, rác thải và máy móc. Chỉ một con chip ngoài hành tinh cũng đủ khép lại tranh luận. Vậy nên nếu có ai đó kể với bạn rằng họ bị người ngoài hành tinh bắt cóc từ không gian, hãy nhớ dặn họ “chôm” về một thứ gì đó trên tàu nếu lại bị bắt lần nữa.)

Như vậy, ngay cả khi chưa thể vượt qua giới hạn tốc độ ánh sáng, nền văn minh Cấp III vẫn có thể đưa hàng ngàn hàng ngàn tỷ tàu thăm dò rải rác khắp thiên hà trong vòng vài trăm ngàn năm để gửi về những thông tin hữu ích.

Máy von Neumann có lẽ là cách hiệu quả nhất để nền văn minh Cấp III có thể thu thập thông tin về các quốc gia trên thiên hà. Nhưng có một cách khác để thám hiểm thiên hà trực tiếp hơn, tôi gọi nó là “dịch chuyển laser.”

DỊCH CHUYỂN LASER ĐẾN CÁC VÌ SAO

Một trong những giấc mơ của các tiểu thuyết gia khoa học viễn tưởng là trở thành sinh vật thuần túy năng lượng để thám hiểm vũ trụ. Trong tương lai xa, có lẽ chúng ta sẽ trút bỏ được thân xác vật chất và “cưỡi” luồng ánh sáng chu du không gian. Ta sẽ viếng thăm các vì sao xa xôi với tốc độ nhanh nhất có thể. Khi được giải thoát khỏi vật chất gò bó, ta sẽ bay cạnh sao chổi, lướt trên bề mặt núi lửa đang phun, vượt qua vành đai Sao Thổ và đến thăm những nơi ở tận phía bên kia thiên hà.

Đây không phải chuyến bay trong tưởng tượng, mà là giấc mơ có cơ sở khoa học hoàn toàn vững chắc, ở chương 10, ta đã phân tích Dự án Bản đồ thần kinh Con người - một nỗ lực tham vọng nhằm ghi lại bản đồ não người. Có lẽ tới cuối thế kỷ 21 hoặc đầu thế kỷ 22, ta sẽ có bản đồ hoàn chỉnh. Về nguyên tắc, nó chứa

toàn bộ ký ức, cảm giác, cảm xúc, thậm chí cả phẩm cách của chúng ta. Tiếp đó, bản đồ thần kinh sẽ được đặt lên tia laser và đưa vào không gian. Mọi thông tin cần thiết để tạo ra bản sao kỹ thuật số tâm thức của bạn sẽ bay vào vũ trụ.

Bản đồ thần kinh sẽ bay đến Mặt Trăng trong vòng một giây. Đến Sao Hỏa trong vài phút. Đến các hành tinh khí khổng lồ trong vài giờ. Và trong vòng bốn năm, nó sẽ đến được Proxima Centauri. Rồi đến tận cùng Dải Ngân Hà trong vòng 100.000 năm.

Khi đến một hành tinh xa xôi, thông tin trên chùm laser sẽ được tải xuống máy tính chủ. Sau đó bản đồ thần kinh của bạn có thể điều khiển robot thể thân. Cơ thể robot vững bền đến mức nó có thể sống sót ngay cả trong khí quyển đầy chất độc, bất kể nhiệt độ lạnh hay nóng, trọng lực mạnh hay yếu. Tuy bản đồ thần kinh của bạn nằm trong máy chủ, nhưng bạn sẽ cảm nhận được mọi cảm giác từ robot thể thân. Có thể nói bạn đang sống trong chính robot.

Ưu điểm của phương pháp này là không cần xây dựng những tên lửa đẩy hay trạm không gian đồ sộ, đắt đỏ. Bạn sẽ không bao giờ gặp những vấn đề về phi trọng lực, va chạm với tiểu hành tinh, bức xạ, tai nạn hay sự buồn chán, vì bạn di chuyển dưới dạng thông tin thuần túy. Và vì di chuyển nhanh như ánh sáng nên bạn sẽ bay tới các ngôi sao với tốc độ nhanh nhất có thể. Đối với bạn, chuyển đi sẽ như thể xảy ra ngay tức khắc. Bạn chỉ nhớ là mình bước vào phòng thí nghiệm và ngay lập tức thấy mình ở đích đến. (Điều này xảy ra vì thời gian sẽ ngừng trôi khi di chuyển với tốc độ ánh sáng. Ý thức của bạn bị “đóng băng”, bạn sẽ đi khắp vũ trụ mà không hề có độ trễ. Phương pháp này khá khác biệt với tạm ngừng sự sống, vì như tôi đã nói, khi di chuyển với tốc độ ánh sáng, thời gian thực sự sẽ ngừng lại. Ngoài ra, bạn sẽ không thể ngắm cảnh khi đang di chuyển, nhưng có thể dừng lại ở bất kỳ trạm dừng nào và quan sát xung quanh.)

Tôi gọi phương pháp này là “dịch chuyển laser”. Có lẽ nó sẽ là cách hiệu quả và nhanh nhất để thăm viếng các ngôi sao. Trong vòng một thế kỷ tới, khi đã trở thành nền văn minh Cấp I, có lẽ ta sẽ thực hiện được những thí nghiệm đầu tiên của phương pháp này. Nhưng với văn minh Cấp II và III, dịch chuyển laser sẽ là phương pháp ưu tiên để chuyên chở trong thiên hà, vì rất có thể họ đã kiểm soát thành công các hành tinh xa bằng robot tự nhân bản. Có lẽ văn minh Cấp III sẽ

xây dựng một siêu xa lộ dịch chuyển laser rộng lớn, kết nối các ngôi sao trong Dải Ngân Hà, phục vụ hàng ngàn tỷ tâm thức di chuyển cùng lúc.

Tuy đây có vẻ sẽ là cách hiệu quả nhất để thám hiểm thiên hà nhưng để xây dựng cảng laser, ta cần giải quyết một số vấn đề thực tiễn.

Đưa bản đồ thần kinh lên chùm laser không phải vấn đề, vì về nguyên tắc, laser có thể chuyên chở lượng thông tin vô hạn. Khó khăn ở đây là tạo ra mạng lưới các trạm chuyển tiếp dọc đường đi để tiếp nhận, khuếch đại và gửi bản đồ thần kinh đến trạm tiếp theo. Như đã đề cập, đám mây Oort trải rộng nhiều năm ánh sáng quanh một ngôi sao, như vậy các đám mây Oort quanh những ngôi sao khác nhau có thể sẽ giao nhau. Vì vậy, sao chổi tĩnh trong đám mây Oort sẽ là địa điểm lý tưởng để lắp đặt các trạm chuyển tiếp. (Đặt trạm trên sao chổi của đám mây Oort thích hợp hơn trên vệ tinh xa, vì vệ tinh quay quanh hành tinh và thường bị hành tinh che khuất, còn sao chổi tĩnh thì luôn đứng yên.)

Như chúng ta thấy, các trạm chuyển tiếp chỉ có thể được tạo ra với tốc độ chậm hơn ánh sáng. Một cách để giải quyết vấn đề này là dùng buồm laser, bởi nó đạt đến một phần đáng kể của tốc độ ánh sáng. Sau khi hạ cánh xuống một sao chổi trong đám mây Oort, buồm laser có thể dùng công nghệ nano để chế tạo các bản sao của chính nó rồi lắp ráp trạm chuyển tiếp từ nguyên liệu thô trên sao chổi.

Tuy ban đầu trạm được xây dựng với tốc độ chậm hơn ánh sáng, nhưng sau khi hoàn thành hệ thống, bản đồ thần kinh sẽ dễ dàng bay với vận tốc ánh sáng.

Dịch chuyển laser có thể dùng trong cả mục đích khoa học và giải trí. Ta có thể có các kỳ nghỉ dưỡng giữa các vì sao. Trước tiên ta cần xác định những hành tinh, vệ tinh hoặc sao chổi mà ta muốn đến, bất kể môi trường ở đó có khắc nghiệt, nguy hiểm đến đâu. Sau đó, ta lập một bản danh sách các dạng thể thân ưa thích. (Các thiết bị thể thân này không phải thực tế ảo mà là những con robot thực sự với sức mạnh phi thường.) Trên mỗi hành tinh, sẽ có robot thể thân chờ sẵn, với đầy đủ đặc điểm và siêu năng lực như mong muốn. Khi đến hành tinh đó, ta sẽ “nhập” vào robot, đi khắp hành tinh và thưởng thức toàn bộ phong cảnh ngoạn mục. Sau đó ta trả lại robot cho vị khách tiếp theo sử dụng. Còn ta dịch chuyển laser sang địa điểm mới. Chỉ trong một chuyến du lịch, ta sẽ tham quan được vài

vệ tinh, sao chổi và các ngoại hành tinh. Ta không bao giờ phải lo lắng về tai nạn hay ốm đau, vì bản đồ thần kinh mới là thứ đi khắp thiên hà.

Như vậy, khi ta ngược nhìn bầu trời đêm và tự hỏi liệu có ai ngoài đó không, tuy trông nó có vẻ lạnh lùng, tĩnh lặng và trống trải, nhưng biết đâu trên đó đang có hàng ngàn tỷ vị khách bay giữa không gian với tốc độ ánh sáng.

LỖ SÂU VÀ NĂNG LƯỢNG PLANCK

Tuy vậy, vẫn có khả năng thứ hai là nền văn minh Cấp III có thể du hành nhanh hơn ánh sáng. Tới đây, ta sẽ làm quen với một định luật vật lý mới. Đó là năng lượng Planck, cấp độ mà các hiện tượng dị thường mới sẽ xảy ra, không tuân theo các định luật hấp dẫn thông thường.

Để hiểu vì sao năng lượng Planck lại quan trọng như vậy, cần biết rằng cho tới hiện tại, mọi hiện tượng vật lý đã biết, từ vụ nổ Big Bang cho đến sự chuyển động của các hạt hạ nguyên tử, đều có thể giải thích bằng hai lý thuyết: thuyết tương đối rộng của Einstein và thuyết lượng tử. Chúng cùng nhau tạo nên nền tảng vật lý chi phối tất cả vật chất và năng lượng. Thuyết tương đối rộng là lý thuyết vĩ mô: nó giải thích về Big Bang, các tính chất của lỗ đen và quá trình tiến hóa của vũ trụ giãn nở. Thuyết lượng tử là lý thuyết vi mô: nó miêu tả đặc tính cùng chuyển động của các nguyên tử và hạ nguyên tử làm nên mọi phép màu điện tử trong phòng khách nhà chúng ta.

Vấn đề ở đây là hai lý thuyết này không thể kết hợp thành một thuyết toàn diện duy nhất. Chúng rất khác nhau, dựa trên những giả thiết, hệ toán và nền tảng vật lý khác nhau.

Nếu có thể xây dựng được lý thuyết hợp nhất hai thuyết trên thì năng lượng cần thiết để tạo ra sự thống nhất đó là năng lượng Planck⁴¹. Đây là điểm thuyết tương đối rộng (hay thuyết về lực hấp dẫn) của Einstein sụp đổ hoàn toàn. Năng lượng Planck là năng lượng của Big Bang và năng lượng nằm ở trung tâm lỗ đen.

Năng lượng Planck bằng 10^{19} tỷ electron volt, gấp một triệu tỷ lần năng lượng được tạo ra từ Large Hadron Collider (LHC) - máy gia tốc hạt mạnh nhất thế giới, đặt tại CERN.

Ban đầu, sẽ tưởng như không nền văn minh nào có thể nghiên cứu năng lượng Planck bởi nó quá lớn. Nhưng nền văn minh cấp III với nguồn năng lượng gấp 10^{20} lần văn minh Cấp I đủ sức mạnh làm điều đó. Như vậy, văn minh Cấp III có thể “chơi đùa” cùng kết cấu không-thời gian và uốn cong nó tùy thích.

Họ có thể đạt đến cấp độ năng lượng Planck nếu chế tạo máy gia tốc hạt lớn hơn nhiều so với LHC. LHC là một ống tròn mang hình dạng bánh donut, chu vi hơn 27 km, bao quanh là những từ trường cực lớn.

Khi dòng proton được bắn vào LHC, từ trường đưa nó di chuyển theo hình tròn. Sau đó, xung năng lượng được đưa vào đều đặn, khiến proton tăng tốc. Trong ống, proton chia thành hai chùm đi về hai hướng ngược nhau. Khi đạt đến tốc độ tối đa, chúng va chạm trực diện, giải phóng 14 ngàn tỷ electron volt năng lượng - mức năng lượng lớn nhất con người từng tạo ra. (Do va chạm này quá mạnh nên một số người lo ngại nó sẽ mở ra lỗ đen và nuốt chửng Trái Đất. Đây là lo lắng vô lý. Trong thực tế còn có các hạt hạ nguyên tử liên tục bắn vào Trái Đất với năng lượng mạnh hơn nhiều lần mức do LHC tạo ra. Mẹ Thiên nhiên có thể nhắm vào chúng ta những tia vũ trụ mạnh hơn nhiều so với những tia nhỏ bé mà con người tạo ra trong phòng thí nghiệm.)

VƯỢT TRÊN LHC

LHC rất được giới truyền thông lưu tâm, đặc biệt là sau phát hiện về hạt boson Higgs bí ẩn, giúp hai nhà vật lý Peter Higgs và Francois Englert đoạt giải Nobel. Một trong những mục đích chính của LHC là hoàn thiện nốt mảnh ghép cuối cùng của Mô hình Chuẩn về hạt. Mô hình này là phiên bản tiên tiến nhất của thuyết lượng tử, miêu tả toàn diện vũ trụ ở năng lượng thấp.

Mô hình Chuẩn đôi khi được gọi là “lý thuyết của hầu hết mọi thứ”, bởi nó miêu tả chính xác vũ trụ năng lượng thấp quanh ta. Nhưng nó không thể là lý thuyết tối

hậu, vì những lý do sau:

- 1. Mô hình này không nhắc đến trọng lực. Tệ hơn nữa, khi kết hợp nó với thuyết tương đối rộng của Einstein, ta chỉ thu được một lý thuyết tổng hợp tầm phào (các tính toán đều trở thành vô tận, tức là lý thuyết này vô giá trị).
- 2. Mô hình này chứa đựng một tập hợp hạ nguyên tử như được sắp đặt. Nó có 36 hạt quark và phản quark, một loạt hạt gluon Yang-Mills, lepton (electron và muon) và boson Higgs⁴².
- 3. Mô hình này có khoảng 19 tham số tự do (như khối lượng và sự liên kết hạt), được xác định thủ công. Không thể xác định chúng bằng lý thuyết; cũng không thể rõ vì sao chúng mang những giá trị này.

Thật khó để Mô hình Chuẩn, với tập hợp các hạt hạ nguyên tử tạp nham của nó, trở thành lý thuyết tối hậu của thiên nhiên. Như thế ta lấy bằng dímh quần thú mỗ vệt, lợn đất châu Phi và cá voi lại với nhau rồi gọi đó là sản phẩm tuyệt mỹ của Mẹ Thiên nhiên sau hàng triệu năm tiến hóa.

Máy gia tốc lớn thế hệ tiếp theo mang tên ILC (International Linear Collider: Máy gia tốc Tuyến tính Quốc tế) hiện đang được lên kế hoạch xây dựng. Máy này gồm một ống thẳng dài hơn 48 km, cho phép các chùm electron và phản electron va chạm với nhau. Theo dự kiến, nó sẽ được đặt tại dãy Kitakami ở Nhật Bản, với kinh phí xây dựng khoảng 20 tỷ đô-la, trong đó một nửa do chính phủ Nhật cung cấp.

Tuy năng lượng tối đa của ILC sẽ chỉ đạt một ngàn tỷ electron volt, nhưng nó vượt trội LHC trên nhiều khía cạnh. Va chạm giữa các proton là vô cùng khó phân tích do proton có cấu trúc rất phức tạp. Nó gồm ba hạt quark, được kết nối với nhau bởi hạt gluon. Còn electron không có cấu trúc rõ ràng. Nó giống như một hạt điểm. Vậy nên va chạm giữa electron và phản electron diễn ra đơn giản và sạch.

Dù đã có những tiến bộ trong ngành vật lý như vậy, nhưng nền văn minh Cấp 0 như chúng ta vẫn chưa thể nghiên cứu trực tiếp năng lượng Planck, bởi đây là

“độc quyền” của văn minh Cấp III. Tuy vậy, việc xây dựng máy gia tốc như ILC là một bước đệm quan trọng để sau này ta thử nghiệm độ bền vững của không-thời gian và xác định khả năng tạo ra đường tắt xuyên qua nó.

MÁY GIA TỐC TRONG VÀNH ĐAI TIỂU HÀNH TINH

Cuối cùng, một nền văn minh siêu việt có thể sẽ xây dựng được máy gia tốc hạt có kích thước bằng vành đai tiểu hành tinh. Một chùm proton được nam châm khổng lồ dẫn dắt sẽ di chuyển theo đường tròn quanh vành đai này. Trên Trái Đất, các hạt được đưa vào đường ống lớn chứa chân không. Nhưng do chân không vũ trụ tốt hơn bất kỳ chân không nào trên Trái Đất, nên máy gia tốc này hoàn toàn không cần dùng ống.

Thứ duy nhất nó cần là các trạm từ lớn, được sắp đặt theo chủ đích quanh vành đai để dẫn chùm proton quay tròn. Nguyên tắc hoạt động của trạm gần giống như một cuộc chạy tiếp sức. Mỗi lần chùm proton đến một trạm nào đó, năng lượng điện sẽ gia tăng, cấp lực cho nam châm đẩy chùm proton tới trạm kế tiếp theo góc độ chính xác. Đồng thời, ở mỗi trạm từ, proton lại được bơm thêm năng lượng bằng laser, cho đến khi đạt mức năng lượng Planck.

Khi đạt mức năng lượng này, máy gia tốc sẽ tập trung toàn năng lượng vào một điểm duy nhất. Lỗ sâu sẽ mở ra tại điểm đó. Năng lượng âm sẽ được đưa vào lỗ sâu để giữ cho nó ổn định, không sụp đổ.

Chuyến du hành qua lỗ sâu trông sẽ như thế nào? Không ai biết, nhưng nhà vật lý Kip Thorne từ Viện Caltech đã đưa ra phỏng đoán khi ông làm cố vấn cho các đạo diễn phim *Interstellar* (Hố đen tử thần). Thorne dùng một chương trình máy tính để vạch ra đường đi của chùm ánh sáng khi nó bay qua lỗ sâu, nhờ đó giúp bạn hình dung phần nào cảm giác về thị giác của chuyến đi. Khác với đa số phim ảnh khác, *Interstellar* là nỗ lực thành công nhất khi thể hiện hành trình này trên phim.

(Trong phim, khi đến gần lỗ đen, bạn thấy một khối cầu đen khổng lồ, gọi là chân trời sự kiện. Bước vào chân trời sự kiện, bạn sẽ vượt qua điểm không thể quay trở

lại. Nằm trong khối cầu đen là lỗ đen, một điểm nhỏ xíu nhưng có mật độ và trọng lực rất lớn.)

Ngoài việc xây dựng máy gia tốc hạt khổng lồ, các nhà vật lý cũng xem xét một số cách khác để khai thác lỗ sâu. Một khả năng là sức nổ của vụ Big Bang quá lớn, nên đã thổi phồng những lỗ sâu rất nhỏ tồn tại trong vũ trụ sơ khai khoảng 13,8 tỷ năm trước. Khi vũ trụ bắt đầu giãn nở theo cấp số nhân, các lỗ sâu này cũng giãn nở theo. Nói cách khác, tuy chưa ai từng trông thấy nó, nhưng lỗ sâu có thể là một hiện tượng tự nhiên. Một số nhà vật lý cũng đề xuất cách tìm lỗ sâu trong không gian. (Để tìm lỗ sâu trong tự nhiên như một số tập phim *Star Trek* nhắc đến, ta nên chú ý những vật thể làm biến dạng đường đi của ánh sáng sao theo một cách nhất định, chúng trông như quả cầu hoặc vòng tròn.)



Một khả năng khác được Kip Thorne và các cộng sự đưa ra là tìm một lỗ sâu nhỏ trong không gian rồi mở rộng nó ra. Theo những hiểu biết mới nhất về không gian, các vũ trụ hình thành rồi tan biến và có thể để lại rất nhiều lỗ sâu nhỏ xíu. Vì vậy, nếu có đủ năng lượng, bạn có thể tác động và thổi phồng một lỗ sâu có sẵn.

Nhưng tất cả các phương pháp này đều phải đối mặt với một vấn đề. Bao quanh lỗ sâu là các hạt hấp dẫn, gọi là graviton. Khi chuẩn bị đi qua lỗ sâu, bạn sẽ gặp hiện tượng hiệu chỉnh lượng tử dưới dạng bức xạ hấp dẫn. Thông thường, hiệu chỉnh lượng tử luôn nhỏ và có thể được bỏ qua. Nhưng kết quả tính toán cho thấy hiệu chỉnh sẽ lên đến vô cực khi bạn đi qua lỗ sâu, nên bức xạ sẽ gây chết người. Còn chưa kể đến việc bức xạ có thể mạnh tới mức khiến lỗ sâu đóng lại, không thể nào đi qua. Hiện tại, các nhà vật lý vẫn đang tranh cãi về mức độ nguy hiểm khi đi qua lỗ sâu.

Thuyết tương đối của Einstein không còn hiệu lực khi ta đi vào lỗ sâu. Hiệu ứng lượng tử nơi đây quá lớn, nên ta cần một lý thuyết cao hơn. Đến nay, lý thuyết duy nhất đủ sức đáp ứng là lý thuyết dây – lý thuyết kỳ lạ bậc nhất trong lịch sử ngành vật lý.

LƯỢNG TỬ MẬP MỜ

Lý thuyết nào có thể thống nhất thuyết tương đối rộng và thuyết lượng tử ở cấp độ năng lượng Planck? Einstein đã dành 30 năm cuối đời theo đuổi một “lý thuyết vạn vật” giúp ông “đọc được ý của Chúa”, nhưng không thành. Đây vẫn là một trong những câu hỏi lớn nhất của vật lý hiện đại. Tìm ra giải pháp sẽ giúp ta khám phá một số bí mật lớn nhất trong vũ trụ và nghiên cứu được du hành thời gian, lỗ sâu, các chiều không gian cao hơn, vũ trụ song song, thậm chí cả những gì diễn ra trước Big Bang. Thêm vào đó, câu trả lời sẽ cho biết rõ con người có thể di chuyển trong vũ trụ nhanh hơn ánh sáng hay không.

Muốn hiểu vấn đề này, trước tiên ta phải hiểu nền tảng của thuyết lượng tử, tức nguyên lý bất định của Werner Heisenberg. Theo nguyên lý mang cái tên nghe có vẻ ngây ngô này, dù sử dụng khí cụ nhạy đến đâu, bạn cũng không bao giờ biết được cả vận tốc lẫn vị trí của hạt hạ nguyên tử, chẳng hạn hạt electron. Lượng tử luôn luôn “mập mờ”. Từ đây, bức chân dung kỳ lạ về lượng tử xuất hiện. Một electron thật ra là tập hợp của nhiều trạng thái, mỗi trạng thái miêu tả electron ở một vị trí khác nhau với vận tốc khác nhau. (Einstein rất ghét nguyên lý bất định này. Ông tin vào “thực tại khách quan”, là quan niệm phổ biến rằng mọi thứ phải tồn tại trong những trạng thái dứt khoát và có thể nhận biết rõ ràng, đồng thời bạn có thể xác định chính xác vị trí và vận tốc của bất kỳ hạt nào.)

Nhưng thuyết lượng tử lại nói khác. Khi nhìn vào gương, bạn sẽ không nhìn thấy chính mình như bạn thực là. Chúng ta hình thành từ một tập hợp rất nhiều sóng. Hình ảnh bạn thấy trong gương chỉ là tổng hòa trung bình của những sóng này. Thậm chí còn có khả năng nhỏ là một số sóng này sẽ lan truyền khắp phòng và ra ngoài không gian, tới tận Sao Hỏa hoặc xa hơn nữa. (Một bài toán chúng tôi giao cho nghiên cứu sinh là tính xác suất sóng của một người sẽ lan tới Sao Hỏa và xác suất một ngày kia, người đó thức dậy, thấy mình đang ở Hành tinh đỏ.)

Loại sóng vừa kể trên được gọi là “hiệu chỉnh lượng tử” hoặc “thăng giáng lượng tử”. Thông thường, hiệu chỉnh lượng tử rất nhỏ nên quan niệm phổ biến là hoàn toàn chính xác, chúng ta là tập hợp các nguyên tử và những gì ta thấy chỉ là tổng hòa trung bình. Nhưng ở cấp độ hạ nguyên tử, hiệu chỉnh lại rất lớn nên electron có thể hiện diện nhiều nơi một lúc, tồn tại trong các trạng thái song song. (Newton hẳn sẽ sốc nếu bạn giải thích cho ông rằng electron trong bóng bán dẫn có thể tồn tại ở các trạng thái song song. Hiệu chỉnh lượng tử giúp thiết bị điện tử hiện đại hoạt động được. Nếu bằng cách nào đó ta ngăn chặn được sự “mập mờ” của lượng tử, mọi công nghệ thần kỳ sẽ biến mất và xã hội sẽ bị kéo lùi gần 100 năm, về trước cả kỷ nguyên điện.)

May mắn là các nhà vật lý có thể tính được hiệu chỉnh lượng tử của hạt hạ nguyên tử và đưa ra dự đoán về chúng. Một số dự đoán có độ chính xác rất cao, đạt đến mức một trên mười ngàn tỷ. Thực tế, thuyết lượng tử chính xác đến mức có lẽ nó là lý thuyết thành công nhất mọi thời đại. Không có lý thuyết nào đạt đến độ chính xác cao như thuyết này khi áp dụng cho vật chất thông thường. Có thể

đây là lý thuyết kỳ lạ nhất từng được đề xuất trong lịch sử (Einstein từng nói thuyết lượng tử càng thành công, thì nó càng trở nên quái đản), nhưng không thể phủ nhận là nó rất chính xác.

Nguyên lý bất định Heisenberg buộc chúng ta phải xem xét lại những gì đã biết về thực tại. Lỗ đen không hẳn là “đen”. Thuyết lượng tử nói rằng vẫn có thăng giáng lượng tử trong cái “thuần đen”, do vậy lỗ đen thật ra có màu xám. (Chúng phát ra bức xạ yếu, gọi là bức xạ Hawking). Theo nhiều sách giáo khoa, tại trung tâm lỗ đen, hay nơi thời gian khởi phát, tồn tại một “điểm kỳ dị”, tức điểm có trọng lực vô hạn. Nhưng trọng lực vô hạn lại vi phạm nguyên lý bất định. (Hay nói cách khác, không tồn tại cái gọi là “điểm kỳ dị”; nó chỉ là tư ngử ta tạo ra vì không rõ chuyện gì xảy ra khi các phương trình không còn hiệu lực. Trong thuyết lượng tử, điểm kỳ dị không tồn tại, do sự mập mờ lượng tử ngăn cản việc xác định vị trí chính xác của lỗ đen.) Tương tự, chân không thường được hiểu là trạng thái hoàn toàn không có gì. Khái niệm “không có gì” cũng vi phạm nguyên lý bất định, nên không tồn tại cái gọi là “hoàn toàn không có gì”. (Trên thực tế, chân không đầy những hạt vật chất và phản vật chất liên tục xuất hiện rồi biến mất.) Cũng không tồn tại độ không tuyệt đối, hay mức nhiệt độ khiến mọi chuyển động đều ngừng. (Ngay ở độ không tuyệt đối, các nguyên tử vẫn hơi dao động, tạo ra năng lượng điểm không.)

Tuy nhiên, chúng ta gặp một vấn đề khi cố gắng xây dựng lý thuyết hấp dẫn lượng tử. Những hiệu chỉnh lượng tử của lý thuyết Einstein được miêu tả bằng hạt graviton. Giống như photon là hạt ánh sáng, thì graviton là hạt hấp dẫn. Graviton rất khó nắm bắt và chưa hề được tìm ra trong phòng thí nghiệm. Nhưng các nhà vật lý tin rằng chúng thực sự tồn tại, vì chúng đóng vai trò thiết yếu trong mọi lý thuyết hấp dẫn lượng tử. Nhưng khi tính toán với graviton, ta thấy hiệu chỉnh lượng tử trở thành vô hạn. Hấp dẫn lượng tử bị hiệu chỉnh lượng tử công phá, khiến các phương trình trở thành vô giá trị. Một số bộ óc vĩ đại bậc nhất trong ngành vật lý đã cố gắng giải quyết vấn đề này, nhưng đều chưa thành công.

Do vậy, một mục tiêu của vật lý hiện đại là xây dựng thuyết hấp dẫn lượng tử, trong đó hiệu chỉnh lượng tử là hữu hạn và có thể tính toán được. Nói cách khác, thuyết tương đối rộng của Einstein cho phép hình thành lỗ sâu – thứ có thể sẽ giúp chúng ta tìm được đường tắt xuyên qua thiên hà. Nhưng thuyết này lại

không thể khẳng định lỗ sâu có ổn định hay không. Để tính toán hiệu chỉnh lượng tử của lỗ sâu, ta cần một lý thuyết là tổng hợp của thuyết tương đối và thuyết lượng tử.

LÝ THUYẾT DÂY

Đến nay, ứng cử viên hàng đầu (và duy nhất) để giải quyết vấn đề trên là lý thuyết dây. Theo thuyết này, tất cả vật chất và năng lượng trong vũ trụ đều cấu thành từ những dây rất nhỏ. Mỗi rung động của dây tương ứng với một hạt hạ nguyên tử khác nhau. Như vậy, electron không phải hạt điểm. Nếu dùng siêu kính hiển vi, bạn sẽ thấy nó không phải một hạt, mà là một dây rung động. Electron trông giống hạt điểm chẳng qua vì dây rất nhỏ.

Khi dây rung động theo các tần số khác nhau, nó sẽ tương ứng với các hạt hạ nguyên tử khác nhau như hạt quark, muon, neutrino, photon, v.v.. Đó là lý do cộng đồng vật lý tìm ra được nhiều hạt hạ nguyên tử như vậy. Hiện đã có hàng trăm loại, bởi chúng thật ra chỉ là những rung động khác nhau của một dây rất nhỏ. Theo cách này, lý thuyết dây có thể giải thích thuyết lượng tử của các hạt hạ nguyên tử. Theo đó, khi chuyển động, dây làm cong không-thời gian, đúng như Einstein đã dự đoán. Như vậy, lý thuyết dây hợp nhất rất vừa vặn thuyết tương đối và thuyết lượng tử.

Điều này có nghĩa hạt hạ nguyên tử giống như nốt nhạc. Vũ trụ là bản giao hưởng các dây, vật lý là sự hài hòa của các nốt và “ý của Chúa” mà Einstein theo đuổi suốt nhiều thập niên là âm nhạc vũ trụ ngân vang qua siêu không gian.

Vậy lý thuyết dây loại trừ những hiệu chỉnh lượng tử vốn đã làm điêu đứng giới vật lý suốt nhiều năm như thế nào? Nó sở hữu một tính chất gọi là “siêu đối xứng”. Theo đó, mỗi hạt đều có một siêu hạt đối trọng. Thí dụ, electron có “selectron”, quark có “squark” (s là viết tắt của *super*, tức “siêu”). Như vậy ta có hai dạng hiệu chỉnh lượng tử, một đến từ các hạt và một đến từ các siêu hạt. Vẻ đẹp của lý thuyết dây là hiệu chỉnh lượng tử từ hai dạng hạt này sẽ triệt tiêu nhau.

Vì vậy, lý thuyết dây cho chúng ta giải pháp đơn giản mà tinh tế để triệt tiêu hiệu chỉnh lượng tử vô hạn. Dạng đối xứng mới mang đến sức mạnh và vẻ đẹp toán học cho lý thuyết dây.

Với một họa sĩ, đẹp có thể là sự thanh cao họ muốn thể hiện trong tác phẩm. Nhưng với nhà vật lý lý thuyết, đẹp là đối xứng. Đây cũng là đặc tính tuyệt đối cần thiết khi nghiên cứu bản chất tận cùng của không gian và thời gian. Thí dụ, nếu tôi cầm một bông tuyết rồi xoay 60 độ, nó vẫn không đổi. Tương tự, kính vạn hoa tạo ra những họa tiết đẹp vì nó dùng gương để liên tục phản chiếu hình ảnh, lấp đầy 360 độ. Cả bông tuyết lẫn kính vạn hoa đều có dạng đối xứng tỏa tròn; nghĩa là khi xoay tròn theo một độ nhất định, chúng không thay đổi.

Giả sử tôi có một phương trình chứa nhiều hạt hạ nguyên tử, rồi tôi xáo trộn hoặc sắp xếp lại các hạt. Nếu phương trình vẫn y nguyên sau khi các hạt được khuấy đảo, thì tôi nói phương trình này sở hữu đặc tính đối xứng.

QUYỀN NĂNG CỦA ĐỐI XỨNG

Đối xứng không chỉ đáp ứng yêu cầu thẩm mỹ mà còn là cách hữu hiệu để loại trừ những khiếm khuyết và bất thường trong các phương trình. Nếu xoay một bông tuyết, bạn sẽ dễ dàng nhận ra những điểm dị biệt khi so sánh bản xoay và bản gốc. Nếu chúng không giống nhau hoàn toàn thì nghĩa là có vấn đề cần xử lý.

Cũng vậy, khi xây dựng phương trình lượng tử, ta thường thấy lý thuyết xuất hiện những dị thường và sai khác rất nhỏ. Nhưng nếu phương trình có đối xứng, thì những điểm dị biệt này sẽ bị loại trừ. Tương tự, siêu đối xứng sẽ loại trừ những vô hạn và khiếm khuyết thường thấy trong thuyết lượng tử.

Thêm vào đó, siêu đối xứng là đối xứng lớn nhất trong vật lý. Nó có thể làm xáo trộn hoặc sắp xếp lại mọi loại hạt hạ nguyên tử nhưng vẫn bảo toàn phương trình ban đầu. Thực tế, nó còn mạnh đến mức có thể bao hàm cả lý thuyết Einstein, xoay chuyển và hoán đổi graviton cùng các hạt hạ nguyên tử khác của Mô hình Chuẩn. Nó cho ta một phương thức vừa vận và tự nhiên để hợp nhất thuyết tương đối với các hạt hạ nguyên tử.

Lý thuyết dây giống như một bông tuyết vũ trụ khổng lồ, mỗi nhánh bông tuyết đại diện cho toàn hệ phương trình Einstein và Mô hình Chuẩn của hạt hạ nguyên tử. Như vậy mỗi nhánh bông tuyết tượng trưng cho toàn bộ các hạt trong vũ trụ. Khi ta xoay bông tuyết, tất cả các hạt vũ trụ đều thay đổi vị trí. Một số nhà vật lý cho rằng kể cả nếu Einstein không sinh ra và chúng ta không có hàng tỷ đô-la xây dựng máy gia tốc hạt để tạo ra Mô hình Chuẩn, thì toàn bộ kiến thức vật lý của thế kỷ 20 cũng có thể được khám phá nếu bạn nắm được lý thuyết dây.

Điều quan trọng nhất, siêu đối xứng triệt tiêu hiệu chỉnh lượng tử của hạt và siêu hạt, giúp ta có được thuyết hấp dẫn hữu hạn. Đó là điều kỳ diệu của lý thuyết dây. Siêu đối xứng còn đưa ra lời giải đáp cho câu hỏi thường nghe nhất về lý thuyết dây: Tại sao vũ trụ có mười chiều chứ không phải 13 hay 20?

Là bởi số lượng hạt trong thuyết dây thay đổi theo chiều không-thời gian. Chiều càng cao thì càng có nhiều hạt, vì có nhiều cách để hạt rung động hơn. Khi triệt tiêu hiệu chỉnh lượng tử của hạt với siêu hạt, ta thấy rằng sự triệt tiêu chỉ xảy ra trong mười chiều.

Thông thường, các nhà toán học sẽ lập nên những cấu trúc mới mẻ, sáng tạo, rồi các nhà vật lý sẽ đưa chúng vào lý thuyết của mình. Thí dụ, lý thuyết về mặt phẳng cong do các nhà toán học trong thế kỷ 19 phát triển và tới năm 1915 được đưa vào thuyết tương đối của Einstein. Nhưng lần này, trật tự lại đảo ngược. Lý thuyết dây đã mở đường cho nhiều ngành toán tới mức các nhà toán học phải giật mình. Những nhà toán học trẻ nhiều tham vọng vươn lên, trước giờ vốn coi thường những ứng dụng từ ngành của mình, nay phải học lý thuyết dây nếu muốn nổi trội.

Lý thuyết của Einstein cho phép sự tồn tại của lỗ sâu và khả năng di chuyển nhanh hơn ánh sáng, nhưng bạn cần lý thuyết dây để tính toán mức độ ổn định của những lỗ sâu này khi có hiệu chỉnh lượng tử.

Tóm lại, hiệu chỉnh lượng tử là vô hạn, nên loại bỏ sự vô hạn này là một trong những vấn đề cơ bản của vật lý. Lý thuyết dây làm được điều này, vì nó cho phép hai loại hiệu chỉnh lượng tử triệt tiêu nhau hoàn toàn. Xảy ra triệt tiêu hoàn toàn giữa hạt và siêu hạt là nhờ siêu đối xứng.

Tuy lý thuyết dây rất đẹp và rất mạnh, nhưng vẫn chưa đủ; nó còn phải đối mặt với thử thách cuối cùng, đó là thử nghiệm.

NHỮNG CHỈ TRÍCH ĐỐI VỚI LÝ THUYẾT DÂY

Tuy lý thuyết dây có vẻ hấp dẫn và đầy sức thuyết phục, nhưng nó vẫn gặp phải một số chỉ trích xác đáng. Thứ nhất, năng lượng mà lý thuyết dây (hay bất kỳ lý thuyết vạn vật nào khác) dùng để thống nhất mọi khía cạnh vật lý là năng lượng Planck, nhưng chưa có máy móc nào trên Trái Đất đủ mạnh để thử nghiệm nó một cách nghiêm ngặt. Để khảo chứng trực tiếp, chúng ta sẽ phải tạo ra một vũ trụ con trong phòng thí nghiệm, mà điều này nằm ngoài tầm với của công nghệ hiện tại.

Thứ hai, giống như mọi lý thuyết vật lý, lý thuyết dây có nhiều hơn một nghiệm. Chẳng hạn, phương trình ánh sáng Maxwell có vô số nghiệm. Đây không phải vấn đề vì mỗi khi bắt đầu tiến hành một thí nghiệm, ta đều phải xác định rõ mình nghiên cứu cái gì, dù đó là bóng đèn, tia laser hay tivi. Với những điều kiện ban đầu đó, ta sẽ giải được phương trình Maxwell. Nhưng nếu đây là lý thuyết về vũ trụ, thì các điều kiện ban đầu là gì? Các nhà vật lý tin rằng một “thuyết vạn vật” sẽ tự quyết định điều kiện ban đầu, tức là điều kiện ban đầu của vụ nổ Big Bang phải đến từ bản thân học thuyết. Nhưng lý thuyết dây không cho biết nghiệm nào trong số nhiều nghiệm của nó là nghiệm chính xác cho vũ trụ của chúng ta. Do không có điều kiện ban đầu, nên lý thuyết dây chứa trong nó vô số vũ trụ song song, gọi là đa vũ trụ và vũ trụ nào cũng “hợp lệ”. Quả là bối rối khi lý thuyết dây lại dự đoán không chỉ riêng vũ trụ quen thuộc với chúng ta mà còn vô số vũ trụ khác nữa.

Thứ ba, có lẽ dự đoán đáng kinh ngạc nhất của thuyết dây là vũ trụ hoàn toàn không phải bốn chiều, mà có tới tổng cộng mười chiều. Lịch sử vật lý chưa từng có dự đoán nào kỳ lạ như vậy: một lý thuyết không-thời gian mà các chiều được tự chọn. Vì quá kỳ lạ, nên ban đầu nó bị nhiều nhà vật lý xem như khoa học viễn tưởng. (Khi lý thuyết dây mới được đề xuất, việc nó chỉ có thể tồn tại trong mười chiều đã bị đem ra chế giễu. Richard Feynman, người từng giành giải Nobel, đã

châm chọc John Schwarz, một trong những người đặt nền móng cho lý thuyết dây, rằng: “Này John, hôm nay chúng ta đang sống trong bao nhiêu chiều đấy?”)

SỐNG TRONG SIÊU KHÔNG GIAN

Chúng ta biết mọi vật thể trong vũ trụ đều có thể được miêu tả qua ba thông số: chiều dài, chiều rộng và chiều cao. Nếu thêm thời gian thì sẽ có bốn thông số để miêu tả sự kiện trong vũ trụ. Thí dụ, nếu tôi muốn gặp ai đó ở thành phố New York, tôi sẽ nói ta gặp nhau ở phố 42, đại lộ 5, tầng mười, vào buổi trưa. Nhưng với nhà toán học, tọa độ với chỉ ba hay bốn thông số có vẻ được áp đặt tùy tiện, vì chẳng có gì đặc biệt ở ba hay bốn chiều. Vì sao đặc tính căn bản nhất của vũ trụ vật lý lại được miêu tả bằng những con số tầm thường như vậy?

Do đó, các nhà toán học không thấy có vấn đề gì với lý thuyết dây. Nhưng để hình dung những chiều không-thời gian cao hơn, các nhà vật lý thường dùng phương pháp loại suy. Thuở nhỏ, tôi thường ngồi hàng giờ ngắm Vườn trà Nhật Bản ở San Francisco. Nhìn cá bơi trong hồ nông, tôi tự hỏi mình một câu mà chỉ trẻ con mới nghĩ ra: “Nếu là cá thì sẽ thế nào nhỉ?” Thế giới của cá chắc khác lạ lắm, tôi nghĩ. Có lẽ chúng nghĩ vũ trụ chỉ có hai chiều. Chúng chỉ bơi trong không gian hẹp, di chuyển ngang sang các bên, không bao giờ đi lên hay đi xuống. Bất kỳ con cá nào dám nói đến chiều thứ ba bên ngoài cái hồ chắc sẽ bị coi là lập dị. Rồi tôi tưởng tượng một chú cá dưới ao cười khẩy khi ai đó nói về siêu không gian, vì vũ trụ chỉ là những gì ta sờ thấy và cảm nhận được, vậy thôi. Tôi tưởng tượng tiếp mình tóm một chú cá và nhắc lên thế giới “bên trên”. Nó sẽ thấy gì? Nó thấy những sinh vật di chuyển không cần vây. Một định luật vật lý mới. Những sinh vật thở không cần nước. Một định luật sinh học mới. Tôi hình dung mình thả chú cá khoa học gia trở lại hồ và nó sẽ giải thích cho một chú cá khác về những sinh vật khó tin sống ở thế giới “bên trên”.

Chúng ta có thể cũng giống những con cá đó. Nếu lý thuyết dây được chứng minh là đúng thì có nghĩa vẫn còn những chiều không gian khác bên ngoài thế giới bốn chiều quen thuộc của chúng ta mà chúng ta chưa nhìn thấy. Nhưng những chiều cao hơn kia nằm ở đâu? Một khả năng là sáu chiều đó đã bị “cuộn lên cao” và ta không thể nhìn thấy. Hãy hình dung bạn lấy một tờ giấy và cuộn

chặt nó lại thành ống. Tờ giấy vốn là hai chiều, nhưng khi cuộn lại như vậy, nó biến thành ống một chiều. Nhìn từ xa, bạn chỉ thấy ống một chiều, nhưng thực tế nó vẫn là hai chiều.

Tương tự, lý thuyết dây nói rằng vũ trụ nguyên thủy có mười chiều rõ rệt, nhưng vì một lý do nào đó, sáu chiều đã cuộn lên, khiến ta có ảo giác là thế giới chỉ có bốn chiều. Tuy nghe có vẻ hoang đường, nhưng hiện tại nhiều chuyên gia đang nỗ lực tìm cách đo lường những chiều cao hơn này.

Nhưng những chiều cao hơn giúp ích gì cho việc thống nhất thuyết tương đối và cơ học lượng tử? Khi cố gắng kết hợp lực hấp dẫn, lực hạt nhân và lực điện từ vào một lý thuyết duy nhất, bạn sẽ thấy bốn chiều không đủ “chỗ” cho chúng. Chúng như những mảnh ghép không khớp nhau. Nhưng nếu bổ sung thêm các chiều, bạn sẽ có đủ “chỗ” để hợp nhất các lý thuyết thành phần này, chúng giống như các miếng ghép khớp lại tạo thành bức tranh tổng thể hoàn chỉnh.

Một thí dụ khác, hãy tưởng tượng thế giới hai chiều trong *Flatland* (Miền đất phẳng). Các cư dân trong thế giới này trông giống những chiếc bánh quy, chỉ có thể đi sang trái hoặc sang phải, không bao giờ đi “lên”. Bỗng nhiên có một tinh thể ba chiều thật đẹp phát nổ, các mảnh vỡ rơi xuống Flatland. Suốt nhiều năm, cư dân nơi đây thu thập các mảnh vỡ tinh thể và ghép thành hai miếng lớn. Nhưng dù đã cố gắng hết sức, họ vẫn không thể ghép hai miếng tinh thể cuối cùng này khớp vào nhau. Rồi một ngày, một cư dân đề xuất giải pháp kỳ quặc là nếu họ dựng một miếng “lên”, cho vào chiều thứ ba vô hình, thì hai miếng tinh thể sẽ khớp và tạo thành tinh thể ba chiều tuyệt đẹp. Vậy điểm cốt lõi của việc tái lập tinh thể là đưa các miếng ghép vào chiều thứ ba. Khi so sánh, ta thấy hai miếng tinh thể chính là thuyết tương đối và thuyết lượng tử, còn tinh thể là lý thuyết dây và vụ nổ là Big Bang.

Tuy lý thuyết dây tương thích với các dữ liệu, nhưng ta vẫn cần đưa nó vào kiểm chứng thực tế. Mặc dù thí nghiệm trực tiếp đương nhiên là bất khả thi, nhưng hầu hết kiến thức vật lý vốn đều được thu thập gián tiếp. Chẳng hạn, ta biết Mặt Trời cấu thành chủ yếu từ hydro và heli, dù chưa từng có ai ghé đến Mặt Trời. Ta biết cấu tạo của Mặt Trời bằng cách phân tích gián tiếp, khi dùng lăng kính thu ánh sáng Mặt Trời và làm vỡ ánh sáng thành các dải màu. Nghiên cứu các dải màu

cầu vồng, ta có thể nhận diện trong đó dấu vết của hydro và heli. (Thực ra, heli được tìm thấy lần đầu không phải trên Trái Đất. Năm 1868, các nhà khoa học tìm ra dấu vết của một nguyên tố lạ khi phân tích ánh sáng Mặt Trời trong một kỳ nhật thực và đặt tên cho nó là “heli”, nghĩa là “kim loại từ Mặt Trời”. Mãi tới năm 1895, dấu vết trực tiếp của heli mới được phát hiện trên Trái Đất, khi các nhà khoa học nhận ra nó là một loại khí, chứ không phải kim loại.)

VẬT CHẤT TỐI VÀ DÂY

Tương tự như vậy, lý thuyết dây có thể được chứng minh thông qua nhiều thí nghiệm gián tiếp. Vì mỗi rung động dây tương ứng với một hạt, nên ta có thể sử dụng máy gia tốc hạt nhằm tìm kiếm những hạt mới tương ứng với những “quãng tám” cao hơn của dây. Các nhà khoa học hy vọng nếu proton va chạm ở cường độ hàng ngàn tỷ volt, họ sẽ có thể nhanh chóng tạo ra loại hạt mới trong số các mảnh vỡ mà lý thuyết dây dự đoán. Từ đó, họ sẽ giải được một vấn đề lớn chưa có lời đáp trong ngành thiên văn.

Thập niên 1960, khi nghiên cứu sự xoay của Dải Ngân Hà, các nhà thiên văn phát hiện một điều khác lạ. Thiên hà của chúng ta xoay nhanh đến mức nó sẽ phải tan rã nếu theo đúng các định luật Newton, nhưng thực tế là nó vẫn bền vững suốt khoảng mười tỷ năm qua. Dải Ngân Hà thực ra xoay nhanh gấp mười lần so với tốc độ mà cơ học Newton truyền thống dự đoán.

Vậy là một vấn đề lớn nảy sinh. Hoặc phương trình Newton sai (điều khó ai nghĩ tới) hoặc phải có một quầng vật chất vô hình xung quanh các thiên hà, khiến chúng tăng khối lượng, từ đó có lực hấp dẫn đủ mạnh để không bị phân tán. Như vậy, có thể những bức ảnh chụp các thiên hà lộng lẫy, với những nhánh xoắn ốc tuyệt đẹp, là chưa đầy đủ. Thực chất chúng được bao quanh bởi quầng vô hình nặng gấp mười lần thiên hà. Do trên các bức ảnh, thiên hà chỉ có khối sao xoắn ốc, nên thứ gắn kết thiên hà với nhau hẳn phải không tương tác với ánh sáng - nó hẳn phải vô hình.

Các nhà vật lý thiên văn đặt tên cho khối này là “vật chất tối”. Sự tồn tại của nó khiến họ phải xem xét lại các lý thuyết vật lý thiên văn vốn cho rằng vũ trụ cấu

tạo chủ yếu từ nguyên tử. Hiện tại, ta đã có những bản đồ vật chất tối trong khắp vũ trụ. Tuy vô hình, những loại vật chất này có khả năng bẻ cong ánh sáng sao giống như mọi vật thể có khối lượng. Do đó, chỉ cần phân tích sự biến dạng của ánh sáng sao quanh thiên hà là ta có thể dùng máy tính để tính được vật chất tối hiện diện ở đâu và vẽ bản đồ phân bố của nó trong vũ trụ. Bản đồ này cho thấy đa phần tổng khối lượng thiên hà tồn tại dưới dạng vật chất tối.

Bên cạnh tính chất vô hình, vật chất tối còn có trọng lực, nhưng ta không thể nắm nó trong tay. Do hoàn toàn không tương tác với nguyên tử (vì trung tính về điện tích), nó sẽ lan qua tay bạn, qua sàn nhà và qua lớp vỏ Trái Đất. Nó dao động giữa New York và Australia như thể Trái Đất không hề tồn tại, nhưng nó vẫn bị trọng lực Trái Đất tác động. Vì vậy, tuy vô hình nhưng vật chất tối vẫn tương tác với các hạt khác thông qua trọng lực.

Có thuyết nói vật chất tối sinh ra từ siêu dây rung ở tần số cao. Ứng viên hàng đầu của vật chất tối là siêu hạt đối trọng của photon, được gọi là “photino” hay “photon nhỏ”. Photino sở hữu tất cả những đặc tính của vật chất tối: nó vô hình do không tương tác với ánh sáng, nhưng có trọng lực và bền vững.

Có một số cách để chứng minh phỏng đoán này. Cách đầu tiên là trực tiếp tạo ra vật chất tối bằng máy gia tốc hạt LHC, với phương pháp cho các proton va chạm với nhau. Trong khoảng thời gian rất ngắn, có thể một hạt vật chất tối sẽ hình thành bên trong máy. Nếu thực sự xảy ra, đây sẽ là sự kiện khoa học trọng đại, đánh dấu lần đầu tiên một loại vật chất mới xuất hiện mà không hề dựa trên nền tảng nguyên tử. Nếu LHC không đủ mạnh để tạo ra vật chất tối, hy vọng ILC sẽ làm được.

Cũng có một cách khác để chứng minh điều này. Trái Đất đang di chuyển trong làn gió vật chất tối vô hình. Các nhà nghiên cứu hy vọng một hạt vật chất tối sẽ va chạm với proton trong máy gia tốc hạt, tạo nên cơn mưa các hạt hạ nguyên tử có thể chụp hình lại được. Trên khắp thế giới hiện đang có những nhà vật lý kiên nhẫn chờ đợi dấu hiệu của cuộc va chạm giữa vật chất và vật chất tối trong máy dò của mình. Giải Nobel vẫn chờ đợi nhà vật lý đầu tiên chỉ ra được điều này.

Nếu vật chất tối được tìm thấy, bất kể là bằng máy gia tốc hạt hay cảm biến trên mặt đất, ta sẽ có thể so sánh các đặc tính của chúng với những gì lý thuyết dây đã dự đoán. Qua đó, ta sẽ có bằng chứng để đánh giá tính chính xác của lý thuyết này.

Tuy việc tìm ra vật chất tối sẽ là bước tiến vĩ đại để chứng minh lý thuyết dây, nhưng ta cũng có thể thực hiện các cách chứng minh khác. Thí dụ, định luật hấp dẫn Newton chi phối chuyển động của những vật thể lớn như các vì sao và hành tinh, nhưng ta chưa rõ lực hấp dẫn tác động như thế nào trên những khoảng cách nhỏ, như cm hoặc dm. Do lý thuyết dây đòi hỏi những chiều không gian cao hơn, nên định luật bình phương nghịch đảo nổi tiếng của Newton (cho rằng trọng lực giảm theo tỷ lệ với bình phương khoảng cách) sẽ bị vi phạm ở khoảng cách nhỏ, vì định luật này dựa trên nền tảng ba chiều. (Ví dụ, nếu không gian có bốn chiều, trọng lực sẽ giảm theo tỷ lệ với nghịch đảo lập phương của khoảng cách. Cho đến nay, định luật hấp dẫn Newton không cho thấy bằng chứng nào về chiều không gian cao hơn, nhưng các nhà vật lý vẫn chưa bỏ cuộc.)

Một giải pháp khả thi khác là đưa thiết bị dò tìm sóng hấp dẫn lên không gian. Đài quan trắc Sóng hấp dẫn Giao thoa kế Laser (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory - LIGO) đặt tại bang Louisiana và bang Washington, Mỹ, đã đo thành công sóng hấp dẫn từ vụ va chạm lỗ đen vào năm 2016 và va chạm sao neutron vào năm 2017. Phiên bản cải tiến của Ăng ten Không gian Giao thoa kế Laser (Laser Interferometer space Antenna – LISA) đặt trên không gian có thể sẽ dò tìm được sóng hấp dẫn từ vụ nổ Big Bang. Các nhà khoa học hy vọng sóng này sẽ giúp ta “tua lại video” và đưa ra được phỏng đoán về bản chất thời kỳ tiền Big Bang, qua đó thẩm định sơ qua một số dự báo của lý thuyết dây liên quan đến thời kỳ này.

LÝ THUYẾT DÂY VÀ LỖ SÂU

Có thể thẩm định lý thuyết dây thông qua việc tìm kiếm các hạt lạ mà lý thuyết này dự đoán là có tồn tại, chẳng hạn lỗ đen micro, nhỏ như một hạt hạ nguyên tử.

Như đã thấy, vật lý cho phép ta dự báo về các nền văn minh trong tương lai xa, đưa ra những phỏng đoán hợp lý dựa trên mức tiêu thụ năng lượng. Các nền văn minh sẽ tiến hóa từ Cấp I (cấp độ hành tinh) lên Cấp II (cấp độ sao), rồi cuối cùng là Cấp III (cấp độ thiên hà). Nền văn minh Cấp III nhiều khả năng sẽ thám hiểm thiên hà bằng tàu von Neumann hoặc dùng phương pháp dịch chuyển laser đưa tâm thức đi khắp thiên hà. Điểm cốt lõi là văn minh cấp III có thể tiếp cận năng lượng Planck - mức năng lượng khiến không-thời gian không còn bền vững và việc di chuyển nhanh hơn ánh sáng có thể khả thi. Nhưng để tính toán cơ sở vật lý của việc di chuyển nhanh hơn ánh sáng, ta cần một lý thuyết vượt trên thuyết tương đối của Einstein, và đó có thể là lý thuyết dây.

Với lý thuyết dây, giới nghiên cứu kỳ vọng sẽ tính được hiệu chỉnh lượng tử cần thiết để phân tích các hiện tượng kỳ lạ như du hành thời gian, du hành liên chiều, lỗ sâu và những gì diễn ra trước Big Bang. Ví dụ, giả định rằng văn minh cấp III đủ sức tác động lên lỗ đen và từ đó tạo ra cổng dẫn đi sang vũ trụ song song thông qua lỗ sâu. Không có lý thuyết dây, không thể biết điều gì sẽ xảy ra khi ta tiến vào lỗ sâu. Liệu nó có phát nổ? Liệu bức xạ hấp dẫn có đóng lỗ sâu lại ngay lúc ta bước vào? Liệu ta có đi qua được lỗ sâu và sống sót để kể lại?

Lý thuyết dây sẽ tính được mức bức xạ hấp dẫn mà ta gặp khi đi qua lỗ sâu và giúp trả lời những câu hỏi trên.

Một câu hỏi gây nhiều tranh luận trong giới vật lý là chuyện gì sẽ xảy ra nếu ta đi qua lỗ sâu rồi du hành ngược thời gian. Giả sử ta giết ông của mình từ khi ta chưa chào đời, thì nghịch lý sẽ xuất hiện. Làm sao có ta tồn tại nếu ta giết chết ông cha của mình? Lý thuyết của Einstein cho phép du hành thời gian (nếu năng lượng âm tồn tại) nhưng không nói gì về cách giải quyết những nghịch lý này. Lý thuyết dây là thuyết hữu hạn, trong đó mọi thứ đều có thể được tính toán, nên nó sẽ giải quyết được những nghịch lý gây “xoắn não” như thế này. (Theo ý kiến cá nhân của riêng tôi, khi ta bước vào cỗ máy thời gian, dòng sông thời gian sẽ rẽ ra hai hướng - hay nói cách khác, nó tạo thành hai khung thời gian riêng biệt. Nghĩa là người mà ta giết tuy giống ông của ta, nhưng thật ra lại là ông của người khác, tồn tại trong một khung thời gian khác, ở một vũ trụ thay thế. Như vậy, đa vũ trụ là lời giải cho mọi nghịch lý thời gian.)

Tuy nhiên, ở hiện tại, vì toán học của lý thuyết dây rất phức tạp nên các nhà vật lý chưa thể áp dụng nó để trả lời những câu hỏi trên. Đây là vấn đề toán học chứ không phải thực nghiệm nên có lẽ một ngày kia, một nhà vật lý tài ba sẽ tính toán được hết những tính chất của lỗ sâu và siêu không gian. Thay vì cứ phỏng đoán vu vơ về việc di chuyển nhanh hơn ánh sáng, nhà vật lý sử dụng lý thuyết dây sẽ có khả năng khẳng định chắc chắn điều đó có khả thi hay không. Nhưng chúng ta cần đợi cho đến khi hiểu biết về lý thuyết dây đủ vững vàng để đưa ra khẳng định này.

KHÔNG CÒN LY TÁN?

Như vậy, nền văn minh Cấp III có thể sử dụng lý thuyết hấp dẫn lượng tử để chế tạo tàu vũ trụ bay nhanh hơn vận tốc ánh sáng.

Nhưng điều này có ý nghĩa thế nào đối với nhân loại?

Chúng ta đã phân tích thấy văn minh Cấp II vẫn bị tốc độ ánh sáng ràng buộc. Họ có thể thiết lập được nhiều thuộc địa không gian và những thuộc địa này cuối cùng sẽ phân nhánh thành các chủng tộc mới, mất hết liên lạc với hành tinh mẹ.

Câu hỏi đặt ra là: chuyện gì sẽ xảy ra nếu một nền văn minh Cấp III làm chủ được năng lượng Planck và bắt liên lạc trở lại với các nhánh loài người này?

Lịch sử có thể sẽ lặp lại. Chẳng hạn, cuộc Đại Di dân kết thúc khi máy bay và các công nghệ hiện đại ra đời, giúp chúng ta xây dựng mạng lưới giao thông quốc tế nhanh chóng. Ngày nay, ta chỉ cần bay một chuyến ngắn là sang châu lục khác, trong khi tổ tiên chúng ta phải mất hàng vạn năm để làm được điều này.

Cũng như vậy, khi ta dịch chuyển từ văn minh Cấp II lên văn minh Cấp III, về mặt định nghĩa, ta sẽ có đủ sức mạnh để khám phá năng lượng Planck - mức năng lượng khiến không-thời gian trở nên không bền vững.

Nếu nhờ đó mà ta di chuyển được nhanh hơn ánh sáng thì văn minh Cấp III sẽ có thể thống nhất các cộng đồng Cấp II ở khắp thiên hà. Các cộng đồng đều chung

nguồn gốc con người, nên ta hoàn toàn có thể thành lập nền văn minh thiên hà mới, như Asimov hình dung.

Như từng đề cập, mức độ biến đổi gen ở con người sau hàng chục ngàn năm trong tương lai sẽ không lớn, chỉ bằng với biến đổi đã xảy ra từ cuộc Đại Di dân. Điều quan trọng là con người vẫn là con người. Một đứa trẻ sinh ra trong nền văn hóa này vẫn dễ dàng lớn lên và trưởng thành trong nền văn hóa hoàn toàn khác, ngay cả khi hai nền văn hóa có sự tách biệt sâu sắc.

Các nhà khảo cổ trong nền văn minh Cấp III quan tâm đến vấn đề di dân trong lịch sử có thể sẽ cố gắng vẽ lại các cuộc hành trình di dân trước kia của các nhánh văn minh Cấp II trên khắp thiên hà. Có thể họ sẽ đi tìm cả dấu vết của những nền văn minh Cấp II cổ xưa.

Trong loạt truyện *Foundation*, các nhân vật chính của chúng ta đi tìm hành tinh cội nguồn đã sinh ra Đế quốc Thiên Hà. Tên và vị trí của hành tinh này đã bị thất lạc trong thời tiền sử hỗn độn của thiên hà. Dân số con người trong vũ trụ khi đó đã lên tới hàng ngàn tỷ, sinh sống tại hàng triệu hành tinh, nên việc truy tìm tưởng chừng như vô vọng. Nhưng khi thám hiểm những hành tinh cổ nhất trong thiên hà, họ phát hiện thấy nhiều phế tích của những cộng đồng sơ khai. Những hành tinh này bị bỏ hoang vì chiến tranh, bệnh tật và các tai họa khác.

Tương tự, nền văn minh Cấp III phát triển lên từ Cấp II có thể sẽ cố gắng vẽ lại hành trình thám hiểm theo nhiều nhánh khác nhau của các tàu vũ trụ bay chậm hơn ánh sáng hàng thế kỷ trước đó. Giống như nền văn minh hiện tại của chúng ta có được sự phong phú, đa dạng nhờ sự hiện diện của nhiều nền văn hóa với lịch sử và tương lai riêng biệt, văn minh Cấp III cũng có thể trở nên phong phú hơn khi tương tác với nhiều nền văn minh nổi lên trong thời kỳ văn minh Cấp II.

Vậy sự ra đời của các tàu vũ trụ di chuyển nhanh hơn ánh sáng sẽ biến giấc mơ của Asimov thành hiện thực: ước mơ thống nhất nhân loại trong một văn minh thiên hà.

Như Sir Martin Rees nói: “Nếu con người không tự hủy diệt, kỷ nguyên hậu con người sẽ mở ra. Sự sống từ Trái Đất sẽ lan truyền ra khắp thiên hà và tiến hóa phức tạp đến mức không thể tưởng tượng được. Nếu thế, hành tinh bé nhỏ của

chúng ta - chấm xanh nhạt trôi nổi giữa không gian này - sẽ trở thành nơi quan trọng nhất trong toàn bộ thiên hà. Các nhà du hành liên sao đầu tiên từ Trái Đất sẽ gây chấn động khắp thiên hà và xa hơn nữa.”

Nhưng cuối cùng, bất kỳ nền văn minh siêu việt nào cũng phải đối đầu với thử thách sống còn tận cùng: sự tự kết thúc của vũ trụ. Câu hỏi đặt ra là: Liệu một nền văn minh siêu việt, cùng tất cả công nghệ tối tân mà họ có trong tay, có thoát được cái chết của vạn vật không? Có lẽ hy vọng duy nhất cho các sinh vật thông minh là tiến lên văn minh Cấp IV.

Hiện kính này vẫn chưa đi vào hoạt động. (ND) [↵](#)

Đặt theo tên Max Planck, nhà vật lý học người Đức. (ND) [↵](#)

Quark, gluon, lepton, muon và boson đều là tên các loại hạt hạ nguyên tử. Gluon Yang-Mills được đặt theo tên hai nhà vật lý Yang Chen Ning (Dương Chấn Ninh) và Robert Mills. (ND) [↵](#)

Có người nói thể giới sẽ chìm trong lửa,

Có người bảo thể trong băng.

Từ những đam mê từng nếm trải

Tôi về phe những người đã chọn lửa.

– ROBERT FROST, 1920

Vĩnh cửu là một khoảng thời gian thật dài và đáng sợ - nhất là về lúc gần cuối.

– WOODY ALLEN

14. RA KHỎI VŨ TRỤ

Trái Đất đang chết dần. Trong phim *Interstellar*, một chứng bệnh lạ trên thực vật hoành hành khắp địa cầu khiến mùa màng thất bát, nông nghiệp suy thoái. Con người đói khát. Nền văn minh dần tan vỡ trước nạn đói khủng khiếp.

Matthew McConaughey đóng vai cựu phi hành gia NASA với một nhiệm vụ nguy hiểm. Trước đó, một lỗ sâu bí ẩn đã mở ra gần Sao Thổ. Đây là cánh cổng sẽ đưa bất kỳ ai lọt vào đến khu vực xa xôi của thiên hà, nơi có thể tồn tại hành tinh sinh sống được. Nóng lòng muốn cứu nhân loại, McConaughey tình nguyện đi vào lỗ sâu và tìm kiếm cho loài người một ngôi nhà mới giữa những vì sao.

Cùng lúc đó, trên Trái Đất, các nhà khoa học tuyệt vọng đang cố gắng khám phá bí ẩn của lỗ sâu. Ai đã tạo ra lỗ sâu? Tại sao nó lại xuất hiện đúng lúc con người sắp diệt vong?

Sự thật dần được phơi bày. Công nghệ tạo ra lỗ sâu đã đi trước chúng ta hàng triệu năm. Những người tạo nên lỗ sâu chính là con cháu chúng ta. Họ đã tiến bộ đến mức sống trong siêu không gian, vượt ra khỏi vũ trụ quen thuộc của chúng ta. Chính họ đã tạo ra cánh cổng, gửi công nghệ tối tân về quá khứ để cứu tổ tiên

(chính là chúng ta). Họ cứu lấy loài người, thực chất là cứu lấy chính mình. Theo Kip Thorne, nhà vật lý đồng thời cũng là một trong những nhà sản xuất bộ phim, cảm hứng cho nền tảng vật lý trong phim đến từ lý thuyết dây.

Nếu nhân loại sống sót, một ngày kia ta sẽ phải đối mặt với thảm họa tương tự, nhưng lần này cả vũ trụ sẽ chết.

Trong tương lai xa, có lẽ vũ trụ sẽ trở nên lạnh lẽo, tối tăm; các vì sao sẽ ngừng tỏa sáng khi vũ trụ rơi vào Big Freeze (Vụ đóng băng lớn). Mọi sự sống đều không còn khi vũ trụ chết đi, giảm nhiệt độ xuống gần mức không tuyệt đối.

Nhưng câu hỏi đặt ra là: Liệu có kẻ hở nào không? Có cách nào thoát khỏi tận thế không? Liệu ta có tìm được phép màu nào trong siêu không gian như Matthew McConaughey?

Để hiểu vũ trụ sẽ chết như thế nào, ta cần phân tích những dự báo về tương lai xa mà thuyết tương đối của Einstein đưa ra, sau đó xem xét những phát kiến đã gây chấn động trong thập niên vừa qua.

Theo những nguồn kể trên, vũ trụ có thể chấm dứt theo ba khả năng.

BIG CRUNCH, BIG FREEZE HOẶC BIG RIP

Khả năng đầu tiên là Big Crunch (Vụ co lớn), khi vũ trụ giãn nở chậm dần rồi dừng và bắt đầu co lại. Theo kịch bản này, các thiên hà cũng sẽ ngừng giãn nở và co lại. Nhiệt độ sẽ tăng dữ dội khi các ngôi sao ngày một gần nhau. Cuối cùng, chúng hợp nhất thành một khối siêu nóng như thuở sơ khai. Trong một số tình huống, thậm chí có thể xảy ra Big Bounce (Vụ nảy lớn) và Big Bang (Vụ nổ lớn) lại khởi phát từ đầu.

Khả năng thứ hai là Big Freeze (Vụ đóng băng lớn), xảy ra khi vũ trụ giãn nở mãi. Theo định luật thứ hai của nhiệt động lực học, tổng entropy luôn tăng, nên cuối cùng vũ trụ sẽ lạnh đi vì vật chất và nhiệt ngày càng phân tán. Các sao sẽ hết sáng, trời đêm hoàn toàn tối đen và nhiệt độ cũng xuống gần mức không tuyệt đối, khi kể cả các phân tử cũng gần như ngừng chuyển động.

Suốt nhiều thập niên, giới thiên văn đã cố gắng xác định kịch bản nào là cái kết của vũ trụ, bằng cách tính toán mật độ trung bình của vũ trụ. Nếu mật độ đủ cao thì lượng vật chất và trọng lực sẽ đủ để hấp dẫn các thiên hà xa xôi và làm đảo ngược sự giãn nở, khiến Big Crunch có khả năng xảy ra. Nếu vũ trụ mất đi khối lượng thì sẽ không đủ trọng lực để đảo ngược giãn nở, nên vũ trụ sẽ kết thúc trong Big Freeze. Mật độ tới hạn ngăn cách giữa hai trường hợp trên là khoảng sáu nguyên tử hydro trên một mét khối.

Nhưng năm 2011, Saul Perlmutter, Adam Riess và Brian Schmidt đã giành giải Nobel vật lý nhờ một khám phá đảo ngược lại điều vốn được xem là đúng đắn trong suốt nhiều thập kỷ. Họ nhận thấy tốc độ giãn nở của vũ trụ đang không chậm dần mà thực ra ngày càng nhanh. Vũ trụ hiện nay khoảng 13,8 tỷ năm tuổi, nhưng khoảng năm tỷ năm trước, sự giãn nở bắt đầu tăng tốc vùn vụt. Hiện vũ trụ đang giãn nở với tốc độ phi mã. Tạp chí *Scientific American* viết: “Cộng đồng thiên văn chấn động khi phát hiện vũ trụ đang tự phân rã.” Ba nhà thiên văn đi đến kết luận kinh ngạc trên khi phân tích các vụ nổ siêu tân tinh xảy ra ở các thiên hà xa xôi nhằm xác định tốc độ giãn nở của vũ trụ hàng tỷ năm trước. (Một loại vụ nổ siêu tân tinh, gọi là loại Ia, có cường độ sáng không đổi, nhờ đó ta có thể tính được chính xác khoảng cách của Ia. Nếu có một ngọn đèn pha đã biết độ sáng thì sẽ rất dễ tìm ra nó ở cách ta bao xa, nhưng nếu không biết độ sáng của đèn, sẽ rất khó tìm ra khoảng cách đó. Ngọn đèn pha đã biết độ sáng chính là một cây “nến chuẩn”. Siêu tân tinh loại Ia cũng là nến chuẩn, nên rất dễ tìm ra khoảng cách đến đó.) Khi phân tích các siêu tân tinh, ba nhà khoa học nhận thấy chúng đang di chuyển ra xa chúng ta, đúng như đã dự đoán. Nhưng điều làm họ bất ngờ là các siêu tân tinh ở gần hơn dường như di chuyển ra xa nhanh hơn dự đoán, nghĩa là tốc độ giãn nở đang tăng.

Như vậy, bên cạnh Big Freeze và Big Crunch, chúng ta có một khả năng nữa nảy sinh từ những dữ liệu trên, đó là Big Rip (Vụ xé lớn), giống như Big Freeze nhưng được bơm thêm “thuốc kích thích”. Nó sẽ đẩy rất nhanh tốc độ của vòng đời vũ trụ.

Với Big Rip, các thiên hà ở xa sẽ tách xa khỏi chúng ta nhanh đến mức vượt qua tốc độ ánh sáng và biến mất khỏi tầm nhìn. (Điều này không vi phạm thuyết tương đối hẹp, vì chúng ta đang nói về không gian giãn nở nhanh hơn ánh sáng.

Vật thể không thể đi nhanh hơn ánh sáng nhưng không gian rộng có thể trải dài, mở rộng ở bất kỳ tốc độ nào.) Khi đó, bầu trời đêm sẽ tối đen như mực, do ánh sáng từ các thiên hà bị kéo xa nhanh đến mức không thể chiếu đến Trái Đất.

Sau cùng, sự giãn nở sẽ dữ dội đến mức không chỉ thiên hà tan rã, mà Hệ Mặt Trời cũng vậy, các nguyên tử tạo nên cơ thể chúng ta cũng bị xé rời. Vật chất như ta biết không thể tồn tại ở những giai đoạn cuối của Big Rip.

Scientific American viết: “Các thiên hà sẽ bị hủy diệt, Hệ Mặt Trời tan rã và các hành tinh sẽ nổ tung thành từng mảnh khi tốc độ giãn nở của không gian xé rời mọi nguyên tử. Sau cùng, vũ trụ của chúng ta sẽ kết thúc trong một vụ nổ, trở thành một điểm kỳ dị với năng lượng vô hạn đúng nghĩa.”

Bertrand Russell, triết gia và nhà toán học vĩ đại người Anh, viết: Tất cả những hiến dâng, nguồn cảm hứng và ánh dương chói sáng của các bậc thiên tài rồi đây đều sẽ tiêu vong trong cái chết của Hệ Mặt Trời, và toàn bộ ngôi đền thiêng của thành tựu nhân loại sẽ chôn vùi bên dưới các mảnh vụn của vũ trụ hoang tàn... Chỉ khi trong khung đỡ của những sự thật này, chỉ trên nền tảng vững vàng của niềm tuyệt vọng kiên định thì từ đó nơi trú ẩn của linh hồn mới được xây dựng an toàn.

Russell viết về “vũ trụ hoang tàn” và “niềm tuyệt vọng kiên định” để đáp lại lời tiên đoán của các nhà vật lý rằng Trái Đất rồi sẽ diệt vong. Nhưng ông đã không thấy trước về chương trình không gian, về những công nghệ tiến bộ có khả năng giúp con người thoát khỏi cái chết của Trái Đất.

Dẫu vậy, ta có thể dùng tàu vũ trụ tránh được cái chết của Mặt Trời, nhưng làm sao tránh được cái chết của chính vũ trụ?

LỬA HAY BĂNG?

Về mặt nào đó, có thể nói người xưa đã lường trước được những kịch bản dữ dội mà ta vừa đề cập.

Dường như mọi tôn giáo đều có một huyền thoại nào đó giải thích sự hình thành và kết thúc của vũ trụ.

Trong thần thoại Bắc Âu, ngày tàn của thần linh được gọi là Ragnarok. Thế giới bị bao phủ trong tuyết băng bất tận, còn trời cao đông cứng trong băng. Trận chiến cuối cùng sẽ diễn ra giữa tộc người băng khổng lồ và chư thần Asgard. Trong huyền thoại Cơ Đốc giáo, ta có ngày Tận thế, thời điểm các thế lực thiện và ác giao tranh lần cuối. Khi đó, bốn kỵ sĩ Khải huyền sẽ xuất hiện, báo trước Ngày Phán xét cuối cùng⁴³. Thần thoại đạo Hindu thì không có ngày tận cùng. Thay vì vậy, vũ trụ hình thành và hủy diệt theo chu kỳ bất tận, mỗi chu kỳ khoảng tám tỷ năm.

Nhưng sau hàng ngàn năm thắc mắc và phỏng đoán, khoa học đã bắt đầu tìm ra cách giải thích vũ trụ của chúng ta sẽ tiến hóa và lui tàn thế nào.

Với Trái Đất, có lẽ tương lai sẽ nằm trong lửa. Khoảng năm tỷ năm nữa, chúng ta sẽ chứng kiến ngày tươi đẹp cuối cùng trên hành tinh quê hương, rồi Mặt Trời sẽ cạn kiệt nhiên liệu hydro và phồng lên thành sao khổng lồ đỏ. Sau cùng, bầu trời sẽ bùng cháy. Đại dương sôi sục và đồi núi nóng chảy. Trái Đất sẽ bị Mặt Trời nuốt chửng, quay trong khí quyển nóng bỏng của Mặt Trời như một cục than cháy tàn. Kinh Thánh nói bụi đất trở về với bụi đất⁴⁴. Còn các nhà vật lý nói chúng ta là bụi sao và sẽ lại trở về với bụi sao.

Mặt Trời lại có một số phận khác. Sau giai đoạn sao khổng lồ đỏ, Mặt Trời sẽ cạn kiệt năng lượng hạt nhân, co lại và hóa lạnh. Nó sẽ trở thành sao lùn trắng nhỏ, có kích cỡ bằng Trái Đất, để rồi sẽ chết dưới dạng sao lùn đen - một dạng chất thải hạt nhân, trôi nổi giữa thiên hà.

Không giống Mặt Trời, dải Ngân Hà sẽ chết trong lửa. Khoảng bốn tỷ năm nữa, nó sẽ va chạm với Andromeda – thiên hà xoắn ốc gần nhất. Andromeda có kích thước khoảng gấp đôi Dải Ngân Hà nên đây sẽ là một vụ “thôn tính”. Mô phỏng máy tính về vụ va chạm cho thấy hai thiên hà sẽ quay quanh nhau trong một vũ điệu tử thần. Andromeda sẽ xé tan nhiều nhánh, khiến Dải Ngân Hà vỡ vụn. Lỗ đen ở trung tâm của hai thiên hà sẽ quay quanh nhau, cuối cùng va chạm, hợp thành một lỗ đen lớn hơn và một thiên hà mới có dạng elip khổng lồ sẽ ra đời.

Dù diễn ra theo kịch bản nào, cũng cần hiểu rằng tái sinh là một phần của chu kỳ vũ trụ. Hành tinh, các ngôi sao và thiên hà, tất cả đều tái sinh. Chẳng hạn, Mặt Trời của chúng ta có lẽ là một ngôi sao thế hệ thứ ba. Mỗi lần một ngôi sao nổ tung, bụi và khí tỏa ra không gian, tạo nên nguồn sống cho các ngôi sao thế hệ tiếp theo.

Khoa học cũng cho ta hiểu về sự sống của toàn thể vũ trụ. Mãi đến gần đây, giới thiên văn vẫn nghĩ họ hiểu rõ lịch sử và kết cục của vũ trụ sau hàng ngàn tỷ năm nữa. Họ phỏng đoán vũ trụ tiến hóa từ từ qua năm thời kỳ:

- 1. Thời kỳ thứ nhất, trong vòng một tỷ năm sau vụ nổ Big Bang, vũ trụ chứa đầy những đám mây phân tử ion đục, nóng đến mức các electron và proton không thể cô đặc thành nguyên tử.
- 2. Thời kỳ thứ hai, một tỷ năm sau Big Bang, nhiệt độ vũ trụ đủ nguội để các nguyên tử, các vì sao và thiên hà có thể hình thành từ đồng hỗn độn. Không gian trống rỗng bỗng trở nên trong suốt như pha lê và các ngôi sao chiếu sáng vũ trụ lần đầu tiên. Chúng ta đang sống trong thời kỳ này.
- 3. Thời kỳ thứ ba, khoảng 100 tỷ năm sau Big Bang, các ngôi sao sẽ cạn gần hết nhiên liệu hạt nhân. Vũ trụ sẽ chủ yếu gồm các sao lùn đỏ và nhỏ. Chúng cháy rất chậm nên có thể tỏa sáng suốt hàng ngàn tỷ năm.
- 4. Thời kỳ thứ tư, hàng ngàn tỷ năm sau Big Bang, tất cả các sao đều cháy hết và vũ trụ tối đen hoàn toàn. Chỉ các sao neutron chết và lỗ đen còn tồn tại.
- 5. Thời kỳ thứ năm, ngay cả lỗ đen cũng bay hơi và tan rã. Vũ trụ trở thành đại dương chất thải hạt nhân và các hạt hạ nguyên tử trôi nổi.

Với phát hiện về vũ trụ đang tăng tốc, toàn bộ kịch bản trên sẽ có thể rút xuống chỉ còn vài tỷ năm. Big Rip đã làm đảo lộn mọi suy đoán.

NĂNG LƯỢNG TỐI

Vậy điều gì đã khiến hiểu biết của chúng ta về số phận của vũ trụ đột ngột thay đổi như vậy?

Theo thuyết tương đối của Einstein, có hai nguồn năng lượng thúc đẩy tiến hóa của vũ trụ. Đầu tiên là độ cong không-thời gian, thứ tạo ra trường trọng lực quen thuộc xung quanh các ngôi sao và thiên hà. Chính độ cong này đã giúp giữ chân chúng ta trên mặt đất. Đây là nguồn năng lượng được giới vật lý thiên văn nghiên cứu nhiều nhất.

Nhưng nguồn thứ hai thường bị lãng quên. Đó là năng lượng của hư vô, năng lượng của chân không, thường được gọi là năng lượng tối (tránh nhầm với vật chất tối). Ngay cả không gian trống rỗng cũng chứa năng lượng.

Các tính toán mới nhất khẳng định năng lượng tối hoạt động như phản trọng lực và nó đang đẩy vật chất vũ trụ ra xa nhau. Vũ trụ càng giãn nở, năng lượng tối càng nhiều, khiến quá trình giãn nở diễn ra càng nhanh.

Hiện tại, dữ liệu tốt nhất cho biết 69% vật chất/năng lượng (vật chất và năng lượng có thể hoán đổi cho nhau) trong vũ trụ được chứa trong năng lượng tối. (Trong khi đó, vật chất tối chiếm khoảng 26%, nguyên tử hydro và heli khoảng 5%, những nguyên tố cao hơn tạo nên Trái Đất và cơ thể chúng ta thì chỉ vọn vẹn 0,5%.) Như vậy, năng lượng tối, loại năng lượng đẩy các thiên hà ra xa chúng ta, là “lực lượng” thống trị vũ trụ, vượt trội hơn nguồn năng lượng có trong độ cong không-thời gian.

Một trong những vấn đề trọng yếu của toàn bộ vũ trụ học là hiểu được nguồn gốc năng lượng tối. Nó đến từ đâu? Có phải sau cùng nó sẽ tiêu diệt vũ trụ?

Thông thường, khi kết hợp đơn thuần thuyết tương đối và thuyết lượng tử, ta vẫn dự đoán được năng lượng tối, nhưng kết quả dự đoán lại lệch đến 10^{120} lần. Đây là độ lệch lớn nhất trong lịch sử khoa học. Không thể tìm đâu ra một sai biệt khác lớn đến như thế. Nó cho thấy có gì đó sai sót trầm trọng trong hiểu biết của chúng ta về vũ trụ. Do đó, thuyết trường thống nhất thay vì chỉ là sự tò mò khoa học đơn thuần, sẽ trở thành yếu tố thiết yếu để hiểu cách vận vật vận hành. Lời giải cho câu hỏi này sẽ cho ta biết số phận của vũ trụ cùng các sinh vật thông minh trong nó.

THOÁT KHỎI TẬN THỂ

Với nhiều khả năng vũ trụ sẽ rơi vào kết cục chết lạnh như vậy, liệu con người có thể làm gì? Liệu chúng ta có đảo ngược được những lực vũ trụ này không?

Có ít nhất ba lựa chọn.

Thứ nhất là không làm gì cả và cứ để chu trình vũ trụ tiếp tục diễn ra. Theo nhà vật lý Freeman Dyson, khi môi trường lạnh hơn, sinh vật thông minh sẽ thích nghi và suy nghĩ chậm hơn. Sau cùng, chỉ một ý nghĩ đơn giản có khi cũng kéo dài triệu năm, nhưng những sinh vật đó sẽ không biết mình chậm vì xung quanh tất cả đều như vậy. Vẫn có thể có những cuộc trò chuyện “có trí tuệ” giữa các sinh vật, dù sẽ mất hàng triệu năm. Như vậy, từ góc nhìn này, mọi thứ vẫn diễn ra bình thường.

Sống trong thế giới lạnh lẽo thực ra có thể cũng khá thú vị. Bước nhảy lượng tử cực hiếm xảy ra trong một đời người, nhưng lại có thể xảy ra thường xuyên trong thế giới lạnh. Lỗ sâu có thể mở và đóng ngay trước mắt ta. Vũ trụ bong bóng thoát ẩn thoát hiện. Các sinh vật có thể nhìn thấy những hiện tượng này mọi lúc vì não của chúng hoạt động rất chậm.

Song giải pháp thích nghi chỉ là tạm thời, vì cuối cùng, phân tử sẽ chuyển động chậm đến mức thông tin không thể truyền từ nơi này sang nơi khác được nữa. Tới lúc đó, mọi hoạt động, kể cả suy nghĩ, dù chậm đến mấy cũng ngừng lại. Chỉ có thể hy vọng sự tăng tốc do năng lượng tối gây ra sẽ đột ngột dừng lại trước khi điều trên xảy ra. Bởi không ai biết vũ trụ tăng tốc vì lý do gì, nên khả năng này là có thể xảy ra.

TIẾN LÊN VĂN MINH CẤP IV

Lựa chọn thứ hai là phát triển lên văn minh Cấp IV và học cách sử dụng năng lượng bên ngoài thiên hà. Trong một bài nói chuyện về vũ trụ học, tôi từng nhắc đến thang Kardashev. Sau buổi nói chuyện, một cậu bé mười tuổi chạy lên nói tôi sai rồi. Cậu bảo ngoài ba cấp độ trong thang Kardashev, chắc hẳn phải còn có văn

minh Cấp IV. Tôi sửa lại lời cậu bé và đáp rằng trong vũ trụ chỉ có các hành tinh, những vì sao và thiên hà, do vậy không thể tồn tại văn minh Cấp IV. Không thể có nguồn năng lượng nào vượt qua cả thiên hà.

Về sau, tôi nhận ra có lẽ mình đã quá hấp tấp với cậu bé.

Nên nhớ rằng mỗi cấp văn minh mạnh hơn từ 10 đến 100 tỷ lần so với cấp trước nó. Do có khoảng 100 tỷ thiên hà trong vũ trụ khả kiến, nền văn minh Cấp IV nhiều khả năng sẽ khai thác năng lượng của toàn bộ vũ trụ khả kiến.

Có lẽ nguồn năng lượng ngoại thiên hà là năng lượng tối. Đó cũng chính là dạng vật chất/năng lượng dồi dào nhất trong vũ trụ. Vậy văn minh Cấp IV sẽ tận dụng năng lượng tối và đảo ngược Big Rip ra sao?

Theo định nghĩa, văn minh Cấp IV có thể khai thác năng lượng ngoại hành tinh, nên họ có thể tác động lên một số chiều không gian phụ mà lý thuyết dây đã nhận diện, tạo nên một quả cầu nơi năng lượng tối đảo cực, từ đó khiến sự giãn nở vũ trụ bị đảo ngược. Bên ngoài quả cầu, có thể vũ trụ vẫn giãn nở gia tốc theo hàm số mũ. Nhưng bên trong quả cầu, các thiên hà vẫn phát triển bình thường. Bằng cách này, văn minh Cấp IV vẫn sẽ sống sót ngay cả khi vũ trụ xung quanh đang chết.

Về mặt nào đó, quả cầu ta vừa nhắc đến cũng hoạt động như quả cầu Dyson. Nhưng mục đích của quả cầu Dyson là thu thập ánh sáng sao mẹ, còn quả cầu này hướng tới việc giam giữ năng lượng tối để khống chế sự giãn nở.

Lựa chọn cuối cùng là tạo ra lỗ sâu xuyên không-thời gian. Nếu vũ trụ đang chết, ta có thể bỏ nó lại và di chuyển sang một vũ trụ khác trẻ hơn.

Trong bức tranh nguyên tác của Einstein, vũ trụ là một bong bóng khổng lồ đang nở phồng. Chúng ta sống trên lớp màng của bong bóng này. Trong bức tranh mới đến từ lý thuyết dây còn có những bong bóng khác, mỗi bong bóng là một nghiệm của phương trình dây. Trên thực tế, số bong bóng nhiều như bọt bồn tắm, tạo thành đa vũ trụ.

Nhiều bong bóng rất nhỏ, xuất hiện sau một vụ Big Bang mini rồi nhanh chóng sụp đổ. Hầu hết bong bóng đều không đáng để tâm vì chúng đến rồi đi rất nhanh giữa chân không. Stephen Hawking gọi sự khuấy động liên tục đó trong chân không là “bọt không-thời gian”. Như vậy, “hư không” không phải là trống không mà có đầy các vũ trụ chuyển động không ngừng. Lạ hơn nữa, điều này có nghĩa ngay trong thân thể chúng ta cũng có những rung động của bọt không-thời gian, song vì chúng quá nhỏ nên ta chẳng hề hay biết.

Điểm gây choáng váng của lý thuyết này là nếu Big Bang đã xảy ra một lần, nó có thể xảy ra nhiều lần nữa. Vậy là một bức tranh mới ra đời, trong đó các vũ trụ con sẽ nảy sinh từ vũ trụ mẹ, và vũ trụ của chúng ta chỉ là một mảnh nhỏ của đa vũ trụ rộng lớn hơn.

(Đôi khi, một vài bong bóng không biến mất trở lại vào chân không mà giãn nở thật to do năng lượng tối. Có lẽ đây là nguồn gốc của vũ trụ chúng ta; cũng có thể vũ trụ chúng ta là kết quả của va chạm giữa hai bong bóng hoặc được sinh ra do một bong bóng tách thành các bong bóng nhỏ hơn.)

Như ta đã thấy ở chương trước, một nền văn minh siêu việt có lẽ sẽ đủ khả năng xây dựng máy gia tốc hạt khổng lồ to bằng vành đai tiểu hành tinh để có thể mở lỗ sâu. Nếu có năng lượng âm bình ổn, lỗ sâu sẽ là con đường dẫn sang vũ trụ khác. Ta đã nhắc đến việc dùng hiệu ứng Casimir để tạo ra phần năng lượng âm này. Nhưng vẫn còn nguồn năng lượng âm khác là ở các chiều không gian cao hơn. Chiều không gian cao phục vụ hai mục đích: thay đổi giá trị năng lượng tối để ngăn ngừa Big Rip, hoặc tạo ra năng lượng âm để ổn định lỗ sâu.

Mỗi bong bóng hoặc một vũ trụ trong đa vũ trụ có những định luật vật lý khác nhau. Lý tưởng nhất, ta nên đến một vũ trụ song song nơi có các nguyên tử liên kết bền vững (để cơ thể không bị phân rã khi ta bước vào) nhưng có năng lượng tối ít hơn nhiều so với vũ trụ hiện tại, như vậy nó sẽ giãn nở vừa đủ để nguội dần và cho phép hình thành các hành tinh sinh sống được, nhưng không giãn nở tới mức sớm dẫn đến Big Freeze.

VŨ TRỤ LẠM PHÁT

Những phỏng đoán trên thoạt nghe có vẻ vô lý, nhưng các dữ liệu vũ trụ mới nhất từ các vệ tinh của chúng ta dường như lại đứng về phía chúng. Ngay những người hoài nghi cũng phải công nhận rằng ý tưởng về đa vũ trụ tương thích với thuyết “vũ trụ lạm phát”, một phiên bản “tăng áp” của thuyết Big Bang. Theo kịch bản, ngay trước Big Bang, một vụ nổ lạm phát đã tạo nên vũ trụ trong vòng 10^{-33} giây đầu tiên, nhanh hơn nhiều so với lý thuyết ban đầu. Thuyết lạm phát do Alan Guth, Đại học MIT và Andrei Linde, Đại học Stanford đề xướng, đã giải quyết được một số bí ẩn vũ trụ. Chẳng hạn, trên thực tế, vũ trụ có vẻ phẳng và thuần nhất hơn so với dự báo của thuyết Einstein. Nhưng nếu vũ trụ trải qua một cuộc giãn nở mạnh như vậy, thì nó sẽ phẳng ra, như bề mặt trải ra của một quả bong bóng khổng lồ. Bề mặt bong bóng lạm phát trông như phẳng do nó có kích thước lớn.

Ngoài ra, khi nhìn vào vũ trụ theo một hướng rồi nhìn theo hướng ngược lại 180 độ, ta thấy vũ trụ vẫn như vậy. Để được thuần nhất như thế, phải có một dạng pha trộn nào đó giữa các phần khác nhau của vũ trụ, nhưng do ánh sáng có vận tốc hữu hạn, nên sẽ không đủ thời gian để thông tin di chuyển qua khoảng cách lớn như vậy. Do đó, lẽ ra vũ trụ trông phải gợn sóng và hỗn tạp do không có đủ thời gian để hòa trộn vật chất. Thuyết lạm phát vũ trụ giải thích rằng ban đầu, vũ trụ là một mảng vật chất nhỏ và thuần nhất. Hiện tượng lạm phát xảy ra đã làm giãn nở mảng này, tạo ra những gì ta thấy ngày nay. Vì lạm phát vũ trụ là thuyết lượng tử, nên vẫn có xác suất nhỏ điều này sẽ xảy ra lần nữa.

Tuy không thể chối cãi rằng thuyết lạm phát vũ trụ đã giải thích được các dữ liệu, nhưng các nhà vũ trụ học vẫn tranh cãi về cơ sở lý thuyết đằng sau nó. Có bằng chứng rõ ràng từ vệ tinh cho thấy vũ trụ quả thật đã trải qua giai đoạn lạm phát cực nhanh, song chưa rõ chính xác điều gì thúc đẩy hiện tượng này. Đến nay, cách giải thích tốt nhất vẫn là thông qua lý thuyết dây.

Tôi từng hỏi tiến sĩ Guth về khả năng tạo ra vũ trụ mini trong phòng thí nghiệm. Ông trả lời rằng thực ra ông đã tính toán và nhận thấy để làm được việc này, ta phải tập trung nhiệt lượng cực lớn vào một điểm. Nếu vũ trụ con ra đời trong phòng thí nghiệm, nó sẽ nổ dữ dội trong một vụ Big Bang. Tuy nhiên, vụ nổ có thể diễn ra trong một chiều không gian khác, nên từ góc nhìn của chúng ta, vũ trụ con sẽ biến mất. Nhưng ta vẫn có thể cảm nhận sóng xung kích sinh ra từ nó, có

sức mạnh tương đương nhiều bom hạt nhân. Và Guth kết luận, nếu thực sự tạo ra vũ trụ mini, có lẽ ta sẽ phải chạy thật nhanh!

NIẾT BÀN

Đa vũ trụ cũng có thể được xem xét từ góc độ thần học. Mọi tôn giáo trên thế giới đều quy về hai loại: sáng thế và vĩnh hằng. Thí dụ, Do Thái giáo và Cơ Đốc giáo nói về sáng thế, sự kiện lớn khi vũ trụ ra đời. (Không mấy ngạc nhiên khi những tính toán ban đầu về Big Bang được thực hiện bởi Georges Lemaître, một thầy tu Công giáo kiêm nhà vật lý. Lemaître cho rằng thuyết tương đối của Einstein và sách Sáng thế trong Kinh Thánh tương hợp với nhau.) Trái lại, trong Phật giáo, không có vị thần nào. Vũ trụ trong Phật giáo tồn tại thường hằng, không có điểm khởi đầu hay kết thúc. Chỉ có Niết bàn. Hai trường phái nói trên dường như hoàn toàn trái ngược nhau. Vũ trụ hoặc có khởi đầu hoặc không.

Nhưng cả hai vẫn có thể kết hợp được nếu ta áp dụng khái niệm đa vũ trụ. Trong lý thuyết dây, vũ trụ của chúng ta khởi đầu bằng sự kiện gây biến động lớn là Big Bang. Nhưng ta sống trong đa vũ trụ, với nhiều bong bóng vũ trụ khác. Những bong bóng này trôi nổi trong khoảng không gian lớn hơn nhiều, đó là siêu không gian mười chiều, không có khởi đầu.

Như vậy, Sáng thế vẫn luôn diễn ra trong không gian Niết bàn rộng lớn (siêu không gian).

Đây là cách hợp nhất đơn giản và vừa vặn câu chuyện sáng thế của Do Thái giáo/Cơ Đốc giáo với Phật giáo. Vũ trụ của chúng ta quả thật khởi đầu trong lửa, nhưng nó hiện hữu cùng các vũ trụ song song trong Niết bàn thường hằng.

STAR MAKER

Tới đây, ta lại trở về với Olaf Stapledon. Ông hình dung ra Star Maker, nhân vật thần thánh tạo ra và loại bỏ các vũ trụ. Người này như một họa sĩ trên trời, liên

tục vẽ ra những vũ trụ mới, chỉnh sửa tính chất của chúng, rồi chuyển sang vũ trụ tiếp theo. Mỗi vũ trụ có những định luật tự nhiên và dạng sống khác nhau.

Star Maker đứng ngoài tất cả các vũ trụ và có thể nhìn chúng một cách tổng thể khi vẽ lên tấm toan đa vũ trụ. Stapledon viết, “Mỗi vũ trụ... được trao tặng một hệ thời gian riêng, sao cho toàn bộ các sự kiện trong mỗi vũ trụ được Star Maker theo dõi không chỉ bằng thời gian của chính vũ trụ đó, mà bằng cả thời gian riêng của cuộc đời ông, tồn tại song song cùng thời gian của các vũ trụ.”

Quan điểm này rất tương đồng với cách lý thuyết dây nhìn nhận đa vũ trụ. Mỗi vũ trụ trong đa vũ trụ là một nghiệm của phương trình dây. Chúng sở hữu những định luật vật lý, hệ thời gian và đơn vị đo lường riêng. Như Stapledon nói, phải ở ngoài thời gian thông thường, ở ngoài mọi vũ trụ, thì mới nhìn được tất cả các bong bóng này cùng lúc.

(Điều này gợi nhớ cách Thánh Augustine nhìn nhận về bản chất của thời gian. Nếu Chúa là đấng toàn năng thì Người sẽ không bị những mối quan tâm trần tục ràng buộc. Nói cách khác, các thần linh chẳng việc gì phải vội vã hoàn thành công việc trước hạn hoặc lên các lịch hẹn. Vì vậy, theo một cách nào đó, Chúa cũng đứng ngoài thời gian. Tương tự, Star Maker và các nhà lý luận lý thuyết dây nhìn vào đám bọt vũ trụ trong đa vũ trụ cũng ở ngoài thời gian.)

Nhưng nếu đám bọt vũ trụ thực sự tồn tại, thì bọt nào là của chúng ta? Điều này làm nổi lên câu hỏi: Có phải vũ trụ của chúng ta do một đấng siêu nhiên thiết kế nên?

Khi xem xét các lực vũ trụ, ta thấy chúng dường như đã được “tinh chỉnh” vừa đủ để giúp sự sống thông minh nảy mầm. Ví dụ, nếu lực hạt nhân mạnh hơn một chút thì hần Mặt Trời đã cháy hết từ hàng triệu năm trước. Nếu nó yếu hơn một chút thì Mặt Trời sẽ không bao giờ nóng lên. Trọng lực cũng vậy. Nếu nó mạnh hơn một chút thì Big Crunch hần đã xảy ra cách đây mấy tỷ năm. Nếu nó yếu hơn một chút, Big Freeze sẽ xảy ra. Trong cả hai trường hợp, lực hạt nhân và trọng lực đều được “tinh chỉnh” vừa đủ để sinh vật thông minh trên Trái Đất phát triển. Khi xem xét các lực và tham số khác, ta thấy cùng hiện tượng như vậy.

Một số triết lý đã giải thích vì sao những định luật căn bản để nuôi dưỡng sự sống lại nằm trong phạm vi hẹp đến thế.

Đầu tiên là nguyên lý Copernicus⁴⁵, cho rằng Trái Đất không hề đặc biệt. Nó chỉ là hạt bụi lang thang vô định trong vũ trụ. Việc các lực tự nhiên đã “tinh chỉnh” vừa đúng mức hoàn toàn chỉ là trùng hợp ngẫu nhiên.

Nguyên lý thứ hai là nguyên lý vị nhân, khẳng định chính sự hiện hữu của chúng ta góp phần đáng kể quyết định loại vũ trụ nào có thể tồn tại. Dạng yếu của nguyên lý vị nhân cho rằng các định luật tự nhiên tạo điều kiện cho sự sống phát triển, bằng chứng là chúng ta đang tồn tại và chiêm nghiệm những định luật đó. Vũ trụ nào cũng tốt như nhau, nhưng chỉ vũ trụ của chúng ta có sinh vật thông minh biết nghĩ tới và viết về điều này. Nhưng dạng mạnh hơn của nguyên lý này thì nói rằng sinh vật thông minh tồn tại là điều khó xảy ra đến mức có lẽ vũ trụ đã bị ép buộc và được thiết kế cho khả năng này.

Nguyên lý Copernicus nói rằng vũ trụ không hề đặc biệt, còn nguyên lý vị nhân lại nói ngược lại. Lạ thay, tuy trái ngược nhau hoàn toàn, nhưng chúng đều tương hợp với vũ trụ mà ta biết.

(Tôi còn nhớ rõ hồi học lớp hai, cô giáo đã giải thích về điều này cho tôi. Cô nói Thiên Chúa yêu Trái Đất đến mức Người xếp nó ở khoảng cách thích hợp so với Mặt Trời. Nếu nó ở quá gần, đại dương sẽ sôi lên. Còn ở quá xa thì đại dương sẽ đóng băng. Chính Chúa đã khiến Trái Đất có khoảng cách thích hợp. Đó là lần đầu tiên tôi được nghe giải thích khoa học theo cách như vậy.)

Để giải quyết vấn đề này mà không cần viện dẫn tôn giáo, chỉ cần nhìn vào các ngoại hành tinh. Hầu hết chúng đều nằm quá gần hoặc quá xa sao mẹ nên không thể có sự sống. Thật may mắn khi chúng ta nằm trong vùng Goldilocks quanh Mặt Trời.

Tương tự, “may mắn” có lẽ cũng là cách giải thích vì sao vũ trụ dường như được tinh chỉnh để sự sống như đã biết xuất hiện, bởi có hàng tỷ vũ trụ song song nhưng chúng không hề được tinh chỉnh để có sự sống, hoàn toàn không có sự sống xuất hiện. Chúng ta là những kẻ may mắn được sống để nói về điều này. Vì vậy, vũ trụ không nhất thiết phải do một đấng cao siêu thiết kế nên. Chúng ta hiện

diện và bàn về vấn đề này vì chúng ta sống trong một vũ trụ phù hợp để tạo ra sự sống.

Tuy nhiên, vẫn còn một góc độ khác để tiếp cận vấn đề. Đây là triết lý tôi ưa thích và hiện đang nghiên cứu. Theo đó, có nhiều vũ trụ trong đa vũ trụ, nhưng hầu hết chúng đều không bền vững và cuối cùng sẽ phân rã, mở đường cho một vũ trụ bền vững hơn. Có thể từng có nhiều vũ trụ khác tồn tại trong quá khứ, song chúng đều không tồn tại lâu và đã gộp chung vào vũ trụ chúng ta. Trong bức tranh này, vũ trụ chúng ta sống sót vì nó thuộc loại bền vững nhất.

Như vậy, quan điểm của tôi pha trộn giữa nguyên lý Copernicus và nguyên lý vị nhân. Tôi tin vũ trụ chúng ta không đặc biệt, như đã chỉ ra từ nguyên lý Copernicus, trừ hai đặc tính: nó bền vững và nó phù hợp để tạo ra sự sống như ta biết. Không có vô số vũ trụ song song trôi nổi trong Niết bàn siêu không gian, mà thực ra đa số chúng đều kém bền vững và có lẽ chỉ một số ít sống sót để tạo nên sự sống như chúng ta đang có.

Những lời cuối cùng về lý thuyết dây vẫn chưa được viết. Khi lý thuyết này trở nên hoàn thiện, ta có thể so sánh nó với lượng vật chất tối trong vũ trụ và những tham số miêu tả các hạt hạ nguyên tử để xác định dứt khoát nó có đúng hay không. Nếu đúng, lý thuyết dây cũng sẽ giải đáp được bí ẩn năng lượng tối – loại năng lượng mà giới vật lý cho là một ngày kia sẽ phá hủy vũ trụ. Nếu chúng ta đủ may mắn để phát triển lên thành nền văn minh Cấp IV và có đủ sức khai thác năng lượng ngoại thiên hà, thì lý thuyết dây còn giải thích cách để thoát khỏi cái chết của vũ trụ.

Có lẽ một nhân tài trẻ trung, táo bạo nào đó, sau khi đọc cuốn sách này sẽ có cảm hứng hoàn thiện chương cuối trong lịch sử lý thuyết dây và giải đáp được câu hỏi: Liệu cái chết của vũ trụ có thể đảo ngược được hay không?

CÂU HỎI CUỐI CÙNG

Isaac Asimov từng nói, trong tất cả các truyện ngắn từng viết, ông thích nhất *The Last Question* (Câu hỏi cuối cùng). Câu truyện đem đến cho chúng ta một góc

nhìn phi thường về tương lai hàng ngàn tỷ năm sau và giải thích cách nhân loại đương đầu với sự kết thúc của vũ trụ.

Trong truyện, con người luôn thắc mắc qua nhiều thời đại rằng liệu vũ trụ có nhất định phải chết, liệu có thể đảo ngược được sự giãn nở và ngăn vũ trụ chìm vào băng giá hay không. Mỗi lần được hỏi: “Entropy có thể đảo ngược được không?”, máy tính chủ lại trả lời: “Không đủ dữ liệu để đưa ra câu trả lời ý nghĩa.”

Cuối cùng, hàng ngàn tỷ năm sau, nhân loại không còn bị vật chất kiềm chế, trói buộc. Chúng ta tiến hóa thành sinh vật năng lượng thuần túy, có thể di chuyển khắp thiên hà. Không còn bị vật chất cản trở, ta có thể du hành đến những thiên hà xa xôi bằng tâm thức thuần túy. Thể xác vật lý của ta bất tử nhưng được lưu giữ tại một hệ hành tinh xa xôi bị quên lãng nào đó, còn tâm thức thì tự do “ngao du”. Nhưng hễ cứ đặt câu hỏi định mệnh: “Entropy có thể đảo ngược được không?” thì ta lại nhận được câu trả lời như trước: “Không đủ dữ liệu để đưa ra câu trả lời ý nghĩa.”

Cuối cùng, máy tính chủ quá mạnh, không thể đặt tại bất cứ hành tinh nào mà phải đưa lên siêu không gian. Hàng ngàn tỷ tâm thức con người cùng hòa vào làm một với nó. Khi vũ trụ bước vào cơn hấp hối, cuối cùng máy tính cũng giải quyết được vấn đề đảo ngược entropy. Ngay khi vũ trụ lâm tử, máy chủ tuyên bố: “Phải có ánh sáng!” Liền có ánh sáng⁴⁶.

Như vậy, định mệnh tối hậu của nhân loại là trở thành thần thánh để tạo ra vũ trụ hoàn toàn mới và cứ bắt đầu lại như thế. Quả là một tiểu thuyết kiệt tác. Giờ ta hãy phân tích truyện ngắn này dưới góc nhìn vật lý hiện đại.

Như đã đề cập ở chương trước, khoảng thế kỷ 22, chúng ta sẽ có thể tiến hành dịch chuyển laser để phóng tâm thức lên không gian với tốc độ ánh sáng. Mai đây, dịch chuyển laser rất có thể sẽ trở thành con đường siêu tốc kết nối các thiên hà, đưa hàng tỷ tâm thức chu du trong Dải Ngân Hà. Do đó, viễn cảnh của Asimov về sinh vật thuần túy năng lượng không hề viễn vông.

Tiếp nữa, việc máy chủ trở nên lớn mạnh đến mức phải đưa lên siêu không gian, cuối cùng hòa nhập với con người, cũng có thể xảy ra. Một ngày nào đó, biết đâu chúng ta sẽ giống như Star Maker, đứng từ điểm cao trong siêu không gian trông

xuống và thấy vũ trụ của mình tồn tại cùng các vũ trụ song song khác trong đa vũ trụ, mỗi vũ trụ lại chứa hàng tỷ thiên hà. Phân tích các vũ trụ trước mắt, ta sẽ chọn một vũ trụ khác, còn trẻ, để làm ngôi nhà mới. Vũ trụ đó phải có vật chất vững bền, như nguyên tử, và phải đủ trẻ để các vì sao tiếp tục tạo nên những hệ hành tinh, giúp các dạng sống mới sinh sôi. Như vậy, trong tương lai xa, thay vì lâm vào ngõ cụt, dạng sống thông minh sẽ chứng kiến một ngôi nhà mới được sinh ra. Nếu quả thực vậy, cái chết của vũ trụ sẽ không phải là kết thúc.

Về lâu dài, cơ hội sống còn duy nhất của chúng ta không phải là ẩn nấp trên Trái Đất, mà là tiến ra không gian... Tôi rất lạc quan. Nếu ta tránh được các thảm họa trong vòng hai thế kỷ tới, loài người có lẽ sẽ an toàn và thẳng tiến vào vũ trụ. Một khi ta xây dựng thành công các vùng đất độc lập, tương lai nhân loại sẽ được bảo đảm.

– STEPHEN HAWKING

Mọi giấc mơ đều khởi đầu từ một người mơ mộng. Hãy luôn nhớ rằng, bạn có trong mình sức mạnh, niềm đam mê để vươn tới các vì sao và thay đổi thế giới.

– HARRIET TUBMAN

Theo thần học Cơ đốc giáo, Tận thế là lúc Chúa Jesus trở lại trong vinh quang, đánh bại các thế lực xấu và phán xét tất cả mọi người (phán xét chung). (ND)[↗](#)

“Người là bụi đất, và sẽ trở về với bụi đất.” (Kinh Cựu Ước, Khởi Nguyên 3:19).(ND)[↗](#)

Đặt theo tên Nicolaus Copernicus, nhà thiên văn học Ba Lan, người khởi xướng thuyết nhật tâm. (ND)[↗](#)

“Thiên Chúa phán: Phải có ánh sáng. Liền có ánh sáng.” (Kinh Cựu Ước, Khởi Nguyên 1:3). (ND)[↗](#)

Table of Contents

[NHỮNG LỜI NGỢI KHEN](#)

[MỞ ĐẦU](#)

[DẪN NHẬP: TRỞ THÀNH SINH VẬT ĐA HÀNH TINH](#)

[TÌM KIẾM CÁC HÀNH TINH MỚI TRONG KHÔNG GIAN](#)

[THỜI HOÀNG KIM MỚI CỦA NGÀNH THÁM HIỂM KHÔNG GIAN](#)

[CÁC LÀN SÓNG CÁCH MẠNG CÔNG NGHỆ](#)

[PHẦN 1: RỜI KHỎI TRÁI ĐẤT](#)

[1. CHUẨN BỊ CẤT CÁNH](#)

[TSIOLKOVSKY – NHÀ TIÊN PHONG ĐƠN ĐỘC](#)

[ROBERT GODDARD - CHA ĐẼ HỎA TIỄN HỌC](#)

[THIÊN HẠ CHÊ CƯỜI](#)

[TÊN LỬA HÒA BÌNH, TÊN LỬA CHIẾN TRANH](#)

[PHÓNG TÊN LỬA V-2](#)

[CHIẾN TRANH RỪNG RỌN](#)

[KHOA HỌC TÊN LỬA VÀ CẠNH TRANH SIÊU CƯỜNG](#)

[KỶ NGUYÊN SPUTNIK](#)

[LẠC TRONG KHÔNG GIAN](#)

[2. THỜI KÌ VÀNG SON MỚI CHO NGÀNH THÁM HIỂM KHÔNG GIAN](#)

[TRỞ LẠI MẶT TRĂNG](#)

[THÁM HIỂM MẶT TRĂNG](#)

[CĂN CỨ MẶT TRĂNG THƯỜNG TRỰC](#)

[SỐNG TRÊN MẶT TRĂNG](#)

[VUI CHƠI GIẢI TRÍ TRÊN MẶT TRĂNG](#)

[MẶT TRĂNG ĐẾN TỪ ĐÂU?](#)

[ĐI BỘ TRÊN MẶT TRĂNG](#)

[3. KHAI MỎ TRÊN TRỜI](#)

[NGUỒN GỐC VÀNH ĐAI TIỂU HÀNH TINH](#)

[KHAI THÁC CÁC TIỂU HÀNH TINH](#)

[THĂM DÒ CÁC TIỂU HÀNH TINH](#)

[4. SAO HÒA, HAY KHÔNG GÌ CẢ](#)

CUỘC CHẠY ĐUA MỚI LÊN SAO HỎA
DU HÀNH VŨ TRỤ KHÔNG PHẢI CUỘC DÃ NGOẠI
BAY TỚI HỎA TINH
CHUYẾN ĐI ĐẦU TIÊN ĐẾN SAO HỎA

5. SAO HỎA: HÀNH TINH VƯỜN

SỐNG TRÊN SAO HỎA
THỂ THAO TRÊN SAO HỎA
DU LỊCH SAO HỎA
SAO HỎA: VƯỜN ĐỊA ĐÀNG
CẢI TẠO SAO HỎA
KHỞI ĐỘNG LÀM ẤM SAO HỎA
ĐIỂM BÙNG PHÁT
KẾT QUẢ CẢI TẠO CÓ TỒN TẠI ĐƯỢC LÂU?
CHUYỆN GÌ ĐÃ XẢY RA VỚI ĐẠI DƯƠNG SAO HỎA?

6. CÁC HÀNH TINH KHÍ KHỔNG LỒ, SAO CHỖI VÀ XA HƠN NỮA

CÁC HÀNH TINH KHÍ KHỔNG LỒ
CÁC VỆ TINH TỰ NHIÊN CỦA HÀNH TINH KHÍ KHỔNG LỒ
EUROPA CLIPPER
VÀNH ĐAI SAO THỔ
NHÀ MỞI TẠI TITAN?
ĐÁM MÂY SAO CHỖI OORT

PHẦN 2: BAY ĐẾN NHỮNG VÌ SAO

7. NGƯỜI MÁY TRONG KHÔNG GIAN

AI: NGÀNH KHOA HỌC SƠ KHAI
BƯỚC TIẾP THEO: NGƯỜI MÁY THỰC THỤ
LỊCH SỬ AI
THỬ THÁCH DARPA
MÁY MÓC BIẾT HỌC
ROBOT TỰ NHẬN BẮN
ROBOT TỰ NHẬN BẮN TRONG KHÔNG GIAN
ROBOT TỰ NHẬN THỨC
KỊCH BẢN TỐT NHẤT VÀ XẤU NHẤT
LÝ THUYẾT Ý THỨC KHÔNG-THỜI GIAN

CHẾ TẠO NGƯỜI MÁY TỰ NHẬN THỨC?
VÌ SAO ROBOT MẤT KIỂM SOÁT
MÁY TÍNH LƯỢNG TỬ
VÌ SAO TA CHƯA CÓ MÁY TÍNH LƯỢNG TỬ?
ROBOT TRONG TƯƠNG LAI XA

8. ĐÓNG TÀU LIÊN SAO

NHỮNG VẤN ĐỀ ĐỐI VỚI BUỒM LASER
BUỒM ÁNH SÁNG
ĐỘNG CƠ ION
TÀU LIÊN SAO 100 NĂM
TÊN LỬA HẠT NHÂN
NHỮNG HẠN CHẾ CỦA TÊN LỬA HẠT NHÂN
TÊN LỬA NHIỆT HẠCH
TÀU LIÊN SAO PHẢN VẬT CHẤT
TÀU LIÊN SAO NHIỆT HẠCH PHẢN LỰC DÒNG THẲNG
CÁC VẤN ĐỀ CỦA TÀU LIÊN SAO
THANG MÁY VŨ TRỤ
BỂ CONG KHÔNG-THỜI GIAN
LỖ SÂU
ĐỘNG CƠ ALCUBIERRE
HIỆU ỨNG CASIMIR VÀ NĂNG LƯỢNG ÂM

9. KEPLER VÀ VŨ TRỤ HÀNH TINH

HỆ MẶT TRỜI LÀ MỘT HỆ ĐIỂN HÌNH?
CÁC PHƯƠNG PHÁP TÌM KIẾM NGOẠI HÀNH TINH
KẾT QUẢ TỪ KEPLER
CÁC HÀNH TINH CÓ KÍCH THƯỚC TƯƠNG TỰ TRÁI ĐẤT
BẦY “TRÁI ĐẤT” QUAY QUANH MỘT NGÔI SAO
TRÁI ĐẤT CÓ HÀNH TINH SONG SINH?
HÀNH TINH LANG THANG
HÀNH TINH KỲ LẠ
THỐNG KÊ DÂN SỐ THIÊN HÀ

PHẦN 3: SỰ SỐNG TRONG VŨ TRỤ

10. SỰ BẤT TỬ

TÀU LIÊN SAO ĐA THẾ HỆ

KHOA HỌC HIỆN ĐẠI VÀ HIỆN TƯỢNG LÃO HÓA
PHÓNG NGƯỜI NHÂN BẢN
ĐI TÌM SỰ BẤT TỬ
DI TRUYỀN HỌC VỀ LÃO HÓA
CÁC LÝ THUYẾT LÃO HÓA CÂY TRANH CẢI
VIỄN CẢNH KHÁC VỀ SỰ BẤT TỬ
QUÁ TẢI DÂN SỐ
BẤT TỬ KỸ THUẬT SỐ
HAI PHƯƠNG PHÁP SỐ HÓA TÂM THỨC
LINH HỒN CHỈ LÀ THÔNG TIN?

11. SIÊU NHÂN HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

SỨC MẠNH SIÊU VIỆT
NÂNG CẤP BẢN THÂN
SỨC MẠNH TÂM THỨC
NGƯỜI BAY
CÁCH MẠNG CRISPR
CÁC VẤN ĐỀ ĐẠO ĐỨC CỦA SIÊU NHÂN HỌC
TƯƠNG LAI HẬU CON NGƯỜI?
NGUYÊN TẮC NGƯỜI THƯƠNG CỔ
QUYỀN QUYẾT ĐỊNH NẰM TRONG TAY AI?

12. KIẾM TÌM SỰ SỐNG BÊN NGOÀI TRÁI ĐẤT

SETI
CUỘC TIẾP XÚC ĐẦU TIÊN
TRÔNG HỌ SẼ RA SAO?
SỰ TIẾN HÓA CỦA TRÍ TUỆ TRÊN TRÁI ĐẤT
TRÍ TUỆ LOÀI NGƯỜI
SỰ TIẾN HÓA TRÊN HÀNH TINH KHÁC
RÀO CẢN TỰ NHIÊN ĐỐI VỚI CÔNG NGHỆ NGOÀI HÀNH TINH
NGHỊCH LÝ FERMI: HỌ Ở NƠI NÀO?
CÓ PHẢI TA ĐANG CẢN ĐƯỜNG HỌ?

13. NHỮNG NỀN VĂN MINH SIÊU VIỆT

THANG VĂN MINH CỦA KARDASHEV
TỪ VĂN MINH CẤP 0 LÊN CẤP I

[NÓNG LÊN TOÀN CẦU VÀ KHỦNG BỐ SINH HỌC](#)
[NĂNG LƯỢNG CHO VĂN MINH CẤP I](#)
[CHUYỂN TIẾP LÊN VĂN MINH CẤP II](#)
[LÀM MÁT NỀN VĂN MINH CẤP II](#)
[NHÂN LOẠI SẼ PHÂN NHÁNH?](#)
[CUỘC ĐẠI DI DÂN TRONG THIÊN HÀ](#)
[CHÚNG TA SẼ KHÁC BIỆT ĐẾN MỨC NÀO?](#)
[NHỮNG GIÁ TRỊ CỐT LÕI CHUNG](#)
[CHUYỂN TIẾP LÊN VĂN MINH CẤP III](#)
[DỊCH CHUYỂN LASER ĐẾN CÁC VÌ SAO](#)
[LỖ SÂU VÀ NĂNG LƯỢNG PLANCK](#)
[VƯỢT TRÊN LHC](#)
[MÁY GIA TỐC TRONG VÀNH ĐAI TIỂU HÀNH TINH](#)
[LƯỢNG TỬ MẬP MỜ](#)
[LÝ THUYẾT DÂY](#)
[QUYỀN NĂNG CỦA ĐỐI XỨNG](#)
[NHỮNG CHỈ TRÍCH ĐỐI VỚI LÝ THUYẾT DÂY](#)
[SỐNG TRONG SIÊU KHÔNG GIAN](#)
[VẬT CHẤT TỐI VÀ DÂY](#)
[LÝ THUYẾT DÂY VÀ LỖ SÂU](#)
[KHÔNG CÒN LY TÁN?](#)

[14. RA KHỎI VŨ TRỤ](#)

[BIG CRUNCH, BIG FREEZE HOẶC BIG RIP](#)
[LỬA HAY BĂNG?](#)
[NĂNG LƯỢNG TỐI](#)
[THOÁT KHỎI TẬN THỂ](#)
[TIẾN LÊN VĂN MINH CẤP IV](#)
[VŨ TRỤ LẠM PHÁT](#)
[NIẾT BÀN](#)
[STAR MAKER](#)
[CÂU HỎI CUỐI CÙNG](#)