

THE HUGO NEWYORK TIMES BESTSELLER

CARL SAGAN

VŨ TRỤ

sự tiến hoá của vũ trụ, sự sống và nền văn minh



Nhã Nam



THẾ GIỚI

NHÀ XUẤT BẢN
THẾ GIỚI

CARL SAGAN

VŨ TRỤ

sự tiến hóa của vũ trụ, sự sống và nền văn minh

NGUYỄN VIỆT LONG dịch
NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI

ebook@tudonald78 | 06-01-2022



Ebook này được thực hiện theo dự án “SỐ HÓA SÁCH CŨ” của diễn đàn TVE-4U.ORG

TÁC GIẢ
CARL SAGAN
(1934-1996)



Carl Sagan (1934-1996) là nhà thiên văn học và nhà vật lý thiên văn xuất sắc. Ông là người đi tiên phong trong lĩnh vực sinh học ngoài Trái đất, xúc tiến công cuộc tìm kiếm trí tuệ trong vũ trụ (dự án SETI) và đóng vai trò chủ chốt trong các dự án thám hiểm hành tinh Mariner, Viking và Voyager.

Carl Sagan cũng là nhà phổ biến khoa học xuất sắc. Ngoài hơn 600 bài báo khoa học và phổ biến khoa học, ông còn là tác giả của gần hai chục đầu sách khoa học, trong đó có *Intelligent Life in the Universe* (Sự sống thông minh trong Vũ trụ), *The Cosmic Connection* (Kết nối vũ trụ), *The Dragons of Eden* (Những con rồng Địa đàng, Giải Pulitzer cho thể loại sách phi hư cấu), *Broca's Brain* (Bộ não Broca), *The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark* (Thế giới quỷ ám: khoa học là ngọn nến trong đêm, Giải Hugo 1997). Tiểu thuyết *Contact* (Tiếp xúc, Giải Homer 1997, Giải Hugo 1998) của ông được xếp thứ 7 trong danh sách bán chạy nhất năm 1985 của Publishers Weekly và được dựng thành phim.

Ông đã được tặng nhiều giải thưởng trong và ngoài nước Mỹ, các huy chương của NASA. Tên ông đã được đặt cho tiểu hành tinh 2709. Hiện nay có hai giải thưởng khoa học và một huy chương mang tên ông.

SÁCH BÁN CHẠY SỐ 1
VỚI HƠN NĂM TRIỆU BẢN IN

“ĐẦY QUYẾN RŨ, NHIỀU TƯỞNG TƯỢNG,
DỄ ĐỌC, LÓNG LÁNH MÀU SẮC.”

- James Michener
The New York Times Book Review

VŨ TRỤ

TÁC PHẨM

“*Vũ trụ* thật hoành tráng, đầy thách thức... Một trong những thế mạnh của cuốn sách là con đường mà nó lần lần đưa tri thức của ngày hôm nay và phương pháp khoa học của ngày hôm nay lần lần trở lại những cội nguồn lịch sử của chúng. Chính nhiệt huyết, cộng với khả năng thấu triệt mang chất thơ và tài nghệ văn chương của tiến sĩ Sagan đã làm cho cuốn sách này trở thành một tác phẩm hết sức đáng đọc.”

- *The Christian Science Monitor*

“Carl Sagan là một trong số những nhà khoa học xuất sắc nhất của thời đại chúng ta... ông đã làm công việc viết lách cù khỏi khi đào sâu vào quá khứ, hiện tại và tương lai của khoa học, trong việc xử lý sự bao la gây choáng váng trí óc của cái vũ trụ mà trong đó chúng ta đang tồn tại.”

- *Associated Press*

“Carl Sagan, người đoạt giải Pulitzer đã thâu gom toàn bộ vũ trụ lấp lánh tráng lệ vào một quyển sách tuyệt vời... Ông hòa trộn khoa học với triết học trong một văn bản chứa đựng biết bao năng lực trữ tình... Sagan làm ngỡ ngàng đầu óc chúng ta bằng phép màu kỳ diệu của sự tồn tại con người, được đóng khung bởi các thiên hà oai vệ trong không gian vũ trụ.”

- *Cosmopolitan*

“Năm trước... đã chứng kiến bộ phim nhiều tập phi thường *Vũ trụ* trên kênh Public Broadcasting Service; những chương trình ấy đã thu hút hàng chục triệu khán giả vì nó không chỉ đi vào các kí quan của vũ trụ mà còn đi vào những vấn đề khoa học sâu sắc nhất liên quan đến bản chất và nguồn gốc của thế giới, của sự sống, của nhân loại. Cuốn sách *Vũ trụ* của Carl Sagan không chỉ là kịch bản phim truyền hình nhiều tập mà còn là tác phẩm đủ lông đủ cánh đứng một mình, ghi lại, chủ yếu theo trình tự thời gian, những nỗ lực lớn lao của loài người để đạt được những thành tựu khoa học. *Vũ trụ* đã cho độc giả cơ hội thám hiểm theo chiều sâu... khiến cho các tác phẩm của Jules Verne và H. G. Wells dường như trở nên nhạt nhẽo.”

- *The Christian Century*

“Chỉ trong vài năm, Sagan... đã trở thành Ông Khoa học, một nhà phổ biến khoa học được kính nể rộng rãi, người có khả năng kết nối chất liệu và lịch sử sự sống với cái bao la của không gian và sự vĩnh cửu. Ông đã làm việc đó với sự duyên dáng và nhiệt tâm đến mức thuyết phục được bạn đọc, ít nhất là trong giây lát, rằng không có cái gì hồi hộp hơn và quan trọng hơn.”

- *Chicago Tribune*

“Sagan là nhà thiên văn mà một con mắt nhìn lên các vì sao, con mắt kia nhìn vào lịch sử, còn con mắt thứ ba - con mắt của trí tuệ ông - nhìn vào tình trạng của loài người... Chúng ta hết sức ngưỡng mộ ông vì niềm khao khát và sự uyên bác của ông, có lúc lại vì cái duyên của văn ông, và thường thì vì đã làm chúng ta kinh ngạc về cái vũ trụ của chúng ta và về bản thân chúng ta.”

- *Newsday*

“Một tác phẩm khoa học thường thức tinh tế, với một liều lượng tưởng tượng và thấu thị khác thường.”

- *The San Diego Union*

“Sagan biết cách kích thích chính xác như thế nào trí tưởng tượng của độc giả ngoại đạo và duy trì sự hứng thú từ trang đầu đến trang cuối... Đây là cuốn sách kéo căng trí não, đưa chúng ta vào chuyến du hành hấp dẫn nhất trong mọi cuộc viễn du, rất am tường, được viết đẹp như mơ, và được minh họa đầy ấn tượng. Mỗi độc giả thông minh nên đọc, đánh dấu, học hỏi và tiêu hóa câu chuyện vũ trụ của Sagan.”

- *John Barkham Reviews*

“Tuyệt tác... Sự khảo sát của Sagan vào bên trong con người trong khuôn khổ của tự nhiên hoàn toàn không có sự mê tín và bi quan... Một tầm nhìn lớn.”

- *The American Rationalist*

VŨ TRỤ

PHIM TRUYỀN HÌNH NHIỀU TẬP

Bộ phim truyền hình nhiều tập được xem nhiều nhất trong lịch sử ngành truyền hình Hoa Kỳ *Vũ trụ* giờ đây đã được hơn 200 triệu người xem ở hơn 60 quốc gia.

“*Vũ trụ* có lẽ là đóng góp có một không hai, độc đáo nhất vào chương trình truyền hình trong suốt ba năm qua... tuyệt đỉnh về từng phương diện. Nó thực hiện giải trí, giáo dục, thông tin, gây hồi hộp và tạo cảm hứng... gây sự chú ý lớn lao đối với sự rõ ràng và tính học thuật... sự kính nể đặc biệt của công chúng theo dõi. *Vũ trụ* là thắng lợi huy hoàng của tiến sĩ Sagan, của chương trình truyền hình khoa học và của nhân dân Hoa Kỳ.”

Đại học bang Ohio
Giải thưởng hàng năm về tác phẩm
truyền hình xuất sắc

“*Vũ trụ* đang thực hiện lời hứa mà những người cổ súy truyền hình luôn luôn nói: các kỹ thuật truyền thông có thể được sử dụng để làm phong phú đầu óc cho người xem mà không làm họ chán và cung cấp cho họ nhiều thứ hơn là sự vui vẻ và các trò chơi (game)... Nó sẽ tạo cho bạn một tiêu chuẩn mới để đánh giá các chương trình truyền hình còn lại.”

Xã luận
The Washington Post

“Cuốn hút, hồi hộp và gây phấn chấn... *Vũ trụ* là một thành công ngay lập tức với những ai tìm kiếm chất lượng thực của truyền hình.”

Giải thưởng George Foster Peabody
vì sự xuất sắc trong chương trình truyền hình

TẶNG ANN DRUYAN

Trong sự bao la của không gian
và sự mênh mông của thời gian,
niềm vui sướng của tôi là được cùng chia sẻ
một hành tinh và một thời đại với Annie.

MỞ ĐẦU

Sẽ đến lúc mà những nghiên cứu sau một thời gian dài, rọi ánh sáng vào những điều giờ đây còn ẩn giấu. Một cuộc đời duy nhất, cho dù có dành toàn bộ cho bầu trời, cũng sẽ không đủ để nghiên cứu một đối tượng bao la như thế... Cho nên sự hiểu biết sẽ chỉ được mở ra dần dần qua nhiều thời đại dài lâu kế tiếp nhau. Sẽ đến cái thời mà con cháu chúng ta sẽ lấy làm ngạc nhiên rằng chúng ta không biết những điều rất bình thường đối với chúng... Nhiều phát minh đang đợi các thế kỷ sắp tới, khi mà ký ức về chúng ta bị xóa nhòa. Vũ trụ của chúng ta sẽ nhỏ mọn một cách đáng thương nếu như trong nó không có cái dành cho mỗi thời đại nghiên cứu... Tự nhiên không bộc lộ hết ngay lập tức những bí ẩn của nó.

- Seneca, Các ván đẽ tự nhiên,
Quyển 7, thế kỷ 1

Vào thời cổ, trong ngôn ngữ hằng ngày và tập quán, những sự kiện tràn tục nhất cũng được cho là liên quan đến những sự kiện vũ trụ to lớn nhất. Một ví dụ lý thú là một câu thần chú chống con sâu mà người Assyria ở Trung Đông sowing vào thời 1.000 năm trước Công nguyên nghĩ rằng là thủ phạm gây sâu răng. Câu thần chú bắt đầu từ chuyện khởi nguồn của vũ trụ và kết thúc bằng chuyện chữa sâu răng.

Sau khi thần Anu tạo ra trời,
Thì trời tạo ra đất,
Rồi đất tạo ra sông,
Sông tạo ra kênh rạch,
Những con rạch tạo ra đầm lầy
Đầm lầy tạo ra một chú sâu,
Sâu ta đến trước thần Shamash khóc lóc,
Lệ sâu tuôn chảy trước thần Ea:
“Thần sẽ cho tôi cái gì làm thức ăn,”
“Thần sẽ cho tôi cái gì làm thức uống?”
“Ta sẽ cho ngươi quả sung khô
Và quả mơ.”
“Những cái đó có ích gì đối với tôi? Quả sung khô
Và quả mơ!
Cho tôi lên, chõ hàm răng ẩy
Cho tôi chui, vào lợi để trú nhờ!...”
Vì mi đã nói thế, hỡi con sâu,
Cầu thần Ea đánh chết mi
Băng sức mạnh tay thần!
(Thần chú chữa đau răng)

Cách chữa: Lấy bia loại hai... trộn với dầu;

Đọc câu thần chú ba lần rồi đắp thuốc lên chõ răng đau.

Tổ tiên chúng ta rất khao khát hiểu biết thế giới, nhưng họ chưa tìm được đúng cách. Họ hình dung ra một thế giới nhỏ bé, lạ lùng, ngăn nắp, trong đó các lực lượng thống trị là các thần như Anu, Ea và Shamash¹. Trong cái vũ trụ đó, con người, nếu không phải nhân vật chính, thì cũng đóng một vai trò quan trọng. Con người chúng ta từng được gắn bó một cách sâu sắc với phần còn lại của tự nhiên. Chỉ riêng việc chữa đau răng bằng bia loại hai thôi cũng đã có liên quan với những bí ẩn vũ trụ học sâu xa nhất.

Ngày nay, chúng ta đã khám phá ra một cách thức hùng mạnh và táo nhã để hiểu biết thế giới, đó là

phương pháp khoa học. Nó hé lộ cho chúng ta thấy một vũ trụ cổ xưa và bao la đến nỗi những sự việc của con người thoát xem có vẻ như chẳng mấy liên quan. Chúng ta lớn lên ở cách xa cái Vũ trụ có trật tự kia². Nó dường như rất xa xôi và chẳng dính dáng gì đến những lo toan thường ngày. Nhưng khoa học đã cho thấy rằng vũ trụ không chỉ hùng vĩ đến mê ly và chóng mặt, rằng nó không chỉ nằm trong tầm hiểu biết của con người, mà theo cái nghĩa rất thực tế và sâu sắc, chúng ta cũng là một phần của Vũ trụ, sinh ra từ nó, và có số phận gắn chặt với nó. Những sự kiện cơ bản nhất của con người và những dấu vết bình thường nhất cũng dẫn trở lại vũ trụ và cội nguồn của nó. Cuốn sách này nhằm khảo cứu tìm hiểu vũ trụ theo quan niệm như vậy.

Vào mùa hè và mùa thu năm 1976, là thành viên của Nhóm nghiên cứu hình ảnh của dự án *Viking* đổ bộ lên Sao Hỏa, tôi được tham gia nghiên cứu hành tinh này cùng với khoảng một trăm đồng nghiệp khoa học. Đây là lần đầu tiên trong lịch sử nhân loại, chúng ta đã đưa hai con tàu thăm dò vũ trụ đổ bộ lên Sao Hỏa. Các kết quả, sẽ được miêu tả đầy đủ hơn trong Chương V, thật là ngoạn mục, và ý nghĩa lịch sử của chuyến bay là hết sức rõ ràng. Thế nhưng công chúng rộng rãi hầu như không biết gì về những sự kiện lớn lao này. Báo chí chẳng chú ý lắm; truyền hình thì cũng gần như phớt lờ chuyến bay ấy. Khi đã rõ là chưa thể có ngay câu trả lời dứt khoát về việc trên Sao Hỏa có sự sống hay không, thì mối quan tâm lại càng teo đi. Người ta ít kiên nhẫn với sự mù mờ. Khi chúng tôi phát hiện ra rằng bầu trời Sao Hỏa có màu vàng pha sắc hồng chứ không xanh lơ như thông tin sai lầm ban đầu, thì tuyên bố này bị đám phóng viên tụ tập lấy tin đón nhận bằng sự xì xào chê bai với dụng ý tốt - họ muốn thấy Sao Hỏa phải giống Trái Đất, ngay cả trong khía cạnh này. Họ tin rằng độc giả của họ sẽ càng chán theo dõi khi thấy Sao Hỏa ngày càng ít giống Trái Đất. Thế nhưng phong cảnh Sao Hỏa lại gây sững sốt đến nghẹt thở. Từ kinh nghiệm của mình, tôi rất lạc quan cho rằng tồn tại một mối quan tâm to lớn trên toàn cầu đến công cuộc nghiên cứu các hành tinh và nhiều chủ đề khoa học có liên quan như nguồn gốc sự sống, nguồn gốc Trái Đất và Vũ trụ, việc tìm kiếm các sinh vật văn minh ngoài Trái Đất, sự liên quan của chúng ta với vũ trụ. Và tôi tin chắc rằng mối quan tâm này có thể được khơi dậy thông qua phương tiện truyền thông hùng mạnh nhất là truyền hình.

Cảm nhận ấy của tôi được B. Gentry Lee, giám đốc phân tích dữ liệu và vạch kế hoạch cho chuyến bay *Viking* chia sẻ. Chúng tôi đã chấp nhận may rủi, quyết định thực hiện một điều gì đó để giải quyết vấn đề này. Lee đề xuất rằng chúng tôi thành lập một hãng sản xuất phim ảnh chuyên về thông tin khoa học theo cách thức dễ hiểu và cuốn hút. Trong những tháng sau đó chúng tôi được tiếp cận với một số dự án. Nhưng thú vị nhất là đề nghị của KCET (Kênh Truyền hình giáo dục cộng đồng), một đơn vị truyền hình đại chúng ở Los Angeles. Cuối cùng chúng tôi đồng ý cùng hợp tác sản xuất một bộ phim truyền hình nhiều tập gồm mười ba phần, nhằm tới chủ đề thiên văn nhưng cũng bao gồm cả những vấn đề nhân văn rất rộng. Đối tượng là đông đảo công chúng, hình ảnh và âm nhạc phải gây được ấn tượng, chiếm lĩnh cả con tim lẫn trí óc khán giả thưởng thức. Chúng tôi thảo luận với các nhà bảo lãnh phát hành, thuê một chủ nhiệm điều hành, và bắt tay vào một dự án ba năm có tên là *Vũ trụ* (*Cosmos*). Khi viết những dòng này chúng tôi dự kiến lượng khán giả trên khắp thế giới vào quãng trên 200 triệu người, tức là gần 5% dân số của hành tinh Trái Đất. Chúng tôi cũng xuất phát từ ý nghĩ rằng công chúng thông minh hơn nhiều so với những quan niệm từ trước đến giờ về họ, rằng những vấn đề khoa học chuyên sâu nhất về tự nhiên và nguồn gốc thế giới sẽ kích thích sự say mê và tình cảm của vô số người. Thời đại hiện nay là một ngã tư lớn đối với nền văn minh và loài người chúng ta. Dù chúng ta có chọn con đường nào đi nữa thì số phận chúng ta vẫn gắn chặt với khoa học. Do đó hiểu biết khoa học cũng cốt yếu như vấn đề tồn tại đơn thuần. Hơn nữa, khoa học là một cái thú; sự tiến hóa đã xếp đặt để chúng ta tìm được sự khoan khoái trong tri thức - những người nào có hiểu biết thì sinh tồn dễ dàng hơn. Bộ phim truyền hình nhiều tập *Vũ trụ* và cuốn sách này là một thử nghiệm đầy hy vọng trong việc truyền bá một số ý tưởng, phương pháp và niềm vui khoa học.

Cuốn sách và bộ phim truyền hình phát triển song song với nhau. Theo một nghĩa nào đó thì cái này

dựa vào cái kia. Nhiều hình minh họa trong sách này dựa trên những hình ảnh rất ấn tượng được chuẩn bị cho phim truyền hình. Nhưng sách vở và phim truyền hình vẫn có đối tượng không hoàn toàn giống nhau và có những cách tiếp cận khác nhau. Một trong những ưu điểm lớn của sách là độc giả có thể tùy ý quay lại những đoạn mơ hồ hoặc khó hiểu; điều này đối với phim truyền hình chỉ mới bắt đầu thực hiện được với việc phát triển công nghệ băng video và đĩa hình. Tác giả cũng có nhiều tự do trong việc chọn quy mô và chiều sâu của chủ đề đối với một chương trong sách hơn là đối với một chương trình truyền hình phi thương mại bị gò vào 58 phút 30 giây. Cuốn sách này đi sâu hơn vào nhiều chủ đề hơn phim truyền hình. Có những chủ đề được bàn tới trong sách nhưng không có trong bộ phim truyền hình và ngược lại. Lấy ví dụ, những trình bày về Lịch Vũ trụ có trong phim nhưng không xuất hiện ở đây - một phần vì Lịch Vũ trụ đã được nói tới trong cuốn *Những con rồng Địa Đàng* của tôi. Cũng với lý do tương tự, ở đây tôi không đề cập chi tiết tới cuộc đời của Robert Goddard, vì đã có một chương trong cuốn *Bộ não Broca* dành cho Goddard rồi. Nhưng mỗi hồi (episode) của phim truyền hình đều theo tương đối sát với mỗi chương tương ứng trong sách này; và tôi cho rằng sự thú vị sẽ tăng lên khi tham chiếu lẫn nhau. Chỉ có một ít trong số hơn 250 ảnh minh họa màu của ấn bản bìa cứng và ấn bản bìa mềm thương mại được in trong ấn bản bỏ túi này, nhưng mọi minh họa cần thiết để hiểu văn bản đều được đưa vào.

Để cho sáng sủa dễ hiểu, trong một số trường hợp tôi có đề cập đến một ý tưởng nào đó vài lần - lần đầu nói sơ qua, những lần sau nói kỹ hơn. Chẳng hạn, các vật thể vũ trụ được giới thiệu trong Chương I và về sau được xem xét chi tiết hơn nhiều; hoặc các lần bàn luận về chủ đề đột biến, enzym và axít nucleic trong Chương II. Trong một số ít trường hợp, các khái niệm được trình bày không theo trình tự lịch sử. Chẳng hạn, những tư tưởng của các nhà khoa học Hy Lạp được trình bày ở Chương VII, khá lâu sau khi nói tới Johannes Kepler ở Chương III. Nhưng tôi tin rằng sự đánh giá về người Hy Lạp tốt nhất nên đưa ra sau khi chúng ta thấy những gì họ đã bỏ qua không đạt được.

Vì khoa học không tách rời khỏi những hoạt động đời sống khác của con người, nên không thể nói về nó mà không nhắc tới, có khi chỉ thoáng qua, có khi trực diện, các vấn đề xã hội, chính trị, tôn giáo và triết học. Ngay cả trong loạt phim truyền hình về khoa học, những hoạt động quân sự trên thế giới cũng chen vào. Khi mô phỏng cảnh thám hiểm Sao Hỏa tại sa mạc Mohave với phiên bản băng kích thước thật của mô đun đổ bộ *Viking*, nhiều lần chúng tôi bị gián đoạn công việc vì không lực Hoa Kỳ đang tập ném bom tại một thao trường gần đấy. Ở Alexandria, Ai Cập, ngày nào cũng vậy, từ chín giờ sáng đến mười một giờ không quân Ai Cập bay huấn luyện rất thấp trên đầu khách sạn nơi chúng tôi ở. Ở đảo Samos, Hy Lạp, mãi đến tận phút chót người ta mới cấp giấy phép cho quay phim bất cứ nơi nào trên đảo vì đang có các cuộc tập trận của NATO và việc xây dựng công sự ngầm và nổ trên sườn đồi cho pháo và xe tăng. Ở Tiệp Khắc, việc sử dụng máy bộ đàm để tổ chức điều vận hậu cần cho công tác quay phim trên một con đường làng đã thu hút sự chú ý của một máy bay chiến đấu của không quân Tiệp, nó cứ lượn trên đầu cho tới khi đã yên tâm là không có sự đe dọa nào đến an ninh quốc gia tại đó. Ở Hy Lạp, Ai Cập và Tiệp Khắc, nơi nào đoàn làm phim chúng tôi cũng hân hạnh được các nhân viên của bộ máy an ninh nhà nước theo sát. Yêu cầu ban đầu về việc quay phim ở Kaluga, Liên Xô, theo kịch bản dự kiến đề cập đến cuộc đời của nhà khai phá tiên phong về du hành vũ trụ người Nga Konstantin Tsiolkovsky đã không được chấp nhận, về sau chúng tôi mới biết là ở đó đang xét xử những người hoạt động bất đồng chính kiến. Ở bất cứ đất nước nào chúng tôi đến, đoàn quay phim cũng gặp sự cố gắng, niềm nở; nhưng lực lượng quân sự, nỗi sợ hãi trong lòng các dân tộc, hiện diện ở khắp nơi. Trải nghiệm ấy cung cấp cho quyết tâm của tôi trong việc đề cập đến các vấn đề xã hội, mỗi khi thích hợp, cả trong phim lẫn trong sách.

Khoa học là một quá trình tiến triển. Nó không bao giờ có điểm kết thúc. Không có cái gì gọi là chân lý-tối hậu để đạt đến, để rồi sau đó tất cả các nhà khoa học đều có thể về vường. Chính vì vậy mà thế giới này trở nên thú vị hơn, đối với khoa học gia cũng như đối với hàng triệu người của mọi dân tộc, những

người tuy không phải là nhà khoa học chuyên nghiệp nhưng lại quan tâm sâu sắc đến các phương pháp và kết quả tìm kiếm của khoa học. Như vậy là, tuy có chút ít điều trong cuốn Vũ trụ trở nên lạc hậu kể từ lần xuất bản đầu tiên, song ở đây vẫn còn nhiều kết quả mới quan trọng.

Các con tàu *Voyager 1* và *Voyager 2* đã gặp hệ Sao Thổ và phát hiện một mớ những điều kỳ lạ về hành tinh này, về hệ thống vành đai rắc rối và một đòn vệ tinh thuộc hạ của nó³. Có lẽ lý thú nhất là Titan, vệ tinh mà giờ đây người ta được biết là có bầu khí quyển có phần giống khí quyển của Trái Đất thuở sơ khai, một lớp sương mù dày đặc cấu tạo từ các phân tử hữu cơ phức tạp, và có thể có cả một đại dương trên bề mặt gồm hydrocacbon⁴ lỏng. Một loạt các quan sát đã được tiến hành gần đây nhằm tìm hiểu về vành đai các mảnh đá vụn bao quanh các ngôi sao trẻ. Các vành đai này có thể đang trong quá trình kết tụ thành các hệ hành tinh mới, khiến người ta đưa ra giả thuyết rằng các hành tinh ấy có thể nhiều đến mức áp đảo trong số các sao của Ngân Hà. Trên Trái Đất, người ta vừa bất ngờ tìm thấy sự sống đang nảy nở trên các hợp chất lưu huỳnh trong những họng phun nhiệt độ rất cao ở dưới đáy đại dương. Những bằng chứng mới đang tích lũy một gợi ý, rằng sao chổi được “phun xịt” theo định kỳ vào trong lòng hệ Mặt Trời, gây ra sự tuyệt chủng của nhiều loài trên Trái Đất. Các khu vực rộng lớn của không gian giữa các thiên hà đã được khám phá ra là dường như rất nghèo thiên hà. Các thành phần mới và quan trọng của vũ trụ có ảnh hưởng đến câu hỏi về số phận cuối cùng của vũ trụ cũng đã được đề xuất.

Bước đi của khám phá vẫn tiếp tục. Tàu vũ trụ của Nhật Bản, của Cơ quan Vũ trụ châu Âu và của Liên Xô được hoạch định phóng lên gặp sao chổi Halley năm 1986. Kính thiên văn không gian của Hoa Kỳ, loại dài thiên văn lớn nhất trên quỹ đạo từ trước đến giờ, dự định được phóng lên trước khi thập kỷ 1980 kết thúc⁵. Những cơ hội cho các chuyến bay của tàu vũ trụ tới Sao Hỏa, các sao chổi, các tiểu hành tinh và tới Titan đang hiện diện. Tàu *Galileo* của Mỹ, dự định đến hệ Sao Mộc vào năm 1988, được thiết kế để thả cỗ máy thăm dò đầu tiên xuống khí quyển của một trong những hành tinh khổng lồ⁶. Và bên cạnh đó cũng có cả một âm đậm đúc rút từ bước tiến của khám phá khoa học: nghiên cứu gần đây cho thấy hậu quả của một cuộc chiến tranh hạt nhân là muội tro và bụi bị hất tung lên không trung sẽ làm Trái Đất tối sầm và đong giá, gây ra thảm họa vô tiền khoáng hậu ngay cả đối với các quốc gia không bị một quả bom nào thả xuống. Công nghệ ngày càng cho phép chúng ta thám hiểm những điều kỳ diệu của Vũ trụ, nhưng cũng có thể đưa Trái Đất trở về thời hỗn mang. Chúng ta có quyền được sống ở một trong những thời đại biến động nhất trong lịch sử loài người, nếu chúng ta có may mắn tác động được đến nó.

Về một dự án tầm cỡ như thế này thì không thể không cảm ơn bất cứ ai đã đóng góp vào đó. Tuy nhiên tôi muốn bày tỏ lòng biết ơn đặc biệt đến B. Gentry Lee; đội ngũ những người làm phim Vũ trụ, trong đó có các chủ nhiệm cấp cao Geoffrey Haines-Stiles và David Kennard cùng chủ nhiệm điều hành Adrian Malone; các họa sĩ Jon Lomberg (người đóng vai trò quan trọng trong thiết kế ban đầu và tổ chức hình ảnh cho Vũ trụ), John Allison, Adolf Schaller, Rick Sternbach, Don Davis, Brown và Anne Norcia; các cố vấn Donald Goldsmith, Owen Gingerich, Paul Fox và Diane Ackerman; Cameron Beck; ban quản trị KCET, nhất là Greg Andorfer, người đầu tiên đưa đề nghị của KCET cho chúng tôi, Chuck Allen, William Lamb và James Loper; các nhà bảo lãnh phát hành và đồng sản xuất bộ phim truyền hình Vũ trụ, trong đó có công ty Atlantic Richfield, công ty Corporation for Public Broadcasting, Quỹ Arthur Vining Davis Foundations, Quỹ Alfred P. Sloan Foundation, công ty Phát thanh và Truyền hình Anh quốc BBC, và hãng phim Polytel International. Những người khác đã giúp làm rõ các sự kiện hoặc cách tiếp cận được ghi trong danh sách ở cuối cuốn sách. Trách nhiệm cuối cùng về nội dung cuốn sách này dĩ nhiên thuộc về tôi. Tôi xin cảm ơn đội ngũ nhân viên của công ty xuất bản Random House, nhất là người biên tập của tôi, Anne Freedgood, vì lòng tận tụy và kiên nhẫn của họ khi thời hạn cho bộ phim truyền hình và sách dường như xung đột nhau. Tôi cũng tỏ lòng biết ơn nhiều đối với Shirley Arden, trợ lý điều hành của tôi, vì đã đánh chữ các bản thảo sơ bộ của cuốn sách này và đưa các bản thảo về sau qua tất cả các công đoạn sản

xuất với sự am hiểu và vui vẻ thường thấy ở chị. Đây chỉ là một trong nhiều cách mà dự án *Vũ trụ* tri ân sâu sắc với chị. Tôi cảm thấy biết ơn nhiều hơn những gì có thể bày tỏ đối với ban lãnh đạo Đại học Cornell vì đã cho tôi nghỉ phép hai năm để theo đuổi dự án này, đối với các đồng nghiệp và sinh viên của trường, và đối với các đồng nghiệp ở NASA (Cơ quan Hàng không và Vũ trụ quốc gia Hoa Kỳ), Phòng thí nghiệm lực lượng vũ trụ (JPL) và trong Nhóm nghiên cứu hình ảnh *Voyager*.

Sự tri ân lớn của tôi dành cho Ann Druyan và Steven Soter, những đồng tác giả với tôi trong bộ phim truyền hình, về việc viết *Vũ trụ*. Họ đã có những đóng góp cơ bản và thường xuyên vào các ý tưởng và sự kết nối giữa chúng, vào cấu trúc trí tuệ tổng thể của các hồi, và vào phong cách vui vẻ chung. Tôi biết ơn sâu sắc về việc họ đã đọc và góp ý sôi nổi đối với các bản nháp ban đầu của cuốn sách này, về những gợi ý xây dựng và sáng tạo của họ qua nhiều bản thảo, và những đóng góp to lớn của họ vào kịch bản truyền hình, vốn đã ảnh hưởng đến nội dung cuốn sách này theo nhiều cách. Niềm thích thú tôi tìm thấy trong nhiều cuộc tranh luận là một trong những phần thường chủ yếu từ dự án *Vũ trụ*.

Ithaca và Los Angeles

Tháng 5 năm 1980

và tháng 7 năm 1984

NHỮNG BẾN BỜ CỦA ĐẠI DƯƠNG VŨ TRỤ

Những người đầu tiên được tạo ra và thành hình là Phù thủy của Tiếng cười Chết chóc, Phù thủy của Đêm, Phù thủy Đầu bù Tóc rối và Phù thủy Đen... Họ được phú cho sự thông minh, họ biết hết mọi thứ tồn tại trên thế gian. Khi nhìn, họ nhìn thấy ngay tất cả những gì xung quanh họ, và họ lần lượt ngắm vòm của trời và bộ mặt tròn của đất... [Thế rồi Đáng Tạo hóa nói]: "Chúng biết hết mọi thứ. Ta sẽ làm gì với chúng bây giờ? Hãy để tầm nhìn của chúng chỉ quanh quẩn trong phạm vi gần; hãy để chúng chỉ nhìn thấy một phần bộ mặt của đất!... Về bản chất, chẳng phải chúng chỉ là những sinh vật đơn giản do ta tạo nên hay sao? Chúng đâu nhất thiết phải như thần thánh?"

- Popol Vuh (Sách Thánh) của người Maya Quiché

Cái đã biết là hữu hạn, cái không biết là vô hạn; về mặt trí tuệ chúng ta ở trên một hòn đảo nhỏ giữa đại dương vô tận của những điều chưa giải thích được. Nhiệm vụ của từng thế hệ là khai khẩn dần dần mỗi thế hệ một ít đất đai.

- T. H. Huxley, 1887

Vũ trụ là tất cả những gì đang có, đã từng có hoặc sẽ có. Chỉ cần nhìn ngắm Vũ trụ là nó khuấy động chúng ta - một cảm giác nhoi nhói chạy dọc sống lưng, giọng nói cứ như bị tắc nghẹn, một cảm giác yếu đuối, như thể một ký ức xa xôi, của trạng thái đang ngã từ trên cao xuống. Chúng ta biết rằng mình đang tiến đến bí ẩn vĩ đại nhất trong mọi bí ẩn.

Kích thước và tuổi của Vũ trụ vượt ra ngoài tầm hiểu biết bình thường của con người. Hành tinh quê hương nhỏ bé của chúng ta lọt thỏm ở đâu đó giữa cái mênh mông và cái vĩnh cửu. Ở quy mô vũ trụ, hầu hết những lo toan của con người có vẻ chẳng đáng kể, thậm chí vô nghĩa. Thế nhưng loài người chúng ta còn trẻ và hiếu kỳ, can đảm và có nhiều hứa hẹn. Trong vài nghìn năm qua chúng ta đã tạo ra những khám phá bất ngờ gây sững sốt bậc nhất về Vũ trụ và về vị trí của mình trong đó, đã có những cuộc nghiên cứu thám hiểm rất hào hứng. Chúng nhắc chúng ta rằng, con người sinh ra ở đời là biết ngạc nhiên thắc mắc, rằng hiểu biết là một niềm vui, rằng tri thức là tiền đề để tồn tại. Tôi tin rằng tương lai của chúng ta phụ thuộc vào việc chúng ta hiểu biết Vũ trụ đến đâu, cái Vũ trụ mà chúng ta đang trôi lơ lửng trong đó như hạt bụi trên bầu trời buổi sáng.

Những cuộc nghiên cứu thám hiểm đòi hỏi cả thái độ hoài nghi lẫn trí tưởng tượng. Trí tưởng tượng thường đưa chúng ta tới những thế giới chưa từng có. Nhưng nếu không có nó, chúng ta sẽ chẳng đi được tới đâu cả. Thái độ hoài nghi giúp chúng ta phân biệt những điều tưởng tượng với sự thực, kiểm tra những suy nghĩ giả định chủ quan. Vũ trụ phong phú vô kể - với những thực tế đẹp vô cùng, những quan hệ qua lại tinh tế, với cơ cấu tinh vi khiến chúng ta giật mình.

Bề mặt Trái Đất là bến bờ của đại dương vũ trụ. Chung ta đã thu nhận được hầu hết những gì chúng ta biết ngay trên Trái Đất. Mới đây thôi, chúng ta đã lội một chút ra biển, đủ để nhúng ướt các ngón chân và cùng lăm là ướt đến mắt cá chân. Nước biển mòi mọc ta. Đại dương vẫn gọi ta. Có một phần trong con người chúng ta cho chúng ta biết mình bắt nguồn từ nơi ấy. Chúng ta khao khát được trở về chốn cũ. Những ước nguyện ấy, theo tôi, không có gì là bất kính cả, tuy có thể gây lo lắng cho biết bao thần thánh trên đời, nếu có.

Kích thước của Vũ trụ to lớn đến nỗi nếu sử dụng các đơn vị đo khoảng cách quen thuộc vẫn dùng hằng ngày trên Trái Đất như mét hay dặm thì sẽ rất khó khăn bất tiện. Thay vào đó, chúng ta đo khoảng cách bằng tốc độ ánh sáng. Trong 1 giây một chùm ánh sáng đi được 186.000 dặm, tức là gần 300.000 km hay 7 lần vòng quanh Trái Đất. Trong 8 phút ánh sáng đi được quãng đường từ Trái Đất đến Mặt Trời. Chúng ta có thể nói Mặt Trời cách Trái Đất 8 phút ánh sáng. Trong một năm, ánh sáng vượt qua gần 10.000 tỷ km, tức là khoảng 6.000 tỷ dặm, không gian vũ trụ. Đơn vị độ dài ấy, là khoảng cách ánh sáng đi được

trong một năm, được gọi là năm ánh sáng. Nó đo không phải thời gian mà đo khoảng cách - những khoảng cách cực kỳ lớn.

Trái Đất chiếm cho mình một vị trí. Nhưng điều đó không có nghĩa vị trí đó là duy nhất. Thậm chí nó cũng chẳng phải là một vị trí điển hình. Không một hành tinh hoặc ngôi sao, hoặc một thiên hà nào là điển hình cả, vì Vũ trụ gần như trống rỗng. Cái vị trí điển hình duy nhất là chỗ trống rỗng nằm bên trong khoảng chân không bao la, lạnh lẽo, bao trùm khắp nơi, đêm trường của không gian giữa các thiên hà, một vị trí lẻ lùng và heo hút đến nỗi nếu đem so sánh thì các hành tinh, ngôi sao và thiên hà dường như là của hiếm và thật đáng quý. Nếu chúng ta ngẫu nhiên bị đẩy vào sâu trong Vũ trụ, thì cơ hội chúng ta ở trên hoặc bên cạnh một hành tinh chỉ có xác suất dưới một phần triệu tỷ tỷ (1033, số 1 và tiếp theo là 33 con số 0). Trong đời sống hằng ngày thì những con số như vậy là lớn không thể tưởng. Như vậy các thế giới hành tinh là rất quý hiếm.

Từ một điểm quan sát ở giữa các thiên hà chúng ta có thể thấy, rải rác như bọt biển trên những con sóng không gian là những sợi ánh sáng mờ nhạt và lưa thưa không thể đếm hết được. Đó chính là những thiên hà. Số ít là những thiên hà đơn độc lang thang; còn hầu hết cư ngụ thành các quần thể như chòm xóm. Trước mắt chúng ta là Vũ trụ ở quy mô lớn nhất mà con người biết. Chúng ta đang ở trong địa hạt của các tinh vân, cách Trái Đất 8 tỷ năm ánh sáng, một nửa quãng đường đến rìa của Vũ trụ đã biết.

Một thiên hà bao gồm khí, bụi và các ngôi sao - hàng tỷ hàng tỷ ngôi sao. Mỗi ngôi sao là một Mặt Trời của ai đó. Bên trong một thiên hà có các sao và các thế giới, và cũng có thể có sự lan truyền các vật chất sống, sinh vật thông minh và các nền văn minh. Nhưng nhìn từ xa, một thiên hà làm tôi liên tưởng đến một bộ sưu tập các vật vui mắt - vỏ trai ốc biển, hoặc có lẽ là các mảnh san hô, sản phẩm lao động của Tự nhiên trong hàng bao nhiêu liên đại⁷ trong đại dương vũ trụ.

Có quãng vài trăm tỷ (10^{11}) thiên hà, mỗi thiên hà có trung bình 10^{11} ngôi sao. Trong toàn bộ các thiên hà, có lẽ số hành tinh cũng nhiều như số sao, cỡ $10^{11} \times 10^{11} = 10^{22}$, 10.000 tỷ tỷ. Với con số khổng lồ như thế, lẽ nào lại chỉ xuất hiện mỗi khả năng có một ngôi sao bình thường là Mặt Trời có kèm theo một hành tinh có người ở? Tại sao chúng ta, bị dồn vào một xó xỉnh hẻo lánh của Vũ trụ, lại may mắn đến thế? Theo tôi, dường như có nhiều khả năng là Vũ trụ chưa đầy sự sống. Nhưng loài người chúng ta vẫn còn chưa biết chính xác. Chúng ta chỉ mới bắt đầu các cuộc nghiên cứu và thám hiểm. Từ một nơi cách xa 8 tỷ năm ánh sáng, chúng ta khó mà tìm được ngay cả cái quần thể có chứa Ngân Hà của mình chứ đừng nói đến Mặt Trời hay Trái Đất. Hành tinh duy nhất mà chúng ta biết chắc chắn là có người ở chỉ là một chấm băng đá và kim loại, tỏa ra thứ sáng yếu ớt phản chiếu từ Mặt Trời, và ở khoảng cách khổng lồ này thì nó mất tăm mất dạng.

Còn bây giờ chuyến du ngoạn đưa chúng ta đến với cái mà các nhà thiên văn trên Trái Đất thích gọi là Cụm thiên hà địa phương. Với bề ngang vài triệu năm ánh sáng, nó bao gồm khoảng 20 thiên hà thành viên. Đó là một quần thể thưa thớt, mờ nhạt và hết sức khiêm nhường. Một trong số những thiên hà đó là M31, nhìn từ Trái Đất thì nằm trong chòm sao Tiên Nữ (Andromeda). Giống như các thiên hà xoắn khác, nó là một cái chong chóng khổng lồ gồm các sao, khí và bụi. M31 có hai anh chàng vệ tinh nhỏ, là hai thiên hà lùn, bị “buộc” vào M31 bởi lực hấp dẫn, bởi chính cái quy luật vật lý giữ cho tôi ngồi trên ghế. Các quy luật của tự nhiên là như nhau trong khắp Vũ trụ. Giờ thì chúng ta đang cách xa nhà 2 triệu năm ánh sáng.

Phía trên M31 là thiên hà khác, rất giống nó, thiên hà của chúng ta. Các tay xoắn của nó quay chậm, mỗi vòng mất 1/4 tỷ năm. Lúc này đây, cách xa nhà 40.000 năm ánh sáng, chúng ta thấy mình rơi vào vùng trung tâm dày đặc của Ngân Hà. Nhưng nếu muốn tìm thấy Trái Đất, chúng ta phải đổi hướng đi ra vùng ngoại ô của Thiên Hà chúng ta, tới một nơi mờ nhạt gần rìa của một tay xoắn xa xôi.

Ấn tượng bao trùm, ngay cả khi ở giữa các tay xoăn, là các ngôi sao lao vùn vụt ngang qua chúng ta - một mớ rất nhiều sao tự sáng, thiên hình vạn trạng. Một số sao phồng lên như bong bóng xà phòng và lớn đến nỗi có thể chứa tới 10.000 Mặt Trời hoặc 1.000 tỷ Trái Đất; số khác cỡ chỉ bằng một thị xã nhỏ và đặc hơn chì gấp 100.000 tỷ lần. Một số ngôi sao đơn độc, giống như Mặt Trời. Hầu hết các sao có bạn đồng hành. Các hệ sao thường là hệ đôi, tức là hai ngôi sao quay trên quỹ đạo bao quanh nhau. Nhưng diễn ra cảnh chuyển đổi liên tục từ các hệ sao ba qua các quần thể gồm vài chục sao tới những quần sao cầu lớn, lấp lánh một triệu Mặt Trời. Một vài cặp sao đôi gần nhau đến nỗi chúng chạm vào nhau, và vật chất sao chảy từ sao này sang sao kia. Hầu hết chúng ở cách nhau tầm như Sao Mộc cách Mặt Trời. Một số ngôi sao là các sao siêu mới, sáng bằng cả thiên hà chứa chúng. Lại có những sao khác là lỗ đen và không thể nhìn thấy dù chỉ cách vài kilômét. Có sao sáng với độ sáng không thay đổi; lại có sao bập bùng bất thình lình hoặc nhấp nháy với một nhịp điệu cố định. Có sao quay quanh trực với dáng điệu chậm rãi thanh nhã, lại có sao xoay tít như điên, đến nỗi tự biến dạng thành dẹt. Hầu hết các sao phát sáng chủ yếu bằng ánh sáng nhìn thấy được và ánh sáng hồng ngoại; số khác là những nguồn X-quang hoặc sóng vô tuyến rất mạnh. Sao màu xanh lam thì nóng và còn trẻ; sao vàng ít nóng hơn và luống tuổi; sao đỏ thường già cả và sắp chết; sao trắng nhỏ và sao đen đang trong cơn co giật cuối cùng lúc hấp hối. Ngân Hà gồm khoảng 400 tỷ sao đủ loại chuyển động với vẻ uyển chuyển phức tạp và có trật tự. Trong số tất cả các ngôi sao ấy, cư dân Trái Đất chỉ quen biết một ngôi sao ở gần.

Mỗi hệ sao là một hòn đảo trong không gian, bị cách ly với các sao lân cận bằng những năm ánh sáng. Tôi cứ hình dung ra các sinh vật đang tiến hóa với ít nhiều tri thức le lói về vô số các thế giới, mà mỗi tập thể sinh vật trong đó ban đầu cứ tưởng rằng hành tinh bé tí của họ và dăm ba Mặt Trời nhỏ mọn là tất cả thế giới. Chúng ta lớn lên trong sự cô lập. Chỉ dần dần chúng ta mới học được cách hiểu Vũ trụ.

Có thể có những ngôi sao được bao quanh bởi hàng triệu những thế giới nhỏ đầy đá không tồn tại sự sống, những hệ hành tinh đóng băng ở một giai đoạn sơ khai nào đó trên con đường tiến hóa. Có thể nhiều ngôi sao có hệ hành tinh khá giống hệ của chúng ta: ngoài rìa là những hành tinh khí lớn, có vành đai và những vệ tinh băng giá, còn gần tâm hơn có những thế giới nhỏ ấm áp, màu trắng xanh, có mây bao phủ. Tại một số nơi, sự sống có trí tuệ có thể đã biến đổi bề mặt hành tinh băng hoạt động công nghệ quy mô nào đó. Đó là những người anh chị em với chúng ta trong Vũ trụ. Họ có khác chúng ta nhiều không? Hình dạng của họ, hệ sinh hóa, sinh học thần kinh, lịch sử, chính trị, khoa học, công nghệ, nghệ thuật, âm nhạc, tôn giáo, triết học của họ như thế nào? Có lẽ một ngày nào đó chúng ta sẽ được biết về họ.

Bây giờ chúng ta đã về tới cái sân nhà mình, chỉ còn cách Trái Đất một năm ánh sáng. Vây quanh Mặt Trời của chúng ta thành đám hình cầu là một bầy những cục tuyết khổng lồ cấu tạo từ băng, đá và các phân tử hữu cơ: đó là các nhân sao chổi. Thỉnh thoảng một ngôi sao bay ngang qua lại tạo ra một cú giật hắp dẫn, thế là một nhân sao chổi nào đó bỗng đổi hướng lao vùt vào phía trong hệ Mặt Trời. Tại đây Mặt Trời làm nó nóng lên, băng thăng hoa thành khí, vậy là một cái đuôi sao chổi đáng yêu mọc ra.

Chúng ta đang tiến đến gần các hành tinh trong hệ Mặt Trời của mình. Những thế giới khá to này là tù binh của Mặt Trời, bị Mặt Trời dùng sức mạnh hấp dẫn bắt phải đi theo các quỹ đạo gần như tròn và được chiếu sáng chủ yếu bởi Mặt Trời. Sao Diêm Vương, phủ băng mêtan và có vệ tinh quá to của mình là Charon đi kèm, được Mặt Trời rời chiếu ở khoảng cách xa thật xa, đến nỗi nhìn từ đây thì vẫn Thái dương chỉ là một chấm sáng không hơn không kém trên nền trời đen kịt. Các thế giới khổng lồ băng khí là Sao Hải Vương, Sao Thiên Vương, Sao Thổ - viên ngọc của hệ Mặt Trời - và Sao Mộc đều có một đàn vệ tinh băng băng vây quanh. Phía trong khu vực của các hành tinh khí và các tảng băng bay theo quỹ đạo vòng tròn là lãnh địa băng đá ấm áp, phần trong của hệ Mặt Trời. Chẳng hạn, có hành tinh đỏ Sao Hỏa, với những núi lửa vút cao, những thung lũng dạng hào rift⁸ rộng lớn, những cơn bão cát khổng lồ quy mô hành

tinh, và biết đâu, có thể có những dạng sự sống sơ khai nào đó. Tất cả các hành tinh đều quay quanh Mặt Trời, ngôi sao gần nhất, một hỏa ngục gồm khí hydro và hêli đang tham gia phản ứng nhiệt hạch, để tỏa ánh sáng ra khắp hệ Mặt Trời.

Cuối cùng là điểm đích sau tất cả những phiêu bạt, chúng ta trở về cái thế giới nhỏ bé, mong manh, màu trăng phớt xanh của chúng ta, bị mất hút trong đại dương Vũ trụ mênh mông, vượt quá mọi hình dung táo bạo nhất của chúng ta. Có lẽ nó chỉ quan trọng đối với riêng chúng ta. Trái Đất là ngôi nhà của chúng ta, là người cha của chúng ta. Dạng thức sự sống của chúng ta đã sinh ra và tiến hóa tại đây. Loài người đã xuất hiện và trưởng thành tại đây. Chính tại thế giới này chúng ta nảy sinh niềm đam mê tìm hiểu Vũ trụ, cũng chính tại nơi đây chúng ta đang tạo dựng số phận của mình, với bao vật vã nhọc nhăn và chẳng có sự bảo đảm nào.

Xin chào hành tinh Trái Đất - nơi có những bầu trời nitơ màu xanh nhạt⁹, những đại dương nước lỏng, những cánh rừng mát mẻ và những bãi cỏ mềm, một thế giới sôi sục sự sống. Trong bối cảnh Vũ trụ thì như tôi đã nói, nó đẹp và hiếm đến nao lòng; và cho đến tận giờ phút này, nó vẫn là độc nhất vô nhị. Trong toàn bộ chuyến du ngoạn của chúng ta đi qua không gian và thời gian, cho đến nay nó vẫn là thế giới duy nhất mà vật chất của Vũ trụ đã trở thành chất sống và biết nhận thức. Chắc phải có nhiều thế giới như vậy rải rác trong Vũ trụ, nhưng sự tìm kiếm của chúng ta bắt đầu từ đây, với trí khôn của loài người chúng ta, được tích lũy bằng cái giá đắt qua cả triệu năm. Chúng ta có may mắn được sống giữa những người sáng trí và ham hiểu biết một cách đáng yêu, và trong một thời đại mà việc tìm kiếm tri thức nói chung được coi trọng. Loài người, xét tới cùng thì sinh ra nhờ có các vì sao và giờ đây đang cư trú trong một thế giới có tên là Trái Đất, đã bắt đầu chuyến du hành dài lâu tìm về cội nguồn.

Cái chân lý rằng Trái Đất này *nhỏ bé*, cũng như khá nhiều phát minh khác của con người, đã được khám phá ra ở Cận Đông cổ đại, vào cái thời mà con người thường gọi là thế kỷ 3 trước Công nguyên, tại thành phố lớn nhất thời bấy giờ là Alexandria thuộc Ai Cập. Ở đây có một người tên là Eratosthenes sinh sống. Một trong những người cùng thời ghen tị với ông đã gọi ông là "Beta", chữ cái thứ hai trong bộ chữ cái Hy Lạp, vì ông này nói rằng Eratosthenes giỏi thứ nhì thế giới về mọi thứ. Nhưng hình như gần như trong mọi thứ Eratosthenes đều là "Alpha". Ông là nhà thiên văn, sư học, địa lý học, triết học, nhà thơ, nhà phê bình sân khấu và nhà toán học. Các tên sách mà ông viết trải từ *Thiên Văn học* đến *Thoát khỏi nỗi đau*. Ông cũng là giám đốc thư viện lớn của thành phố Alexandria. Một hôm ông đọc sách bằng giấy cói (papyrus) thấy nói rằng ở tiền đồn phía Nam là Syene, gần thác ghềnh đầu tiên của sông Nile, vào buổi trưa ngày 21 tháng 6 các cọc thẳng đứng đều không hắt bóng xuống đất. Vào ngày Hạ chí, ngày dài nhất trong năm, khi thời khắc bò dần tới buổi trưa, bóng các cột đèn thờ ngắn dần lại. Đến giữa trưa, những cái bóng ấy biến mất. Có thể nhìn thấy Mặt Trời phản chiếu xuống đáy giếng sâu có nước. Mặt Trời ở đúng trên đỉnh đầu.

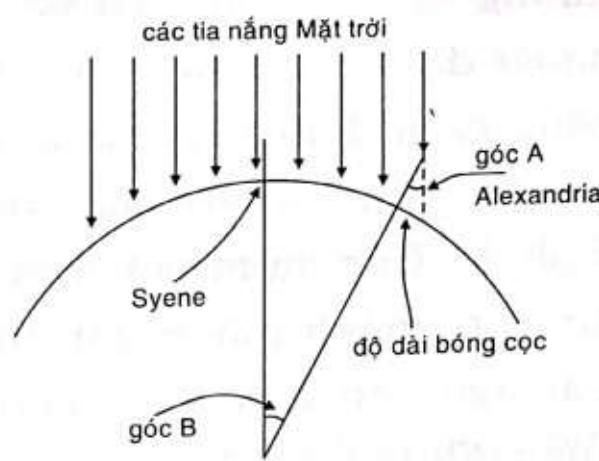
Quan sát này có thể bị nhiều người dễ dàng bỏ qua. Cọc gỗ, bóng râm, hình phản chiếu dưới giếng, vị trí của Mặt Trời - những hiện tượng hằng ngày đơn giản như vậy có gì là quan trọng nào? Nhưng Eratosthenes là nhà khoa học, và những suy ngẫm của ông về những hiện tượng thông thường ấy đã làm thay đổi thế giới; theo một nghĩa nào đó chúng đã tạo ra thế giới chúng ta. Eratosthenes chợt nảy ra ý nghĩ thực hiện một thí nghiệm, đó là quan sát xem ở Alexandria những cái cọc thẳng đứng có hắt bóng xuống đất vào thời khắc gần trưa ngày 21 tháng 6 hay không. Và ông phát hiện ra chúng có đổ bóng xuống.

Eratosthenes băn khoăn tự hỏi tại sao mà vào cùng một thời điểm, cái cọc ở Syene không hắt bóng, còn cái cọc ở Alexandria xa hơn về phía Bắc lại hắt bóng khá rõ. Hãy nhìn bản đồ Ai Cập cổ đại với hai cái cọc thẳng đứng dài bằng nhau, một cắm ở Alexandria, cái kia cắm ở Syene. Giả sử rằng vào một thời điểm nào đó, cả hai cọc không cái nào hắt bóng cả. Điều này thật dễ hiểu: với điều kiện Trái Đất phẳng.

Mặt Trời khi đó sẽ ở đúng trên đầu. Nếu cả hai cọc hắt bóng với độ dài như nhau, thì điều đó cũng hợp lý trên một Trái Đất phẳng: các tia nắng Mặt Trời khi ấy chiếu xiên một góc như nhau đối với hai cái cọc. Nhưng làm sao mà cùng một lúc ở Syene không có bóng cọc, còn ở Alexandria lại xuất hiện một cái bóng kha khá?

Câu trả lời duy nhất có thể có, mà Eratosthenes đã tìm thấy, chính là việc bề mặt Trái Đất cong. Mà không chỉ có vậy: độ cong càng lớn thì chênh lệch độ dài của bóng cọc càng lớn. Mặt Trời ở xa đến nỗi những tia nắng của nó đi song song khi tới Trái Đất. Các cọc nghiêng các góc khác nhau so với tia nắng sẽ tạo ra những cái bóng dài ngắn khác nhau. Với sự chênh lệch về độ dài của bóng cọc đã quan sát được, thì khoảng cách giữa Alexandria và Syene vào quãng 7° trên bề mặt Trái Đất. Như thế nghĩa là, nếu bạn tưởng tượng các cây cọc được kéo dài tới tận tâm Trái Đất, thì chúng sẽ cắt nhau thành một góc bằng 7° . 7° là vào quãng $1/50$ của 360° , tức là toàn bộ chu vi Trái Đất. Eratosthenes biết rằng khoảng cách giữa Alexandria và Syene vào khoảng 800 km, vì ông đã thuê một người đi đo đếm bằng bước chân. 800 km nhân với 50 thành 40.000 km: con số đó ắt phải là chu vi của Trái Đất¹⁰.

Đây là câu trả lời đúng. Những công cụ của Eratosthenes chỉ là cọc, đôi mắt, đôi chân và bộ não, cộng với một cái thú thí nghiệm. Với chúng ông đã tính được chu vi của Trái Đất với sai số chỉ vài phần trăm, một thành tựu đáng kể đối với 2.200 năm trước. Ông là người đầu tiên đo đạc chính xác kích thước một hành tinh.



Có thể do góc A theo độ dài bóng cọc ở Alexandria. Nhưng từ kiến thức hình học đơn giản (“nếu một đường thẳng cắt hai đường thẳng song song thì hai góc so le trong bằng nhau”), góc B bằng góc A. Như vậy bằng cách đo độ dài bóng cọc ở Alexandria, Eratosthenes đã đi đến kết luận rằng Syene ở cách xa một góc $A = B = 7^\circ$ trên chu vi của Trái Đất.

Thế giới Địa Trung Hải thời bấy giờ nổi tiếng về nghề đi biển. Alexandria lúc ấy là hải cảng lớn nhất địa cầu. Một khi bạn đã biết rằng Trái Đất là một hình cầu có đường kính không lớn, thì tại sao bạn lại không thử lên đường thám hiểm để tìm kiếm những vùng đất chưa từng khai phá, thậm chí thử đi thuyền vòng quanh Trái Đất? Trước Eratosthenes 400 năm, một đội thuyền Phoenicia theo lệnh của pharaon Ai Cập Necho đã đi vòng quanh châu Phi. Họ căng buồm, có lẽ trên những con thuyền không mui mỏng manh và đi từ Biển Đỏ xuôi theo bờ Đông châu Phi cho tới khi gặp Đại Tây Dương rồi trở về bằng đường Địa Trung Hải. Chuyến đi anh hùng này kéo dài ba năm, thời gian đủ để con tàu vũ trụ hiện đại *Voyager* bay từ Trái Đất đến Sao Thổ.

Sau khám phá của Eratosthenes, nhiều chuyến du hành lớn đã được những thủy thủ can đảm và ưa phiêu lưu thực hiện. Tàu bè của họ nhỏ bé. Họ chỉ có trong tay những dụng cụ hàng hải sơ. Họ chỉ biết xác định vị trí bằng cách ước lượng quãng đường đã đi và hướng đi, và men theo bờ biển càng lâu càng tốt. Ở ngoài đại dương xa lạ họ có thể xác định được vĩ độ bằng cách đếm này qua đếm khác quan sát vị

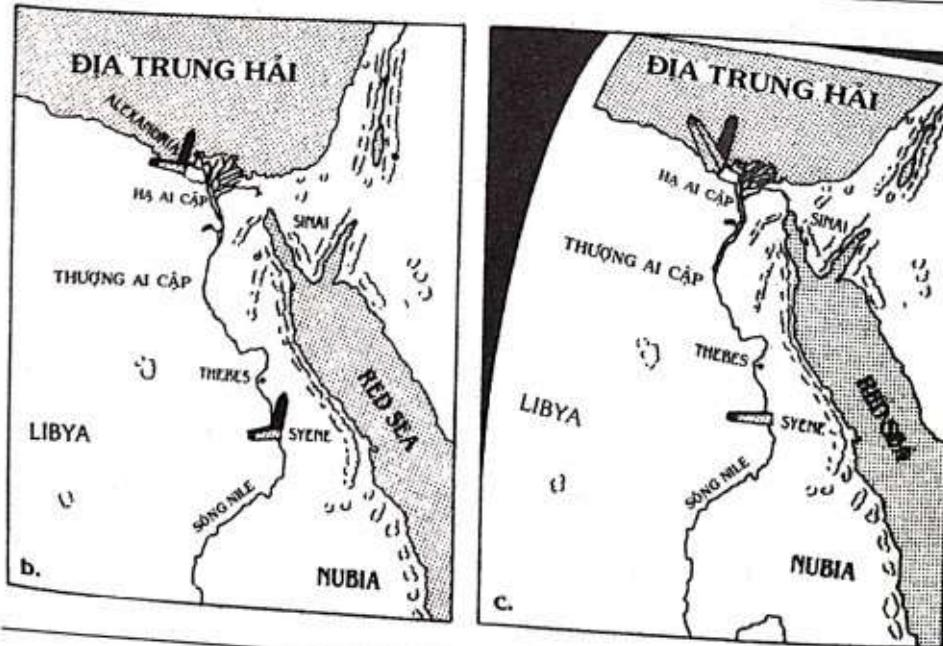
trí của các chòm sao so với chân trời, nhưng không biết được kinh độ. Các chòm sao quen thuộc đem lại sự tự tin cho họ giữa mông đại dương chưa từng khám phá. Các ngôi sao là bè bạn của những nhà thám hiểm, thuở xưa cưỡi thuyền đi biển trên Trái Đất còn nay cưỡi tàu vũ trụ trên trời. Sau Eratosthenes, chắc cũng có người thử đi, nhưng phải mãi đến tận thời của Magellan mới có người đi vòng quanh Trái Đất thành công. Đã có biết bao nhiêu câu chuyện phiêu lưu mạo hiểm táo tợn diễn ra trước đó khi mà những thủy thủ và nhà hàng hải có đầu óc thực tế trên đời, dám đánh cuộc cả đời mình vào kiến thức toán học của một nhà khoa học ở Alexandria?

Vào thời của Eratosthenes, các quả địa cầu được chế tạo để mô tả Trái Đất khi nhìn từ không gian vũ trụ: chúng được vẽ rất đúng ở vùng Địa Trung Hải đã được khảo sát nhiều nhưng càng xa quê nhà thì càng không chính xác. Tri thức ngày nay của chúng ta về Vũ trụ cũng có những điểm khó chịu không tránh khỏi như thế. Vào thế kỷ 1, nhà địa lý học thành Alexandria là Strabo đã viết:

Những ai trở về sau cố gắng thử đi vòng quanh Trái Đất không thành công đều nói là họ không bị một lực địa đối diện nào cản trở, vì biển vẫn mở ngút ngát hết tầm mắt, mà lý do chủ yếu là thiếu quyết tâm và cạn lương thực... Eratosthenes nói rằng giá như không có Đại Tây Dương bao la là vật cản, thì chúng ta có thể đã dễ dàng đi đường biển từ Iberia¹¹ đến Ấn Độ... Hoàn toàn có khả năng là ở vùng ôn đới nơi ấy có thể có một đền hai Trái Đất có người ở... Dĩ nhiên, nếu [phần kia của thế giới] có người ở, thì đó không phải loại người giống như người đang sống ở vùng chúng ta, vì vậy chúng ta phải xem nơi đó là một thế giới có người ở khác.

Loài người đã lên đường bước vào cuộc phiêu lưu, với đầy đủ ý nghĩa của từ này, đi tìm các thế giới khác.





Một hình bản đồ phẳng của Ai Cập cổ đại; khi Mặt Trời ở đúng trên đầu, các đài kỷ niệm thẳng đứng không hắt bóng ở Alexandria hoặc ở Syene. Hình trang sau bên trái: khi Mặt Trời không ở đúng trên đầu, xuất hiện bóng râm có độ dài như nhau. Nhưng (hình trang sau bên phải) khi bản đồ cong lại, thì Mặt Trời có thể ở đúng trên đầu tại Syene chứ không phải tại Alexandria; không có bóng râm nào đổ xuống ở Syene, trong khi một bóng dài đổ xuống ở Alexandria.

Một hình bản đồ phẳng của Ai Cập cổ đại; khi Mặt Trời ở đúng trên đầu, các đài kỷ niệm thẳng đứng không hắt bóng ở Alexandria hoặc ở Syene. Hình trang sau bên trái: khi Mặt Trời không ở đúng trên đầu, xuất hiện bóng râm có độ dài như nhau. Nhưng (hình trang sau bên phải) khi bản đồ cong lại, thì Mặt Trời có thể ở đúng trên đầu tại Syene chứ không phải tại Alexandria; không có bóng râm nào đổ xuống ở Syene, trong khi một bóng dài đổ xuống ở Alexandria.

Những cuộc thám hiểm Trái Đất sau đó chính là nỗ lực với quy mô toàn thế giới, trong đó có những chuyến du hành sang Trung Hoa và Polynesia cũng như từ đó đi. Đỉnh cao của chúng, tất nhiên, là phát kiến châu Mỹ của Christopher Columbus và những chuyến đi ở vài thế kỷ tiếp theo, hoàn tất sự thám hiểm Trái Đất về mặt địa lý. Chuyến đi đầu tiên của Columbus có liên quan trực tiếp nhất với những tính toán của Eratosthenes. Columbus bị cuốn hút vào cái gọi là “Kế hoạch hành động Ấn Độ”, một dự án đi tới tận Nhật Bản, Trung Hoa và Ấn Độ không phải bằng cách men theo bờ biển châu Phi và đi về hướng Đông mà bằng cách can đảm xông thẳng vào đại dương phía Tây chưa biết - hoặc như Eratosthenes đã nói với vẻ tiên tri đáng kinh ngạc “đi đường biển từ Iberia đến Ấn Độ”.

Là một người bán rong bán đồ cũ, Columbus say mê đọc sách của các nhà địa lý cổ đại, như Eratosthenes, Strabo và Ptolemy cũng như các sách viết về họ. Nhưng để kế hoạch hành động Ấn Độ thành công, để tàu thuyền và thủy thủ đoàn sống được qua chuỗi ngày dài thám hiểm, thì Trái Đất phải nhỏ hơn so với tính toán của Eratosthenes. Do đó Columbus đã ngụy tạo tính toán của Eratosthenes, như nghiên cứu của trường Đại học Salamanca đã vạch ra một cách hoàn toàn chính xác. Columbus đã sử dụng con số chì vi nhỏ nhất có thể có của Trái Đất và sự vươn dài nhất về phía Đông của châu Á mà ông có thể tìm thấy trong tất cả các sách ông đã đọc, rồi còn phóng đại chúng lên theo hướng có lợi cho mình. Nếu không có châu Mỹ chắn đường, hẳn cuộc viễn dương của Columbus đã thất bại chua chát.

Giờ đây Trái Đất đã được khai phá khá kỹ lưỡng. Nó không còn hứa hẹn những châu lục mới hay vùng đất chưa biết nào nữa. Nhưng công nghệ đã từng giúp chúng ta khai phá và đến cư trú ở những khu vực hẻo lánh nhất Trái Đất giờ lại giúp chúng ta rời hành tinh của chính mình, phiêu du vào không gian vũ trụ và khai phá những thế giới mới. Nay giờ, khi rời khỏi Trái Đất, chúng ta có thể chiêm ngưỡng Trái Đất

từ phía trên, nhìn thấy hình cầu của nó với kích thước mà Eratosthenes đã tính toán và đường viền của các lục địa, xác nhận rằng nhiều nhà vẽ bản đồ thời cổ đã có tầm hiểu biết tuyệt vời. Hắn Eratosthenes và các nhà địa lý khác của thành Alexandria sẽ khoan khoái biết bao nếu được chiêm ngưỡng cảnh này.

Chính tại Alexandria, loài người trong suốt sáu trăm năm, tính từ năm 300 trước Công nguyên, theo một nghĩa quan trọng, đã bắt đầu cuộc phiêu lưu trí tuệ dẫn dắt chúng ta tới những bến bờ của không gian vũ trụ. Nhưng dáng vẻ và không khí của thành phố huy hoàng, xây bằng đá hoa cương ấy ngày nay không còn lại chút gì. Sự áp bức và sợ hãi tri thức đã xóa sạch hầu hết mọi ký ức về một Alexandria cổ xưa. Cư dân của nó đã từng là người tự chiếng. Nào binh lính Macedonia rồi đến binh lính La Mã, nào các nhà tư tế Ai Cập, nào các quý tộc Hy Lạp, nào thủy thủ Phoenicia, nào thương nhân Do Thái, nào khách vãng lai từ Ấn Độ và vùng cạn Sahara - mọi người, trừ lực lượng nô lệ đồng đảo - đã từng sống hòa hợp và tôn trọng nhau trong hầu hết quãng thời gian huy hoàng của Alexandria.

Thành phố ấy được Alexander Đại Đế lập ra và được người lính hộ vệ cũ của ông xây dựng lên. Alexander khuyến khích sự tôn trọng các nền văn hóa xa lạ và sự mưu cầu tri thức một cách cởi mở. Tương truyền - chuyện đó có thật hay không không quan trọng - ông đã lặn xuống Biển Đỏ trong cái chuông lặn đầu tiên trên thế giới. Ông khuyên khích tướng sĩ và binh lính kết hôn với phụ nữ Ba Tư và Ấn Độ. Ông tôn kính các vị thần của các dân tộc khác. Ông thu thập các sinh vật xứ lạ, trong đó có cả một con voi cho người thầy của mình là Aristotle. Thành phố mang tên ông được xây dựng với quy mô tráng lệ và là trung tâm thương mại, văn hóa và giáo dục của thế giới. Nó duyên dáng với những đại lộ rộng ba chục mét, kiến trúc và tượng đài tao nhã, với ngôi mộ hoành tráng của Alexander và một tòa tháp đèn biển to lớn, hải đăng Pharos, một trong bảy kỳ quan của thế giới cổ đại.

Nhưng cái kỳ diệu nhất của Alexandria là thư viện và tòa nhà bảo tàng (*museum*, theo nghĩa đen lấy từ tiếng Hy Lạp, là cơ quan dành cho các lĩnh vực sáng tạo đặc biệt mà chính Thi thần bảo trợ). Tất cả những gì còn sót lại đến ngày nay của thư viện nổi tiếng ấy là tầng hầm ẩm thấp và bị bỏ quên của Serapeum, chái nhà của thư viện, từng là đền thờ thần Serapis, sau được chuyển sang thờ phụng tri thức. Một vài giá bộ mục nát là di tích vật chất duy nhất còn lại của nó. Thế nhưng nơi đây từng là bộ não và niềm vinh quang của thành phố lớn nhất hành tinh lúc bấy giờ, một viện nghiên cứu thực thụ đầu tiên trong lịch sử thế giới. Các học giả của thư viện nghiên cứu toàn bộ Vũ trụ (*Cosmos*). *Cosmos* vốn là một từ Hy Lạp để chỉ trật tự của vũ trụ. Theo một cách hiểu, nó đối nghĩa với *Hỗn độn* (*Chaos*). Nó ngũ ý sự liên quan lẫn nhau sâu sắc của mọi vật. Nó chuyển tải nội kinh sơ trước cách thức tinh tế và phức tạp kết nối toàn bộ vũ trụ. Cộng đồng các nhà bác học khảo sát vật lý, văn chương, y học, thiên văn học, địa lý, triết học, toán học, sinh học và kỹ thuật tập trung ở đây. Khoa học và học vấn phát triển chín muồi ở đây. Tài năng nở rộ ở đây. Thư viện Alexandria là nơi con người lần đầu tiên thu thập một cách nghiêm túc và có hệ thống kiến thức về thế giới.

Ngoài Eratosthenes, còn có nhà thiên văn Hipparchus, người vẽ bản đồ các chòm sao và ước lượng độ sáng của các ngôi sao; có Euclid, người đã hệ thống hóa một cách xuất sắc hình học và nói với ông vua của mình, khi đó đang vật lộn với một bài toán khó: "Không có con đường riêng đến với hình học dành cho vua chúa"; có Dionysius ở Thrace, người định nghĩa các thành phần của câu và có công lao đối với nghiên cứu ngôn ngữ sánh ngang công lao đối với hình học của Euclid; có Herophilus, nhà sinh lý học đã xác định chắc chắn rằng bộ não, chứ không phải trái tim, là nơi trú ngụ của trí khôn; có Heron ở Alexandria, người phát minh hệ truyền động bánh răng và động cơ hơi nước và là tác giả cuốn *Automata* (Tự động), cuốn sách đầu tiên về robot; có Apollonius ở Perga, nhà toán học đã trình bày các dạng tiết diện cônic¹² là elip, parabol và hyperbol - các đường cong mà bây giờ chúng ta biết là hình dạng quỹ đạo của các hành tinh, sao chổi và các ngôi sao thực sự; có Archimedes, thiên tài cơ học vĩ đại nhất cho đến khi xuất hiện Leonardo

da Vinci; có nhà thiên văn và địa lý Ptolemy, người đã biên soạn rất nhiều thứ mà ngày nay tạo nên cốt lõi của môn khoa học giả hiệu mang tên là chiêm tinh học: cái vũ trụ địa tâm của ông thống trị suốt 1.500 năm là lời nhắc nhở rằng khả năng trí tuệ không phải là đảm bảo chắc chắn khỏi những sai lầm chết người. Và xen giữa các nam vĩ nhân ấy có một nữ vĩ nhân là Hypatia, nhà toán học và thiên văn học, ánh sáng cuối cùng của thư viện, sự hy sinh đau đớn của bà đi liền với sự phá hủy thư viện bảy thế kỷ sau khi nó ra đời, một câu chuyện mà chúng ta sẽ còn quay trở lại.

Các ông vua Hy Lạp cai trị Ai Cập sau Alexander đều có thái độ nghiêm túc đối với học vấn. Hàng thế kỷ họ ủng hộ công cuộc nghiên cứu và duy trì trong thư viện một môi trường làm việc dành cho các bộ óc xuất sắc nhất thời đại. Thư viện bao gồm mười gian phòng nghiên cứu lớn, mỗi gian dành cho một môn riêng biệt; ngoài ra còn có các đài phun nước và hàng cột; vườn thực vật; vườn thú; các phòng học phẫu thuật; một đài quan sát thiên văn; và một phòng ăn rất rộng để khi rỗi rã, các nhà thông thái có thể tiến hành tranh luận gay gắt về các ý tưởng.

Trọng tâm của thư viện là sưu tập sách. Những nhà tổ chức đã rà quét mọi nền văn hóa và ngôn ngữ của thế giới thời đó. Họ cử các phái viên đi ra nước ngoài mua sách cho thư viện. Các tàu buôn cập bến Alexandria liền bị cảnh binh khám xét - không phải tìm hàng buôn lậu mà là tìm sách. Các cuộn sách được mượn, được sao chép rồi trả lại cho chủ của chúng. Khó ước lượng được con số chính xác, nhưng có lẽ thư viện chứa tới nửa triệu tập sách, mỗi tập là một cuộn giấy coi papyrus chép tay. Điều gì đã xảy đến với tất cả số sách ấy? Nền văn minh cổ điển gây dựng nên chúng đã chết, còn bản thân thư viện đã bị phá hủy một cách có chủ ý. Chỉ có một phần rất nhỏ các công trình thoát “chết”, cùng những mảnh rời rạc đáng thương. Những mảnh những mẩu tan nát ấy mới thu hút chúng ta một cách trêu ngươi làm sao! Chẳng hạn, chúng ta biết rằng, trên giá sách thư viện từng có một tác phẩm của nhà thiên văn học Aristarchus ở Samos, người đã quả quyết rằng Trái Đất là một trong các hành tinh, Trái Đất cũng quay quanh Mặt Trời giống như các hành tinh kia, còn các ngôi sao thì ở rất xa. Mỗi kết luận trên đều hoàn toàn đúng, nhưng chúng ta phải đợi gần 2.000 năm để phát hiện lại những điều ấy. Cảm giác mất mát của chúng ta đối với công trình của Aristarchus phải nhân lên 2.000 lần thì mới có thể đánh giá được mức độ vĩ đại của thành tựu mà nền văn minh cổ đại đã đạt được và thảm họa của sự phá hủy kia. Ngày nay chúng ta đã vượt xa nền khoa học của thế giới cổ đại. Nhưng vẫn còn những chỗ trống không gì bù đắp được trong kiến thức lịch sử của chúng ta. Hãy hình dung những bí ẩn ấy có thể được giải quyết một cách dễ dàng nếu chúng ta có thể mượn sách của thư viện Alexandria. Chúng ta biết rằng có một cuốn lịch sử thế giới gồm ba tập mà giờ đây đã thất lạc, do một tu sĩ Babylon tên là Berossus viết ra. Tập đầu tiên đề cập đến giai đoạn từ Sáng thế đến nạn Hồng thủy, một khoảng thời gian mà tác giả lấy là 432.000 năm, dài gấp khoảng trăm lần niên biểu trong kinh *Cựu Ước*. Tôi cứ tự hỏi trong cuốn sách ấy có những nội dung gì.

Người cổ đại biết rằng thế giới tồn tại từ rất lâu đời. Họ tìm cách đi vào quá khứ xa xôi. Giờ đây chúng ta biết rằng Vũ trụ còn già hơn rất nhiều so với hình dung của người xưa. Chúng ta vừa khảo sát Vũ trụ về mặt không gian và thấy rằng chúng ta đang sống trên một hạt bụi quay xung quanh một ngôi sao tầm thường trong một xó xỉnh héo láng bậc nhất của một thiên hà mờ nhạt. Mà một khi chỉ là cái chấm nhỏ tí trong không gian mênh mông, thì chúng ta cũng chỉ chiếm một khoảnh khắc trong chiều thăm thẳm của thời gian. Giờ đây chúng ta biết rằng Vũ trụ của chúng ta - hay ít nhất thì cái kiếp này của nó - có tuổi đời vào khoảng 15 hay 20 tỷ năm gì đó¹³. Đây là khoảng thời gian tính từ một sự kiện bùng nổ kỳ diệu được gọi là Vụ Nổ Lớn (Big Bang). Vào lúc khởi đầu của Vũ trụ, chưa có thiên hà, sao (định tinh) hay hành tinh, chưa có sự sống hay nền văn minh, chỉ có đơn thuần một quả cầu lửa đồng nhất, sáng chói chứa đầy toàn bộ Vũ trụ. Bước chuyển từ Hỗn độn của Vụ Nổ Lớn sang Vũ trụ có trật tự mà chúng ta mới bắt đầu nhận thức được chính là sự biến đổi ghê gớm nhất của vật chất và năng lượng mà chúng ta có may mắn được ngó thấy. Và cho đến khi nào chúng ta tìm được những sinh vật thông minh hơn trong Vũ trụ, bản thân chúng ta

vẫn là kết quả biến đổi ngoạn mục nhất trong mọi biến đổi - là hậu duệ của Vụ Nổ Lớn, nhằm để hiểu biết và biến đổi tiếp chính cái Vũ trụ đã sinh ra chúng ta.

CHƯƠNG II

MỘT GIỌNG ĐIỆU TRONG BẢN NHẠC NHIỀU BÈ CỦA VŨ TRỤ

Có lẽ tất cả các sinh thể hữu cơ từng tồn tại trên Trái Đất này từ trước tới giờ đều bắt nguồn từ một hình thái nguyên thủy nào đó được thổi hồn sống vào... Trong quan điểm ấy về sự sống, có một sự hùng tráng... ở chỗ, trong khi hành tinh này cứ quay theo một định luật hấp dẫn bất biến, thì có vô số hình thái sự sống, đẹp đẽ nhất và kỳ diệu nhất, đã và đang tiến hóa từ một khởi đầu đơn giản đến vậy.

- Charles Darwin, *Nguồn gốc của muôn loài*, 1859

Trong đời lúc nào tôi cũng băn khoăn muốn biết về khả năng tồn tại sự sống ở những nơi khác trong Vũ trụ. Nó sẽ như thế nào nhỉ? Nó sẽ được cấu tạo bằng cái gì? Tất cả vật chất sống trên hành tinh chúng ta có cấu tạo từ các phân tử hữu cơ - những cấu trúc vi mô phức tạp trong đó nguyên tử cacbon đóng vai trò trung tâm. Đã từng có một thời chưa tồn tại sự sống, khi Trái Đất còn tro bụi và vô cùng hoang vu. Thế giới của chúng ta ngày nay tràn ngập sự sống. Sự sống đã nảy sinh như thế nào? Khi thiếu vắng sự sống thì các phân tử hữu cơ có cacbon làm cơ sở đã được tạo ra như thế nào? Thực thể sống đầu tiên đã ra đời như thế nào? Sự sống đã tiến hóa ra sao để sinh ra những sinh thể tinh tế và phức tạp như chúng ta, những sinh thể có khả năng tìm hiểu bí ẩn về nguồn gốc của chính mình?

Thế còn trên vô vàn hành tinh có thể quay quanh các Mặt Trời khác, chúng cũng có sự sống chứ? Thứ sự sống ngoài Trái Đất ấy, nếu tồn tại thì có dựa trên cùng những phân tử hữu cơ giống như sự sống trên Trái Đất hay không? Các sinh vật của các thế giới khác nom có giống các sinh vật trên Trái Đất hay không? Hay là chúng khác hẳn - vì có những thích nghi khác, phù hợp với những môi trường khác? Còn có thể có những điều gì nữa? Bản chất của sự sống trên Trái Đất và công cuộc tìm kiếm sự sống trong Vũ trụ là hai mặt của cùng một vấn đề - tìm lời giải đáp cho câu hỏi chúng ta là ai.

Trong màn đêm tối đen rộng lớn giữa các sao có những đám mây khí và bụi cùng vật chất hữu cơ. Hàng chục loại phân tử hữu cơ đã được tìm ra bằng kính thiên văn vô tuyến. Sự dõi dào phong phú của những phân tử này gợi cho ta ý nghĩ rằng vật chất của sự sống tồn tại khắp nơi. Có lẽ nếu có đủ thời gian, sự sống nảy sinh và tiến hóa là chuyện tất yếu của Vũ trụ. Trên hàng tỷ hành tinh trong Thiên Hà Ngân Hà, có những hành tinh mà sự sống chẳng bao giờ xuất hiện. Trên những hành tinh khác, sự sống có thể xuất hiện rồi diệt vong, hoặc không bao giờ tiến hóa vượt quá những hình thái đơn giản nhất. Và trên một bộ phận nào đó của các hành tinh có thể có trí tuệ và các nền văn minh cao hơn cả của chúng ta đang phát triển.

Thỉnh thoảng có ai đó nhận xét rằng việc Trái Đất thích hợp một cách hoàn hảo đối với sự sống - nhiệt độ vừa phải, nước ở trạng thái lỏng, khí quyển có ôxy, v.v., là một sự trùng hợp may mắn. Nhưng ít nhất thì nhận xét này cũng lẩn lộn phần nào giữa nguyên nhân và kết quả. Chúng ta, thần dân của Trái Đất, thích nghi cực kỳ giỏi với môi trường của Trái Đất chính là vì chúng ta sinh ra và lớn lên ở đây. Những hình thái nào của sự sống không thích nghi tốt đã chết hết rồi. Chúng ta là hậu duệ của những sinh vật thích nghi tốt. Các sinh vật tiến hóa trong một thế giới hoàn toàn khác chắc chắn cũng sẽ ca bài ca khen tụng môi trường ấy mà thôi.

Mọi sinh vật trên Trái Đất đều liên quan chặt chẽ với nhau. Chúng ta có một cơ sở hóa học hữu cơ chung và một di sản tiến hóa chung. Hệ quả là các nhà sinh vật học của chúng ta rất hạn hẹp trong nghiên cứu của họ. Họ chỉ nghiên cứu mỗi một thứ sinh học, một chủ đề duy nhất trong âm nhạc của sự sống. Có phải cái âm điệu yếu ớt và theo ấy là giọng điệu duy nhất trong phạm vi hàng ngàn năm ánh sáng? Hay là còn có một thể loại nhạc vũ trụ nhiều bè khác¹⁴, với những chủ đề và đối âm, nghịch âm và hòa âm, một tys giọng điệu khác nhau đang chơi bản nhạc về sự sống của Thiên Hà?

Tôi xin kể câu chuyện về một đoạn nhỏ trong âm nhạc của sự sống trên Trái Đất. Năm 1185, Thiên hoàng Nhật Bản là một cậu bé mới bảy tuổi tên là Antoku. Antoku là thủ lĩnh trên danh nghĩa của một gia tộc samurai là nhà Heike (Bình Gia). Gia tộc này đang giao tranh đẫm máu với một gia tộc samurai khác là nhà Genji (Nguyên Thị). Bên nào cũng tuyên bố mình có quyền kế thừa ngai vàng theo dòng giống tổ tiên. Trận hải chiến mang tính quyết định của họ diễn ra ở Dan-no-ura thuộc biển Nội địa Nhật Bản (Seto) ngày 24 tháng 4 năm 1185. Thiên hoàng Antoku trực tiếp lên thuyền tham chiến. Nhà Heike bị thua kém cả về số quân lẫn chiến thuật cơ động nên số bị thiệt hại rất nhiều. Số người sống sót cũng còn rất đông, nhưng họ thà nhảy xuống biển còn hơn là bị bắt. Thái hậu Nii, bà nội của Thiên hoàng, cũng quyết định không để mình và Antoku bị kẻ thù bắt sống. Những gì diễn ra tiếp theo được kể trong *Chuyện kể Heike (Bình Gia vật ngữ)*:

Thiên hoàng chỉ mới lên bảy nhưng trông già dặn hơn tuổi nhiều. Ngài đáng yêu đến nỗi dường như luôn tỏa hào quang. Mái tóc của ngài thả dài xuống tận lưng. Với vẻ ngạc nhiên và lo lắng, ngài hỏi Thái hậu Nii: "Thái hậu đưa trั̄m đi đâu?"

Thái hậu quay sang vị quân vương nhỏ tuổi, lệ tuôn dài trên má bà. Bà vỗ về Thiên hoàng, tay cuốn những lọn tóc dài của ngài vào bộ y phục màu bồ câu của mình. Mắt mờ lệ, Thiên hoàng chắp đôi tay nhỏ nhắn, đẹp đẽ vào nhau. Trước tiên ngài quay về hướng Đông, nói lời vĩnh biệt thần Ise, rồi quay về hướng Tây cầu khấn, niệm Phật A Di Đà. Thái hậu Nii ôm chặt lấy ngài và nói: "Đại dương sâu thẳm là ngôi đền của chúng ta." Nói đoạn, bà cùng Thiên hoàng buông mình chìm dưới sóng biển.

Toàn bộ hải đội thuyền chiến của Heike bị phá tan. Chỉ có bốn mươi ba phụ nữ sống sót. Những thị nữ cung đình ấy buộc phải đi bán hoa và những đồ khác phục vụ cho ngư dân ở vùng gần nơi xảy ra hải chiến.

Gia tộc Heike gần như biến mất khỏi lịch sử. Nhưng nhóm thị nữ bần cùng kia và con cháu họ, kết quả của sự hôn phối giữa họ với đám dân chài lười, đã tổ chức lễ hội kỷ niệm trận chiến. Lễ hội diễn ra vào ngày 24 tháng Tư hàng năm cho tới ngày nay. Những ngư dân là con cháu dòng họ Heike mặc trang phục bằng sợi gai, đội mũ đen và làm đám rước đến miếu Akama, nơi có lăng mộ vị Thiên hoàng đã trãm mình. Sau đó họ xem một vở kịch mô tả các sự kiện xảy ra sau trận Dan-no-ura. Hàng bao thế kỷ sau đó, người ta vẫn còn tưởng như trông thấy các đội quân samurai ma đang tát biển một cách vô vọng để làm cho biển sạch hết máu tươi, thất bại và nhục nhã.

Dân chài ở đây bảo rằng các samurai nhà Heike vẫn còn lang thang dưới đáy biển Nội địa trong lốt cua. Ở đây người ta tìm thấy những con cua có những vết kỳ lạ trên mai, những ranh khía trông giống hệt khuôn mặt một samurai. Khi bắt được loài cua này, người ta không ăn mà thả cua xuống biển để tưởng nhớ những sự kiện đau buồn ở Dan-no-ura.

Truyền thuyết này đặt ra một vấn đề thú vị. Làm sao mà khuôn mặt một chiến binh lại được khắc trên mai cua? Câu trả lời là có lẽ chính con người đã góp phần vào đó. Các hình khía trên mai cua được di truyền từ đời này sang đời khác. Trong quần thể cua, cũng như trong quần thể người, có rất nhiều dòng giống di truyền. Đặt giả thiết rằng ngẫu nhiên trong số tổ tiên xa xôi của con cua này có một con sinh ra với hình trên mai chỉ hơi giống mặt người. Ngay cả trước khi diễn ra trận Dan-no-ura, ngư dân có thể cũng đã miễn cưỡng ăn một con cua như vậy. Khi thả cua trở lại biển, họ đã khởi động một quá trình tiến hóa: nếu bạn là con cua và mai của bạn bình thường, thì con người sẽ ăn bạn. Chi tộc của bạn sẽ ít đi. Nếu mai của bạn nom chỉ hơi giống mặt người, thì người ta sẽ thả bạn về với biển. Như vậy chi tộc của bạn sẽ có đông con cháu hơn. Số phận của con cua phụ thuộc đáng kể vào các hình khía trên mai. Rồi các thế hệ cả cua lẫn ngư dân qua đi, những con cua có hình giống một khuôn mặt samurai nhất được ưu tiên sống sót nhất cho đến khi hình ấy không chỉ giống khuôn mặt người, không chỉ giống khuôn mặt Nhật Bản, mà đúng là khuôn mặt một chiến binh samurai hăm hăm dữ tợn. Tất cả những việc này chẳng liên quan tí gì đến ý muốn của con cua. Sự lựa chọn được áp đặt từ bên ngoài. Bạn càng giống samurai thì cơ hội sống sót của bạn càng lớn. Cuối cùng sẽ có rất nhiều những chú cua samurai.

Quá trình này được gọi là chọn lọc nhân tạo. Trong trường hợp của cua Heike thì tác động của người dân là ít nhiều không có ý thức về điều đó, và tất nhiên là không có sự tham gia của cua. Nhưng trong hàng ngàn năm con người còn lựa chọn có ý thức những loài thực vật và động vật nào được sống và những loài nào phải chết. Ngay từ thuở nhỏ chúng ta đã thấy xung quanh mình những cây nông nghiệp, rau quả và gia súc quen thuộc. Chúng từ đâu tới? Có phải chúng từng sống tự do trong thiên nhiên hoang dã rồi được mang về thích nghi với cuộc sống thuận lợi hơn ở ruộng đồng hoặc trang trại? Không, sự thật hoàn toàn khác. Hầu hết chúng đều được con người tạo ra.

Một vạn năm trước, chưa có bò sữa, chó săn chồn hay bắp ngô to như bây giờ. Khi chúng ta thuần hóa tổ tiên của các cây và con vật đó - có khi chúng hoàn toàn khác bây giờ - thì chúng ta đã can thiệp vào sự sinh sản của chúng. Chúng ta ưu tiên phát triển một số nòi giống¹⁵ có những đặc tính mà chúng ta mong muốn. Khi muốn một con chó giúp chúng ta chăn bầy cừu, chúng ta lựa chọn những nòi thông minh, biết vâng lời và bộc lộ năng khiếu chăn dắt bẩm sinh nào đó, năng khiếu này có ích đối với những động vật đi săn theo bầy. Bầu vú nở nang của bò sữa là kết quả của việc con người quan tâm đến sữa và phó mát. Còn cây ngô, được nuôi dưỡng qua hàng vạn thế hệ để trở nên ngon hơn, nhiều dinh dưỡng hơn thứ ngô nguyên thủy gầy gò; nó biến đổi đến mức giờ đây không thể nhân giống nếu không có sự can thiệp của con người.

Cốt lõi của chọn lọc nhân tạo - dù đối với cua Heike, chó, bò hay bắp ngô - thì đều như sau: nhiều tính trạng về thể chất và tập tính của thực vật và động vật có tính di truyền. Chúng được tạo ra một cách thuần chủng. Con người, dù với lý do gì đi nữa, khuyến khích sự sinh sôi nảy nở của một số nòi giống và hạn chế sự sinh sôi của một số nòi giống khác. Nòi giống được chọn để ưu tiên sinh sản dần dần trở nên chiếm đóng đảo, nòi giống được chọn để hạn chế sinh sản dần dần trở nên hiếm và có khi tuyệt chủng.

Nhưng nếu con người có thể tạo ra những giống động vật và thực vật mới, thì sao tự nhiên lại không hành động tương tự? Quá trình tương tự ấy được gọi là chọn lọc tự nhiên. Sự sống đã thay đổi căn bản qua bao nhiêu bể dâu, đây là điều rõ ràng đã được rút ra từ những biến đổi do con người tạo ra ở các loài gia súc và rau quả trong khoảng thời gian không dài con người tồn tại trên Trái Đất cũng như từ băng chứng hóa thạch. “Ghi chép” của hóa thạch cho thấy một cách không thể bác bỏ rằng có những loài sinh vật từng tồn tại với số lượng rất lớn nhưng giờ đã biến mất hoàn toàn¹⁶. Số loài bị tuyệt chủng trong lịch sử Trái Đất nhiều hơn rất nhiều số loài đang tồn tại hiện nay; chúng là những thử nghiệm tiến hóa bị chấm dứt.

Những thay đổi về di truyền do sự thuần hóa gây nên diễn ra rất nhanh. Thỏ rừng mãi đến đầu thời Trung đại mới được thuần hóa (loài này được các tu sĩ Pháp nuôi vì họ tưởng rằng thỏ non mới sinh là cá, do đó không thuộc điều khoản cấm ăn thịt vào một số ngày theo lịch Giáo hội); cây cà phê được thuần dưỡng ở thế kỷ 15; củ cải đường vào thế kỷ 19; còn con triết thì mới đang ở giai đoạn thuần hóa sơ khai nhất. Chưa đầy 10.000 năm, sự thuần hóa đã làm tăng sản lượng lên khai thác ở một con cừu từ dưới 1 kg lông thô ráp lên khoảng 9 cho tới 20 kg lông mịn màng, đồng nhất; hoặc dung tích sữa mà một con bò cung cấp trong thời kỳ tiết sữa từ vài trăm lên một triệu xăngtimét khối. Nếu sự chọn lọc nhân tạo có thể tạo nhiều thay đổi đến vậy chỉ trong một quãng thời gian tương đối ngắn ngủi, thì thử hỏi sự chọn lọc tự nhiên diễn ra hơn một triệu năm có khả năng làm thay đổi đến đâu? Câu trả lời chính là toàn bộ vẻ đẹp và tính đa dạng của thế giới sinh vật. Tiến hóa là một thực tế chứ không phải một lý thuyết.

Cơ chế của tiến hóa là chọn lọc tự nhiên. Phát kiến vĩ đại này gắn với tên tuổi của Charles Darwin và Alfred Russel Wallace. Hơn một thế kỷ trước, họ đã nhấn mạnh rằng tự nhiên rất mau mắn trong sinh sản, rằng số loài động vật và thực vật sinh ra lớn hơn nhiều so với số loài có thể sống sót và rằng môi trường chọn lựa ra các nòi giống ngẫu nhiên thích nghi tốt hơn để tồn tại. Đột biến - những thay đổi đột ngột trong tính di truyền - khởi tạo ra những giống thuần chủng. Đột biến cung cấp nguyên vật liệu cho sự tiến hóa. Môi trường chọn lấy số đột biến ít ỏi ấy để cung cấp cho sự sống sót, bằng kết quả của một chuỗi những

biến đổi từ từ của một dạng thức sống thành một dạng thức sống khác, để rồi sinh ra một loài mới.¹⁷

Đây là lời của Darwin trong *Nguồn gốc của muôn loài*:

Con người thực chất không tạo ra tính biến dị; con người chỉ vô tình đặt các thực thể hữu cơ vào trong những điều kiện sống mới, thế là Tự nhiên ra tay tổ chức và gây nên tính biến dị. Nhưng con người có thể và đã chọn các biến dị mà Tự nhiên ban cho anh ta, rồi tích lũy chúng theo một cách thức mà mình muốn. Anh ta làm cho động vật và thực vật thích ứng với lợi ích hoặc ý thích của chính mình. Anh ta có thể làm việc đó một cách có phương pháp, hoặc có thể thực hiện một cách vô thức bằng cách giữ lại những cá thể có ích nhất cho mình vào lúc đó, chứ không hề nghĩ đến việc biến đổi giống đó... Chẳng có lý do gì để những quy luật đã vận hành rất hiệu quả trong quá trình thuần hóa lại không có tác dụng trong Tự nhiên... số cá thể sinh ra nhiều hơn là số có thể sống sót... Một ưu thế nhỏ nhất trong một sinh vật, ở bất cứ tuổi nào và trong bất cứ mùa nào, so với những sinh vật mà nó phải cạnh tranh, hoặc một sự thích nghi tốt hơn cho dù ở mức độ rất nhỏ với những điều kiện vật lý xung quanh, sẽ làm lệch sự cân bằng.

T. H. Huxley, người bảo vệ và truyền bá kiến thức về tiến hóa hiệu quả nhất ở thế kỷ 19, đã viết rằng những công trình của Darwin và Wallace giống như “ánh sáng lóe lên cho một con người đang lạc lối trong đêm tối, thình lình làm lộ ra con đường mà dù có dẫn anh ta về nhà hay không, vẫn là một hướng đi cho anh ta... Suy ngẫm của tôi, khi lần đầu tiên tôi năm vững được tư tưởng trung tâm của *Nguồn gốc của muôn loài*, là thế này: ‘Có thể mà sao không nghĩ ra nhỉ!’ Tôi đồ rằng các đồng nghiệp của Columbus chắc cũng thốt ra câu tương tự... Những thực tế về biến dị, về đấu tranh sinh tồn, về sự thích nghi với những điều kiện sống đâu có ít; thế nhưng chẳng ai ngờ con đường dẫn thẳng tới cốt lõi của vấn đề các loài lại đi qua chúng, cho đến khi Darwin và Wallace xua bóng tối đi.”

Nhiều người đã kinh hoàng - một số người ngày nay vẫn còn kinh hoàng - trước cả hai ý tưởng tiến hóa và chọn lọc tự nhiên. Tổ tiên chúng ta đã nhìn vẻ duyên dáng của sự sống trên Trái Đất, nhìn những cấu trúc sinh vật phù hợp tuyệt vời với chức năng của chúng, và thấy trong đó bằng chứng về bàn tay của một Nhà Thiết kế Vĩ đại. Một cơ thể sinh vật đơn bào đơn giản nhất cũng là một cỗ máy phức tạp hơn hẳn chiếc đồng hồ bỏ túi tinh vi nhất. Dẫu sao thì cái đồng hồ bỏ túi không tự lắp ráp được, hoặc không tiến hóa nổi theo các giai đoạn tiến hóa chậm chạp, chẳng hạn từ “cụ ky” của nó là chiếc đồng hồ quả lắc cỗ treo tường. Như vậy muốn có cái đồng hồ bỏ túi thì phải có ông thợ đồng hồ. Đường như cũng chẳng có cách nào để các nguyên tử và phân tử có thể bột phát ngã vào nhau rồi tạo ra các sinh vật với mức độ phức tạp ghê gớm như ống ấy và hoạt động tài tình ở khắp mọi vùng trên Trái Đất như vậy. Mỗi một vật sống được thiết kế riêng biệt, không loài nào trở thành loài khác, đó là những quan niệm hoàn toàn nhất quán với những gì mà tổ tiên chúng ta, với kiến thức hạn chế về lịch sử tự nhiên, đã biết về sự sống. Ý nghĩ rằng từng sinh vật được một Nhà Thiết kế Vĩ đại sáng tạo nên một cách kỹ lưỡng đã gán cho tự nhiên một ý nghĩa và trật tự và gán cho con người một tầm quan trọng mà cho đến giờ chúng ta vẫn chưa dứt ra được. Sự hiện diện của một Nhà Thiết kế là cách giải thích tự nhiên, hấp dẫn và rất con người đối với thế giới sinh vật. Nhưng, như Darwin và Wallace đã chứng tỏ, còn có một cách giải thích khác, cũng hấp dẫn ngang thế, cũng mang chất con người ngang thế, nhưng lại có sức thuyết phục hơn nhiều: chọn lọc tự nhiên, mà trải qua bao nhiêu liên đại, nó làm cho âm nhạc của sự sống còn đẹp đẽ hơn.

Bằng chứng hóa thạch vẫn còn có thể phù hợp với ý tưởng về một Nhà Thiết kế Vĩ đại; có lẽ có một số loài đã bị phá hủy khi Nhà Thiết kế không hài lòng với chúng, và những thí nghiệm mới lại được tiến hành để cải tiến mẫu thiết kế. Nhưng quan niệm này có gây chút ít bối rối. Tại sao Nhà Thiết kế toàn năng và thấu suốt này lại không thể tạo ra các giống loài dự kiến ngay từ đầu? Hóa thạch cho thấy phương pháp thử và sai¹⁸, không có khả năng dự đoán tương lai, là những đặc điểm không thể đi cùng với một Nhà Thiết kế Vĩ đại toàn năng và thấu suốt (tuy vẫn chấp nhận được với khả năng một Nhà Thiết kế ở xa xôi hơn và chỉ gián tiếp tham gia).

Khi tôi còn là sinh viên sắp tốt nghiệp vào đầu thập kỷ 1950, may mắn làm sao tôi được làm việc

trong phòng thí nghiệm của H. J. Muller, một nhà di truyền học lớn, người đã khám phá ra rằng phỏng xạ gây ra đột biến¹⁹. Muller chính là người đầu tiên lưu ý tôi chuyện con cua Heike là một ví dụ về chọn lọc nhân tạo. Để học mặt thực hành của di truyền học, tôi đã mất nhiều tháng làm việc với ruồi giấm, *Drosophila melanogaster* (tên Latin nghĩa là kẻ yêu thích sương có thân màu đen) - một loài sinh vật hiền lành bé nhỏ có hai cánh và đôi mắt to. Chúng tôi nuôi ruồi giấm trong các chai sữa. Nhiệm vụ của chúng tôi là lai hai thứ ruồi để xem những hình thái mới nào xuất hiện từ sự sắp xếp lại các gien bố mẹ, và từ những đột biến tự nhiên và gây tạo. Các con ruồi cái sẽ đẻ trứng trên một loại mật rỉ mà nhân viên thí nghiệm đặt vào trong chai. Sau đó các chai được nút kín, và chúng tôi sẽ đợi hai tuần để trứng đã thụ tinh nở thành ấu trùng, rồi thành nhộng, và nhộng trở thành ruồi giấm trưởng thành loại mới.

Một hôm, qua kính hiển vi kiểu ống nhòm có độ phóng đại thấp tôi xem một đợt ruồi giấm trưởng thành mới lấy, được làm bất động bằng một ít ête, rồi lấy cái chổi lông lạc đà để tách riêng các thứ ruồi khác nhau. Thật ngạc nhiên, tôi bỗng phát hiện ra một điều rất lạ: không phải một biến dị nhỏ như mắt trắng biến thành mắt đỏ, hay lông cứng ở cổ xuất hiện ở chỗ trước đây không có lông cứng. Hiện ra một kiểu sinh vật mới khác hẳn, rất chức năng, với đôi cánh to hơn hẳn và râu dài có lông nhung. Tôi bụng bảo dạ: ông trời đã sắp đặt rồi, đây chính là một ví dụ về sự thay đổi mang tính tiến hóa lớn chỉ trong có một thế hệ. Điều mà thầy Muller đã nói là không bao giờ xảy ra, lại diễn ra ngay trong chính phòng thí nghiệm của thầy. Việc thông báo sự kiện nghịch nhã này cho thầy thật không may lại rơi vào tôi.

Lòng nặng trĩu, tôi gó cửa phòng làm việc của thầy. “Mời vào,” một giọng nói như văng vẳng từ xa phát ra. Tôi bước vào thì thấy căn phòng tối om, chỉ có một ngọn đèn nhỏ rọi vào cái đĩa đặt mẫu của kính hiển vi, nơi ông đang làm việc. Trong cảnh sáng tối tù mù ấy, tôi lắp bắp thông báo cho ông rằng tôi đã phát hiện ra một thứ ruồi rất khác. Tôi cam đoan rằng nó sinh ra trong đám rỉ mật. Tôi không định làm phiền ông nhưng... “Thế nom nó giống Lepidoptera hơn Diptera²⁰?” ông hỏi. Mặt ông được chiếu sáng phần dưới. Tôi không hiểu mấy từ ông nói nghĩa là gì, nên ông phải giải thích thêm: “Thế nó có cánh to không? Nó có râu mọc lông nhung không?”

Muller bật đèn trên đầu lên và mỉm cười hồn hậu. Chuyện này không có gì mới. Có một loài bướm đêm (ngài) đã thích nghi với các phòng thí nghiệm di truyền sử dụng ruồi *Drosophila*. Nó chẳng liên quan gì đến ruồi giấm và cũng không muốn dính dáng gì với con ruồi giấm cả. Cái mà nó thèm muốn là đám rỉ mật của ruồi giấm kia. Trong khoảng thời gian ngắn mà nhân viên thí nghiệm mở chai sữa ra rồi nút chai sữa lại - chẳng hạn để thả ruồi giấm vào - con ngài mẹ đã thực hiện cú bồ nhào như máy bay oanh tạc, thả trứng vào đám rỉ mật ngon lành kia. Tôi đã không khám phá ra một đột biến vĩ mô nào. Tôi chỉ tình cờ bắt gặp một sự thích nghi đáng phục khác trong tự nhiên, bản thân nó là sản phẩm của đột biến vi mô và chọn lọc tự nhiên.

Bí mật của tiến hóa là cái chết và thời gian - cái chết của không biết bao nhiêu hình thái sự sống kém thích nghi với môi trường, và thời gian cho những chuỗi đột biến nho nhỏ dài lâu mang tính thích nghi một cách hoàn toàn *ngẫu nhiên*, thời gian để tích lũy chậm rãi các loại hình đột biến thuận lợi cho sự thích nghi. Một phần phản bác đối với Darwin và Wallace bắt nguồn từ việc khó hình dung nổi quãng đường dài hàng nghìn năm, chứ chưa nói đến hàng liên đại. Bảy mươi triệu năm có nghĩa như thế nào đối với những sinh vật chỉ sống một cuộc đời dài bằng một phần triệu quãng thời gian nói trên? Chúng ta cũng chỉ giống như những con bướm phù du vỗ cánh bay trong một ngày mà cứ nghĩ đấy là vĩnh cửu.

Những gì diễn ra ở đây, trên Trái Đất, có thể ít nhiều diễn hình cho sự tiến hóa của sự sống ở nhiều thế giới; nhưng trong các chi tiết như đặc tính hóa học của các protein hay thần kinh học của bộ não, thì câu chuyện về sự sống trên Trái Đất có thể là độc nhất vô nhị trong toàn bộ Ngân Hà. Trái Đất cô đặc lại từ khí và bụi trong không gian giữa các sao khoảng 4,6 tỷ năm trước đây. Từ những bằng chứng lưu lại

trong hóa thạch, chúng ta biết rằng sự sống khởi đầu không lâu sau đó, có lẽ vào khoảng 4 tỷ năm trước đây, trong các ao hồ và đại dương của Trái Đất nguyên thủy. Sinh vật đầu tiên chẳng đến nỗi phức tạp như cơ thể sinh vật đơn bào, một hình thức khá tinh vi của sự sống. Những biểu hiện đầu tiên của sự sống đơn giản hơn nhiều. Vào những ngày ban sơ ấy, những tia chớp và tia tử ngoại đến từ Mặt Trời đã phá vỡ những phân tử đơn giản giàu hydro của khí quyển sơ khai, rồi những mảnh đó tái kết hợp một cách tự phát thành các phân tử ngày càng phức tạp hơn. Những sản phẩm hóa học sơ khai này hòa tan trong đại dương, tạo ra một thứ xúp hữu cơ với mức độ phức tạp tăng lên dần dần, cho đến một ngày, hoàn toàn ngẫu nhiên, một phân tử sinh ra có khả năng làm ra một bản sao thô của chính nó, bằng cách sử dụng các phân tử khác trong biển xúp đó. (Chúng ta sẽ quay lại chủ đề này sau).

Đây là tổ tiên sớm nhất của axít deoxyribonucleic, viết tắt là ADN, phân tử chủ soái của sự sống trên Trái Đất. Hình dạng của nó giống như một cái thang bị xoắn lại thành chuỗi xoắn, mà các bậc thang gồm bốn phần là bốn loại phân tử khác nhau, tương ứng với bốn chữ cái của mã di truyền. Những bậc thang này gọi là các nuclêotit, thể hiện các lệnh di truyền để tạo ra một sinh vật cụ thể. Mỗi dạng thức sống trên Trái Đất có một tập hợp các lệnh riêng, được viết bằng cùng một ngôn ngữ. Nguyên nhân khiến các sinh vật khác nhau chính là các khác biệt trong các lệnh axít nucléic của chúng. Đột biến là một sự thay đổi trong một nuclêotit, được sao chép ở thế hệ kế tiếp thành một dòng di truyền. Vì đột biến là những thay đổi ngẫu nhiên, mà hầu hết là có hại, thậm chí gây tử vong, thông qua việc làm xuất hiện những enzym vô bổ. Phải chờ đợi rất lâu mới đến lúc đột biến làm cho sinh vật hoạt động tốt hơn. Nhưng chính cái sự kiện gần như không thể xảy ra ấy, một đột biến có lợi nhỏ trong một nuclêotit với kích thước cỡ bằng mười phân triệu xăngtimét ấy, lại là động lực thúc đẩy tiến hóa.

Bốn tỷ năm về trước, Trái Đất là một vườn Địa Đàng của phân tử. Lúc ấy còn chưa có các sinh vật ăn thịt. Một số phân tử sinh sản không hiệu qua do phải tranh nhau các “viên gạch xây dựng” và cho ra đời những bản sao thô thiển của bản thân. Với sự sinh sản, đột biến và sự triệt tiêu có chọn lọc các nòi chủng kém hiệu quả nhất, quá trình tiến hóa diễn ra sôi nổi cho dù mới ở cấp độ phân tử. Thời gian trôi đi, các phân tử sinh sản tốt hơn. Các phân tử với chức năng chuyên biệt hóa thậm chí còn nhập lại với nhau, tạo ra một kiểu tập thể phân tử - đó là tế bào đầu tiên. Các tế bào thực vật ngày nay có hẳn cả các nhà máy chế tạo phân tử tí hon, gọi là lục lạp (hạt lục). Lục lạp chịu trách nhiệm quang hợp, tức là biến đổi ánh sáng mặt trời, nước và二氧化cacbon thành hydrocacbon²¹ và ôxy. Các tế bào trong một giọt máu chứa một loại nhà máy chế tạo phân tử khác, gọi là ty thể, với nhiệm vụ kết hợp thức ăn với ôxy để lấy ra năng lượng. Các nhà máy tồn tại trong tế bào thực vật và động vật hiện nay có thể xưa kia từng là tế bào sống tự do.

Cho tới khoảng 3 tỷ năm trước đây, một số thực vật đơn bào đã kết hợp với nhau, có thể là vì một đột biến đã ngăn một tế bào đơn lẻ tách ra sau khi đã phân chia làm hai tế bào. Vậy là sinh vật đa bào đầu tiên đã xuất hiện trong quá trình tiến hóa. Mỗi tế bào của cơ thể ta là một kiểu cộng đồng, với các bộ phận sống tự do nay tụ tập lại với nhau vì lợi ích chung. Con người ta cấu tạo từ 100.000 tỷ tế bào. Như vậy mỗi người chúng ta là tập hợp của rất nhiều đơn vị.

Giới tính đã được Tự nhiên phát minh ra cách đây khoảng 2 tỷ năm. Trước đó các thứ sinh vật mới chỉ có thể ra đời từ sự tích lũy các đột biến ngẫu nhiên, do sự chọn lọc các thay đổi theo từng chữ một trong mã lệnh di truyền. Do đó tiến hóa diễn ra vô cùng chậm. Khi giới tính xuất hiện, hai cơ thể sinh vật có thể trao đổi cho nhau cả các đoạn mã, các trang và cả “cuốn sách” của mã ADN, tạo ra những thứ mới săn sàng lọt qua cái sàng chọn lọc. Các sinh vật được chọn lọc theo tiêu chí sinh sản thông qua giới tính, và những loại sinh vật nào không quan tâm đến giới tính nhanh chóng tuyệt chủng. Điều đó đúng không chỉ đối với các vi khuẩn cách đây 2 tỷ năm. Con người chúng ta ngày nay cũng thích thú hướng tới việc trao

đổi cho nhau các đoạn mã ADN.

Cho đến cách đây khoảng 1 tỷ năm, thực vật hợp sức với nhau đã tạo ra một sự thay đổi đáng kinh ngạc trong môi trường Trái Đất. Các thực vật có màu xanh lục đã tạo ra ôxy phân tử. Vì lúc này biển cả chứa đầy các loại thực vật đơn giản màu xanh lục, nên ôxy đã trở thành một thành phần đáng kể của khí quyển Trái Đất, làm khí quyển thay đổi không thể đảo ngược từ chỗ ban đầu mang tính chất giàu hydro, và chấm dứt thời kỳ vật chất sống được tạo bởi các quá trình phi sinh học trong lịch sử Trái Đất. Nhưng ôxy cũng có xu hướng làm phân rã các phân tử hữu cơ. Cho dù con người ưa thích nó, thực chất nó là chất độc đối với chất hữu cơ không được bảo vệ. Việc khí quyển chuyển sang trạng thái chứa nhiều ôxy gây ra một cuộc khủng hoảng ghê gớm trong lịch sử sự sống, khiến nhiều sinh vật không thể sống sót được với ôxy đã tuyệt diệt. Một ít hình thái sơ khai như trực khuẩn gây ngộ độc thịt và gây bệnh uốn ván²², đã sống sót được tới tận ngày nay chỉ trong các môi trường không có ôxy. Nitơ trong khí quyển Trái Đất trở hơn nhiều về mặt hóa học và do đó hiền lành hơn ôxy rất nhiều. Nhưng bản thân nó cũng duy trì sự tồn tại nhờ phương thức sinh học. Như vậy, 99% khí quyển Trái Đất có nguồn gốc sinh học. Bầu trời là do sự sống tạo nên.

Trong hầu hết 4 tỷ năm kể từ khi bắt đầu có sự sống, các sinh vật chiếm đa số vẫn là loại tảo lục lam nhỏ ở mức tế vi bao phủ và tràn ngập đại dương. Thế rồi đến 600 triệu năm trước, bá quyền thống trị của loại tảo này bị phá vỡ và nhiều hình thái sống mới phong phú đa dạng lan rộng, một sự kiện được gọi là sự bùng nổ ở kỷ Cambria²³. Chất sống đã sinh ra gần như ngay sau khi Trái Đất hình thành, điều này gợi lên suy nghĩ rằng vật chất sống có thể là một quá trình hóa học tất yếu trên một hành tinh kiểu Trái Đất. Nhưng sự sống không tiến hóa vượt quá tảo lục lam là mấy trong suốt 3 tỷ năm, điều này nói lên rằng các hình thái sống có kích thước to với các cơ quan chuyên biệt là rất khó phát triển, còn khó hơn cả việc khởi đầu sự sống. Có lẽ hiện nay nhiều hành tinh khác trong Vũ trụ có vi khuẩn dồi dào nhưng không có thú lớn và cây cỏ lớn.

Ít lâu sau sự bùng nổ ở kỷ Cambria, biển chật ních nhiều dạng sinh vật. Cách đây quãng 500 triệu năm, đã có những bầy bọ ba thùy đông đảo, một loài động vật có cấu trúc đẹp đẽ, hơi giống con sâu to; một số bị săn đuổi từng đàn dưới đáy biển. Trong mắt chúng có chứa các tinh thể để bắt ánh sáng phân cực. Ngày nay không có bọ ba thùy sống nữa; chúng đã không còn trong 200 triệu năm qua. Nhiều loài thực vật và động vật từng cư ngụ trên Trái Đất giờ đây chẳng còn vết tích sống nào. Và tất nhiên những loài đang sống hiện nay trên hành tinh này chưa từng tồn tại trong quá khứ xa xôi. Trong lòng đá cổ không có một chút dấu vết gì nhắc đến các loài động vật tương tự như chúng ta. Các loài xuất hiện, sống một thời gian dài hay ngắn nào đó rồi tắt ngóm.

Trước sự bùng nổ ở kỷ Cambria, các loài dường như kế tiếp nhau rất chậm. Lý do một phần có thể là vì chúng ta càng nhìn sâu vào quá khứ, thông tin của chúng ta càng nghèo nàn đi nhanh chóng; và vì trong lịch sử sơ khai của hành tinh chúng ta, ít sinh vật nào có những bộ phận cứng, mà bộ phận mềm thì để lại ít di tích hóa thạch. Nhưng phần khác là vì giả định tiến độ xuất hiện các dạng thức sống thực sự mới ở trước kỷ Cambria quả là rất chậm đúng như có người giả định; và sự tiến hóa kiên trì của cấu tạo tế bào và sinh hóa học không thể hiện ngay lập tức ra hình dáng bề ngoài nhận thấy được ở hóa thạch. Sau sự bùng nổ ở kỷ Cambria, những thích nghi tuyệt vời cứ nối tiếp nhau với một tốc độ tương đối nghẹt thở. Trong một chuỗi kế tiếp nhanh chóng, con cá đầu tiên và động vật có xương sống đầu tiên xuất hiện; các loài thực vật trước đó chỉ giới hạn ở biển nay bắt đầu chinh phục đất liền; côn trùng đầu tiên phát triển, rồi hậu duệ của chúng trở thành những kẻ tiên phong trong hiện tượng động vật chinh phục đất liền; côn trùng có cánh sinh ra cùng với động vật lưỡng cư, các loài như cá phổi có khả năng vừa sống trên cạn vừa sống dưới nước; cây cối đầu tiên và bò sát đầu tiên xuất hiện; khủng long phát triển; động vật có vú sinh ra, rồi đến những con chim đầu tiên; xuất hiện những bông hoa đầu tiên; khủng long trở nên tuyệt diệt; động vật sơ khai nhất

có dạng cá voi, tổ tiên của cá heo và cá voi ngày nay, sinh ra cùng thời gian với động vật linh trưởng - tổ tiên của khỉ, vượn và con người. Cách đây chưa đến 10 triệu năm, những sinh vật đầu tiên khá giống với loài người phát triển, kèm theo sự tăng kích thước bộ não một cách ngoạn mục. Thế rồi chỉ vài triệu năm trước, con người đích thực đầu tiên đã xuất hiện.

Giống người sinh trưởng trong rừng. Chúng ta vẫn có một tình cảm gần gũi tự nhiên đối với rừng cây. Một cái cây vươn thẳng lên trời mới đáng yêu làm sao. Lá cây thu nhận ánh nắng mặt trời để quang hợp, do vậy cây cối tranh nhau phủ bóng che khuất các cây lân cận. Nếu nhìn kỹ bạn có thể thấy nhiều khi hai cây xô đẩy nhau với dáng điệu uyển chuyển chậm rãi. Cây cối là những cỗ máy to lớn và đẹp đẽ, được vận hành bằng ánh nắng mặt trời, lấy nước từ đất, lấy dioxit cacbon từ không khí, rồi biến những nguyên vật liệu này thành thức ăn cho bản thân chúng và cho chúng ta. Thực vật sử dụng hydrat cacbon mà chúng sản xuất ra làm nguồn năng lượng phục vụ cho hoạt động của mình. Còn động vật chúng ta là những kẻ sống ký sinh vào thực vật, chúng ta cướp lấy hydrat cacbon phục vụ cho hoạt động *của chúng ta*. Khi ăn thực vật, chúng ta kết hợp hydrat cacbon với ôxy hòa tan trong máu, vốn được lấy từ không khí khi hít vào, rồi rút năng lượng ra để hoạt động. Trong quá trình ấy chúng ta thở ra dioxit cacbon để rồi thực vật lại tái chế thành nhiều hydrat cacbon hơn nữa. Thật khéo thu xếp hợp tác làm sao - thực vật và động vật anh này hít lấy cái anh kia nhả ra, một kiểu làm hồi sức tương hỗ với nhau từ cái miệng đến khí khổng²⁴ ở khắp mọi nơi trên hành tinh, toàn bộ chu trình tài hoa này được duy trì bằng năng lượng của một ngôi sao cách xa 150 triệu kilômét.

Có đến hàng chục tỷ loại phân tử hữu cơ đã biết. Nhưng chỉ có khoảng năm chục phân tử hữu cơ được sử dụng cho những hoạt động thiết yếu của sự sống. Cùng một số mẫu cốt định mà được sử dụng đi sử dụng lại, vừa bảo thủ vừa tài tình, cho các chức năng khác nhau. Và trong cốt lõi của hoạt động sống trên Trái Đất, các prôtêin điều khiển hóa học tế bào, còn các axít nucleic mang các lệnh di truyền - chúng ta thấy các phân tử này giống hệt nhau trong mọi loài động vật và thực vật. Một cây sồi và tôi đều cấu tạo từ cùng một vật liệu. Nếu đi xa hơn nữa thì chúng ta có một tổ tiên chung.

Tế bào sống là một cơ cấu phức tạp và đẹp chả kém gì vương quốc các thiên hà và các vì sao. Bộ máy tinh vi của tế bào đã tiến hóa từng chút, từng chút một trong hơn 4 tỷ năm. Các mẫu thức ăn được biến đổi triệt để thành cấu trúc hoạt động của tế bào. Bạch cầu hôm nay chính là món canh rau hầm hôm qua. Tế bào làm việc đó như thế nào? Trong nó là một mê lộ tí hon và một cấu trúc tinh vi phức tạp duy trì cơ cấu của nó, biến đổi các phân tử, tích trữ năng lượng và chuẩn bị cho hoạt động tự sao chép. Nếu ta có thể đi vào trong một tế bào, thì nhiều chấm phân tử ta nhìn thấy sẽ là các phân tử prôtêin, một số đang hoạt động như điện, số khác đang nằm chờ. Loại prôtêin quan trọng nhất là enzym, những phân tử điều khiển các phản ứng hóa học của tế bào. Enzym giống như công nhân làm tại dây chuyền lắp ráp, mỗi công nhân chuyên làm một công việc cụ thể về phân tử: chẳng hạn, Bước 4 là chế tạo nuclêotit guanôxin phốtphát, hoặc Bước 11 là tháo dỡ một phân tử đường để lấy ra năng lượng, tựa như lấy tiền ra để thanh toán cho việc thực hiện các công việc khác về tế bào. Nhưng các enzym không phải là chủ trò. Chúng nhận chỉ thị, và bản thân chúng cũng được chế tạo theo lệnh từ cấp trên. Các axít nucleic mới là các phân tử ông chủ. Chúng sống riêng trong một tử cấm thành nằm ở sâu tít mãi trong, ở nhân tế bào.

Nếu chui qua được một cái lỗ vào trong nhân tế bào, chúng ta sẽ bắt gặp một cảnh tượng đai loại như sau vụ nổ tại một nhà máy mì ống spaghetti - nǎm lộn xộn khắp nơi là các sợi cuộn vòng và các sợi thẳng. Đó là hai loại axít nucleic: ADN biết việc mình phải làm, và ARN truyền lệnh do ADN ban ra tới phần còn lại của tế bào. Đây là những gì hoàn thiện nhất mà công cuộc tiến hóa suốt 4 tỷ năm có thể tạo ra, chứa đầy đủ thông tin về cách thức chế tạo một tế bào, một cái cây hoặc một con người. Lượng thông tin chứa trong ADN của người, nếu viết ra theo ngôn ngữ thông thường, có thể lên đến một trăm tập dày. Cao hơn

nữa, các phân tử ADN biết cách làm ra những bản sao giống hệt chúng, chỉ trừ những ngoại lệ rất hiếm. Chúng biết cực kỳ nhiều.

ADN là một chuỗi xoắn kép, gầm hai sợi quấn vào nhau giống như một cái thang “xoắn”. Chính trình tự các nuclêôtit đọc theo từng sợi thành phần là ngôn ngữ của sự sống. Khi sinh sản, các chuỗi xoắn tách ra nhờ sự giúp đỡ của một prôtêin gỡ xoắn đặc biệt, mỗi sợi tổng hợp ra một bản sao y hệt của sợi kia từ các viên gạch xây dựng là các nuclêôtit đang trôi nổi gần đó trong thứ chất lỏng quanh đặc của nhân tế bào. Một khi quá trình gỡ xoắn bắt đầu, một enzym độc đáo là ADN pôlymeraza giúp theo dõi để công việc sao chép diễn ra hoàn hảo. Nếu xảy ra lỗi, thì đã có các enzym lôi đoạn lỗi ra và thay thế các nuclêôtit sai bằng nuclêôtit đúng. Những enzym này là một bộ máy có quyền lực đáng nể.

Ngoài việc tạo ra các bản sao giống hệt mình - đây chính là di truyền - ADN ở nhân còn chỉ huy các hoạt động của tế bào - đây chính là sự trao đổi chất - bằng cách tổng hợp một loại axít nucleic khác gọi là ARN thông tin; mỗi anh chàng axít này sẽ tỏa đi các vùng bên ngoài nhân và điều khiển việc chế tạo một enzym vào đúng thời điểm, ở đúng chỗ. Khi mọi việc đã xong, một phân tử enzym duy nhất được tạo ra, sau đó phân tử enzym này sẽ phụ trách một khía cạnh cụ thể trong quá trình hóa học của tế bào.

ADN của người là một cái thang dài gồm khoảng 1 tỷ nuclêôtit. Hầu hết các tổ hợp có thể có của các nuclêôtit là vô nghĩa: chúng sẽ dẫn tới sự tổng hợp các protein không thực hiện chức năng có ích nào. Chỉ một số lượng hạn chế các phân tử axít nucleic là có ích đối với các dạng thức sống phức tạp như con người chúng ta. Nhưng ngay cả như vậy thì số cách tổ hợp axít nucleic có ích cũng nhiều đến sững sốt - có lẽ nhiều hơn hẳn tổng số electron và proton trong Vũ trụ. Vậy là số cá thể người khác biệt có thể có trên đời lớn hơn rất nhiều so với số người đã từng sống: tiềm năng chưa sử dụng của loài người rất lớn. Chắc phải có những cách thức sắp xếp các axít nucleic để cho ra những cá thể hoạt động tốt hơn nhiều - theo bất kỳ tiêu chí nào chúng ta chọn - so với bất kỳ người nào từng sống trên đời. May thay chúng ta còn chưa biết cách lắp ráp các chuỗi nuclêôtit theo trình tự khác nhau để tạo ra loại người khác. Trong tương lai có thể chúng ta sẽ biết cách lắp các nuclêôtit theo trình tự mong muốn, tạo ra những đặc tính mà chúng ta thấy cần - một triển vọng không viễn vông và cũng đáng ngại.

Tiến hóa vận hành thông qua đột biến và chọn lọc. Đột biến có thể xuất hiện trong quá trình sao chép nếu enzym ADN pôlymeraza thực hiện lỗi. Nhưng lỗi ở đây rất hiếm xảy ra. Đột biến cũng xuất hiện do tác động của phóng xạ, của ánh sáng từ ngoại đến từ Mặt Trời hoặc các tia vũ trụ, của hóa chất trong môi trường. Tất cả những thứ này có thể làm thay đổi các nuclêôtit hoặc “buộc” các axít nucleic thành nút. Nếu mức độ đột biến cao quá, thì chúng ta mất đi di sản tích lũy suốt 4 tỷ năm tiến hóa kiên trì. Nếu nó thấp quá, thì không xuất hiện các nòi giống mới đủ thích nghi với những thay đổi môi trường khắc nghiệt trong tương lai. Tiến hóa của sinh vật đòi hỏi một sự cân bằng ít nhiều chính xác giữa đột biến và chọn lọc. Khi đạt được sự cân bằng, thì sẽ xuất hiện những dấu hiệu thích nghi tuyệt vời.

Một thay đổi trong một nuclêôtit của ADN sẽ làm thay đổi một axít amin trong prôtêin được ADN mã hóa. Tế bào hồng cầu của người dòng giống châu Âu khá tròn. Tế bào hồng cầu của một số tộc người châu Phi nom giống cái liềm hoặc trăng lưỡi liềm. Tế bào hình lưỡi liềm tải được ít ôxy hơn và dễ dẫn đến một loại bệnh thiếu máu, nhưng chúng lại đề kháng tốt hơn với bệnh sốt rét. Chẳng thể nói bị bệnh thiếu máu tốt hơn là chết vì sốt rét. Tác động to lớn này đối với chức năng của máu - nhận thấy rất rõ trong các bức ảnh tế bào hồng cầu - là hệ quả của một thay đổi trong chỉ một nuclêôtit trong số 10 tỷ nuclêôtit của ADN nằm trong một tế bào điển hình của con người. Chúng ta vẫn còn mù tịt về hậu quả của những thay đổi trong hầu hết các nuclêôtit khác.

Con người chúng ta khác một cái cây rất nhiều. Điều chắc chắn là chúng ta cảm nhận thế giới cũng khác cách cảm nhận của một cái cây. Nhưng ở sâu tận cấp độ phân tử trong lòng sự sống, thì cây cối và

con người giống nhau về cốt lõi. Cả người lẫn cây cùng sử dụng axít nucleic để đảm bảo sự di truyền; cả người lẫn cây cùng sử dụng prôtêin làm enzym điều khiển quá trình hóa học của tế bào. Điều quan trọng nhất là cả người lẫn cây cùng sử dụng một “cuốn sổ” mã giống hệt nhau để truyền thông tin của axít nucleic thành thông tin của prôtêin, cũng giống như mọi loài sinh vật khác trên hành tinh này²⁵. Cách giải thích thông thường về sự thống nhất ở cấp phân tử này là tất cả chúng ta - cây và người, cá vây chân và nấm nhầy hay trùng đế giày - đều bắt nguồn từ một thực thể chung và duy nhất lúc khởi đầu sự sống trong lịch sử thuở sơ khai của hành tinh chúng ta. Nhưng những phân tử trọng yếu nhất ấy đã sinh ra như thế nào?

Trong phòng thí nghiệm của trường Đại học Cornell, trong những đề tài chúng tôi nghiên cứu, ngoài những cái khác, có đề tài hóa học hữu cơ tiền sinh vật. Đó chính là việc tạo nên vài nốt nhạc của bản nhạc sự sống. Chúng tôi trộn các loại khí của Trái Đất nguyên thủy: hydro, nước, amôniắc, mê tan, hydro sunfua - tất cả những thứ gì ngẫu nhiên tồn tại trên hành tinh Sao Mộc hiện nay và trong khắp Vũ trụ, rồi phóng tia lửa qua. Tia lửa đóng vai trò của tia chớp - cũng là cái tồn tại trên Trái Đất thuở xa xưa và trên Sao Mộc hiện nay. Bình phản ứng lúc đầu trong suốt: các chất khí ban đầu bên trong bình hoàn toàn không nhìn thấy được. Nhưng chỉ sau 10 phút phóng tia lửa, chúng tôi nhìn thấy một sắc màu nâu lạ lùng chầm chậm kéo thành vệt ở thành bình. Trong bình dần dần ngả màu đùng đục, bị che phủ bằng một lớp màu nâu dày như nhựa đường. Nếu chúng tôi sử dụng ánh sáng từ ngoại - mô phỏng Mặt Trời thuở sơ khai - thì kết quả cũng gần giống như vậy. Lớp “nhựa đường” chính là hỗn hợp cực kỳ phong phú của các phân tử hữu cơ phức tạp, gồm cả các thành phần của prôtêin và axít nuclêic. Hóa ra có thể chế tạo vật chất sống rất dễ dàng.

Nhiều thí nghiệm như vậy được Stanley Miller, hồi đó là nghiên cứu sinh dưới sự hướng dẫn của nhà hóa học Harold Urey, tiến hành lần đầu tiên vào đầu thập kỷ 1950. Urey đã đưa ra những lý lẽ thuyết phục rằng khí quyển sơ khai của Trái Đất chứa nhiều hydro, cũng như ở hầu hết mọi nơi trong Vũ trụ; rằng hydro sau đó từ Trái Đất đã tản mát dần vào không gian vũ trụ, nhưng trong trường hợp Sao Mộc có khối lượng lớn thì không; và sự sống bắt đầu trước khi hydro t菸u tán. Sau khi Urey đề xuất rằng phải phóng tia lửa vào các khí ấy, có người đã hỏi Urey rằng ông dự kiến tạo ra cái gì trong một thí nghiệm như vậy. Urey đáp lại: “Beilstein”. Beilstein là cuốn sách trích yếu đồ sộ của Đức gồm 28 tập, liệt kê tất cả các phân tử hữu cơ mà các nhà hóa học biết đến.

Chỉ sử dụng những loại khí dồi dào nhất tồn tại trên Trái Đất thuở sơ khai và gần như bất kỳ nguồn năng lượng nào để phá vỡ các liên kết hóa học, chúng ta có thể sản xuất ra những viên gạch cơ bản của sự sống. Nhưng trong bình thí nghiệm của chúng ta mới chỉ có những nốt nhạc của bản nhạc sự sống, chứ chưa phải là chính bản nhạc ấy. Các viên gạch xây dựng phân tử phải được sắp xếp với nhau theo đúng trình tự. Sự sống dĩ nhiên phải phức tạp hơn những axít amin cấu tạo nên prôtêin và những nuclêôtit cấu tạo nên axít nucleic. Chỉ riêng việc sắp xếp có trật tự các viên gạch xây dựng ây thành những phân tử chuỗi dài cũng đã là một tiến bộ đáng kể trong thí nghiệm. Các axít amin được lắp ráp trong điều kiện Trái Đất nguyên thủy thành những phân tử giống như prôtêin. Một vài phân tử trong chúng đã có thể tác động đến các phản ứng hóa học có ích, như enzym, tuy còn yếu. Các nuclêôtit được xếp thành những sợi axít nucleic dài tới vài chục khối. Trong những hoàn cảnh thuận lợi trong ống nghiệm, các axít nuclêic ngắn có thể tổng hợp ra những bản sao y hệt chúng.

Cho đến giờ chưa ai hòa trộn các chất khí và nước của Trái Đất nguyên thủy để đến cuối thí nghiệm ra được một thứ gì đó tự bò ra khỏi ống nghiệm. Sinh thể nhỏ nhất được biết đến, các viroid²⁶, bao gồm chưa đầy 10.000 nguyên tử. Chúng gây ra vài loại bệnh cho cây trồng và có lẽ phát triển khá gần đây từ loại sinh vật phức tạp hơn chứ chưa chắc từ loại đơn giản hơn. Thật khó tưởng tượng một sinh vật còn đơn giản hơn lại là thực thể sống dù theo bất cứ nghĩa nào. Viroid gồm độc một axit nucleic, khác với vi rút có một vỏ prôtêin. Chúng chỉ là một sợi ARN duy nhất không hơn không kém có dạng hình học thẳng hoặc

vòng kín. Viroid nhỏ đến thế mà vẫn phát triển mạnh vì chúng là ký sinh trùng triệt để, đeo bám không dứt. Giống như vi rút, chúng chỉ việc chiếm lấy bộ máy phân tử của một tế bào to hơn nhiều, hoạt động ngon lành rồi biến nó từ một nhà máy sản xuất thêm nhiều tế bào thành một nhà máy sản xuất thêm nhiều viroid.

Loài sinh vật sống độc lập nhỏ nhất được biết đến là vi sinh vật gây bệnh viêm phổi-màng phổi (PPLO)²⁷ và những con vật nhỏ xíu tương tự. Chúng gồm khoảng 50 triệu nguyên tử. Những sinh vật ấy phải tự lực cánh sinh hơn, và cũng phức tạp hơn viroid và vi rút. Nhưng môi trường Trái Đất hiện nay không thuận lợi lắm đối với các dạng thức sống đơn giản. Phải làm việc cật lực để sống. Phải cẩn thận để chừng các loài mảnh cầm mảnh thú ăn thịt. Nhưng vào thuở sơ khai của hành tinh chúng ta, khi mà vô số phân tử hữu cơ được ánh nắng mặt trời tạo ra trong một bầu khí quyển giàu hydro, thì những sinh vật không ký sinh đã có cơ hội tranh đấu sinh tồn. Những sinh thể đầu tiên có thể đại khái giống như những viroid sống độc lập gồm vài trăm nuclêôtit. Công việc thí nghiệm để tạo ra những sinh vật như thế từ con số không có thể bắt đầu vào cuối thế kỷ 20. Vẫn còn nhiều điều cần hiểu thêm về khởi đầu của sự sống, trong đó có khởi đầu của mã di truyền. Chúng ta đã thực hiện những thí nghiệm như vậy mới chỉ được 30 năm. Còn Tự nhiên đã khởi đầu được 4 tỷ năm. Nói chung thì những điều chúng ta làm được không phải là kém.

Trong những thí nghiệm ấy chẳng có gì gọi là đặc thù của riêng Trái Đất. Các chất khí ban đầu cũng như các nguồn năng lượng đều phổ biến trong Vũ trụ. Các phản ứng hóa học như trong bình thí nghiệm của chúng ta có thể là nguyên nhân sinh ra vật chất hữu cơ trong không gian giữa các sao và các axít amin tìm thấy ở các thiên thạch. Những quá trình hóa học tương tự chắc cũng xảy ra trên hàng tỷ thế giới khác trong Thiên Hà Ngân Hà. Các phân tử của sự sống có mặt khắp Vũ trụ.

Nhưng ngay cả nếu như sự sống trên một hành tinh khác có cùng cơ sở hóa học phân tử như sự sống ở đây thì cũng không có lý do gì để cho rằng sinh vật nơi ấy sẽ giống như sinh vật mà chúng ta đã quen thuộc. Hãy lưu ý đến sự đa dạng vô cùng của sự sống trên Trái Đất, mặc dù tất cả đều ở trên cùng một hành tinh và có nền tảng sinh học phân tử giống hệt nhau. Những con vật và cây cỏ kia có thể rất khác với bất cứ sinh vật nào mà chúng ta biết ở đây. Có thể có những tiến hóa nào đó na ná nhau vì chỉ có một lời giải tối ưu đối với một bài toán môi trường nhất định - chẳng hạn như có hai con mắt để nhìn trong dải tần số quang học. Còn nói chung tính chất ngẫu nhiên của quá trình tiến hóa sẽ tạo ra những sinh vật ngoài Trái Đất rất khác so với những gì chúng ta biết.

Tôi không thể nói cho bạn biết cụ thể hình dạng một sinh vật ngoài Trái Đất. Tôi cảm thấy mình bị hạn chế kinh khủng bởi cái thực tế chỉ biết mỗi một kiểu sự sống, đó là sự sống trên Trái Đất. Một số người - ví dụ như nhà văn khoa học giả tưởng và họa sĩ - đã tưởng tượng ra hình thù các sinh vật xa lạ kia phải như thế nào. Tôi hoài nghi về hầu hết những hình tượng sinh vật ngoài Trái Đất ấy. Dường như chúng vẫn dựa quá nhiều vào các hình thái sự sống mà chúng ta đã biết. Bất cứ sinh vật nào như nó hiện hữu là bởi một chuỗi dài các bước tiến riêng biệt rất khó lường trước. Tôi không nghĩ rằng sự sống ở những nơi khác nom lại giống như một loài bò sát, một loài côn trùng hay một con người nào đấy - cho dù có một số khác biệt ở mức độ trang điểm như da màu xanh lá cây, tai nhọn và râu kiểu ăng ten. Nhưng nếu bạn cố ép tôi phải có ý kiến, thì tôi cũng cố sức hình dung ra một thứ gì đó khác hẳn.

Trên một hành tinh khí khổng lồ như Sao Mộc, với bầu khí quyển chứa nhiều hydro, hêli, mêtan, nước và amôniắc, không hề có bề mặt rắn, mà chỉ có khí quyển dày đặc đầy mây, trong đó các phân tử hữu cơ giống như các sản phẩm sinh ra trong thí nghiệm của chúng ta có thể rơi từ trên trời xuống như của trời cho. Tuy nhiên có một trở ngại đặc trưng cho sự sống trên một hành tinh như thế: khí quyển luôn xáo trộn mạnh, và ở sâu bên dưới rất nóng. Một sinh vật phải lo sao cho khỏi bị cuốn xuống dưới và bị nướng khô.

Để chứng tỏ sự sống không bị loại bỏ trên một hành tinh rất khác như thế, tôi và đồng nghiệp của tôi ở Đại học Cornell là E. E. Salpeter đã có những tính toán. Tất nhiên chúng tôi không thể biết chính xác sự

sống sẽ như thế nào ở một nơi như thế, nhưng chúng tôi muốn xét xem theo những định luật vật lý và hóa học, một thế giới kiểu như vậy có thể tồn tại sự sống hay không.

Một cách để sống được trong những điều kiện như thế là bạn phải sinh sản trước khi bị nướng khô và hy vọng rằng sự đổi lưu sẽ mang con cháu của bạn lên các tầng khí quyển cao hơn và mát hơn. Những sinh vật như thế phải rất bé. Ta gọi chúng là con chìm (sinker). Nhưng bạn cũng có thể là con nổi (floater), đại loại như một quả bóng hydro to tướng, khí heli và các khí nặng khác đều bị bơm ra khỏi lòng quả bóng này, chỉ còn lại loại khí nhẹ nhất là hydro; hoặc là một quả bóng khí nóng, luôn luôn nổi vì lúc nào cũng giữ cho bên trong ấm nóng bằng năng lượng có được từ thực phẩm ăn vào. Giống như các quả bóng quen thuộc trên Trái Đất, con nổi càng bị cuốn sâu xuống dưới thì lực làm nổi càng mạnh và sẽ đẩy nó lên càng cao, tới các tầng khí quyển mát hơn, an toàn hơn. Con nổi có thể ăn các phân tử hữu cơ hình thành từ trước, hoặc tạo ra chúng cho mình từ ánh nắng mặt trời và không khí, gần giống như thực vật trên Trái Đất vẫn làm. Cho đến một mức độ nào đó, con nổi càng to thì nó sống càng hiệu quả. Tôi và Salpeter đã tưởng tượng ra những con nổi kích thước tới hàng kilômét, to hơn cả những con cá voi to nhất, cỡ phải bằng một đô thị.

Con nổi có thể tự đẩy mình tiến trong khí quyển hành tinh bằng các luồng khí phun ra, giống động cơ phản lực hoặc tên lửa. Chúng tôi tưởng tượng chúng tụ hội thành những bầy đông đảo và lười biếng trải ra hết tầm mắt, với những hoa văn ngụy trang trên da, dấu hiệu thích nghi cho thấy chúng cũng gặp nguy hiểm hay rắc rối. Bởi vì ít nhất cũng tồn tại một tổ sinh thái khác trong môi trường như vậy: sự săn bắt. Những loài săn bắt con nổi rất nhanh và cơ động. Chúng ăn con nổi vừa vì các phân tử hữu cơ lẩn vì kho chứa hydro tinh khiết của con nổi. Nhưng số con săn bắt (hunter) cũng không thể nhiều quá, vì nếu thế thì chúng xơi sạch số con nổi, sau đó chúng sẽ chết vì lấy gì mà ăn.

Vật lý và hóa học cho phép có những dạng thức sống như thế. Nghệ thuật ban cho chúng một vẻ yêu kiều nào đó. Nhưng Tự nhiên không nhất thiết phải tuân theo những tính toán của chúng ta. Nhưng nếu như có hàng tỷ thế giới có sinh vật cư ngụ trong Ngân Hà, thì có lẽ cũng có vài thế giới là nơi cư ngụ của những con chìm, con nổi và con săn bắt, sản phẩm của trí tưởng tượng của chúng ta, dựa theo các định luật vật lý và hóa học.

Sinh học gần với lịch sử nhiều hơn là vật lý. Bạn phải biết quá khứ mới hiểu được hiện tại. Và phải biết rất chi tiết. Chưa có một thứ sinh học dự báo nào, cũng như chưa có một lý thuyết dự báo lịch sử. Lý do thật giống nhau: cả hai môn này còn quá phức tạp đối với chúng ta. Nhưng chúng ta có thể hiểu biết bản thân tốt hơn bằng cách hiểu biết các trường hợp khác. Chỉ cần nghiên cứu một mẫu sinh vật ngoài Trái Đất, bất luận nó đơn giản và nhỏ bé đến đâu, cũng giúp cho môn sinh học thoát khỏi tính cục bộ Trái Đất. Lần đầu tiên, các nhà sinh học sẽ biết kiểu sự sống nơi khác có thể có là như thế nào. Khi nói việc tìm kiếm sự sống ở nơi khác là quan trọng, chúng ta không đảm bảo rằng nó dễ tìm - mà chỉ muốn nói rằng nó rất đáng tìm.

Cho tới nay chúng ta mới chỉ nghe được giọng điệu sự sống trong một thế giới nhỏ bé mà thôi. Nhưng chúng ta đã bắt đầu lắng nghe những giọng điệu khác trong bản nhạc nhiều bè của Vũ trụ.

CHƯƠNG III

SỰ HÀI HÒA CỦA CÁC THẾ GIỚI

Chúng ta không hỏi chim hót nhằm mục đích có ích nào, bởi vì hót là cái thú của chim và chúng sinh ra trên đời là để hót. Tương tự như vậy, chúng ta sẽ không hỏi tại sao trí óc con người lại bận tâm dò tìm những bí mật trên trời cao... Các hiện tượng của Tự nhiên hết sức đa dạng, các kho báu ẩn giấu trên trời hết sức phong phú, cốt là để trí óc con người không bao giờ thiếu nguồn thức ăn tươi mới cho nó.

- Johannes Kepler, *Mysterium Cosmographicum*
(Bí ẩn vũ trụ học)

Nếu chúng ta sống trên một hành tinh không thay đổi tí gì, thì sẽ có rất ít việc để làm. Sẽ chẳng có cái gì để tìm hiểu khám phá cả. Sẽ chẳng có động lực kích thích khoa học. Còn nếu chúng ta sống trong một thế giới không thể đoán định được, nơi mà mọi thứ thay đổi một cách ngẫu nhiên hoặc rất phức tạp, thì chúng ta sẽ không có khả năng tìm hiểu khám phá sự vật. Lại sẽ chẳng có gì hình thành nên khoa học. Nhưng chúng ta đang sống trong một vũ trụ trung gian, nơi mọi thứ thay đổi, nhưng theo những phương thức, quy tắc, hay như chúng ta thường nói, theo các quy luật của tự nhiên. Nếu tôi ném một cái que lên không trung, thế nào nó cũng rơi xuống. Nếu Mặt Trời lặn ở đằng Tây, thì ngày hôm sau thế nào nó cũng lại mọc ở đằng Đông. Như vậy có thể tìm hiểu đoán định được sự vật. Chúng ta làm ra khoa học, và với nó chúng ta cải thiện đời sống của mình.

Chúng ta biết cách hiểu thế giới. Con người từ xưa đã thế. Chúng ta có khả năng săn thú hay nhóm lửa, chính là nhờ chúng ta đã hiểu biết được một chút gì đó. Đã từng có thời chưa có truyền hình, chưa có phim ảnh, chưa có phát thanh, chưa có sách vở. Quãng thời gian dài nhất của nhân loại trôi trong những thời như thế. Cảnh đám tro tàn của lửa trại, vào đêm không trăng, con người đã ngắm các vì sao.

Bầu trời đêm thật thú vị. Trên đó có những mẫu hình như hoa văn. Không cần phải gắng sức, bạn cũng có thể tưởng tượng ra các hình hài. Chẳng hạn, ở bầu trời phương Bắc, có một mẫu hình, hay chòm sao, nom giông giống như một con gấu. Một số nền văn hóa gọi nó là Gấu Lớn. Một số nền văn hóa khác lại hình dung ra những hình tượng khác hẳn. Những hình ảnh ấy tất nhiên không phải là *thực* trên bầu trời đêm, mà là do chúng ta đã đặt những hình ảnh theo ý mình lên đấy. Nếu là dân săn bắn, chúng ta sẽ hình dung thấy những chàng thợ săn và lũ chó, đám gấu và phụ nữ trẻ, là những thứ lôi cuốn chúng ta. Khi các thủy thủ châu Âu thế kỷ 17 lần đầu tiên nhìn thấy bầu trời phương Nam, họ đã đặt những đối tượng đang được quan tâm ở thế kỷ 17 lên trên trời - những chú chim tu cảng (toucan) mỏ to và con công, kính viễn vọng và kính hiển vi, la bàn và đuôi thuyền²⁸. Giá có những chòm sao được đặt tên ở thế kỷ 20, thì tôi đồ rằng chúng ta sẽ nhìn thấy xe đạp và tủ lạnh trên trời, các “ngôi sao” nhạc rock-and-roll và chưa biết chừng cả những đám mây hình nấm - một tập hợp mới chứa những hy vọng và cả nỗi sợ hãi của con người đặt lên các nhóm sao.

Thỉnh thoảng tổ tiên chúng ta lại thấy một ngôi sao rất sáng, có cái đuôi chỉ lóe lên trong chốc lát, rạch ngang bầu trời. Họ gọi đó là sao sa, nhưng cách gọi ấy không thật chính xác: các ngôi sao cũ vẫn ở nguyên chỗ cũ sau khi sao sa rơi xuống. Có mùa có rất nhiều sao sa, có mùa lại rất ít. Ở đây cũng có tính chu kỳ nào đó.

Giống như mặt trời và mặt trăng, các vì sao luôn mọc đằng Đông và lặn đằng Tây, sau khi mất cả đêm để đi ngang bầu trời nếu chúng đi qua trên đầu. Vào mùa khác lại xuất hiện những chòm sao khác. Ví dụ, một chòm sao nào đó luôn luôn mọc vào đầu mùa thu. Không bao giờ có một chòm sao mới toanh bất ngờ mọc lên ở phía Đông. Tồn tại một trật tự có thể đoán trước được, một sự lai vãng thường xuyên của các ngôi sao. Đây chính là điều khích lệ chúng ta rất nhiều.

Có những ngôi sao nhất định mọc ngay trước khi mặt trời mọc và lặn ngay sau khi mặt trời lặn - mà thời điểm và vị trí thay đổi theo mùa. Nếu quan sát kỹ các ngôi sao và ghi chép lại trong nhiều năm thì có thể đoán trước các mùa. Cũng có thể xác định mùa của năm bằng cách để ý xem mặt trời hăng ngày mọc ở nơi nào trên chân trời. Bầu trời là cuốn lịch lớn dành cho những ai có khả năng, biết chú tâm quan sát và có phương tiện để ghi chép quan sát của mình.

Tổ tiên chúng ta đã xây dựng các công trình để đo đạc các mùa trôi qua. Tại hẻm vực Chaco, bang New Mexico (Hoa Kỳ), có một ngôi đền nghi lễ lớn không mái, gọi là kiva, được dựng lên vào thế kỷ 11. Vào ngày 21 tháng 6, ngày dài nhất của năm, một luồng ánh sáng mặt trời đi xuyên qua cửa sổ vào lúc bình minh và di chuyển chậm chậm chiếu dọc theo một cái hốm tường đặc biệt. Nhưng điều này chỉ xảy ra quanh ngày 21 tháng 6. Tôi hình dung thấy bộ tộc Anasazi kiêu hãnh, những người tự gọi mình là “Người cố”, cứ đến ngày 21 tháng 6 hăng năm lại mặc đồ lông chim, mang theo lúc lắc, tụ tập trên ghế dài trong đền để làm lễ tôn vinh sức mạnh của Mặt Trời. Họ cũng theo dõi chuyển động biểu kiến²⁹ của Mặt Trăng; hai mươi tám cái hốm tường cao hơn ở trong kiva có thể tượng trưng cho số ngày Mặt Trăng cần để quay trở lại vị trí cũ của mình trên nền các chòm sao. Những tộc người này rất lưu tâm đến Mặt Trời, Mặt Trăng và các vì sao. Các công trình khác dựa trên các ý tưởng tương tự cũng được phát hiện thấy tại Angkor Wat ở Campuchia; Stonehenge ở Anh; Abu Simbel ở Ai Cập; Chichén Itzá ở Mexico; và vùng Đồng bằng Lớn ở Bắc Mỹ.

Một số công trình được coi là lịch thiêng văn của người xưa có lẽ chỉ là sự trùng hợp tình cờ - ví dụ như sự thẳng hàng ngẫu nhiên của cửa sổ và hốm tường theo đường đi của tia sáng vào ngày 21 tháng 6. Nhưng có những công trình khác thì có chủ ý một cách tuyệt vời. Tại một nơi ở miền Tây Nam Hoa Kỳ có ba phiến đá dựng thẳng được đưa khỏi vị trí tự nhiên ban đầu của chúng vào khoảng 1.000 năm trước. Một hình xoắn ốc hơi giống một thiên hà được khắc trên đá. Vào ngày 21 tháng 6, ngày đầu tiên của mùa hè, tia nắng như lưỡi dao xuyên qua khe hở giữa hai phiến đá chia đôi hình xoắn ốc; còn vào ngày 21 tháng 12, ngày đầu tiên của mùa đông³⁰, hai tia nắng như hai lưỡi dao quệt vào hai bên sườn hình xoắn ốc, thật là một cách sử dụng hết sức độc đáo ánh nắng mặt trời giữa trưa để đọc cuốn lịch trời.

Tại sao mọi người ở khắp nơi trên thế giới lại nỗ lực tìm hiểu thiên văn đến vậy? Chúng ta săn bắn linh dương và trâu bò rừng mà sự di cư lên xuống đậm đà theo mùa. Hoa quả và các loại hạt cũng chính đợi thu hái vào quãng thời gian nhất định trong năm. Khi bắt đầu làm nghề nông, chúng ta phải quan tâm gieo trồng và thu hoạch cho đúng mùa. Các cuộc gặp gỡ hằng năm của các bộ lạc du mục đi rất xa được ấn định trước vào một thời điểm nào đó. Khả năng “đọc” lịch trên trời thực sự là vấn đề sống còn. Trăng lưỡi liềm xuất hiện lại sau kỳ không trăng; mặt trời hiện ra sau cảnh nhật thực toàn phần; mặt trời mọc vào buổi sáng sau khi nó vắng mặt một cách đáng ngại vào ban đêm đã được dân chúng khắp thế giới lưu ý: những hiện tượng này mách bảo cho tổ tiên chúng ta về khả năng vượt qua cái chết. Như vậy bầu trời đã trở thành biểu tượng ẩn dụ của sự bất tử.

Những cơn gió quất qua các hẻm vực miền Tây Nam nước Mỹ mà chỉ có chúng ta nghe thấy - đó là lời nhắc nhở về 40.000 thế hệ đàn ông đàn bà biết suy tư từng sống trước chúng ta, những người đã đặt nền móng cho nền văn minh của chúng ta, thế mà chúng ta gần như không biết gì về họ.

Các thời đại trôi qua, con người học hỏi kinh nghiệm từ tổ tiên mình. Càng biết chính xác vị trí và sự chuyển động của Mặt Trời, Mặt Trăng và các vì sao thì càng có khả năng dự đoán tin cậy hơn khi nào nên đi săn bắn, khi nào thì gieo hạt và thu hoạch, khi nào nên tập hợp các bộ lạc. Khi đo đạc ngày càng chính xác, thì cần phải ghi lại, như vậy thiên văn đã thúc đẩy quan sát, toán học và chữ viết phát triển.

Nhưng rồi về sau này, một ý nghĩ khác khá kỳ lạ nảy sinh, do sự thần bí và mê tín đã tấn công vào cái từng là một khoa học dựa trên kinh nghiệm. Mặt Trời và các sao chi phối các mùa, lương thực, thực phẩm,

sự ấm áp. Mặt Trăng chi phối thủy triều, chu trình sống của nhiều động vật, và có lẽ cả chu kỳ kinh nguyệt³¹ của con người - vốn có tầm quan trọng hàng đầu đối với một loài rất ưa thích duy trì nòi giống. Cũng có một loại vật thể khác trên trời là những “ngôi sao” đi lang thang như những kẻ lêu lổng mà ta gọi là hành tinh. Tổ tiên du mục của chúng ta chắc phải cảm thấy mình đồng điệu với các hành tinh. Không tính Mặt Trời và Mặt Trăng thì chỉ nhìn thấy có năm anh chàng lang thang như vậy. Chúng di chuyển trên nền sao ở xa hơn. Nếu theo dõi chuyển động biểu kiến của chúng qua nhiều tháng, ta thấy chúng rời một chòm sao để đi vào một chòm sao khác, thỉnh thoảng còn chầm chậm nhào lộn đúng một vòng như làm xiếc trên trời. Mọi thứ khác trên trời đều có tác động rõ rệt đến đời sống con người. Vậy còn các hành tinh sẽ ảnh hưởng ra sao?

Trong xã hội phương Tây hiện đại, mua một tạp chí có nói về chiêm tinh tại một quầy bán báo nào đó thì dễ, nhưng tìm được một tạp chí nói về thiên văn thì khó hơn nhiều. Gần như mọi tờ báo ở Mỹ hằng ngày đều dành một cột bói về chiêm tinh; trong khi gần như không có cột nào dù chỉ hằng tuần để nói về thiên văn học. Số lượng nhà chiêm tinh học ở Hoa Kỳ lớn gấp mười lần số lượng nhà thiên văn học. Ở các bữa tiệc tùng liên hoan, khi tôi gặp những người không biết tôi là nhà khoa học, người ta thường hỏi tôi: “Ông là Song Tử phải không?” (xác suất nói trúng là một phần mười hai), hoặc “Ông thuộc cung Hoàng đạo nào?”³² Rất hiếm khi tôi được hỏi: “Ông có nghe nói vàng được hình thành trong các vụ nổ sao siêu mới không?” hoặc “Theo ông thì khi nào Quốc hội sẽ phê chuẩn dự án xe tự hành thám hiểm Sao Hỏa (Mars Rover)³³?”

Chiêm tinh học bảo rằng chòm sao mà các hành tinh đang cư ngụ khi bạn ra đời sẽ ảnh hưởng sâu sắc đến cuộc đời bạn. Vài nghìn năm về trước, thịnh hành ý tưởng cho rằng chuyển động của các hành tinh quyết định số phận của vua chúa, các triều đại, các đế quốc. Các nhà chiêm tinh học nghiên cứu chuyển động của các hành tinh thường tự hỏi lần trước đã xảy ra những biến cố nào, khi mà, chẳng hạn, Sao Kim mọc ở chòm sao Con Dê (Ma Kết); có lẽ điều tương tự cũng sẽ xảy ra trong lần này. Đây là công việc rất tinh vi và mạo hiểm. Dần dần các nhà chiêm tinh được nhà nước trọng dụng. Ở nhiều quốc gia, giải đoán các điềm báo trên trời là đặc quyền của chiêm tinh gia, người khác mà dám phán đoán là phạm trọng tội: nhiều khi muốn lật đổ một chế độ thì chỉ cần tiên đoán rằng nó sẽ sụp đổ. Các nhà chiêm tinh cung đình Trung Hoa dự đoán sai các hiện tượng đã bị xử trảm. Số khác từng chỉnh sửa các ghi chép để về sau chúng phù hợp với các sự kiện. Chiêm tinh học đã phát triển thành một môn kết hợp hổ lốn giữa sự quan sát, toán học và ghi chép được lưu trữ cẩn thận với suy đoán mập mờ và lừa dối một cách thành tín.

Nhưng một khi các hành tinh có thể quyết định số phận các quốc gia, thì có sao chúng lại không thể ảnh hưởng đến những gì xảy đến với các cá nhân ngày mai? Vậy là khái niệm chiêm tinh về cá nhân đã phát triển ở Ai Cập thời thuộc Hy Lạp rồi lan sang thế giới Hy Lạp và La Mã 2.000 năm trước. Ngày nay chúng ta có thể nhận ra sự cổ xưa của chiêm tinh học trong các từ như *disaster* (thảm họa), gốc tiếng Hy Lạp nghĩa là “sao xấu”, *influenza* (bệnh cúm), gốc tiếng Ý nghĩa là “ảnh hưởng” (của sao); từ *mazel* (may mắn) của tiếng Do Thái (Hebrew) có nguồn gốc Babylon, nghĩa là “chòm sao tốt”, hay từ *shlamazel* của tiếng Yiddish³⁴, chỉ người nào đó gặp hạn lớn, cũng có nguồn gốc từ kho thuật ngữ thiên văn Babylon. Theo Pliny, có những người La Mã bị coi là *sideratio*, “bị hành tinh đánh” (“planetstruck”), nghĩa là khiếp hãi, kinh hoàng. Các hành tinh thường bị gán cho là nguyên nhân trực tiếp của cái chết. Hoặc lấy ví dụ từ *consider* (xem xét); nó có nghĩa là “với hành tinh”, ăn hăn là điều kiện tiên quyết của sự suy ngãm nghiêm túc. John Graunt đã thu thập thống kê tử vong ở thành phố London năm 1632. Trong số những tổn thất khủng khiếp vì các bệnh của trẻ sơ sinh và trẻ em, và các bệnh quái lạ như bệnh “mọc phổi” (“rising of the lights”³⁵) và bệnh tràng nhạc (“King’s evil”³⁶), chúng ta thấy rằng trong số 9.535 ca tử vong, 13 người chết vì “hành tinh”, nhiều hơn cả số chết vì ung thư. Tôi cứ thắc mắc triệu chứng của căn bệnh chết vì “hành

tinh” là như thế nào.

Chiêm tinh học cá nhân vẫn còn đi theo chúng ta tới tận ngày nay: ta hãy xem thử hai cột chiêm tinh trên các báo khác nhau ở cùng một thành phố, vào cùng một ngày. Lấy ví dụ tờ *Post (Bưu điện)* của New York và tờ *Daily News (Tin tức hằng ngày)* cũng của New York, số ra ngày 21 tháng 9 năm 1979. Giả sử bạn là Thiên Bình - nghĩa là sinh ra trong khoảng thời gian từ 23 tháng 9 đến 22 tháng 10. Theo nhà chiêm tinh viết cho báo *Post*, “một sự thỏa hiệp sẽ giúp làm dịu căng thẳng”; nghe có lẽ bổ ích đấy, nhưng hơi mơ hồ. Còn theo nhà chiêm tinh của báo *Daily News* thì bạn phải “đòi hỏi ở mình hơn nữa”, một lời cảnh báo cũng mơ hồ nhưng khác hẳn. Những “dự đoán” này không phải là “dự đoán” gì cả, chúng giống những lời khuyên hơn, vì chúng bảo ta phải làm gì chứ không nói cái gì sẽ xảy ra. Một cách có chủ ý, chúng được tính toán sao cho có thể áp dụng với ai cũng được. Và chúng thể hiện sự không nhất quán rất rõ đối với nhau. Tại sao chúng vẫn được đăng một cách đương nhiên như những thông kê thể thao hay thông báo về thị trường chứng khoán như vậy?

Có thể kiểm chứng chiêm tinh học qua đời sống của những người sinh đôi. Có những trường hợp mà một người sinh đôi bị chết thời trẻ, trong một tai nạn, chẳng hạn, khi cưỡi ngựa bị sét đánh, trong khi người kia sống yên ổn đến già. Cả hai đều sinh cùng một nơi và chỉ chênh nhau trong phạm vi vài phút. Các hành tinh như nhau mọc lúc họ ra đời. Nếu chiêm tinh học là đúng, thì làm sao hai người sinh đôi lại có số phận khác hẳn nhau đến vậy? Hóa ra các nhà chiêm tinh cũng không thể nhất trí với nhau về ý nghĩa của một lá số tử vi cho trước.

Trong những lần trắc nghiệm cẩn thận, các nhà chiêm tinh không thể dự đoán được tính cách và tương lai của những người mà họ không biết gì hết ngoài thời gian ra đời và nơi sinh.³⁷

Có điều lý thú về các quốc kỳ trên hành tinh Trái Đất. Cờ của Hoa Kỳ có 50 ngôi sao; của Liên Xô và Israel, mỗi nước có 1 sao; Miến Điện (nay là Myanmar) có 14 sao³⁸; Grenada và Venezuela, 7 sao; Trung Quốc, 5 sao; Iraq, 3 sao; São Tomé và Príncipe, 2 sao³⁹; Nhật Bản, Uruguay, Malawi, Bangladesh và Đài Loan có mặt trời⁴⁰; Brazil có 1 thiên cầu; Australia, Tây Samoa, New Zealand và Papua New Guinea, có chòm sao Chữ Thập phương Nam; Bhutan có rồng ngọc tượng trưng cho Trái Đất; Campuchia có đài thiên văn Angkor Wat; Ấn Độ, Hàn Quốc và Cộng hòa Nhân dân Mông Cổ có các biểu tượng vũ trụ. Nhiều nước xã hội chủ nghĩa thể hiện sao⁴¹. Nhiều nước Hồi giáo thể hiện trăng lưỡi liềm⁴². Gần như một nửa số quốc kỳ thể hiện các biểu tượng thiên văn. Hiện tượng này có tính toàn cầu, bất kể văn hóa, tôn giáo, phe phái. Nó cũng không bó hẹp trong thời đại chúng ta: những dấu triện hình trụ của người Sumer từ thiên niên kỷ 3 trước Công nguyên và những lá cờ Đạo giáo ở Trung Hoa trước cách mạng đều có hình các chòm sao. Tôi chắc rằng các dân tộc đều muốn ôm lấy phần nào sức mạnh và sự đáng tin của trời cao. Chúng ta đi tìm một sự kết nối với Vũ trụ. Chúng ta muốn đo đếm bằng thang độ khổng lồ của Vũ trụ. Và hóa ra chúng ta được kết nối - không phải theo cái cách thức cá thể, xơ cứng và lắt nhắt như các nhà chiêm tinh đã vẽ ra, mà bằng những phương thức sâu sắc nhất, liên quan đến cội nguồn của vật chất, đến những tính chất của Trái Đất khiến con người có thể cùi ngụ được, đến sự tiến hóa và số phận của loài người, những chủ đề mà chúng ta sẽ còn quay lại.

Chiêm tinh học phổ biến hiện nay bắt nguồn từ Claudius Ptolemaeus, còn gọi là Ptolemy (hay Ptôlêmê), tuy ông không có họ hàng gì với các vua chúa mang dòng họ này ở Ai Cập. Ptolemy làm việc tại thư viện Alexandria vào thế kỷ 2. Mọi câu chuyện đầy bí ẩn về các hành tinh mọc (làm chủ tinh) trong “nhà” Mặt Trời hay “nhà” mặt trăng này nọ⁴³, hoặc “Thời đại Bảo Bình”⁴⁴ đều xuất phát từ Ptolemy, người đã hệ thống hóa truyền thống thiên văn Babylon. Dưới đây là một lá số điển hình ở thời Ptolemy, được viết bằng tiếng Hy Lạp trên giấy cói, của một cô bé sinh vào năm 150: “Phloe ra đời. Năm thứ 10 của Hoàng đế Antoninus, đêm 15 rạng ngày 16 tháng Phamenoth⁴⁵, giờ thứ nhất của đêm. Mặt Trời ở chòm Song Ngư,

Sao Mộc và Sao Thủy ở chòm Bạch Dương, Sao Thổ ở chòm Cự Giải, Sao Hỏa ở chòm Sư Tử, Sao Kim và Mặt Trăng ở chòm Bảo Bình, cẩm tinh Ma Kết". Phương pháp tính tháng và năm qua bao nhiêu thế kỷ đã thay đổi còn nhiều hơn những sắc thái tinh tế của ngôn ngữ chiêm tinh. Một đoạn diễn hình trong sách *Tetrabiblos* (*Tứ thư*) của Ptolemy như sau: "Sao Thổ, nếu nó ở hướng Đông, thì làm cho những người chịu ảnh hưởng của nó có đặc điểm da sẫm, cường tráng, tóc đen và xoăn, ngực có lông rậm, đôi mắt cờ trung bình, tầm vóc vừa phải, trong tính cách có thừa chất ẩm và lạnh⁴⁶". Ptolemy tin rằng các ngôi sao và hành tinh không chỉ ảnh hưởng đến các kiểu hành vi cư xử mà còn quyết định cả vóc dáng, nước da, tính cách dân tộc, thậm chí những dị tật bẩm sinh, về điểm này thì các nhà chiêm tinh hiện nay có quan điểm dè dặt hơn.

Nhưng các nhà chiêm tinh hiện đại đã quên mất hiện tượng tiến động⁴⁷ của các điểm phân, là điều mà Ptolemy đã rành. Họ cũng bỏ qua sự khúc xạ khí quyển, là điều mà Ptolemy đã viết. Họ gần như chẳng để ý gì đến tất cả các vệ tinh và hành tinh, các tiểu hành tinh và sao chổi, các quasar và pulsar, các thiên hà bùng nổ, các sao cộng sinh, các sao biến quang kiểu tai biến và các nguồn tia X đã được phát hiện từ thời Ptolemy. Thiên văn học là một khoa học - nó nghiên cứu Vũ trụ như Vũ trụ vốn có. Còn chiêm tinh học là một khoa học giả hiệu - nó tuyên bố rằng các hành tinh khác ảnh hưởng đến đời sống hằng ngày của chúng ta, mà không có bằng chứng thuyết phục. Vào thời Ptolemy ranh giới phân biệt giữa thiên văn học và chiêm tinh học chưa rõ ràng. Ngày nay ranh giới rất rõ ràng.

Là một nhà thiên văn, Ptolemy đã đặt tên cho các sao, liệt kê độ sáng của chúng, nêu những lý lẽ thuyết phục để tin rằng Trái Đất hình cầu, đặt ra các quy tắc dự báo thiên thực và, có lẽ đây là điều quan trọng nhất, cố tìm hiểu xem tại sao các hành tinh lại thể hiện thứ chuyển động lang thang kỳ quặc trên nền các chòm sao xa xôi. Ông đã lập ra một mô hình có tính dự đoán để hiểu chuyển động của các hành tinh và giải mã những thông điệp trên trời. Việc nghiên cứu bầu trời làm Ptolemy phấn khích cực độ. Ông viết: "Vốn là người trần thế như mọi người, tôi biết mình chỉ có một đời sống ngắn ngủi. Nhưng khi tôi khoan khoái dõi theo bao nhiêu vì sao tấp nập di chuyển theo đường tròn, thì đôi chân tôi như không còn chạm đất nữa..."

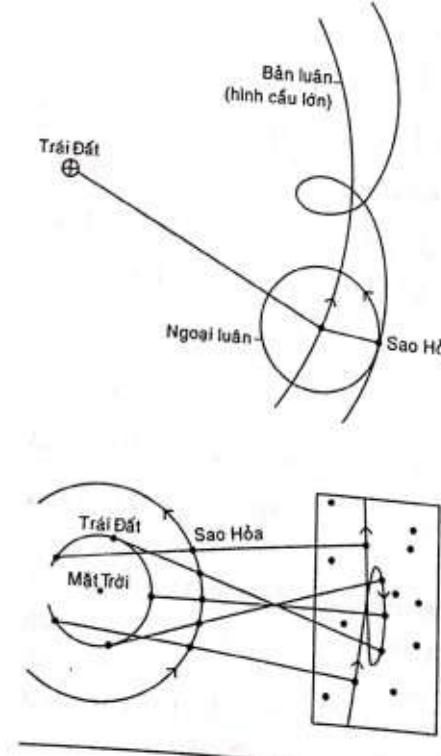
Ptolemy tin rằng Trái Đất ở trung tâm của Vũ trụ; còn Mặt Trời, Mặt Trăng, các hành tinh và các vì sao lượn xung quanh Trái Đất. Đây là ý nghĩ tự nhiên nhất trên đời. Đường như Trái Đất vững chãi, chắc chắn, đứng bất động, trong khi mắt ta thấy các thiên thể mọc rồi lại lặn hằng ngày. Nền văn hóa nào cũng đều hướng đến giả thuyết địa tâm. Như Johannes Kepler đã viết: "Không thể có chuyện lý trí nào chưa được huấn luyện từ trước lại có thể hình dung ra điều gì khác với cảnh tượng Trái Đất là ngôi nhà bao la với vòm trời úp ở phía trên; trời cũng bất động và bên trong nó Mặt Trời nhỏ bé đi từ khu vực này sang khu vực khác, giống như con chim bay lang thang qua không trung". Nhưng chúng ta làm thế nào giải thích được chuyển động biểu kiến của các hành tinh, ví dụ Sao Hỏa, đã được biết đến hàng ngàn năm trước thời Ptolemy? (Một trong những tên gọi nôm na mà người Ai Cập cổ đại đặt cho Sao Hỏa là *sekded-efem khetkhet*, nghĩa là "kẻ đi giật lùi", rõ ràng ngũ ý nhắc đến chuyển động biểu kiến ngược chiều hay hình vòng nút của nó).

Mô hình chuyển động hành tinh của Ptolemy có thể được biểu diễn bằng một bộ máy nhỏ, giống như cái máy thực đã từng tồn tại vào thời Ptolemy chỉ nhằm mục đích ấy⁴⁸. Vấn đề phải giải quyết là tìm ra một thứ chuyển động "thực" của các hành tinh, khi nhìn từ trên xuống, từ "bên ngoài", sao cho nó diễn tả khía cạnh xác chuyển động biểu kiến của các hành tinh, khi nhìn từ dưới lên, từ "bên trong".

Các hành tinh được hình dung quay xung quanh Trái Đất, đồng thời được gắn vào các hình cầu trong suốt. Nhưng chúng không gắn trực tiếp vào các hình cầu, mà gián tiếp, thông qua một bánh xe quay mà tâm nằm trên hình cầu. Hình cầu quay, các bánh xe nhỏ kia cũng quay, thế là nhìn từ Trái Đất, Sao Hỏa thực

hiện các chuyển động hình vòng nút. Mô hình này cho phép dự đoán chính xác và hợp lý chuyển động hành tinh, tất nhiên ở mức đủ tốt so với mức độ chính xác trong đo đạc ở thời Ptolemy và thậm chí nhiều thế kỷ về sau.

Các thiên cầu của Ptolemy, đến thời Trung đại được hình dung là làm bằng pha lê. Vì thế mà ngày nay chúng ta nói về âm nhạc của các thiên cầu và tầng trời thứ bảy (mỗi “tầng trời”, hay thiên cầu, dành cho một thiên thể: Mặt Trăng, Sao Thủy, Sao Kim, Mặt Trời, Sao Hỏa, Sao Mộc và Sao Thổ và thêm một tầng trời nữa cho các sao). Với Trái Đất là tâm của Vũ trụ, mọi tạo vật xoay quanh các sự kiện trên Trái Đất, còn các tầng trời được hình dung là cấu tạo dựa trên những nguyên lý khác hẳn với trên Trái Đất, điều đó tạo rất ít động lực kích thích quan sát thiên văn. Được Giáo hội ủng hộ qua suốt “đêm trường Trung cổ”, mô hình của Ptolemy đã góp phần ngăn chặn sự tiến bộ của thiên văn học suốt 1.000 năm. Cuối cùng, vào năm 1543, một giả thuyết hoàn toàn khác để giải thích chuyển động biểu kiến của các hành tinh được một giáo sĩ Thiên Chúa giáo Ba Lan tên là Nicholas Copernicus (Côpécnich) công bố. Điểm táo bạo nhất của thuyết này là giả định rằng Mặt Trời, chứ không phải Trái Đất, mới nằm ở trung tâm của Vũ trụ. Trái Đất bị dời xuống làm một hành tinh, hành tinh thứ ba tính từ Mặt Trời, chuyển động theo quỹ đạo gần như tròn. (Ptolemy đã từng nghĩ đến mô hình nhật tâm này nhưng đã bác bỏ nó ngay lập tức, vì theo vật lý của Aristotle, chuyển động quay dữ dội của Trái Đất được suy ra sẽ mâu thuẫn với quan sát).



Trong hệ thống lấy Trái Đất làm tâm của Ptolemy, hình cầu nhỏ gọi là ngoại luân (epicycle) chứa hành tinh quay tròn trong khi bám vào một hình cầu quay lớn hơn, tạo ra chuyển động biểu kiến ngược chiều trên nền sao ở rất xa.

Trong hệ thống của Copernicus, Trái Đất và các hành tinh khác chuyển động theo quỹ đạo hình tròn quanh Mặt Trời. Khi Trái Đất vượt Sao Hỏa, thì Sao Hỏa thể hiện chuyển động biểu kiến ngược chiều trên nền các sao ở xa.

Mô hình mới cũng hiệu quả ngang với các thiên cầu của Ptolemy trong việc giải thích chuyển động biểu kiến của các hành tinh. Nhưng nó lại làm nhiều người bức tức. Năm 1616, Giáo hội Thiên Chúa giáo đã xếp công trình của Copernicus vào danh sách các cuốn sách cấm “cho đến khi được sửa chữa” bởi bộ máy kiểm duyệt của giáo hội địa phương, và nó nằm trong danh sách này đến tận năm 1835⁴⁹. Martin Luther⁵⁰ mô tả Copernicus là “một gã chiêm tinh học đói mới... Thằng ngốc ấy muôn xáo trộn toàn bộ khoa học thiên văn. Nhưng Sách Thánh nói cho chúng ta biết rằng Joshua đã ra lệnh cho Mặt Trời đứng yên, chứ không phải Trái Đất⁵¹“. Ngay cả một số người ngưỡng mộ Copernicus cũng bảo rằng ông không

tin hăn vào một Vũ trụ có tâm là Mặt Trời, mà chỉ đơn thuần giả định như thế cho thuận tiện để tính toán chuyển động của các hành tinh.

Sự xung đột mang tính thời đại giữa hai quan điểm về Vũ trụ - một Vũ trụ có tâm là Trái Đất và một Vũ trụ có tâm là Mặt Trời - đã đạt đến đỉnh điểm vào hai thế kỷ 16 và 17 trong một con người mà, cũng giống như Ptolemy, vừa là nhà chiêm tinh vừa là nhà thiên văn. Con người này sống vào cái thời mà tinh thần con người bị gông cùm và trí óc bị xiềng xích; khi mà những tuyên bố của chức sắc Giáo hội từ một hai nghìn năm trước về các vấn đề khoa học được xem là đáng tin hơn những phát hiện đương thời, có được nhờ những kỹ thuật mà người xưa không thể có; khi mà những gì chêch ra khỏi các tín điều phổ biến đang được ca tụng, của đạo Thiên Chúa hay đạo Tin Lành, dù là về những vấn đề thần học bí hiểm, cũng đều bị trừng phạt bằng nhục mạ, phạt tiền, đày đi xa, tra tấn hoặc xử tử. Trên trời cao kia là nơi ở của các thiên thần, ma quỷ và có bàn tay của Chúa Trời làm quay các hình cầu pha lê gắn các hành tinh. Khoa học bị tước bỏ tư tưởng cho rằng ẩn dưới các hiện tượng của Tự nhiên có thể là các định luật vật lý. Nhưng cuộc đấu tranh can đảm và đơn độc của con người này đã châm ngòi cho cuộc cách mạng khoa học hiện đại.

Johannes Kepler sinh ở Đức năm 1571 và ngay từ khí còn bé đã được gửi đi học trường dòng của đạo Tin Lành ở thị trấn cấp tỉnh Maulbronn để đào tạo thành giáo sĩ. Đó là một kiểu trại tuyển mộ, đào tạo những tâm hồn trẻ cách sử dụng vũ khí thần học để chống lại thành trì của Công giáo La Mã. Vốn ương ngạnh, thông minh và có tính độc lập rất cao, Kepler, sau hai năm không bạn bè ở thị trấn Maulbronn buồn tẻ, đã trở nên cô độc và khép kín, luôn bị ám ảnh bởi ý nghĩ coi mình là đồ vô dụng trong con mắt Chúa Trời. Cậu đã sám hối đến một nghìn thứ tội, tuy cũng chẳng ghê gớm hơn so với những người khác, và cảm thấy tuyệt vọng vì không biết có bao giờ được cứu rỗi không.

Nhưng Chúa Trời đối với Kepler không chỉ là sự giận dữ thần thánh đòi được xoa dịu. Chúa Trời của Kepler là sức mạnh sáng tạo của Vũ trụ. Sự tò mò của cậu bé đã thắng nỗi sợ hãi. Cậu khao khát muôn học về thuyết мат thế của Vũ trụ; cậu cả gan muốn chiêm ngưỡng trí tuệ của Chúa. Những ý nghĩ “nguy hiểm” ấy, ban đầu chỉ nhỏ nhặt trong ký ức, sau này đã trở thành sự đam mê cả đời. Chí hướng kiêu hùng của một chủng sinh trường dòng còn rất trẻ ấy đã góp phần đưa châu Âu thoát ra khỏi sự giam hãm của tư tưởng Trung cổ.

Các nền khoa học thời cổ đại đã tắt lăng hơn 1.000 năm trước, nhưng vào cuối thời Trung đại, một vài tiếng vọng yếu ớt của nó, được các học giả Ả Rập giữ gìn, đã bắt đầu luồn lách lọt vào những giáo trình của châu Âu. Ở Maulbronn, Kepler đã nghe thấy tiếng vọng của những âm thanh ấy, khi mà ngoài thần học, cậu còn được học các ngôn ngữ Hy Lạp và Latin, âm nhạc và toán học. Trong hình học Euclid, Kepler đã thoáng thấy một hình ảnh hoàn hảo và sự huy hoàng của Vũ trụ. Sau này ông viết: “Hình học đã tồn tại trước cả Đấng Sáng tạo. Nó cũng vĩnh cửu như trí tuệ của Chúa Trời... Hình học đã cung cấp cho Chúa Trời một mô hình để sáng tạo... Hình học chính là bản thân Chúa Trời.”

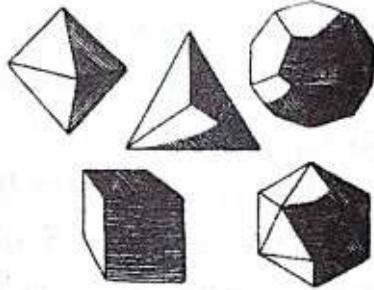
Bất chấp cuộc sống khép kín và nỗi niềm say mê toán học cao độ của Kepler, thế giới bên ngoài không hoàn thiện vẫn lọt vào và chắc đã để lại dấu ấn trong tính cách của ông. Mê tín vẫn là thứ thần được phổ biến đối với những con người bắt lực trước nghèo đói, dịch bệnh và xung đột giáo phái tương tàn. Đối với nhiều người, nơi chắc chắn duy nhất là những ngôi sao, và những lời phán cao ngạo của chiêm tinh cổ đại đầy rẫy trong sân trong của các tòa nhà và trong những quán trọ của một châu Âu đang bị nỗi sợ hãi ám ảnh. Thái độ của Kepler đối với chiêm tinh học vẫn có tính hai mặt trong suốt cuộc đời ông. Kepler thắc mắc liệu có một khuôn mẫu nào ẩn giấu đằng sau sự hỗn loạn của đời sống hằng ngày hay không. Nếu thế giới này do Chúa Trời tạo nên thì có cần phải tìm hiểu nó kỹ lưỡng? Có phải mọi sáng tạo ấy thể hiện tính hài hòa vốn có trong tâm trí Chúa Trời? Hơn 1.000 năm nay, lần đầu tiên, Cuốn sách của Tự nhiên mới

có dịp chờ một độc giả khai mở.

Năm 1589, Kepler rời Maulbronn đi học làm giáo sĩ tại trường đại học lớn ở Tübingen và cảm thấy mình được giải phóng. Được đối diện với hầu hết các trào lưu tri thức sôi động nhất thời đại, thiên tài của ông ngay lập tức được các thầy giáo thừa nhận, một người trong số họ đã giới thiệu những bí ẩn nguy hiểm trong các giả thuyết của Copernicus với chàng thanh niên. Một vũ trụ nhật tâm tỏ ra đồng điệu với cảm quan tôn giáo của Kepler, và chàng trai đã nồng nhiệt đón nhận nó. Mặt Trời là ẩn dụ cho Chúa Trời, mọi thứ phải quay quanh Ngài. Trước khi người ta nghĩ đến chuyện phong chức nghiệp tôn giáo cho Kepler, thì ông đã nhận được một lời mời hấp dẫn về một công việc thế tục. Có lẽ cảm thấy mình không thiết tha lăm với đường công danh trong Giáo hội, ông đã nhận lời mời. Ông đến Graz, một thành phố ở Áo, để dạy toán trong trường trung học. Sau đó ít lâu ông bắt tay vào soạn niêm lịch thiên văn và khí tượng và cũng lập cả các lá số tử vi. Ông viết: “Chúa đã lo sẵn cho mọi sinh vật phương tiện để sinh sống. Đối với nhà thiên văn, Ngài đã dành sẵn chiêm tinh học”.

Kepler là một nhà tư tưởng xuất sắc và có lối viết sáng sủa, nhưng nghề thầy giáo là một thử thách tai ách đối với ông. Ông nói lúng ba lúng búng. Ông hay đi lạc đề. Có những lúc ông thốt ra những lời không ai hiểu nổi. Năm đầu ở Graz ông chỉ thu hút được một nhúm học sinh, đến năm sau thì chẳng có học sinh nào. Đầu óc ông luôn sao nhãng bởi thứ tiếng nói nội tâm không dứt về những liên tưởng và tư biện, chúng tranh nhau lôi cuốn sự chú ý của ông. Và vào một chiều hè dễ chịu, khi ông đang chìm vào những khoảng trống của một trong các bài giảng lê thê của mình, một sự thiêng khải đã đến với ông, làm thay đổi hẳn tương lai của ngành thiên văn học. Có lẽ ông đã ngừng lời giữa câu nói dở dang. Những học trò lơ đãnh của ông, đang chờ buổi học kết thúc, đã không hay biết gì về giây phút lịch sử này, tôi đồ là như vậy.

Vào thời Kepler người ta chỉ biết đến 6 hành tinh: Sao Thủy, Sao Kim, Trái Đất, Sao Hỏa, Sao Mộc và Sao Thổ. Kepler thắc mắc tại sao lại chỉ có sáu? Tại sao không phải là 20, hay 100? Tại sao khoảng cách giữa các quỹ đạo của chúng lại đúng như Copernicus đã xác định? Chưa ai từng đặt những câu hỏi như thế bao giờ. Bấy giờ người ta đã biết có 5 hình khối (đa diện) đều hay còn gọi là vật thể “Plato”, các mặt của chúng là những đa giác đều; điều này đã được các nhà toán học Hy Lạp biết đến từ thời Pythagoras. Kepler nghĩ rằng hai con số ấy có liên hệ với nhau, rằng lý do chỉ có 6 hành tinh là vì chỉ có 5 hình khối đều và các khối này, được nối tiếp hay lồng vào trong nhau, sẽ ẩn định khoảng cách của các hành tinh đến Mặt Trời. Ông tin rằng trong những hình dạng hoàn chỉnh như vậy, ông đã khám phá ra những cấu trúc vô hình đỡ các hình cầu của 6 hành tinh. Ông gọi phát hiện của mình là Bí ẩn Vũ trụ. Mỗi liên hệ giữa các hình khối Pythagoras và sự phân bố các hành tinh chỉ có thể lý giải bằng Bàn tay của Chúa, Nhà Hình học.



Năm hình khối hoàn chỉnh của Pythagoras và Plato. Xem Phụ lục II.

Kepler kinh ngạc khi thấy mình, một con người mà chính bản thân ông nghĩ là đã sa vào tội lỗi, lại được thần thánh chọn lựa để thực hiện phát kiến vĩ đại này. Ông đã đệ đơn lên Công tước xứ Württemberg xin trợ cấp nghiên cứu và xem xét cấu trúc các đa diện lồng trong nhau của mình làm mô hình ba chiều để những người khác có thể nắm bắt được vẻ đẹp của hình học mà các thánh thần tạo ra. Kepler nói thêm là

mô hình ấy có thể chế bằng bạc và đá quý, mà dùng làm cốc rượu cho Công tước cũng vẫn được. Đề nghị của ông không được chấp thuận, với lời khuyên rằng trước tiên Kepler hãy làm một phiên bản bằng giấy ít tốn kém hơn. Kepler bắt tay ngay vào thực hiện điều đó: “Niềm hân hoan tột độ mà tôi có được từ khám phá này không bao giờ có thể diễn tả bằng lời... Tôi không quản ngại những tính toán phức tạp cho dù khó khăn đến đâu. Hết ngày đến đêm tôi lăn vào tính toán, cho đến khi nào có thể thấy được giả thuyết của tôi có ăn khớp với những quỹ đạo Copernicus hay không, hay là niềm vui của tôi sẽ tan thành mây khói.” Nhưng cho dù ông đã cố gắng rất nhiều, những hình khối ấy và các quỹ đạo hành tinh vẫn không ăn khớp với nhau lắm. Vẻ tao nhã và hùng vĩ của lý thuyết đã thuyết phục ông rằng những số liệu quan sát có thể có nhầm lẫn. Kết luận kiểu này thường vẫn được nhiều nhà lý thuyết khác trong lịch sử khoa học bám lấy khi các quan sát không giúp ích gì cho họ. Thời ấy chỉ có một người trên đời năm trong tay những số liệu quan sát chính xác hơn về vị trí biểu kiến của các hành tinh. Người đó là một nhà quý tộc người Đan Mạch tự tha hương, người đã nhận cương vị Nhà Toán học Đế chế trong cung đình của Hoàng đế Đế quốc La Mã Thần thánh Rudolf II. Tên ông là Tycho Brahe. May mắn làm sao, theo gợi ý của Rudolf II, Tycho vừa mới mời Kepler đến làm việc cho mình ở Prague (Praha), vì danh tiếng toán học của Kepler đang tăng lên.

Là một anh giáo徒 lẻ có gốc gác khiêm tốn, chưa được mọi người biết đến, chỉ trừ một ít nhà toán học, Kepler phân vân trước lời mời của Tycho. Nhưng tình thế đã quyết định giúp ông. Năm 1598, một trong nhiều xáo động báo trước cuộc Chiến tranh Ba Mươi Năm sắp nổ ra đã lan tới ông. Đại Công tước Công giáo, một kẻ có niềm tin giáo điều không thể lay chuyển, đã thề rằng ông ta thà “biến đất nước thành chốn không người còn hơn là cai quản những kẻ dị giáo”⁵². Các tín đồ đạo Tin Lành đã bị loại ra khỏi cơ cấu quyền lực kinh tế và chính trị, trường học của Kepler bị đóng cửa, những lời cầu kinh, sách vở và bài tụng ca nào bị coi là dị giáo thì bị cấm. Cuối cùng thì dân chúng thành phố bị triệu lên hạch hỏi từng người về đức tin tôn giáo riêng của họ. Những người từ chối tuyên xưng đức tin Công giáo La Mã sẽ bị phạt một phần mười thu nhập và do lo sợ bị giết chết, họ đã vĩnh viễn rời bỏ Graz. Kepler cũng chọn sự ra đi: “Tôi chưa bao giờ học được cách sống giả dối. Tôi luôn chân thật về chuyện đức tin. Tôi không thể giả vờ với nó.”

Rời Graz, Kepler cùng vợ ông và con gái riêng của bà lên đường tới Prague trong một chuyến đi gian nan. Cuộc hôn nhân của họ không phải là hôn nhân hạnh phúc. Đầu ốm kinh niên, lại mới mất hai đứa con còn bé tí, vợ ông được mô tả là “ngốc nghếch, lầm lũi, cô đơn và buồn bã”. Bà không hiểu công việc của chồng, hơn nữa lại vốn được nuôi dạy trong môi trường quý tộc nhỏ ở nông thôn, bà coi thường nghề nghiệp nghèo túng của chồng. Về phần mình, Kepler lúc thì mắng vợ, lúc thì coi như không có bà, vì việc nghiên cứu làm tôi thỉnh thoảng không quan tâm đến người khác; nhưng tôi đã rút ra bài học, tôi đã học được sự nhẫn耐 đối với vợ. Khi tôi thấy lời nói của mình làm bà ấy nghĩ ngợi quá, thì chẳng thà tôi cắn đứt ngón tay còn hơn là làm vợ tổn thương nữa”. Nhưng Kepler vẫn say sưa đắm chìm vào công việc.

Kepler xem dinh cơ của Tycho là chỗ tị nạn tránh cái ác ở thời của ông, là nơi mà Bí ẩn Vũ trụ của ông sẽ được xác nhận. Ông ước ao trở thành một đồng nghiệp gần gũi của Tycho Brahe vĩ đại, người đã ba chục năm nay toàn tâm toàn ý hiến mình cho việc đo đạc cỗ máy Vũ trụ chính xác và có trật tự, khi chưa phát minh ra kính thiên văn. Nhưng những mong đợi của Kepler không trở thành sự thực. Bản thân Tycho là một người thích khoa trương, ông có một cái mũi bằng vàng, do cái mũi bằng da bằng thịt đã bị mất trong một cuộc đấu kiếm thời sinh viên vì cãi nhau xem ai là nhà toán học vĩ đại nhất. Bầu xung quanh ông là những người phụ tá, những kẻ nịnh bợ, những người họ hàng xa và những kẻ “thấy người sang bắt quàng làm họ” có hạng. Những bữa chè chén liên miên, những lời bóng gió và mưu mô của họ, sự nhạo báng độc địa của họ đối với một anh thon nhà quê sùng đạo như Kepler đã làm ông uất ức và buồn rầu: “Tycho... giàu không thể tưởng tượng, nhưng không biết tiêu tiền vào việc gì. Chỉ riêng một dụng cụ làm việc của ông

ấy cũng đắt tiền hơn cả tài sản của tôi và của toàn bộ gia đình tôi cộng lại.”

Kepler sốt ruột muôn được xem các số liệu thiên văn của Tycho, nhưng chỉ thỉnh thoảng Tycho mới quăng cho ông một vài mẫu ghi chép nháp nào đó: “Tycho không cho tôi cơ hội chia sẻ kinh nghiệm của ông ấy. Đôi khi trong bữa ăn hay trong lúc bàn về các vấn đề khác, ông ấy mới nhắc đến, một cách thoảng qua, hôm nay là con số về điểm viễn địa của một hành tinh, ngày mai là các điểm nút của một hành tinh khác... Tycho có được những số liệu quan trắc tốt nhất... Ông cũng có những người cộng sự. Ông chỉ thiếu mỗi một người kiến trúc sư biết tập hợp và sử dụng tất cả số liệu ấy.” Tycho là thiên tài quan trắc kiệt xuất nhất thời đại ấy, còn Kepler là nhà lý thuyết kiệt xuất nhất. Người nào cũng biết rằng một mình mình sẽ không thể đạt được sự tổng hợp một hệ thống thế giới chính xác và nhất quán, điều mà cả hai người đều cảm thấy đang đến rất gần. Nhưng Tycho lại không muốn đem thành quả công việc cả đời ông ra làm món quà tặng cho một đối thủ tiềm tàng trẻ hơn ông nhiều. Sở hữu chung các kết quả của sự cộng tác, nếu có, là điều không thể chấp nhận vì một số lý do. Sự ra đời của một ngành khoa học hiện đại - con đẻ của lý thuyết và quan sát - bị đe dọa vì cái hố không tin cậy lẫn nhau ngăn cách họ. Trong mười tám tháng cuối cùng của cuộc đời Tycho, hai người hết cãi nhau rồi lại dàn hòa nhiều lần. Tại bữa tiệc chiêu đãi của Nam tước Rosenberg, Tycho đã uống khá nhiều rượu. Vì “đặt phép lịch sự lên trên sức khỏe” nên ông đã cưỡng lại những thúc bách tự nhiên của cơ thể và cương quyết không rời bàn tiệc đi ra ngoài, dù chỉ trong chốc lát, trước vị Nam tước. Bệnh viêm nhiễm hệ tiết niệu sau đó lại càng nặng thêm khi Tycho quyết không chịu nghe theo lời khuyên ăn uống điều độ⁵³. Trên giường bệnh lúc hấp hối, ông di chúc lại là giao các ghi chép quan trắc cho Kepler, và “vào đêm cuối cùng trong cơn mê sảng nhẹ, ông nhắc đi nhác lại những lời sau, giống như người sáng tác thơ: ‘Hãy để tôi sống một cuộc đời không vô ích... Hãy để tôi sống một cuộc đời không vô ích’.”

Sau khi Tycho mất, Kepler, giờ được phong là Nhà Toán học Đế chế, đã lấy được các ghi chép quan trắc từ gia đình của Tycho, những người đang chống lại ông. Dự đoán của Kepler rằng quỹ đạo các hành tinh được ngoại tiếp bằng 5 khối đa diện Plato cũng không được số liệu của Tycho khẳng định, chẳng hơn gì những số liệu của Copernicus trước kia. “Bí ẩn Vũ trụ” của ông đã bị bác bỏ hoàn toàn bởi việc tìm ra mãi về sau này các hành tinh Thiên Vương, Hải Vương và Diêm Vương⁵⁴ - chẳng có thêm các hình khối Plato⁵⁵ nào để xác định khoảng cách của chúng tới Mặt Trời. Các đa diện Pythagoras lồng trong nhau cũng không có chỗ cho sự tồn tại của vệ tinh Trái Đất là Mặt Trăng, và phát hiện của Galileo về 4 vệ tinh lớn của Sao Mộc cũng không phù hợp với mô hình. Nhưng không hề lấy làm buồn chán, Kepler muốn tìm thấy thêm vệ tinh và băn khoăn không biết mỗi hành tinh phải có bao nhiêu vệ tinh. Ông viết cho Galileo: “Tôi bắt đầu nghĩ ngay đến việc làm thế nào để có thể thêm số hành tinh mà không làm đảo lộn Bí ẩn Vũ trụ của tôi, mà theo nó thì 5 đa diện đều Euclid không cho phép có quá 6 hành tinh quay quanh Mặt Trời... Không hề có ý nghĩ không tin vào sự tồn tại của 4 hành tinh⁵⁶ quanh Sao Mộc, mà tôi còn mong mỏi sớm có kính thiên văn để đi trước ông trong việc phát hiện 2 hành tinh quanh Sao Hỏa, như tỷ lệ đường như đòi hỏi, rồi 6 hay 8 cái quanh Sao Thổ, và có lẽ mỗi cái quanh Sao Thủy và Sao Kim.” Sao Hỏa đúng là có 2 vệ tinh nhỏ, và một cấu trúc địa chất lớn trên vệ tinh to hơn trong số đó giờ đây được đặt tên là Rặng Kepler để ghi nhớ lời tiên đoán này. Nhưng Kepler đã nhầm to về số vệ tinh của Sao Thổ, Sao Thủy và Sao Kim, còn Sao Mộc có nhiều vệ tinh hơn con số ban đầu mà Galileo đã phát hiện. Chúng ta vẫn còn chưa rõ tại sao lại chỉ có 9 hành tinh, không hơn không kém, và tại sao khoảng cách tương đối của chúng tới Mặt Trời lại đúng như trên thực tế. (Xem Chương VIII).

Những quan sát của Tycho về chuyển động biểu kiến của Sao Hỏa và của các hành tinh khác trên nền các chòm sao được thực hiện trong khoảng thời gian kéo dài nhiều năm. Những số liệu này, được thu thập vào vài thập kỷ cuối cùng trước phát minh ra kính thiên văn, là những số liệu chính xác nhất thu được từ trước tới lúc đó. Kepler đã làm việc say mê và cật lực để hiểu chúng: chuyển động thực nào của Trái Đất

và Sao Hỏa quanh Mặt Trời có thể giải thích được chuyển động biểu kiến của Sao Hỏa trên trời, khớp với mức độ chính xác của các quan trắc, kể cả các vòng nút chuyển động nghịch của nó trên nền các chòm sao? Tycho đã khuyên Kepler nghiên cứu Sao Hỏa vì chuyển động biểu kiến của nó có vẻ dị thường nhất, khó dung hòa nhất với một quỹ đạo tạo thành từ những đường tròn. (Đối với những độc giả có thể phát chán vì nhiều phép tính toán của ông, Kepler viết sau đó: “Nếu bạn cảm thấy chán ngán vì cái thủ tục tẻ nhạt này, thì hãy thông cảm với tôi là người đã thực hiện ít nhất 70 phép thử”).

Pythagoras, ở thế kỷ 6 trước Công nguyên, Plato, Ptolemy và tất cả các nhà thiên văn Kitô giáo đều cho rằng các hành tinh chuyển động theo các đường tròn. Đường tròn được coi là một hình hình học “hoàn chỉnh” và các hành tinh ở cao tít trên trời, không bị ảnh hưởng của sự “hư hỏng” trần tục nên theo một nghĩa thần bí nào đó cũng được *cho là* “hoàn chỉnh”. Galileo, Tycho và Copernicus thay đổi tin vào chuyển động của hành tinh theo đường tròn. Copernicus còn quả quyết rằng chỉ nghĩ đến việc thay thế chuyển động tròn bằng chuyển động khác cũng khiến “lý trí rùng mình”, vì “giả định một điều như thế trong sự sáng tạo Vũ trụ theo cách thức tốt nhất có thể có đã là việc không xứng đáng chút nào”. Chính vì thế mà ban đầu Kepler đã gắng công giải thích các quan sát theo cách hình dung rằng Trái Đất và Sao Hỏa chuyển động theo quỹ đạo tròn quanh Mặt Trời.

Sau 3 năm tính toán, Kepler tin rằng ông đã tìm ra các giá trị đúng cho một quỹ đạo tròn của Sao Hỏa, phù hợp với 10 số liệu trong các quan trắc của Tycho với độ chính xác trong phạm vi 2 phút dây cung. Lưu ý là 1 độ (đo góc) gồm 60 phút cung, và 1 góc vuông, từ chân trời đến đỉnh đầu, là 90 độ. Vậy thì vài phút cung là một trị số đo rất nhỏ - nhất là lại không có kính thiên văn. Nó chỉ bằng $1/15$ đường kính góc của Mặt Trăng tròn nhìn từ Trái Đất. Nhưng sự sung sướng tột độ đang dâng trào trong Kepler chẳng mấy chốc đã chuyển thành sự u sầu, vì 2 trong số các giá trị quan trắc tiếp theo của Tycho lại sai lệch tới 8 phút cung so với quỹ đạo của Kepler:

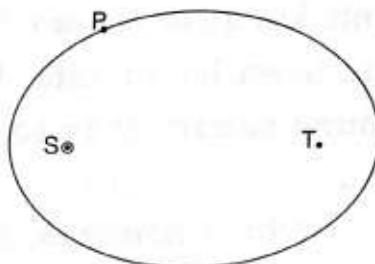
Đãng Quan phòng đã ban cho chúng ta một nhà quan sát cần mẫn, hiện thân ở Tycho Brahe nên một khi mà những quan trắc của ông đã chỉ ra... tính toán này sai 8 phút; thì chúng ta chỉ còn có thái độ đúng là nhận món quà của Chúa với lòng biết ơn... Giá như tôi tin rằng chúng ta có thể bỏ qua 8 phút ấy, thì tôi sẽ phải vá lỗi một cách tương ứng cho giả thuyết của mình. Nhưng vì không được phép bỏ qua, 8 phút ấy đã chỉ ra con đường tiến tới một cuộc cải cách hoàn toàn trong thiên văn.

Sự khác nhau giữa một quỹ đạo tròn và quỹ đạo thực tế chỉ có thể phân biệt bằng đo đạc chính xác và sự dung cảm chấp nhận sự thực: “Vũ trụ được tô điểm bằng các tỷ lệ hài hòa, nhưng sự hài hòa phải phù hợp với trải nghiệm.” Kepler bàng hoàng vì buộc phải từ bỏ quỹ đạo tròn và niềm tin vào Nhà Hình học Thần thánh bị lung lay. Sau khi đã dọn dẹp cái chuồng ngựa thiên văn cho hết những đường tròn và đường xoắn ốc, theo lời ông, ông còn trở lại với “cái xe cút kít chất đầy phân”, một thứ đường tròn bị kéo dãn ra giống như hình bầu dục.

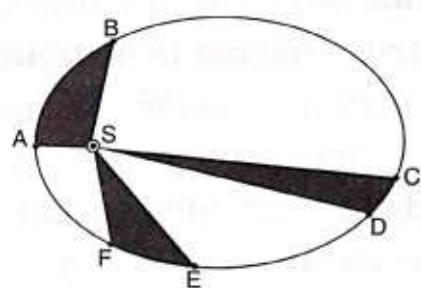
Rốt cuộc, Kepler cảm thấy rằng sự mê hoặc của đường tròn đã làm ông lạc lối. Trái Đất là một hành tinh, như Copernicus đã nói, và điều hoàn toàn hiển nhiên đối với Kepler là Trái Đất, bị tàn phá bởi chiến tranh, dịch bệnh, đói kém và bất hạnh, đâu có gì hoàn hảo. Kepler là một trong những người đầu tiên kể từ thời cổ đại đề xuất rằng các hành tinh là những đối tượng vật chất cấu tạo từ những chất không hoàn hảo như Trái Đất. Mà một khi các hành tinh đã “không hoàn hảo”, thì tại sao các quỹ đạo của chúng lại không thể như vậy? Ông đã thử các đường cong khác nhau giống như hình bầu dục, tính đi tính lại, mắc vài sai sót số học (khiến cho ông thoát đầu từ bỏ câu trả lời đúng) và hàng tháng sau đánh vật đến tuyệt vọng để thử công thức cho một hình elip, đã từng được Apollonius ở Perga đưa ra tại thư viện Alexandria. Ông thấy rằng nó ăn khớp một cách tuyệt vời với các quan trắc của Tycho: “Chân lý của tự nhiên, mà tôi từng khước từ và xua đuổi, đã lén lút quay trở lại qua lối cửa sau, tự ngụy trang để được chấp nhận... Chà, tôi thật ngu ngốc làm sao!”

Kepler đã tìm ra rằng Sao Hỏa chuyển động quanh Mặt Trời không theo đường tròn, mà theo đường elip. Các hành tinh khác có quỹ đạo ít elip hơn quỹ đạo Sao Hỏa. Nếu như Tycho thúc giục ông nghiên cứu chuyển động của, giả sử, Sao Kim, thì biết đâu có khi Kepler chẳng bao giờ phát hiện ra quỹ đạo thực của các hành tinh. Với quỹ đạo có dạng như thế thì Mặt Trời không nằm ở tâm, mà nằm hơi chêch đi, ở tiêu điểm của hình elip. Khi một hành tinh nào đó ở điểm gần Mặt Trời nhất, nó quay nhanh hơn. Khi ở điểm xa Mặt Trời nhất thì nó quay chậm lại. Chuyển động như vậy có thể mô tả theo cách khác là các hành tinh luôn luôn rời về hướng Mặt Trời, nhưng không bao giờ tới được Mặt Trời. Định luật chuyển động thứ nhất của Kepler chỉ đơn giản là như sau: một hành tinh chuyển động theo hình elip với Mặt Trời nằm ở một tiêu điểm.

Trong chuyển động tròn đều, một góc hay đoạn cung bằng nhau của hình tròn thì được di chuyển trong những khoảng thời gian bằng nhau. Lấy ví dụ, hành tinh phải mất thời gian dài gấp đôi để đi $2/3$ quãng đường vòng quanh một hình tròn so với thời gian nó đi $1/3$ quãng đường vòng tròn. Nhưng với quỹ đạo hình elip thì Kepler thấy có điều hơi khác. Khi một hành tinh chuyển động dọc theo quỹ đạo của nó, nó quét được một vùng bên trong hình elip có hình như cái nêm nhỏ. Khi nó đến gần Mặt Trời, trong một khoảng thời gian cho trước nó vạch được một cung lớn trên quỹ đạo, *diện tích* thể hiện bởi cung đó không lớn lắm vì hành tinh khi đó ở gần Mặt Trời. Khi hành tinh ở xa Mặt Trời, nó vạch một cung nhỏ hơn nhiều trong cùng một khoảng thời gian, nhưng cung đó tương ứng với một diện tích lớn hơn vì bây giờ Mặt Trời ở xa hơn. Kepler khám phá ra rằng hai diện tích nói trên bằng nhau bất kể quỹ đạo có dạng elip đến đâu: vùng gầy mảnh, tương ứng với khi hành tinh ở xa Mặt Trời, và một vùng béo lùn, khi hành tinh ở gần Mặt Trời, là bằng nhau một cách chính xác. Đây chính là định luật Kepler thứ hai về chuyển động của hành tinh: các hành tinh quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau.



Định luật thứ nhất của Kepler: Một hành tinh (P) chuyển động theo hình elip với Mặt Trời (S) ở một trong hai tiêu điểm.



Định luật thứ hai của Kepler: Một hành tinh quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau. Thời gian nó đi từ B đến A bằng thời gian đi từ F đến E và bằng thời gian đi từ D đến C; diện tích các vùng sẫm màu BSA, FSE và DSC đều bằng nhau.

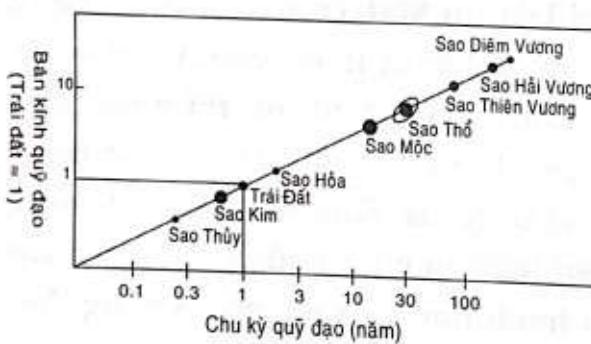
Hai định luật đầu tiên của Kepler có vẻ như có chút gì xa lạ và trừu tượng: các hành tinh chuyển động theo hình elip và quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau, ừ, thế rồi sao? Chuyển động tròn dễ nắm bắt hơn. Chúng ta có xu hướng gạt những định luật này ra khỏi đầu vì thấy chúng như một trò vá víu thuần túy bằng toán học, xa rời đời sống hằng ngày. Nhưng đây là những định luật mà không chỉ các hành tinh phải tuân thủ, mà ngay cả chúng ta, vốn xưa nay bị dính chặt trên bề mặt Trái Đất,

nếu bị quăng vào không gian giữa các hành tinh thì cũng phải tuân theo. Chúng ta chuyển động theo đúng những định luật của tự nhiên mà Kepler là người đầu tiên khám phá ra. Khi phóng tàu vũ trụ tới các hành tinh, khi quan sát sao đôi, khi xem xét chuyển động của các thiên hà xa xăm, khắp nơi trong Vũ trụ đâu đâu chúng ta cũng thấy các định luật của Kepler được tuân thủ.

Nhiều năm sau, Kepler mới đi đến định luật thứ ba và cuối cùng của ông về chuyển động của các hành tinh, một định luật liên hệ chuyển động của các hành tinh với nhau, làm hiện rõ bộ máy vận hành của hệ Mặt Trời. Ông mô tả nó trong một cuốn sách nhan đề *Những sự hài hòa của thế giới*. Kepler đã hiểu ra nhiều thứ được thể hiện bằng từ hài hòa: trật tự và vẻ đẹp của chuyển động hành tinh, sự tồn tại các định luật toán học giải thích chuyển động ấy - một ý tưởng có từ Pythagoras - và thậm chí sự hài hòa theo nghĩa âm nhạc, sự “harmony của các thiên cầu”. Khác với quỹ đạo của Sao Thủy và Sao Hỏa, quỹ đạo của các hành tinh khác sai lệch rất ít so với đường tròn nên ta không thể tìm được hình dạng thực của chúng ngay cả trong một sơ đồ cực kỳ chính xác. Trái Đất là cái bệ di động mà từ đó chúng ta quan sát chuyển động của các hành tinh khác trên nền các chòm sao ở rất xa. Các hành tinh đá phía trong chuyển động khá nhanh trên quỹ đạo của chúng - đó là lý do mà Sao Thủy mang tên Mercury: Mercury là sứ giả truyền tin của các vị thần. Sao Kim, Trái Đất và Sao Hỏa chuyển động quanh Mặt Trời không nhanh bằng, cái sau chậm hơn cái trước. Các hành tinh khí phía ngoài, như Sao Mộc và Sao Thổ, thì di chuyển chậm chạp và bệ vệ, phù hợp với phong thái của các vua chúa trong đám cận thần⁵⁷.

Định luật thứ ba hay định luật hài hòa của Kepler phát biểu rằng bình phương các chu kỳ của các hành tinh (khoảng thời gian mà chúng quay trọn một vòng quỹ đạo) tỷ lệ với lập phương khoảng cách trung bình của chúng tới Mặt Trời; hành tinh càng ở xa thì dịch chuyển càng chậm, nhưng tuân theo một định luật toán học chính xác: $P^2 = a^3$, trong đó P là chu kỳ quay của hành tinh quanh Mặt Trời, được đo bằng năm, còn a là khoảng cách của hành tinh tới Mặt Trời, được đo bằng “đơn vị thiên văn”. Một đơn vị thiên văn là khoảng cách từ Trái Đất tới Mặt Trời. Sao Mộc, chẳng hạn, cách Mặt Trời năm đơn vị thiên văn, và $a^3 = 5 \times 5 \times 5 = 125$. Số nào nhân với chính nó thì bằng 125? Thôi, ta lấy số nguyên 11 vì nó cho kết quả sát nhất. Vậy thì 11 năm là chu kỳ để Sao Mộc đi một vòng quanh Mặt Trời. Lập luận tương tự cũng áp dụng với mọi hành tinh, tiểu hành tinh và sao chổi. Không đơn thuần bằng lòng với việc rút ra từ Tự nhiên các định luật chuyển động của hành tinh, Kepler còn cố gắng tìm nguyên nhân nền tảng hơn ở bên dưới, một thứ ảnh hưởng nào đó của Mặt Trời lên hệ động học của các thế giới. Các hành tinh tăng tốc khi đến gần Mặt Trời và giảm tốc khi rời xa nó. Như vậy bằng cách nào đó các hành tinh dù ở xa vẫn cảm nhận được sự hiện diện của Mặt Trời. Từ tính cũng là một loại ảnh hưởng được cảm nhận từ xa. Bằng khả năng đoán trước đáng kinh ngạc về quan niệm vạn vật hấp dẫn, Kepler đã giả định rằng nguyên nhân ẩn giấu bên dưới cũng tương tự như từ tính:

Mục đích của tôi là chứng tỏ rằng cỗ máy trời không giống như cơ thể thần thánh mà giống cơ chế đồng hồ hơn, bởi lẽ trong trường hợp cơ chế đồng hồ, mọi chuyển động đều do một mình trọng lượng đơn giản [gây ra], cũng giống như hầu hết các chuyển động nhiều vẻ đều được thực hiện bằng một loại duy nhất, hết sức đơn giản, là từ lực.



Định luật thứ ba hay định luật hài hòa của Kepler là sự nối kết giữa thích thước quỹ đạo của một hành tinh với chu kỳ quay một vòng quanh Mặt Trời của nó. Nó cũng đúng với Sao Thiên Vương, Sao Hải Vương và Sao Diêm Vương, những hành tinh được phát hiện sau khi Kepler mất rất lâu.

Từ tính tất nhiên khác với lực hấp dẫn, nhưng cách tân căn bản của Kepler hết sức ngoạn mục ở chỗ ông đề xuất rằng các định luật vật lý mang tính định lượng áp dụng cho Trái Đất trần thế cũng là cơ sở cho các định luật vật lý mang tính định lượng chi phối thượng giới.

Nó là sự giải thích không nhuốm màu huyền bí đầu tiên về chuyển động trên trời; nó khiến cho Trái Đất trở thành một tinh của Vũ trụ. Ông nói: “Thiên văn là một phần của vật lý.” Kepler đứng ở mũi nhọn của lịch sử; nhà chiêm tinh khoa học cuối cùng là nhà vật lý thiên văn đầu tiên.

Không chịu lảng lặng tuyên bố một cách nhún mình, Kepler ca ngợi những khám phá của mình bằng lời lẽ như sau:

Với bản giao hưởng của các giọng điệu này, con người có thể chơi thứ âm nhạc vĩnh cửu của thời gian chỉ trong chưa đầy một giờ, và có thể nếm trải một chút dư vị hân hoan của Chúa Trời, Người Nghệ sĩ tối cao... Tôi thoải mái thả mình vào cơn cuồng điên thần thánh... Mọi thứ đã an bài, và tôi đang viết sách - người ta đọc nó bây giờ hay hậu thế sẽ đọc là điều không quan trọng. Nó có thể đợi một độc giả cả một thế kỷ, cũng như bản thân Chúa Trời đã đợi một chứng nhân suốt 6.000 năm.

Trong “bản giao hưởng của các giọng điệu” này, Kepler tin rằng vận tốc của mỗi hành tinh tương ứng với những nốt nhạc nào đó trong thang âm Latin hóa khá phổ biến vào thời ông: đồ, rê, mi, fa, sol, la, si, đồ. Ông khẳng định rằng trong sự hài hòa của các thiên cầu, tông giọng của Trái Đất là fa và mi, rằng lúc nào Trái Đất cũng ngân nga hai nốt fa và mi, rằng chúng có liên hệ trực tiếp với một từ Latin chỉ đói kém⁵⁸. Ông biện luận, không phải không có lý, rằng cái từ buồn bã ấy dùng để mô tả Trái Đất là thích hợp nhất.

Đúng 8 ngày sau khi Kepler phát minh ra định luật thứ ba, ở Prague xảy ra sự kiện châm ngòi cho Chiến tranh Ba Mươi Năm. Móng vuốt của chiến tranh đã làm tan nát kiếp sống của hàng triệu người, trong đó có cuộc đời của Kepler. Ông mất người vợ và con trai vì bệnh dịch do đám lính mang tới, ông vua bảo trợ cho ông bị phế truất; bản thân ông bị Giáo hội Luther phạt vạ thông công vì cá tính không thỏa hiệp của ông về vấn đề giáo lý. Một lần nữa Kepler lại là kẻ tị nạn. Cuộc xung đột mà cả hai phe Công giáo và Tin Lành mô tả là cuộc chiến tranh thần thánh, thực ra phải gọi là tình trạng những kẻ thù khát đất đai và quyền lực tranh nhau khai thác sự cuồng tín tôn giáo thì mới đúng. Trước kia, các cuộc chiến tranh có xu hướng được giải quyết khi đám vua chúa hiếu chiến hao cạn tài lực vật lực. Nhưng giờ đây cướp bóc có tổ chức được nâng lên thành phương tiện duy trì quân đội trên chiến trường. Dân chúng châu Âu bị chà đạp đành bất lực đứng nhìn cày cuốc và lưỡi hái bị biến thành gươm giáo theo đúng nghĩa đen⁵⁹.

Những làn sóng tin đồn và chứng hoang tưởng lan tràn khắp vùng nông thôn, chủ yếu trút lên đầu dân đen. Trong số nhiều nạn nhân bị đem ra thi mạng có những phụ nữ lớn tuổi sống độc thân: họ bị kết tội làm phù thủy. Ngay bà mẹ của Kepler cũng bị tống vào cái hòm đựng quần áo đem giặt và bị mang đi giữa đêm khuya. Trong thị trấn nhỏ Weil der Stadt, nơi Kepler đang sống, trong khoảng thời gian từ năm 1615-1629 mỗi năm có khoảng ba phụ nữ bị tra tấn và giết chết vì bị coi là phù thủy. Bà Katharina Kepler là một phụ

nữ đà sự. Bà tham dự những vụ cãi vã làm giới quý tộc địa phương ngán ngẩm, đã thế bà lại còn bán thuốc ngủ và có lẽ cả thuốc gây ảo giác, kiểu như các *curandera*⁶⁰ của Mexico hiện nay vẫn làm. Kepler đáng thương tin rằng chính ông cũng có một phần lỗi trong việc mẹ ông bị bắt.

Chả là Kepler có viết một trong những tác phẩm khoa học giả tưởng đầu tiên, nhằm giải thích và phổ biến khoa học. Tên cuốn sách là *Somnium (Giấc ngủ)*. Ông tưởng tượng ra một chuyến du hành lên Mặt Trăng, các nhà du hành vũ trụ đứng trên bề mặt Mặt Trăng ngắm nhìn hành tinh Trái Đất đang yêu quay chậm trên trời phía trên đầu họ. Thay đổi điểm nhìn có thể giúp chúng ta tìm hiểu xem thế giới hoạt động như thế nào. Vào thời Kepler thì một trong những phản bác chính đối với quan niệm Trái Đất quay là việc con người không hề cảm thấy chuyển động này. Trong *Somnium*, ông cố gắng làm cho chuyển động quay của Trái Đất trở nên hợp lý, gây ấn tượng, dễ hiểu đối với mọi người: “Bởi vì xưa nay đa số được cho là không sai... nên tôi cũng muốn đứng về phía đa số. Do vậy, tôi hết sức nỗ lực giải thích cho càng nhiều người hiểu càng tốt.” (Vào dịp khác ông viết trong một lá thư: “Đừng có bắt tôi sa đà hoàn toàn vào những tính toán đơn điệu buồn tẻ - hãy dành cho tôi thời gian cho những suy tư triết học, thú vui duy nhất của tôi”).⁶¹

Khi kính thiên văn được phát minh, cái mà Kepler gọi là “địa lý Mặt Trăng” đã có thể ra đời. Trong *Somnium*, ông mô tả Mặt Trăng có đầy núi non và thung lũng, đồng thời “xốp rỗng, như thể bị cày xới bởi các hõm hốc và hang động liên tục”, có ý nhắc đến các hố miệng phễu Mặt Trăng⁶² mà Galileo mới khám phá ra nhờ chiếc kính thiên văn đầu tiên. Ông cũng hình dung Mặt Trăng có cư dân của nó, rất thích nghi với những điều kiện khắc nghiệt của môi trường địa phương. Ông diễn tả Trái Đất quay chậm chậm được nhìn từ Mặt Trăng và cho rằng các lục địa và đại dương của hành tinh chúng ta cũng sẽ tạo ra những hình ảnh liên tưởng nào đó giống như hình mặt người mà ta thấy trên Mặt Trăng. Ông liên tưởng khu vực nơi miền Nam Tây Ban Nha gần chạm vào Bắc Phi ở eo Gibraltar trông như một cô gái trẻ áo váy dài tha thướt đang sấp hòn tình nhân của cô - mặc dù tôi thấy nó giống hai cái mũi đang cọ vào nhau hơn.

Vì ngày và đêm Mặt Trăng quá dài nên Kepler đã tả về “sự khắc nghiệt của khí hậu và sự thay đổi dữ dội từ thái cực nóng sang thái cực lạnh trên Mặt Trăng”, điều này hoàn toàn đúng. Tất nhiên không phải ông nói đúng mọi cái. Chẳng hạn, ông tin rằng trên đó có khí quyển đáng kể, có các đại dương và có cả người ở. Ngộ nhất là cách nhìn của ông về nguồn gốc các hố miệng phễu Mặt Trăng, làm cho Mặt Trăng, theo lời ông “khá giống với khuôn mặt của một cậu bé nham nhở vì bệnh đậu mùa”. Ông nêu ra luận cứ đúng rằng các hố miệng phễu có địa hình trũng xuống hơn là phồng lên. Từ quan sát của chính mình ông nhận thấy có các thành lũy bao quanh nhiều hố miệng phễu và ở giữa là các đỉnh cao. Nhưng ông cho rằng hình dạng tròn đều đặn bao quanh chúng gợi lên mức độ trật tự mà chỉ có viện đến sự sống có trí tuệ mới giải thích được. Ông không hiểu được rằng những khối đá lớn rơi từ trên trời xuống sẽ sinh ra vụ nổ cục bộ đối xứng hoàn toàn về mọi hướng, sẽ đào một hố lõm hình tròn - nguồn gốc của vô số những hố miệng phễu trên Mặt Trăng và trên các hành tinh khác thuộc loại Trái Đất.⁶³ Từ đó Kepler suy ra “sự tồn tại của giống sinh vật nào đó có lý trí và có khả năng xây dựng những hố lõm ấy trên bề mặt Mặt Trăng. Giống sinh vật này có nhiều cá thể, nhóm này thì đưa một hố lõm vào sử dụng, nhóm kia thì kiến tạo một hố lõm khác”. Đáp lại ý kiến phản bác rằng khó tồn tại những dự án xây dựng khổng lồ như vậy, Kepler dẫn ra đối chứng là các kim tự tháp Ai Cập và Vạn Lý Trường Thành, những thứ mà quả thực ngày nay có thể nhìn thấy từ trên quỹ đạo Trái Đất. Chiếm vị trí chủ đạo trong suốt cuộc đời Kepler là ý tưởng cho rằng trật tự hình học bộc lộ trí khôn ẩn bên dưới. Lý lẽ của Kepler về các hố miệng phễu Mặt Trăng rõ ràng là sự báo trước cho những tranh cãi tương tự về kênh đào Sao Hỏa (Chương V). Thật đáng ngạc nhiên là sự tìm kiếm sự sống ngoài Trái Đất đã bắt đầu ngay từ thế hệ phát minh ra kính thiên văn, và với nhà lý thuyết vĩ đại nhất thời đại.

Có những đoạn trong *Somnium* rõ ràng mang tính tự thuật. Chẳng hạn đoạn nhân vật đến thăm Tycho Brahe. Anh ta có cha mẹ buôn bán thuốc. Mẹ anh ta giao thiệp với thần linh và ma quỷ, một kẻ trong số đó còn cung cấp cho bà phƯƠng tiện du lịch Mặt Trăng. Cuốn *Somnium* đối với chúng ta đã rõ, nhưng không phải mọi người ở thời Kepler đều hiểu rõ như thế: “Trong giấc mơ đôi khi con người ta được phép tự do tưởng tượng ra những điều không bao giờ tồn tại trong thế giới thực được cảm nhận bằng các giác quan.” Giả tưởng khoa học là một quan niệm mới vào thời xảy ra Chiến tranh Ba Mươi Năm, nên quyển sách của Kepler được dùng làm bằng chứng cho việc mẹ ông là phù thủy.

Giữa bao khó khăn cá nhân nghiêm trọng khác, Kepler đi ngay đến Württemberg để tìm bà mẹ 74 tuổi của mình bị xích trong nhà giam thế tục và có nguy cơ bị tra tấn, giống như Galileo trong nhà giam của đạo Thiên Chúa. Ông bỏ công sức tìm những cách giải thích tự nhiên, điều mà bất cứ nhà khoa học nào cũng sẽ làm, cho những sự việc dẫn tới việc kết tội phù thủy, trong đó có một căn bệnh nhỏ mà người dân Württemberg quy là tại câu thần chú của bà mẹ Kepler. Nghiên cứu của ông có kết quả, một thắng lợi rực rỡ của lý trí đối với mē tín, cũng như phần lớn cuộc đời của ông là thắng lợi rực rỡ. Mẹ ông bị trục xuất khỏi Württemberg, và sẽ bị khép vào án tử hình nếu còn quay lại Württemberg; còn sự bào chữa hăng hái của ông rõ ràng đã dẫn đến một sắc lệnh do Công tước xứ đó ban hành cấm các vụ xử tội phù thủy về sau mà chỉ dựa trên những chứng cứ mong manh.

Những biến động của chiến tranh đã làm mất đi nhiều chỗ dựa về tài chính của Kepler, nên đoạn cuối cuộc đời ông khá gian nan, phải lo xoay xở kiếm tiền và kiếm người bảo trợ. Ông lấy số tử vi cho Công tước xứ Wallenstein, cũng như ông đã từng lấy lá số cho Rudolf II, rồi sống những năm cuối đời tại một thị trấn miền Silesia⁶⁴ nằm dưới quyền kiểm soát của Wallenstein, gọi là Sagan. Bia mộ ông do chính ông soạn lời, có ghi: “Tôi đã đo trời, bây giờ tôi đo đất. Tinh thần gắn với trời, còn thể xác gắn với đất”. Nhưng cuộc Chiến tranh Ba Mươi Năm đã xóa mất dấu tích ngôi mộ ông. Nếu như ngày nay có dựng bia đánh dấu, thì để tưởng nhớ lòng dũng cảm của ông, có thể ghi như thế này: “Ông đã yêu thích những ảo tưởng gần gũi nhất của mình hơn sự thật khắc nghiệt.”

Johannes Kepler đã tin rằng một ngày kia “con tàu trời sẽ giương buồm đón gió thượng giới” ngao du bầu trời, trên đó đầy những nhà thám hiểm “không sợ sự mênh mông” của không gian vũ trụ. Và hôm nay những nhà thám hiểm ấy, là con người hoặc robot, sẽ sử dụng 3 định luật về chuyển động hành tinh, mà Kepler đã tìm ra trong cả một đời lao động cá nhân và phát minh đầy hưng phấn, làm cẩm nang không sai sót trên các chuyến du hành xuyên qua không gian vũ trụ bao la.

Cuộc tìm kiếm cả đời của Johannes Kepler, để hiểu chuyển động của các hành tinh, để tìm sự hài hòa trên trời, đã lên đến đỉnh cao sau khi ông mất được ba mươi sáu năm, trong công trình của Isaac Newton. Newton sinh vào ngày Thiên Chúa giáng sinh năm 1642. Lúc sinh ra Newton nhỏ đến nỗi mẹ ông sau này kể lại rằng có thể nhét ông vào vừa trong một cái chén vại cỡ hơn một lít. Ôm yếu, cảm thấy bị cha mẹ bỏ rơi, hay cãi lộn, không quảng giao, và là trai tân cho tới lúc chết, Isaac Newton có lẽ là thiên tài khoa học vĩ đại nhất trên đời.

Ngay từ khi còn trẻ, Newton đã bắn khoăn với những câu hỏi viển vông như ánh sáng là “cái thực chất hay cái ngẫu nhiên”⁶⁵, hay lực hấp dẫn có thể tác dụng qua chân không như thế nào. Ông đã sớm qua quyết định đức tin Kitô giáo thông thường vào Chúa Ba Ngôi là sự hiểu sai *Kinh Thánh*. Theo lời nhà viết tiểu sử của ông là John Maynard Keynes thì:

Ông gần với giáo lý Đơn thần Do Thái của trường phái Maimonides hơn. Ông đi đến kết luận này không phải dựa trên lý hay hoài nghi, mà hoàn toàn dựa trên sự lý giải của các bậc uy tín thời cổ đại. Ông bị thuyết phục rằng những văn bản được mặc khải không hề ủng hộ thuyết Chúa Ba Ngôi, mà đó chỉ là những văn bản giả mạo về sau. Đấng Chúa được mặc khải chỉ là một Chúa. Nhưng đó là một bí mật chết người mà Newton cố hết sức giấu kín trong suốt đời mình.

Giống Kepler, ông cũng không miễn dịch với những thói mê tín trong thời của ông và đã nhiều lần tìm đến sự thần bí. Dĩ nhiên phần nhiều sự phát triển tri thức của Newton có thể liên quan tới sự căng thẳng giữa chủ nghĩa duy lý và chủ nghĩa thần bí. Tại hội chợ Stourbridge năm 1663, ở tuổi 20, Newton đã mua một cuốn sách về chiêm tinh, “vì tò mò muốn xem trong đó nói cái gì”. Newton đọc nó cho đến khi gặp một hình minh họa mà ông không hiểu gì, vì ông không biết đến lượng giác. Thế là ông tìm mua một cuốn sách về lượng giác nhưng ít lâu sau ông lại thấy mình không thể theo dõi các luận cứ hình học. Vậy là ông mua một cuốn *Những cơ sở hình học* của Euclid và bắt đầu đọc. Hai năm sau ông phát minh ra phép tính vi phân.

Khi là sinh viên, Newton say mê tìm hiểu ánh sáng và ngất ngây vì Mặt Trời. Ông có thói quen guy hiểm là nhìn Mặt Trời qua gương:

Trong vài giờ tôi đã làm cho mắt mình rơi vào tình trạng tồi tệ đến mức cả hai mắt không thể nhìn vật sáng nào mà chỉ thấy mỗi Mặt Trời trước mắt, thế là tôi không dám viết lách hay đọc gì. Để phục hồi chức năng mắt tôi tự nhốt mình trong phòng che tối om ba ngày liền và làm mọi cách để dứt ra khỏi hình ảnh Mặt Trời. Vì cứ nghĩ đến ông Mặt Trời là tôi lại thấy hình ông mặc dù tôi đang ở trong tôi.

Năm 1666, ở tuổi 23, khi Newton đang là sinh viên Đại học Cambridge thì một đợt dịch bỗng nhiên bùng phát, buộc ông phải lánh về quê ngõi chơi không mất một năm ở làng Woolsthorpe hẻo lánh, nơi ông sinh ra. Ông chìm đắm vào việc phát minh ra các phép tính vi phân và tích phân, có những phát hiện cơ bản về bản chất ánh sáng và đặt nền tảng cho lý thuyết vận vật hấp dẫn. Trong lịch sử vật lý, chỉ có một năm khác giống như thế: đó là 1905, “Năm Kỳ tích” của Einstein. Khi được hỏi làm thế nào thực hiện được những phát minh khám phá đáng kinh ngạc ấy, Newton chỉ đáp một cách không lấy gì làm hoa mỹ: “Bằng cách nghĩ đến chúng.” Công trình của ông có giá trị đến mức thầy giáo của ông ở Cambridge là Isaac Barrow đã nhường ghế giáo sư dạy toán cho Newton chỉ 5 năm sau khi chàng sinh viên trẻ quay lại trường.

Newton ở độ tuổi giữa 40 và 50 được người hầu của mình mô tả như sau:

Tôi chưa bao giờ thấy ông chọn một hình thức nghỉ ngơi giải trí nào, chẳng hạn cưỡi ngựa ra ngoài hít thở không khí, đi dạo, chơi đánh ky (bowling), hay bất cứ cách luyện tập thân thể nào khác. Bất cứ thời giờ nào không dành cho nghiên cứu đều bị ông ấy coi là tiêu phí. Ông ấy say mê nghiên cứu đến mức hiếm khi rời phòng, chỉ trừ [lúc phải đi giảng vào] những giờ có tiết học... Mà có rất ít người đến nghe ông giảng bài, số người hiểu ông lại còn ít hơn nữa, nên nhiều khi hầu như không có người nghe, ông cứ giảng như nói với các bức tường.

Sinh viên của cả Kepler lẫn Newton chẳng bao giờ biết họ đã bỏ qua những gì.

Newton đã khám phá ra định luật quán tính, tức là xu hướng của một vật chuyển động vẫn tiếp tục chuyển động theo đường thẳng nếu không có cái gì đó tác động vào và đẩy nó ra khỏi con đường cũ. Đối với Newton, đường như Mặt Trăng sẽ bay đi theo đường thẳng tiếp tuyến với quỹ đạo của nó, nếu như không có lực khác nào đó thường xuyên nắn lại đường đi của nó thành đường gần tròn bằng cách kéo nó về hướng Trái Đất. Lực này Newton gọi là lực hấp dẫn, và ông tin rằng nó tác dụng qua cả những khoảng cách lớn. Về mặt thực tế chẳng có gì nối Trái Đất với Mặt Trăng cả. Ấy thế mà Trái Đất luôn luôn hút Mặt Trăng về phía mình. Áp dụng định luật thứ ba của Kepler, Newton suy ra về mặt toán học bản chất của lực hấp dẫn⁶⁶. Ông đã chứng tỏ rằng chính cái lực kéo quả táo rơi xuống đất ấy giữ cho Mặt Trăng quay trên quỹ đạo của nó và cũng là nguyên nhân làm cho các vệ tinh vừa mới được phát hiện của Sao Mộc quay trên quỹ đạo vòng tròn của chúng quanh hành tinh xa xôi kia.

Mọi vật vẫn rơi xuống đất kể từ khi khai thiên lập địa. Mặt Trăng vẫn quay vòng quanh Trái Đất, điều đó đã được xác tín trong suốt lịch sử nhân loại. Newton là người đầu tiên khám phá ra rằng hai hiện tượng ấy do cùng một lực gây nên. Đây là ý nghĩa của từ “vận vật” áp dụng cho lực hấp dẫn của Newton. Định

luật hấp dẫn có hiệu lực như nhau ở mọi nơi trong vũ trụ.

Đó là một định luật về tỷ lệ nghịch của bình phuong. Độ lớn của lực tỷ lệ nghịch với bình phuong của khoảng cách. Nếu hai vật dịch chuyển ra xa gấp đôi ban đầu, thì lực hấp dẫn kéo chúng lại với nhau chỉ còn bằng $1/4$ lực lúc đầu. Nếu chúng dịch chuyển ra xa gấp 10 lần, thì lực hấp dẫn nhỏ đi 10^2 , $10^2 = 100$, lần. Rõ ràng, theo kiểu gì thì lực cũng phải tỷ lệ nghịch, tức là giảm đi theo khoảng cách. Bởi nếu lực tỷ lệ thuận, tức là tăng lên theo khoảng cách, thì lực mạnh nhất sẽ tác dụng đối với những vật ở xa nhất, và tôi cho rằng tất cả vật chất trong vũ trụ sẽ dồn đống vào với nhau thành một cục vũ trụ duy nhất. Không, lực hấp dẫn phải giảm đi theo khoảng cách, đó là lý do tại sao một sao chổi hay một hành tinh chuyển động chậm khi ở xa Mặt Trời và chuyển động nhanh hơn khi ở gần Mặt Trời - lực hấp dẫn mà nó cảm nhận yếu hơn khi nó ở xa Mặt Trời hơn.

Cả ba định luật về chuyển động hành tinh của Kepler đều có thể suy ra từ các nguyên lý của Newton. Các định luật của Kepler mang tính thực nghiệm, dựa trên những quan sát cần mẫn của Tycho Brahe. Còn những định luật của Newton mang tính lý thuyết, là sự khái quát trừu tượng khá đơn giản về mặt toán học để từ đó rút ra các trị số đo của Tycho. Từ những định luật này, Newton đã viết với niềm kiêu hãnh không giấu giếm trong tác phẩm *Những nguyên lý*⁶⁷: “Giờ đây tôi trình bày cái khung của Hệ thống Thế giới.”

Sau này, Newton làm chủ tịch Hội Hoàng gia, hội của các nhà khoa học, và làm giám đốc xưởng đúc tiền, nơi ông đem hết năng lực ra để ngăn chặn nạn đúc tiền giả. Nết quen quọ và tính không thích giao tiếp vốn có ở ông càng tăng lên; ông quyết định từ bỏ những nỗ lực làm khoa học đã đưa ông đến chỗ cãi nhau với các nhà khoa học khác, chủ yếu về vấn đề ai khám phá ra trước; có những người còn đồn thổi rằng ông mắc chứng bệnh đại loại như “khủng hoảng tinh thần” ngày nay. Tuy nhiên, cho đến cuối đời Newton vẫn tiếp tục những thí nghiệm trên ranh giới giữa thuật giả kim và hóa học, và vài bằng chứng gần đây còn gợi lên giả thuyết rằng bệnh của ông không phải xuất phát từ tâm thần mà vì ngộ độc kim loại nặng, do thường xuyên nuốt phải một lượng nhỏ arsen và thủy ngân. Thói quen phổ biến ở các nhà hóa học thời đó là dùng vị giác làm công cụ phân tích.

Tuy vậy năng lực trí tuệ sắc sảo của Newton vẫn không suy giảm. Năm 1696, nhà toán học Thụy Sĩ Johann Bernoulli thách đố các đồng nghiệp giải một vấn đề chưa có lời giải gọi là bài toán về đường đẳng thời: xác định đường cong nối hai điểm cách nhau theo kiểu cạnh bên, sao cho dọc theo đường cong ấy một vật chịu tác động của lực hấp dẫn, sẽ rơi trong khoảng thời gian ngắn nhất. Ban đầu Bernoulli đặt ra thời hạn 6 tháng, nhưng đã nâng lên một năm rưỡi theo đề nghị của Leibniz, một trong những học giả hàng đầu của thời đó và là người, độc lập với Newton, phát minh ra phép tính vi phân và tích phân. Thách đố được trao đến tay Newton vào 4 giờ chiều ngày 29 tháng 1 năm 1697. Trước khi đi làm vào sáng hôm sau, ông đã phát minh ra một nhánh hoàn toàn mới của toán học, gọi là phép tính biến phân, và ứng dụng nó để giải bài toán về đường đẳng thời. Ông đã gửi lời giải và nó được công bố dưới dạng khuyết danh theo đề nghị của Newton. Nhưng sự xuất sắc và độc đáo của công trình đã hé lộ danh tính của tác giả. Khi Bernoulli nhìn thấy lời giải, ông bình luận: “Chúng ta vẫn nhận ra con sư tử chỉ thông qua cái vuốt của nó.” Khi ấy Newton 55 tuổi.

Theo đuổi trí tuệ chính yếu trong những năm cuối cùng của Newton là đối chiếu cho phù hợp và phân mốc cho niên biểu của các nền văn minh cổ đại, theo đúng truyền thống của các sử gia cổ đại Manetho, Strabo và Eratosthenes. Trong công trình cuối cùng được công bố sau khi ông mất, “Niên biểu các quốc gia cổ đại sửa đổi”, chúng ta bắt gặp nhiều sự kiện thiên văn được lấy làm mốc xác định các sự kiện lịch sử; bắt gặp sự tái tạo kiến trúc của ngôi đền Solomon; một tuyên bố đầy tính khiêu khích rằng tất cả các chòm sao của bán cầu Bắc được đặt tên của các nhân vật, tạo vật và các sự kiện trong câu chuyện thần thoại Hy Lạp về Jason và đám thủy thủ đi tìm bộ Lông Cừu Vàng, và một giả định nhất quán rằng các vị

thần của mọi nền văn minh, trừ một ngoại lệ duy nhất là vị thần của chính Newton, chẳng qua chỉ là vua chúa và anh hùng cổ xưa được các thế hệ hậu sinh thần thánh hóa.

Kepler và Newton đại diện cho bước ngoặt cơ bản trong lịch sử nhân loại, với phát hiện rằng các quy luật toán học khá đơn giản chi phối toàn bộ Tự nhiên; rằng trên trời cũng như dưới đất đều áp dụng những nguyên lý như nhau; và có một sự cộng hưởng giữa cái cách chúng ta suy nghĩ và cái cách mà thế giới vận hành. Họ đều tôn trọng tuyệt đối sự chính xác của số liệu quan sát, và những dự đoán của họ về chuyển động của các hành tinh với độ chính xác cao đã cung cấp bằng chứng thuyết phục là, ở cấp độ sâu không ngờ, con người có thể hiểu được Vũ trụ có trật tự. Nền văn minh toàn cầu hiện đại của chúng ta, thế giới quan của chúng ta và sự khai phá thám hiểm Vũ trụ hiện nay của chúng ta mang ơn sâu sắc sự hiểu biết thấu đáo của họ.

Newton luôn lo lắng canh giữ bảo vệ các phát minh khám phá của mình và cạnh tranh quyết liệt với các đồng nghiệp khoa học của ông. Ông không hề nghĩ đến việc chờ đợi một hai thập kỷ sau khi khám phá mới công bố định luật về tỷ lệ nghịch của bình phương. Thế nhưng trước sự hùng vĩ và tinh tế của Tự nhiên, ông, cũng giống như Ptolemy và Kepler, vừa hân hoan lại vừa khiêm tốn một cách thành thực. Ngay trước lúc mất ông viết: “Tôi không biết tôi có thể là gì đối với thế giới; nhưng đối với bản thân thì tôi dường như chỉ giống như một cậu bé, vui chơi trên bờ biển, giải khuây cho mình, thỉnh thoảng lại tìm thấy một hòn cuội nhẵn hơn hoặc một vỏ sò đẹp hơn bình thường, trong khi đại dương lớn trước mặt vẫn chưa được khám phá.”

THIÊN ĐƯỜNG VÀ ĐỊA NGỤC

Cửa thiên đường và địa ngục kề bên nhau và giống hệt nhau.

- Nikos Kazantzakis, *Chúa Kitô chiju cám dỗ cuối cùng*

Trái Đất là một chốn đáng yêu và tương đối yên bình. Mọi vật thay đổi một cách chậm rãi. Chúng ta có thể sống cả đời mà bản thân không gặp phải thiên tai nào dữ dội hơn một trận bão. Thế là chúng ta trở nên kiêu ngạo, buông lỏng và thờ ơ. Nhưng trong lịch sử của Tự nhiên đã có những bằng chứng rõ ràng: thế giới đã từng bị tàn phá tan hoang. Ngay cả con người chúng ta cũng đã đạt được thành tựu kỹ thuật tai hại có khả năng tự gây thảm họa cho chính mình, cả cố ý lẫn do bất cẩn. Cảnh quan của những hành tinh khác còn lưu giữ những bằng chứng quá khứ, có vô số vết tích của những tai họa lớn. Tất cả tùy thuộc vào thang đo thời gian. Một sự kiện không thể xảy ra trong một trăm năm lại có thể chắc chắn sẽ xảy ra trong một triệu năm. Ngay cả trên Trái Đất, trong thế kỷ vừa qua, cũng đã xảy ra những sự kiện lạ lùng.

Vào buổi sáng sớm ngày 30 tháng 6 năm 1908, tại miền Trung Siberia thuộc Nga, người ta trông thấy một quả cầu lửa khổng lồ đang lao vun vút qua bầu trời. Khi nó chạm đường chân trời, một vụ nổ khủng khiếp đã diễn ra. Nó san bằng 2.000 km² rừng và thiêu cháy hàng nghìn cây cối trong một đám lửa bùng phát trong chốc lát quanh nơi chạm đất. Nó tạo ra một cơn sóng xung kích trong khí quyển chạy quanh Trái Đất hai vòng. Hai ngày sau, bụi vụn lơ lửng trong không khí nhiều đến nỗi mà, nhờ ánh sáng khuếch tán của bụi, có thể đọc báo ban đêm ở London, cách đó 10.000 km.

Chính phủ Nga dưới thời Sa hoàng chăng hơi đâu mà bỏ công điều tra nghiên cứu một sự kiện “tâm thường” như vậy, hơn nữa nó lại xảy ra ở mãi tận vùng dân tộc Tungus lạc hậu xứ Siberia. Mãi 10 năm sau Cách mạng mới có một đoàn thám hiểm tới đó để xem xét mặt đất và phỏng vấn những người chứng kiến. Dưới đây là một số chi tiết họ thu thập được:

Sáng sớm, khi mọi người còn ngủ trong lều, một vụ nổ hất mạnh căn lều lên không trung, cuốn theo cả những người trong lều. Khi họ rơi xuống đất, cả gia đình bị sây sát nhẹ, nhưng Akulina và Ivan đã bất tỉnh. Khi tỉnh lại, họ nghe thấy tiếng ồn khủng khiếp và trông thấy cánh rừng cháy sáng rực xung quanh, rất nhiều chỗ đã bị tàn phá hết cả.

Khi đó, tôi đang ngồi ăn sáng trên bậc cửa ngôi nhà của trạm buôn bán Vanovara và nhìn về hướng Bắc. Tôi vừa mới giờ rìu lên để đóng đai vào cái thùng nhỏ, thì bỗng nhiên... bầu trời bị xé làm đôi, phía trên khu rừng ở tít trên cao cả vùng trời phía Bắc dường như bị lửa trùm kín. Đúng lúc đó tôi cảm thấy nóng giãy như thể cái áo tôi mặc bị bắt lửa... Tôi đang định cởi phăng cái áo ra ném đi, thì đúng lúc ấy trên trời nghe sầm một tiếng, rồi một cú giáng kinh thiên động địa vang xuống. Tôi bị hất lăn ra đất cách bậc cửa ba sajen⁶⁸ và ngất đi trong chốc lát. Vợ tôi chạy ra xốc tôi vào lều. Tiếp theo cú giáng là tiếng ầm ầm tựa như đá rơi từ trên trời xuống, hoặc pháo đang nã đạn. Trái Đất rung chuyển. Nằm dưới đất tôi che đầu vì sợ đá rơi trúng đầu. Đến lúc bầu trời mở ra thì một cơn gió nóng như từ nòng súng đại bác từ hướng Bắc phả qua lều. Nó để lại những vệt trên mặt đất.

Khi ngồi xuống ăn sáng bên cạnh cái cà, tôi nghe thấy tiếng rầm rầm như thể súng bắn. Con ngựa nhà tôi khuỷu xuống. Từ hướng Bắc, phía trên cánh rừng một vầng lửa phùng lên... Rồi tôi thấy khu rừng thông oằn xuống vì gió, tôi cứ nghĩ đấy là cơn bão. Hai tay tôi giữ chặt lấy cái cà, vì sợ nó bay đi mất. Cơn gió mạnh đến nỗi nó cào xới tung một ít đất trên bề mặt, thế rồi cơn cuồng phong dồn nước trên sông Angara dựng thành bức tường. Tôi nom thấy rất rõ, vì đất ruộng của tôi ở trên sườn đồi.

Tiếng gầm gào làm lũ ngựa sợ khiếp vía, đến nỗi con thì kinh hoàng phi nước đại, kéo theo những cái cà về các hướng, con thì đổ vật ra đất.

Đám thợ mộc, sau cú ầm ầm đầu tiên và thứ hai thì sững sờ làm dấu thánh, và đến cú ầm ầm thứ ba thì ngã nhào vào đống vỏ bao dưới đất. Một vài người trong số họ bàng hoàng và khiếp đảm đến nỗi tôi phải vỗ về và giúp họ lấy lại tinh thần. Tất cả chúng tôi bỏ công việc mà đi vào làng. Ở đấy dân làng hốt hoảng tụ tập rất đông ngoài đường, họ xì xào không ngớt về hiện tượng này.

Tôi đang ở ngoài đồng... vừa mới buộc xong một con ngựa vào bừa và đang tiếp tục với con nữa thì bất thình lình tôi nghe thấy tiếng gì như một tiếng súng nổ to phía bên phải. Tôi quay phắt sang và trông thấy một vật gì đó thuôn dài, bốc lửa bay ngang trời. Phần đầu của nó to hơn phần đuôi nhiều, màu sắc thì rực sáng như lửa giữa ban ngày. Nó to gấp nhiều lần Mặt Trời nhưng

mờ hơn nhiều, cho nên có thể nhìn thẳng vào nó bằng mắt thường. Phía sau vầng lửa có cái đuôi nom như bụi. Vật thể đó cuộn thành những vòng nhỏ, và để lại phía sau vầng lửa những dải màu xanh lam... Khi vầng lửa biến mất, vang lên những tiếng oàng oàng to hơn tiếng súng đại bác, cảm thấy mặt đất như run rẩy, kính cửa sổ trong căn nhà gỗ vỡ tan.

... Tôi đang giặt len trên bờ sông Kan. Đột nhiên một tiếng ồn nghe như tiếng vỗ cánh của một con chim khiếp sợ... và một thứ sóng lồng chạy ngược trên sông. Sau đó có một tiếng ầm đập to đến nỗi một phụ nữ... ngã xuống nước.

Biển cõi khác thường ấy được gọi là Sự kiện Tunguska. Một vài nhà khoa học đưa ra giả thuyết rằng đây là một mảnh phản vật chất, va chạm với vật chất bình thường trên Trái Đất nên bị hủy diệt và sinh ra ánh chớp lóe của các tia gamma. Nhưng thực tế không có tí phóng xạ nào tại nơi va đập để ủng hộ cho cách lý giải trên. Những người khác thì quả quyết rằng một lỗ đen mini đi xuyên qua Trái Đất ở vùng Siberia và chui ra ở phía bên kia Trái Đất. Nhưng những ghi nhận về sóng xung kích của khí quyển không bộc lộ chút gì gọi là có một vật bay lên ở Bắc Đại Tây Dương muộn hơn trong ngày hôm đó. Hay biết đâu đấy chính là con tàu vũ trụ của một nền văn minh ngoài Trái Đất cực kỳ tiên tiến gặp trục trặc về máy móc không cứu vãn được nên đã tan xác tại một khu vực hẻo lánh của một hành tinh xa lạ? Nhưng tại nơi va đập không có dấu vết nào của một con tàu như thế. Mỗi giả thuyết trong số này đã từng được nêu ra trước đó, một vài giả thuyết trong đó không nghiêm túc lắm về mặt khoa học. Không giả thuyết nào được bằng chứng xác nhận. Điểm mấu chốt trong Sự kiện Tunguska là có một vụ nổ khủng khiếp, có sóng xung kích mạnh, một vụ cháy rừng lớn, nhưng không hề có hố phễu va đập tại chỗ xảy ra biến cố. Dường như chỉ có một cách giải thích nhất quán với toàn bộ sự việc: năm 1908 một mảnh sao chổi đã va phải Trái Đất.

Trong không gian bao la giữa các hành tinh có nhiều vật thể, một số băng đá, một số băng kim loại, một số băng băng, một số cấu tạo một phần từ các phân tử hữu cơ. Kích thước của chúng rải từ hạt bụi đến nhiều khối to hình thù lung tung cỡ băng nước Nicaragua hoặc Bhutan. Thỉnh thoảng, rất ngẫu nhiên, có một hành tinh ở ngang đường bay của chúng. Sự kiện Tunguska có lẽ được gây ra bởi một mảnh sao chổi băng có kích thước khoảng 100 m - cỡ một sân bóng đá - nặng một triệu tấn, chuyển động với vận tốc 30 km/s, hay 70.000 dặm/h.

Nếu một vụ va chạm như thế xảy ra vào hôm nay thì người ta sẽ tưởng nhầm là một vụ nổ hạt nhân, nhất là trong giây phút hoảng loạn. Va chạm với sao chổi và quả cầu lửa sẽ sinh ra mọi hiệu ứng giống như vụ nổ hạt nhân một megatôn⁶⁹, kể cả mây hình nấm, chỉ có hai ngoại lệ: sẽ không có bức xạ gamma hoặc mưa phóng xạ. Liệu có khả năng một sự kiện tự nhiên tuy hiếm gặp, một mảnh sao chổi cỡ tương đối lớn rơi xuống đất, lại khơi mào cho một cuộc chiến tranh hạt nhân? Một kịch bản lạ lùng: một sao chổi nhỏ đậm phả Trái Đất, như hàng triệu lần trước đó, và phản ứng tức thời của nền văn minh chúng ta là tự hủy diệt. Đây là một ý tưởng hay để chúng ta hiểu về sao chổi, các vụ va đập và thảm họa cặn kẽ hơn trước một chút. Lấy ví dụ, vệ tinh Vela của Mỹ ngày 22 tháng 9 năm 1979 đã phát hiện ra một sự bùng lóe ánh sáng hai lần với cường độ mạnh ở vùng giáp ranh Nam Đại Tây Dương và Tây Ấn Độ Dương. Phỏng đoán ban đầu cho rằng đây là một vụ thử bí mật vũ khí hạt nhân công suất thấp (2 kiloton, băng khoảng 1/6 nồng lượng của quả bom ném xuống Hiroshima), do Nam Phi hoặc Israel thực hiện. Hậu quả chính trị được xem là nghiêm trọng trên toàn thế giới. Nhưng nếu sự bùng lóe ấy được gây ra bởi sự va chạm của một tiểu hành tinh cỡ nhỏ hoặc một mảnh sao chổi thì sao? Vì các chuyến bay trinh sát qua lại vùng xảy ra chớp lóe không phát hiện được dấu vết phóng xạ bất thường nào trong không khí, nên khả năng này rất có thể đúng thật. Điều này cho thấy những nguy cơ trong thời đại vũ khí hạt nhân nếu chúng ta không theo dõi các vụ va chạm từ vũ trụ sát sao hơn mức độ vẫn làm hiện nay.

Một sao chổi cấu tạo chủ yếu từ băng - băng nước (H_2O), một ít băng mêtan (CH_4), và băng amôniắc (NH_3). Khi lao vào khí quyển Trái Đất, một mảnh sao chổi khiêm tốn sẽ tạo ra một quả cầu lửa lớn và sóng mạnh do hơi nổ, nó đốt cháy cây cối, san bằng các khu rừng và tạo tiếng ồn vọng khắp trái đất. Nhưng rất có thể nó sẽ không tạo ra một hố phễu dưới đất. Băng sẽ tan chảy hết trên đường đi vào khí quyển. Chỉ

còn sót lại ít mẩu sao chổi có thể nhận biết được - có lẽ chỉ là một chút hạt nhỏ từ phần nhân sao chổi không phải là băng. Gần đây, nhà khoa học Liên Xô E. Sobotovich đã phát hiện được một lượng lớn kim cương vụn rải rác tại nơi thiên thạch Tunguska từng rơi. Kiểu kim cương như vậy được biết là tồn tại trong những thiên thạch trải qua va đập, mà có thể nguồn gốc tận cùng là từ sao chổi.

Vào những đêm trời quang, nếu kiên nhẫn nhìn lên trời, bạn sẽ thấy một sao băng đơn độc sáng bừng lên trên đầu trong giây lát. Thỉnh thoảng có những đêm bạn được thấy cả một trận mưa sao băng, luôn xảy ra vào một vài ngày cố định hằng năm - một cảnh tượng pháo hoa tự nhiên, một tiết mục giải trí trên trời cao. Những sao băng này cấu tạo từ những hạt nhỏ, nhỏ hơn cả hạt mù tạt. Chúng giống những sợi xơ bông rơi hơn là sao sa. Rực sáng giây lát khi đi vào khí quyển, chúng bị nóng lên và bị phá hủy bởi ma sát ở độ cao quãng 100 km. Sao băng là tàn dư của sao chổi⁷⁰. Các sao chổi già, bị nóng lên do nhiều lần tiến tới gần Mặt Trời, đã vỡ ra, thăng hoa và tan rã. Các mảnh vụn chất đầy dọc theo toàn bộ quỹ đạo sao chổi. Khi quỹ đạo ấy cắt ngang quỹ đạo Trái Đất, cũng là lúc xuất hiện một bầy sao băng đón chờ chúng ta. Một phần của bầy mảnh vụn luôn chờ chực tại một vị trí cố định trên quỹ đạo Trái Đất, do đó mưa sao băng luôn được quan sát thấy vào một vài ngày cố định hằng năm. Ngày 30 tháng 6 năm 1908 là sao băng Beta Taurid, liên quan đến quỹ đạo của sao chổi Encke. Sự kiện Tunguska dường như do một tảng sao chổi Encke gây ra, tảng này to hơn nhiều các mảnh vụn bé tí gây ra các trận mưa sao băng lấp lánh, vô hại.

Sao chổi xưa nay luôn gây nên sự hãi và mê tín. Sự xuất hiện thỉnh thoảng của chúng đã thách thức một cách đáng lo ngại quan niệm về một Vũ trụ không thay đổi và có trật tự do thần thánh thiết lập. Thật không thể nào tin rằng vật lửa màu trắng sữa đầy ấn tượng ấy, mọc và lặn cùng với các sao hết đêm này sang đêm khác, lại xuất hiện mà không có cơn cớ gì, ăn nó phải là điềm báo cho những sự việc trần thế. Vậy là nảy sinh quan niệm rằng sao chổi là điềm báo tai ương, là triệu chứng cơn giận của thần thánh - rằng chúng dự báo cái chết của các vua chúa, sự sụp đổ của các vương quốc. Người Babylon cho rằng sao chổi là chòm râu của ông trời. Người Hy Lạp nghĩ về suối tóc, còn người Ả Rập lại bảo đó là gươm lửa. Vào thời Ptolemy, tùy theo hình dạng mà sao chổi được chia thành các “chùm”, “kèn trumpet”, “hũ”, v.v. Ptolemy cho rằng sao chổi đem đến chiến tranh, thời tiết nóng và tình hình xáo động”. Theo một số mô tả sao chổi thời Trung đại thì nó giống như những cây thập tự bay không xác định. Một vị “Giám lý” của giáo phái Luther hay Giám mục Magdeburg tên là Andreas Celichius năm 1578 đã công bố một bản “Nhắc nhớ thần học về sao chổi”, đã đề xuất một quan điểm đầy hứng khởi cho rằng sao chổi là “đám khói dày của tội lỗi con người, mọc lên hằng ngày, hằng giờ, mọi lúc, đầy mùi hôi kinh tởm trước mặt Chúa Trời, và dày đặc lên dần dần để hình thành nên sao chổi, với những lọn tóc xoăn và bện lại, cuối cùng bốc cháy bởi sự giận dữ nóng rực như lửa của Đấng Phán xét Tối cao”. Nhưng có người phản bác rằng nếu sao chổi là khói của tội lỗi, thì không phải lúc nào bầu trời cũng sẽ phải có sao chổi bùng cháy hay sao?

Ghi chép cổ xưa nhất về sự xuất hiện của sao chổi Halley (hay bất cứ sao chổi nào khác) có trong sách *Hoài Nam Tử* mà tác giả là Hoài Nam Vương Lưu An. Sao chổi này đã từng xuất hiện khi Chu Vũ Vương khởi binh chống Trụ Vương nhà Ân. Đó là vào năm 1057 trước Công nguyên. Hiện tượng sao chổi Halley tiến gần đến Trái Đất năm 66 là sự giải thích hợp lý cho đoạn Josephus nhắc đến một lưỡi gươm treo trên đầu thành Jerusalem suốt cả năm⁷¹. Năm 1066 người Norman lại chứng kiến lần trở lại của sao chổi Halley. Vì họ nghĩ rằng nó phải báo trước sự sụp đổ của một vương quốc nào đó, nên sao chổi đã khuyến khích William Người Chinh phục xâm lược nước Anh⁷². Sao chổi này cũng được ghi nhận thích đáng trên tấm thảm Bayeux, một thứ nhật trình của thời ấy. Năm 1301, Giotto, một trong những ông tổ của hội họa hiện thực thời nay, đã chứng kiến sao chổi Halley xuất hiện lần nữa và đã đưa nó vào một bức tranh vẽ Thiên Chúa giáng sinh⁷³. Sao chổi Lớn năm 1466 - lại vẫn là sao chổi Halley trở lại - đã gây kinh hoàng cho châu Âu Kitô giáo; người Kitô giáo sợ rằng Thiên Chúa đã phái sao chổi xuống trần chắc đang đứng về phe người Thổ Nhĩ Kỳ, vì họ vừa mới đoạt lại Constantinople từ tay người Kitô giáo.

Các nhà thiên văn hàng đầu của hai thế kỷ 16 và 17 bị sao chổi hút hồn, ngay cả Newton cũng có phần ngất ngây vì chúng. Kepler thì tả sao chổi lao đi trong không gian như “cá trong biển nước”, nhưng bị ánh sáng mặt trời xua tan, vì đuôi sao chổi luôn hướng ngược với hướng mặt trời. David Hume, trong nhiều trường hợp vốn là một nhà duy lý không khoan nhượng, thì lần này ít nhất cũng đùa giỡn với quan niệm rằng sao chổi là những tế bào sinh sản - đại khái như trứng hay tinh dịch gì đó - của các hệ hành tinh, và các hành tinh được sinh ra bằng một hình thức tình dục giữa các sao. Khi còn là sinh viên, trước khi bản thân mình phát minh ra kính thiên văn, Newton đã trải qua nhiều đêm không ngủ liên tiếp để tìm kiếm sao chổi trên trời bằng mắt thường, theo đuôi chúng hăng hái đến mức phát ôm vì kiệt sức. Theo gót Tycho và Kepler, Newton kết luận rằng sao chổi nhìn thấy từ Trái Đất không phải di chuyển trong khí quyển Trái Đất như Aristotle và những người khác đã nghĩ, mà còn xa hơn cả Mặt Trăng, tuy gần hơn Sao Thổ. Cũng giống như các hành tinh, sao chổi sáng là do phản chiếu ánh mặt trời, “và những người “đẩy” nó ra xa tít gần bằng các định tinh (ngôi sao cố định) đã nhầm to; vì nếu như thế thì sao chổi sẽ chẳng nhận được ánh sáng từ mặt trời của chúng ta nhiều hơn ánh sáng mà các hành tinh của chúng ta nhận được từ các định tinh”. Newton đã chứng tỏ rằng sao chổi, cũng giống như hành tinh, chuyển động theo hình elip: “Sao chổi là một kiểu hành tinh quay trên những quỹ đạo rất thuôn quanh Mặt Trời”. Sự phi thần thánh hóa này, dự báo này về quỹ đạo thường xuyên của sao chổi, đã giúp bạn ông là Edmund Halley vào năm 1707 tính toán rằng những sao chổi xuất hiện vào các năm 1531, 1607 và 1682 là biểu hiện của cùng một sao chổi với chu kỳ 76 năm, đồng thời dự đoán nó sẽ quay lại vào năm 1758. Sao chổi đã quay lại đúng hẹn và được đặt tên Halley sau khi ông mất. Sao chổi Halley đóng vai trò thú vị trong lịch sử loài người, và có thể là mục tiêu cho một con tàu thăm dò sao chổi đầu tiên, khi nó quay lại vào năm 1986⁷⁴.

Các nhà khoa học về hành tinh hiện nay có khi cho rằng sự va chạm giữa một sao chổi và một hành tinh có thể có đóng góp to lớn vào khí quyển của hành tinh. Ví dụ, tất cả nước trong khí quyển Sao Hỏa hiện nay có thể do sự va chạm gần đây của một sao chổi nhỏ tạo ra. Newton nhận xét rằng vật chất ở đuôi sao chổi bị khuếch tán trong không gian giữa các hành tinh và bị hút từng tí một vào các hành tinh ở gần đó bởi lực hấp dẫn. Ông tin rằng nước trên Trái Đất dần dần bị mất đi, “bị tiêu vào việc nuôi dưỡng thảm thực vật và làm phân hủy, và biến thành đất khô... Các chất lỏng, nếu không được cung cấp từ bên ngoài, nhất định sẽ giảm liên tục và cuối cùng hết sạch”. Newton hình như tin rằng các đại dương của Trái Đất có nguồn gốc từ sao chổi, và sở dĩ sự sống hình thành được cũng nhờ có vật chất sao chổi rơi xuống hành tinh của chúng ta. Trong cơn mơ mộng thần bí, Newton còn đi xa hơn: “Hơn nữa, tôi ngờ rằng tinh thần, phần nhỏ nhất nhưng tinh tế và có ích nhất trong không khí của chúng ta, rất cần thiết để duy trì sự sống của mọi thứ cùng với chúng ta, chủ yếu đến từ sao chổi.”

Ngay từ năm 1868 nhà thiên văn William Huggins phát hiện thấy những đặc điểm chi tiết giống nhau trong phổ của một sao chổi và phổ của khí tự nhiên hay khí “sinh dầu”. Như vậy Huggins đã khám phá ra chất hữu cơ trong sao chổi; sau này cả nhóm xyanô (xyanôgien phái sinh) CN, gồm một nguyên tử cacbon và một nguyên tử ni tơ, đoạn phân tử tạo nên xyanua, cũng được tìm thấy trong đuôi sao chổi. Khi Trái Đất sắp đi ngang qua đuôi sao chổi Halley năm 1910, nhiều người rất sợ hãi. Họ không hiểu rằng đuôi sao chổi cực kỳ loãng: hiểm họa từ chất độc có trong đuôi sao chổi ít hơn nhiều so với nguy hiểm vì ô nhiễm công nghiệp ở các thành phố lớn, ngay cả vào thời điểm năm 1910.

Nhưng lý lẽ tinh táo ấy không thuyết phục được ai. Ví dụ, những dòng tít trên tờ *Chronicle (Ghi chép sự kiện)* ở San Francisco ngày 15 tháng 5 năm 1910 gồm có: “Buồng hơi sao chổi to bằng ngôi nhà”, “Sao chổi đến khiến các ông chồng phải sửa mình”, “New York lên cơn sốt tiệc tùng vì sao chổi”. Tờ *Examiner (Người xem xét)* ở Los Angeles lấy giọng hài hước: “Này! Sao chổi đã phạt khí xyanôgien vào bạn chưa? ... Toàn nhân loại đang đợi vụ tắm hơi không mất tiền”, “Sẽ có ‘Tiết mục xóm tụ’”, “Nhiều người ngửi

thấy mùi xyanôgien”, “Nạn nhân trèo lên cây, cố gọi điện cho sao chổi”. Năm 1910, người ta đã tổ chức những buổi tiệc tùng xả láng trước ngày tận thế vì khí độc xyanôgien. Các doanh nhân nhạy bén buôn thuôt chống sao chổi và mặt nạ chống khí độc, mà đáng sợ thay mặt nạ chống khí độc lại là điểm báo cho những trận đánh của Chiến tranh thế giới lần thứ nhất sắp đến⁷⁵.

Một vài sự hiểu lầm về sao chổi vẫn sống dai dẳng đến ngày nay. Năm 1957, tôi là nghiên cứu sinh tại Đài thiên văn Yerkes của trường Đại học Chicago. Ngồi một mình trong đài thiên văn vào đêm khuya, tôi nghe thấy chuông điện thoại đổ từng hồi. Khi tôi nhắc máy trả lời, giọng nói lộ rõ tình trạng say túy lúy vang lên ở đầu dây bên kia: Cho tôi nói chuyện với một nhà thiên văn.” ‘Tôi có thể giúp gì được ạ?’” “À, xem đấy, chúng tôi đang có buổi liên hoan ngoài vườn ở Wilmette, thế mà trên trời có cái gì ấy. Lạ lăm, cứ nhìn thẳng vào nó thì nó biến đi. Còn nếu không nhìn vào nó thì nó lại hiện ra.” Phần nhạy sáng nhất của võng mạc không nằm ở giữa trường nhìn. Những ngôi sao mờ và các vật thể khác có thể nhìn rõ hơn bằng cách nhìn hơi lệch một chút sang bên. Tôi biết rằng vào thời điểm ấy trên trời có một sao chổi tên là Arend-Roland mới được phát hiện và rất khó nhìn thấy bằng mắt thường. Tôi liền bảo anh chàng say kia rằng chắc là anh ta đang nhìn thấy một sao chổi. Một khoảng lặng kéo dài, sau đó là câu hỏi: “Sao chổi thật à?” “Đúng là một sao chổi, đấy là một quả cầu tuyết kích thước chừng một dặm,” tôi đáp. Lại một khoảng lặng dài hơn, rồi người đối thoại đề nghị: “Cho tôi nói chuyện với một nhà thiên văn thực thụ.” Không hiểu khi sao chổi Halley xuất hiện lại vào năm 1986, sẽ có những chính trị gia nào sợ hãi về sự xuất hiện của nó, sẽ có những điều ngu ngốc nào còn đeo đuổi chúng ta nữa.

Tuy các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời trên các quỹ đạo elip, các quỹ đạo của chúng không thật elip *lắm*. Thoạt nhìn thì chúng chẳng khác gì đường tròn. Còn sao chổi thì khác - nhất là các sao chổi có chu kỳ dài - chúng có quỹ đạo elip rất rõ rệt. Các hành tinh là những anh chàng kỳ cựu sống ở vùng phía trong của hệ Mặt Trời; còn sao chổi là những anh chàng mới đến. Thế tại sao quỹ đạo hành tinh lại gần như tròn và tách biệt nhau rất nè nẹp? Bởi vì nếu các hành tinh có quỹ đạo rất elip thì đường đi của chúng cắt nhau, sớm hay muộn cũng sẽ va chạm. Trong lịch sử buổi sơ khai của hệ Mặt Trời, chắc là có nhiều hành tinh trong quá trình hình thành. Những hành tinh có quỹ đạo elip cắt nhau có xu hướng va nhau và bị phá hủy. Còn những hành tinh có quỹ đạo tròn có xu hướng phát triển lên và sống sót. Quỹ đạo của những hành tinh hiện nay là quỹ đạo của những kẻ sống sót trong quá trình chọn lọc tự nhiên thông qua va đập đó, vào độ tuổi trung niên ổn định của hệ Mặt Trời vốn từng bị các va đập dữ dội chi phối.

Ở phía ngoài cùng của hệ Mặt Trời, trong cảnh tối tăm ở bên ngoài khu vực các hành tinh khá xa, có một đám mây hình cầu khổng lồ chứa tới 1.000 tỷ nhân sao chổi, quay trên quỹ đạo quanh Mặt Trời không nhanh hơn chiếc xe đua trong cuộc đua ô tô Indianapolis 500⁷⁶. Một sao chổi khá điển hình nom giống như một quả cầu tuyết khổng lồ nhào lộn ngật ngưởng có kích thước khoảng 1 km. Chúng hầu hết chưa bao giờ xâm nhập qua ranh giới được ấn định bằng quỹ đạo Sao Diêm Vương. Nhưng thỉnh thoảng một ngôi sao tạt ngang gây xáo động hoặc rối loạn về mặt lực hấp dẫn trong đám mây sao chổi, thế là một đám sao chổi bị thay đổi quỹ đạo thành dạng elip rất thuôn liền bay về phía Mặt Trời. Sau khi đường đi của chúng lại bị thay đổi bởi tác động hấp dẫn của Sao Mộc hoặc Sao Thổ, chúng có xu hướng quay trở lại khu vực phía trong của hệ Mặt Trời, khoảng mỗi thế kỷ một lần. Ở đâu đó trong khoảng giữa quỹ đạo của Sao Mộc và Sao Hỏa, chúng bắt đầu nóng lên và bốc hơi. Đám vật chất thối từ khí quyển của Mặt Trời ra bốn phía, gọi là gió mặt trời, đã đẩy các mảnh bụi và băng về phía sau sao chổi, làm nhú ra một cái đuôi. Nếu thu kích thước Sao Mộc lại chỉ còn một mét, thì sao chổi còn nhỏ hơn cả hạt bụi, nhưng khi phát triển hết cỡ, đuôi của nó sẽ dài bằng khoảng cách giữa các hành tinh. Mỗi lần được nhìn thấy từ Trái Đất, sao chổi gieo rắc hàng mớ mè tín dị đoan trong lòng dân chúng Trái Đất. Nhưng dần dần con người cũng hiểu rằng sao chổi không sống quẩn quất trong bầu khí quyển của họ, mà ở mãi tận không gian giữa các hành tinh. Người ta bắt đầu tính toán quỹ đạo của nó. Và có lẽ vào một ngày không xa, con người sẽ phóng một con tàu vũ trụ

nho nhỏ để thám hiểm vị khách đến từ địa hạt các ngôi sao xa xôi kia⁷⁷.

Sớm hay muộn thì các sao chổi cũng sẽ va chạm với các hành tinh. Trái Đất và bạn đồng hành của nó là Mặt Trăng ắt phải bị bắn phá bởi các sao chổi và các tiểu hành tinh bé tí, vốn là những mảnh vụn còn sót lại từ thuở hình thành hệ Mặt Trời. Vì các vật thể nhỏ nhiều hơn các vật thể lớn, nên sẽ có nhiều vết va đập của các vật thể nhỏ hơn vết va đập của các vật thể lớn. Một vụ va đập của mảnh sao chổi nhỏ với Trái Đất, như vụ Tunguska, sẽ xảy ra với xác suất 1.000 năm một lần. Còn một vụ va đập với một sao chổi cỡ như sao chổi Halley, mà nhân có kích thước ước khoảng 20 km, sẽ chỉ xảy ra khoảng 1 tỷ năm một lần.

Khi một vật thể nhỏ băng băng va chạm với một hành tinh hoặc một vệ tinh, có thể nó sẽ không để lại một vết sẹo lớn lăm. Nhưng nếu vật thể va đập to hơn hoặc chủ yếu băng đá, thì sẽ có một vụ nổ tại nơi va chạm, nó khoét một hố trũng hình bán cầu, gọi là hố va đập hình miệng phễu. Và nếu không có quá trình nào san lấp hoặc xóa nhòa cái hố đó, thì nó có thể tồn tại hàng tỷ năm. Gần như không có sự bào mòn nào diễn ra trên Mặt Trăng nên khi chúng ta xem xét bề mặt Mặt Trăng, ta thấy nó phủ đầy các hố phễu va đập, nhiều hơn hẳn so với tính toán về số lượng khá ít ỏi các mảnh sao chổi và tiểu hành tinh đang tồn tại trong hệ Mặt Trời hiện nay. Bề mặt Mặt Trăng chứng tỏ một cách hùng hồn về cái thời tàn phá các thế giới đã qua đi hàng tỷ năm rồi.

Hố phễu va đập không chỉ có trên Mặt Trăng. Chúng ta tìm thấy chúng khắp nơi trong hệ Mặt Trời – từ Sao Thủy gần Mặt Trời nhất, đến Sao Kim phủ đầy mây cho tới Sao Hỏa và các vệ tinh tí hon của nó là Phobos và Deimos. Đây là những hành tinh kiểu Trái Đất, ít nhiều giống với Trái Đất, trong gia đình các thế giới của chúng ta. Chúng có bề mặt rắn, bên trong cấu tạo từ đá và sắt, còn các bầu khí quyển thì đủ loại, gồm từ loại gần như chân không đến loại có áp suất gấp 90 lần áp suất Trái Đất. Chúng lượn quanh Mặt Trời, nguồn ánh sáng và nguồn nhiệt, giống như đám đi cắm trại bu quanh ngọn lửa trại. Tất cả các hành tinh đều có tuổi khoảng 4,6 tỷ năm. Cũng như Mặt Trăng, chúng mang trên mình bằng chứng về một thời kỳ va đập tàn phá dữ dội trong lịch sử thuở ban đầu của hệ Mặt Trời.

Khi vượt ra phía ngoài Sao Hỏa, chúng ta tiến vào một khu vực khác hẳn - địa hạt của Sao Mộc và các anh chàng khổng lồ khác, gọi là các hành tinh kiểu Sao Mộc. Đây là những thế giới to lớn, chủ yếu cấu tạo từ hydro và hêli, với một lượng nhỏ các chất khí giàu hydro như mêtan, amôniắc và nước. Ở đó không tồn tại bề mặt rắn, mà chỉ có khí quyển và những đám mây nhiều màu. Quả là những hành tinh khổng lồ, chứ không phải cái thế giới nhỏ bé như Trái Đất. Một nghìn trái đất có thể nhét vào trong lòng Sao Mộc. Nếu một sao chổi hay một tiểu hành tinh rơi vào khí quyển Sao Mộc, ta sẽ không trông chờ xuất hiện một hố hình phễu, mà chỉ có sự nứt vỡ tức thời trong các đám mây⁷⁸. Thế nhưng chúng ta vẫn biết rằng ở khu vực rìa phía ngoài hệ Mặt Trời cũng có những vụ va đập trong suốt lịch sử nhiều tỷ năm - vì Sao Mộc có một đám rất đông các vệ tinh, 5 cái trong số đó đã được tàu vũ trụ *Voyager* khảo sát ở cự ly gần. Ở đây chúng ta lại tìm thấy bằng chứng của những thảm họa xa xưa.

Khi nào thám hiểm hết hệ Mặt Trời, chắc chúng ta sẽ có đủ bằng chứng của những thảm họa va đập trên cả chín hành tinh, từ Sao Thủy đến Sao Diêm Vương, và trên tất cả các vệ tinh, sao chổi và tiểu hành tinh.

Ở bề mặt hướng về Trái Đất của Mặt Trăng, có khoảng 10.000 hố miệng phễu nhìn thấy được từ Trái Đất băng kính thiên văn. Hầu hết chúng tập trung trên cao nguyên cổ của Mặt Trăng và xảy ra từ thời kỳ bồi tích cuối cùng của Mặt Trăng băng các mảnh vụn giữa các hành tinh. Có khoảng 1.000 hố miệng phễu kích thước lớn hơn 1 km ở vùng *maria* (tiếng Latin nghĩa là “biển”) - tên gọi các khu vực trũng, có lẽ được dung nham (tràn ngập ít lâu sau khi hình thành Mặt Trăng) phủ lên các hố miệng phễu đã tồn tại trước đó. Như vậy, theo cách tính toán rất phỏng chừng, các hố miệng phễu trên Mặt Trăng hiện nay được hình thành với tốc độ vào quãng 10^9 năm/ 10^4 hố miệng phễu, hay cứ 100.000 năm lại có thêm một hố miệng phễu. Vì

răng có lẽ vài tỷ năm trước có nhiều mảnh vụn trong không gian giữa các hành tinh hơn bấy giờ, nên chúng ta có thể phải chờ lâu hơn 100.000 năm để thấy một hố miệng phễu mới xuất hiện trên Mặt Trăng. Bởi lẽ Trái Đất có diện tích lớn hơn Mặt Trăng, nên chúng ta có thể phải đợi khoảng một vạn năm giữa các lần va đập để tạo ra một hố miệng phễu mới với kích thước to cỡ 1 km trên hành tinh chúng ta. Và kể từ khi hố thiên thạch (Meteor Crater), ở bang Arizona (Hoa Kỳ), được phát hiện có tuổi quãng 20.000 hay 30.000 năm, các quan sát trên Trái Đất có vẻ như phù hợp với những tính toán ước lượng như vậy.

Tác động va đập của một sao chổi nhỏ hoặc một tiểu hành tinh với Mặt Trăng có thể tạo ra một vụ nổ tức thời đủ sáng để nhìn thấy từ Trái Đất. Chúng ta có thể hình dung tổ tiên ta ngồi rỗi ngắm trăng vào một đêm nào đó cách đây 100.000 năm và bỗng thấy một đám mây lạ bốc lên từ phần không được chiếu sáng của Mặt Trăng, được các tia sáng Mặt Trời đột ngột rơi vào. Nhưng chúng ta cũng không trông đợi một sự việc như thế xảy ra vào thời đã có lịch sử. Xác suất đại khái chỉ là 1%. Thế nhưng vẫn có một ghi chép lịch sử có lẽ mô tả hiện tượng va đập trên mặt trăng nhìn thấy bằng mắt thường từ Trái Đất. Vào tối ngày 25 tháng 6 năm 1178, năm tu sĩ người Anh đã thông báo về một hiện tượng khác thường, rồi sau khi những người ấy thề trước Chúa Trời là họ nói thật, nó liền được ghi lại trong biên niên sử của Gervase ở Canterbury⁷⁹, người được coi là nhà ghi chép đáng tin cậy các sự kiện chính trị và văn hóa vào thời ông sống. Biên niên sử này ghi:

Khi đó là kỳ Trăng mới khá sáng, như thường lệ hai cái sừng Mặt Trăng hình lưỡi liềm cong về phía Đông. Bỗng cái sừng trên bị chém làm đôi. Từ điểm phân chia ở giữa, một ngọn đuốc bùng sáng, làm bắn ra nào lửa, nào than nóng, nào những tia lửa.

Hai nhà thiên văn Derral Mulholland và Odile Calame đã tính toán tác động va đập tạo ra một đám bụi bốc lên trên bề mặt Mặt Trăng mà cảnh tượng tương ứng với thông tin của các tu sĩ Canterbury.

Nếu sự va đập xảy ra mới chỉ 800 năm trước, thì hố phễu ấy vẫn còn thấy được. Mặt Trăng chưa đủ sức xóa lấp hết nó. Vì thiếu không khí và nước, nên ngay cả những hố phễu nhỏ có tuổi vài tỷ năm vẫn còn được lưu giữ tương đối tốt. Từ mô tả được Gervase ghi lại, có thể chỉ ra khu vực trên Mặt Trăng mà quan sát nói đến. Sự va đập tạo ra các tia tóe ra, tức là các vết thằng của bột đất đá mịn bắn ra trong vụ nổ. Những tia ấy gắn liền với những hố miệng phễu trẻ tuổi nhất trên Mặt Trăng - chẳng hạn các hố miệng phễu mang tên Aristarchus, Copernicus và Kepler. Nhưng trong khi các hố miệng phễu có thể chống chịu được với sự bào mòn theo thời gian, thì các vết tia, vốn cực kỳ mảnh, lại không giữ được. Khi thời gian trôi đi, chỉ cần có các vi thiên thạch - bụi mịn từ không gian - khuấy động và phủ lấp lên các tia, là chúng dần biến mất. Chính vì thế các tia là bằng chứng của một va đập diễn ra gần ngày nay nhất.

Nhà thiên thạch học Jack Hartung đã chỉ ra rằng một hố miệng phễu nhỏ rất gần đây, nom rất mới, với hệ tia hiện rõ, nằm đúng ở khu vực mà các tu sĩ Canterbury đã nhắc đến trên Mặt Trăng. Nó được đặt tên là hố phễu Giordano Bruno, theo tên một học giả Công giáo La Mã thế kỷ 16, người đã quả quyết rằng có vô số thế giới và nhiều nơi trong đó có người ở. Vì “tội” này và những “tội” khác mà ông đã bị thiêu sống trên giàn lửa vào năm 1600.

Một bằng chứng theo hướng khác do Calame và Mulholland nêu ra cũng phù hợp với giải thích này. Khi một vật thể va đập vào Mặt Trăng với tốc độ cao, nó làm cho Mặt Trăng lắc lư nhẹ. Tuy các dao động dần dần sẽ tắt đi nhưng chúng vẫn chưa tắt hết sau khoảng thời gian ngắn ngủi 800 năm. Một sự đụng đưa như vậy có thể phát hiện bằng kỹ thuật phản xạ tia laser. Các nhà du hành vũ trụ thuộc chương trình Apollo của Mỹ đã đặt các tấm gương đặc biệt gọi là bộ phản hồi laser tại một vài nơi trên Mặt Trăng. Khi một chùm laser từ Trái Đất đi tới gương rồi phản xạ trở lại, thì khoảng thời gian đi và về của nó được đo với độ chính xác rất cao. Khoảng thời gian này nhân với tốc độ ánh sáng sẽ cho ta biết khoảng cách đến Mặt Trăng vào thời điểm đó với độ chính xác cũng cao không kém. Những phép đo như vậy, được thực hiện trong khoảng một năm, bộc lộ rằng Mặt Trăng đang rung động với chu kỳ khoảng 3 năm và biên độ khoảng

3 m, phù hợp với ý tưởng cho răng hổ phễu Giordano Bruno sinh ra chưa đến 1.000 năm trước đây⁸⁰. Nhưng tất cả những bằng chứng ấy chỉ là gián tiếp và mang tính suy luận. Cái khả năng một hiện tượng như vậy diễn ra vào thời nhân loại đã có lịch sử, như tôi đã nói, là rất ít. Nhưng ít nhất thì bằng chứng ấy cũng khiến ta phải suy nghĩ. Cũng như sự kiện Tunguska và hố thiên thạch bang Arizona, chúng nhắc nhở chúng ta rằng không phải tất cả các tai họa va đập đều diễn ra vào thuở ban đầu của hệ Mặt Trời. Nhưng việc chỉ có một ít hố miệng phễu Mặt Trăng có hệ tỏa tia rõ rệt cũng mách cho chúng ta biết rằng ngay cả trên Mặt Trăng cũng diễn ra hiện tượng bào mòn⁸¹. Bằng cách xem xét hố miệng phễu nào chông lấn lên hố miệng phễu nào và các dấu hiệu khác của địa tầng học Mặt Trăng, chúng ta có thể tái hiện lại trình tự va đập và các hiện tượng tràn lấp mà sự hình thành hố phễu Bruno có lẽ là ví dụ gần nhất.

Trái Đất rất gần Mặt Trăng. Nếu Mặt Trăng lỗ chỗ dấu vết như vậy, thì sao Trái Đất lại tránh được sự bắn phá? Tại sao hố thiên thạch lại hiếm đến thế? Lũ sao chổi và tiểu hành tinh biết nghĩ là nên tránh đâm vào hành tinh có người ở chẳng? Thật là một sự độ lượng khó tin. Cách giải thích duy nhất khả dĩ là các hố miệng phễu va đập được tạo ra với tốc độ xấp xỉ như nhau trên Trái Đất cũng như trên Mặt Trăng, nhưng trên Mặt Trăng không có không khí, không có nước nên chúng được bảo tồn trong thời gian rất lâu, trong khi trên Trái Đất sự bào mòn chậm chạp đã san bằng chúng hoặc lấp đầy chúng. Nước chảy, cát bị gió cuốn đi và hiện tượng tạo núi là những quá trình diễn ra rất chậm. Nhưng trải qua hàng triệu hay hàng tỷ năm, chúng đủ sức xóa sạch những vết sẹo rất lớn do va đập để lại.

Trên bề mặt của bất cứ vệ tinh hay hành tinh nào cũng tồn tại các quá trình ngoại sinh, chẳng hạn như sự bắn phá, va đập từ vũ trụ, và các quá trình nội sinh, chẳng hạn như động đất; có những hiện tượng thiên tai nhanh chóng, chẳng hạn như núi lửa phun trào, và lại có các quá trình chậm chạp vô chừng, chẳng hạn như những hạt cát bé tí từ không trung hạ xuống bào mòn mặt đất. Không có lời đáp cho câu hỏi quá trình hay hiện tượng nào vượt trội, các quá trình bên ngoài hay các quá trình bên trong, các hiện tượng hiếm khi xảy ra nhưng dữ dội hay các hiện tượng phổ biến nhưng không dễ thấy. Trên Mặt Trăng thì các hiện tượng ngoại sinh, thiên tai chiếm vai trò chủ đạo; còn trên Trái Đất thì các quá trình nội sinh, chậm chạp lại thắng thế. Sao Hỏa là trường hợp trung gian.

Giữa các quỹ đạo của Sao Hỏa và Sao Mộc có vô số tiểu hành tinh giống như các hành tinh kiểu Trái Đất nhưng bé hơn nhiều. Cái lớn nhất trong chúng có kích thước chỉ vài trăm kilômét. Nhiều tiểu hành tinh có hình dáng thuôn dài và vừa đi vừa nhào lộn trong không gian. Trong một số trường hợp đường như hai tiểu hành tinh trở lên cùng chen nhau trong những quỹ đạo tương tác với nhau. Va chạm xảy ra thường xuyên giữa các tiểu hành tinh, thỉnh thoảng một miếng bị vỡ ra và ngẫu nhiên đâm phải Trái Đất, rồi rơi xuống đất dưới dạng thiên thạch. Thế nên trên giá trưng bày trong các nhà bảo tàng có lưu giữ các hiện vật là những mảnh, những miếng của các thế giới xa xăm. Vành đai tiểu hành tinh là một cái cối xay khổng lồ nghiền các mảnh ngày càng nhỏ đi cho tới khi thành bụi. Các mảnh to hơn, cùng với sao chổi, là thủ phạm chính gây ra các hố miệng phễu gần đây trên bề mặt các hành tinh. Vành đai tiểu hành tinh có lẽ là nơi mà một hành tinh đã từng không thể hình thành được vì những đợt triều của lực hấp dẫn đến từ hành tinh khổng lồ ở ngay bên cạnh là Sao Mộc; hoặc cũng có thể đó là tàn tích rải rác của một hành tinh bị nổ tung. Giả thuyết thứ hai đường như khó xảy ra vì không một nhà khoa học nào trên Trái Đất biết một hành tinh có thể nổ tung như thế nào, ấy thế mà lại hay.

Các vành của Sao Thổ ít nhiều giống vành đai tiểu hành tinh: hàng nghìn tỷ vệ tinh băng băng bé tí quay quanh hành tinh này. Chúng có thể là những mảnh vụn bị lực hấp dẫn của Sao Thổ ngăn cản không cho tích tụ thành một vệ tinh lớn hơn ở gần đó, hoặc chúng cũng có thể là tàn tích của một vệ tinh đã trót lang thang đến quá gần Sao Thổ để bị những đợt triều của lực hấp dẫn đập vỡ tan tành. Mà biết đâu, đấy cũng có thể là trạng thái cân bằng bền giữa vật chất phóng ra từ một vệ tinh của Sao Thổ, chẳng hạn Titan, và

vật chất rơi xuống khí quyển của hành tinh này. Sao Mộc và Sao Thiên Vương cũng có hệ vành mới được phát hiện và gần như không nhìn thấy được từ Trái Đất. Sao Hải Vương có vành hay không đang là vấn đề thảo luận sôi nổi của các nhà nghiên cứu hành tinh⁸². Vành có thể là món đồ trang sức điển hình của các hành tinh kiểu Sao Mộc trong khắp vũ trụ.

Những vụ va chạm lớn gần đây mà các hành tinh từ Sao Thổ đến Sao Kim trải qua được đưa ra như thật trong một cuốn sách khá nổi tiếng nhan đề *Các thế giới trong cơn va đập (Worlds in Collision)* xuất bản năm 1950 mà tác giả là một nhà tâm thần học tên là Immanuel Velikovsky. Ông này cho rằng một thiên thể có khối lượng cỡ một hành tinh, mà ông gọi là một sao chổi, bằng cách nào đó đã sinh ra trong hệ thống của Sao Mộc. Khoảng 3.500 năm trước đây nó xồng xộc lao vào phía trong của hệ Mặt Trời và nhiều lần đâm phải hết Trái Đất đến Sao Hỏa, để lại các hậu quả là Biển Đỏ tách rộng, giúp cho Moses và người Israel trốn thoát khỏi các pharaông Ai Cập, và Trái Đất ngừng quay theo lệnh của Joshua. Nó cũng gây ra, theo lời Velikovsky, hiện tượng núi lửa hoạt động dữ dội và lũ lụt⁸³. Velikovsky đã hình dung rằng sao chổi nọ, sau trò chơi bi-a phức tạp trong không gian giữa các hành tinh, đã an cư vào một quỹ đạo ổn định gần như tròn để trở thành Sao Kim - hành tinh mà ông quả quyết rằng trước đó chưa hề tồn tại.

Như tôi đã luận giải, những ý tưởng như thế gần như chắc chắn là sai lầm. Các nhà thiên văn không phản đối các ý tưởng về những vụ va chạm lớn, chỉ phản đối các vụ va chạm lớn *gần đây*. Trong bất cứ mô hình nào của hệ Mặt Trời, người ta không thể biểu thị kích thước của các hành tinh đúng tỷ lệ với các quỹ đạo của chúng, vì khi đó các hành tinh sẽ bé đến nỗi gần như không thể thấy được. Nếu biểu thị các hành tinh đúng tỷ lệ thực, như hạt bụi, thì chúng ta dễ dàng nhận thấy rằng xác suất một sao chổi va phải Trái Đất trong khoảng vài ngàn năm là cực kỳ nhỏ. Hơn nữa, Sao Kim là một hành tinh băng đá và kim loại, nghèo hyđrô, trong khi Sao Mộc - nơi mà Velikovsky giả định là chốn quê hương của Sao Kim - lại cấu tạo gần như toàn băng hyđrô. Chẳng có nguồn năng lượng nào để Sao Mộc phóng ra sao chổi hay hành tinh. Nếu một thiên thể đi ngang qua Trái Đất, nó cũng không thể làm cho Trái Đất “ngừng” quay, chưa nói đến việc sau đó lại quay trở lại với tốc độ 24 giờ/vòng (ngày). Không có một bằng chứng địa chất nào ủng hộ cho ý tưởng về tần suất hoạt động khác thường của núi lửa và lũ lụt cách đây 3.500 năm. Có những lời ghi trong văn tự Lưỡng Hà nhắc đến Sao Kim trước cả thời điểm mà Velikovsky nói là Sao Kim đã biến từ một sao chổi thành một hành tinh⁸⁴. Không thể nào có chuyện một thiên thể đang ở quỹ đạo elip rất thuôn như vậy lại có thể nhanh chóng chuyển sang quỹ đạo gần như hình tròn hoàn hảo của Sao Kim hiện nay. Vân vân.

Nhiều giả thuyết do các nhà khoa học cũng như những người không phải nhà khoa học đưa ra hóa ra không đúng. Nhưng khoa học là một thứ tự điều chỉnh. Để được chấp nhận, tất cả những ý tưởng mới phải vượt qua được những tiêu chuẩn khắt khe về bằng chứng. Khía cạnh tồi tệ nhất của vụ Velikovsky không phải là ở chỗ giả thuyết của ông sai lầm hay mâu thuẫn với các sự thực đã được xác lập chắc chắn, mà ở chỗ có vài người tự nhận mình là nhà khoa học lại ra sức trấn áp tác phẩm của Velikovsky. Khoa học được sinh ra bởi và dành cho truy vấn tự do: dựa trên tư tưởng rằng bất kỳ một giả thuyết nào, dù kỳ cục đến đâu, đều đáng được xem xét giá trị. Sự cấm đoán những tư tưởng không thuận chiều có thể phổ biến trong tôn giáo và chính trị, nhưng đó không phải là con đường dẫn tới tri thức, cấm đoán không có chỗ đứng trong nỗ lực của khoa học. Chúng ta không biết trước được ai sẽ khám phá ra những hiểu biết mới có tính chất nền tảng.

Sao Kim gần như có cùng khối lượng⁸⁵, kích thước và tỷ khối (khối lượng riêng) với Trái Đất. Là hành tinh gần nhất, hàng thế kỷ nay nó vẫn được coi là người chị em vái Trái Đất. Hành tinh chị em ấy thực ra như thế nào? Liệu có phải nó là một hành tinh dịu êm, ngập tràn mùa hạ, hơi nóng hơn Trái Đất vì nó ở gần Mặt Trời hơn chút đỉnh? Nó có các hố miệng phễu do va đập không, hay là tất cả chúng đã bị xóa nhòa đi rồi? Có núi lửa không? Có núi non không? Rồi đại dương? Sự sống?

Người đầu tiên nhìn Sao Kim qua kính thiên văn là Galileo vào năm 1609. Ông nhìn thấy một cái đĩa tuyệt nhiên không có chi tiết gì. Galileo nhận thấy nó trải qua các pha giống như Mặt Trăng, từ hình lưỡi liềm mảnh tới hình đĩa tròn, vì cùng một nguyên nhân: có khi chúng ta nhìn thấy chủ yếu phía đêm của Sao Kim, có khi lại nhìn thấy chủ yếu phía ngày của nó, một phát hiện càng củng cố quan điểm rằng Trái Đất quay quanh Mặt Trời chứ không phải ngược lại. Khi những cái kính thiên văn trở nên to hơn và độ phân giải (tức khả năng phân biệt chi tiết nhỏ) của chúng được cải thiện, người ta lại hướng chúng về phía Sao Kim. Nhưng chúng cũng chẳng đạt được gì khá hơn chiếc kính thiên văn của Galileo. Rõ ràng Sao Kim bị phủ một lớp mây dày mờ đục. Khi nhìn hành tinh này trên bầu trời buổi sáng hay buổi tối, chúng ta thấy ánh sáng Mặt Trời phản xạ từ các đám mây Sao Kim. Nhưng hàng thế kỷ sau khi khám phá ra chúng, thành phần của các đám mây ấy vẫn hoàn toàn chưa được sáng tỏ.

Việc chẳng nhìn thấy cái gì trên Sao Kim đã khiến một vài nhà khoa học đi đến kết luận rằng bề mặt Sao Kim là đầm lầy, giống như của Trái Đất ở kỷ Cắcbon. Lý lẽ - nếu như có thể dùng từ có phần phóng đại như vậy - đại để như sau:

“Tôi chẳng trông thấy cái gì trên Sao Kim.”

“Tại sao không?”

“Vì nó bị mây phủ hoàn toàn.”

“Thế mây cấu tạo từ cái gì?”

“Tất nhiên là từ nước.”

“Tại sao mây Sao Kim lại dày đặc hơn mây Trái Đất nhỉ?” “Vì trên đó có nhiều nước hơn.”

Nếu như trong mây có nhiều nước hơn, thì trên bề mặt chắc cũng phải có nhiều nước hơn. Thứ bề mặt rất ẩm ướt ấy là thứ gì?”

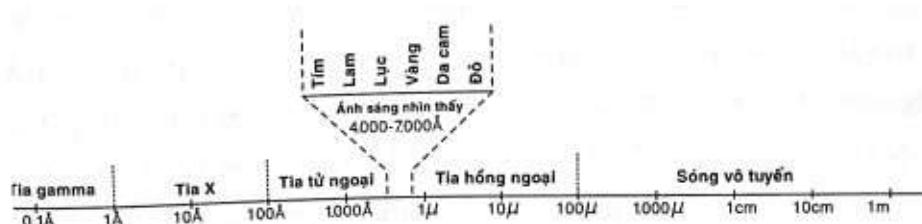
“Đầm lầy.”

Và nếu tồn tại đầm lầy, thì tại sao không có ve sầu và chuồn chuồn, thậm chí cả khủng long trên Sao Kim được nhỉ? Quan sát: tuyệt nhiên không thấy cái gì trên Sao Kim. Kết luận: trên đó ăn có sự sống. Những đám mây không bộc lộ nét riêng của Sao Kim phản ánh những định kiến của chính chúng ta. Chúng ta là sinh vật sống, nên chúng ta dễ đón nhận ý tưởng về sự sống ở nơi khác. Nhưng chỉ có sự tích lũy cẩn thận và sự đánh giá tinh táo các bằng chứng mới có thể mách bảo cho chúng ta biết một thế giới nào đó có sự sống hay không. Sao Kim hóa ra lại không chiều theo những định kiến của chúng ta.

Mẫu chốt hữu hiệu đầu tiên góp phần giải đáp bản chất thực của Sao Kim có được từ việc xử lý một lăng kính hoặc một tấm phẳng gọi là cách tử nhiễu xạ, trên đó có phủ những vạch rất mảnh cách nhau đều đặn. Khi một chùm ánh sáng trắng bình thường và mạnh đi qua một khe hẹp rồi qua một lăng kính hoặc cách tử nhiễu xạ, nó tách ra thành một dải màu sắc cầu vồng gọi là phổ. Phổ trải rộng từ tần số cao⁸⁶ của ánh sáng nhìn thấy được đến các tần số thấp - màu tím, màu lam, màu lục, màu vàng, màu cam và màu đỏ. Vì chúng ta nhìn thấy những màu này nên nó được gọi là quang phổ, tức phổ của ánh sáng nhìn thấy được. Nhưng còn có nhiều ánh sáng hơn nhiều so với đoạn quang phổ ngắn mà chúng ta nhìn thấy. Ở các tần số cao hơn, phía trên màu tím, là phần phổ của tia tử ngoại (cực tím): một loại ánh sáng có thực giết chết các vi khuẩn. Loại ánh sáng này vô hình đối với chúng ta, nhưng dễ dàng được ong đốt và các tế bào quang điện cảm nhận được. Thế giới có nhiều thứ phong phú hơn những gì chúng ta có thể thấy. Phía trên tia tử ngoại là phần tia X (X-quang) của phổ, và phía trên các tia X là các tia gamma, ở phía tần số thấp, bên ngoài ánh sáng đỏ là phần tia hồng ngoại của phổ. Nó được phát hiện lần đầu tiên bằng cách đặt một cái nhiệt kế vào chỗ đen hoàn toàn đối với con mắt của chúng ta phía ngoài ánh sáng đỏ. Nhiệt độ của nhiệt kế nhích lên. Vậy là có ánh sáng rơi vào nhiệt kế tuy nó vô hình đối với con mắt chúng ta. Rắn đuôi kêu và các chất bán dẫn có pha tạp chất cảm nhận rất tốt bức xạ hồng ngoại này. Phía ngoài tia hồng ngoại là khu

vực phổ bao la của các sóng vô tuyến. Từ tia gamma đến sóng vô tuyến, tất cả đều là những loại ánh sáng quan trọng như nhau. Tất cả chúng đều có ích trong thiên văn học. Nhưng vì những hạn chế của mắt ta mà chúng ta có một định kiến, một sự thiên vị đối với dải màu cầu vồng nhỏ xíu mà ta gọi là phổ của ánh sáng nhìn thấy được.

Năm 1844, triết gia Auguste Comte đang tìm kiếm ví dụ về một thứ kiến thức luôn luôn thoát khỏi tầm với của chúng ta. Ông đã chọn kiến thức về thành phần của các ngôi sao và hành tinh xa xôi. Ông nghĩ rằng vì con người sẽ chẳng bao giờ đến được tận những nơi xa xôi ấy, mà khi không có mẫu trong tay thì dường như chúng ta sẽ mãi mãi chẳng bao giờ biết được thành phần của chúng. Nhưng chỉ ba năm sau khi Comte mất, người ta đã khám phá ra rằng có thể sử dụng ảnh phổ để xác định thành phần hóa học của các thiên thể xa xôi. Các phân tử và nguyên tố hóa học khác nhau hấp thụ các tần số hay màu sắc ánh sáng khác nhau, có lúc trong vùng nhìn thấy được, có lúc lại ở vùng khác của phổ. Trong ảnh phổ khí quyển của một hành tinh, mỗi vạch tối riêng rẽ thể hiện hình ảnh của một khe hở nơi mà ánh sáng bị mất tích, đó là hiện tượng hấp thụ ánh sáng mặt trời trong khoảng thời gian ngắn ngủi mà ánh sáng đó đi qua bầu không khí của một hành tinh. Mỗi một vạch như thế do một phân tử hay nguyên tử cụ thể gây ra. Mỗi chất có một đặc trưng phổ riêng của mình, giống như chữ ký của con người vậy. Như thế có thể xác định được các chất khí trên Sao Kim từ Trái Đất, cách xa 60 triệu kilômét. Chúng ta có thể đoán được thành phần của Mặt Trời (trong đó heli, được đặt theo tên thần Mặt Trời của người Hy Lạp là Helios, được phát hiện đầu tiên); của các sao từ kiểu A giàu nguyên tố oröopi (europium); của các thiên hà xa xôi được phân tích qua ánh sáng tập thể của cỡ 100.000 tỷ ngôi sao thành phần. Phổ học thiên văn là một công cụ kỹ thuật thần diệu. Nó vẫn làm tôi kinh ngạc. Auguste Comte đã chọn phải một ví dụ không may chút nào.



Sơ đồ phổ điện từ, rải từ các bước sóng ngắn nhất (tia gamma) đến các bước sóng dài nhất (sóng vô tuyến). Bước sóng ánh sáng được đo bằng angstrom (Å), micrômét (μm), xăngtimét (cm) và mét (m).

Nếu Sao Kim ướt đẫm như người ta vẫn nghĩ, thìắt phải dễ dàng tìm thấy các vạch hơi nước trong phổ của nó. Nhưng những tìm kiếm bằng phổ học đầu tiên, được tiến hành tại Đài thiên văn Núi Wilson vào quãng năm 1920, đã không phát hiện được một dấu vết nào, một hơi hướng nào của hơi nước trên những đám mây của Sao Kim. Trái lại, nó gợi lên một bề mặt khô hạn như sa mạc mà phía trên là những đám mây bụi silicat li ti đang trôi. Nghiên cứu tiếp theo phát hiện một lượng lớn điôxít cacbon (khí cacbonic) trong không khí, khiến một vài nhà khoa học cho rằng toàn bộ nước trên hành tinh này đã kết hợp với hyđrôcacbon để tạo ra điôxít cacbon, do đó có thể nói bề mặt Sao Kim là một mỏ dầu khổng lồ, một biển dầu lửa bao khắp hành tinh. Những người khác lại kết luận rằng sở dĩ không có hơi nước phía trên các đám mây là vì mây quá lạnh, khiến nước ngừng kết thành những giọt nước nhỏ, mà các giọt nước thì không có cùng mẫu các vạch phổ như hơi nước. Họ bèn đưa ra giả thuyết rằng nước phủ khắp hành tinh này - có lẽ chỉ trừ một vài hòn đảo phủ đá vôi, giống như những vách đá ở Dover⁸⁷. Nhưng bởi lẽ trong khí quyển có một lượng điôxít cacbon dồi dào, nên nước biển không thể là nước thường, mà phải là nước “ga” theo đúng quy luật của hóa lý. Như vậy là Sao Kim, theo quan niệm của họ, phải chứa cả một đại dương bao la toàn nước khoáng có ga.

Những hé lộ đầu tiên về tình trạng thực không phải xuất phát từ những nghiên cứu phân tích trong phần ánh sáng nhìn thấy được hay phần hồng ngoại liền kề của phổ, mà lại từ vùng sóng vô tuyến. Một kính thiên

văn vô tuyến hoạt động giống một dụng cụ đo độ rọi hơn là giống máy ảnh. Bạn chia nó về phía một khu vực khá rộng nào đó trên trời, thế là nó ghi lại có bao nhiêu năng lượng, nhất là ở tần số sóng vô tuyến, đi xuống Trái Đất. Chúng ta thường liên tưởng tới việc các tín hiệu vô tuyến được truyền bởi những dạng thể nào đó của sinh vật có trí tuệ - kiểu như những “người” cho chạy các trạm phát thanh và truyền hình. Nhưng cũng có nhiều nguyên nhân khác khiến các vật thể tự nhiên phát ra sóng vô tuyến. Một nguyên nhân trong đó là do các vật thể đó nóng. Vào năm 1956, khi lần đầu tiên hướng một chiếc kính thiên văn vô tuyến đời đầu về phía Sao Kim, người ta phát hiện Sao Kim đang phát ra sóng vô tuyến như thể nó ở nhiệt độ cực kỳ cao. Nhưng sự xác nhận thực sự rằng bề mặt Sao Kim nóng khủng khiếp chỉ có được khi con tàu vũ trụ của Liên Xô thuộc loạt tàu *Venera* lần đầu tiên lọt vào những đám mây mù mịt và hạ cánh xuống bề mặt bí hiểm tưởng như không thể tới được của hành tinh gần chúng ta nhất này. Hóa ra là Sao Kim bị nướng nóng ghê gớm. Chẳng có đầm lầy, chẳng có biển dâu nào cả, mà cũng không hề có các đại dương nước khoáng có ga. Đúng là khi chưa có đủ dữ liệu, ta rất dễ sai lầm.

Khi tôi gặp mặt một cô bạn, tôi nhìn thấy cô trong ánh sáng phản xạ, ánh sáng ấy xuất phát, chẳng hạn từ Mặt Trời, hay từ một bóng đèn điện. Những tia sáng ấy hắt từ mặt cô bạn tôi và đi vào mắt tôi. Thế mà người xưa, kể cả những bậc tiếng tăm tầm cỡ như Euclid, lại cho rằng chúng ta nhìn thấy các vật nhờ có các tia sáng bằng cách nào đó phát ra từ mắt mình, bay tới tiếp xúc chủ động với vật mà ta đang quan sát. Quan niệm này kể ra cũng tự nhiên và vẫn còn bắt gặp đây đó, tuy nó không lý giải được tại sao ta không nhìn được các vật trong phòng tối. Ngày nay chúng ta kết hợp laser với tế bào quang điện, hoặc thiết bị phát sóng radar với chiếc kính thiên văn vô tuyến. Bằng cách đó chúng ta cho ánh sáng tiếp xúc chủ động với các vật ở rất xa. Trong ngành thiên văn radar, các sóng vô tuyến phát ra từ một chiếc kính thiên văn trên Trái Đất, phỏng trúng vào phần bán cầu Sao Kim lúc đó đang quay mặt về phía Trái Đất và bật trở lại. Ở nhiều bước sóng, các đám mây và khí quyển Sao Kim là hoàn toàn trong suốt đối với sóng vô tuyến. Vài địa điểm trên bề mặt hành tinh sẽ hấp thụ sóng vô tuyến, hoặc nếu nơi đó rất gồ ghề, nó sẽ hắt sóng ra nhiều hướng, khiến cho nơi đó trở nên tối sầm đối với sóng vô tuyến. Bằng cách theo dõi những đặc điểm địa hình bề mặt di chuyển theo chiều quay của Sao Kim, lần đầu tiên con người có thể xác định được một cách đáng tin cậy độ dài của ngày trên Sao Kim, hay nói cách khác là Sao Kim phải mất bao lâu để quay trọn một vòng quanh trục. Té ra là Sao Kim quay một vòng so với nền sao mất 243 ngày Trái Đất, nhưng lại theo chiều ngược lại so với mọi hành tinh khác thuộc phần phía trong của hệ Mặt Trời. Kết quả là Mặt Trời mọc ở đăng Tây và lặn ở đăng Đông, từ lúc Mặt Trời mọc đến lúc Mặt Trời lặn dài 118 ngày Trái Đất.Thêm vào đó Sao Kim gần như luôn hướng một mặt về phía Trái Đất mỗi khi nó ở gần Trái Đất nhất. Cho dù lực hấp dẫn của Trái Đất đã thúc đẩy Sao Kim quay cùng nhịp với Trái Đất, điều đó xảy ra không chỉ một sớm một chiều. Và Sao Kim cũng không thể chỉ vài ngàn năm tuổi mà nó cũng già như tất cả các thiên thể khác ở miền trong của hệ Mặt Trời.

Người ta đã thu được những hình ảnh Sao Kim chụp bằng sóng radar, một số từ các kính thiên văn radar trên Trái Đất, một số từ con tàu *Pioneer Venus* bay trên quỹ đạo quanh hành tinh này. Trên các bức ảnh hiện ra những chứng tích gợi rõ dấu hiệu các hố miệng phễu do va đập. Trên Sao Kim số hố miệng phễu không to quá hay không bé quá cũng nhiều như trên các cao nguyên của Mặt Trăng, nhiều đến nỗi một lần nữa nó mách ta rằng Sao Kim rất già. Nhưng các hố miệng phễu của Sao Kim nông đến mức ngạc nhiên, như thể nhiệt độ cao của bề mặt đã tạo ra một thứ đá mềm chảy trong bao nhiêu lâu, giống như kẹo mạch nha hay matít, dần dần làm địa hình bớt gồ ghề. Có những sơn nguyên lớn, cao gấp hai lần cao nguyên Tây Tạng, một thung lũng rift rộng lớn, có thể là những núi lửa khổng lồ và một ngọn núi cao như núi Everest. Giờ đây một thế giới trước kia hoàn toàn ẩn giấu dưới mây đã hiện ra - những đặc điểm địa hình của nó được khám phá bằng radar và các con tàu vũ trụ.

Nhiệt độ bề mặt Sao Kim, suy ra từ phân tích thiên văn vô tuyến và được xác nhận bởi các phép đo

trực tiếp của tàu vũ trụ, vào khoảng 480°C , nóng hơn bất cứ bếp lò gia đình nóng nhất nào. Áp suất bề mặt tương ứng là 90 atmôtphe, gấp 90 lần áp suất chúng ta cảm thấy từ khí quyển Trái Đất và tương đương áp suất ở độ sâu một kilômét dưới mặt biển. Để tồn tại lâu dài trên Sao Kim, một con tàu vũ trụ phải được làm lạnh, đồng thời được chế tạo giống như một chiếc tàu lặn rất sâu.

Đã có quãng hơn chục con tàu vũ trụ của Liên Xô và Hoa Kỳ đi vào bầu khí quyển dày đặc của Sao Kim, xuyên qua mây, một số ít trong số đó chỉ “sống” được khoảng một giờ trên bề mặt hành tinh⁸⁸. Hai con tàu vũ trụ loạt *Venera* của Liên Xô đã chụp ảnh dưới đất Sao Kim. Hãy thử lần theo bước tiến của các chuyến bay tiên phong ấy và tham quan một thế giới khác xem sao.

Trong ánh sáng thông thường mà mắt người nhìn thấy được, có thể phân biệt những đám mây vàng nhòe nhạt của Sao Kim, nhưng chúng gần như không biểu lộ một đặc điểm riêng biệt nào, như Galileo từng nhận xét đầu tiên. Tuy nhiên, nếu sử dụng các camera “nhìn” ở dải tử ngoại, thì chúng ta thấy một hệ thống thời tiết cuộn xoáy vừa phức tạp vừa đẹp mê hồn, ở đó gió thổi quang 100 m/s, tức khoảng 360 km/h. Khí quyển Sao Kim chứa tới 96%二氧化cacbon. Có những vết tích rất nhỏ của nitơ, hơi nước, agon, mono xít cacbon và các khí khác, còn lượng hydrat cacbon ít ỏi có mặt chỉ chiếm chưa đầy 0,1 phần triệu. Các đám mây của Sao Kim hóa ra chủ yếu là thứ dung dịch đậm đặc axít sunfuric. Cũng tồn tại một lượng nhỏ axít clohyđric và axít flohydric. Ngay cả trên các tầng mây cao và lạnh thì Sao Kim vẫn là một nơi hết sức ghê rợn.

Phía trên lớp mây dày nhìn thấy được, ở độ cao khoảng 70 km, luôn có một thứ khói mờ cấu tạo từ các hạt nhỏ li ti. Xuống đến độ cao 60 km, chúng ta chìm vào các đám mây, bao quanh ta là những giọt nhỏ axít sunfuric đặc. Càng xuống thấp hơn thì các hạt mây càng to hơn. Trong khí quyển thấp hơn tồn tại thứ khí nồng nặc là二氧化 lưu huỳnh SO_2 với nồng độ ở mức vết⁸⁹. Nó đi lên phía trên các đám mây, bị ánh sáng tử ngoại đến từ Mặt Trời phá vỡ rồi tái kết hợp với nước ở đó để tạo thành axít sunfuric, axít này kết tụ thành các giọt nhỏ, lảng dần xuống phía dưới, để rồi ở độ cao thấp hơn hoàn tất chu trình tuần hoàn bằng cách bị nhiệt phá vỡ và trở lại là SO_2 và nước. Mưa trên Sao Kim bao giờ cũng là mưa axít sunhirc, bao trùm khắp hành tinh, nhưng không có một giọt nào xuống tới mặt đất.

Sương mù màu lưu huỳnh chẳng xuống phía dưới, đến cách bề mặt Sao Kim khoảng 45 km, ở đó chúng ta đắm mình vào một bầu không khí đặc nhưng sáng rõ như pha lê. Áp suất không khí cao đến nỗi ta không thể nhìn thấy mặt đất. Ánh sáng bị các phân tử không khí khuếch tán tản tung làm mờ nhòa mọi hình ảnh của mặt đất. Ở đây không có bụi, không có mây, chỉ có một bầu không khí ngày càng dày đặc đến mức dường như có thể sờ mó được. Ánh sáng từ các đám mây phía trên tỏa xuống cũng dồi dào như vào những ngày trời đầy mây trên Trái Đất.

Với cái nóng xé da cháy thịt, với áp suất đè bẹp mọi thứ, các loại khí độc hại và mọi thứ tràn ngập một ráng đỏ rực kỳ quái, Sao Kim dường như chẳng giống tí nào một nữ thần tình yêu⁹⁰ mà giống như hiện thân của địa ngục. Trong chừng mực mà chúng ta có thể phán đoán, ít nhất vài nơi trên bề mặt là những bãi lốn nhốn những viên đá hơi mềm không có hình thù nhất định, hỗn độn, còn lại là quang cảnh tro trọi, chỉ bớt tro trọi vì đây đó rải rác dăm ba cái xác tàu vũ trụ bị bỏ rơi sau khi đến từ một hành tinh xa xôi, mà gần như không thể nhìn thấy được qua lớp khí quyển dày đặc, dày mây và độc hại.⁹¹

Sao Kim cho ta ví dụ về một thảm họa bao trùm khắp hành tinh. Giờ đây dường như ta có thể hiểu rõ rằng nhiệt độ cao ở bề mặt có nguyên nhân từ hiệu ứng nhà kính quy mô lớn. Ánh sáng đi qua khí quyển và các lớp mây Sao Kim, vốn chỉ trong suốt một nửa đối với ánh sáng nhìn thấy được, và xuống tới mặt đất. Bề mặt bị nung nóng ra sức bức xạ nhiệt trở lại không gian. Nhưng vì Sao Kim lạnh hơn nhiều so với Mặt Trời, nên nó bức xạ chủ yếu trong vùng hồng ngoại chứ không phải trong vùng ánh sáng nhìn thấy được.

Thế nhưng, điôxít cacbon và hơi nước⁹² trong khí quyển Sao Kim hầu như hoàn toàn không trong suốt đối với bức xạ hồng ngoại, nên nhiệt lượng đến từ Mặt Trời bị “nhốt trong bẫy” khá chắc chắn, thế là nhiệt độ bề mặt tăng lên - cho đến khi một lượng nhỏ bức xạ hồng ngoại thoát ra khỏi bầu khí quyển nặng trịch một cách khó khăn vừa đủ để cân bằng với ánh sáng bị hấp thụ trong các lớp dưới của khí quyển và dưới đất.

Thế giới láng giềng của chúng ta té ra lại là một nơi khó chịu kinh khủng. Nhưng ta sẽ quay trở lại Sao Kim. Dù sao nó cũng có cái hấp dẫn riêng của nó. Các nhân vật thần thoại Hy Lạp và Bắc Âu ai cũng ra sức muốn lên thăm Địa ngục. Cũng còn nhiều điều phải tìm hiểu về hành tinh chúng ta, một thiên đường tương đối nếu so với Địa ngục kia.

Con nhân sư, nửa người nửa sứ tử, được kiến tạo hơn 5.500 năm trước⁹³. Bộ mặt của nó góc cạnh và sắc nét. Nhưng trải qua hàng ngàn năm cát thối và thỉnh thoảng mưa rơi trên sa mạc, đường nét của nó đến nay đã mềm mại, tròn trịa đi. Ở thành phố New York có một tượng đài gọi là Cây Kim của Cleopatra, lấy từ Ai Cập. Nó trú ngụ trong công viên trung tâm của thành phố này chỉ khoảng 100 năm, thế mà những nét khắc của nó đã gần như bị xóa nhòa hết, vì sương khói và ô nhiễm công nghiệp - sự ăn mòn hóa học giống như trong khí quyển Sao Kim. Sự xói mòn trên Trái Đất cứ chậm chạp xoa đi thông tin, nhưng vì nó diễn ra từ từ - hạt mưa tí tách rơi, hạt cát quật lẩn hồi - nên những quá trình trên có thể không nhận ra. Những hình khối lớn, như những dãy núi, có thể trụ được qua hàng chục triệu năm, những hố phễu và đập nhỏ hơn có lẽ tồn tại được 100.000 năm⁹⁴; còn những vật kích cỡ lớn do con người tạo tác chỉ tồn tại được vài ngàn năm. Ngoài sự ăn mòn chậm chạp và đều đẽ ấy, còn có thể xảy ra sự phá hoại bắt nguồn từ những tai họa lớn nhỏ. Con nhân sư bị mất cái mũi. Có kẻ đã bắn rụng cái mũi của nó trong giây phút báng bổ vô công rồi nghẽ - người thì bảo đó là đám Mameluke gốc gác nô lệ người Thổ Nhĩ Kỳ, người lại bảo đó là quân lính của Napoleon.

Trên Sao Kim, trên Trái Đất và những nơi khác trong hệ Mặt Trời đều có bằng chứng về sự tàn phá mang tính tai họa, được làm dịu đi hoặc bị lấn át bởi các quá trình đồng đều và diễn ra chậm hơn: chẳng hạn, trên Trái Đất, nước mưa chảy thành các dòng nước, suối và sông ngòi, tạo ra các lưu vực trũng rộng lớn đầy phù sa; trên Sao Hỏa, là tàn tích của các dòng sông cổ, có lẽ trôi lên từ dưới đất; trên vệ tinh của Sao Mộc là Io, có vẻ như có những con kênh rộng hình thành từ dòng chảy của lưu huỳnh lỏng. Những quá trình của hệ thời tiết hung mạnh vẫn đang diễn ra trên Trái Đất, trong thượng tầng khí quyển Sao Kim và trên Sao Mộc. Bão cát hoành hành trên Trái Đất và trên Sao Hỏa, sấm chớp xảy ra cả trên Sao Kim, Sao Mộc và Trái Đất. Những ngọn núi lửa phóng đá vụn lên bầu khí quyển của Trái Đất và vệ tinh Io. Những quá trình địa chất nội sinh đang từ từ làm biến dạng bề mặt Sao Kim, Sao Hỏa, các vệ tinh Ganymede và Europa của Sao Mộc cũng như bề mặt Trái Đất. Các sông băng, vốn có tiếng là chậm rãi, làm thay đổi rất nhiều cảnh quan trên Trái Đất và có lẽ cả trên Sao Hỏa. Những quá trình này không nhất thiết đồng đều về mặt thời gian. Hầu hết châu Âu từng có thời bị băng bao phủ. Vài triệu năm trước đây, địa điểm mà nay là thành phố Chicago từng bị vùi dưới ba kilômét băng giá. Trên Sao Hỏa và những nơi khác trong hệ Mặt Trời, chúng ta trông thấy những đặc điểm địa hình hình thành không phải vào ngày nay, những cảnh quan bị khắc khía hàng trăm triệu hay thậm chí hàng tỷ năm về trước, khí hậu hành tinh khác xa so với bây giờ.

Có một yếu tố nữa có thể làm thay đổi cảnh quan và khí hậu của Trái Đất: sinh vật có trí tuệ, có khả năng thực hiện những thay đổi lớn về môi trường. Cũng như Sao Kim, Trái Đất có hiệu ứng nhà kính bắt nguồn từ điôxít cacbon và hơi nước. Nhiệt độ toàn cầu sẽ thấp hơn điểm đóng băng của nước nếu như không có hiệu ứng nhà kính. Nó giữ cho các đại dương có nước ở thể lỏng và sự sống mới có thể phát sinh. Một hiệu ứng nhà kính mức độ ít là điều tốt. Giống như Sao Kim, Trái Đất cùng có lượng điôxít cacbon đủ để tạo nên áp suất khoảng 90 atmôphe; nhưng lượng điôxít cacbon đó còn trú ngụ trong vỏ Trái Đất dưới

dạng đá vôi và các cacbonát khác, chứ không ở cả trong khí quyển. Nếu Trái Đất dịch lại gần Mặt Trời thêm chút nữa thì nhiệt độ sẽ tăng lên một tí. Điều đó sẽ khiến một lượng CO₂ thoát ra từ các lớp đá bê mặt, tạo ra hiệu ứng nhà kính mạnh hơn, đến lượt mình nó sẽ làm nóng bề mặt lên nữa. Bề mặt nóng hơn sẽ làm bốc hơi các chất cacbonát thành CO₂, vậy là có nhiều khả năng một hiệu ứng nhà kính không kìm giữ nổi sẽ tăng mạnh lên tới nhiệt độ rất cao. Đó chính là điều có lẽ đã xảy ra trong lịch sử thời kỳ đầu của Sao Kim, vì nó ở gần Mặt Trời. Môi trường bề mặt của Sao Kim là một lời cảnh báo: những gì tai họa có thể xảy ra với một hành tinh khá giống hành tinh chúng ta.

Các nguồn năng lượng chính của nền văn minh công nghiệp hiện nay của chúng ta đều lấy từ cái gọi là những nhiên liệu hóa thạch. Chúng ta đốt củi và dầu lửa, than đá và khí tự nhiên, và quá trình ấy sản sinh ra khí thải, chủ yếu là CO₂, vào không khí. Hậu quả là nồng độ điôxít cacbon trong khí quyển Trái Đất đột ngột tăng mạnh. Khả năng có một hiệu ứng nhà kính không kiểm soát nổi khiến chúng ta phải cẩn trọng: chỉ một hay hai độ tăng thêm trong nhiệt độ toàn cầu cũng có thể gây ra những hậu quả tai hại. Khi đốt than đá, dầu lửa và xăng, chúng ta đẩy một lượng axít sunfuric vào khí quyển. Giống như Sao Kim, tầng bình lưu của Trái Đất ngay cả bây giờ cũng đã có một màn sương mù gồm các giọt axít sunfuric bé li ti. Các thành phố lớn của chúng ta bị ô nhiễm bởi các phân tử độc hại. Chúng ta chưa hiểu hết những tác động lâu dài bắt nguồn từ những hành động của mình.

Nhưng cũng có thể chúng ta làm xáo động khí hậu theo chiều ngược lại. Trong hàng trăm ngàn năm nay con người vẫn đang đốt phá và chặt hạ những cánh rừng, khuyến khích gia súc gặm cỏ và tàn phá các đồng cỏ. Kiểu canh tác nông nghiệp dựa vào đốt phá rừng, sự tàn phá rừng nhiệt đới phục vụ cho công nghiệp và gia súc ăn cỏ quá mức là những hiện tượng đang lan tràn hiện nay. Những rừng rú sẫm màu hơn đồng cỏ, còn đồng cỏ thì sẫm màu hơn sa mạc. Hậu quả là lượng ánh sáng mặt trời được hấp thụ bởi đất cứ giảm dần. Như vậy, bằng những thay đổi trong việc sử dụng đất chúng ta cũng làm giảm nhiệt độ bề mặt hành tinh này. Liệu sự lạnh đi này có làm tăng kích thước các chỏm băng ở hai cực, mà vì băng sáng màu, nó sẽ phản xạ ánh sáng mặt trời khỏi Trái Đất nhiều hơn, do đó tiếp tục làm hành tinh lạnh hơn, thúc đẩy một hiệu ứng albedo⁹⁵ không kiểm soát nổi?

Trái Đất, hành tinh xanh đáng yêu của chúng ta, là ngôi nhà duy nhất mà chúng ta biết hiện nay. Sao Kim thì quá nóng. Sao Hỏa thì quá lạnh. Còn Trái Đất thì rất vừa phải, một thiên đường cho loài người. Suy cho cùng thì chúng ta đã tiến hóa ở nơi này. Nhưng khí hậu phù hợp với chúng ta có thể không ổn định. Chúng ta đang làm xáo động hành tinh tội nghiệp của mình bằng những cách thức nghiêm trọng và mâu thuẫn. Liệu có nguy cơ đẩy môi trường Trái Đất đến chỗ trở thành địa ngục như Sao Kim hoặc trở thành thời đại băng giá toàn cầu như Sao Hỏa hay không? Câu trả lời đơn giản là không ai biết cả. Việc nghiên cứu khí hậu toàn cầu và so sánh Trái Đất với các thế giới khác chỉ mới ở những giai đoạn phát triển ban đầu. Đây là những lĩnh vực được tài trợ nghèo nàn và miễn cưỡng. Trong tình trạng không hiểu biết, chúng ta cứ phá, cứ làm ô nhiễm không khí và làm “trắng” đất mà quên mất rằng những hậu quả lâu dài phần lớn là chưa thể biết.

Vài triệu năm trước, khi loài người lần đầu tiên tiến hóa trên Trái Đất, thì Trái Đất đã là một thế giới ở tuổi trung niên, cách thời trai trẻ đầy thảm họa và biến động dữ dội của nó 4,6 tỷ năm. Còn bây giờ con người chúng ta đã là một nhân tố mới và có lẽ mang tính quyết định. Trí tuệ và công nghệ của chúng ta đã ban cho chúng ta sức mạnh tác động đến khí hậu. Chúng ta sẽ sử dụng sức mạnh đó như thế nào? Chúng ta có khoan dung cho sự ngu dốt và kiêu ngạo trong các vấn đề ảnh hưởng đến toàn thể đại gia đình nhân loại hay không? Liệu chúng ta có đặt những lợi ích ngắn hạn lên sự bình an của Trái Đất? Hay là chúng ta sẽ suy nghĩ ở tầm thời gian xa hơn, lo lắng cho con cháu chúng ta, để hiểu và bảo vệ những hệ thống hỗ trợ sự sống phức tạp trên hành tinh chúng ta? Trái Đất là một thế giới bé nhỏ và mong manh. Nó cần được yêu

thương chăm sóc.

CHƯƠNG V

BẢN NHẠC BLUES CHO HÀNH TINH ĐỎ

Trong vườn cây ăn quả của thánh thần, ông nhìn các con khen...

- *Enuma Elish*, Sumer, khoảng 2.500 năm trước Công nguyên

Một người nếu có cùng ý nghĩ với Copernicus, rằng Trái Đất của chúng ta là một hành tinh quay quanh Mặt Trời, được Mặt Trời chiếu sáng giống như mọi hành tinh khác, thì hắn không khỏi có lúc anh ta có chút tưởng tượng rằng... các hành tinh khác cũng có trang phục và phụ tùng, thậm chí có cả cư dân như Trái Đất của chúng ta... Nhưng con người đã quen kết luận rằng tìm hiểu xem Tự nhiên đã tạo tác ra những gì nơi đó thì chỉ phí công, vì có lẽ sẽ chẳng bao giờ chúng ta đi đến được kết quả cả... Thế nhưng ít lâu nay, khi suy nghĩ nghiêm túc đến vấn đề này (không phải tôi coi mình sáng láng hơn các bậc Vĩ nhân [của quá khứ] ấy, mà vì tôi có niềm phúc được sống sau hầu hết những bậc ấy) tôi thiển nghĩ rằng việc tìm hiểu không phải quá vô vọng, cũng không dừng lại chỉ vì bao khó khăn trên bước đường tìm hiểu, mà sẽ có khoảng không rất rộng cho những phỏng đoán khả dĩ.

- Christiaan Huygens, *Những phỏng đoán mới về các thế giới hành tinh, những cư dân và công cuộc sản xuất của chúng*, khoảng năm 1690

Chuyện kể rằng nhiều năm trước có một chủ báo nổi tiếng gửi một bức điện cho một nhà thiên văn danh tiếng: HÃY GỬI NGAY MỘT BỨC ĐIỆN 500 CHỮ XEM CÓ SỰ SỐNG TRÊN SAO HỎA KHÔNG. Nhà thiên văn đáp lại đúng phép xã giao KHÔNG AI BIẾT CẢ, KHÔNG AI BIẾT CẢ, KHÔNG AI BIẾT CẢ... đúng 125 lần. Bất chấp lời thú nhận không biết gì được xác nhận một cách kiên nhẫn hết sức của một chuyên gia ấy, chẳng ai thèm để ý đến nó cả, thế cho nên cứ lâu lâu chúng ta lại nghe thấy những tuyên bố quả quyết của những người cho rằng mình đã chứng tỏ được có sự sống trên Sao Hỏa, và của cả những người dứt khoát rằng không có sự sống trên đó. Một số người rất muốn thấy sự sống tồn tại trên Sao Hỏa, một số khác lại rất muốn thấy sự sống không tồn tại trên Sao Hỏa. Có những ý kiến cực đoan bộc lộ ở cả hai phe. Những xúc cảm mạnh mẽ đó phần nào lấn át sự khoan dung đối với tính bất định, điều cốt yếu trong khoa học. Có vẻ như nhiều người chỉ muốn có một câu trả lời, kiểu nào cũng được, miễn là tránh được gánh nặng giữ trong đầu đồng thời cả hai khả năng loại trừ nhau. Một vài nhà khoa học đã tin rằng Sao Hỏa có người ở dựa trên những chứng cứ mà sau này hóa ra chẳng đáng tin cậy chút nào. Số khác lại kết luận rằng hành tinh này không có sự sống vì những tìm kiếm sơ bộ một dạng thức sống cụ thể đã không đạt kết quả hoặc còn mù mờ. Bản nhạc blues đã được tấu lên hơn một lần cho hành tinh đỏ⁹⁶.

Nhưng tại sao lại là người Sao Hỏa? Tại sao lại có lầm suy tư háo hức lẩn những tưởng tượng cuồng nhiệt về người Sao Hỏa, chứ không phải về người Sao Thổ hay người Sao Diêm Vương chẳng hạn? Bởi vì Sao Hỏa thoát nhìn dường như rất giống Trái Đất. Nó là hành tinh gần nhất mà ta có thể trông thấy bề mặt. Có các chỏm băng ở cực, những đám mây trắng trôi, rồi các trận bão cát hoành hành, tạo ra những thay đổi theo mùa trên bề mặt màu đỏ của nó, thậm chí một ngày có hai mươi tư giờ. Việc nghĩ nó là một thế giới có người ở thực sự quyền rũ chúng ta. Sao Hỏa trở thành một sân khấu huyền thoại, nơi chúng ta trút lên những hy vọng và sợ hãi trong đời sống Trái Đất của mình. Nhưng những thiên kiến tâm lý thuận hay chống không được làm chúng ta lạc hướng. Tất cả vấn đề nằm ở bằng chứng, mà bằng chứng thì chưa có. Sao Hỏa thực là một thế giới với nhiều kỳ lạ. Triển vọng tương lai của nó còn gợi thích thú hơn nhiều so với những hiểu biết trước đây của chúng ta về nó. Trong thời đại chúng ta, chúng ta đã nghiên cứu được cát Sao Hỏa, chúng ta đã vươn tầm với tới đó, chúng ta đã thực hiện được ước mơ của bao thế kỷ!

Vào những năm cuối cùng của thế kỷ 19, không ai ngờ rằng thế giới này đang bị những sinh vật có trí tuệ phát triển hơn con người, nhưng cũng không bắt tử giống như con người, chăm chú theo dõi từng lì từng tí; rằng trong khi con người đang bận biu với những mối lo toan của mình, thì họ lại bị xem xét và nghiên cứu, có lẽ cũng tì mỉ gần như việc con người xem qua kính hiển vi

các sinh vật phù du bơi lội và sinh sản trong một giọt nước. Với sự ngạo mạn vô cùng, con người đi lại lại trên địa cầu này để lo bao công việc nhỏ mọn, bình thản tự tin ở quyền năng của mình đối với vật chất. Cũng có thể loài trùng cỏ dưới kính hiển vi cũng hành xử như vậy. Chẳng ai buồn nghĩ rằng các thế giới cổ hơn có thể là nguồn nguy hiểm đối với con người, hoặc có nghĩ đến thì cho rằng không thể có hoặc khó có thể có sự sống trên đó. Thật buồn cười khi nhắc lại những thói quen suy nghĩ của những thời đã qua. Cùng lắm thì người Trái Đất cho rằng trên Sao Hỏa cũng có giống người có lẽ thấp kém hơn mình và sẵn sàng đón nhận một công cuộc khai hóa. Thế nhưng qua biến không gian kia, có những sinh vật vượt trội hơn chúng ta cũng giống như chúng ta vượt trội hơn các loài thú đã tuyệt chủng, những sinh vật có trí tuệ to lớn, lạnh lùng và ác cảm, nhìn Trái Đất với con mắt ghen tị và chắc chắn là đang vạch kế hoạch chống lại chúng ta.

Những dòng mở đầu này ở trong cuốn tiểu thuyết giả tưởng khoa học kinh điển *Chiến tranh giữa các thế giới* (*The War of the Worlds*) của H. G. Wells ra đời năm 1897 mà đến nay vẫn còn có sức hút⁹⁷. Trong suốt lịch sử của chúng ta, đã có những nỗi sợ cùng niềm hy vọng rằng có thể có những sinh vật ở bên ngoài Trái Đất. Trong suốt 100 năm qua, những khắc khoải ấy đã tập trung vào một chấm sáng đỏ trên bầu trời đêm. Ba năm trước khi *Chiến tranh giữa các thế giới* được xuất bản, một người Boston tên là Percival Lowell đã lập một đài thiên văn lớn để thúc đẩy những phát ngôn công phu nhất ủng hộ giả thuyết có sự sống trên Sao Hỏa. Quan tâm đến thiên văn một cách tài tử khi còn trẻ, Lowell đã vào học trường Harvard, xin được một chân nửa chính thức trong ngành ngoại giao ở Triều Tiên, ngoài ra cũng theo đuổi những hướng thụ thông thường của một anh nhà giàu. Trước khi mất năm 1916, ông đã đóng góp nhiều cho hiểu biết của chúng ta về tự nhiên và sự tiến hóa của các hành tinh, góp phần phát hiện sự dãn nở của vũ trụ, và đóng vai trò quyết định trong việc khám phá ra Sao Diêm Vương, tinh cầu được đặt theo tên ông. Hai chữ cái đầu tiên trong tên gọi Sao Diêm Vương (Pluto) chính là hai chữ viết tắt của Percival Lowell. Ký hiệu của nó là hai chữ P và L lồng vào nhau (B).

Nhưng tình yêu cả đời của Lowell là Sao Hỏa. Ông hết sức phấn khích bởi lời tuyên bố năm 1877 của một nhà thiên văn người Ý là Giovanni Schiaparelli về *canali* trên Sao Hỏa. Schiaparelli đã thông báo trong một lần Sao Hỏa tiến đến gần Trái Đất về một mạng lưới tinh vi các đường thẳng đơn và đôi cắt ngang dọc các vùng sáng của hành tinh. *Canali* trong tiếng Ý nghĩa là các kênh hay rãnh, nhưng được dịch sang tiếng Anh là *canals* (kênh đào), một từ ngữ ý có bàn tay của trí khôn tham dự. Cơn sốt Sao Hỏa lan tràn khắp châu Âu và châu Mỹ, và Lowell cũng bị cuốn theo.

Năm 1892, do mất ngày một kém, Schiaparelli tuyên bố không quan sát Sao Hỏa nữa. Lowell bèn quyết định tiếp tục công việc. Ông muốn có một địa điểm quan sát hoàn hảo, không bị mây hay ánh đèn đô thị cản trở và được xếp hạng có “độ nhìn” tốt, cách nói của dân thiên văn chỉ khí quyển ổn định, khi đó sự lung linh khi tỏ khi mờ của hình ảnh thiên văn sẽ giảm xuống mức tối thiểu. Độ nhìn kém, kết quả của sự nhiễu động quy mô nhỏ trong khí quyển phía trên kính thiên văn, cũng chính là nguyên nhân của hiện tượng sao nhấp nháy. Lowell đã xây dựng đài thiên văn của mình ở xa nhà, trên đồi Sao Hỏa ở Flagstaff, bang Arizona, Hoa Kỳ⁹⁸. Ông phác thảo địa hình bề mặt Sao Hỏa, nhất là những con kênh đang mê hoặc ông. Quan sát kiểu này quả là không dễ dàng gì. Bạn phải chui đầu vào kính thiên văn hàng giờ liền trong cái lạnh buốt sáng sớm. Thường thì độ nhìn kém và hình ảnh Sao Hỏa nhòe đi và bị biến dạng. Khi đó bạn mất công to với những gì bạn thấy. Thỉnh thoảng hình ảnh ổn định và hành tinh nổi bật lên sắc nét trong giây lát, rõ ràng đến mức kỳ diệu. Lúc đó bạn lại phải nhớ những gì đã may mắn trông thấy và truyền tải cẩn thận điều đó lên giấy. Bạn phải dẹp hết những định kiến chủ quan và mở tâm trí ra để ghi nhận một cách khách quan những điều kỳ diệu của Sao Hỏa.

Những cuốn sổ ghi chép của Percival Lowell chứa đầy những điều mà ông cho rằng mình đã nhìn thấy: các khu vực sáng và tối, dấu hiệu lờ mờ của chỏm băng ở hai cực, và những con kênh, một hành tinh được trang điểm bằng những con kênh. Lowell tin rằng mình đã trông thấy một mạng lưới kênh mương tưới tiêu lớn bao quanh hành tinh, mang nước từ các chỏm băng ở hai cực tới cho những cư dân đang khao khát nước dùng ở các thành phố vùng xích đạo. Ông tin rằng trên hành tinh ấy có một giống người lâu đời và

khôn ngoan cư ngụ, có lẽ họ rất khác chúng ta. Ông tin rằng nhưng thay đổi theo mùa ở các vùng sẫm có nguyên nhân từ rau cỏ mọc lên rồi chết đi. Ông tin rằng Sao Hỏa giống, rất giống Trái Đất. Nói chung thì ông tin vào quá nhiều điều.

Lowell đã làm hiện lên một Sao Hỏa cổ xưa, khô cằn, héo hon, một thế giới sa mạc. Thế nhưng nó vẫn là một sa mạc kiểu Trái Đất. Sao Hỏa của Lowell có nhiều điểm chung với miền Tây Nam nước Mỹ, nơi mà Đài thiên văn Lowell an tọa. Ông hình dung rằng nhiệt độ Sao Hỏa có phần nghiêng về phía lạnh nhưng vẫn chịu được, tựa như “miền Nam xứ Anh”. Không khí tuy loãng nhưng vẫn đủ ôxy để thở. Nước tuy hiếm, nhưng bù lại đã có mạng lưới kênh rạch tuyệt vời kia đem chất lỏng cốt yếu cho cuộc sống đến khắp hành tinh.

Bây giờ nhìn lại thì những phản bác cùng thời có sức nặng nhất đối với những ý tưởng của Lowell lại đến từ một nơi ít ai ngờ. Năm 1907, Alfred Russel Wallace, người đồng khám phá ra quy luật chọn lọc tự nhiên, được hỏi ý kiến nhận xét về các cuốn sách của Lowell. Thời trẻ ông này là một kỹ sư, và dù có phần nào dẽ tin vào tri giác ngoại cảm, ông lại hết sức nghi ngờ khả năng có người ở trên Sao Hỏa. Wallace chứng tỏ rằng Lowell đã tính toán sai về nhiệt độ trung bình trên Sao Hỏa; thay vì chỉ lạnh vừa phải như miền Nam xứ Anh, thì khắp nơi mức nhiệt độ phải thấp hơn điểm đóng băng của nước, trừ một vài ngoại lệ. Chắc phải là băng giá vĩnh cửu, mà lớp bên dưới bề mặt đóng băng thường xuyên. Không khí loãng hơn nhiều so với tính toán của Lowell. Các hố miệng phễu phải nhiều như trên Mặt Trăng. Còn về chuyện nước trong các kênh mương thì:

Bất cứ ý định nào muốn bắt lượง [nước] dự trữ ít ỏi thông qua các con kênh chảy dồi dào đi chu du qua xích đạo sang bán cầu đối diện, qua những vùng sa mạc khùng khiếp và phơi dưới bầu trời không mây như ông Lowell mô tả, sẽ giống công việc của một nhóm người điên rõ hơn là của những người có trí tuệ. Có thể khẳng định chắc chắn rằng không một giọt nước nào thoát khỏi sự bay hơi hoặc thấm hút ngay khi chỉ cách nguồn một trăm dặm.⁹⁹.

Sự phân tích vật lý rất đúng đắn và chí mạng này được viết ra khi Wallace đã ở tuổi 84. Kết luận của ông là các sinh vật trên Sao Hỏa - ông ngụ ý đó là những kỹ sư xây dựng có kiến thức về thủy lực học - là điều không thể có. Ông không có ý kiến gì về các vi sinh vật.

Bất kể sự phê phán của Wallace, bất kể sự thực là các nhà thiên văn khác cũng có kính thiên văn và địa điểm quan sát tốt chẳng kém gì Lowell đã không thể tìm thấy một dấu hiệu nào của các con kênh hoang đường, tuyên bố của Lowell về Sao Hỏa vẫn được công chúng rộng rãi chấp nhận. Nó có sức hút huyền thoại lâu đời như sách *Sáng thế kỷ*. Một phần sức hấp dẫn của nó có lý do là thế kỷ 19 là thời đại của những kỳ công kỹ thuật, trong đó có việc xây dựng các kênh biển vĩ đại: kênh Suez, hoàn thành năm 1869; kênh Corinth (Hy Lạp) năm 1893; kênh Panama năm 1914; còn ở Hoa Kỳ là âu thuyền Hồ Lớn, các kênh đào dành cho sà lan ngược bang New York và các kênh thủy lợi ở vùng Tây Nam nước Mỹ. Nếu như người châu Âu và châu Mỹ có thể thực hiện được những thành tựu như vậy, thì tại sao người Sao Hỏa lại không? Chả lẽ đây chẳng phải là nỗ lực công phu hơn nhiều của một loài sinh vật lâu đời và thông minh hơn chúng ta trong cuộc đấu tranh ngoan cường chống lại sự khô hạn hóa lan tràn trên hành tinh đỏ hay sao?

Ngày nay chúng ta đã phái những vệ tinh trinh sát bay lên quỹ đạo quanh Sao Hỏa. Toàn bộ hành tinh này đã được vẽ bản đồ. Chúng ta đã cho hai phòng thí nghiệm tự động đổ bộ lên bề mặt của nó. Nhưng những bí ẩn của Sao Hỏa, nếu có, vẫn sâu sắc thêm kể từ thời Lowell. Tuy nhiên, với những bức ảnh chi tiết hơn nhiều so với bất kỳ hình ảnh nào mà Lowell có thể bắt gặp trong chớp nhoáng, chúng ta vẫn không tìm thấy một chi lưu nào của mạng lưới kênh mương từng được tán tụng, cũng không một cửa cống nào. Lowell, Schiaparelli và những người khác đã lầm lẫn khi quan sát bằng mắt thường trong những điều kiện quan sát khó khăn - một phần cũng bởi vì định kiến có sẵn tin vào sự tồn tại của sinh vật trên Sao Hỏa.

Các cuốn sổ nhật ký quan sát của Percival Lowell phản ánh nỗ lực được duy trì bên kính thiên văn trong suốt nhiều năm. Chúng chứng tỏ rằng Lowell biết rất rõ những hoài nghi mà các nhà thiên văn khác bày tỏ về tính hiện thực của các kênh đào. Chúng bộc lộ về một con người tin chắc mình đã có một phát kiến quan trọng và buồn bã vì những người khác không hiểu được tầm quan trọng của phát kiến ấy. Chẳng hạn, trong cuốn sổ ghi chép vào năm 1905, có mục đề ngày 21 tháng 1: “Những kênh đào mà thỉnh thoảng hiện ra, chắc chắn là có thật”. Khi đọc các sổ ghi chép của Lowell, tôi có cảm giác rõ ràng, nhưng không thật sự thoải mái, là ông thực sự đã nhìn thấy cái gì đó. Nhưng đó là cái gì?

Khi tôi và Paul Fox của Đại học Cornell so sánh các bản đồ Sao Hỏa của Lowell với những hình ảnh do tàu *Mariner 9* chụp từ quỹ đạo, có khi với độ phân giải vượt gấp ngàn lần độ phân giải của chiếc kính thiên văn phản xạ hai mươi tư inch đặt ở Trái Đất của Lowell - thì chúng tôi hầu như chẳng tìm thấy mối tương quan nào cả. Không phải chỉ có chuyện con mắt của Lowell đã nỗi liền những chi tiết mờ nhạt đứt khúc thành những đường thẳng liền tù tì trong tưởng tượng, mà ngay cả ở vị trí hầu hết các con kênh của ông cũng chẳng hề có những đốm sẫm màu hay chuỗi hố phễu nào. Không có một chi tiết đường nét nào hết. Vậy thì tại sao Lowell lại có thể vẽ mãi những con kênh hết năm này sang năm khác? Tại sao các nhà thiên văn khác, một số người trong đó còn nói là trước khi quan sát họ chưa xem xét kỹ các bản đồ của Lowell, cũng vẽ những con kênh giống như thế? Một trong những phát hiện lớn của chuyến bay đến Sao Hỏa của *Mariner 9* là tồn tại những sọc và những vết không cố định với thời gian trên bề mặt Sao Hỏa - nhiều cái liên quan đến gờ lũy của các hố miệng phễu, - chúng thay đổi theo mùa. Nguyên nhân là bụi bị gió cuốn, tạo nên các kiểu hình biến đổi cùng với gió từng mùa. Nhưng những sọc ấy không có tính chất của các kênh mương, chúng cũng không ở vị trí của các kênh, và không một sọc cá thể nào đủ lớn để có thể đậm ngay vào mắt khi nhìn từ Trái Đất. Chắc không thể có chuyện trong vài thập kỷ đầu của thế kỷ 20 đã tồn tại những đường nét thực dù chỉ hơi giống những con kênh của Lowell rồi biến mất không để lại dấu vết gì ngay khi loài người có thể nghiên cứu Sao Hỏa tầm gần bằng các con tàu vũ trụ.

Những con kênh Sao Hỏa hình như biểu lộ sự trực trặc nào đó, trong điều kiện quan sát khó khăn, của chuỗi kết hợp tay /mắt /não người (hay ít nhất ở một số người; còn nhiều nhà thiên văn khác, quan sát bằng những thiết bị tốt ngang như thế vào thời của Lowell và sau này, đã tuyên bố là không hề có kênh có mương gì cả). Nhưng cái đó khó gọi là sự giải thích thỏa đáng, nên tôi vẫn đeo đẳng một mối hoài nghi rằng một khía cạnh cốt lõi nào đó của vấn đề kênh Sao Hỏa vẫn chưa được khám phá. Lowell luôn nói rằng hình dáng đều đặn của các kênh là dấu hiệu không thể nhầm lẫn được cho thấy chúng có nguồn gốc từ sinh vật có trí khôn. Điều đó tất nhiên là đúng. Chỉ có điều câu hỏi duy nhất chưa được giải đáp là trí khôn ấy nằm ở phía đâu nào của kính thiên văn.

Người Sao Hỏa của Lowell khoan dung và đầy lạc quan hy vọng, thậm chí còn hơi giống thần thánh, khác hẳn với những sinh vật độc ác đầy đe dọa của Wells và Welles¹⁰⁰ trong *Chiến tranh giữa các thế giới*. Cả hai cách nhìn ấy đều đi vào trí tưởng tượng của công chúng thông qua các số báo phụ trương Chủ nhật và tiểu thuyết giả tưởng khoa học. Tôi vẫn còn nhớ thuở nhỏ đọc các tiểu thuyết về Sao Hỏa của Edgar Rice Burroughs, nó lôi cuốn tôi đến nín thở. Tôi du hành cùng với John Carter, một bậc tu mi nam tử ưa phiêu lưu gốc gác từ bang Virginia, tới “Barsoom”, tên mà cư dân Sao Hỏa gọi hành tinh của mình. Tôi theo chân đòn thốt¹⁰¹, thú vật thồ tám chân. Tôi đã cầu hôn được Dejah Thoris, nàng công chúa xinh đẹp của xứ Helium. Tôi đánh bạn với một chiến sĩ da xanh lục cao bốn mét tên là Tars Tarkas. Tôi lang thang trong những thành phố có tháp nhọn và các trạm bơm máu vòm của Barsoom, và thơ thẩn đi dọc bờ kè xanh tươi của các con kênh Nilosyrtis và Nepenthes.

Liệu có thể phiêu lưu cùng với John Carter tới vương quốc Helium trên Hỏa Tinh - trên thực tế chứ không phải trong tưởng tượng? Liệu vào một buổi tối mùa hạ chúng ta có thể bắt đầu một chuyến đi khoa

học mạo hiểm theo những nẻo đường được hai vệ tinh quay vèo vèo của Barsoom soi sáng? Ngay cả khi mọi kết luận của Lowell, kể cả sự tồn tại của các kênh mương hư cấu, có bị coi là không đúng đi chăng nữa, thì sự mô tả Sao Hỏa của ông ít nhất cũng có giá trị nhất định: nó kích thích các thế hệ trẻ em tám tuổi, trong đó có tôi, coi việc thám hiểm các hành tinh là một khả năng hiện thực và tự hỏi rằng liệu sẽ đến một ngày chính chúng tôi sẽ du hành lên Sao Hỏa. John Carter đã lên được nơi ấy bằng cách ra đứng ở cánh đồng trống, giơ hai tay ra và nguyện ước. Tôi vẫn nhớ thời niên thiếu mình đã bao nhiêu lần đứng cả tiếng đồng hồ giữa cánh đồng vắng vẻ, hai cánh tay cả quyết giơ ra, miệng cầu khẩn Sao Hỏa đưa tôi lên đấy. Nhưng chẳng ăn thua gì. Đành phải tìm cách khác thôi.

Giống như sinh vật, máy móc cũng có sự tiến hóa. Hỏa tiễn, giống như thứ thuốc súng đầu tiên tạo động lực cho nó, lần đầu tiên được sử dụng ở Trung Hoa cho mục đích lễ lạt và thẩm mỹ. Được du nhập vào châu Âu quãng thế kỷ 14, nó được áp dụng cho chiến tranh, rồi được nhà giáo người Nga Konstantin Tsiolkovsky đề xuất làm phương thức vận tải lên các hành tinh và lần đầu tiên được nhà khoa học Mỹ Robert Goddard nghiên cứu phát triển một cách nghiêm túc để phục vụ cho những chuyến bay rất cao. Tên lửa quân sự V-2 của Đức trong Chiến tranh thế giới thứ hai đã khai thác gần như triệt để những cải tiến của Goddard và đỉnh cao đạt được vào năm 1948 bằng việc phóng tên lửa hai tầng V-2/WAC Corporal lên đến độ cao chưa từng có trước đó là 400 km. Vào những năm 1950, những tiến bộ kỹ thuật mà Sergei Korolyov ở Liên Xô và Wernher von Braun ở Hoa Kỳ phát triển, nằm trong các dự án được cấp kinh phí để phục vụ cho các phương tiện mang vũ khí hủy diệt hàng loạt, đã dẫn tới việc hình thành những vệ tinh nhân tạo đầu tiên. Bước tiến bộ tiếp tục diễn ra hết sức chóng vánh: chuyến bay lên quỹ đạo có chở người; con người ăn ở trên quỹ đạo, rồi đổ bộ xuống Mặt Trăng; và các con tàu vũ trụ không người bay ra khắp hệ Mặt Trời. Nhiều quốc gia khác cũng phóng tàu vũ trụ, nào Anh, Pháp, Canada, nào Nhật Bản và Trung Quốc¹⁰², nước đầu tiên phát minh ra tên lửa.

Trong số những ứng dụng sớm nhất của tên lửa vũ trụ, như Tsiolkovsky và Goddard (người mà thời trẻ đã đọc Wells và được những bài giảng của Percival Lowell truyền cảm hứng) đã phấn khích mà tưởng tượng rằng, có một trạm khoa học trên quỹ đạo theo dõi Trái Đất từ rất cao và một tàu thăm dò sự sống trên Sao Hỏa. Cả hai ước mơ ấy giờ đã được thực hiện.

Hãy thử tưởng tượng bạn là một du khách từ một hành tinh khác hoàn toàn xa lạ, đến Trái Đất mà chưa hề có săn ý niệm nào trong đầu. Càng đến gần, bạn càng nhìn thấy rõ Trái Đất, các chi tiết tinh tế càng hiện ra. Hành tinh này có người ở không? Đến lúc nào thì bạn có thể trả lời đứt khoát? Nếu có những sinh vật có trí khôn, có lẽ chúng sẽ dựng lên các công trình dân dụng có những thành phần tương phản mạnh với quy mô vài kilômét, những công trình có thể nhận biết được khi hệ thống quang học và khoáng cách đến Trái Đất tạo nên độ phân giải cỡ kilômét. Nhưng ngay cả với mức phân biệt chi tiết như vậy, thì Trái Đất nom vẫn như hoang vu lầm. Vẫn chẳng thấy dấu hiệu gì của sự sống, dù là sinh vật trí tuệ hay không, ở những nơi mà ta gọi là Washington, New York, Boston, Moskva, London, Paris, Berlin, Tokyo và Bắc Kinh. Nếu tồn tại các sinh vật có trí tuệ trên Trái Đất, thì những sinh vật ấy cũng chưa làm thay đổi gì mấy cảnh quan và tạo ra các hoa văn hình học ở mức phân giải cỡ kilômét.

Nhưng khi chúng ta làm tăng độ phân giải lên gấp mười lần, khi chúng ta bắt đầu nhìn được những chi tiết nhỏ có kích thước cỡ 100 m, thì tình trạng thay đổi hẳn. Nhiều chỗ trên Trái Đất như thế đột ngột “kết tinh”, làm hiện ra các hoa văn phức tạp chứa các hình vuông và hình chữ nhật, các đường thẳng và đường tròn. Quả thực đây là sản phẩm kỹ thuật của sinh vật có trí tuệ: đường sá, quốc lộ, kênh mương, đất canh tác, phố xá đô thị - thứ hoa văn bộc lộ hai thiên hướng của con người: hình học Euclid và thói chiếm hữu lãnh thổ. Ở thang độ này, có thể phát hiện sự sống có trí tuệ tại Boston, Washington và New York. Và với độ phân giải 10 m, thì có thể thấy rất rõ mức độ cảnh quan bị biến đổi. Loài người quả đã bỏ nhiều công

sức vào đây. Đây là nói về những bức ảnh chụp vào ban ngày. Còn nếu vào lúc hoàng hôn hoặc đêm tối thì lại hiện lên những thứ khác: lửa đốt trên những giếng dầu ở Libya và vịnh Ba Tư; ánh sáng nhấp nháy dưới nước sâu của những đội tàu đánh bắt mực của Nhật Bản; ánh đèn rực rỡ của các thành phố lớn. Còn nếu trong ánh sáng ban ngày ta tăng độ phân giải để có thể phân biệt những vật có kích thước 1 m, thì lần đầu tiên có thể phát hiện các cá thể sinh vật - cá voi, trâu bò, chim hạc, con người.

Sinh vật có trí tuệ trên Trái Đất bộc lộ mình thông qua tính hình học đều đặn của các công trình xây dựng. Nếu mạng lưới kênh rạch của Lowell thực sự tồn tại, thi tương tự như vậy, kết luận về những sinh vật có trí tuệ cư ngụ ở Sao Hỏa cũng có sức thuyết phục. Để phát hiện được sinh vật trên Sao Hỏa thông qua những ảnh chụp, cho dù chụp từ quỹ đạo quanh Sao Hỏa, thì những sinh vật ấy phải thực hiện được những thay đổi rất lớn trên bề mặt. Các nền văn minh kỹ thuật kiến tạo nên những kênh đào thì rất dễ tìm ra. Nhưng ngoại trừ một hai đường nét bí ẩn, người ta không phát hiện được cái gì rõ ràng trong vô vàn những chi tiết bề mặt mà con tàu vũ trụ tự động chụp được. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều khả năng khác, bao hàm từ cây cối và động vật lớn cho đến vi sinh vật, các dạng sinh vật đã tuyệt diệt, cho tới tận khả năng một hành tinh hiện giờ không có và chưa bao giờ có sự sống. Vì Sao Hỏa ở xa Mặt Trời hơn Trái Đất, nên nhiệt độ của nó thấp hơn đáng kể. Không khí tại đó loãng, chủ yếu chứa dioxide cacbon nhưng cũng có một số nitơ và argon ở dạng phân tử cùng với một lượng rất ít hơi nước, ôxy và ôzôn. Các khối nước dạng lỏng lộ thiên hiện nay không thể có, vì áp suất khí quyển trên Sao Hỏa thấp đến mức ngay cả nước lạnh cũng nhanh chóng sôi lên. Có thể có những lượng nước dạng lỏng ti ti trong các khe lỗ và ống mao dẫn trong đất. Lượng ôxy quá ít không đủ cho con người thở. Ôzôn cũng chẳng nhận gì nên bức xạ tử ngoại sát khuẩn từ Mặt Trời tha hồ bắn phá bề mặt Sao Hỏa mà không bị cản trở. Liệu có sinh vật nào sống được trong môi trường như vậy không?

Để thử nghiệm vấn đề này, nhiều năm trước tôi và các đồng nghiệp đã làm ra những căn buồng mô phỏng môi trường Sao Hỏa theo hiểu biết khi đó. Chúng tôi đã đưa các vi sinh vật Trái Đất vào trong và chờ đợi xem có con nào sống sót không. Những cái buồng như thế được gọi là Chum Sao Hỏa. Nhiệt độ trong Chum Sao Hỏa được quay vòng trong phạm vi nhiệt độ Sao Hỏa điển hình, từ cao hơn điểm đóng băng một chút vào quãng giữa trưa đến khoảng -80°C ngay trước lúc bình minh. Khí quyển thiếu ôxy chủ yếu gồm CO₂ và N₂. Những ngọn đèn tử ngoại tái hiện dòng bức xạ khắc nghiệt. Không có nước lỏng, trừ những màng rất mỏng làm ẩm từng hạt cát riêng lẻ. Một số vi trùng bị lạnh cứng đến chết ngay sau đêm đầu tiên và không bao giờ sống lại nữa. Số khác ngập thở và tử vong vì thiếu ôxy. Có con thì chết khát, lại có con bị tia tử ngoại nướng khô. Nhưng luôn luôn có kha khá các chủng vi khuẩn Trái Đất không cần đến ôxy; con thì tạm ngưng hoạt động khi nhiệt độ hạ xuống quá thấp; con thì trốn tia tử ngoại dưới sỏi cuội hoặc các lớp cát mỏng. Trong những thí nghiệm khác, khi có một lượng nước nhỏ, thì vi khuẩn lại còn có thể tăng trưởng nữa. Nếu vi khuẩn Trái Đất có thể sống sót được trong môi trường Sao Hỏa, thì vi khuẩn Sao Hỏa, nếu chúng tồn tại, tất phải sống trên đó thoải mái hơn nhiều. Nhưng trước tiên chúng ta phải lên tới đó cái đã.

Liên Xô tích cực tiến hành một chương trình thám hiểm hành tinh không mang theo con người. Cứ một hai năm thì vị trí tương đối so với nhau của các hành tinh cùng với kiến thức vật lý Kepler và Newton lại cho phép người ta phóng một tàu vũ trụ tới Sao Hỏa hoặc Sao Kim mà chỉ cần chi phí năng lượng tối thiểu. Từ đầu những năm 1960 Liên Xô chỉ bỏ lỡ vài cơ hội như thế. Sự kiên trì đeo đuổi mục đích và tài nghệ kỹ thuật dần dần đã được đền bù xứng đáng. Năm con tàu vũ trụ của Liên Xô - từ *Venera 8* đến *Venera 12* - đã đổ bộ xuống Sao Kim và truyền dữ liệu thành công từ bề mặt hành tinh, một thành tích phải nói là không xoàng chút nào trong môi trường khí quyển nóng, đặc và có độ ăn mòn cao đến như vậy. Nhưng dù đã có nhiều nỗ lực, Liên Xô vẫn chưa lần nào đổ bộ thành công xuống Sao Hỏa - một nơi mà, ít nhất theo cảm nhận ban đầu, dường như mến khách hơn, với nhiệt độ lành lạnh, một bầu khí quyển loãng hơn nhiều

và chứa những chất khí hiền lành hơn; với các chỏm băng ở cực, bầu trời màu hồng trong sáng, những đụn cát lớn, các lòng sông cổ, một thung lũng rift bao la, ngọn núi lửa lớn nhất mà chúng ta biết được trong hệ Mặt Trời, và những buổi chiều hè êm dịu. Đây là một thế giới giống Trái Đất hơn nhiều so với Sao Kim.

Năm 1971, tàu *Mars 3* của Liên Xô đã đi vào khí quyển Sao Hỏa. Theo thông tin được tự động truyền về bằng vô tuyến, nó đã cho chạy thành công hệ thống tiếp đất khi vào khí quyển, xoay màn chắn bảo vệ nhiệt đúng hướng xuống dưới, mở bung dù lớn và khởi động các tên lửa hãm ở chặng cuối của đường bay hạ xuống Sao Hỏa. Theo các dữ liệu do *Mars 3* truyền về thì ắt nó phải hạ cánh thành công xuống hành tinh đỏ. Thế nhưng sau khi tiếp đất, con tàu truyền về Trái Đất một phần dài hai mươi giây của bức ảnh truyền hình chẳng có chi tiết gì rồi sau đó ngừng hoạt động một cách bí ẩn. Năm 1973, một chuỗi sự kiện hoàn toàn tương tự lại xảy ra với khoang đồ bộ của tàu *Mars 6*, trong trường hợp này nó ngừng hoạt động sau khi hạ cánh chỉ trong vòng một giây. Cái gì gây trực trặc vậy?

Hình minh họa đầu tiên về *Mars 3* mà tôi bắt gặp là trên một con tem Liên Xô (ghi giá 16 cô pêch), mô tả con tàu đang hạ xuống xuyên qua một đám mờ đục màu tía. Tôi đoán chừng họa sĩ muốn thể hiện bụi và gió mạnh: *Mars 3* đi vào khí quyển Sao Hỏa khi đang diễn ra một cơn bão bụi lớn, quy mô toàn hành tinh. Chúng tôi đã chứng kiến từ chuyến bay của con tàu *Mariner 9* của Mỹ hiện tượng gió gần bề mặt với vận tốc lớn hơn 140 m/s - nhanh hơn một nửa vận tốc âm thanh trên Sao Hỏa - bốc lên trong cơn bão. Các đồng nghiệp Liên Xô lẫn chúng tôi đều cho rằng có nhiều khả năng những cơn gió mạnh ấy đã cuốn *Mars 3* cùng với chiếc dù mở tung, khiến nó tiếp đất khá êm theo hướng thẳng đứng nhưng với vận tốc chóng mặt theo hướng nằm ngang. Một con tàu vũ trụ hạ xuống bằng một chiếc dù lớn thì gần như bó tay với gió theo hướng ngang. Sau khi tiếp đất, chắc là *Mars 3* đã làm vài cú nhảy chồm chồm, và phải một tảng đá hay cái gì đó ở địa hình Sao Hỏa, đổ lộn nhào, mất liên lạc vô tuyến với tàu “mẹ” đã đưa nó đến đây rồi “chết” hẳn.

Thế nhưng tại sao *Mars 3* lại tiến vào nơi ấy giữa lúc cơn bão bụi hoành hành? Chả là chuyến bay của *Mars 3* đã được hoạch định sít sao từ trước khi phóng con tàu. Từng bước mà nó phải thực hiện đã được đưa vào máy tính trên tàu trước khi nó rời Trái Đất. Không còn cơ hội thay đổi chương trình máy tính được nữa, ngay cả khi biết rõ mức độ của trận bão lớn năm 1971. Nói theo ngôn ngữ nhà nghề của ngành thám hiểm vũ trụ, chuyến bay của *Mars 3* đã được lập trình sẵn từ trước, chứ không phải mang tính thích ứng. Thất bại của *Mars 6* lại còn bí ẩn hơn. Không có một cơn bão cấp hành tinh nào xảy ra khi con tàu này đi vào khí quyển Sao Hỏa, cũng chẳng có lý do nào để ngờ rằng có một cơn bão cục bộ, như thỉnh thoảng vẫn xảy ra, tại nơi hạ cánh. Có lẽ đã có một trực trặc kỹ thuật vào thời điểm tiếp đất. Hoặc có thể tồn tại một cái gì đặc biệt nguy hiểm trên bề mặt Sao Hỏa.

Những thành công của Liên Xô trong việc đổ bộ xuống Sao Kim đan xen với thất bại của họ trong việc đổ bộ xuống Sao Hỏa tất nhiên đã gây cho chúng tôi ít nhiều lo lắng về chương trình *Viking* của Hoa Kỳ, được ấn định một cách không chính thức là cho đổ bộ nhẹ nhàng xuống bề mặt Sao Hỏa một trong hai con tàu thuộc chương trình này vào đúng ngày kỷ niệm hai trăm năm thành lập Hợp chúng quốc Hoa Kỳ, mùng 4 tháng 7 năm 1976. Giống như các con tàu Xô viết “tiền bối”, kỹ thuật đổ bộ bao gồm một màn chắn bảo vệ nhiệt, một cái dù và các tên lửa hãm. Vì mật độ khí quyển Sao Hỏa chỉ bằng 1% khí quyển Trái Đất, nên phải sử dụng một cái dù rất to, đường kính 18 m, để hãm tàu vũ trụ khi nó đi vào khí quyển rất loãng của Sao Hỏa. Bầu khí quyển ấy loãng đến nỗi nếu *Viking* hạ xuống một vùng đất cao thì sẽ không có đủ không khí để hãm nổi con tàu đang lao xuống: nó sẽ vỡ tan tành. Do đó, một đòi hỏi là địa điểm hạ cánh phải ở một vùng đất thấp. Từ kết quả khảo sát của tàu *Mariner 9* và những nghiên cứu bằng radar trên Trái Đất, chúng tôi biết được nhiều vùng như thế.

Để tránh số phận hẩm hiu của *Mars 3*, chúng tôi muốn *Viking* hạ cánh tại một nơi và vào thời điểm

mà gió thổi yếu. Những cơn gió phá tan được tàu vũ trụ chắc phải đủ mạnh để cuốn bụi bốc lên khỏi bề mặt. Nếu có thể kiểm tra để chắc rằng địa điểm được đề cử làm nơi hạ cánh không bị phủ bởi những luồng bụi trôi dạt, xáo động, thì ít ra chúng ta cũng có cơ hội tốt bảo đảm rằng gió sẽ không mạnh đến mức gây tai họa. Đó là lý do mỗi khoang đồ bộ của *Viking* được khoang quỹ đạo của nó đưa vào chờ trên quỹ đạo quanh Sao Hỏa, và sự đồ bộ được lui lại để khoang quỹ đạo khảo sát địa điểm hạ cánh. Bằng tàu *Mariner 9* chúng tôi phát hiện ra rằng những thay đổi có tính đặc trưng của các đám sáng và đám tối trên bề mặt Sao Hỏa diễn ra khi có gió mạnh. Hiển nhiên chúng tôi sẽ không dám bảo đảm rằng một địa điểm hạ cánh cho *Viking* là an toàn nếu ảnh chụp từ quỹ đạo cho thấy các đám sáng tối này xáo động. Dù vậy, việc không có sự xáo động nào cũng chưa phải là sự bảo đảm chắc chắn một trăm phần trăm. Chẳng hạn, chúng ta có thể hình dung một địa điểm hạ cánh mà tại đó gió mạnh đến nỗi tất cả những loại bụi nào cuốn đi được thì đã bị thổi bay hết rồi. Khi ấy chúng ta không thấy dấu hiệu rằng gió mạnh có thể tồn tại ở đó. Những dự báo thời tiết cho Sao Hỏa tất nhiên là kém tin cậy hơn nhiều dự báo thời tiết cho Trái Đất. (Xin nói thêm là một trong nhiều mục đích trong sứ mệnh của *Viking* là cải thiện sự hiểu biết của chúng ta về thời tiết trên cả hai hành tinh).

Vì những ràng buộc của khía cạnh thông tin liên lạc và nhiệt độ mà *Viking* không thể hạ cánh ở các vĩ độ cao quá. Dịch lên về phía cực quá các vĩ độ 45° hay 50° ở cả hai bán cầu thì thời gian liên lạc hữu dụng của con tàu với Trái Đất cũng như thời gian con tàu tránh được nhiệt độ thấp đến mức nguy hiểm sẽ thu ngắn lại một cách đáng kể.

Chúng tôi không muốn hạ cánh ở một nơi mấp mô gồ ghề quá, vì con tàu có thể bị lật nhào và vỡ tan, hoặc cánh tay máy của nó, dùng để lấy mẫu đất Sao Hỏa, có thể bị vướng kẹt hoặc chỉ huơ huơ một cách bất lực trên không trung cách mặt đất chừng 1 mét. Vì những lý do tương tự, chúng tôi cũng chẳng muốn hạ cánh ở một nơi đất mềm quá. Nếu ba cái càng chông của con tàu bị lún sâu xuống nền đất tooi xốp, thì sẽ có chuyện không hay, bao gồm cả chuyện cánh tay lấy mẫu không cử động được. Nhưng mặt khác, chúng tôi cũng không muốn hạ cánh ở một nơi đất quá cứng - chẳng hạn, nếu hạ cánh trên một bãi dung nham dạng thủy tinh, không có vật chất dạng bột trên bề mặt, thì cánh tay máy sẽ không thể thu thập được mẫu đất đá có tầm quan trọng sống còn đối với các thí nghiệm hóa học và sinh học theo kế hoạch.

Những bức ảnh tốt nhất có được khi đó về Sao Hỏa - chụp từ khoang quỹ đạo của tàu *Mariner 9* - cho phép phân biệt được những chi tiết địa hình có bề rộng không nhỏ hơn 90 mét. Những bức ảnh của khoang quỹ đạo tàu *Viking* chỉ cải thiện con số trên chút đỉnh. Những tảng đá kích thước một mét hoàn toàn không nhìn thấy được trên các bức ảnh đó, mà chúng có thể gây ra những hậu quả tai họa cho khoang đồ bộ của tàu *Viking*. Đất bột mềm phủ dày bề mặt cũng không thể phát hiện qua các ảnh chụp. May thay, có một kỹ thuật giúp chúng ta xác định được mức độ gồ ghề hay mềm xốp của một địa điểm được "dự tuyển" làm nơi hạ cánh: *radar*. Một nơi rất gồ ghề sẽ khuếch tán sóng *radar* đến từ Trái Đất ra tứ phía của rìa chùm sóng, do đó nó có vẻ như phản xạ sóng rất kém, tức là có màu tối đối với *radar*. Một nơi rất mềm cũng phản xạ sóng kém vì có nhiều kẽ hở giữa các hạt cát. Tuy không thể phân biệt được những chỗ gồ ghề và những chỗ đất mềm, nhưng chúng ta cũng chẳng cần phải phân biệt điều đó để chọn địa điểm hạ cánh. Chúng ta chỉ cần biết rằng cả hai loại địa điểm trên đều nguy hiểm. Những khảo sát sơ bộ bằng *radar* cho biết có tới 1/4, thậm chí 1/3 diện tích bề mặt Sao Hỏa có thể là vùng tối đối với *radar*, do đó nguy hiểm cho *Viking*. Nhưng không phải tất cả bề mặt Sao Hỏa đều có thể khảo sát bằng *radar* đặt trên Trái Đất - mà chỉ có một vệt nằm giữa 25° Bắc và 25° Nam. Khoang quỹ đạo của tàu *Viking* không được trang bị hệ thống *radar* của riêng nó để khảo sát bề mặt hành tinh.

Vậy là có nhiều hạn chế - e rằng quá nhiều. Những địa điểm hạ cánh mà chúng ta chọn phải không được cao quá, không được gió quá, không được cứng quá, không được mềm quá, không được gồ ghề quá, cũng không được gần cực quá. Điều tuyệt vời là vẫn có những chỗ trên Sao Hỏa đồng thời thỏa mãn tất cả

các tiêu chí an toàn của chúng ta. Nhưng cũng rõ ràng là sự tìm kiếm một bãi đậu an toàn đã dẫn chúng ta tới những địa điểm hạ cánh khá tệ nhạt.

Khi từng con tàu trong số hai tàu *Viking* tổ hợp khoang quỹ đạo với khoang đổ bộ đã được đưa vào quy đạo quanh Sao Hỏa, thì quyết định hạ cánh xuống một vĩ độ nhất định nào đó của Sao Hỏa là không thể thay đổi. Nếu điểm thấp của quỹ đạo đến đúng vào 21° vĩ Bắc của Sao Hỏa, thì khoang đổ bộ sẽ hạ xuống 21° B, cho dù nếu đợi cho hành tinh quay bên dưới thì nó có thể hạ cánh xuống bất cứ kinh độ nào. Đội ngũ khoa học gia của dự án *Viking* đã chọn các vĩ độ “dự tuyển” để có một vài địa điểm hứa hẹn. *Viking 1* đã được nhắm cho 21° B. Địa điểm số một năm ở khu vực có tên là Chryse (gốc tiếng Hy Lạp nghĩa là “đất chứa vàng”), gần nơi tụ hợp của bốn lõng kênh ngoặc ngoèo, có lẽ vào thời xa xưa trong lịch sử Sao Hỏa là do nước chảy bào mòn mà thành. Có vẻ như địa điểm Chryse thỏa mãn mọi tiêu chí. Các quan sát bằng radar khu vực Chryse được tiến hành lần đầu tiên chỉ vài tuần trước ngày đổ bộ đã ấn định, lý do là vì hạn chế hình học giữa Trái Đất và Sao Hỏa.

Vĩ độ hạ cánh dự kiến cho *Viking 2* là 44° B; địa điểm số một, nơi có tên là Cydonia, được chọn bởi vì, theo một số luận cứ lý thuyết, ở đó có nhiều khả năng là tồn tại một lượng nước nhỏ, ít nhất là vào một thời điểm nào đó trong năm Sao Hỏa. Vì các thí nghiệm sinh học *Viking* tập trung hướng đến các sinh vật ưa môi trường nước, nên một vài nhà khoa học cho rằng cơ hội *Viking* tìm được sự sống tại Cydonia sẽ cao hơn nhiều. Mặt khác, lại có lý lẽ tranh biện cho rằng trên một hành tinh nhiều gió như Sao Hỏa, thì vi sinh vật sẽ có mặt khắp nơi nếu chúng tồn tại ở đâu đó trên Sao Hỏa. Cả hai quan điểm đều có lý; thật khó chọn quan điểm nào. Tuy nhiên có một điều rõ ràng là vĩ độ 44° B hoàn toàn nằm ngoài tầm với của khảo sát bằng radar; chúng tôi phải chấp nhận rủi ro thất bại lớn với *Viking 2* nếu cứ bám lấy các vĩ độ cao phía Bắc. Đôi lúc có lý lẽ tranh biện rằng nếu *Viking 1* đã đổ bộ và hoạt động tốt thì chúng ta có thể chấp nhận rủi ro lớn hơn với *Viking 2*. Tôi thì giữ quan điểm rất bảo thủ đối với số phận của một chương trình cờ tỷ đô la. Chẳng hạn, tôi nghĩ đến trường hợp một thiết bị then chốt bị trục trặc ở Chryse ngay sau khi cuộc đổ bộ ở Cydonia không may thất bại. Để tăng thêm sự lựa chọn cho *Viking*, chúng tôi đã chọn thêm các địa điểm hạ cánh rất khác về mặt địa lý so với Chryse và Cydonia ở khu vực đã được radar kiểm định gần vĩ độ 4° N. Quyết định về việc *Viking 2* sẽ hạ xuống địa điểm vĩ độ cao hay thấp sẽ chỉ được đưa ra gần như vào phút cuối cùng, khi đã chọn được một địa điểm có cái tên đầy hy vọng Utopia, ở cùng vĩ độ với Cydonia.

Đối với *Viking 1*, sau khi chúng tôi kiểm tra các bức ảnh chụp từ khoang quỹ đạo và dữ liệu muộn màng của radar trên Trái Đất, thì địa điểm hạ cánh ban đầu có vẻ như mạo hiểm đến mức không chấp nhận được. Đã có lúc tôi lo rằng nó sẽ chịu chung cảnh ngộ của con tàu Người Hà Lan Bay¹⁰³ huyền thoại là sẽ lang thang mãi mãi trên bầu trời Sao Hỏa mà không tìm được bến đỗ an toàn. Cuối cùng chúng tôi cũng tìm được một chỗ thích hợp, vẫn ở vùng Chryse nhưng ở xa nơi hợp lưu của bốn con kênh cổ. Sự chậm trễ đã khiến chúng tôi không kịp thực hiện cuộc đổ bộ vào đúng ngày 4 tháng 7 năm 1976, nhưng mọi người đều nhất trí rằng một cuộc hạ cánh thất bại vào ngày đó sẽ là món quà sinh nhật 200 năm tồi tệ cho Hợp chúng quốc Hoa Kỳ. Việc cho tàu rời quỹ đạo và đi vào khí quyển Sao Hỏa được tiến hành chậm hơn dự kiến ban đầu mười sáu ngày.

Sau một chặng đường liên hành tinh dài trăm triệu kilômét quanh Mặt Trời và mất tới một năm rưỡi¹⁰⁴, từng con tàu tổ hợp khoang quỹ đạo và khoang đổ bộ đã được đưa vào quỹ đạo dự kiến của nó quanh Sao Hỏa. Các khoang quỹ đạo khảo sát các địa điểm hạ cánh đã chọn, còn khoang đổ bộ thì đi vào khí quyển Sao Hỏa theo sự điều khiển vô tuyến từ Trái Đất và hướng đúng xuống dưới màn chắn bảo vệ nhiệt, mở dù, trút bỏ các vỏ bảo vệ và khởi động các tên lửa hãm. Tại hai vùng Chryse và Utopia, lần đầu tiên trong lịch sử loài người, con tàu vũ trụ đã hạ xuống nhẹ nhàng và an toàn trên hành tinh đỏ. Hai cuộc

đổ bộ này thành công phần lớn nhờ tài nghệ tuyệt vời thể hiện trong thiết kế, chế tạo và thử nghiệm, phần khác nhờ kỹ năng của những người thao tác điều khiển con tàu. Nhưng đối với một hành tinh nguy hiểm và bí ẩn như Sao Hỏa, thì ít ra cũng còn yếu tố may mắn nữa.

Ngay sau khi đổ bộ, tàu đã truyền về những bức ảnh đầu tiên. Chúng tôi biết rằng mình đã chọn phải những chỗ tệ nhạt. Nhưng chúng tôi có thể hy vọng. Bức ảnh đầu tiên do khoang đổ bộ của *Viking 1* chụp thể hiện một trong những cái chân chõng của nó - phòng trướng hợp nó bị lún dần xuống cát chảy Sao Hỏa, thì chúng tôi muốn biết điều đó trước khi con tàu biến mất. Hình ảnh hiện ra từng dòng một, cho đến khi chúng tôi nhìn thấy chân chõng con tàu nhô cao vững chãi trên nền đất khô của Sao Hỏa và thở phào nhẹ nhõm. Chẳng mấy chốc các bức ảnh khác hiện ra, mỗi phần tử của bức ảnh đều được truyền bằng vô tuyến về Trái Đất.

Tôi còn nhớ mình đã sững sờ khi nhìn thấy hình ảnh đầu tiên về chân trời Sao Hỏa. Tôi chợt nghĩ rằng đấy không phải là một thế giới xa lạ. Tôi đã từng biết những nơi giống như thế ở các bang Colorado, Arizona và Nevada. Cũng vẫn là đá, vẫn cồn cát và phía xa nhô cao lên, tự nhiên và thân thiện như bất cứ cảnh quan nào trên Trái Đất. Sao Hỏa đúng là một *chốn khả dĩ*. Tôi hẵn sẽ ngạc nhiên nếu trông thấy một nhà thăm dò địa chất tóc hoa râm hiện ra phía sau đụn cát, tay dắt con la, nhưng đồng thời ý nghĩ ấy dường như cũng không có gì lạ lùng. Những ý nghĩ dù còn xa mới giống như thế đã chẳng mảy may xuất hiện trong đầu tôi suốt những giờ tôi nhìn ngắm các hình ảnh về bề mặt Sao Kim do các con tàu *Venera 9* và *Venera 10* chụp được. Dù thế nào đi nữa, tôi cảm thấy một điều: đây là thế giới mà chúng ta sẽ còn quay trở lại.

Cánh quan lộ ra trần trụi, mang sắc đỏ và dễ thương: những khối đá bị hất ra khi một hố phễu hình thành lăn lóc phía chân trời, những đụn cát nhỏ, đá thì luôn bị cát bay che phủ rồi lại lộ ra, những cuộn vật chất cỡ hạt nho bị gió cuốn lên trông như những búi lông chim. Đá ấy từ đâu mà có? Có bao nhiêu cát bị gió cuốn lên? Lịch sử quá khứ của hành tinh ra sao mà để lại những khối đá biến dạng, những tảng đá bị chôn vùi, những máng rãnh đa giác trên mặt đất? Đá cấu tạo từ cái gì? Có cùng vật liệu như cát không? Cát chẳng qua chỉ là đá bị nghiền vụn hay là cái gì khác? Tại sao bầu trời màu hồng? Không khí hình thành từ những chất gì? Gió thổi mạnh đến mức nào? Có động đất Sao Hỏa không? Áp suất không khí như thế nào và cảnh quan có thay đổi theo mùa không?

Đối với từng câu hỏi trên, *Viking* đã cung cấp những câu trả lời dứt khoát hoặc ít ra cũng hợp lý. Sao Hỏa mà chương trình *Viking* hé lộ hết sức thú vị - nhất là khi ta nhớ rằng các địa điểm hạ cánh được chọn vì chính sự tệ nhạt của chúng. Nhưng các máy ảnh đã không phát hiện được một dấu tích nào của những người xây dựng kênh đào, chẳng có ô tô bay cũng không có gươm ngắn của xứ sở Barsoom, không công chúa cũng chẳng chiến binh, không con thốt thò hàng, không dấu chân nào, ngay cả một cây xương rồng hay một con chuột kanguru cũng không nốt. Tóm lại, trong toàn bộ tầm nhìn chúng ta có được thì không có một chút dấu hiệu nào của sự sống cả.¹⁰⁵

Có thể trên Sao Hỏa cũng có những dạng sinh vật to lớn, nhưng không phải ở hai địa điểm các con tàu đã hạ cánh. Có thể có những dạng sinh vật nhỏ bé hơn trong từng khối đá và hạt cát. Trong hầu hết lịch sử của Trái Đất, những vùng trên Trái Đất từng không có nước che phủ nom khá giống với Sao Hỏa hôm nay - với một bầu khí quyển nhiều điôxít cacbon, tia tử ngoại chiếu xuyên qua khí quyển không có ôzôn xuống tận mặt đất. Các loài động thực vật to lớn chỉ chiếm lĩnh mặt đất cạn trong giai đoạn 10% cuối cùng của lịch sử Trái Đất. Còn suốt 3 tỷ năm chỉ có các vi sinh vật hiện diện ở khắp mọi nơi trên Trái Đất. Muốn tìm kiếm sự sống trên Sao Hỏa, chúng ta phải tìm kiếm vi khuẩn.

Khoang đổ bộ của *Viking* đã nối dài khả năng của con người tới tận các cảnh quan xa lạ của một thế giới khác. Một số người đánh giá cỗ máy này cũng tinh vi bằng con châu chấu, số người khác lại cho rằng nó chỉ thông minh bằng một con vi khuẩn mà thôi. So sánh như vậy cũng không có gì là coi thường. Tự

nhiên đã phải mất hàng trăm triệu năm để vật chất tiến hóa thành con vi khuẩn, và hàng tỷ năm mới tạo ra được con châu chấu. Chỉ với một chút kinh nghiệm trong công việc này mà chúng ta đã giải quyết khá tài tình. *Viking* có hai con mắt như chúng ta, nhưng đôi mắt của nó còn hoạt động cả ở khu vực ánh sáng hồng ngoại, nơi mà đôi mắt chúng ta không nhìn thấy gì; một cánh tay lấy mẫu có thể gạt đá, đào và lấy mẫu đất; một công cụ tựa như ngón tay mà nó giơ lên để đo vận tốc gió và hướng gió; có cả những thứ tựa như một cái mũi và những cái gai vị giác, với độ nhạy cao hơn nhiều so với giác quan của chúng ta, để cảm nhận được sự tồn tại mờ nhạt chỉ ở mức vết của các phân tử; một cái tai bên trong để phát hiện những tiếng ồn sâu của động đất Sao Hỏa và sự lắc lư nhẹ của con tàu vũ trụ do gió xô; và một thiết bị dò tìm vi khuẩn. Con tàu có một nguồn năng lượng phóng xạ của chính nó. Nó truyền mọi thông tin khoa học mà nó thu được về Trái Đất bằng vô tuyến. Nó nhận lệnh từ Trái Đất, do đó con người có thể nghiên ngẫm ý nghĩa các kết quả của *Viking* để bảo nó làm điều gì đó mới.

Nhưng với những hạn chế về kích thước, chi phí và năng lượng, phương thức tối ưu để tìm kiếm vi khuẩn trên Sao Hỏa là gì? Chúng ta không thể - hay ít ra cũng chưa thể - phái các nhà vi sinh vật học lên đó. Tôi có một người bạn là nhà vi sinh vật học xuất chúng tên là Wolf Vishniac công tác ở trường Đại học Rochester, bang New York. Vào cuối thập kỷ 1950, khi chúng tôi bắt đầu suy nghĩ nghiêm túc đến việc tìm kiếm sự sống trên Sao Hỏa, Vishniac đã có mặt trong một cuộc hội họp khoa học, tại đó một nhà thiên văn bày tỏ sự ngạc nhiên về việc các nhà sinh học không có được một công cụ tự động hóa đơn giản, đáng tin cậy để tìm kiếm vi khuẩn. Vishniac bèn quyết định làm ra một công cụ gì đó đáp ứng nhu cầu này.

Anh bạn tôi đã chế tạo một thiết bị nhỏ để đưa lên Sao Hỏa. Các bạn của anh ấy gọi thiết bị đó là cái Bẫy của Wolf (hay Bẫy Sói). Thiết bị đó có một cái lọ đựng dưỡng chất hữu cơ đem lên Sao Hỏa. Mẫu đất Sao Hỏa sẽ được trộn trong lọ, và ta sẽ quan sát thấy độ vẫn đục hay độ mờ của chất lỏng khi những con trùng Sao Hỏa (nếu có) sinh trưởng (nếu chúng sinh trưởng).

Cái Bẫy Wolf cùng với ba thí nghiệm vi sinh khác đã được chọn đưa vào khoang đồ bộ của tàu *Viking*. Hai thí nghiệm cũng nhằm cung cấp thức ăn cho sinh vật Sao Hỏa. Muốn Bẫy Wolf thành công thì nhất thiết lũ trùng Sao Hỏa phải thích thú nước dùng kia. Cũng có những người cho rằng Vishniac sẽ chỉ làm đám sinh vật Sao Hỏa tí hon chết đuối mà thôi. Nhưng ưu điểm của Bẫy Wolf là không bắt lũ vi khuẩn phải làm gì với chỗ thức ăn, miễn là chúng sinh trưởng. Tất cả các thí nghiệm khác đều dựa trên những giả định đặc biệt là có những chất khí mà vi khuẩn thải ra hoặc hít vào, những giả định chả khá hơn sự đoán mò bao nhiêu.

Cơ quan Hàng không và Vũ trụ quốc gia Hoa Kỳ (NASA), đơn vị điều hành chương trình vũ trụ của Hoa Kỳ, luôn chịu những lần cắt giảm kinh phí thường xuyên và không dự đoán trước được. Những đợt tăng kinh phí bất ngờ thì hiếm khi xảy ra. Các hoạt động khoa học của NASA rất ít nhận được sự ủng hộ hữu hiệu trong chính phủ, do đó khoa học thường là đích ngắm mỗi khi người ta cần rút tiền khỏi ngân quỹ của NASA. Năm 1971 người ta đã quyết định cắt bỏ một trong bốn thí nghiệm vi sinh, thế là Bẫy Wolf bị loại. Điều đó làm Vishniac thất vọng sâu sắc, vì anh đã bỏ ra mười hai năm để phát triển thiết bị ấy.

Ở vào hoàn cảnh của anh, hắn nhiều người khác sẽ rời khỏi Đội sinh học *Viking*. Nhưng Vishniac là một người nhẫn nhại và toàn tâm toàn ý. Thay vào đó anh cho rằng mình sẽ phục vụ tốt nhất công cuộc tìm kiếm sự sống trên Sao Hỏa bằng cách đi đến một nơi trên Trái Đất mà môi trường giống Sao Hỏa nhất: những thung lũng khô ráo của châu Nam Cực. Một vài nhà nghiên cứu trước đó đã xem xét đất châu Nam Cực và quyết rằng một số vi khuẩn mà họ phát hiện được thực ra không phải gốc gác ở những thung lũng khô ráo ấy mà đã được đưa đến đấy từ những môi trường khác ôn hòa hơn. Nhớ lại các thí nghiệm của những cái Chum Sao Hỏa, Vishniac tin rằng sự sống rất dẻo dai và châu Nam Cực hoàn toàn có khu hệ vi sinh vật của riêng nó. Nếu những con trùng Trái Đất có thể sống được trên Sao Hỏa, anh suy luận, thì tại

sao chúng không sống được ở châu Nam Cực - nơi dứt khoát ẩm hơn, ẩm ướt hơn, có nhiều ôxy hơn và ít tia tử ngoại hơn hẳn. Ngược lại, tìm được sự sống ở những thung lũng khô ráo của châu Nam Cực sẽ làm tăng thêm khả năng có sự sống trên Sao Hỏa. Vishniac tin rằng những kỹ thuật thí nghiệm được sử dụng trước đó để suy ra đám vi trùng không phải là “dân bản địa” ở châu Nam Cực đã mắc sai lầm. Những dưỡng chất thích hợp với môi trường thuận lợi trong phòng thí nghiệm vi sinh của trường đại học không được làm ra để dành cho vùng đất hoang khô cằn ở địa cực.

Thế là vào ngày 8 tháng 11 năm 1973, Vishniac cùng thiết bị vi sinh của anh và một nhà địa chất đồng hành được máy bay trực thăng chở từ trạm McMurdo tới một khu vực gần núi Balder, nơi là một thung lũng khô ráo ở dãy Asgard. Công việc của anh là chôn cất các buồng nuôi vi sinh nhỏ vào trong đất châu Nam Cực rồi một tháng sau sẽ quay trở lại lấy ra. Ngày 10 tháng 12 năm 1973, anh lên đường đi thu mẫu trên núi Balder, giây phút khởi hành của anh được chụp ảnh từ một nơi cách xa 3 km. Đó là lần cuối cùng người ta trông thấy anh còn sống. Mười tám tiếng đồng hồ sau đó, thi thể của anh được phát hiện dưới chân một tảng băng. Anh đã đi vào một khu vực chưa từng lai vãng trước đó, rồi, chắc do trượt chân trên băng mà ngã nhào xuống sườn dốc cách đó 150 mét. Có lẽ mắt anh mải dõi theo cái gì đó, có thể là một môi trường sống thích hợp cho vi khuẩn, hay chẳng hạn, một vật xanh lá cây ở nơi lẽ ra không thể có được. Chúng ta sẽ chẳng bao giờ biết được nguyên nhân thật sự. Trong cuốn sổ tay nhỏ màu nâu mà anh mang theo hôm đó, những dòng sau cùng như sau: “Lấy lên buồng 202. 10-12-1973. 2230 giờ. Nhiệt độ đất -10°. Nhiệt độ không khí -16°.” Đó là nhiệt độ điển hình của mùa hè trên Sao Hỏa.

Nhiều buồng vi sinh của Vishniac giờ vẫn còn nằm ở châu Nam Cực. Nhưng những mẫu anh đã lấy về đều được các đồng nghiệp và bạn bè có chuyên môn khảo sát, bằng chính những phương pháp của anh. Gần như tại mỗi địa điểm đã khảo sát đều tìm thấy sự phong phú đa dạng của vi khuẩn mà áp dụng các kỹ thuật thông thường không thể phát hiện được. Helen Simpson Vishniac, người vợ góa của anh, đã khám phá ra trong các mẫu anh mang về một loài nấm men mới, có lẽ độc nhất vô nhị ở châu Nam Cực. Những hòn đá lớn lấy từ châu Nam Cực về trong chuyến thám hiểm ấy, được Imre Friedmann khảo sát, hóa ra lại tồn tại một thế giới vi sinh vật kỳ lạ - ở sâu một hai milimét bên trong đá, một loài tảo đã tạo ra một địa hạt tí hon nhốt một lượng nước rất nhỏ ở trạng thái lỏng. Trên Sao Hỏa một vị trí như thế sẽ còn lý thú hơn nữa, vì trong khi ánh sáng nhìn thấy được cần cho sự quang hợp sẽ thâm nhập tới độ sâu ấy, thì ánh sáng từ ngoại sát khuẩn ít nhất là sẽ cũng yếu đi.

Bởi vì thiết kế cho các chuyến bay vào vũ trụ đã hoàn tất nhiều năm trước khi phóng, và bởi Vishniac chết, nên các kết quả thí nghiệm ở châu Nam Cực của anh đã không ảnh hưởng đến chương trình tìm kiếm sự sống ở Sao Hỏa. Nói chung, các thí nghiệm vi sinh không được thực hiện ở nhiệt độ thấp như môi trường Sao Hỏa, và hầu hết không có được thời gian ủ lâu. Tất cả đều chỉ dựa trên các giả định về phương thức trao đổi chất trên Sao Hỏa. Cũng chẳng có dịp tìm kiếm sự sống bên trong các tảng đá.

Mỗi khoang đổ bộ của *Viking* được trang bị một cánh tay lấy mẫu để thu thập vật chất trên bề mặt rồi từ từ đưa các mẫu vào trong tàu, chuyến mẫu trên các thùng chứa hình phễu giống như đoàn tàu chạy điện đến năm bộ phận thí nghiệm khác nhau: một về hóa học vô cơ của mẫu đất, thí nghiệm thứ hai để tìm các phân tử hữu cơ trong cát và bụi, thí nghiệm thứ ba là tìm các sinh vật dạng vi khuẩn. Khi tìm kiếm sự sống trên một hành tinh, chúng ta thường có sẵn những giả định. Chúng ta cố gắng, trong chừng mực có thể được, giả định rằng sự sống ở những nơi khác không giống với sự sống ở đây. Nhưng có những hạn chế ràng buộc chúng ta. Chúng ta chỉ biết rõ sự sống trên Trái Đất. Trong khi đó các thí nghiệm vi sinh của *Viking* là cố gắng tiên phong đầu tiên, nên khó có thể có được một câu trả lời xác định về sự sống trên Sao Hỏa. Các kết quả vừa như trêu tức, làm chán nản, vừa như khiêu khích, kích thích, và ít ra là cho đến gần đây, vẫn chưa thể kết luận được gì nhiều.

Mỗi một thí nghiệm trong số ba thí nghiệm vi sinh đều tìm hiểu một vấn đề khác nhau, nhưng trong cả ba trường hợp đều có cái chung là tìm hiểu quá trình trao đổi chất trên Sao Hỏa. Nếu như trong đất Sao Hỏa có vi sinh vật, thì chúng phải hấp thụ thức ăn và tổng ra khí thải; hoặc chúng phải hấp thụ các khí trong khí quyển và, có thể với sự giúp đỡ của ánh sáng mặt trời, biến các chất ấy thành chất hữu ích. Vậy là chúng ta đem thức ăn lên Sao Hỏa và hy vọng rằng sinh vật Sao Hỏa, nếu có, sẽ cảm thấy những thức ăn ấy ngon. Rồi chúng ta theo dõi xem có những chất khí mới nào thoát ra từ đất. Hoặc chúng ta cung cấp các chất khí được đánh dấu bằng phóng xạ và theo dõi xem chúng có biến thành chất hữu cơ không, để suy luận về sự tồn tại của sinh vật Sao Hỏa.

Theo những tiêu chí thiết lập từ trước khi phóng con tàu, thì hai trong ba thí nghiệm vi sinh của *Viking* dường như đã thu được kết quả khả quan. Thứ nhất là khi trộn đất Sao Hỏa với một món xúp hữu cơ từ Trái Đất, có cái gì đó trong đất đã phá vỡ những liên kết hóa học trong món xúp - tựa như các vi trùng đang thở và trao đổi chất với món thức ăn đem từ Trái Đất. Thứ hai là khi các chất khí từ Trái Đất được đưa vào trong mẫu đất Sao Hỏa, thì chúng kết hợp về mặt hóa học với đất - như thể có những vi khuẩn quang hợp tạo ra vật chất hữu cơ từ các chất khí khí quyển. Các kết quả khả quan đạt được trong bảy mẫu khác nhau - tại hai địa điểm trên Sao Hỏa cách nhau 5.000 km.

Nhưng sự thể phức tạp hơn thế, và các tiêu chí về sự thành công của thí nghiệm có thể không thích hợp. Những nỗ lực to lớn đã được thực hiện để xây dựng các thí nghiệm vi sinh và thử chúng với các loại vi khuẩn đa dạng. Nhưng có rất ít nỗ lực lập thang độ cho các thí nghiệm có tính đến các loại vật chất vô cơ bất ngờ trên bề mặt Sao Hỏa. Sao Hỏa không phải là Trái Đất. Chuyện của Percival Lowell nhắc chúng ta rằng chúng ta có thể bị đánh lừa. Biết đâu có một hóa chất vô cơ xa lạ trong đất Sao Hỏa có khả năng ôxy hóa thức ăn mà không cần có vi khuẩn. Biết đâu có một chất xúc tác vô cơ đặc biệt trong đất nơi ấy có khả năng tóm bắt các chất khí khí quyển và biến chúng thành phân tử hữu cơ.

Những thí nghiệm gần đây gợi ý rằng có thể xảy ra trường hợp như thế. Trong cơn bão bụi lớn của Sao Hỏa năm 1971, phổi hồng ngoại trên tàu *Mariner 9* đã thu được đặc điểm phổi của bụi. Khi phân tích các phổi này, O. B. Toon, J. B. Pollack và tôi đã tìm thấy một số đặc điểm phù hợp nhất với mònmtmôrilônit và các loại đất sét khác. Các quan sát tiếp theo của khoang đồ bộ *Viking* cũng xác nhận việc nhận ra đất sét bị gió cuốn đi trên Sao Hỏa. Gần đây A. Banin và J. Rishpon đã phát hiện rằng họ có thể tái tạo lại một số đặc điểm then chốt - những đặc điểm rất giống với sự quang hợp cũng như sự hô hấp - trong những thí nghiệm vi sinh "thành công" mà *Viking* từng thực hiện, chỉ cần trong các thí nghiệm thực hiện trong phòng thí nghiệm đó họ thay đất Sao Hỏa bằng các loại đất sét đó. Các loại đất sét đó có bề mặt hoạt tính phức tạp, có thể hấp thụ và thải ra các chất khí và xúc tác các phản ứng hóa học. Còn quá sớm để nói rằng tất cả các kết quả vi sinh của tàu *Viking* đều có thể giải thích bằng hóa vô cơ, nhưng những tình huống như thế không còn gây bất ngờ nữa. Giả thuyết đất sét chưa thể loại bỏ giả thuyết về sự sống trên Sao Hỏa, nhưng nó buộc chúng ta phải thừa nhận rằng chưa có bằng chứng không thể bác bỏ về vi sinh vật trên Sao Hỏa.

Nhưng ngay trong trường hợp đó thì các kết quả của Banin và Rishpon vẫn có tầm quan trọng lớn lao vì chúng chứng tỏ khi không tồn tại sự sống thì vẫn có một kiểu quá trình hóa học trong đất diễn ra giống hệt như do vi sinh vật thực hiện. Trên Trái Đất trước khi xuất hiện sự sống, có thể đã từng có những quá trình hóa học giống như sự hô hấp và quang hợp tuân hoàn trong đất. Không loại trừ khả năng sự sống khi xuất hiện đã thu nhập chúng vào mình. Ngoài ra, chúng ta biết rằng đất sét mònmtmôrilônit là một chất xúc tác tiềm tàng đối với việc kết hợp các axít amin thành các phân tử chuỗi dài hơn giống như prôtêin. Đất sét của Trái Đất hồng hoang biết đâu lại là thứ lò rèn sự sống, và quá trình hóa học của Sao Hỏa hiện nay có thể cung cấp những thông tin cốt yếu về nguồn gốc và lịch sử thuở sơ khai của sự sống trên hành tinh chúng ta.

Bề mặt Sao Hỏa để lộ những hố phễu va đập, mỗi cái được đặt tên một người, thường là nhà khoa học. Hố phễu Vishniac nằm tương ứng ở khu vực Nam Cực của Sao Hỏa. Vishniac không tuyên bố rằng nhất định phải có sự sống trên Sao Hỏa, anh chỉ nói rằng có thể có sự sống, và điều cực kỳ quan trọng là phải biết xem sự sống có tồn tại không. Nếu sự sống tồn tại trên Sao Hỏa, chúng ta sẽ có cơ hội kiểm tra tính phổ quát của dạng thức sự sống của chúng ta. Nếu không có sự sống trên Sao Hỏa, một hành tinh khá giống Trái Đất, thì chúng ta phải hiểu vì sao - bởi vì trong trường hợp này, như Vishniac đã nhấn mạnh, chúng ta bắt gặp sự không khớp kinh điển trong khoa học giữa thí nghiệm chính và thí nghiệm đối chứng.

Nhờ khám phá ra rằng có thể lý giải các kết quả vi sinh của *Viking* bằng giả thuyết đất sét, chứ không nhất thiết phải là sự sống, chúng ta còn có thể giải quyết một bí ẩn khác: thí nghiệm hóa hữu cơ của *Viking* không phát hiện được một chút dấu vết nào của vật chất hữu cơ trong đất Sao Hỏa. Nếu quả thực có sự sống trên Sao Hỏa, thì các xác chết đi đâu? Không thể tìm thấy một phân tử hữu cơ nào - không có các thành phần cơ bản cấu thành các prôtêin và các axít amin, không có cả các hydrocacbon đơn giản, không có chút gì giống như sự sống trên Trái Đất. Điều đó chưa chắc đã là mâu thuẫn, bởi vì các thí nghiệm vi sinh của *Viking* có độ nhạy gấp nghìn lần (trên một nguyên tử cacbon tương đương) các thí nghiệm hóa học của *Viking*, nên có lẽ là nó có thể phát hiện được vật chất hữu cơ được tổng hợp trong đất Sao Hỏa. Tuy vậy, điều đó không cho chúng ta có nhiều hy vọng. Đất trên Trái Đất chứa đầy tàn tích hữu cơ của các sinh vật từng sống; đất Sao Hỏa lại có ít chất hữu cơ hơn bề mặt Mặt Trăng. Nếu vẫn muốn bám giữ giả thuyết về sự sống trên Sao Hỏa, chúng ta phải giả định rằng các xác chết đã bị bề mặt Sao Hỏa có hoạt tính phản ứng hóa học mạnh, có khả năng ôxy hóa phá hủy - giống như vi trùng bị pêrôxít hydro tiêu diệt trong ống nghiệm; hoặc trên đó có sự sống, nhưng là một kiểu sự sống mà vai trò của chất hữu cơ không quan trọng như trong sự sống ở Trái Đất.

Nhưng giả định sau cùng tôi thấy có vẻ không thuyết phục lắm: nói gì thì nói, tôi vẫn phải thú nhận mình là môn đệ trung thành của cacbon. Cácarbon rất dồi dào trong Vũ trụ. Nó tạo nên những phân tử phức tạp, thích hợp với sự sống. Tôi cũng là môn đệ trung thành của nước. Nước tạo nên một hệ thống dung môi lý tưởng cho các chất hữu cơ hoạt động và ở trạng thái lỏng trong phạm vi nhiệt độ rất rộng. Nhưng thỉnh thoảng tôi cũng băn khoăn. Liệu sự quyến luyến của tôi đối với các chất này có liên quan gì tới thực tế là tôi được cấu tạo chủ yếu từ chúng hay không? Có phải chúng ta có căn bản dựa trên cacbon và nước vì những chất ấy có rất nhiều trên Trái Đất vào tạo hình thành sự sống? Có thể sự sống ở những nơi khác - trên Sao Hỏa chẳng hạn - được xây dựng từ những vật liệu khác?

Tôi là một tập hợp của nước, canxi và các phân tử hữu cơ mang tên là Carl Sagan. Bạn cũng là một tập hợp của các phân tử hầu như cũng giống hệt như thế với một cái nhãn tập thể khác tôi. Nhưng tất cả chỉ có vậy sao? Không có cái gì khác ngoài những phân tử ư? Một số người cho rằng ý kiến này có phần hạ thấp phẩm giá con người, về phần mình, tôi lại thấy nó có giá trị nâng cao vì vũ trụ của chúng ta cho phép tiến hóa thành những bộ máy phân tử tinh vi và phức tạp như con người chúng ta.

Nhưng cốt lõi của sự sống phần lớn không phải ở chỗ những nguyên tử và phân tử đơn giản nào làm nên chúng ta mà chủ yếu ở cách thức chúng liên kết với nhau. Lâu lâu chúng ta đọc thấy rằng các chất tạo nên cơ thể con người giá chỉ 97 xu hoặc 10 đô la, hay một con số nào đó; kể cũng hơi buồn khi thấy cơ thể mình được định giá thấp như thế. Tuy nhiên, những ước tính đó về con người chỉ quy về những thành phần đơn giản nhất có thể có của chúng ta. Chúng ta được cấu tạo từ nước, cái này trị giá gần như bằng không; từ cacbon được định giá theo than đá; từ canxi trong xương chả khác gì phấn viết; từ nitơ trong các prôtêin (cũng rẻ) như không khí; từ sắt trong máu cũng như những cái đình gi. Nếu không có kiến thức gì hơn, chúng ta có thể bị sự tò mò thôi thúc mà lấy tất cả các nguyên tử tạo nên mình bỏ vào một cái bình chứa lớn rồi khuấy trộn chúng với nhau. Chúng ta có thể khuấy bao lâu tùy thích. Nhưng rốt cuộc tất cả những gì

chúng ta có được vẫn chỉ một mớ hỗn loạn các nguyên tử. Làm sao có thể trông mong có cái gì khác được?

Harold Morowitz đã tính toán chi phí phải bỏ ra để kết hợp các thành phần phân tử đúng chủng loại tạo nên con người bằng cách mua các phân tử từ các nhà cung cấp hóa chất. Câu trả lời là phải mất khoảng 10 triệu đô la, nghe chừng điều này làm chúng ta thấy khoái chí hơn. Nhưng ngay cả khi ấy chúng ta vẫn không thể hòa trộn các hóa chất đó để rồi từ cái bình bước ra một con người. Điều này vượt quá xa khả năng của chúng ta và chắc vẫn như vậy trong một khoảng thời gian rất dài nữa. May thay, có những phương pháp khác ít tốn kém hơn mà mức độ thành công vẫn cao để chế tạo con người.

Tôi nghĩ rằng các hình thái sinh vật trên nhiều thế giới nhìn chung vẫn cấu tạo từ các nguyên tử như chúng ta ở đây, thậm chí có lẽ cũng gồm những phân tử cơ bản giống hệt như thế, chẳng hạn các prôtein và các axít nucleic - nhưng tập hợp theo cách thức khác hẳn. Có thể các sinh vật trôi bập bênh trong bầu khí quyển hành tinh đặc sẽ khá giống chúng ta về mặt cơ cấu nguyên tử, ngoại trừ việc chúng có thể không có xương, do đó không cần nhiều canxi. Có thể ở đâu đó dung môi được sử dụng không phải là nước. Axít flohydric có thể làm việc này khá tốt, tuy rằng trong vũ trụ không có nhiều flo; axít này sẽ gây hại rất nhiều cho loại phân tử tạo nên con người chúng ta, nhưng các phân tử hữu cơ khác, chẳng hạn sáp parafin, sẽ hoàn toàn yên ổn với axít flohydric. Amôniắc lỏng làm hệ dung môi còn tốt hơn, vì amôniắc có rất nhiều trong vũ trụ. Nhưng nó ở trạng thái lỏng chỉ trong những thế giới lạnh hơn Trái Đất hay Sao Hỏa rất nhiều. Bình thường trên Trái Đất amôniắc là chất khí, cũng như nước trên Sao Kim. Hoặc biết đâu có những loại sinh vật không có hệ dung môi nào hết - sinh vật ở trạng thái rắn, nơi có các tín hiệu điện lan truyền chứ không phải các phân tử bồng bềnh trôi.

Song những ý tưởng ấy cũng không cứu được quan niệm tin rằng các thí nghiệm của khoang đồ bộ *Viking* đã chỉ ra có sự sống trên Sao Hỏa. Trong một thế giới khá giống Trái Đất, với cacbon và nước dồi dào, thì sự sống, nếu nó tồn tại, sẽ phải dựa trên hóa hữu cơ. Các kết quả về hóa hữu cơ, cũng giống như các hình ảnh thu được và các kết quả về vi sinh, thấy đều nhất quán ở chỗ xác nhận rằng không có sự sống trong những hạt mìn lấy ở các vùng Chryse và Utopia vào cuối thập kỷ 1970. Có thể ở sâu hơn vài milimet nữa dưới đá (như trong các thung lũng khô ráo ở châu Nam Cực), hoặc ở chỗ nào khác trên hành tinh này, hoặc vào thời trước đây, điều kiện thuận lợi hơn, có sự sống. Nhưng chắc chắn không phải ở chỗ và vào lúc mà chúng ta tìm kiếm.

Viking thám hiểm Sao Hỏa là một sự kiện có tầm quan trọng lịch sử lớn lao, đây là một cuộc tìm kiếm nghiêm túc đầu tiên về các loại sinh vật kiểu khác có thể có, là trường hợp đầu tiên mà một con tàu vũ trụ hoạt động trên một hành tinh khác “sống” được một giờ đồng hồ trở lên (*Viking 1* đã sống được hàng năm trời). Từ kết quả đó con người thu hoạch được một vụ mùa bội thu các dữ liệu về địa chất học, địa chấn học, khoáng vật học, khí tượng học và hơn nữa tá ngành khoa học khác về một hành tinh khác. Chúng ta sẽ phát huy những thành tích tuyệt vời ấy như thế nào? Một vài nhà khoa học muốn đưa hẳn một thiết bị tự động đổ bộ lên đó, lấy mẫu đất mang về Trái Đất, nơi có thể khảo sát chúng hết sức chi tiết, trong những phòng thí nghiệm tối tân trên Trái Đất chứ không phải trong những phòng thí nghiệm bé tí và hạn chế mà chúng ta có thể đưa được lên Sao Hỏa. Bằng cách ấy thì hầu như mọi sự mơ hồ trong các thí nghiệm vi sinh của *Viking* sẽ được giải quyết hết. Có thể xác định được thành phần hóa học và khoáng vật học của các mẫu đất; có thể đập vỡ đá ra để tìm kiếm sự sống bên dưới bề mặt; có thể thực hiện hàng trăm phép thử để tìm các chất hữu cơ và sự sống, kể cả việc nghiên cứu trực tiếp qua kính hiển vi, trong phạm vi rất rộng của các điều kiện thí nghiệm. Thậm chí chúng ta có thể sử dụng cả phương pháp xét nghiệm của Vishniac. Tuy khá tốn kém, nhưng một chuyến bay như thế nằm trong phạm vi khả năng về công nghệ của chúng ta.

Tuy nhiên, nó cũng kéo theo một nguy hiểm mới lạ: sự lây nhiễm ngược. Nếu muốn nghiên cứu các

mẫu đất của Sao Hỏa để tìm kiếm vi trùng, tất nhiên chúng ta không được sát khuẩn trước các mẫu đó. Mục đích của chuyến thám hiểm này là mang vi khuẩn sống về đây. Rồi điều gì sẽ diễn ra sau đó? Liệu các vi sinh vật Sao Hỏa có tạo ra nguy cơ về sức khỏe cho con người không? Những người Sao Hỏa của H. G. Wells và Orson Welles, vì mải trốn áp Bournemouth và thành phố Jersey, đã không để ý cho đến khi quá muộn rằng những cơ chế miễn dịch tự vệ của họ bất lực trước vi trùng Trái Đất. Điều ngược lại có thể xảy ra không? Đây là một vấn đề nghiêm trọng và khó khăn. Cũng có thể chẳng có vi sinh vật Sao Hỏa nào cả. Còn nếu chúng tồn tại, thì cũng có khả năng là chúng ta có thể xơi cả cân vi sinh vật Sao Hỏa mà chẳng hề hấn gì. Nhưng chúng ta không chắc chắn điều đó, và sự đặt cược về mối nguy hiểm là cao. Nếu muốn đem các mẫu đất Sao Hỏa chưa khử trùng về Trái Đất, chúng ta phải có được một quy trình cách ly hết sức đáng tin cậy. Có những quốc gia phát triển và tàng trữ vũ khí vi trùng. Hình như họ cũng để xảy ra sự cố, nhưng theo chỗ tôi được biết, người ta vẫn chưa làm lây lan thành một đại dịch toàn cầu. Có lẽ ta có thể đem các mẫu đất Sao Hỏa về Trái Đất một cách an toàn. Nhưng dù sao tôi cũng muốn phải rất chắc chắn trước khi xét duyệt một chuyến bay mang mẫu đất về.

Cũng có một cách khác nghiên cứu Sao Hỏa, tiến tới thụ hưởng đầy đủ mọi sự khoan khoái và tới những khám phá mà hành tinh không đồng nhất này dành cho chúng ta. Cảm xúc đeo đẳng mãi trong tôi khi làm việc với các bức hình mà khoang đồ bộ của *Viking* chụp được là cảm giác thất vọng về sự bất động của con tàu. Bất giác tôi cứ muốn con tàu ít ra là biết nhón chân nhón cẳng một chút, hoặc giả cái phòng thí nghiệm ấy, được thiết kế để đứng bất động, lại trở chứng không tự chủ điều khiển được một bước nhảy nhỏ. Chúng ta khao khát biết bao được thấy cánh tay lấy mẫu cà đụn cát phía trước, khao khát được tìm kiếm sự sống bên dưới tảng đá kia, khao khát được quan sát xem rặng núi xa xa kia có phải là bờ vách của một hố miệng phễu hay không. Và cách chỗ đó không xa về phía Đông Nam, tôi biết có bốn lòng sông quanh co của vùng đồng bằng Chryse. Cho dù những kết quả của *Viking* có trêu tức và khiêu khích đến đâu, tôi biết đến cả trăm địa điểm trên Sao Hỏa thú vị hơn nhiều so với các địa điểm đồ bộ tàu. Công cụ lý tưởng là một chiếc xe tự hành mang thiết bị thí nghiệm hóa học và sinh vật học tiên tiến, nhất là thu hình ảnh. Mẫu ban đầu của các xe tự hành như vậy đang được NASA triển khai. Chúng biết cách đi vòng tránh các tảng đá, không để bị rơi xuống hố, biết cách thoát ra khỏi những chỗ chật hẹp. Đưa một chiếc xe tự hành lên Sao Hỏa để quét thu hình ảnh xung quanh, nhìn thấy những chỗ đáng quan tâm nhất trong tầm nhìn để hôm sau có thể đến được nơi đó. Mỗi ngày một nơi mới, một chặng đường quanh co uốn lượn phức tạp trên địa hình đa dạng của hành tinh cuốn hút này.

Một chương trình như vậy sẽ thu hoạch được vô số lợi ích khoa học, ngay cả khi không tồn tại sự sống trên Sao Hỏa. Chúng ta có thể xuống các thung lũng lòng sông cổ xưa, leo lên sườn một trong những núi lửa lớn, đi dọc theo những bậc thềm băng kỳ lạ ở vùng cực, hoặc tiến sát đến các kim tự tháp Sao Hỏa huyền bí¹⁰⁶. Sự quan tâm của công chúng đến một chương trình như vậy sẽ rất đáng kể. Hằng ngày trên màn ảnh truyền hình sẽ xuất hiện bao nhiêu là cảnh tượng mới. Chúng ta có thể lần theo hành trình thám hiểm, suy ngẫm về các vật tìm thấy, gợi ý các điểm đến mới. Chuyến đi sẽ rất dài, và chiếc xe tự hành tuân theo các lệnh điều khiển bằng vô tuyến từ Trái Đất. Sẽ có vô khối thì giờ cho những ý tưởng mới được bổ sung vào kế hoạch chuyến đi. Một tỷ người có thể tham gia thám hiểm thế giới khác¹⁰⁷.

Diện tích bề mặt Sao Hỏa rộng bằng diện tích đất liền trên Trái Đất. Một sự tìm hiểu nghiên cứu Sao Hỏa chắc sẽ chiếm đầu óc của chúng ta hàng thế kỷ. Nhưng sớm muộn rồi sẽ đến cái ngày mà Sao Hỏa được thám hiểm hết; cái ngày mà các con tàu robot vẽ xong bản đồ Sao Hỏa; cái ngày mà các xe tự hành tung hoành ngang dọc khắp bề mặt hành tinh; cái ngày mà các mẫu đất đá được chở về Trái Đất an toàn; cái ngày mà con người bước đi trên cát Sao Hỏa. Rồi sau đó thì sao? Chúng ta sẽ làm gì với Sao Hỏa?

Đã có quá nhiều ví dụ về việc con người lạm dụng, ngược đãi Trái Đất đến nỗi câu hỏi đặt ra ở trên

làm tôi lạnh người. Nếu có sự sống trên Sao Hỏa, tôi tin rằng chúng ta không nên làm gì với nó cả. Sao Hỏa khi ấy thuộc về các sinh vật Sao Hỏa, cho dù đó chỉ là những con vi khuẩn. Sự tồn tại của một hệ sinh vật độc lập trên một hành tinh láng giềng là một kho báu vô giá, và theo tôi việc bảo tồn sự sống trên đó phải được đặt lên trên bất kỳ cách thức sử dụng Sao Hỏa nào khác. Tuy nhiên, giả sử Sao Hỏa không có sự sống. Nó sẽ không phải là nguồn nguyên vật liệu hợp lý: chi phí chuyên chở từ Sao Hỏa về Trái Đất trong nhiều thế kỷ tới vẫn quá tốn kém. Nhưng chúng ta có thể sống trên Sao Hỏa không? Về mặt nào đó chúng ta có thể làm cho nó trở thành nơi có người ở hay không?

Một thế giới đáng yêu thật đấy, nhưng theo thiển ý của chúng tôi, nó có nhiều nhược điểm, chủ yếu là nồng độ ôxy thấp, không có nước ở thể lỏng và lượng tia tử ngoại chiếu xuống khá cao. (Nhiệt độ thấp không phải là trở ngại khó khắc phục, như các trạm nghiên cứu khoa học quanh năm ở châu Nam Cực đã chứng minh). Tất cả những vấn đề này có thể giải quyết được nếu chúng ta có thể làm ra nhiều không khí hơn. Khi áp suất không khí tăng cao hơn, nước lỏng sẽ hiện diện. Có nhiều ôxy hơn thì chúng ta sẽ thở được với bầu khí quyển, ôzôn sẽ hình thành để che chắn mặt đất khỏi bức xạ tử ngoại của Mặt Trời. Những lỗ kẽm ngoằn ngoèo, những tảng băng xếp lớp ở các cực và những chứng cứ khác mách bảo rằng Sao Hỏa từng có một bầu khí quyển dày đặc hơn. Những chất khí ấy vị tất đã thoát ra khỏi Sao Hỏa. Như vậy, chúng còn quanh quắt đâu đó trên hành tinh này. Một phần chúng kết hợp về mặt hóa học với các lớp đá bề mặt. Phần khác nằm trong băng bên dưới bề mặt. Nhưng phần lớn chúng có thể có mặt trong các chỏm băng hiện nay ở hai cực.

Để làm bốc hơi các chỏm băng này, chúng ta phải cung cấp nhiệt cho chúng; có thể băng cách rắc một loại bột sẫm màu lên đó để chúng hấp thụ nhiều ánh sáng mặt trời hơn, ngược lại với việc chúng ta đang làm trên Trái Đất là phá rừng và đồng cỏ. Nhưng diện tích bề mặt các chỏm băng rất lớn. Phải cần đến 1.200 tên lửa *Saturn 5* để chở lượng bột bụi cần thiết từ Trái Đất lên Sao Hỏa; mà ngay cả khi làm được việc ấy rồi thì gió cũng có thể thổi lớp bụi ấy bay khỏi bề mặt các chỏm băng. Cách tốt hơn là chế ra được một loại vật liệu nào đó màu sẫm biết tự sao chép chính nó, hoặc đem một cỗ máy nho nhỏ đèn trùi lên Sao Hỏa rồi sau đó nó cứ việc tự sản xuất ra chính nó bằng nguyên vật liệu tại chỗ trên khắp vùng chỏm băng cực. Có một loại máy như thế. Chúng ta vẫn gọi chúng là thực vật. Trong số chúng có những thứ rất dẻo dai và có sức chống chịu tốt. Chúng ta biết rằng ít nhất thì một số vi khuẩn của Trái Đất có thể sống trên Sao Hỏa. Điều cần làm là một công trình chọn lọc nhân tạo và áp dụng công nghệ gien để tạo ra các loại thực vật màu tối - địa y chẳng hạn - sống được trong môi trường khắc nghiệt hơn nhiều của Sao Hỏa. Nếu lai tạo được những giống thực vật như thế, ta có thể tưởng tượng ra cái cảnh chúng được gieo trồng trên những khu vực bao la của vùng chỏm băng cực, mọc rẽ, lan rộng, làm đen các chỏm băng, hấp thụ ánh nắng, làm nóng băng, và giải phóng bầu khí quyển xa xưa của Sao Hỏa bị cầm tù đã lâu. Chúng ta còn có thể tưởng tượng ra một giống người Sao Hỏa tên là *Johnny Appleseed* (Hạt Táo), là robot hay người, rong ruổi khắp chốn hoang vu băng giá miền cực với nỗ lực phục vụ cho các thế hệ con người sẽ lên trên đó.

Ý tưởng khái quát này gọi là Trái Đất hóa: biến đổi một cảnh quan xa lạ thành nơi phù hợp hơn đối với con người. Suốt hàng ngàn năm trước con người mới chỉ làm xáo động nhiệt độ toàn trái đất được khoảng một độ thông qua những thay đổi về hiệu ứng nhà kính và hệ số phản xạ ánh sáng (albedo), thế nhưng với tốc độ đốt nhiên liệu hóa thạch, phá rừng và đồng cỏ hiện nay thì chúng ta sẽ làm thay đổi nhiệt độ Trái Đất thêm một độ nữa chỉ trong vòng một hai thế kỷ. Những luận cứ ấy cùng những luận cứ khác nữa gợi cho ta thấy thang thời gian của việc Trái Đất hóa Sao Hỏa có thể kéo dài từ hàng trăm đến hàng ngàn năm. Với công nghệ tương lai tiên tiến hơn nhiều, chúng ta có thể mong muốn không chỉ làm tăng áp suất khí quyển và làm cho nước hóa lỏng mà còn đưa nước từ chỗ các chỏm băng tan chảy ở hai cực tới các vùng xích đạo ấm nóng hơn. Tất nhiên cũng có cách để làm việc đó. Chúng ta có thể xây các kênh mương.

Băng trên bề mặt và dưới bề mặt tan ra có thể được vận chuyển băng một mạng lưới kênh rộng khắp.

Đó chính là điều mà Percival Lowell, chưa đầy một trăm năm trước, tưởng rằng đã được thực hiện trên Sao Hỏa. Cả Lowell lẫn Wallace đều hiểu rằng sự không hiểu khách tương đối của Sao Hỏa chính là do thiếu nước mà ra. Chỉ cần có một mạng lưới kênh mương thì chữa ngay được nhược điểm, và Sao Hỏa lại trở nên hiểu khách ngay ấy mà. Những quan sát của Lowell được thực hiện trong những điều kiện độ nhìn cực kỳ khó khăn. Những người khác, như Schiaparelli, đã quan sát thấy cái gì đó tựa tựa như các con kênh; chúng được gọi là *canali* trước khi Lowell bắt đầu thiên tình sử kéo dài cả đời ông với Sao Hỏa. Con người ta đã thể hiện cái tài tự lừa phỉnh mình khi mà tình cảm bị khuấy động, và ít có ý tưởng nào cuốn hút hơn ý tưởng về những sinh vật thông minh đang cư ngụ trên hành tinh láng giềng.

Sức mạnh của ý tưởng trong đầu Lowell có lẽ nằm ở tính tiên tri của nó. Mạng lưới con kênh mà ông thấy trong đầu do người Sao Hỏa xây dựng nên. Ngay cả điều đó cũng là một dự báo chính xác. Nếu hành tinh này khi nào đó được Trái Đất hóa, thì việc ấy sẽ thực hiện bởi những con người sống thường xuyên trên Sao Hỏa và gắn bó với hành tinh này. Những người Sao Hỏa ấy chính là chúng ta.

CHƯƠNG VI

CHUYỆN CỦA CÁC NHÀ DU HÀNH

Có tồn tại nhiều thế giới, hay chỉ có một thế giới duy nhất? Đây là một trong những câu hỏi tầm cỡ và đáng giá nhất trong việc nghiên cứu Tự nhiên.

- Albertus Magnus (Albert Vĩ đại), thế kỷ 13

Có thể chúng ta sẽ vươn lên khỏi Trái Đất buồn tẻ này, để khi ngắm nhìn nó từ trên cao, ngắm xem Tự nhiên có đặt hết sức lực và tinh túy của mình vào hạt bụi nhỏ xíu này không. Khi ấy, cũng giống như những nhà du hành tới các xứ sở xa xôi, chúng ta có thể phán xét tốt hơn những gì đã có ở nhà, biết cách đánh giá chính xác và xác định đúng giá trị của mọi thứ. Một khi đã biết có vô số Trái Đất có người ở như thế và cũng kiêu diễm như của chúng ta, chúng ta sẽ bớt trầm trồ với những gì mà Thế giới này coi là vĩ đại, sẽ coi thường một cách độ lượng bao điều vặt vãnh mà đa số con người dồn hết tình cảm của họ vào.

- Christiaan Huygens, *Khám phá những thế giới trên trời*, khoảng năm 1690

Dây là thời mà con người bắt đầu dong buồm ra đại dương vũ trụ. Những con tàu hiện đại đi theo những quỹ đạo Kepler tới các hành tinh là những con tàu không người lái. Chúng là những robot được chế tạo đẹp đẽ, nửa trí tuệ đi thám hiểm những thế giới xa lạ. Các chuyến bay ra phía ngoài hệ Mặt Trời được điều khiển từ một nơi duy nhất trên hành tinh Trái Đất, Phòng thí nghiệm lực đẩy phản lực (JPL) của NASA tại Pasadena, bang California.

Ngày 9 tháng 7 năm 1979, một con tàu vũ trụ mang tên *Voyager 2* đã gặp hệ Sao Mộc. Nó đã bay mất gần hai năm trong không gian giữa các hành tinh. Tàu cấu tạo từ hàng triệu phần riêng biệt có thêm cả phụ tùng dự trữ, để nếu có bộ phận nào trực trặc thì các phần khác sẽ đảm nhận công việc thay bộ phận đó. Tàu nặng 0,9 tấn và cỡ bằng một phòng khách lớn. Nó bay tới những nơi rất xa Mặt Trời nên không thể chạy bằng năng lượng mặt trời như các con tàu khác. Thay vào đó, *Voyager* dựa vào một trạm điện hạt nhân cỡ nhỏ, lấy ra hàng trăm oát từ sự phân rã phóng xạ của một viên plutoni. Ba máy tính của tàu kết nối với nhau và hầu hết các thiết bị duy trì hoạt động của tàu - chẳng hạn, hệ thống điều khiển nhiệt độ - được đặt ở phần giữa. Nó nhận lệnh từ Trái Đất và truyền bằng vô tuyến về Trái Đất những thông tin thu được thông qua một ăng ten lớn có đường kính 3,7 m. Hầu hết những dụng cụ khoa học của nó đặt trên một cái sàn quay, có thể dõi theo Sao Mộc hay một trong các vệ tinh của nó khi tàu bay ngang qua. Có khá nhiều dụng cụ khoa học - phổ kế tử ngoại và hồng ngoại, thiết bị đo các hạt tích điện, từ trường và phát xạ vô tuyến từ Sao Mộc - nhưng hữu dụng nhất phải kể đến hai camera truyền hình, nhằm chụp hàng vạn bức ảnh về các “hòn đảo” hành tinh trong phần “đại dương” phía ngoài của hệ Mặt Trời.

Sao Mộc được bao quanh bằng một cái vỏ gồm các hạt tích điện năng lượng cao vô hình nhưng cực kỳ nguy hiểm. Con tàu phải đi ngang qua rìa ngoài của vành đai bức xạ này để khảo sát Sao Mộc và các vệ tinh của nó ở tầm gần, rồi tiếp tục sứ mệnh tới Sao Thổ và xa hơn nữa. Nhưng các hạt tích điện có thể làm hư hại các dụng cụ tinh vi và làm “chảy” các thiết bị điện tử. Sao Mộc cũng có một cái vành bao quanh gồm các mảnh vụn rắn, được tàu *Voyager 1*, con tàu đã tới Sao Mộc trước *Voyager 2*, phát hiện trước đó bốn tháng. Chỉ cần va phải một tảng đá nhỏ là con tàu có thể chao đảo mất điều khiển, khi đó ăng ten của nó bị khuất hướng Trái Đất, các dữ liệu sẽ bị mất sạch. Ngay trước cuộc chạm trán này, trung tâm điều khiển rất bồn chồn. Cũng có vài báo động và trường hợp khẩn cấp, nhưng rồi sự khôn ngoan của con người trên Trái Đất kết hợp với robot trong vũ trụ đã tránh được tai họa.

Được phóng lên ngày 20 tháng 8 năm 1977, *Voyager 2* chuyển động theo quỹ đạo hình vòng cung ngang qua quỹ đạo Sao Hỏa, qua vành đai tiểu hành tinh, tiến đến gần hệ Sao Mộc, vạch một đường ngang qua hành tinh này và khoảng mười bốn vệ tinh của nó. Việc *Voyager* đi ngang qua Sao Mộc đã giúp tàu tăng tốc khi hướng tới cuộc gặp gỡ với Sao Thổ ở cự ly gần. Lực hấp dẫn của Sao Thổ sẽ lại đẩy nó về

phía Sao Thiên Vương. Sau Sao Thiên Vương nó sẽ bay một mạch qua Sao Hải Vương rồi rời hệ Mặt Trời, từ đây sẽ mãi mãi lảng du trong đại dương không gian vô tận.

Những chuyến đi thám hiểm và khám phá này là những chuyến gần đây nhất trong loạt dài những chuyến du hành trong lịch sử con người. Vào thế kỷ 15 và 16, người ta có thể di từ Tây Ban Nha đến quần đảo Azores trong vài ngày, cũng bằng thời gian để chúng ta ngày nay vượt qua khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng. Thời đó để vượt Đại Tây Dương đến được nơi gọi là Tân Thế giới, tức châu Mỹ, phải mất vài tháng. Ngày nay cũng mất vài tháng để vượt qua đại dương của phần trong hệ Mặt Trời và hạ xuống các hành tinh Sao Hỏa và Sao Kim, thực sự đúng là những thế giới mới đang chờ chúng ta. Vào thế kỷ 17 và 18, người ta có thể đi từ Hà Lan đến Trung Hoa mất một hai năm, bằng thời gian du hành từ Trái Đất đến Sao Mộc¹⁰⁸. Chi phí hằng năm, xét theo giá trị tương đối, thì thời trưa nhiều hơn bấy giờ, nhưng trong cả hai trường hợp đều không quá 1% tổng sản phẩm quốc dân tương ứng. Các con tàu hiện nay, với đội bay robot, là những cánh chim tiên phong báo hiệu những chuyến viễn du của con người tới các hành tinh trong tương lai. Trước đây chúng ta đã từng du hành như thế.

Thời kỳ từ thế kỷ 15-17 là bước ngoặt lớn trong lịch sử nhân loại. Khi ấy khả năng chúng ta có thể phiêu du tới mọi ngóc ngách của hành tinh này là đã quá rõ. Những chiếc tàu buồm can trường của nửa tá quốc gia châu Âu dọc ngang khắp các đại dương. Có nhiều động cơ trong các chuyến đi ấy: hoài vọng, lòng tham, niềm tự hào dân tộc, tính cuồng tín tôn giáo, các điều kiện ân xá tù nhân, sự tò mò khoa học, nỗi khát khao phiêu lưu và cả nếu người ta không kiểm được việc làm phù hợp ở Estremadura¹⁰⁹. Những chuyến đi ấy mang lại nhiều điều tốt cũng như cái xấu. Nhưng kết quả tổng hợp là nối kết các vùng Trái Đất với nhau, làm giảm thói cục bộ tinh lẻ, hợp nhất loài người làm một, mở rộng mạnh mẽ kiến thức của chúng ta về hành tinh của mình và về chính bản thân mình.

Nước Cộng hòa Hà Lan của thế kỷ 17 là biểu tượng của kỷ nguyên thám hiểm tàu buồm và phát minh khám phá. Vừa mới tuyên bố độc lập, thoát khỏi đế quốc Tây Ban Nha hùng mạnh, nó đã hấp thụ tinh thần Khai sáng của châu Âu đầy đủ hơn bất cứ quốc gia nào khác. Đó là một xã hội duy lý, trật tự, sáng tạo. Nhưng vì các hải cảng và tàu thuyền Tây Ban Nha đã đóng cửa đối với hàng hải Hà Lan, nên sự sống còn về kinh tế của nền cộng hòa nhỏ bé tùy thuộc vào khả năng xây dựng, cung cấp nhân sự và khai thác một đội thương thuyền lớn bằng tàu buồm.

Công ty Đông Ấn Hà Lan, một doanh nghiệp hợp doanh giữa chính phủ và tư nhân, đã phái những con tàu đi tới tận các hang cùng ngõ hẻm của thế giới để kiểm hàng hóa quý hiếm đem về bán lấy lãi ở châu Âu. Những chuyến đi như thế là nguồn máu mới nuôi sống nước Cộng hòa. Các hải đồ hoa tiêu và bản đồ được xếp loại bí mật quốc gia. Nhiều khi tàu ra khơi mới biết hành trình theo lệnh được niêm phong kín. Bỗng nhiên người Hà Lan có mặt ở khắp nơi trên hành tinh. Biển Barents ở Bắc Băng Dương và biển Tasmania ở Australia lấy tên các thuyền trưởng tàu đi biển người Hà Lan. Những chuyến viễn du như vậy không chỉ đơn thuần là khai thác thương mại, tuy rằng này rất được chú trọng. Còn có những yếu tố phiêu lưu khoa học mạnh mẽ và sự ham hố khám phá những vùng đất mới, khám phá động thực vật mới, các dân tộc mới; theo đuổi kiến thức thuần túy.

Tòa thị chính thành phố Amsterdam phản ánh hình ảnh tự họa đầy tự tin và thế tục của xứ Hà Lan thế kỷ 17. Nó được xây bằng nhiều chuyến tàu biển mang đá cẩm thạch vè. Constantijn Huygens, một thi sĩ và nhà ngoại giao thời đó, đã nhận xét rằng Tòa thị chính xóa tan “sự u tối xa lạ của phong cách Gothic”. Trong Tòa thị chính cho đến nay vẫn còn một bức tượng Atlas đang đỡ bầu trời kết đầy những chòm sao. Bên dưới là thần Công lý khua gươm vàng và cái cân, đứng giữa thần Chết và thần Trừng phạt, chân đạp lên thần Hà tiễn và thần Ghen tị, những vị thần bảo trợ thương nhân. Người Hà Lan, mà nền kinh tế dựa trên lợi nhuận tư nhân, vẫn hiểu rằng sự theo đuổi lợi nhuận không kiềm chế sẽ là mối nguy cho tâm hồn

dân tộc của họ.

Có thể tìm thấy một hiện vật ít có tính biểu tượng hơn ngay trên sàn nhà Tòa thị chính, bên dưới tượng Atlas và thần Công lý. Đó là một tấm bản đồ khám lớn, được làm vào khoảng cuối thế kỷ 17 đến đầu thế kỷ 18, mô tả từ Tây Phi đến Thái Bình Dương. Toàn bộ thế giới là vùn đài hoạt động của Hà Lan. Và trên tấm bản đồ ấy, với vẻ khiêm tốn đáng yêu, người Hà Lan đã không ghi tên của chính đất nước họ, mà chỉ dùng cái tên Latin cũ là Bỉ¹¹⁰ để chỉ phần đất của họ ở châu Âu.

Thông thường trong một năm, nhiều con tàu đông buồm đi được chặng đường băng nửa vòng Trái Đất. Xuôi bờ Tây châu Phi, qua vùng từng được gọi là biển Ethiopia, vòng qua bờ Nam châu Phi, vào eo biển Madagascar, các thủy thủ lái tàu đi ngang qua mỏm phía Nam của Ấn Độ nhằm thẳng hướng miền đất đang trong tầm ngắm của họ là quần đảo Hương Liệu (Spice Islands) mà ngày nay thuộc Indonesia. Một số đoàn thám hiểm còn từ đây du hành tới một xứ sở được đặt tên là Tân Hà Lan, mà ngày nay gọi là Australia. Một số ít con tàu mạo hiểm vượt qua eo Malacca, rồi ngang qua Philippines tới Trung Hoa. Từ một văn bản giữa thế kỷ 17, chúng ta biết rằng có một “sứ quán của Công ty Đông Ấn thuộc Liên hiệp các Tỉnh Hà Lan, giao thiệp với Đại Tartar, Chăm, hoàng đế Trung Hoa”. Các công dân Hà Lan, các sứ giả và thuyền trưởng trổ mắt ngạc nhiên khi đối diện với nền văn minh khác tại Hoàng thành Bắc Kinh¹¹¹.

Chưa bao giờ, cả trước và sau đó, Hà Lan lại là cường quốc cỡ thế giới như bấy giờ. Là một nước nhỏ, buộc phải sống bằng sự khôn ngoan, chính sách ngoại giao của quốc gia này mang yếu tố hòa bình mạnh mẽ. Vì có sự khoan dung đối với các ý kiến không chính thống, Hà Lan là chốn nương náu cho các trí thức tị nạn tránh sự kiểm duyệt và kiểm soát ở các nơi khác tại châu Âu - chẳng khác nào Hoa Kỳ vào những năm 1930 đã có lợi rất nhiều nhờ làn sóng trí thức đổ đến từ một châu Âu đang bị quốc xã chế ngự. Vậy là Hà Lan của thế kỷ 17 là nơi trú ngụ của triết gia người Do Thái lối lạc Spinoza, người mà Einstein ngưỡng mộ; của Descartes, nhân vật then chốt trong lịch sử toán học và triết học; và của John Locke, một nhà khoa học chính trị có ảnh hưởng đến một nhóm nhà cách mạng có khuynh hướng triết học gồm Fame, Hamilton, Adams, Franklin và Jefferson.

Chưa bao giờ cả trước và sau đó, Hà Lan lại vang đến thế bởi có cả một “thiên hà” các họa sĩ và khoa học gia, triết gia và nhà toán học. Đó là thời của các họa sĩ bậc thầy Rembrandt, Vermeer và Frans Hals; của Leeuwenhoek, người phát minh ra kính hiển vi; của Grotius, người sáng lập ngành luật quốc tế; của Willebrord Snellius, người khám phá ra định luật khúc xạ ánh sáng.

Theo đúng truyền thống khuyến khích tự do tư tưởng, trường Đại học Tổng hợp Leiden đã đề nghị chức giáo sư cho một nhà khoa học người Ý tên là Galileo, người bị Giáo hội Công giáo đe dọa tra tấn nếu không từ bỏ quan điểm dị giáo cho rằng Trái Đất quay xung quanh Mặt Trời chứ không phải ngược lại.¹¹² Galileo có những mối quan hệ mật thiết với Hà Lan, ngay chiếc kính thiên văn đầu tiên của ông cũng là dụng cụ cải tiến từ một chiếc kính viễn vọng cỡ nhỏ thiết kế của Hà Lan. Sử dụng chiếc kính ấy ông đã phát hiện được những vết đèn Mặt Trời, các pha của Sao Kim, những hố miệng phễu của Mặt Trăng, và bốn vệ tinh lớn của Sao Mộc mà giờ đây được gọi theo tên ông là các vệ tinh Galileo¹¹³. Bản thân Galileo đã kể lại những gian truân của mình với giới tăng lữ trong một bức thư gửi cho Nữ Đại Công tước Christina vào năm 1615:

Vài năm trước, như Quý bà đã biết rõ, tôi đã khám phá ra nhiều thứ trên trời chưa từng trông thấy vào các thời trước. Sự mới lạ của những vật thể này, cũng như một vài hệ quả rút ra từ đó mâu thuẫn với quan niệm vật lý trong giới triết gia học giả, đã khuấy động không ít vị giáo sư [nhiều người trong số họ là chức sắc Giáo hội] chống lại tôi, cứ như thể chính tay tôi đặt các vật thể kia lên trên trời để làm đảo lộn Tự nhiên và thực hiện cuộc lật đổ trong khoa học. Dường như họ quên mất rằng sự tăng lên của các sự thực đã biết sẽ kích thích nghiên cứu, xác lập và giúp cho nghệ thuật phát triển¹¹⁴.

Mỗi liên quan giữa việc Hà Lan là một cường quốc thám hiểm khai phá và việc Hà Lan là một trung

tâm tri thức và văn hóa là rất khăng khít. Sự cải tiến những chiếc tàu buồm kích thích công nghệ đủ loại. Mọi người hăng hái làm việc bằng đôi tay mình. Các phát minh khám phá được tưởng thưởng. Tiến bộ công nghệ đòi hỏi phải có sự theo đuổi kiến thức tự do nhất có thể được, cho nên Hà Lan trở thành nơi xuất bản và bán sách hàng đầu châu Âu, nơi dịch các tác phẩm viết bằng những ngôn ngữ khác và cho phép công bố những tác phẩm bị cấm đoán ở nơi khác. Các cuộc phiêu lưu mạo hiểm tới những vùng đất xa lạ và những cuộc gặp gỡ với các xã hội kỳ lạ đã làm lung lay sự kiêu ngạo, thách thức các nhà tư tưởng phải xem xét lại thứ trí tuệ đang thịnh hành và chứng tỏ rằng những ý niệm được công nhận hàng ngàn năm nay - chẳng hạn, về địa lý - là sai lầm từ gốc. Vào cái thời mà các ông vua và hoàng đế còn cai trị ở đa số khu vực trên thế giới, thì nước Cộng hòa Hà Lan, hơn bất kỳ một quốc gia nào khác, do nhân dân cai quản. Sự cởi mở của xã hội và việc nó khuyến khích đổi sống tinh thần, sự phồn vinh vật chất và sự gắn kết của xã hội với sự khai phá và tận dụng các thế giới mới đã tạo ra một niềm tin hân hoan vào tinh dám nghĩ dám làm của con người.¹¹⁵

Ở Ý, Galileo công bố về những thế giới mới, còn Giordano Bruno thì đang suy ngẫm về những dạng thức sinh vật khác con người. Vì điều ấy mà cả hai đã bị đàn áp dã man. Thế nhưng ở Hà Lan, nhà thiên văn Christiaan Huygens tin vào cả hai thứ trên thì được trọng vọng. Bố ông là Constantijn Huygens, một nhà ngoại giao lão luyện thời bấy giờ, một con người văn chương, thi sĩ, nhạc sĩ, nhạc công, bạn thân và dịch giả của nhà thơ Anh John Donne, ông cũng là ông chủ của một gia đình lớn hết sức điển hình. Constantijn ngưỡng mộ họa sĩ Rubens, và “phát hiện” ra một chàng trai trẻ tên là Rembrandt van Rijn, họa sĩ mà sau này có vẽ chân dung Constantin trong vài tác phẩm của mình. Sau cuộc gặp đầu tiên với ông, Descartes đã viết về ông như sau: “Tôi không thể tin nổi một bộ óc riêng lẻ lại có thể chứa nhiều thứ như thế, hơn nữa còn được trang bị tốt đến vậy về mọi thứ đó.” Nhà Huygens chất đầy hàng hóa của khắp mọi nơi trên thế giới. Các nhà tư tưởng xuất sắc từ các quốc gia khác là khách ghé thăm thường xuyên. Lớn lên trong môi trường ấy, chàng thanh niên Christiaan Huygens ngay lập tức đã thông thạo ngoại ngữ, hội họa, luật, khoa học, kỹ thuật, toán học và âm nhạc. Mỗi quan tâm và sự đam mê của chàng khá rộng. “Thế giới là đất nước của tôi,” ông nói, “khoa học là tôn giáo của tôi.”

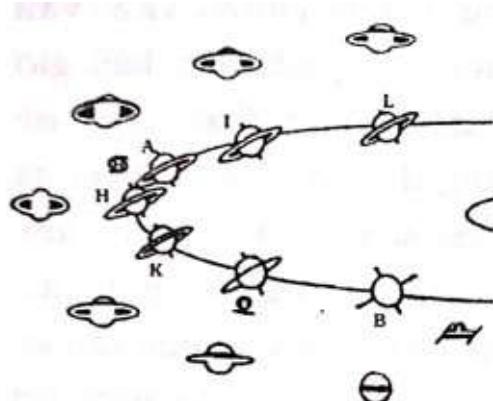
Ánh sáng là mô típ của thời đại bấy giờ: sự khai sáng mang tính biểu tượng của tự do tư tưởng và tôn giáo, của phát triển địa lý; ánh sáng xuyên thấu vào những bức tranh của thời đó, nhất là các tác phẩm tĩnh tế của Vermeer; ánh sáng là đối tượng nghiên cứu của khoa học, như trong nghiên cứu về khúc xạ của Snell, trong phát minh ra kính hiển vi của Leeuwenhoek và lý thuyết sóng của chính Huygens¹¹⁶. Những hoạt động đó có liên hệ với nhau, những người thực thi chúng hòa lẫn nhau một cách tự do. Nội thất trong tranh Vermeer có những đồ vật hàng hải và những tấm bản đồ treo tường rất đặc trưng. Kính hiển vi là vật gợi tò mò trong phòng khách. Leeuwenhoek là người tin cẩn của điền trang Vermeer và là khách thăm thường xuyên tại nhà Huygens ở Hofwijck.

Kính hiển vi của Leeuwenhoek khởi nguồn từ các loại kính phóng đại mà những người buôn bán vải dùng để xem xét chất lượng vải. Sử dụng kính hiển vi ông khám phá ra cả một vũ trụ trong giọt nước: những con vi trùng, mà Leeuwenhoek gọi là “animalcule” (“vi động vật”) và cho rằng chúng khá “xinh xắn”. Huygens đã góp phần vào việc thiết kế những chiếc kính hiển vi đầu tiên và bản thân ông cũng có nhiều khám phá nhờ kính hiển vi. Leeuwenhoek và Huygens thuộc số những người đầu tiên nhìn thấy các tế bào tinh trùng của con người, bước khởi đầu để hiểu rõ sự sinh sản của con người. Để giải thích hiện tượng các vi sinh vật vẫn phát triển tuy chậm trong nước đã tiệt trùng trước đó bằng cách đun sôi, Huygens nêu ý kiến rằng chúng quá nhỏ nên không thể bay ngay qua không khí rồi đậu xuống nước sinh sản. Như vậy ông đã nêu một cách lý giải khác thay cho quan niệm tự sinh, là quan niệm cho rằng sinh vật có thể tự sinh ra, trong nước nho lén men hay thịt thiu rữa hoàn toàn không liên quan gì đến các sinh vật tồn tại trước đó. Phải hai thế kỷ sau, mãi đến thời của Louis Pasteur, thì những giả định của Huygens mới được chứng minh

là đúng. Công cuộc tìm kiếm sinh vật trên Sao Hỏa của tàu *Viking* có liên quan đến cội nguồn từ Leeuwenhoek và Huygens theo nhiều cách. Họ đã là những ông tổ của lý thuyết mầm bệnh trong hiện tượng lây nhiễm bệnh, tức là của phần lớn y học hiện đại. Nhưng trong đầu họ không có những mục tiêu xuất phát từ thực tế. Họ chỉ thấy đâu nói đấy trong một xã hội công nghệ.

Kính hiển vi và kính viễn vọng đều xuất hiện và được phát triển ở Hà Lan đầu thế kỷ 17, thể hiện sự nối dài tầm nhìn của con người vào vương quốc của cái cực kỳ nhỏ lẩn vương quốc của cái cực kỳ lớn. Các quan sát của chúng ta về nguyên tử và thiên hà được khai phóng chính vào thời này và tại nơi đó. Christiaan Huygens thích mài và đánh bóng các thấu kính dùng cho kính viễn vọng thiên văn, ông chế tạo một cái kính dài đến năm mét. Những khám phá của ông nhờ kính thiên văn cũng đủ để đảm bảo cho ông một vị trí trong lịch sử các thành tựu của con người. Theo bước Eratosthenes, ông là người đầu tiên đo kích thước một hành tinh khác. Ông cũng là người đầu tiên nêu ý nghĩ rằng Sao Kim hoàn toàn bị mây che phủ, là người đầu tiên vẽ địa hình bề mặt Sao Hỏa (một sườn rộng lớn màu sẫm bị gió quét gọi là Syrtis Major, tức “Vùng Cát lún Lớn”); và bằng cách quan sát sự xuất hiện rồi biến mất của các hình thể địa hình khi hành tinh xoay tròn, ông là người đầu tiên xác định rằng ngày Sao Hỏa, cũng gần giống như ngày của chúng ta, dài áng chừng hai mươi tư giờ. Ông là người đầu tiên nhận thấy Sao Thổ được bao quanh bởi một hệ vành mà không chỗ nào chạm vào hành tinh¹¹⁷. Ông cũng là người phát hiện ra Titan, vệ tinh lớn nhất của Sao Thổ, giờ đây chúng ta còn biết nó là vệ tinh lớn nhất trong hệ Mặt Trời - một thế giới đầy những điều thú vị và hứa hẹn khác thường. Hầu hết các khám phá này được ông thực hiện khi chưa đến ba mươi tuổi. Ông cũng cho rằng chiêm tinh học là điều nhảm nhí.

Thành tựu của Huygens không chỉ có vậy. Vấn đề then chốt đối với hoa tiêu hàng hải thời bấy giờ là việc xác định kinh độ. Vĩ độ thì có thể xác định dễ dàng bằng các ngôi sao - càng đi xuống phía Nam, ta càng nhìn thấy thêm các chòm sao của bầu trời Nam. Nhưng kinh độ đòi hỏi một sự đo giờ giắc chính xác. Một chiếc đồng hồ trên tàu thủy chạy chính xác sẽ cho biết thời giờ ở bến cảng quê hương, còn thời giờ địa phương nơi có con tàu sẽ được xác định bằng các mốc thời gian mặt trời và các ngôi sao mọc và lặn; sự chênh lệch giữa hai thời giờ đó sẽ giúp ta biết được kinh độ. Huygens đã phát minh ra đồng hồ quả lắc (nguyên lý của nó đã được Galileo tìm ra trước đó) và loại đồng hồ này được sử dụng khi đó, tuy vẫn chưa phải hoàn hảo lắm, để tính toán vị trí con tàu giữa mênh mông đại dương. Những nỗ lực của ông đã nâng độ chính xác trong quan sát thiên văn và các khoa học khác lên mức chưa từng có và kích thích các cải tiến tiếp theo trong đồng hồ hàng hải. Ông đã sáng chế ra lò xo cân bằng xoắn mà ngày nay vẫn còn sử dụng trong một vài loại đồng hồ; có những đóng góp cơ bản trong cơ học - chẳng hạn, trong tính toán lực ly tâm - và từ việc nghiên cứu trò chơi súc sắc đã đóng góp vào lý thuyết xác suất. Ông cải tiến bơm không khí, về sau nó tạo ra cuộc cách mạng trong ngành khai thác mỏ, và “cây đèn thần”, tiền thân của đèn chiếu slide. Ông cũng phát minh ra “động cơ thuốc súng”, cái này đã ảnh hưởng đến một loại máy móc khác là động cơ hơi nước.



Một chi tiết trong cuốn *Systema Saturnium* (Hệ Sao Thổ) của Christiaan Huygens, xuất bản năm 1659. Hình vẽ chỉ ra cách giải thích (đúng)

của ông về hình dạng thay đổi của vành Sao Thổ qua các năm khi tương quan hình học giữa Trái Đất và Sao Thổ thay đổi. Tại vị trí B vành mỏng như tờ giấy đã không thể nhìn thấy được khi quan sát từ phía mép vành. Tại vị trí A vành thế hiện hình dạng rộng tối đa nhìn thấy từ Trái Đất, cấu hình này đã khiến cho Galileo, với chiếc kính thiên văn kém hơn nhiều, hết sức kinh ngạc.

Huygens vui mừng thấy rằng quan điểm của Copernicus xem Trái Đất là một hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời đã được ngay cả những người bình thường ở Hà Lan thừa nhận. Quả thực, Huygens nói, Copernicus được tất cả các nhà thiên văn công nhận, chỉ trừ những người “quá chậm hiểu hoặc bị sự mê tín chỉ đơn thuần do quyền uy con người áp đặt”. Vào thời Trung đại, các nhà triết học Kitô giáo vẫn thích lý luận rằng, vì các tầng trời quay xung quanh Trái Đất chỉ mất có một ngày đêm, nên chúng không thể quá lớn về quy mô được; do đó không thể tồn tại vô hạn các thế giới, hay thậm chí một số lượng lớn các thế giới (hay ngay cả một thế giới khác). Phát hiện rằng Trái Đất quay chứ không phải bầu trời quay có một hệ quả quan trọng đối với quan niệm về tính chất đặc biệt độc nhất vô nhị của Trái Đất và khả năng tồn tại sự sống ở nơi khác. Copernicus cho rằng không chỉ hệ Mặt Trời, mà toàn bộ vũ trụ có tâm là Mặt Trời, còn Kepler thì phủ nhận việc các ngôi sao có hệ hành tinh. Người đầu tiên nói rõ ý tưởng về một số lượng lớn - dĩ nhiên là vô hạn - thế giới khác quay xung quanh các mặt trời khác có lẽ là Giordano Bruno. Còn những người khác nghĩ rằng sự tồn tại của nhiều thế giới được suy ra trực tiếp từ các ý tưởng của Copernicus và Kepler nên cảm thấy khiếp sợ. Vào đầu thế kỷ 17, Robert Merton khẳng định rằng từ giả thuyết nhật tâm suy ra có nhiều hệ hành tinh khác, rằng đây là kiểu lý lẽ được gọi là *reductio ad absurdum* (xem Phụ lục I), chứng minh sự sai lầm của giả thuyết ban đầu (chứng minh bằng phản chứng). Ông viết, với lý lẽ có vẻ mang sắc thái khinh miệt:

Nếu bầu trời to lớn đến không gì sánh nổi, như những hình mẫu khổng lồ của Copernicus kia đòi hỏi..., nó mêm mông và chứa số sao nhiều vô kể, như thế có kích thước vô hạn... thì tại sao chúng ta lại không thể giả định... rằng vô số những ngôi sao nhìn thấy được trên trời là bấy nhiêu mặt trời, có tâm cố định cụ thể; có lũ hành tinh dưới quyền, giống như Mặt Trời có lũ bầy tôi vẫn đang nhảy múa xung quanh mình?... Thế là từ đó suy ra rằng có vô số thế giới có người ở; ai cấm?... những nỗ lực, nghịch lý táo tợn và láo xược như vậy hay tương tự như vậy, những nghịch lý và suy luận kỳ khôi sẽ cứ phải nảy sinh tiếp theo đó, nếu như đã đồng ý với... Kepler... và những người giữ quan điểm Trái Đất quay.

Nhưng đúng là Trái Đất vẫn quay. Nếu Merton sống đến hôm nay, ông sẽ phải suy ra “những thế giới vô tận có thể sinh sống được”. Huygens không lảng tránh kết luận này; ông sung sướng nắm lấy nó: phía bên kia đại dương vũ trụ, các ngôi sao là những mặt trời khác. Cho rằng chúng tương tự với hệ Mặt Trời của chúng ta, Huygens suy luận rằng những ngôi sao kia ắt cũng có các hệ hành tinh của chính chúng và nhiều hành tinh trong số đó có thể có sinh vật ở: “Nếu chúng ta cho rằng các hành tinh không có gì hết ngoài những hoang mạc bao la... và tước đi của chúng mọi tạo vật đang chứng tỏ một cách hùng hồn về nhà kiến trúc thần thánh của chúng, thì chúng ta sẽ nhấn chìm xuống dưới mức Trái Đất về vẻ đẹp và sự hùng vĩ, mà điều này không hợp lý tí nào.”¹¹⁸

Những ý tưởng ấy được đưa ra trong cuốn sách khác thường có nhan đề đầy vẻ đắc thắng *Phát hiện ra các thế giới trên trời: những phỏng đoán về người ở, thực vật và việc sản xuất ra các thế giới ở các hành tinh*. Được biên soạn ít lâu trước khi Huygens mất vào năm 1690, tác phẩm được nhiều người khâm phục, trong đó có Sa hoàng Peter (Piôt) Đại Đế, người đã quyết định để nó trở thành tác phẩm khoa học phương Tây đầu tiên được xuất bản ở nước Nga. Phần lớn cuốn sách nói về thiên nhiên hoặc môi trường của các hành tinh. Trong số các hình vẽ hiện diện trong bản in đầu tiên rất trang nhã có một hình vẽ theo tỷ lệ Mặt Trời và các hành tinh khổng lồ Mộc Tinh và Thổ Tinh. So ra thì chúng khá nhỏ. Cũng có một hình khắc Thổ Tinh bên cạnh Trái Đất: hành tinh của chúng ta chỉ là một hình tròn bé tí.

Nói chung thì Huygens hình dung môi trường và cư dân các hành tinh khác khá giống người Trái Đất ở thế kỷ 17. Ông giả định rằng “người hành tinh” có “toute bộ cơ thể, và từng phần cơ thể, có thể rất khác so với con người chúng ta... Thật là ý kiến kỳ cục nếu cho rằng một linh hồn biết suy lý lại không thể cư

ngụ trong một hình hài khác chúng ta”.

Anh vẫn có thể tinh khôn, ông nói, ngay cả khi hình dáng có dị thường đi chăng nữa. Nhưng ông lại lý luận tiếp rằng họ không thể quá dị thường được - rằng họ phải có tay và chân, rằng họ chắc phải có chữ viết và hình học, và Sao Mộc có bốn vệ tinh Galileo làm dấu mốc dẫn đường cho các thủy thủ trên các đại dương của Sao Mộc. Tất nhiên, Huygens là con người của thời đại ông. Ai trong chúng ta mà chẳng thế? Ông tuyên bố rằng khoa học là tôn giáo của mình, thế rồi lại lý luận rằng các hành tinh phải có người ở, vì nếu không thì Thượng đế tạo ra các thế giới để làm gì. Vì Huygens sống trước Darwin, nên suy nghĩ tư biện của ông về sự sống ngoài Trái Đất không có quan niệm tiến hóa. Nhưng ông đã có khả năng nghĩ ra cái gì đó tựa tựa quan niệm vũ trụ hiện đại dựa vào những quan sát của mình:

Ở đây chúng ta có một sơ đồ tuyệt vời và đáng kinh ngạc trong cái bao la của vũ trụ... Rất nhiều mặt trời, rất nhiều trái đất... mỗi cái lại chất chứa bao nhiêu là cây cỏ, động vật, có bao nhiêu là biển và núi!... Sự ngạc nhiên và thán phục của chúng ta càng tăng lên khi xét đến khoảng cách vô cùng lớn và vô số các ngôi sao.

Những con tàu *Voyager* ngày nay là con cháu trực hệ của những chuyến thám hiểm bằng tàu buồm thuở trước, và của truyền thống khoa học và tư biện của Christiaan Huygens. Các tàu *Voyager* chính là những chiếc tàu buồm caraven hướng tới các vì sao, trên con đường khai phá những thế giới mà Huygens đã biết và yêu quý đến nhường ấy.

Một trong những hàng hóa chính đem về trong những chuyến viễn du ở các thế kỷ trước là những câu chuyện của những lữ khách¹¹⁹, kể về những xứ sở xa lạ và sinh vật kỳ lạ kích thích sự thắc mắc của chúng ta và thúc đẩy cho những cuộc thám hiểm tương lai. Có những câu chuyện về những ngọn núi cao đến tận trời xanh; về những con rồng và thủy quái; về bát đĩa thức đựng toàn bằng vàng; về con vật mọc cánh tay ở chỗ đáng ra là mũi; về những bộ tộc coi việc tranh cãi về giáo lý giữa đạo Tin Lành, đạo Kitô, đạo Do Thái và đạo Hồi là sự ngớ ngẩn; về một hòn đá đen bốc cháy; về những giống người không đầu mà miệng nằm ở ngực; về những con cùu sống trên cây. Có cả chuyện thật lẫn chuyện bịa. Một số chuyện khác có cái lõi là thật, nhưng bị các nhà thám hiểm hoặc những người nghe họ nói hiểu nhầm hoặc phóng đại. Khi đến tay của Voltaire, hay Jonathan Swift chẳng hạn, thì những câu chuyện ấy khuấy lên một viễn cảnh mới đối với xã hội châu Âu, khiến người ta phải xem lại cái thế giới ốc đảo của mình.

Những con tàu *Voyager* hiện đại cũng đem về những câu chuyện của những người du hành, những câu chuyện về một thế giới vỡ vụn như quả cầu pha lê; một quả cầu tinh tú có mặt đất từ cực này đến cực kia nom như phủ mạng nhện; những vệ tinh có hình dạng như những củ khoai tây; một thế giới có đại dương ngầm dưới đất; một vùng đất bốc mùi trứng thối và trông giống như cái bánh pizza, với những hồ chứa lưu huỳnh nóng chảy và núi lửa phun khói thẳng vào không gian; một hành tinh gọi là Sao Mộc làm cho hành tinh chúng ta trở thành chú lùn - nó lớn đến mức 1.000 Trái Đất cho vào trong Sao Mộc vẫn được.

Các vệ tinh Galileo của Sao Mộc mỗi cái lớn bằng Sao Thủy¹²⁰. Chúng ta có thể đo kích thước và khối lượng của chúng, do đó có thể tính được khối lượng riêng của chúng, giá trị này mách chúng ta điều gì về cấu tạo bên trong của chúng. Chúng ta thấy rằng hai vệ tinh phía trước là Io và Europa có khối lượng riêng lớn thì bằng đá. Hai vệ tinh phía ngoài là Ganymede và Callisto có khối lượng riêng thấp hơn nhiều, ở quãng giữa đá và băng. Nhưng hỗn hợp của băng và đá trong những vệ tinh bên ngoài đó chắc phải chứa các vết khoáng chất phóng xạ làm nóng môi trường xung quanh chúng, giống như đá trên Trái Đất. Không có giải pháp hữu hiệu nào làm cho nhiệt tích tụ hàng tỷ năm ấy thoát lên bề mặt và khuếch tán vào vũ trụ, do đó sự phóng xạ trong lòng Ganymede và Callisto phải làm tan chảy băng bên trong. Chúng ta dự đoán có các đại dương bùn băng và nước ngầm bên dưới bề mặt các vệ tinh này, điều đó gợi ta kết luận rằng bề mặt của chúng rất khác nhau, trước khi chúng ta nhìn thấy cận cảnh các vệ tinh Galileo. Khi thấy được chúng ở tầm gần, qua con mắt của tàu *Voyager*, thì dự đoán trên được khẳng định. Chúng chẳng

giống nhau gì cả. Chúng cũng khác với những thế giới mà ta đã biết trước đó.

Tàu Voyager 2 sẽ không bao giờ trở về Đất mẹ nữa. Nhưng những phát hiện khoa học của nó, những khám phá hùng tráng của nó, đã quay lại. Lấy ví dụ ngày 9 tháng 7 năm 1979. Vào lúc 8 giờ 40 phút sáng hôm đó theo múi giờ chuẩn Thái Bình Dương, Trái Đất đã nhận được những bức ảnh đầu tiên về một thế giới mới có tên là Europa, gọi theo tên một thế giới cũ¹²¹.

Hình ảnh từ phần ngoài của hệ Mặt Trời đến được chúng ta bằng cách nào? Ánh sáng mặt trời rọi xuống Europa đang quay trên quỹ đạo quanh Sao Mộc và phản chiếu lại không gian, rồi một phần trong đó đập vào chất huỳnh quang ở các máy ảnh truyền hình trên tàu Voyager, tạo ra hình ảnh. Hình ảnh ấy được máy tính của Voyager đọc và được truyền vô tuyến qua khoảng không bao la tới nửa tỷ kilômét đến một kính thiên văn vô tuyến đặt tại một trạm quan sát trên Trái Đất. Có một trạm như thế ở Tây Ban Nha, một trạm khác ở sa mạc Mojave miền Nam bang California (Hoa Kỳ) và một trạm nữa ở Australia. (Vào buổi sáng tháng 7 năm 1979 ấy chính trạm quan sát ở Australia hướng về phía Sao Mộc và vệ tinh Europa). Sau đó trạm này truyền thông tin qua một vệ tinh truyền thông bay trên quỹ đạo quanh Trái Đất để tới miền Nam California, rồi từ đó thông tin được các tháp chuyển tiếp vi sóng chuyển đến một máy tính ở Phòng thí nghiệm lực đẩy phản lực để xử lý. Hình ảnh về cơ bản giống với hình chụp đăng trên báo, nghĩa là cấu tạo từ quang một triệu chấm, mỗi chấm một sắc độ đậm nhạt khác nhau, rất nhỏ và xếp sát nhau đến nỗi nhìn từ một khoảng cách đủ vừa thì không nhận ra các chấm thành phần. Khi ấy chúng ta chỉ thấy hiệu ứng tổng thể. Thông tin từ tàu vũ trụ xác định mức độ sáng tối của từng chấm. Sau khi xử lý, các chấm được lưu trên đĩa từ, đại loại giống như một đĩa hát. Có khoảng 18.000 tấm ảnh mà tàu Voyager 1 đã chụp hệ Sao Mộc được lưu như vậy trên đĩa từ, và một con số ảnh xấp xỉ như thế do tàu Voyager 2 chụp. Rốt cuộc, sản phẩm cuối cùng của chuỗi kết nối và chuyển tiếp ấy là một tờ giấy bóng và mảnh cho ta thấy những kỳ quan của Europa, được ghi lại, xử lý và xem xét lần đầu tiên trong lịch sử loài người vào ngày 9 tháng 7 năm 1979.

Những gì chúng ta trông thấy trên những bức ảnh như vậy thật đáng kinh ngạc vô cùng. Tàu Voyager 1 đã thu được hình ảnh tuyệt vời của ba vệ tinh Galileo khác của Sao Mộc, chứ không phải của Europa. Chụp ảnh cận cảnh Europa là phần việc dành cho tàu Voyager 2, với những bức ảnh chụp vệ tinh từ khoảng cách chỉ vài kilômét. Thoạt nhìn, cảnh tượng bề mặt nom chả khác nào mạng lưới kênh mương mà Percival Lowell từng cho rằng tô điểm Sao Hỏa và qua những cuộc thám hiểm vũ trụ chúng ta biết rằng chẳng hề tồn tại. Thế mà ta lại thấy trên Europa một mạng lưới các đường thẳng và đường cong đan nhau một cách phức tạp đáng ngạc nhiên. Phải chăng đó là những rặng núi - địa hình nhô cao? Hay đó là những máng sâu - địa hình trũng xuống? Chúng hình thành như thế nào? Có phải đó là một phần của hệ thống kiến tạo toàn cầu, có lẽ sinh ra bởi những vết nứt gãy của một thiên thể hết nở ra rồi lại co lại? Chúng có liên quan gì đến hiện tượng kiến tạo mảng trên Trái Đất không? Chúng có soi sáng chút nào cho việc tìm hiểu bản chất của các vệ tinh khác thuộc hệ Sao Mộc không? Vào lúc phát hiện, công nghệ được ca tụng đã làm nên điều có phần kỳ lạ đó. Nhưng giải mã vấn đề đó còn có công cụ khác là bộ não con người. Té ra Europa phẳng nhẵn như quả bóng bi-a cho dù tồn tại mạng lưới đường ngang dọc kia. Sự thiếu vắng các hố phễu và đập có lẽ là do nhiệt và dòng băng bě mặt sau khi xảy ra va đập. Những đường ngang dọc kia là những ranh khía hay vết nứt rạn mà nguồn gốc vẫn còn được người ta tranh cãi rất lâu sau chuyến bay chụp ảnh nọ.

Giá như các chuyến bay của Voyager có chở người, thì trưởng tàu ắt phải ghi nhật ký bay, mà nếu kết hợp các sự kiện của cả Voyager 1 lẫn Voyager 2, ta có thể đọc được đại loại những dòng như sau:

Ngày 1. Sau nhiều lo lắng về lương thực và các dụng cụ hành như hoạt động trực trặc, chúng tôi đã cất cánh thành công từ mũi Canaveral trên hành trình dài lâu tới các hành tinh và các vì sao.

Ngày 2. Ngày sinh vấn đề trong việc sử dụng xà đỡ máy quét. Nếu không giải quyết được vấn đề này thì có nguy cơ chúng tôi sẽ mất hầu hết các bức ảnh và dữ kiện khoa học khác.

Ngày 13. Nhìn lại phía sau và chụp bức ảnh đầu tiên có cả Trái Đất lẫn Mặt Trăng, hai thế giới sóng đôi trong vũ trụ. Một cặp

khá dễ thương.

Ngày 150. Động cơ điều hướng quỹ đạo hành trình đoạn giữa được khởi động.

Ngày 170. Công việc đều đẽ là duy trì hoạt động bình thường của tàu. Vài tháng không có sự kiện gì nổi bật.

Ngày 185. Chụp các ảnh Sao Mộc có định cỡ thành công.

Ngày 207. Giải quyết xong vấn đề xà đẽ, nhưng thiết bị truyền vô tuyến chính bị hỏng. Chuyển sang dùng thiết bị truyền dự trữ. Nếu nó không hoạt động thì chẳng một ai trên Trái Đất nghe được chúng tôi nữa.

Ngày 215. Cắt ngang quỹ đạo Sao Hỏa. Lúc này nó đang ở phía bên kia Mặt Trời.

Ngày 295. Đi vào vành đai tiểu hành tinh. Ở đây có nhiều khối đá lớn vừa di chuyển vừa lộn vòng, chúng tựa như các bãi cạn và đá ngầm trong không gian. Hầu hết chúng chưa được đưa vào bản đồ. Thiết lập thiết bị cảnh giới. Hy vọng tránh được va chạm.

Ngày 475. Thoát ra khỏi vành đai tiểu hành tinh chính một cách an toàn, cảm thấy hạnh phúc vì đã thoát nạn.

Ngày 570. Sao Mộc bỗng nhiên nổi rõ trên bầu trời. Giờ thì đã có thể phân biệt được những chi tiết tinh tế trên đó còn hơn cả những chi tiết thu nhận được từ các kính thiên văn lớn nhất đặt trên Trái Đất.

Ngày 615. Các hệ thời tiết khổng lồ và những đám mây thay đổi của Sao Mộc đang quay cuồng trong không gian trước mắt và như thôi miên chúng tôi. Hành tinh thật đồ sộ. Nó nặng vượt quá hai lần sức nặng của tất cả các hành tinh khác gộp lại. Chẳng có núi non, thung lũng, núi lửa, sông ngòi nào cả; không có ranh giới giữa mặt đất và không trung; chỉ có một đại dương mênh mông của khí đặc và mây trời nổi - một thế giới không có bờ mặt. Mọi thứ chúng tôi nhìn thấy đang trôi trên trời Sao Mộc.

Ngày 630. Thời tiết trên Sao Mộc tiếp tục gây ấn tượng. Cái thế giới nặng nề này quay một vòng quanh trục của nó mất chưa đầy mười tiếng. Các vận động khí quyển của nó bắt nguồn từ chuyên động nhanh nói trên, từ ánh mặt trời, từ nhiệt sủi bọt rồi trôi lên từ trong lòng hành tinh.

Ngày 640. Các hình hoa văn của mây rất sắc nét và lộng lẫy. Chúng gợi chúng ta đôi chút về bức tranh *Đêm sao* của Van Gogh, hay các tác phẩm của William Blake hoặc Edvard Munch. Nhưng chỉ đôi chút thôi. Chưa họa sĩ nào vẽ được như thế này vì chưa ai từng rời hành tinh chúng ta. Không một họa sĩ nào bị nhốt trên Trái Đất tưởng tượng ra được một thế giới kỳ lạ và đáng yêu đến như thế này.

Quan sát rất gần các vành đai và các dải nhiều màu của Sao Mộc. Các dải trắng được cho là các đám mây cao, có lẽ là tinh thể amoniắc; các vành đai màu hơi nâu tương ứng với các chỗ sâu hơn và nóng hơn, nơi khí quyển chìm xuống. Những chỗ màu xanh lơ có vẻ là các lỗ sâu trong các đám mây mà qua đó chúng tôi nhìn thấy bầu trời quang.

Không biết nguyên nhân của màu nâu đỏ của Sao Mộc. Có lẽ đó là do các hợp chất của photpho hoặc lưu huỳnh. Mà cũng có thể đó là do các phân tử hữu cơ phức tạp màu sáng sinh ra khi ánh sáng từ ngoại từ Mặt Trời phá vỡ mêtan, amoniắc và nước trong khí quyển Sao Mộc để rồi các mảnh vỡ phân tử ấy tái kết hợp với nhau. Trong trường hợp ấy, các màu của Sao Mộc mách cho chúng tôi biết về các hiện tượng hóa học trên Trái Đất 4 tỷ năm về trước đã dẫn đến khởi nguồn của sự sống.

Ngày 647. vết Đỏ Lớn¹²². Một cột khí lớn vươn cao lên trên các đám mây lân cận, to đến nỗi có thể chứa được nửa trái Trái Đất. Có lẽ màu đỏ xuất hiện vì nó đưa ra ngoài cho ta thấy các phân tử phức tạp đã sinh ra hoặc tập trung ở tít dưới sâu. Cũng có thể nó là hệ bão tố có tuổi cả triệu năm.

Ngày 650. Giáp mặt. Một ngày của những điều kỳ diệu. Chúng tôi đã thành công vượt qua vành đai bức xạ xảo quyệt của Sao Mộc mà may chỉ có một dụng cụ là quang phân cực kế bị hư hại. Chúng tôi đã vượt qua mặt phẳng xích đạo có các vành mà không bị va chạm với các hạt và khối của các vành mới được phát hiện của Sao Mộc. Và những hình ảnh tuyệt vời về Amalthea, một vệ tinh tí hon, thuôn dài có màu đỏ nằm giữa lòng vành đai bức xạ; về Io nhiều màu; về những vết thằng trên mặt Europa; những đường nét như mạng nhện của Ganymede; lòng chảo lớn có vô số vành nhẫn trên Callisto. Chúng tôi bay vòng qua Callisto và vượt qua quỹ đạo của Jupiter 13 (Sao Mộc 13)¹²³, vệ tinh ngoài cùng trong số các vệ tinh đã biết của hành tinh này. Chúng tôi bay hướng ra phía ngoài.

Ngày 662. Các thiết bị dò hạt và dò trường chỉ ra rằng chúng tôi đã rời vành đai bức xạ của Sao Mộc. Lực hấp dẫn của hành tinh đã tăng tốc cho tàu chúng tôi. Cuối cùng chúng tôi đã thoát khỏi Sao Mộc và lại dong buồm tiến ra biển cả vũ trụ.

Ngày 874. Tàu mất định hướng sao Canopus vốn bao đời nay ở trong số các ngôi sao dẫn đường cho thuyền buồm. Nó cũng là ngôi sao dẫn đường cho con tàu của chúng tôi, nhất là trong bóng đêm mênh mông của không gian, vượt qua nơi chưa từng được khai phá của đại dương vũ trụ. Định hướng sao Canopus đã được khôi phục. Đường như các cảng biển quang đãnh nhằm tương hai sao Alpha và Beta của chòm Nhân Mã (Centaurus) là sao Canopus. Bến ghé tiếp theo sau hai năm nữa: hệ Sao Thủ.

Trong số tất cả các câu chuyện của những nhà du hành mà tàu Voyager mang về, tôi thích nhất các phát hiện trên vệ tinh Galileo trong cùng là Io. Trước các chuyến bay của Voyager, chúng ta đã biết có cái gì đó lạ lùng về Io. Tuy phân biệt được khá ít đặc điểm địa hình của bề mặt Io, nhưng chúng ta biết rằng nó màu đỏ - cực kỳ đỏ, đỏ hơn cả Sao Hỏa, có lẽ nó là thiên thể đỏ nhất trong hệ Mặt Trời. Trong khoảng thời

gian nhiều năm hình như có sự thay đổi nào đó trên Io, trong dải ánh sáng hồng ngoại và có lẽ trong tính chất phản xạ sóng radar của nó. Chúng ta cũng biết rằng trong một vùng quỹ đạo của Io quanh Sao Mộc có một cái ống lớn hình xuyên bao gồm các nguyên tử lưu huỳnh, na tri và kali, những chất bị thất thoát từ Io.

Khi tàu Voyager tiến đến gần vệ tinh to lớn này, chúng ta phát hiện thấy một bề mặt nhiều màu lạ lùng không giống bất kỳ nơi nào khác trong hệ Mặt Trời. Io ở gần vành đai tiểu hành tinh. Chắc hẳn trong suốt lịch sử của nó, Io đã bị các khối đá liên tiếp rơi xuống như giã gạo. Chắc phải tồn tại các hố miệng phễu do va đập. Thế mà chúng ta chẳng thấy có cái hố nào cả. Như vậy chắc phải có một quá trình nào đó trên Io cực kỳ hữu hiệu trong việc bào nhẵn hoặc lấp đầy các hố miệng phễu. Khí quyển không thể làm được điều ấy, vì khí quyển của Io hầu như thoát hết vào không gian do lực hấp dẫn của nó rất yếu. Nước chảy cũng không phải, vì bề mặt lo quá lạnh. Chỉ có ít chỗ nom giống như những đỉnh núi lửa. Nhưng điều đó cũng khó chắc chắn.

Linda Morabito, một thành viên của đội hoa tiêu tàu Voyager có nhiệm vụ giữ cho tàu Voyager đi đúng quỹ đạo, đã ra lệnh thông thường cho một máy tính tăng chất lượng ảnh mép vệ tinh lo để nhìn rõ các ngôi sao ở phía sau. Linda thật ngạc nhiên khi thấy một cụm khói màu sáng nhô lên ở chỗ tối trên bề mặt vệ tinh này và mau chóng xác định được rằng cụm khói ở đúng vị trí của một địa hình ngờ là một trong những núi lửa. Vậy là Voyager đã phát hiện ra núi lửa đang hoạt động đầu tiên ở ngoài Trái Đất. Giờ đây chúng ta biết có chín núi lửa lớn phun khí và mảnh vụn, ngoài ra còn có hàng trăm, mà có khi đến hàng ngàn, núi lửa đã tắt trên Io. Các mảnh vụn quay cuồng và trôi xuôi sườn núi lửa, uốn thành những dòng chảy lớn trên nền cảnh quan nhiều màu, chúng thừa sức phủ lấp các hố phễu và đập. Chúng ta đang chứng kiến một cảnh quan thiên thể mới tinh, một bề mặt luôn đổi mới¹²⁴. Giá Galileo và Huygens được trông thấy thì hẳn hai ông sẽ sững sốt xiết bao.

Trước khi được khám phá, các núi lửa của Io đã được Stanton Peale và các cộng sự tiên đoán bằng cách tính toán quy mô của các cơn triều dâng lên ở vật chất rắn trong lòng Io do các lực hút kết hợp của vệ tinh Europa ở gần và của hành tinh khổng lồ Sao Mộc. Họ đã phát hiện ra rằng đá trong lòng Io sẽ phải tan chảy, không phải bởi hiện tượng phóng xạ mà bởi ma sát triều; rằng phần lớn vật chất trong lòng Io sẽ ở dạng lỏng. Nay giờ hình như các núi lửa của Io đang phun ra một biển lưu huỳnh lỏng dưới đất, bị nóng chảy và tập trung gần bề mặt. Khi lưu huỳnh rắn được nung nóng quá điểm sôi thông thường của nước một chút, tới khoảng 115°C , thì nó tan chảy và đổi màu. Nhiệt độ càng cao thì màu càng sẫm. Nếu làm nguội thật nhanh lưu huỳnh nóng chảy thì nó giữ nguyên màu. Các kiểu màu mà chúng ta thấy trên Io rất giống với giả định là các con sông và dòng thác lưu huỳnh nóng chảy đang ùn ùn đổ ra từ miệng núi lửa: lưu huỳnh đen nóng nhất ở gần đỉnh núi lửa; lưu huỳnh đỏ và da cam trong các con sông gần đó; còn các đồng bằng lớn ở xa hơn thì phủ lưu huỳnh vàng. Bề mặt của Io thay đổi theo thang thời gian hàng tháng. Các bản đồ sẽ phải được phát hành thường xuyên như các bản tin dự báo thời tiết trên Trái Đất. Các nhà thám hiểm Io trong tương lai sẽ phải lưu ý đến điều này.

Bầu khí quyển rất mỏng và loãng của Io được tàu Voyager tìm ra chủ yếu bao gồm diôxít lưu huỳnh. Nói là vậy, nhưng bầu khí quyển tuy mỏng ấy cũng có tác dụng nhất định, vì có lẽ nó đủ dày để bảo vệ bề mặt khỏi những hạt tích điện trong vành đai bức xạ của Sao Mộc mà Io đang tách mình trong đó. Vào ban đêm nhiệt độ xuống thấp đến mức diôxít lưu huỳnh ngừng tụ thành một dạng sương trắng; khi ấy các hạt tích điện lọt xuống bắn phá bề mặt, cho nên có lẽ cách khôn ngoan là chui xuống dưới đất không cần sâu lặm để ngủ đêm.

Những cụm khói lớn của Io vươn cao đến mức chúng suýt phóng thẳng các nguyên tử vào không gian quanh Sao Mộc. Núi lửa có lẽ là nguồn gốc của các vành nguyên tử hình xuyên bao quanh Sao Mộc ở vị trí quỹ đạo của Io. Các nguyên tử này, di chuyển xoáy tròn ốc dần dần vào phía trong hướng tới Sao Mộc, hẳn

là đã khoác tấm áo choàng cho vệ tinh trong là Amalthea và có thể là thủ phạm gây ra sắc màu đỏ cho vệ tinh ấy. Thậm chí có thể là vật chất bắn ra từ Io cũng góp phần vào việc tạo ra hệ vành của Sao Mộc, sau nhiều va chạm và ngưng tụ.

Sự có mặt của con người trên Sao Mộc khó hình dung hơn - tuy tôi giả thuyết rằng các thành phố băng bóng bay khổng lồ treo lơ lửng thường xuyên trong khi quyển Sao Mộc là một khả năng công nghệ trong tương lai xa. Khi nhìn từ phía mặt gần của Io hay Europa, cái thế giới to lớn và biến đổi ấy sẽ treo lửng lơ trên trời, không bao giờ mọc hoặc lặn, bởi vì hầu hết các vệ tinh trong hệ Mặt Trời đều quay một mặt không đổi về phía hành tinh chủ, cũng giống như Mặt Trăng quay một mặt về phía Trái Đất vậy. Sao Mộc sẽ là nguồn thách thức và hứng khởi liên tục cho các nhà thám hiểm tương lai các vệ tinh của Sao Mộc.

Khi hệ Mặt Trời ngưng tụ từ khí và bụi giữa các sao, Sao Mộc đã chiếm được phần lớn lượng vật chất không bị bắn tít ra vùng không gian giữa các sao và cũng không rơi vào bên trong để tạo thành Mặt Trời. Giá như Sao Mộc nặng hơn vài chục lần, thì vật chất trong lòng nó hẳn sẽ trải qua các phản ứng nhiệt hạch, để rồi Sao Mộc sẽ bắt đầu rực sáng bằng ánh sáng của chính nó. Hành tinh lớn nhất ấy là một ngôi sao bất thành. Ngay cả như vậy thì nhiệt độ của nó cũng khá cao, nó giải phóng một lượng năng lượng nhiều gấp đôi lượng năng lượng mà nó nhận được từ Mặt Trời. Nếu dung thước đo là phổ hồng ngoại, có thể nói không ngoa rằng Sao Mộc là một ngôi sao¹²⁵. Nếu như Sao Mộc là một ngôi sao trong phần ánh sáng nhìn thấy được, thì ngày nay chúng ta đã được ngụ cư trong một hệ sao đôi hay sao kép, với hai Mặt Trời trên bầu trời, và ban đêm sẽ trở nên hiem hoi hơn - một hiện tượng tôi tin là rất phổ biến trong vô số hệ sao ở khắp Ngân Hà, Thiên Hà của chúng ta. Chắc chắn chúng ta sẽ cho tình trạng ấy là tự nhiên và đáng yêu.

Ở sâu bên dưới các đám mây của Sao Mộc, sức nặng của các lớp khí quyển bên trên đã tạo ra áp suất lớn hơn nhiều áp suất trên Trái Đất, áp suất ấy mạnh đến mức đẩy các electron bật ra khỏi các nguyên tử hydro, sinh ra một chất tuyệt vời là hydro kim loại lỏng - một trạng thái vật lý chưa từng quan sát được trong các phòng thí nghiệm trên Trái Đất vì chúng ta chưa đạt đến được áp suất cần thiết. (Có khả năng hydro kim loại sẽ là một chất siêu dẫn ở nhiệt độ vừa phải). Nếu có thể sản xuất được nó trên Trái Đất, thì đây sẽ là một cuộc cách mạng trong ngành điện tử học¹²⁶). Trong lòng Sao Mộc, nơi mà áp suất lớn gấp khoảng ba triệu lần áp suất khí quyển trên bề mặt Trái Đất, thì hầu như không có cái gì khác ngoài một đại dương hydro kim loại khổng lồ, tối đen, kêu óc ách. Nhưng ở chính giữa tâm Sao Mộc có thể có một khối đá và sắt giống như của Trái Đất, ở trong sự kìm kẹp của áp suất, mãi mãi ẩn giấu giữa lòng hành tinh lớn nhất hệ Mặt Trời này.

Các dòng điện ở kim loại lỏng trong lòng Sao Mộc có thể là nguồn gốc của từ trường cực mạnh của hành tinh này, mạnh nhất trong hệ Mặt Trời, và nguồn gốc của vành đai chứa các electron và proton bị bẫy nhất ở đây. Những hạt tích điện này bị bắn từ Mặt Trời trong luồng gió mặt trời và bị từ trường của Sao Mộc tóm lấy và làm tăng tốc độ. Một số lượng lớn các hạt đó bị bẫy nhốt ở tít phía trên các đám mây và bị bắt phải nhảy chồm chồm từ cực này sang cực kia cho đến khi nào chúng tình cờ gặp được một phân tử nào đó trong khí quyển tầng cao và bị tống khứ khỏi vành đai bức xạ. Io chuyển động trên quỹ đạo gần Sao Mộc đến mức nó rẽ đường đi xuyên qua màn sương bức xạ cường độ mạnh này, tạo ra các tầng hạt tích điện, đến lượt mình các hạt tích điện sinh ra sự bùng nổ năng lượng vô tuyến. (Có thể chúng cũng ảnh hưởng đến các quá trình phun trào trên bề mặt Io). Có thể dự báo các đợt bùng nổ vô tuyến từ Sao Mộc với độ tin cậy còn cao hơn cả dự báo thời tiết trên Trái Đất, bằng cách tính toán vị trí của Io.

Sự việc Sao Mộc là một nguồn phát xạ vô tuyến đã được phát hiện một cách tình cờ vào những năm 1950, những ngày đầu của thiên văn học vô tuyến. Hai người Mỹ trẻ tuổi là Bernard Burke và Kenneth Franklin đang khảo sát bầu trời bằng một chiếc kính thiên văn vô tuyến mới lắp đặt và rất nhạy so với hồi

đó. Họ đang tìm kiếm bức xạ phông vũ trụ, tức là các nguồn bức xạ vô tuyến ở rất xa hệ Mặt Trời của chúng ta. Họ lấy làm ngạc nhiên khi phát hiện ra một nguồn bức xạ mạnh chưa từng được nói đến trước đó, nó dường như chẳng tương ứng với một ngôi sao, tinh vân hay thiên hà rõ rệt nào. Lạ hơn nữa là nó còn di chuyển từ từ, mà nếu so với các ngôi sao ở xa tít kia thì sự di chuyển ấy nhanh hơn bất cứ một thiên thể xa xôi nào¹²⁷. Sau khi không tìm ra sự giải thích khả dĩ nào cho toàn bộ hiện tượng này trong tấm bản đồ vũ trụ xa xôi, một hôm họ bước ra khỏi đài quan sát thiên văn và ngược đôi mắt trần lên trời để xem có gì thú vị xảy ra trên đó hay không. Tức cười làm sao, họ nhận thấy một thiên thể rất sáng ở đúng chỗ cần tìm, mà chẳng mấy chốc được xác định là Sao Mộc. Phải nói rằng khám phá tình cờ này là trường hợp rất điển hình trong lịch sử khoa học.

Mỗi tối trước khi tàu *Voyager 1* giáp mặt với Sao Mộc, tôi vẫn quan sát thấy hành tinh khổng lồ này sáng lấp lánh trên trời, một cảnh tượng mà tổ tiên chúng ta vẫn thường ngoạn và ngạc nhiên từ hàng triệu năm nay. Và vào đúng buổi tối diễn ra cuộc giáp mặt, trên đường tới Phòng thí nghiệm lực đẩy phản lực để nghiên cứu dữ liệu *Voyager* chuyển về, tôi cứ miên man nghĩ rằng Sao Mộc sẽ không bao giờ còn ở vị thế như trước kia nữa, sẽ không bao giờ chỉ đơn thuần là một chấm sáng trên bầu trời đêm, mà từ nay trở đi nó mãi mãi sẽ là một *nơi đã* được thám hiểm và biết rõ. Sao Mộc và các vệ tinh của nó cũng là một kiểu hệ Mặt Trời con con với những thế giới đa dạng và tuyệt diệu, có nhiều điều dạy bảo chúng ta.

Về thành phần và nhiều khía cạnh khác, Sao Thổ cũng tương tự Sao Mộc, tuy nhỏ hơn. Quay một vòng hết mười tiếng, Sao Thổ trình diễn một dải xích đạo nhiều màu sắc, tuy không nổi bằng của Sao Mộc. Nó có từ trường và vành đai bức xạ yếu hơn so với Sao Mộc, nhưng lại có một bộ các vành bao quanh ẩn tượng hơn. Và nó cũng có hơn 10 vệ tinh vây bủa¹²⁸.

Lý thú nhất trong số các vệ tinh của Sao Thổ có lẽ là Titan, vệ tinh lớn nhất trong hệ Mặt Trời¹²⁹ và là vệ tinh duy nhất có khí quyển đáng kể. Trước khi *Voyager 1* gặp gỡ Titan vào tháng 11 năm 1980, thông tin của chúng ta về Titan khá nghèo nàn và gây tò mò. Thứ khí được biết chắc chắn hiện diện trên đó là mêtan, CH₄, do G. P. Kuiper tìm ra. Ánh sáng từ ngoại đến từ Mặt Trời biến mêtan thành các phân tử hyđrôcacbon và khí hydro. Hyđrôcacbon sẽ ở lại trên Titan, phủ lên bề mặt một lớp chất hữu cơ đặc quánh màu hơi nâu như nhựa đường, đại loại như những gì sinh ra trong các thí nghiệm về nguồn gốc sự sống trên Trái Đất. Khí hydro nhẹ tênh lẽ ra đã thoát nhanh vào không gian, vì lực hấp dẫn của Titan yếu, trong một quá trình mãnh liệt gọi là “thổi bốc” (“blowoff”), quá trình này lẽ ra cuốn cả mêtan và các thành phần khí quyển khác cùng với nó. Nhưng Titan lại có áp suất khí quyển ít nhất cũng cao bằng với Sao Hỏa. Do đó hiện tượng thổi bốc dường như không xảy ra. Có lẽ còn có thành phần đáng kể nào đó chưa được phát hiện - chẳng hạn nitơ - giữ cho phân tử khói trung bình của khí quyển ở mức cao và ngăn ngừa sự thổi bốc. Hoặc biết đâu hiện tượng thổi bốc vẫn xảy ra, nhưng các loại khí bị thất thoát vào không gian được bù đắp bằng những thứ khí thoát ra từ trong lòng vệ tinh. Khối lượng riêng trung bình của Titan thấp đến mức phải có một lượng nước và băng khác dự trữ, có lẽ cả mêtan nữa, được giải phóng lên bề mặt với tốc độ chưa rõ do sự nung nóng bên trong.

Khi khảo sát Titan qua kính thiên văn, chúng ta thấy một cái đĩa đo đó khó nhận ra các chi tiết. Một vài nhà quan sát thông báo có những đám mây trắng bất định ở phía trên cái đĩa - nhiều khả năng đó là những đám mây tinh thể mêtan. Nhưng cái gì tạo ra sắc đỏ kia? Hầu hết các nhà nghiên cứu Titan đều nhất trí rằng các phân tử hữu cơ phức tạp là sự giải thích khả dĩ nhất. Nhiệt độ bề mặt và độ dày khí quyển vẫn là vấn đề tranh luận. Có một vài dấu hiệu hé lộ rằng nhiệt độ bề mặt hơi cao là do hiệu ứng nhà kính của khí quyển. Với các phân tử hữu cơ dồi dào cả trên bề mặt lẫn trong khí quyển của nó, Titan là một cư dân khác thường, độc nhất vô nhị của hệ Mặt Trời. Lịch sử các chuyến du hành khám phá của chúng ta cho phép chúng ta nói rằng *Voyager* và các con tàu trinh sát khác sẽ tạo nên một cuộc cách mạng trong kiến

thức của chúng ta về nơi chốn này.

Qua chỗ hở trong các đám mây của Titan, có thể thoáng thấy Sao Thổ và các vành của nó, mà màu vàng nhạt của các vành bị khuếch tán trong khí quyển. Vì hệ Sao Thổ cách xa Mặt Trời gấp 10 lần Trái Đất, nên cường độ ánh sáng Mặt Trời trên Titan chỉ bằng 1% thứ ánh sáng mà ta vẫn quen, và nhiệt độ chắc thấp hơn nhiều điểm đóng băng của nước cho dù có hiệu ứng nhà kính đáng kể. Nhưng với vật chất hữu cơ dồi dào, ánh sáng mặt trời và có lẽ cả những điểm nóng của núi lửa, người ta không thể hoàn toàn bác bỏ khả năng tồn tại sự sống trên Titan¹³⁰. Trong môi trường khác xa như vậy, tất nhiên là sự sống cũng sẽ rất khác với sự sống trên Trái Đất. Không có bằng chứng mạnh mẽ ủng hộ hoặc bác bỏ sự sống trên Titan. Đó chỉ thuần túy là một khả năng. Chúng ta khó có câu trả lời xác định cho vấn đề này nếu không thực hiện được một cuộc đổ bộ lên bề mặt Titan của tàu vũ trụ có trang thiết bị cần thiết.

Để khảo sát các phần tử tạo nên các vành Sao Thổ, chúng ta phải tiến đến gần chúng, vì các phần tử khá nhỏ - những quả bóng tuyết và những mẩu băng, những khối băng lùn tì tì bè ngang chỉ khoảng chừng một mét vừa lộn nhào vừa bay trên quỹ đạo. Chúng ta biết rằng chúng cấu tạo từ nước đá, vì các tính chất phổ của ánh sáng Mặt Trời phản chiếu từ các vành Sao Thổ tương đồng với các tính chất phổ của băng đá trong các khảo sát trong phòng thí nghiệm. Để tiến lại gần các phần tử băng tàu vũ trụ, chúng ta phải giảm tốc độ để song hành cùng với chúng khi chúng quay quanh Sao Thổ với tốc độ chừng 72.000 km/h; nghĩa là chúng ta cũng phải ở trên quỹ đạo quanh Sao Thổ với tốc độ như của các phần tử ấy. Chỉ khi ấy chúng ta mới có thể mục sở thị chúng chứ không phải nhìn thấy các đốm nhòe hay các vệt dài.

Tại sao lại không có một vệ tinh lớn duy nhất thay cho một hệ vành quanh Sao Thổ? Một phần tử của vành càng gần Sao Thổ thì vận tốc trên quỹ đạo của nó càng lớn (nó càng “rơi” nhanh quanh hành tinh này, theo định luật thứ ba của Kepler); các phần tử bên trong lao đi, vượt qua các phần tử bên ngoài (“đường vượt” như chúng ta thấy luôn luôn ở bên trái). Tuy toàn bộ hệ thống vành lao vùn vụt quanh hành tinh với vận tốc khoảng 20 km/s, song vận tốc *tương đối* của hai phần tử cạnh nhau rất thấp, chỉ quãng vài xăngtimét một phút. Vì chuyển động tương đối chỉ như vậy, nên các phần tử không thể dính vào nhau bằng lực hấp dẫn tương hỗ. Hễ chúng vừa mới cố xích lại sát nhau, thì vận tốc hơi khác nhau của chúng lại đẩy chúng ra xa nhau. Giá như các vành không gần Sao Thổ đến như vậy, thì tác động nói trên không quá mạnh, như thế các phần tử có thể bồi tích, khiến cho các quả cầu băng nhỏ lớn dần thành các vệ tinh. Vậy thì chắc không phải ngẫu nhiên mà bên ngoài các vành của Sao Thổ tồn tại một loạt các vệ tinh có kích thước lớn nhỏ khác nhau, từ vài trăm kilômét đến Titan, một vệ tinh rất lớn, gần bằng Sao Hỏa. Vật chất ở tất cả các vệ tinh và hành tinh có thể ban đầu phân bố dưới dạng các vành, rồi chúng kết tụ và bồi tích để tạo nên các vệ tinh và hành tinh hiện nay.

Đối với Sao Mộc cũng như Sao Thổ, từ trường thâu tóm và gia tốc cho các hạt tích điện của gió mặt trời. Khi các hạt tích điện chạy qua chạy lại từ cực từ này sang cực từ kia, nó phải đi qua mặt phẳng xích đạo của Sao Thổ. Nếu có một phần tử của vành trên đường đi, thì proton hoặc electron bị quả cầu băng nhỏ kia hấp thụ. Hệ quả là ở cả hai hành tinh, các vành đã dọn sạch các vành đai bức xạ, rốt cuộc các vành đai bức xạ chỉ tồn tại ở phía trong hoặc phía ngoài các vành chứa các hạt nhỏ. Một vệ tinh ở sát Sao Mộc hoặc Sao Thổ cũng sẽ nuốt hết các hạt của vành đai bức xạ giống như thế, và quả thực có một vệ tinh của Sao Thổ đã được tìm thấy theo đúng cách này: tàu *Pioneer 11* đã phát hiện một khe trống bất ngờ trong các vành đai bức xạ, gây ra là bởi có một vệ tinh trước đó chưa biết đã quét sạch các hạt tích điện.

Gió mặt trời thổi thành dòng ra phía rìa hệ Mặt Trời, vượt qua quỹ đạo Sao Thổ khá xa. Khi tàu *Voyager* tiếp cận Sao Thiên Vương và các quỹ đạo của Sao Hải Vương và Sao Diêm Vương, nếu các dụng cụ đo vẫn còn hoạt động, chúng nhất định sẽ cảm nhận sự có mặt của gió mặt trời, ngọn gió thổi giữa các hành tinh, phần trên cùng của khí quyển Mặt Trời vươn ra xa tới lãnh địa của các ngôi sao. Ở khoảng

cách xa gấp hai, ba lần khoảng cách từ Mặt Trời đến Sao Diêm Vương, áp suất của các proton và electron trong không gian giữa các sao trở nên lớn hơn áp suất nhỏ bé của gió mặt trời. Chỗ này được gọi là giới hạn nhật quyển (heliosopause), là một định nghĩa về ranh giới ngoài của Đế chế Mặt Trời. Nhưng tàu Voyager sẽ tiến xa hơn nữa, lọt đến giới hạn nhật quyển vào một thời điểm nào đó ở giữa thế kỷ 21, rong ruổi qua đại dương vũ trụ, không bao giờ đi vào một hệ Mặt Trời nào khác nữa. Sau vài trăm triệu năm nữa, con tàu có số phận lang thang mãi mãi sẽ ở xa bất cứ quần đảo sao nào và hoàn tất vòng bay đầu tiên của nó quanh tâm nặng của Ngân Hà. Chúng ta đã bước vào kỷ nguyên của các chuyến du hành mang tính chất anh hùng ca.

CHƯƠNG VII

XƯƠNG SỐNG CỦA ĐÊM

Tôi muốn tìm hiểu một căn nguyên [của sự vật] hơn là làm vua xứ Ba Tư.

- Democritus ở Abdera

Nếu tận tâm thu thập những hình dung của Con người về Thánh thần, thì phải thừa nhận rằng hầu hết những từ “thân”, “Thượng đế” được con người sử dụng để diễn tả những nguyên nhân xa xôi, còn ẩn giấu, chưa rõ của các hiện tượng mà mình vẫn chứng kiến; rằng con người áp dụng từ này khi mà căn nguyên, nguồn gốc của những nguyên nhân tự nhiên vượt ra ngoài tầm nhìn: ngay khi con người mất sợi dây nhân quả, hoặc ngay khi trí óc không thể theo dõi được các mắt xích liên hệ nữa, thì họ chấm dứt tìm tòi, mà giải quyết khó khăn này bằng cách gán nó cho các vị thần... Vậy thì khi gán cho các vị thần là nguyên nhân của hiện tượng nào đó, có khác nào con người thay thế chỗ tối bí trong đầu óc mình bằng một từ ngữ mà họ quen nghe với sự kính sợ?

- Paul Heinrich Dietrich, Nam tước xứ Holbach, *Système de la Nature (Hệ thống của tự nhiên)*, London, 1770

Khi còn nhỏ, tôi sống tại tiểu khu Bensonhurst, quận Brooklyn thành phố New York. Tôi biết tường tận khu vực xung quanh nhà, từng tòa nhà chung cư, chuồng chim bồ câu, từng sân sau, hiên trước, từng mảnh đất trống, từng cây du, lan can trang trí, ống chuyển than và từng bức tường chơi trò bóng tay Trung Quốc, trong đó bức tường phía ngoài toàn gạch của một nhà hát có tên Loew's Stillwell là chơi sướng nhất. Tôi biết chỗ ở của rất nhiều người: Bruno và Dino, Ronald và Harvey, Sandy, Bernie, Danny, Jackie và Myra. Nhưng xa hơn vài khối nhà, ở phía Bắc con phố 86 với xe cộ tấp nập và đường sắt trên cao đã là một xứ sở xa lạ, vượt ra ngoài phạm vi lang thang của tôi. Có thể ví nó là Sao Hỏa xét theo những điều tôi biết.

Ngay cả nếu đi ngủ sớm, vào mùa đông thỉnh thoảng ta vẫn thấy các ngôi sao. Tôi ngược lên nhìn những ngôi sao, nhấp nháy ở tí xa xăm, trong đầu tự hỏi chúng là cái gì. Tôi có hỏi đám trẻ lớn hơn tôi và hỏi cả người lớn, thường thì họ trả lời: “Đây là những đốm sáng trên trời, cậu bé à.” Tôi cũng biết đó là những đốm sáng trên trời. Nhưng chúng là cái gì mới được chứ? Là những ngọn đèn nhỏ treo lơ lửng? Để làm gì? Tôi cảm thấy buồn cho họ: một thứ thông thường như vậy mà bản chất của nó vẫn là điều bí ẩn đối với những người bạn chẳng có óc tò mò của tôi. Lê ra câu trả lời phải sâu sắc hơn.

Khi đã lớn hơn chút nữa, bố mẹ làm chiếc thẻ thư viện đầu tiên cho tôi. Hình như thư viện nằm ở phố 85, một vùng đất xa lạ. Ngay lập tức, tôi hỏi chị thủ thư vài cuốn sách về các ngôi sao. Chị ấy liền đưa cho tôi một quyển tranh ảnh có chân dung của những người đàn ông đàn bà đại loại như Clark Gable và Jean Harlow¹³¹. Tôi phàn nàn, chị thủ thư bèn cười mà lúc ấy tôi không rõ vì lý do gì, rồi tìm cho tôi cuốn sách khác - lần này thì đúng chủ đề. Tôi hồi hộp mở sách ra và đọc cho đến khi tìm thấy lời giải đáp. Cuốn sách nói ra một điều rất ngạc nhiên, một ý tưởng rất lớn. Nó nói rằng các ngôi sao chính là những Mặt Trời, chỉ có điều chúng ở quá xa. Mặt Trời là một ngôi sao, nhưng ở rất gần.

Hãy tưởng tượng bạn tóm lấy Mặt Trời và đẩy nó đi thật xa để nó chỉ còn là một điểm sáng nhấp nháy. Bạn phải chuyển nó đi bao xa? Hồi ấy tôi chưa biết gì về kích thước góc. Tôi cũng mù tịt về định luật nói rằng thông lượng ánh sáng qua một tiết diện tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ điểm phát sáng tới nó. Tôi chẳng có cách gì để tính toán được khoảng cách đến các ngôi sao. Nhưng tôi có thể nói rằng nếu các ngôi sao là những Mặt Trời, thì chúng phải ở xa lắm lắm - xa hơn cả phố 85, xa hơn cả quận Manhattan, chắc là xa hơn cả bang New Jersey. Vũ trụ lớn hơn tôi tưởng rất nhiều.

Sau này tôi lại đọc được sự thực nữa đáng ngạc nhiên. Trái Đất, bao gồm cả quận Brooklyn, là một hành tinh, và nó đi vòng quanh Mặt Trời. Ngoài ra còn có những hành tinh khác. Chúng cũng đi vòng quanh Mặt Trời; có cái gần Mặt Trời hơn, có cái xa hơn. Nhưng các hành tinh không tỏa sáng bằng ánh sáng của

chính mình như Mặt Trời. Chúng đơn thuần chỉ phản chiếu ánh sáng từ Mặt Trời. Nếu ở rất xa thì ta sẽ chẳng nhìn thấy Trái Đất và hành tinh nào cả; vì chúng chỉ là những đốm sáng yếu ớt, chìm lấp trong ánh sáng chói lòa của Mặt Trời. À, tôi nghĩ, vậy thì chắc là các ngôi sao khác cũng phải có các hành tinh mà chúng ta chưa phát hiện được, và trên một vài hành tinh chắc cũng có sự sống (sao lại không?), một kiểu sự sống có lẽ khác với sự sống mà chúng ta vẫn biết, cuộc sống ở quận Brooklyn. Thế là tôi quyết định sẽ làm nhà thiên văn, tìm hiểu các ngôi sao và hành tinh, nếu được thì đi tới thăm những nơi đó một chuyến.

Cực kỳ may mắn là bố mẹ và một số thầy cô đã cố vữ cho hoài bão kỳ quặc này của tôi và bởi tôi sống vào thời đại này, khi mà lần đầu tiên trong lịch sử nhân loại, con người chúng ta đã tới thăm được những thế giới khác và bắt tay vào cuộc trinh sát sâu tít trong vũ trụ. Nếu tôi sinh ra vào thời đại trước đây, thì dù dốc sức cố gắng đến đâu, tôi cũng không thể nào hiểu nổi ngôi sao và hành tinh là cái gì. Đó là một trong những bí mật vĩ đại mà tổ tiên chúng ta đã giành giật từ tay Tự nhiên qua hàng triệu năm kiên trì quan sát và táo bạo suy nghĩ.

Ngôi sao là cái gì? Những câu hỏi kiểu như vậy cũng tự nhiên như nụ cười con trẻ. Chúng ta luôn luôn đặt ra những câu hỏi ấy. Điều khác biệt của thời đại chúng ta là rốt cuộc chúng ta đã biết được ít nhiều câu trả lời. Sách vở và thư viện cung cấp những phươong tiện sẵn có để tìm ra những câu trả lời ấy. Trong sinh vật học có một nguyên lý ứng dụng rất quan trọng tuy không phải lúc nào cũng được tuân thủ chặt chẽ gọi là nguyên lý lợi tổ: trong các giai đoạn phát triển phôi thai của mỗi cá thể, chúng ta lặp lại lịch sử tiến hóa của loài mình. Tôi nghĩ rằng một kiểu lợi tổ đại loại như thế cũng diễn ra trong sự phát triển trí tuệ của cá thể. Trong vô thức chúng ta cũng lặp lại suy nghĩ của tổ tiên xa xôi của mình. Hãy thử hình dung một thời đại trước khi có khoa học, một thời đại trước khi có thư viện. Hãy tưởng tượng ra cái thời cách đây hàng trăm nghìn năm. Khi ấy chúng ta cũng linh lợi như bây giờ, cũng hiếu kỳ như bây giờ, cũng có cuộc sống xã hội và tình dục như bây giờ. Nhưng những kinh nghiệm thì chưa có, những phát minh khám phá cũng chưa có. Đó là cái thời trẻ con của giống Homo. Hãy tưởng tượng cái thời lần đầu tiên loài người tìm ra lửa. Khi ấy cuộc sống con người như thế nào nhỉ? Tổ tiên chúng ta hiểu về các ngôi sao như thế nào? Thỉnh thoảng trong tưởng tượng của tôi, tôi hình dung có ai đó từng nghĩ đại khái như thế này:

Chúng tôi ăn quả mọng và rễ cây. Quả hạch và lá cây. Cả động vật chết. Một số con vật chúng tôi tìm thấy. Một số con vật chúng tôi giết. Chúng tôi biết thức ăn nào tốt, còn thức ăn nào nguy hiểm. Nếu chúng tôi ăn thử những thức ăn nào đó và bị hạ gục, thì đó là một sự trùng phạt vì đã ăn những thứ ấy. Chúng tôi không định làm điều gì nguy hại cả. Nhưng cây mao địa hoàng và cây độc cần có thể giết chết chúng tôi. Chúng tôi yêu quý con cái, bạn bè của mình. Chúng tôi cảnh báo cho họ những loại thức ăn độc.

Khi săn bắt động vật, chúng tôi cũng có thể chết. Chúng tôi có thể bị húc chết. Chúng tôi có thể bị giẫm lên người. Chúng tôi có thể bị ăn thịt. Hành vi của động vật có ý nghĩa sống chết đối với chúng tôi: chúng xử sự như thế nào, chúng để lại dấu vết gì, mùa động dục và sinh sản của chúng, mùa chúng đi hoang. Chúng tôi phải biết những điều đó. Chúng tôi nói cho con cái mình biết. Chúng tôi sẽ nói cho con cái mình biết.

Chúng tôi phụ thuộc vào các con vật. Chúng tôi đi theo chúng – nhất là vào mùa đông khi có ít thực vật để ăn. Chúng tôi là những người săn bắt và hái lượm lang thang. Chúng tôi tự gọi mình là dân săn bắt.

Hầu hết chúng tôi thiếp đi dưới bầu trời, dưới một cái cây hay trong đám lá càm của nó. Chúng tôi sử dụng da động vật làm quần áo: để giữ cho thân thể ấm, để che sự trần truồng và thỉnh thoảng làm vỗng. Khi chúng tôi mặc da động vật, chúng tôi cảm thấy sức mạnh của động vật. Chúng tôi nhảy với linh dương. Chúng tôi đi săn với gấu. Có một mối liên hệ giữa chúng tôi và các loài vật. Chúng tôi

săn bắt và ăn động vật. Chúng săn bắt và ăn chúng tôi. Cả hai là một phần của nhau.

Chúng tôi làm các công cụ để sinh tồn. Một số người là các chuyên gia về chè, tách nhỏ, làm sắc và đánh bóng, cũng như tìm đá. Một số viên đá chúng tôi buộc vào cán gỗ bằng gân động vật, làm thành một cái rìu. Chúng tôi dùng rìu chặt cây và bỗ vào lũ thú. Một số viên đá khác chúng tôi buộc vào những chiếc gậy dài. Nếu chúng tôi lặng lẽ và chịu khó quan sát thì có thể rón rén tiến lại gần một con vật và dùng ngọn giáo này đâm nó.

Thịt bị ôi. Thỉnh thoảng, vì đói nên chúng tôi cỗ bỏ qua chuyện thịt ôi. Thỉnh thoảng chúng tôi trộn rau cỏ với thịt ôi để át mùi. Chúng tôi gói ghém thức ăn nào không sợ bị hỏng vào trong các miếng da động vật. Hoặc trong những cái lá to. Hoặc trong vỏ cứng của một quả hạch lớn. Để dành thức ăn và mang theo người là điều khôn ngoan. Nếu chúng tôi ăn hết chỗ thức ăn ấy quá sớm thì về sau sẽ có người đói.

Vì vậy chúng tôi phải tương trợ lẫn nhau. Vì lý do này và nhiều lý do khác chúng tôi đặt ra các tập tục. Ai cũng phải chấp hành các tập tục. Chúng tôi luôn luôn có các tập tục. Các tập tục là thiêng liêng.

Một hôm, một cơn dông bão kéo đến với rất nhiều sấm chớp và mưa to. Lũ trẻ con sợ dông bão. Đôi khi đến tôi cũng sợ. Bí mật của dông bão vẫn chưa được tìm ra. Sấm sét rền vang một hồi; chớp ngắn và sáng lóe. Chắc là có ai đó rất hung mạnh đang lên cơn giận dữ. Người ấy phải ở trên trời, tôi nghĩ thế.

Sau cơn dông xuất hiện cái gì đó bập bùng sáng và kêu lốp bốp trong khu rừng gần đấy. Chúng tôi đến xem. Một cái gì đó sáng, nóng nhảy nhót, có màu vàng và đỏ. Chúng tôi chưa bao giờ nhìn thấy thứ ấy. Giờ thì chúng tôi gọi nó là “ngọn lửa”. Nó có một mùi đặc biệt. Trong một khía cạnh nào đó nó đang sống: nó cũng ăn thức ăn. Nó ăn rau cỏ và chân tay của cây cối, thậm chí ăn trọn cả cái cây, nếu ta để nó ăn. Nó mạnh lắm. Nhưng nó không thông minh. Hết thức ăn là nó chết. Nó không thể đi được nổi một tầm ném lao từ cây này sang cây khác nếu dọc trên đường đi không có thức ăn. Nó không thể đi được nếu không liên tục được ăn. Nhưng hễ nơi nào có nhiều thức ăn, nó lớn nhanh và đẻ ra nhiều ngọn lửa con cháu.

Một người trong số chúng tôi có một suy nghĩ táo tợn và đáng sợ: bắt lấy ngọn lửa, cho nó ăn ít một, và biến nó thành bạn của con người. Chúng tôi kiểm vài cành cây gỗ cứng thật dài. Ngọn lửa ăn các cành cây, nhưng chậm rãi. Chúng tôi có thể cầm lấy các cành cây ở phía đầu không có lửa. Nếu ta cầm một ngọn lửa nhỏ mà chạy nhanh thì nó sẽ chết. Lửa con lửa cháu yếu lắm. Chúng tôi không chạy nữa. Chúng tôi đi, miệng hô lên những mong ước tốt lành. “Không được chết,” chúng tôi bảo ngọn lửa. Những cộng đồng săn bắt khác trố mắt nhìn chúng tôi.

Từ đó trở đi, chúng tôi mang lửa đi với mình. Chúng tôi có một ngọn lửa mè và nuôi lửa một cách từ từ để nó không chết đói¹³². Lửa là một điều kỳ diệu, lại có ích nữa; chắc chắn đó là món quà của các sinh thể hung mạnh. Có phải họ cũng chính là những người nổi cơn thịnh nộ trong dông bão không nhỉ?

Ngọn lửa giữ ấm cho chúng tôi trong những đêm lạnh. Nó cho chúng tôi ánh sáng. Nó xuyên qua đêm tôi trong những đêm không trăng. Chúng tôi có thể chữa giáo trong đêm để ngày mai đi săn. Còn nếu không mệt, ngay trong đêm tối chúng tôi vẫn có thể nhìn thấy nhau và trò chuyện. Còn điều này nữa - hay lắm! - lửa khiến cho lũ thú tránh xa. Bình thường chúng tôi có thể bị thương trong đêm. Đôi khi chúng tôi bị ngay cả những động vật nhỏ như linh cẩu và chó sói ăn thịt. Giờ thì mọi sự đã khác. Ngọn lửa làm chún bước cẩn con thú. Chúng tôi thấy chúng sửa trong tối, thấy chúng lảng vảng quanh

đó, mắt chúng sáng lên vì ánh lửa. Chúng sợ lửa. Nhưng chúng tôi thì không sợ. Ngọn lửa là của chúng tôi. Chúng tôi săn sóc ngọn lửa. Lửa lại săn sóc chúng tôi.

Bầu trời thật quan trọng. Nó bao phủ chúng tôi. Nó mách bảo chúng tôi. Trước cái thời tìm ra lửa, chúng tôi thường nằm ngủ trong đêm tối, mắt ngước nhìn lên tất cả những đốm sáng. Vài đốm sáng tụ họp lại thành một bức hình trên trời. Một người trong chúng tôi có thể phát hiện ra các bức hình giỏi hơn những người còn lại. Bà ấy dạy chúng tôi về các bức hình sao và cách gọi chúng bằng tên gì. Chúng tôi ngồi với nhau vào đêm khuya, nghĩ ra các câu chuyện về những bức hình trên trời: sư tử, chó, gấu, thợ săn, cả những thú xa lạ khác nữa. Không biết có phải đó là những bức hình của các sinh vật hùng mạnh trên trời, những người làm ra đồng bão mỗi khi giận dữ không nhỉ?

Hầu như bầu trời không thay đổi. Vẫn những bức hình sao như cũ năm này qua năm khác. Mặt trăng lớn lên từ chỗ hư không, thành một lát mỏng mảnh rồi thành một quả bóng tròn, sau đó lại quay về tình trạng hư không. Khi mặt trăng thay đổi, phụ nữ hay chảy máu. Một số bộ lạc có quy định cấm tình dục vào những thời điểm nhất định khi mặt trăng to lên rồi co lại. Một số bộ lạc khắc lên sừng hươu các ngày theo mặt trăng hoặc những ngày phụ nữ chảy máu. Họ có thể lên kế hoạch trước và tuân thủ các tập tục. Các tập tục là thiêng liêng.

Các ngôi sao ở rất xa. Khi chúng tôi leo lên đồi hay lên cây mà chẳng thấy gần hơn chút nào. Còn mây thì ở giữa chúng tôi và sao: các ngôi sao ắt phải ở phía sau mây. Mặt trăng, khi chậm chậm di chuyển, đi ngang phía trước các ngôi sao. Sau đó chúng tôi lại thấy các ngôi sao không hề hấn gì. Mặt trăng không ăn các ngôi sao. Các ngôi sao ắt phải ở phía sau mặt trăng. Chúng nhấp nháy. Một thứ ánh sáng lạ lùng, lành lạnh, màu trắng và xa xôi. Rất nhiều sao. Ở khắp bầu trời. Nhưng chỉ vào ban đêm thôi. Tôi băn khoăn không biết chúng là cái gì.

Sau khi chúng tôi tìm ra lửa, tới ngôi cạnh lửa trại bắn khoan về những ngôi sao. Một ý tưởng từ hiện đến: ngôi sao là lửa, tôi nghĩ. Rồi tôi lại có ý nghĩ khác: các ngôi sao là lửa trại mà toán thợ săn khác đốt lên ban đêm. Các ngôi sao cho ánh sáng nhỏ hơn lửa trại. Vậy thì các ngôi sao phải là lửa trại ở rất xa. Nhưng người ta hỏi tôi: “Làm sao có thể có lửa trại ở trên trời được? Tại sao lửa trại và dân di săn ngòi quanh các đống lửa trên ấy lợi không rơi xuống chân chúng ta? Tại sao các bộ lạc lạ lùng kia không rơi từ trên trời xuống nhỉ?”

Đó là những câu hỏi hay. Chúng không để tôi yên. Thỉnh thoảng tôi nghĩ rằng bầu trời là một nửa cái vỏ trứng khổng lồ hoặc cái vỏ hạt dẻ khổng lồ. Tôi nghĩ những người ngồi quanh các đống lửa trại xa xăm kia nhìn xuống chúng tôi - nhưng đối với họ thì hình như đó là nhìn lên - và nói rằng chúng tôi đang ở trên trời, rồi tự hỏi tại sao chúng tôi lại không rơi xuống họ, nói thế chắc bạn hiểu ý tôi. Nhưng đám thợ săn bảo: “Dưới là dưới, còn trên là trên.” Đấy cũng là một câu trả lời hay.

Lại có một ý nghĩ khác nảy ra trong đầu một người trong chúng tôi. Anh ấy cho rằng đêm tối là tấm da động vật to tướng quăng lên trời. Trên tấm da có những lỗ thủng. Chúng tôi nhìn qua các lỗ thủng. Thế là chúng tôi trông thấy lửa. Anh ấy cho rằng không phải lửa chỉ có rải rác ở vài nơi mà chúng tôi nhìn thấy các ngôi sao. Anh ấy nghĩ rằng lửa có ở khắp nơi. Anh ấy nghĩ rằng lửa bao trùm cả bầu trời. Nhưng tấm da che mắt lửa. Chỉ trừ chỗ nào có lỗ thủng.

Vài ngôi sao đi lang thang. Giống như những con vật mà chúng tôi săn bắt. Giống như chúng tôi. Nếu bạn chăm chú quan sát suốt nhiều tháng, bạn sẽ thấy chúng di chuyển cả thảy có năm ngôi sao như thế, giống như năm ngón tay trên một bàn tay. Chúng lang thang chậm chậm giữa các ngôi sao khác. Nếu ý nghĩ về lửa trại là đúng, thì những ngôi sao ấy phải là các bộ lạc thợ săn lang thang, mang theo những ngọn lửa lớn. Chứ tôi không thể nào hình dung được những ngôi sao lang thang lại là những lỗ thủng trên tấm da. Khi bạn đục một cái lỗ, thì nó vẫn ở đấy. Cái lỗ là cái lỗ. Những cái lỗ

không thể đi lang thang. Vả lại, tôi không muốn bị một bầu trời lửa bao quanh. Nếu tẩm da rơi xuống, thì bầu trời đêm sẽ sáng lên – sáng rực – giống như khi nhìn thấy lửa khắp nơi. Tôi cho rằng một bầu trời lửa sẽ ăn thịt tất cả chúng ta. Biết đâu có hai loại sinh thể hùng mạnh ở trên trời. Những sinh thể xấu là những kẻ muốn lửa ăn thịt chúng tôi. Còn những sinh thể tốt là những người lấy tẩm da che lửa đi. Chúng tôi phải tìm cách nào đó để cảm ơn các sinh thể tốt.

Tôi không biết những ngôi sao có phải là lửa trại hay không. Hay là những cái lỗ trên tẩm da mà qua đó lửa của sức mạnh nhìn xuống chúng tôi. Lúc thì tôi nghĩ thế này. Lúc tôi lại nghĩ thế kia. Một lần tôi nghĩ rằng không có lửa trại cũng chẳng có những cái lỗ mà là cái gì đó khác, quá khó hiểu đối với tôi.

Hãy tì cổ lên một súc gỗ. Đầu ngửa ra sau. Khi đó ta chỉ nhìn thấy bầu trời. Không thấy đồi, không thấy cây cối, không thấy anh em chúng bạn thợ săn, không thấy lửa trại nữa. Chỉ còn mỗi bầu trời. Có lúc tôi cảm thấy mình có thể ngã lên trời. Nếu những ngôi sao là lửa trại, thì tôi muốn đi thăm anh em chúng bạn thợ săn trên ấy – những người đi lang thang. Rồi tôi thấy khoái với việc rơi lên trên. Nhưng nếu các ngôi sao là những cái lỗ trên tẩm da thì tôi lại thấy sờ sợ. Tôi không muốn rơi lên trên qua một cái lỗ rồi tột vào ngọn lửa hung dữ.

Tôi muốn biết cái nào đúng. Tôi không thích mình không biết gì cả.

Tôi cho rằng không nhiều thành viên của nhóm săn bắt/hái lượm có những ý nghĩ giống như vậy về những ngôi sao. Có lẽ, qua bao nhiêu thế kỷ mới có ít người nghĩ giống thế, và cũng không phải tất cả những ý nghĩ ấy tập trung ở một người. Đầu sao những ý tưởng tinh vi cũng khá phổ biến ở những cộng đồng tương tự như vậy. Hãy ví dụ, cộng đồng người Bushmen (Người Rừng) !Kung¹³³ vùng hoang mạc Kalahari ở Botswana có một cách giải thích về Ngân Hà, mà ở vĩ độ của họ thì Ngân Hà thường vắt qua đúng trên đầu. Họ gọi nó là “xương sống của đêm”, cứ như thế bầu trời là một con thú lớn mà chúng ta sống bên trong. Cách giải thích của họ khiến cho Ngân Hà vừa có ích vừa dễ hiểu. Người !Kung tin rằng Ngân Hà duy trì màn đêm; không có Ngân Hà thì các mảnh đêm tối sẽ rơi rào rào xuống đầu chúng ta. Thật là một ý tưởng có duyên.

Những ẩn dụ đại loại như vậy về lửa trại trời hay xương sống thiên hà dần dần được thay thế trong hầu hết các nền văn hóa loài người bằng ý tưởng khác: những sinh thể hùng mạnh ở trên trời được thăng cấp thành thần linh. Họ được đặt tên, được ban cho họ hàng thân thích, cả những trách nhiệm đặc biệt phụng sự vũ trụ mà họ phải đảm đương. Mỗi một lĩnh vực quan tâm của con người đều có một vị thần nam hay nữ chuyên trách. Các vị thần vận hành Tự nhiên. Không cái gì có thể xảy ra nếu không có sự tham dự trực tiếp của họ. Nếu các thần vui vẻ sung sướng thì sẽ có đồ ăn thức uống tha hồ, và con người cũng sướng lây. Nhưng nếu có điều gì đó làm phật ý các thần - có khi cũng nhỏ nhặt thôi - thì hậu quả thật khủng khiếp: hạn hán, bão tố, chiến tranh, động đất, núi lửa, dịch bệnh. Vậy là phải lấy lòng các thần, thế là sinh ra cả một tầng lớp đông đảo các thầy tế và những người biết lời sấm của thánh thần để làm các thần bớt giận. Nhưng vì các thần khá đồng bóng nên người ta chẳng dám chắc các thần sẽ làm gì. Tự nhiên là một sự bí ẩn. Hiểu được thế giới rất khó.

Chỉ còn ít tàn tích sót lại của đền Heraion trên đảo Samos ở biển Aegea (Êgiê), một trong các kỳ quan của thế giới cổ đại, một ngôi đền lớn thờ Hera, mà sự nghiệp khởi đầu là nữ thần của bầu trời. Hera là thần hộ mệnh của đảo Samos, với vai trò cũng hệt như vai trò của nữ thần Athena đối với thành phố Athens. Mãi sau này nàng mới lấy thần Zeus, chúa tể của các vị thần núi Olympus. Họ hưởng tuần trăng mật trên đảo Samos, chuyện xưa kể lại như vậy. Tín ngưỡng Hy Lạp giải thích rằng cái dải ánh sáng mờ mờ trên bầu trời đêm là dòng sữa của Hera, vọt ra từ ngực nàng và vắt ngang trời. Câu chuyện thần thoại này là nguồn gốc của tên gọi mà người phương Tây vẫn dùng - Con đường Sữa (Milky Way) - để chỉ Ngân

Hà. Có lẽ thoát đầu nó đại diện cho quan niệm sâu sắc rằng trời nuôi dưỡng đất; nếu đúng vậy thì ý nghĩa ấy dường như đã bị quên lãng từ hàng ngàn năm nay.

Chúng ta, phải nói là hầu hết chúng ta, đều là con cháu của những người phản ứng trước những hiểm nguy của sự sinh tồn bằng cách sáng tạo ra những câu chuyện về những vị thần nổi giận hoặc có hành vi không thể đoán trước được. Trong một thời gian dài bản năng hiểu biết của con người bị ngáng trở bởi những lý giải tôn giáo dễ dãi, giống như ở Hy Lạp cổ đại thời Homer, nơi có các thần cai quản bầu trời lẩn các thần cai quản Trái Đất, sấm sét, biển cả và âm phủ, lửa, thậm chí cai quản cả thời gian, tình yêu và chiến tranh; nơi mà mỗi cái cây và trảng rừng đều có các thần cây thần rừng đủ loại.

Hàng ngàn năm nay con người đã bị - một số người trong chúng ta hiện vẫn đang bị - đè nén bởi quan niệm rằng vũ trụ là con rối bị một hoặc nhiều vị thần, không nhìn thấy được và không biết đâu mà lẩn, giật dây. Thế rồi, cách đây 2.500 năm, đã có sự thức tỉnh vinh quang ở Ionia: trên đảo Samos và tại các thuộc địa khác của Hy Lạp gần đấy mọc lên trên các hòn đảo lớn nhỏ của miền Đông tấp nập của biển Aegea¹³⁴. Bất ngờ là ở đó có những người tin rằng mọi thứ cấu tạo từ nguyên tử; rằng con người và các động vật khác nảy nòi từ những dạng thức đơn giản hơn; rằng bệnh tật không phải do ma quỷ hay thần thánh gây ra; rằng Trái Đất chỉ là một hành tinh đi quanh Mặt Trời. Còn các ngôi sao thì ở xa xôi lắm.

Cuộc cách mạng này đã tạo nên một Vũ trụ có trật tự từ Hỗn độn. Những người Hy Lạp thuở ban đầu trước đó tin rằng sinh thế đầu tiên là Hỗn độn, tương ứng với câu nói trong *Sáng thế ký* có cùng bối cảnh: “chưa có hình dạng”. Hỗn độn đã tạo ra và hôn phối với một nữ thần tên là Đêm tối, rồi con cháu họ dần dần sinh ra mọi thánh thần và con người. Một vũ trụ được tạo ra từ Hỗn độn hết sức phù hợp với niềm tin của người Hy Lạp vào một thứ Tự nhiên không lường trước được, do các thần tính nết đồng bóng vận hành. Thế mà vào thế kỷ 6 trước Công nguyên, ở Ionia, đã phát triển một quan niệm mới, một trong những ý tưởng vĩ đại nhất của loài người. Vũ trụ là có thể biết được, những người Ionia cổ xưa đã lý luận, vì vũ trụ thể hiện một trật tự bên trong: có những quy luật đều đặn trong Tự nhiên cho phép hé mở những bí mật của nó. Tự nhiên không phải là hoàn toàn không dự đoán được; có những quy tắc mà đến nó cũng phải tuân thủ. Tính chất tuyệt vời sắp xếp trong trật tự này của vũ trụ được gọi là Cosmos.

Nhưng tại sao lại là Ionia, tại sao lại ở chốn thôn quê hẻo lánh ấy, những hòn đảo xa xôi và nhỏ bé ở miền Đông Địa Trung Hải ây? Tại sao lại không phải ở những thành phố lớn của Ấn Độ hay Ai Cập, xứ Babylon, Trung Hoa hay Trung Mỹ? Trung Quốc có truyền thông thiên văn hàng ngàn năm; là nơi đã phát minh ra giấy và in ấn, hỏa tiễn, đồng hồ, lụa, đồ sứ, và những đội tàu thuyền viễn dương. Một số nhà sử học nói rằng Trung Quốc là một xã hội quá theo truyền thống cũ, không dễ chấp nhận cái mới. Tại sao lại không phải là Ấn Độ, một nền văn hóa hết sức phong phú, có nhiều tài năng toán học? Bởi vì, theo lời một số nhà sử học, họ bị mê hoặc một cách cứng nhắc bám lấy ý tưởng về một vũ trụ già vô hạn lại phải trải qua một chu trình chết đi và tái sinh không bao giờ dứt của các linh hồn và vũ trụ, nên trong đó chẳng thể có cái gì mới một cách cơ bản xảy ra cả. Tại sao lại không phải là các xã hội của người Maya và người Aztec, vốn tinh thông thiên văn và cũng bị các con số rất lớn quyến rũ, y như người Ấn Độ? Bởi vì, theo như tuyên bố của một số nhà sử học, họ thiếu cái khiếu hoặc động cơ thúc đẩy họ phát minh cơ khí. Ngay cả bánh xe thực sự người Maya và người Aztec cũng không phát minh ra nổi, họ chỉ áp dụng nó trong những đồ chơi trẻ con.

Người Ionia có một vài lợi điểm. Ionia là một thế giới đảo. Sự cô lập, cho dù không hoàn toàn, cũng làm nảy sinh sự đa dạng. Với nhiều hòn đảo khác nhau, chúng ta lại có nhiều kiểu hệ thống chính trị. Sự không tập trung quyền lực vào một đầu mối duy nhất đã không dẫn đến sự đồng nhất về xã hội và tri thức trên tất cả các đảo. Người ta có thể tự do nghiên cứu tìm hiểu. Khuyến khích mê tín không được xem là cần thiết về mặt chính trị. Không giống như các nền văn hóa khác, văn hóa người Ionia là giao thoa của các nền

văn minh chứ không nằm ở trung tâm của văn minh nào. Ở Ionia, bộ chữ cái Phoenicia lần đầu tiên đã được chỉnh sửa để thích hợp cho người Hy Lạp sử dụng, tình trạng biết đọc biết viết khá phổ biến. Viết lách không còn là độc quyền của các thầy tế và những người chuyên chép thuê bản viết tay. Tư tưởng của nhiều người được xem xét và tranh luận. Quyền lực chính trị nằm trong tay giới thương nhân, là những người tích cực thúc đẩy công nghệ vì sự phát đạt của họ phụ thuộc vào nó. Chính ở miền Đông Địa Trung Hải ấy mà các nền văn minh châu Phi, châu Á và châu Âu, kể cả những nền văn hóa lớn của Ai Cập và Lưỡng Hà, đã gặp nhau và bồi bổ cho nhau trong sự đối nghịch sôi động và hung hăng của các định kiến, ngôn ngữ, tư tưởng và các thần linh. Thủ hỏi bạn sẽ làm gì khi đối mặt với vài vị thần cùng tranh giành nhau một lãnh địa? Thần Marduk của Babylon và thần Zeus của Hy Lạp đều được coi là chúa tể bầu trời và ông vua của các thần. Bạn có thể cho rằng thần Marduk và thần Zeus thực sự chỉ là một. Nhưng bạn cũng có thể cho rằng, bởi vì họ có các vật dụng đi kèm khác nhau, một vị trong đó chẳng qua là sản phẩm của các thầy tế mà thôi. Nhưng nếu một vị thần là sản phẩm sáng tạo được thì cả hai cũng có thể đều là sản phẩm sáng tạo lăm chữ?

Thế là nảy sinh ý tưởng vĩ đại, sự nhận thức rằng có thể có cách hiểu biết thế giới mà không cần đến giả thuyết về các thần; có thể có những nguyên lý, những lực lượng, những định luật của tự nhiên, qua đó ta có thể hiểu thế giới mà không cần phải quy sự sà xuống của con chim sẻ cho bàn tay điều khiển của thần Zeus.

Trung Hoa, Ấn Độ và Trung Mỹ, theo tôi, cũng có thể mò mẫm đến được với khoa học đó, chỉ cần họ có thêm một chút thời gian nữa. Các nền văn hóa không phát triển với nhịp độ giống hệt nhau hoặc đi đều bước với nhau. Chúng nảy sinh vào những thời điểm khác nhau và tiến bộ với nhịp độ khác nhau. Thế giới quan khoa học vận hành tốt đến nỗi, giải thích nhiều đến nỗi và cộng hưởng với những bộ phận tiên tiến nhất của não chúng ta hài hòa đến nỗi mà, với thời gian, theo tôi, gần như mọi nền văn hóa trên Trái Đất đều sẽ khám phá ra khoa học, nếu để nó tự xoay xở. Tất nhiên phải có nền văn hóa nào đó đi trước tiên. Rốt cuộc thì Ionia là nơi khoa học ra đời.

Cuộc cách mạng vĩ đại này trong tư tưởng nhân loại đã bắt đầu trong khoảng từ năm 600-400 trước Công nguyên. Chìa khóa của cuộc cách mạng là bàn tay lao động. Một vài nhà tư tưởng xuất chúng của Ionia là con cái của các thủy thủ, nông dân và thợ dệt. Họ quen lao động chân tay, điều này khác hẳn với các thầy tế và những người chép thuê được nuôi dưỡng trong xa hoa và ngại ngùng sợ bẩn tay. Chối bỏ sự mê tín, họ đã làm ra những điều kỳ diệu. Trong nhiều trường hợp, chúng ta chỉ có thông tin rời rạc hoặc gián tiếp về những gì đã xảy ra. Những ẩn dụ được dùng thời đó có thể khó hiểu đối với chúng ta ngày nay. Vài thế kỷ sau đó gần như chắc chắn đã có một cỗ gắng có ý thức chế áp những tri thức mới đó. Các nhân vật đứng đầu cuộc cách mạng đó là những người mang tên họ Hy Lạp, gần như xa lạ với chúng ta ngày nay, nhưng là những người đi tiên phong thực sự trong việc phát triển nền văn minh và khoa học nhân văn của chúng ta.

Nhà khoa học Ionia đầu tiên là Thales ở Miletus, một thành phố ở châu Á đối diện với đảo Samos qua một eo biển hẹp. Ông đã từng sang Ai Cập và thông thạo kiến thức của người Babylon. Nghe nói rằng ông đã dự đoán một lần nhật thực. Ông biết cách đo chiều cao của kim tự tháp dựa vào chiều dài của bóng kim tự tháp và độ cao của Mặt Trời phía trên đường chân trời tính bằng đơn vị đo góc, phương pháp mà ngày nay vẫn được sử dụng để đo chiều cao các ngọn núi trên Mặt Trăng. Ông là người đầu tiên chứng minh các định lý hình học theo cách mà Euclid sẽ hệ thống hóa ba thế kỷ sau đó - ví dụ như mệnh đề nói rằng hai góc đáy của một tam giác cân thì bằng nhau. Có một sự tiếp nối rõ ràng của cỗ gắng trí tuệ từ Thales đến Euclid rồi đến việc Isaac Newton mua cuốn *Những cơ sở hình học* tại hội chợ Stourbridge năm 1663 (xem Chương III), sự kiện đã thúc đẩy khoa học và kỹ thuật hiện đại.

Thales đã thử lý giải thế giới mà không viện đến các vị thần. Giống như người Babylon, ông tin rằng thế giới ngày xưa từng là nước. Để giải thích đất khô, người Babylon nói thêm rằng thần Marduk đã đặt một cái chiếu lên trên mặt nước và chất bùn lên đó.¹³⁵ Thales có quan điểm tương tự, nhưng, như lời của Benjamin Farrington, “đã bỏ thần Marduk ra”. Vâng, mọi thứ từng có thời là nước, nhưng Trái Đất hình thành từ các đại dương bằng một quá trình tự nhiên - tương tự như sự bồi đắp phù sa mà ông đã quan sát thấy ở châu thổ sông Nile, ông nghĩ. Dĩ nhiên, ông nghĩ rằng nước là một nguyên tố phổ quát làm cơ sở cho tất cả vật chất, tựa như ngày nay chúng ta nói về các electron, proton và neutron, hoặc về các hạt quark. Kết luận của Thales đúng hay sai không quan trọng bằng cách tiếp cận vấn đề của ông: thế giới không phải do các thần làm nên, mà thay vào đó là công việc của các lực lượng vật chất tương tác trong Tự nhiên. Thales đã đem từ Babylon và Ai Cập về những hạt giống của các ngành khoa học mới là thiên văn học và hình học, các ngành khoa học ấy sẽ nảy mầm và lớn lên trên mảnh đất màu mỡ Ionia.

Đời tư của Thales rất ít được biết đến, nhưng một giai thoại được Aristotle hé lộ trong cuốn *Chính trị* của ông:

[Thales] bị chê bai vì ông nghèo, ngụ ý rằng triết lý là thứ vô tích sự. Người ta kể rằng nhờ tài của mình [trong việc lý giải trời đất], ngay từ hồi mùa đông ông đã biết rằng năm sau sẽ được mùa ô liu. Thế là có ít tiền ông liền chi cho việc đặt thuê trước tất cả các dụng cụ ép dầu ô liu ở Chios và Miletus, và thuê được với giá thấp vì chẳng có ai tranh với ông. Khi vụ thu hoạch ô liu tới, cùng một lúc nhiều người muốn ép dầu, thì ông cho thuê sử dụng dụng cụ ép với những điều kiện có lợi cho ông và thu được khá nhiều tiền. Qua đó ông chứng tỏ rằng các triết gia trên đời có thể dễ dàng làm giàu nếu muốn, nhưng tham vọng của họ đặt ở chỗ khác.

Ông cũng nổi tiếng là khôn ngoan về chính trị, khi thúc giục người Miletus chống lại sự đồng hóa của Croesus, vua xứ Lydia, và kêu gọi tất cả các đảo quốc của Ionia liên hiệp lại để chống quân Lydia nhưng không thành công.

Anaximander ở Miletus là bạn và là đồng nghiệp của Thales, một trong những người đầu tiên đã từng làm thí nghiệm mà chúng ta biết. Bằng cách xem xét sự dịch chuyển của cái bóng do một cái gậy (cọc) thẳng đứng hắt xuống, ông đã xác định chính xác độ dài của năm và các mùa. Hàng bao đời nay con người dùng gậy để gác chiến với nhau. Anaximander thì dùng gậy để đo thời gian. Ông là người đầu tiên ở Hy Lạp làm ra đồng hồ Mặt Trời, vẽ bản đồ thế giới đã biết và thiên cầu mà trên đó có ghi hình thù các chòm sao. Ông tin rằng Mặt Trời, Mặt Trăng và các ngôi sao chính là lửa được nhìn qua các lỗ thủng trên vòm trời, có lẽ đây là ý tưởng có từ rất lâu trước đó. Ông có quan điểm đáng để ý cho rằng Trái Đất không phải được treo hay đỡ từ trên trời, mà bản thân nó là trung tâm của vũ trụ; và vì nó cách đều tất cả những nơi khác của “thiên cầu” nên không có lực nào có thể làm nó chuyển động.

Ông biện luận rằng khi sinh ra chúng ta yếu ớt quá, như vậy thì những đứa trẻ là con người đầu tiên sinh ra ở đời sẽ chết ngay lập tức. Từ đó Anaximander kết luận rằng loài người phải sinh ra từ những động vật khác có con cái sơ sinh biết tự lập tốt hơn. Ông nêu giả định rằng sự sống bắt nguồn tự phát trong bùn, và động vật đầu tiên là các loài cá có xương. Một số hậu duệ của những loài cá này dần dần bỏ nước chuyển lên cạn, tại đây chúng tiến hóa thành các loài động vật khác biến hóa từ dạng này sang dạng khác. Ông tin rằng có vô số thế giới, tất cả đều có người ở, và thay đổi qua các chu kỳ tan biến rồi lại tái sinh. Thánh Augustine¹³⁶ buồn bã phàn nàn về ông: “Giống như Thales, ông cũng không quy tí nào nguyên nhân của mọi hoạt động liên tục ấy cho trí tuệ của thần thánh.”

Vào quãng năm 540 trước Công nguyên, một bạo chúa là Polycrates lên nắm quyền trên đảo Samos. Ông này hình như vốn ban đầu làm nghề giao hàng, sau đó trở thành hải tặc xuyên quốc gia. Polycrates là người bảo trợ hào phóng cho khoa học, nghệ thuật và kỹ thuật. Nhưng ông đàn áp thần dân, gây chiến với các nước láng giềng và rất sợ bị xâm lược. Do đó ông cho xây bao quanh kinh đô một tường thành lớn dài khoảng 6 km mà di tích vẫn còn lại cho tới ngày nay. Để vận chuyển nước từ các con suối xa qua thành lũy,

ông ra lệnh đào một đường hầm lớn. Đường hầm dài một kilômét, xuyên qua một quả núi. Người ta đào hầm từ hai đầu và gặp nhau gần như chính xác ở đoạn giữa. Công cuộc xây dựng này phải mất chừng mươi lăm năm mới hoàn thành, nó là chứng cứ hùng hồn về kỹ thuật xây dựng thời ấy và thể hiện khả năng thực tiễn tuyệt vời của người Ionia. Nhưng cũng còn mặt khuất đáng xấu hổ của thành tựu này: đường hầm một phần được xây dựng bởi những nô lệ bị xích, mà nhiều người trong đó bị các con tàu cướp biển của Polycrates bắt được.

Đó cũng là cái thời của Theodorus, nhà kỹ thuật bậc thầy của thời đại bấy giờ, nổi tiếng ở Hy Lạp về phát minh ra chìa khóa, thước đo, ê ke thợ mộc, máy thủy chuẩn, máy tiện, đúc đồng và hệ thống sưởi trung tâm. Tại sao lại không có tượng đài kỷ niệm con người này? Những người hay mơ mộng và suy ngẫm về các định luật của Tự nhiên thường nói chuyện với các nhà lý thuyết công nghệ và các nhà thực hành kỹ thuật. Nhiều khi họ là một. Lý thuyết và thực hành hòa lẫn vào nhau.

Cũng vào khoảng thời gian đó, trên đảo Cos ở bên cạnh, Hippocrates đã thiết lập truyền thống y học nổi tiếng của mình, mà ngày nay chỉ còn được nhớ tới vì mỗi lời thề Hippocrates. Đó là một trường phái y học thực tiễn và có hiệu quả mà theo đòi hỏi của Hippocrates, phải dựa trên những kiến thức thuộc lĩnh vực vật lý và hóa học hiện nay¹³⁷. Nhưng nó cũng có mặt lý thuyết. Trong cuốn *Về y học cổ đại*, Hippocrates viết: “Người ta cứ nghĩ rằng động kinh là có dính dáng đến thần thánh chỉ vì họ không hiểu nó. Nếu bất cứ cái gì không hiểu đều gán cho thần thánh thì chao ôi, sẽ có cơ man nào là vật thần thánh.”

Với thời gian, ảnh hưởng của Ionia và các phương pháp thực nghiệm đã lan truyền sang lục địa Hy Lạp, Italia và đảo Sicily. Đã từng có thời khó có ai tin rằng không khí tồn tại. Dĩ nhiên con người ta biết đến hiện tượng hô hấp, nhưng họ nghĩ gió là hơi thở của thần thần. Chứ còn nghĩ về không khí như một thứ vật chất tĩnh mà lại là chất vô hình thì họ không hình dung nổi. Thí nghiệm về không khí được ghi nhận đầu tiên do một thầy thuốc tên là Empedocles, người sống và hoạt động vào khoảng năm 450 trước Công nguyên, thực hiện¹³⁸. Một vài tư liệu nói rằng ông này coi mình là một vị thần. Nhưng có lẽ chẳng qua ông quá đỗi thông minh nên những người khác nghĩ ông là một vị thần. Empedocles tin rằng ánh sáng đi rất nhanh, nhưng không nhanh đến mức vô hạn. Ông giảng rằng đã từng có rất nhiều loại sinh vật đa dạng trên Trái Đất, nhưng nhiều chủng loài sinh vật “chắc là không thể tiếp tục giống nòi. Vì trong trường hợp của mọi loài ngay từ khi sinh ra đều phải có sự khôn khéo, lòng dũng cảm và tốc độ để bảo vệ và duy trì nòi giống”. Trong nỗ lực giải thích sự thích nghi tuyệt vời của sinh vật đối với môi trường xung quanh, Empedocles, cũng như Anaximander và Democritus (xem đoạn sau), đã đoán trước một cách rõ ràng một vài khía cạnh trong tư tưởng vĩ đại của Darwin về sự tiến hóa thông qua chọn lọc tự nhiên.

Empedocles đã thực hiện thí nghiệm của ông bằng một dụng cụ nội trợ mà con người ta đã sử dụng hàng bao thế kỷ, gọi là *clepsydra*, nghĩa đen là “kẻ ăn trộm nước”, được dùng làm cái mồi nhà bếp. Một bình hình cầu có cổ hở phía trên và những cái lỗ ở đáy chứa đầy nước khi bị nhúng vào trong nước. Nếu ta nhấc nó lên mà để cổ bình hở thì nước sẽ chảy qua các lỗ thành một cơn mưa nhỏ. Nhưng nếu ta nhấc lên song lại lấy ngón tay cái bịt chặt cổ, thì nước sẽ được giữ lại trong bình cho đến khi ta bỏ ngón tay cái ra. Nếu ta bịt kín cổ bình mà gắng cho nước vào đầy bình thì không có kết quả gì cả. Chắc phải có thứ vật chất nào đó cản đường nước vào. Chúng ta không nhìn thấy chất đó. Vậy nó có thể là cái gì? Empedocles lý luận rằng đó chỉ có thể là không khí. Một thứ mà chúng ta không nhìn thấy đã tạo ra áp lực, phá tan mong muốn của ta là cho nước vào bình nếu ta ngu ngốc giáng tay bí cổ bình. Empedocles đã khám phá ra cái vô hình. Không khí, ông nghĩ, ăn phải là vật chất ở dạng thừa loãng đến mức con người không thể nhìn thấy.

Nghe nói Empedocles, trong cơn phẫn khích làm thần thánh, đã chết vì cả gan nhảy vào dung nham nóng chảy ở hố phễu của miệng núi lửa lớn Aetna. Nhưng đôi lúc tôi cứ mường tượng ra rằng chẳng qua

ông bị trượt chân trong một cuộc xem xét mạo hiểm tiên phong và đầy can đảm ở lĩnh vực địa vật lý quan sát.

Sự gợi ý ấy, hơi hướng ấy về sự tồn tại của các nguyên tử đã được một người tên là Democritus, xuất thân từ thuộc địa Abdera của người Ionia ở miền Bắc Hy Lạp, thúc đẩy đi rất xa. Abdera là một đô thị tức cười. Nếu vào năm 430 trước Công nguyên, kể một câu chuyện về ai đó xuất thân từ Abdera thì thế nào cũng được một trận cười. Theo một cách hiểu nào đó nó cũng tựa như Brooklyn ngày nay. Đối với Democritus thì ý nghĩa của toàn bộ cuộc đời là hưởng thụ và hiểu biết; hiểu biết và hưởng thụ là một. Ông bảo rằng “cuộc đời mà không có hội hè thì chả khác nào con đường không có quán trọ”. Democritus là dân Abdera thật, nhưng ông không hề làm người ta tức cười. Ông tin rằng có rất nhiều thế giới hình thành một cách tự phát từ vật chất khuếch tán trong không gian vũ trụ, tiến hóa phát triển rồi tàn lụi. Vào cái thời chưa ai biết đến các hố phẫu do va đập, Democritus đã cho rằng thỉnh thoảng các thế giới va đập vào nhau; ông tin rằng một số thế giới lang thang một mình qua màn đêm của không gian vũ trụ, trong khi một số thế giới khác lại được vài Mặt Trời và mặt trăng đi cùng; rằng vài thế giới có người ở, trong khi những thế giới khác không có động vật, thực vật hay thậm chí đến cả nước cũng không có; rằng các hình thái đơn giản nhất của sự sống phát sinh từ một thứ bùn nguyên thủy nào đó. Democritus dạy rằng sự cảm nhận - lý do để ta nghĩ rằng tay mình đang cầm bút - là một quá trình thuần túy vật lý và cơ học; rằng tư duy và tình cảm là những thuộc tính của vật chất kết hợp với nhau theo một cách thức khá tinh tế và phức tạp chứ không phải nhờ vào một linh hồn nào đó do thần thánh thổi vào vật chất.

Democritus đã đặt ra từ *atom* (nguyên tử), mà theo tiếng Hy Lạp nghĩa là “không thể chia cắt được nữa”. Nguyên tử là những hạt giới hạn cuối cùng ngăn chặn mọi nỗ lực của chúng ta muốn phân chia chúng thành những mảnh nhỏ hơn.

Theo ông thì mọi thứ trên đời đều là tập hợp của các nguyên tử, được lắp đặt với nhau một cách tinh xảo. Ngay cả bản thân con người cũng vậy. “Không là cái gì khác ngoài các nguyên tử và khoảng trống,” ông nói.

Democritus lập luận rằng khi chúng ta bổ một quả táo, thì con dao phải đi qua các không gian rỗng giữa các nguyên tử. Nếu như không có những khoảng trống rỗng ấy, thì con dao sẽ vấp phải các nguyên tử không thể xâm nhập được, khi đó thì không thể bổ được quả táo. Giả sử chúng ta cắt một lát mỏng khỏi một hình nón, rồi so sánh tiết diện của hai phần. Diện tích của hai mặt giáp nhau vừa cắt ra ấy có bằng nhau? Không bằng nhau, Democritus bảo thế. Sườn hình nón làm cho tiết diện của một bên hơi nhỏ hơn bên kia. Nếu hai diện tích bằng nhau một cách chính xác thì chúng ta phải có một hình trụ chứ không phải hình nón. Dù con dao có sắc mỏng đến đâu chăng nữa, hai phần cũng có tiết diện không bằng nhau. Tại sao? Bởi vì ở thang độ rất nhỏ, vật chất thể hiện một sự gồ ghề nào đó không loại bỏ được. Sự gồ ghề ở cấp độ vi được Democritus đồng nhất với thế giới nguyên tử. Ngày nay chúng ta không còn sử dụng những lập luận của ông nữa, nhưng những lập luận ấy tinh tế và duyên dáng, được đúc rút từ cuộc sống hằng ngày. Và những kết luận của ông về cơ bản là đúng.

Trong một bài toán có liên quan, Democritus hình dung ra cách tính thể tích của một hình nón hoặc một hình chóp bằng cách cộng lại rất nhiều những cái đĩa cực kỳ mỏng nhỏ dần về kích thước xếp chồng lên nhau từ đáy đến đỉnh. Ông đã đề xướng một bài toán mà trong toán học gọi là lý thuyết giới hạn. Ông đã gõ cửa phép tính vi phân và phép tính tích phân, công cụ nền tảng để hiểu biết thế giới, mà chúng ta được biết, ít ra là theo các tư liệu văn bản, phải đến tận thời Isaac Newton mới được phát minh ra. Giá như công trình của Democritus không bị thất lạc gần như hoàn toàn thì biết đâu đã tồn tại phép tính các vô cùng bé ngay từ thời Christ (Kitô).¹³⁹

Thomas Wright vào năm 1750 đã kinh ngạc trước việc Democritus tin rằng Ngân Hà cấu tạo chủ yếu

từ các ngôi sao chưa được phân biệt tách bạch: “Rất lâu trước khi thiên văn học gặt hái được bất kỳ thành quả nào từ những tiến bộ của môn quang học, [mà ông] đã nhìn thấy, chúng ta có thể nói như vậy, bằng con mắt của lý trí, đầy đủ và sâu thẳm vào trong vô tận như những gì mà các nhà thiên văn học tài ba nhất vào thời đại thuận lợi hơn đã đạt được.” Trí tuệ của Democritus đã bay cao, vượt lên trên dòng Sữa của nữ thần Hera, vượt qua Xương sống của Đêm.

Trên phương diện con người, hình như Democritus cũng có phần khác thường. Đàn bà, trẻ con và tình dục chỉ làm ông cảm thấy lạc lõng, một phần vì những thứ ấy lấy đi thời gian suy tư của ông. Nhưng ông quý trọng tình bạn, lấy sự vui vẻ làm mục đích cuộc đời và toàn tâm toàn ý nghiên ngẫm tìm hiểu về mặt triết lý nguồn gốc và bản chất của lòng nhiệt tình. Ông thực hiện chuyến đi Athens để thăm Socrates nhưng lại rụt rè không dám tự giới thiệu mình với Socrates. Ông là bạn thân của Hippocrates. Ông kính sợ vẻ đẹp và sự duyên dáng của thế giới vật thể. Ông ưa sống nghèo khổ trong nền dân chủ hơn là sống sung túc dưới ách bạo chúa. Ông cho rằng các tín ngưỡng của thời đại ông là tai ương và không tồn tại cả linh hồn bất tử lẫn các vị thần bất tử: “Không tồn tại cái gì ngoài các nguyên tử và khoảng trống.”

Không có ghi chép nào nói về việc ông bị đòn áp vì những tư tưởng của ông - dù sao thì ông cũng đến từ Abdera. Tuy nhiên, vào thời của ông cái truyền thông ngắn ngủi chấp nhận các quan điểm trái với thông thường bắt đầu bị xói mòn rồi lung lay. Người dân bắt đầu bị trừng phạt vì bộc lộ những ý tưởng trái lê thường. Trên tờ giấy bạc 100 drachma¹⁴⁰ của Hy Lạp thời hiện đại có hình Democritus. Nhưng thời xưa những quan điểm của ông đã bị trấn áp, ảnh hưởng của ông đối với lịch sử bị làm giảm đi xuống mức tối thiểu. Những kẻ theo phái thần bí bắt đầu giành chiến thắng.

Anaxagoras là một nhà thực nghiệm người Ionia hoạt động vào quãng năm 450 trước Công nguyên và sống ở Athens. Ông là người giàu có, thờ ơ với của cải mà lại đam mê khoa học. Được hỏi về mục đích cuộc đời, ông đáp: “nghiên cứu Mặt Trời, Mặt Trăng và các tầng trời”, lời đáp của một nhà thiên văn học thực thụ. Ông đã tiến hành một thí nghiệm thông minh trong đó chỉ mỗi một giọt chất lỏng màu trắng, như kem, đã không đủ sức làm trắng rõ rệt một bình to đựng chất lỏng màu sẫm, như rượu vang. Thế là ông kết luận rằng ăn phải có những thay đổi trong thí nghiệm nhưng quá tinh tế, không thể cảm nhận trực tiếp được bằng các giác quan.

Anaxagoras không cấp tiến đến mức như Democritus. Cả hai đều là những người theo chủ nghĩa duy vật triết để, không phải theo cái nghĩa là tôn sùng vật chất, mà theo cái nghĩa là có quan điểm rằng chỉ có vật chất mới là nền tảng của thế giới này. Anaxagoras tin vào một thứ chất trí tuệ đặc biệt mà không tin vào sự tồn tại của các nguyên tử. Ông cho rằng con người thông minh hơn loài vật là vì có đôi tay, một ý tưởng rất Ionia.

Ông là người đầu tiên tuyên bố rõ ràng rằng Mặt Trăng sáng được là nhờ ánh sáng phản chiếu, và nghĩ ra một lý thuyết tương ứng về các pha của Mặt Trăng. Học thuyết nguy hiểm đến nỗi bản thảo mô tả nó phải lưu hành một cách bí mật, một kiểu tự xuất bản sách cấm của Athens. Cách giải thích các pha Mặt Trăng hay hiện tượng nguyệt thực dựa vào các vị trí tương quan hình học giữa Trái Đất, Mặt Trăng và Mặt Trời tự phát sáng là trái với các quan niệm thời bấy giờ. Hai thế hệ sau, Aristotle cũng bằng lòng với lý lẽ rằng những điều ấy xảy ra vì bản chất của Mặt Trăng là có các pha và nguyệt thực - một trò tung hứng câu chữ, một sự giải thích mà không giải thích cái gì cả.

Niềm tin chiếm ưu thế lúc bấy giờ coi Mặt Trời và Mặt Trăng là các thần. Anaxagoras giữ quan điểm cho rằng Mặt Trời và các ngôi sao chỉ là những khối đá đang bốc cháy. Chúng ta không cảm thấy sức nóng của các ngôi sao chỉ vì chúng ở quá xa. Ông cũng nghĩ rằng Mặt Trăng có núi non (đúng) và có người ở (sai). Ông cho rằng Mặt Trời to lớn lắm, chắc là lớn hơn cả bán đảo Peloponnesus, chiếm khoảng 1/3 Hy Lạp ở phía Nam. Những người phê phán ông cho rằng ước lượng của ông quá phóng đại và phi lý.

Người đã đưa Anaxagoras đến Athens chính là Pericles, thủ lĩnh của xứ ấy vào thời vinh quang nhất của nó, nhưng cũng là người có những hành động dẫn đến cuộc chiến tranh Peloponnesus để rồi phá hoại nền dân chủ Athens. Pericles thích triết học và khoa học, còn Anaxagoras là một trong những người tin cẩn của ông. Có những người nghĩ rằng trong vị trí này, Anaxagoras đã đóng góp nhiều cho sự vĩ đại của Athens. Nhưng Pericles gặp phải những vấn đề chính trị. Vì ông quá hùng mạnh, không thể công kích trực diện được nên đâm kẻ thù tìm cách hãm hại những người thân cận với ông. Anaxagoras bị kết tội bất kính thần linh rồi bị giam giữ - vì ông đã rao giảng rằng Mặt Trăng cấu tạo từ vật chất bình thường, cũng là một nơi chốn bình thường, còn Mặt Trời là hòn đá nóng đỏ trên trời. Giám mục John Wilkins năm 1638 đã nhận xét về những người Athens khi ấy: “Những kẻ tôn sùng thần tượng hăng hái ấy [coi] việc biến Thượng đế của họ thành hòn đá là một sự báng bổ ghê gớm, trong khi họ mù quáng trong việc thần tượng hóa đến mức biến một hòn đá thành Thượng đế của họ.” Hình như Pericles đã muốn cứu Anaxagoras ra khỏi tù, nhưng đã quá muộn. Gió đã đổi chiều ở Hy Lạp, tuy truyền thống Ionia lại được tiếp tục ở Ai Cập thời Alexander Đại Đế 200 năm sau.

Những nhà bác học lớn từ Thales đến Democritus và Anaxagoras thường được mô tả trong sách lịch sử hay triết học là “các triết gia tiền Socrates”, như thể chức năng chính của họ là cố thủ tiền đồn triết học cho đến khi xuất hiện Socrates, Plato và Aristotle, đồng thời ảnh hưởng chút ít đến những người này. Thực ra, những bậc cựu trào Ionia ấy đại diện cho một truyền thống khác, đối nghịch về nhiều mặt và gần gũi hơn nhiều với khoa học hiện đại. Việc ảnh hưởng của họ chỉ lan tỏa mạnh mẽ trong hai, ba thế kỷ là điều thiệt thòi không bù đắp nổi đối với mọi thế hệ những người sống từ thời Thức tỉnh của Ionia đến tận thời Phục hưng.

Có lẽ người có ảnh hưởng nhất liên quan đến đảo Samos là Pythagoras¹⁴¹, một người cùng thời với Polycrates ở thế kỷ 6 trước Công nguyên. Tương truyền ông đã sinh sống một thời gian trong một cái hang trên núi Kerkis ở đảo Samos, và là người đầu tiên trên thế giới suy luận ra rằng Trái Đất hình tròn. Có lẽ ông suy từ sự tương tự với Mặt Trăng và Mặt Trời, hoặc nhận thấy bóng tối hình vòng cung của Trái Đất in trên Mặt Trăng khi có nguyệt thực, hoặc để ý thấy khi những chiếc thuyền buồm rời Samos ra khơi, chúng khuất dần dưới chân trời mà các cột buồm mất hút sau cùng.

Ông và các môn đồ của mình đã tìm ra định lý Pythagoras: tổng bình phương của hai cạnh góc vuông của một tam giác vuông bằng bình phương của cạnh huyền. Pythagoras không chỉ dùng các ví dụ bằng số để chứng tỏ định lý này, mà ông còn triển khai một phương pháp suy diễn toán học để chứng minh khẳng định ấy ở dạng tổng quát. Phương thức biện luận toán học hiện đại, cốt yếu đối với toàn bộ nền khoa học, chịu ơn Pythagoras rất nhiều. Chính ông là người đầu tiên dùng từ *Cosmos* để diễn đạt một vũ trụ ngăn nắp trật tự và hài hòa, một thế giới chịu sự hiểu biết của con người.

Nhiều người Ionia tin rằng có thể tiếp cận tính hài hòa cơ bản của vũ trụ thông qua quan sát và thí nghiệm, phương pháp ngự trị khoa học hôm nay. Thế nhưng Pythagoras lại khai thác một phương pháp rất khác. Ông giảng rằng có thể suy diễn ra các định luật của Tự nhiên bằng tư duy thuần túy. Ông và các môn đồ của mình về cơ bản không phải là những người theo trường phái thực nghiệm¹⁴². Họ là những nhà toán học. Và họ là những nhà thần bí đến tận xương tủy. Theo một đoạn nhận định có phần khắt khe của Bertrand Russell, Pythagoras “đã lập ra một tôn giáo mà tín điều chính là sự tái sinh của các linh hồn và tội ăn đậu¹⁴³. Tôn giáo của ông hiện thân trong một dòng tu đặc biệt mà rải rác đây đó nó giành được sự kiểm soát nhà nước và thiết lập sự thống trị của các thánh. Nhưng những kẻ không đầu thai được mà vẫn thèm ăn đậu, thì sớm hay muộn cũng nổi loạn.”

Phái Pythagoras say sưa với sự chắc chắn của chứng minh toán học, với cảm giác trí tuệ con người chạm tới được một thế giới thuần khiết không vết nhơ, với một Vũ trụ trật tự mà trong đó các cạnh của tam

giác vuông tuân thủ triệt để các quan hệ toán học đơn giản. Nó tương phản ghê gớm với hiện thực lộn xộn của thế giới thường ngày. Họ tin rằng trong toán học của mình họ đã thoáng thấy một hiện thực hoàn hảo, lãnh địa của các thần, mà thế giới quen thuộc của chúng ta chỉ là một sự phản chiếu không hoàn hảo. Trong câu chuyện ngũ ngôn nổi tiếng của Plato về cái hang, những người tù bị trói theo cách sao cho họ chỉ nhìn thấy bóng của những người đi ngang qua mà cứ ngỡ những cái bóng đó là thật - họ không hề đoán ra được cái hiện thực phức tạp mà chỉ cần họ quay được đầu là sẽ mở ra trước mắt họ. Phái Pythagoras đã có ảnh hưởng sâu rộng đến Plato, và sau này, đến Kitô giáo.

Họ không cổ súy cho sự đối lập tự do giữa các quan điểm trái ngược nhau. Thay vào đó, giống như mọi tôn giáo chính thống, họ áp dụng một sự cứng nhắc, điều này ngăn cản họ sửa chữa sai lầm. Cicero đã viết:

Trong tranh luận nêu tuân theo sức mạnh của luận chứng hơn là sức nặng của uy tín. Quả thực, uy tín của những người làm thầy chuyên giảng dạy nhiều khi làm hại những người muốn học: họ sẽ chấm dứt sự xét đoán của chính bản thân mình và thu nhận những gì mà họ cho là phán quyết của người thầy họ đã chọn để giải quyết vấn đề. Trên thực tế tôi không tán thành tập quán gắn với phái Pythagoras; khi được hỏi về căn cứ của bất kỳ khẳng định nào mà họ đưa ra trong tranh luận, tương truyền họ trả lời theo cách quen thuộc: "Thầy đã nói thế", "Thầy" ở đây là Pythagoras. Một ý kiến dứt khoát mạnh mẽ nó đặt uy tín lên địa vị tuyệt đối mà không cần có chứng lý hỗ trợ.

Phái Pythagoras bị cuốn hút bởi các hình khối đều, tức là các vật thể đối xứng trong không gian ba chiều mà tất cả các mặt là các đa giác đều. Hình lập phương là ví dụ đơn giản nhất, nó có sáu hình vuông là sáu mặt. Có vô hạn các đa giác đều, nhưng chỉ có năm hình khối đều. (Chứng minh cho mệnh đề này, một ví dụ nổi tiếng về tư duy toán học, được nêu ra trong Phụ lục II). Vì một lý do nào đó, kiến thức về hình khối gọi là thập nhị diện (hình mười hai mặt) có mười hai ngũ giác làm các mặt đường như nguy hiểm đối với họ. Nó được gắn một cách thần bí với Vũ trụ có trật tự. Bốn hình khối còn lại, chưa rõ vì lý do gì, được đồng nhất với bốn nguyên tố cơ bản được hình dung ra thời đó cấu thành nên thế giới: đất, lửa, không khí và nước. Hình khối đều thứ năm khi ấy, theo cách nghĩ của họ, phải tương ứng với một nguyên tố thứ năm nào đó mà chỉ có thể là vật chất của các vật thể trên trời. (Quan niệm về chất tinh túy thứ năm là nguồn gốc của từ *quintessence*¹⁴⁴ trong tiếng Anh). Những người bình thường không được phép biết đến thập nhị diện.

Với lòng yêu say đắm các số nguyên, phái Pythagoras tin rằng mọi thứ đều có thể rút ra từ các số đó, chắc chắn là tất cả các số khác đều rút ra được từ đó. Lý thuyết đó bị khủng hoảng khi họ phát hiện ra rằng căn bậc hai của số hai (tỷ lệ giữa đường chéo và cạnh hình vuông) là số vô tỷ, nghĩa là nó không thể biểu diễn được chính xác bằng tỷ số của hai số nguyên bất kỳ, cho dù hai số này có lớn đến đâu đi nữa. Điều trở trêu là phát hiện này (được tái hiện trong Phụ lục I) lại có được nhờ lấy định lý Pythagoras làm công cụ. "Irrational" ban đầu chỉ có nghĩa là một số không thể biểu diễn bằng một tỷ số ("vô tỷ"). Nhưng đối với phái Pythagoras nó mang nghĩa một cái gì đó đầy đe dọa, một ngụ ý rằng thế giới của họ có thể không có ý nghĩa hợp lý gì cả, cho nên ngày nay một nghĩa khác của "irrational" là "phi lý", "không hợp lý". Đáng lẽ nên chia sẻ các phát hiện toán học quan trọng này thì phái Pythagoras lại giấu kín kiến thức về căn bậc hai của số hai và thập nhị diện. Thế giới ngoại đạo không được biết đến những điều đó¹⁴⁵. Ngay cả thời nay cũng có những nhà khoa học chống lại việc phổ biến khoa học: tri thức thiêng liêng phải được gìn giữ trong sự sùng bái, chứ không bị hoen ố bởi sự hiểu biết của quần chúng.

Phái Pythagoras tin rằng hình cầu là "hoàn hảo", vì mọi điểm trên bề mặt của nó cách đều nhau. Đường tròn cũng hoàn hảo. Và phái Pythagoras quả quyết rằng các hành tinh chuyển động theo đường tròn với vận tốc không đổi. Đường như họ cho rằng chuyển động chậm hơn hay nhanh hơn tại các vị trí khác nhau trên quỹ đạo là không chính; chuyển động không tròn có cái gì đó khiêm khuyết, không phù hợp với các hành tinh, vốn là những vật không bị ràng buộc gì với Trái Đất, nên tất phải "hoàn hảo".

Những ưu điểm và nhược điểm của truyền thống Pythagoras có thể thấy rõ trong lao động cả đời của Johannes Kepler (Chương III). Ý tưởng kiểu Pythagoras về một thế giới hoàn hảo và thần bí, không thể cảm nhận bằng các giác quan, đã được những người Kitô giáo thời kỳ đầu đón nhận dễ dàng và là một thành phần không tách rời trong hành trang đào tạo ban đầu của Kepler. Một mặt, Kepler tin chắc rằng những sự hài hòa toán học tồn tại trong tự nhiên (ông đã viết rằng “vũ trụ được đánh dấu bằng sự ưa thích các tỷ lệ hài hòa”); rằng các quan hệ đơn giản bằng số phải là cái định nghĩa chuyển động của các hành tinh. Mặt khác, vẫn tuân theo phái Pythagoras, ông tin tưởng rất lâu rằng chỉ có chuyển động tròn đều là chấp nhận được. Nhiều lần ông thấy rằng không thể giải thích chuyển động quan sát được của các hành tinh theo cách trên, song ông vẫn cố bám lấy nó nhiều lần. Nhưng, khác với nhiều người trong phái Pythagoras, ông tin vào các quan sát và thí nghiệm trong thế giới thực. Dần dần những quan sát kỹ lưỡng chuyển động biểu kiến của các hành tinh buộc ông phải từ bỏ ý tưởng về quỹ đạo tròn và nhận thức ra rằng các hành tinh quay theo hình elip. Sức quyến rũ của lý thuyết Pythagoras vừa khuyến khích ông tìm kiếm sự hài hòa trong chuyển động của các hành tinh vừa làm ông chậm trễ mất hơn một thập kỷ.

Sự khinh thường thực tiễn rất phổ biến trong thế giới cổ đại. Plato hối thúc các nhà thiên văn suy ngẫm về các tầng trời, chứ đừng tiêu phí thời gian vào việc quan sát bầu trời. Aristotle cho rằng: “Hạng người thấp kém về bản chất là các nô lệ, đối với bọn chúng, cũng như đối với mọi hạng người lớp dưới, tốt nhất là bọn họ ở dưới sự cai quản của một ông chủ... Người nô lệ sống gắn với cuộc đời ông chủ; người thợ thủ công ít gắn với ông ta hơn, anh ta chỉ đạt được sự xuất sắc cân xứng với mức độ anh ta trở thành nô lệ. Nghề cơ khí thấp kém hơn cũng có tính chất nô lệ đặc thù riêng biệt”. Plutarch viết: “Không nhất thiết suy rằng, nếu công trình làm bạn khoan khoái vì vẻ đẹp của nó, thì người thực hiện nó cũng xứng đáng được tôn kính.” Ý kiến của Xenophon thì như sau: “Những cái được gọi là nghệ thuật cơ khí đều bị mang dấu ấn khinh bỉ của xã hội và bị dè bỉu trong các thành phố của chúng ta.” Chính do những quan niệm như vậy mà phương pháp thực nghiệm đầy hứa hẹn của Ionia đã gần như bị vứt bỏ trong suốt hai nghìn năm. Không có thực nghiệm thì không có cách nào chọn lựa các giả thuyết cạnh tranh nhau, không có cách gì cho khoa học tiến triển. Vết nhớ chống lại thực nghiệm của phái Pythagoras vẫn sống sót đến ngày nay. Tại sao lại thế? Sự căm ghét thực nghiệm bắt nguồn từ đâu?

Một cách giải thích sự suy tàn của khoa học cổ đại được nhà nghiên cứu lịch sử khoa học Benjamin Farrington đưa ra: truyền thống trọng thương mại, cái dẫn đến nền khoa học Ionia, cũng dẫn đến một xã hội dựa vào nô lệ. Sở hữu nô lệ là con đường đưa tới giàu có và quyền lực. Các chiến lũy công sự của Polycrates là do nô lệ xây dựng nên. Athens vào thời Pericles, Plato và Aristotle có dân số là nô lệ rất đông. Mọi cuộc đàm đạo can đảm ở Athens về dân chủ chỉ áp dụng đối với một số ít có đặc quyền đặc lợi. Còn bốn phận của nô lệ là lao động chân tay. Nhưng thí nghiệm khoa học cũng là lao động chân tay, thử lao động mà các ông chủ nô lệ thích lánh xa; trong khi chỉ có chủ nô lệ - trong một số xã hội được gọi một cách lịch sự là “bậc cao quý” - mới có thì giờ rỗi để làm khoa học. Thế là gần như không có ai làm khoa học thực nghiệm cả. Người Ionia có biệt tài làm ra những cỗ máy duyên dáng. Nhưng sự săn sóc nhân công nô lệ đã phá hỏng động lực kinh tế đối với sự phát triển công nghệ. Vậy là truyền thống trọng thương mại đã góp phần vào sự thức tỉnh vĩ đại của Ionia quãng năm 600 trước Công nguyên, rồi thông qua sự phát triển nô lệ, lại có thể là nguyên nhân của sự suy vong của nó hai thế kỷ sau. Thật là hết sức trớ trêu.

Những trào lưu tương tự cũng bộc lộ rõ rệt trên khắp thế giới. Đỉnh cao trong thiên văn học Trung Hoa bản địa đã diễn ra vào khoảng năm 1280, với công trình của Quách Thủ Kính, người đã sử dụng thành tựu quan sát của 1.500 năm và cải tiến cả các dụng cụ thiên văn lẫn các công cụ toán học để tính toán. Nói chung người ta cho rằng thiên văn học Trung Quốc sau đó trải qua một sự suy thoái sâu. Nathan Sivin cho rằng nguyên nhân ít ra cũng một phần năm ở “sự cứng nhắc ngày càng tăng trong quan niệm của giới tinh hoa, cho nên những kẻ có học vấn có xu hướng ngày càng ít quan tâm tìm hiểu kỹ thuật và ít coi khoa học là

mục đích theo đuổi thích hợp của bậc quân tử cao quý". Nghề thiêng văn trở thành nghề cha truyền con nối, một tập quán không phù hợp nên khó tạo ra sự phát triển của ngành này. Thêm vào đó "trách nhiệm thúc đẩy thiên văn học chỉ tập trung vào cung đình và phần lớn trút lên vai các kỹ thuật viên ngoại quốc", chủ yếu là các giáo sĩ dòng Tên, những người đã giới thiệu Euclid và Copernicus cho đám dân Trung Hoa sửng sốt, nhưng cũng chính họ, sau khi cuốn sách của Copernicus bị cấm đoán, đã vì những quyền lợi được đảm bảo bất di bất dịch mà ngụy trang và trấn áp học thuyết vũ trụ nhật tâm. Có lẽ khoa học đã chết yếu ở các nền văn minh Ấn Độ, Maya và Aztec cũng vì lý do khiến nó đã chết ở Ionia: sự lan tràn của nền kinh tế dựa vào nô lệ. Một vấn đề lớn (về chính trị) ở Thế giới thứ Ba hiện nay là các giai cấp có học vấn phần nhiều là con cái các gia đình giàu có, vì lợi ích cục bộ muốn giữ nguyên hiện trạng, và không quen làm việc bằng bàn tay của mình hoặc không dám nghi ngờ, thách thức các quan điểm phổ biến. Do đó khoa học rất chậm bắt rẽ.

Plato và Aristotle sống rất dễ chịu trong một xã hội nô lệ. Họ nói ra những lời biện hộ cho sự áp bức. Họ phục vụ cho các bạo chúa. Họ rao giảng rằng thể xác tách biệt xa lạ với tinh thần (một quan điểm khá tự nhiên trong xã hội nô lệ); họ tách vật chất khỏi tư duy; họ tách Trái Đất khỏi bầu trời - sự chia rẽ này đã thống trị tư tưởng phương Tây trong hơn hai mươi thế kỷ. Plato, vốn tin rằng "mọi vật đều chứa đầy thần linh", trên thực tế đã sử dụng ẩn dụ về chế độ nô lệ để áp đặt quan điểm chính trị của mình vào vũ trụ học. Nghe nói ông đói đốt hết các tác phẩm của Democritus (ông cũng có đề nghị tương tự đối với các tác phẩm của Homer), có lẽ vì Democritus không công nhận các linh hồn bất tử, các vị thần bất tử hay tư tưởng thần bí của phái Pythagoras, hoặc vì Democritus tin vào sự tồn tại của vô số thế giới. Trong số bảy mươi ba cuốn sách mà người ta cho rằng Democritus đã viết, bao quát mọi lĩnh vực kiến thức của con người, không có một cuốn nào còn lưu lại. Tất cả những gì chúng ta biết chỉ là từ các đoạn các mẫu, chủ yếu về đạo đức học, và từ các nguồn gián tiếp. Điều đó cũng xảy ra đối với hầu như tất cả các nhà bác học Ionia cổ đại khác.

Trong việc thừa nhận rằng vũ trụ có thể tìm hiểu được, rằng có một nền móng toán học cho tự nhiên, Pythagoras và Plato đã thúc đẩy mạnh mẽ sự nghiệp khoa học. Nhưng trong việc giấu giếm các sự thực không dễ chịu đối với họ, trong quan niệm rằng khoa học phải được giữ riêng cho một nhóm tinh hoa nhỏ bé, thái độ không ưa thí nghiệm, bám lấy chủ nghĩa thần bí và dễ dàng chấp nhận xã hội nô lệ, họ đã kìm hãm sự tiến bộ của nhân loại. Sau một giấc ngủ thần bí kéo dài, trong khi các công cụ nghiên cứu khoa học bị xếp xó đến mục nát, phương pháp Ionia, trong một vài trường hợp được truyền lại qua các học giả ở thư viện Alexandria, cuối cùng đã được tái phát hiện. Thế giới phương Tây bừng tỉnh. Thí nghiệm và nghiên cứu cởi mở lại được đánh giá cao. Những cuốn sách và những đoạn bị quên lãng lại được giờ ra đọc. Leonardo, Columbus và Copernicus được truyền cảm hứng bởi truyền thông Hy Lạp cổ đại, hoặc lần tìm lại các bộ phận của truyền thống đó một cách độc lập với nhau. Nhiều thứ của khoa học Ionia đã truyền tới ngày nay, không phải trong chính trị cũng như tôn giáo, mà là một phần của tinh thần nghiên cứu dũng cảm và tự do. Nhưng cũng tồn tại cả những mê tín dị đoan kinh khủng và những mơ hồ ghê gớm về đạo đức. Chúng ta có những khiếm khuyết do những mâu thuẫn cổ xưa để lại.

Các nhà triết học theo phái Plato và những người Kitô giáo kế tục họ giữ một quan niệm kỳ quặc là Trái Đất vốn hư hỏng và có phần nhơ bẩn, còn các tầng trời dĩ nhiên hoàn hảo và thiêng liêng. Tư tưởng nền tảng cho rằng Trái Đất là một hành tinh, rằng chúng ta là công dân của Vũ trụ, đã bị bác bỏ và quên lãng. Tư tưởng này lần đầu tiên được nêu ra bởi Aristarchus, người sinh ra trên đảo Samos ba thế kỷ sau Pythagoras. Aristarchus là một trong những nhà bác học cuối cùng của Ionia. Đến thời đó, trung tâm khai sáng tri thức đã chuyển về thư viện lớn của thành phố Alexandria. Aristarchus là người đầu tiên nói rằng Mặt Trời chứ không phải Trái Đất nằm ở tâm của hệ hành tinh, rằng tất cả các hành tinh quay xung quanh Mặt Trời chứ không phải xung quanh Trái Đất. Lạ một điều là các tác phẩm của ông về vấn đề này đều thất

truyền. Dựa vào việc kích thước bóng tối của Trái Đất in trên Mặt Trăng khi nguyệt thực mà ông suy ra rằng Mặt Trời phải lớn hơn Trái Đất rất nhiều, cũng như ở rất xa. Có thể khi ấy ông lập luận rằng một thiên thể to lớn như Mặt Trời mà lại quay xung quanh một vật thể nhỏ bé như Trái Đất thì thật là vô lý. Ông đã đặt Mặt Trời vào đúng tâm, xếp Trái Đất quay quanh trục của nó một vòng mỗi ngày và quay trên quỹ đạo quanh Mặt Trời một vòng mỗi năm.

Chính tư tưởng ấy chúng ta gắn cho tên tuổi của Copernicus, người mà Galileo mô tả là “người phục hưng và xác nhận” - chứ không phải người khám phá - giả thuyết nhật tâm¹⁴⁶. Hầu như trong suốt 1.800 năm từ Aristarchus đến Copernicus, không ai biết đến sự phân bố đúng của các hành tinh, cho dù nó đã được trình bày hết sức rõ ràng ngay từ thời điểm khoảng 280 năm trước Công nguyên. Tư tưởng ấy đã làm một số người cùng thời với Aristarchus tức giận. Đã có những tiếng nói giận dữ cất lên, giống như trong trường hợp đối với Anaxagoras, Bruno và Galileo, rằng phải lên án ông về tội vô thần. Một thứ quan niệm địa tâm chống lại tư tưởng của Aristarchus và Copernicus vẫn còn rói rứt trong đời sống hằng ngày của chúng ta: chúng ta vẫn nói Mặt Trời “mọc” và Mặt Trời “lặn”. Đã 2.200 năm trôi qua kể từ thời Aristarchus, mà ngôn ngữ của chúng ta vẫn cứ làm như là Trái Đất đứng yên.

Khoảng cách từ hành tinh này tới hành tinh khác - gần nhất là từ Trái Đất đến Sao Kim cũng lên tới 40 triệu kilômét, còn đến Sao Diêm Vương là 6 tỷ kilômét - hẳn sẽ làm choáng váng những người Hy Lạp từng nỗi giận khi nghe nói rằng Mặt Trời có thể to bằng bán đảo Peloponnesus. Cho rằng hệ Mặt Trời nhỏ hơn nhiều, chỉ cỡ ngang địa phương mình là lẽ tự nhiên. Khi tôi giơ ngón tay ra trước mặt và thoát nhiên nó bằng con mắt bên trái, sau đó lại nhìn bằng con mắt bên phải, thì dường như ngón tay dịch chuyển so với nền không gian phía xa. Ngón tay tôi càng ở gần thì dường như nó dịch chuyển càng nhiều. Tôi có thể ước tính được khoảng cách đến ngón tay tôi dựa vào mức độ dịch chuyển biểu kiến này, được gọi là thị sai. Nếu hai con mắt tôi càng cách xa nhau, thì ngón tay tôi dường như càng dịch chuyển xa hơn. Cạnh đáy mà ở hai đầu chúng ta thực hiện hai quan sát đối với cùng một vật càng dài, thì thị sai càng lớn và chúng ta càng có thể đo khoảng cách đến các vật thể ở xa tốt hơn. Nhưng chúng ta đang sống trên một cái nền chuyển động là Trái Đất, cứ sáu tháng là nó đi từ đầu này của quỹ đạo tới đầu kia, cách nhau một khoảng 300 triệu kilômét. Nếu chúng ta nhìn cùng một thiên thể đứng yên mỗi lần cách nhau sáu tháng, thì chúng ta có thể đo được khoảng cách rất xa. Aristarchus ngờ rằng các ngôi sao là những Mặt Trời xa xăm. Ông đã đặt Mặt Trời vào “trong số” các ngôi sao đứng yên (định tinh). Việc không nhận thấy thị sai nào của các sao gợi ý rằng các ngôi sao ở vô cùng xa so với Mặt Trời. Trước khi sáng chẽ ra kính thiên văn, thị sai của ngay cả những ngôi sao gần nhất cũng nhỏ đến mức không thể nhận ra. Mãi đến thế kỷ 19, lần đầu tiên người ta mới đo được thị sai của một ngôi sao. Khi ấy, trực tiếp dựa theo hình học Hy Lạp, mới rõ ra rằng các ngôi sao ở xa đến mức phải tinh bắng năm ánh sáng.

Có một phương pháp khác để đo khoảng cách đến các ngôi sao mà người Ionia hoàn toàn có khả năng khám phá ra, tuy rằng theo những gì chúng ta biết, họ không áp dụng nó. Mọi người ai cũng biết một vật càng ở xa thì nom nó càng nhỏ. Mỗi liên hệ tỷ lệ nghịch giữa kích thước biểu kiến và khoảng cách là cơ sở của phép phôi cảnh trong nghệ thuật và nhiếp ảnh. Vậy chúng ta càng ở xa Mặt Trời thì nom nó càng có vẻ nhỏ và mờ hơn. Chúng ta sẽ phải ở xa Mặt Trời đến đâu để nom nó nhỏ và mờ như một ngôi sao? Hay, theo cách nói tương đương: một mẫu của Mặt Trời phải nhỏ đến cỡ nào để nó chỉ sáng bằng một ngôi sao?

Một thí nghiệm ban đầu để trả lời câu hỏi này do Christiaan Huygens thực hiện, rất giống với tinh thần Ionia. Huygens đục những lỗ thủng nhỏ trên một cái đĩa bằng đồng thau, giơ cái đĩa về phía Mặt Trời rồi tự hỏi cái lỗ nào có vẻ sáng bằng độ sáng của ngôi sao sáng Thiên Lang (Sirius) mà ông nhớ vào đêm hôm trước. Cái lỗ tương ứng¹⁴⁷ bằng 1/28.000 kích thước biểu kiến của Mặt Trời. Vậy là ông suy ra rằng sao Thiên Lang phải ở cách xa chúng ta hơn Mặt Trời 28.000 lần, tức là quãng nửa năm ánh sáng. Kể ra

thật khó nhỡ được một ngôi sao sáng như thế nào sau khi ta đã nhìn nó từ nhiều giờ trước, nhưng Huygens nhớ rất giỏi. Giá ông biết rằng bản thân sao Thiên Lang có độ sáng nội tại¹⁴⁸ lớn hơn Mặt Trời, thì chắc là ông sẽ đi đến kết luận đúng: sao Thiên Lang cách xa 8,8 năm ánh sáng. Việc Aristarchus và Huygens sử dụng dữ liệu không chính xác rồi rút ra câu trả lời không chính xác không quan trọng gì cả. Cái chính là họ đã giải thích các phương pháp của mình rất rõ ràng, do đó khi có được số liệu quan sát tốt hơn thì sẽ rút ra câu trả lời chính xác hơn.

Từ thời Aristarchus đến thời Huygens, con người đã trả lời được câu hỏi ám ảnh tôi từ lúc còn là cậu bé lớn lên ở quận Brooklyn: ngôi sao là cái gì? Câu trả lời là các ngôi sao là những Mặt Trời hùng vĩ, cách xa hàng năm ánh sáng trong khoảng không bao la giữa các sao.

Di sản vĩ đại mà Aristarchus để lại là như thế này: cả chúng ta lẫn hành tinh của chúng ta không được hưởng một vị trí đặc biệt nào trong Tự nhiên. Sự thấu triệt này sau đó được áp dụng theo chiều cao lên tới tận các ngôi sao, rồi theo bề rộng ra nhiều nhóm gia đình nhỏ của nhân loại, với thành công lớn nhưng luôn có sự chống đối. Nhờ nó mà con người đạt được những thành tựu vĩ đại trong thiên văn, vật lý, sinh học, nhân loại học, kinh tế và chính trị học. Tôi cứ băn khoăn liệu có phải khả năng tưởng tượng đến xã hội của nó là nguyên nhân khiến nó bị trấn áp hay không?

Di sản của Aristarchus đã vươn xa vượt quá địa hạt của các ngôi sao. Vào cuối thế kỷ 18, William Herschel, nhạc công và nhà thiên văn cung đình của vua Anh George III, đã hoàn thành một kế hoạch vẽ bản đồ bầu trời sao và thấy ở mọi hướng hai bên dải Ngân Hà số lượng sao gần như bằng nhau, từ đó ông suy luận một cách rất hợp lý rằng loài người nằm ở trung tâm của Ngân Hà¹⁴⁹. Ngay trước Chiến tranh thế giới lần thứ nhất, Harlow Shapley, sinh trưởng ở bang Missouri (Hoa Kỳ), đã nghĩ ra một phương pháp đo khoảng cách đến các quần sao cầu, tức là một đám sao dễ thương tập trung thành hình cầu nom tựa như một đàn ong. Shapley đã tìm được một ngọn nến chuẩn trong đám sao, tức là một ngôi sao dễ thấy vì tính biến quang của nó, nhưng lại luôn luôn có độ sáng nội tại trung bình không thay đổi¹⁵⁰. Bằng cách so sánh mức độ sáng của những ngôi sao loại ấy được tìm thấy trong các quần sao cầu với độ sáng thực của nó, được xác định từ những đại diện của loại sao này ở gần chúng ta nhất, Shapley có thể tính được chúng ở bao xa - cũng giống như trên cánh đồng, ta có thể ước lượng khoảng cách đến một cái đèn xách tay có độ sáng nội tại đã biết dựa vào mức độ ánh sáng yếu ớt rời đến chỗ chúng ta - đây cũng chính là phương pháp của Huygens. Shapley khám phá ra rằng các quần sao cầu không tập trung ở quanh một vùng lân cận hệ Mặt Trời mà ở khu vực khá xa trong Ngân Hà, theo hướng chòm sao Cung Thủ. Như vậy ông cảm thấy các quần sao cầu đang là đối tượng nghiên cứu này - của đáng tội, có tới gần một trăm quần sao - đang quay quanh vùng tâm (nhân) dày đặc và nặng trĩu của Ngân Hà.

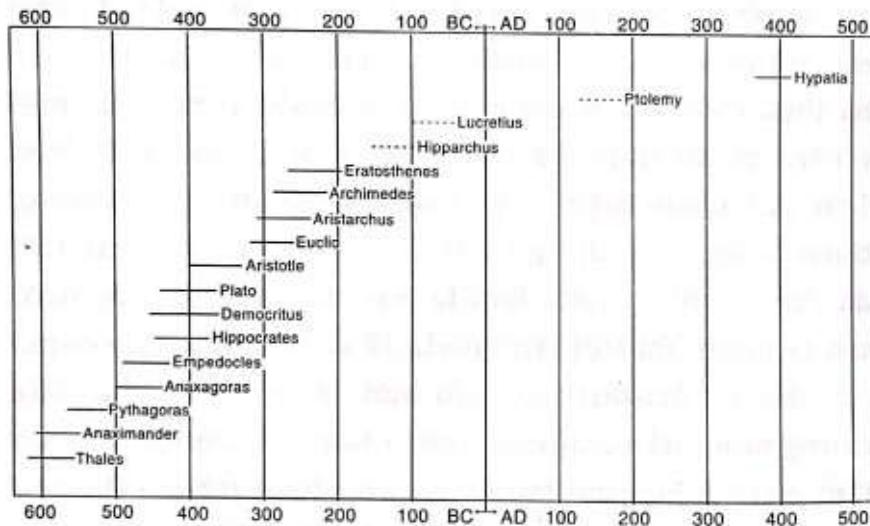
Vậy là vào năm 1915 Shapley đã dũng cảm đề xuất rằng hệ Mặt Trời nằm ở vùng ngoại vi chứ không phải ở gần nhân Thiên Hà của chúng ta. Herschel đã nhầm vì có một lượng đồi dào bụi làm mờ ánh sáng ở hướng chòm sao Cung Thủ; ông không tài nào biết đến số lượng sao vô cùng lớn nằm ở tít nơi ấy. Giờ đây điều rất rõ ràng là chúng ta đang sống cách tâm Thiên Hà chừng 30.000 năm ánh sáng, ở rìa một tay xoắn, nơi mà mật độ sao khá thưa thớt. Trên một hành tinh nào đó quay quanh một ngôi sao vùng trung tâm của một trong các quần sao cầu của Shapley, hay một ngôi sao vùng nhân Thiên Hà có thể có người ở. Những sinh vật ấy có thể thương hại chúng ta về việc quanh chúng ta chỉ có một nhúm sao nhìn thấy được bằng mắt thường, trong khi bầu trời của họ sáng lòa vì quá nhiều sao. Gần tâm Ngân Hà, hàng triệu ngôi sao sáng có thể nhìn thấy được bằng mắt thường, so với vài nghìn ngôi sao tầm thường nơi chúng ta. Nơi ấy Mặt Trời, hoặc vài Mặt Trời, có thể lặn, nhưng màn đêm không bao giờ buông xuống.

Cho mãi tới thế kỷ 20, các nhà thiên văn cho rằng chỉ có một thiên hà trong vũ trụ, đó là Ngân Hà - tuy vào thế kỷ 18 Thomas Wright ở Durban và Immanuel Kant ở Konigsberg đều đã linh cảm rằng những

hình xoắn ốc sáng lên rất đẹp, nhìn thấy qua kính thiên văn, là những thiên hà khác. Kant gợi ý một cách rõ ràng rằng tinh vân M31 ở chòm sao Tiên Nữ là một Ngân Hà khác, bao gồm vô số các sao, và đề nghị gọi những thiên thể ấy bằng cụm từ khơi gợi và đầy ám ảnh là “những vũ trụ đảo”. Một vài nhà khoa học tung hứng ý tưởng rằng các tinh vân xoắn ốc không phải là những vũ trụ đảo xa xôi mà là các đám mây kết tụ khá gần của khí giữa các sao, có lẽ đang trong quá trình tạo ra các hệ Mặt Trời. Để ước lượng được khoảng cách của tinh vân xoắn, đòi hỏi phải có một lớp sao biến quang sáng hơn nhiều làm một thứ ngọn nến chuẩn mới. Những ngôi sao như thế, được Edwin Hubble tìm ra trong tinh vân M31 vào năm 1924, hóa ra hết sức mờ, nên rõ ràng là M31 ở xa lắm, theo ước lượng hiện nay là hơn hai triệu năm ánh sáng một chút. Nhưng nếu M31 ở xa đến vậy, thì nó không thể là một đám mây tầm mức giữa các sao; nó phải lớn hơn nhiều - xứng đáng là một thiên hà khổng lồ. Còn các thiên hà khác mờ mịt hơn ắt còn ở xa hơn nữa, chúng có tới một trăm tỉ, ánh sáng lấp lánh của chúng từ vùng biên thùy của vũ trụ đã biết vượt qua bóng tối tới đây.

Chừng nào còn tồn tại con người, thì anh ta vẫn còn đi tìm nơi chôn của mình trong Vũ trụ. Từ thời niên thiếu của loài người (khi tổ tiên chúng ta còn nhàn rỗi ngồi ngắm sao trên trời), từ thời các nhà bác học xứ Ionia của Hy Lạp cổ đại, cho đến thời đại ngày nay, chúng ta vẫn luôn đau đầu câu hỏi này: Chúng ta ở đâu? Chúng ta là ai? Chúng ta phát hiện ra rằng mình sống trên một hành tinh tầm thường, thuộc một ngôi sao tẻ nhạt, chìm lấp giữa hai tay (nhánh) xoắn ở vùng rìa của một thiên hà là thành viên của một quần thiên hà thưa thớt, rúc trong một xó xỉnh khuất nèo của một vũ trụ có số thiên hà đông đảo hơn cả số người trên Trái Đất. Quan niệm này là sự tiếp nối dũng cảm trong thiên hướng xây dựng và thử nghiệm các mô hình trời đã được nghĩ ra: Mặt Trời là hòn đá nóng đỏ, các ngôi sao là ngọn lửa trời, Thiên Hà là xương sống của đêm.

Kể từ Aristarchus, mỗi bước đi trong tìm tòi của chúng ta lại dẫn chúng ta rời xa hơn cái sân khấu trung tâm của vở kịch vũ trụ. Chưa có nhiều thì giờ để tiêu hóa những phát hiện mới ấy. Những khám phá của Shapley và Hubble được thực hiện trong phạm vi đời người của nhiều người hôm nay vẫn còn sống. Có những người vẫn âm ỉ hậm hực với những phát hiện vĩ đại kia, họ coi mỗi bước tiến là một sự hạ cấp, mà trong thâm tâm họ vẫn nuối tiếc về một vũ trụ có tiêu điểm và tâm quay là Trái Đất. Nhưng nếu chúng ta có ý định tiếp xúc với Vũ trụ thì trước tiên chúng ta phải hiểu nó, ngay cả khi những hy vọng về một vị trí ưu ái ăn săn nào đó cứ dần dần hóa ra là không được đáp ứng. Hiểu được nơi mình đang sống là tiền đề tối cần thiết để cải thiện vùng xung quanh. Biết được các vùng lân cận khác cũng có ích. Nếu chúng ta khao khát sao cho hành tinh mình ở phải là một hành tinh quan trọng, thì có điều chúng ta có thể làm cho nó. Chúng ta tạo lập ý nghĩa quan trọng cho thế giới của mình bằng sự dũng cảm trong các câu hỏi và chiêu sâu trong các câu trả lời của chúng ta.



Quãng thời gian sống áng chừng của các nhà bác học Ionia và các nhà bác học Hy Lạp khác trong khoảng từ thế kỷ 17 trước Công nguyên đến thế kỷ 5 của Công nguyên. Sự suy tàn của khoa học Hy Lạp được thể hiện bằng việc có tương đối ít nhân vật xuất hiện sau thế kỷ 1 trước Công nguyên.

Chúng ta đã bước vào một chuyến du hành vũ trụ bằng một câu hỏi được đặt ra lần đầu tiên từ thuở thiếu thời của loài người và cứ mỗi thế hệ lại được hỏi lại với sự băn khoăn không hề giảm: ngôi sao là cái gì?

Thám hiểm là bản tính của chúng ta. Khởi đầu chúng ta là những kẻ phiêu bạt, và giờ đây chúng ta vẫn là những kẻ phiêu bạt. Chúng ta đã ở lì quá lâu trên bờ của đại dương vũ trụ. Rốt cuộc chúng ta đã sẵn sàng buồm tiến tới các vì sao.

DU HÀNH TRONG KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN

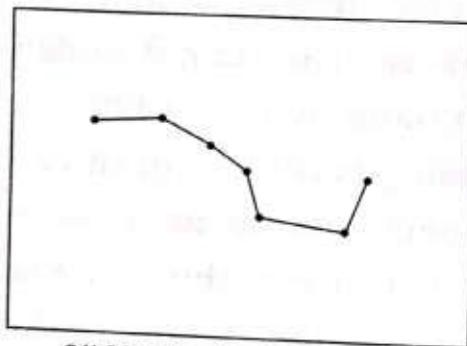
Chúng tôi yêu các ngôi sao đến nỗi không thấy sợ đêm tối.

- Dòng chữ đề trên bìa mộ
của hai nhà thiên văn nghiệp dư

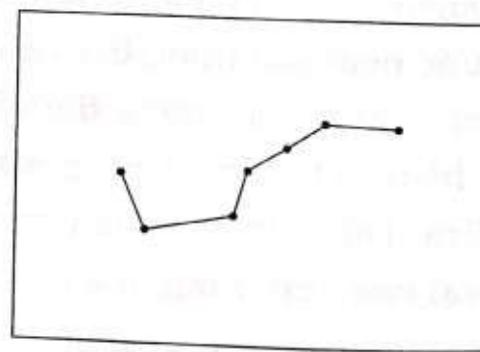
Sóng vỗ bờ khi lên khi xuống sinh ra phần nào bởi thủy triều. Mặt Trăng và Mặt Trời ở xa tít tắp. Nhưng ảnh hưởng lực hấp dẫn của chúng là rất thực, có thể nhận thấy được ngay cả trên Trái Đất. Bãi biển nhắc chúng ta về không gian. Những hạt cát mịn màng, khá đồng nhất về kích thước, đã sinh ra từ những khối đá to qua bao thế kỷ xô đẩy và cọ xát với nhau, bị bào mòn và đập vỡ, bị Mặt Trăng và Mặt Trời ở xa tít tác động thông qua sóng gió và thời tiết. Bãi biển nhắc chúng ta về thời gian. Thế giới này lâu đời hơn nhiều so với loài người. Chỉ một nhúm cát cũng chứa khoảng một vạn hạt cát, nhiều hơn cả số sao mà chúng ta có thể nhìn thấy bằng mắt thường trong những đêm trời quang. Những số sao mà chúng ta có thể *nìn thấy* chỉ là phần tí tẹo của số sao đang *hiện hữu*. Những ngôi sao chúng ta nhìn thấy ban đêm chỉ là một mớ lộn xộn của những ngôi sao gần nhất. Trong khi đó vũ trụ này có số sao nhiều vượt mọi sự tưởng tượng: tổng số sao trong vũ trụ nhiều hơn cả tổng số các hạt cát có ở tất cả các bãi biển trên hành tinh Trái Đất.

Bất chấp nỗ lực của các nhà thiên văn và chiêm tinh đưa các hình tượng lên trời, một chòm sao chẳng là cái gì cả, ngoài một sự chia nhóm tùy tiện những ngôi sao thực chất là mờ nhưng có vẻ sáng đối với chúng ta vì chúng ở gần với những ngôi sao thực chất sáng hơn nhưng có phần ở xa hơn. Mọi địa điểm trên Trái Đất đều có thể coi là cách xa nhau đối với bất kỳ ngôi sao nào, cho dù xét với độ chính xác cao. Đó là lý do tại sao các hình dạng nhóm sao không hề thay đổi khi chúng ta chuyển vị trí, chẳng hạn, từ vùng Trung Á của Liên Xô sang miền Trung Tây của nước Mỹ. Về mặt thiên văn thì Liên Xô hay Hoa Kỳ cũng chỉ là một chỗ. Các ngôi sao trong bất cứ chòm sao nào cũng ở xa đến nỗi chúng ta không thể nhận dạng được cấu hình ba chiều của chúng chừng nào chúng ta còn bị trói rịt vào Trái Đất. Khoảng cách trung bình giữa các ngôi sao là vài năm ánh sáng, mà một năm ánh sáng, như chúng ta còn nhớ, là vào quãng 10 nghìn tỷ kilômét. Muôn thấy hình dạng các chòm sao thay đổi, chúng ta phải chu du qua những khoảng cách có thể so được với khoảng cách giữa các ngôi sao, chúng ta phải vượt được quãng đường dài hàng năm ánh sáng. Khi ấy vài ngôi sao ở gần đường như sẽ dịch ra khỏi chòm sao, một số sao khác sẽ tiến sâu vào chòm sao, hình dạng các chòm sao sẽ thay đổi hẳn.

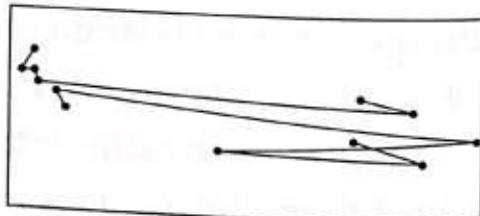
Cho đến giờ, công nghệ của chúng ta còn lâu mới có thể thực hiện được những chuyến viễn du dài dằng dặc giữa các vì sao như thế mà gói gọn trong khoảng thời gian chấp nhận được. Nhưng máy tính của chúng ta có thể học được cách tính vị trí trong không gian ba chiều của tất cả các ngôi sao ở gần, và chúng ta có thể giao cho nó dẫn ta đi một chuyến viễn du nhỏ nhở trong tưởng tượng - chẳng hạn, đi vòng quanh nhóm sao sáng tạo nên cái Gàu Sòng - và quan sát xem chòm sao ấy thay đổi như thế nào. Chúng ta nối các sao với nhau thành các chòm sao điển hình, như hình vẽ nối các chấm sao thông thường trong bản đồ sao. Khi thay đổi phối cảnh, ta thấy các hình thù biểu kiến của chúng bị méo mó nghiêm trọng. Cư dân của các hành tinh thuộc các ngôi sao xa xôi sẽ nhìn thấy trong bầu trời đêm của họ những chòm sao khác hẳn những chòm sao mà chúng ta thấy trong bầu trời đêm của mình - một kiểu trắc nghiệm Rorschach¹⁵¹ khác cho những trí óc khác. Biết đâu vào lúc nào đó sau đấy vài thế kỷ, một con tàu vũ trụ từ Trái Đất sẽ du hành thực sự vượt qua những khoảng cách khổng lồ với tốc độ tuyệt vời và nhìn thấy những chòm sao mới mà không một người nào nhìn thấy trước đó – chỉ trừ nhờ máy tính.



Cái Gàu Sòng lớn nhìn từ Trái Đất



Nhìn từ phía sau

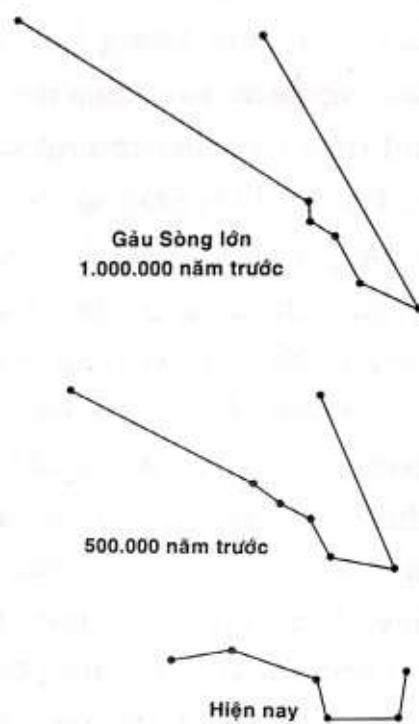


Nhìn từ bên sườn

Cái Gàu Sòng lớn (chòm Gấu Lớn) nhìn từ Trái Đất (*hình trên bên trái*), từ phía sau (*hình trên bên phải*) và từ bên sườn (*hình dưới bên phải*). Hai hình cuối sẽ được nhìn thấy nếu chúng ta có khả năng du hành tới đúng các điểm thuận lợi, cách ta khoảng 150 năm ánh sáng.

Hình dáng của các chòm sao thay đổi không chỉ trong không gian mà cả trong thời gian; không chỉ nếu chúng ta thay đổi vị trí nhìn mà cả khi chỉ cần chúng ta chờ đợi đủ lâu. Có khi các ngôi sao tụ lại thành cụm hay đám; khi khác một ngôi sao đơn lẻ lại di chuyển rất nhanh so với chúng bạn của nó. Cứ thế dần dần các ngôi sao rời chòm sao cũ và nhập vào một chòm sao mới. Thỉnh thoảng, một thành viên của một hệ sao kép bùng nổ, phá tan xiềng trói buộc anh chàng sao đồng hành, làm anh chàng này nhảy vọt ra ngoài không gian với vận tốc quỹ đạo trước đấy, hệt như bắn băng súng cao su trên trời.Thêm vào đó, các ngôi sao sinh ra, tiến hóa và chết đi. Nếu chúng ta chờ đợi đủ lâu, thì sẽ có sao mới xuất hiện và sao cũ biến mất. Các kiểu hoa văn trên trời từ từ tan rã và thay đổi.

Ngay cả trong phạm vi đời sống của loài người là vài triệu năm, đã nhận thấy các chòm sao thay đổi. Hãy xem hình thù hiện nay của cái Gàu Sòng lớn, tức chòm Gấu Lớn (Đại Hùng). Máy tính có thể đưa chúng ta đi xuôi hay ngược thời gian cũng như không gian. Khi cho cái Gàu Sòng chạy ngược về quá khứ, có tính đến chuyển động của các ngôi sao trong chòm, ta sẽ thấy một hình thù khác hẳn vào quãng một triệu năm về trước. Lúc ấy cái Gàu Sòng trông khá giống mũi lao. Nếu một cái máy thời gian nào đó thả bạn đột ngột vào một thời đại xa xăm chưa biết trong quá khứ, thì về nguyên tắc bạn có thể xác định được thời đại đó bằng hình dạng các cụm sao: nếu cái Gàu Sòng là mũi lao, thì thời đại ấy phải là giai đoạn giữa của thế Pleistocene [152](#).



Các hình ảnh của cái Gàu Sòng lớn được tạo ra bởi máy tính như thể nó sẽ được nhìn thấy từ Trái Đất cách đây một triệu năm và nửa triệu năm. Hình dáng hiện nay của nó được thể hiện ở dưới cùng.

Ta cũng có thể bảo máy tính cho một chòm sao chạy xuôi thời gian về tương lai. Lấy chòm sao Sư Tử chẳng hạn. Hoàng đạo là cái dải gồm mười hai chòm sao quấn quanh bầu trời theo đường đi biểu kiến hằng năm của Mặt Trời ngang qua bầu trời. Chữ Hoàng đạo trong một số ngôn ngữ phương Tây (zodiac) có căn tố là zoo (động vật), bởi vì các chòm sao Hoàng đạo, giống như Sư Tử, chủ yếu được tưởng tượng thành các con vật. Một triệu năm về trước, Sư Tử nom ít giống sư tử hơn bây giờ. Biết đâu con cháu đời xa xôi về sau của chúng ta sẽ gọi nó là chòm sao kính thiên văn vô tuyễn - tuy tôi e rằng một triệu năm nữa thì kính thiên văn vô tuyễn sẽ là thứ đồ lạc hậu còn hơn cả mũi lao bằng đá ở thời bây giờ.

Chòm sao (không thuộc Hoàng đạo) Thợ Săn tức Lạp Hộ (Orion), có đường viền là bốn ngôi sao sáng và bị chia làm hai phần bằng nhau bằng một đường chéo gồm ba ngôi sao, thể hiện cái thắt lưng của người thợ săn. Ba ngôi sao mờ hơn treo lủng lẳng phía dưới thắt lưng, theo cách gán hình thông thường trong thiên văn, là thanh gươm của chàng thợ săn Orion. Ngôi sao nằm giữa ở thanh gươm thực ra không phải là sao mà là một đám mây khí lớn, gọi là tinh vân Thợ Săn (Orion), nơi các ngôi sao ra đời. Nhiều ngôi sao trong chòm Thợ Săn nóng và trẻ, tiến hóa rất nhanh và kết thúc cuộc đời trong những vụ nổ vũ trụ khổng lồ gọi là sao siêu mới. Chúng sinh ra và chết đi trong khoảng thời gian hàng chục triệu năm. Nếu trên máy tính chúng ta cho chòm sao Thợ Săn chạy nhanh về tương lai xa xôi, thì chúng ta sẽ thấy một kết quả giật mình: sự ra đời và những cái chết đầy ấn tượng của nhiều ngôi sao trong số đó, chúng lóe sáng và tắt lịm như những con đom đóm trong đêm.

Trong số những láng giềng gần Mặt Trời nhất trong không gian có hệ sao gần nhất Alpha Centauri (Alpha chòm Nhân Mã). Thực tế nó là hệ sao chùm ba, với hai ngôi sao quay quanh nhau, còn ngôi sao thứ ba là Proxima Centauri quay quanh cặp sao kia ở khoảng cách đáng kể. Tại một số vị trí trên quỹ đạo, Proxima là ngôi sao được biết gần Mặt Trời nhất - do đó nó có tên gọi như vậy¹⁵³. Hầu hết các ngôi sao trên trời là hệ sao kép hoặc chùm ba. Mặt Trời đơn độc của chúng ta phần nào là trường hợp khác thường.

Ngôi sao sáng thứ hai trong chòm sao Tiên Nữ, có tên là Beta Andromedae (Beta chòm Tiên Nữ), cách xa ta 75 năm ánh sáng. Điều đó có nghĩa là ánh sáng của nó mà chúng ta nhìn thấy bây giờ đã phải mất 75 năm để vượt qua khoảng tối của không gian giữa các sao trên chặng đường dài tới Trái Đất. Trong

trường hợp hiếm khi xảy ra là Beta Andromedae nổ tung vào ngày thứ Ba vừa rồi, thì phải sau 75 năm nữa chúng ta mới được biết, vì cho dù thông tin lý thú ấy truyền đi với vận tốc ánh sáng, nó phải mất bảy mươi lăm năm để vượt qua khoảng cách khổng lồ giữa các sao. Ánh sáng mà chúng ta nhìn thấy từ ngôi sao ấy bây giờ bắt đầu chuyến đi dài vào lúc mà chàng trai trẻ Albert Einstein đang làm nhân viên phòng cấp băng phát minh sáng chế ở Thụy Sĩ và vừa mới công bố thuyết tương đối hẹp mang tính thời đại của mình trên Trái Đất¹⁵⁴.

Không gian và thời gian đan quyền vào nhau. Chúng ta không thể nhìn vào không gian mà lại không nhìn ngược thời gian vào quá khứ. Ánh sáng đi rất nhanh. Nhưng không gian rất trống rỗng, các ngôi sao ở cách nhau quá xa. Khoảng cách trên dưới 75 năm ánh sáng là rất nhỏ so với những khoảng cách khác trong thiên văn. Từ Mặt Trời đến tâm Ngân Hà là 30.000 năm ánh sáng. Từ Thiên Hà của chúng ta (Ngân Hà) đến thiên hà xoắn gần nhất là M31, cũng ở trong chòm sao Tiên Nữ, là 2 triệu năm ánh sáng. Khi ánh sáng mà chúng ta nhìn thấy hôm nay bắt đầu rời M31 để đến Trái Đất, thì loài người chưa xuất hiện trên hành tinh chúng ta, tuy tổ tiên chúng ta tiến hóa khá nhanh để trở thành hình thái hiện nay. Khoảng cách từ Trái Đất đến các quasar xa nhất là 8-10 tỷ năm ánh sáng. Chúng ta nhìn thấy chúng ở thời điểm trước khi Trái Đất kết tụ thành hình hài, trước cả khi Ngân Hà hình thành.

Điều này không chỉ đúng với các thiên thể, nhưng vì các thiên thể ở quá xa nên vận tốc hữu hạn của ánh sáng trở thành vấn đề nỗi cộm. Nếu chúng ta nhìn một cô bạn cách ta ba mét, ở đầu kia căn phòng, thì chúng ta cũng không nhìn thấy cô ấy “ngay bây giờ”; mà là hiện trạng cô ấy cách đây một phần trăm triệu giây. $[(3 \text{ m}) / (3 \times 10^8 \text{ m/s}) = 1/(10^8 \text{ s}) = 10^{-8} \text{ giây}$, tức là 1% micro giây. Trong tính toán này ta chỉ việc chia khoảng cách cho vận tốc để tìm ra thời gian đi.] Nhưng sự khác biệt giữa cô bạn “bây giờ” và cách đây một phần trăm triệu giây là quá ít, không thể nhận biết được. Thế nhưng khi chúng ta nhìn một quasar cách xa 8 tỷ năm ánh sáng, thì cái chúng ta đang nhìn thấy là hình ảnh của nó 8 tỷ năm về trước, đó là sự khác biệt rất quan trọng. (Chẳng hạn, có những nhà thiên văn cho rằng quasar là hiện tượng nổ thường chỉ hay xảy ra vào giai đoạn đầu trong lịch sử các thiên hà. Nếu đúng như vậy thì thiên hà càng ở xa, chúng ta càng quan sát được tình trạng niên thiếu của nó, và càng nhiều khả năng nhìn thấy nó dưới dạng quasar. Quả thực, số quasar tăng lên khi chúng ta nhìn tới các khoảng cách hơn 5 tỷ năm ánh sáng).

Hai con tàu *Voyager* bay trong không gian giữa các sao là những cỗ máy nhanh nhất từ trước đến giờ được phóng từ Trái Đất và bay với vận tốc bằng một phần vạn tốc độ ánh sáng. Chúng sẽ phải mất 40.000 năm để tới được ngôi sao gần nhất. Liệu chúng ta có hy vọng đến lúc nào đó rời Trái Đất và vượt qua những khoảng cách mênh mông ấy để đến được dù chỉ là sao Proxima Centauri trong một khoảng thời gian không quá lâu hay không? Chúng ta có thể làm gì để đạt đến gần tốc độ ánh sáng? Có cái gì ma quái ở tốc độ ánh sáng? Có thể một ngày nào đó chúng ta đi nhanh hơn được ánh sáng không?

Nếu có dịp đi phiêu du ở miền thôn quê xứ Tuscan nênh thô vào thập niên 1890, bạn có thể bắt gặp một cận thiếu niên để tóc hơi dài, bỏ dở học hành ở trung họ, đang trên đường đến Pavia. Các thầy giáo của cậu ở Đức đã bảo cậu rằng cậu sẽ chẳng bao giờ nên cõm nên cháo gì với cái thói hay hỏi lung tung phá rối trật tự kỷ cương của lớp, rằng tốt hơn cả là cậu nên thôi học. Thế là cậu bỏ học và rong ruổi thường ngoạn không khí tự do của miền Bắc nước Ý, nơi mà cậu có thể nghiên ngẫm những vấn đề rất xa lạ với các chủ đề mà trường học nước Phổ khét tiếng về kỷ luật nghiêm khắc cỗi nhồi vào đầu cậu. Tên cậu thiếu niên ấy là Albert Einstein, và những nghiên ngẫm của cậu đã làm thay đổi thế giới.¹⁵⁵

Einstein bị cuốn hút bởi tác phẩm *Sách về khoa học tự nhiên cho đại chúng* của Bernstein, một cuốn sách phổ biến khoa học mà ngay ở trang đầu đã mô tả vận tốc nhanh đến kinh ngạc của dòng điện trong dây dẫn và của ánh sáng trong không gian. Cậu cứ băn khoăn không biết thế gian nom sê thế nào nếu ta có thể chu du trên con sóng ánh sáng. Du hành với vận tốc ánh sáng! Một ý nghĩ quyến rũ và kỳ diệu biết bao đối

với một cậu thiếu niên trên con đường thôn quê mà sóng năng dập dờn rắc đóm hoa cà hoa cải. Khó có thể nói ta đang ở trên con sóng ánh sáng nếu ta du hành cùng với nó. Nếu ta cưỡi lên đầu ngọn sóng mà khởi hành, ta sẽ luôn ở trên đầu ngọn sóng và mất mọi cảm giác rằng nó là một con sóng. Có điều gì đó lạ lùng ở tốc độ ánh sáng. Einstein càng nghĩ về những vấn đề như vậy thì chúng càng không để cậu yên. Những nghịch lý đường như xuất hiện khắp nơi nếu ta du hành với vận tốc ánh sáng. Có những ý niệm đã được coi là chân lý mà chưa suy ngẫm thấu đáo. Einstein đặt ra những câu hỏi mà lẽ ra người ta phải đặt ra trước đó hàng thế kỷ. Chẳng hạn, khi ta nói hai sự kiện diễn ra đồng thời thì nó có nghĩa là gì?

Hãy hình dung tôi đang đi xe đạp tiến về phía bạn. Khi tiến đến ngã tư, suýt nữa thì tôi đâm phải một cỗ xe ngựa, ít nhất thì tôi cảm thấy như thế. Tôi ngoặt gấp và tránh bị xe đè lên trong gang tấc. Bây giờ hãy ngẫm lại về sự kiện đó, hãy tưởng tượng rằng cả cỗ xe ngựa lẫn chiếc xe đạp cùng đi với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng. Nếu bạn đang đứng ở hè đường ngã tư, thì chiếc xe ngựa chuyển động theo hướng vuông góc với hướng nhìn của bạn. Bạn thấy tôi đang chuyển động về phía bạn nhờ ánh sáng phản chiếu từ tôi. Vậy vận tốc chuyển động của tôi có cộng vào vận tốc ánh sáng, khiến cho hình ảnh của tôi tới chỗ bạn sớm hơn đáng kể so với hình ảnh chiếc xe ngựa? Liệu bạn có trông thấy tôi rõ ngoặt trước khi bạn trông thấy chiếc xe ngựa đi tới? Liệu có thể rằng chiếc xe ngựa và tôi đến ngã tư đồng thời chỉ trong con mắt của tôi chứ không phải trong con mắt của bạn? Liệu có thể rằng tôi trải qua cảm giác suýt đâm phải xe ngựa trong khi hình như bạn nhìn thấy tôi rõ ngoặt quanh một chỗ trống không rồi vui vẻ đạp tiếp về phía thành phố Vinci? Đây là những câu hỏi kỳ lạ và tinh tế. Chúng thách thức những điều hiển nhiên. Chính vì thế mà trước Einstein không ai nghĩ đến chúng. Từ những câu hỏi sơ đẳng như vậy, Einstein đã tiến hành tư duy lại toàn bộ nền tảng của thế giới và làm nên một cuộc cách mạng trong vật lý học.

Nếu muốn tìm hiểu thế giới này, nếu muốn tránh các nghịch lý logic khi du hành với tốc độ ánh sáng, thì phải tuân theo một số quy tắc nào đó, những “điều răn của Tự nhiên”. Einstein đã pháp điển hóa những quy tắc đó trong thuyết tương đối hẹp. Ánh sáng (phản xạ hay phát ra) từ một vật sẽ đi với vận tốc như nhau, bất kể vật đó chuyển động hay đứng yên: *người không được cộng vận tốc của người vào vận tốc ánh sáng*. Một điều nữa, không một vật thể vật chất nào có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng: *người không được du hành với vận tốc bằng hoặc vượt vận tốc ánh sáng*. Trong vật lý không có gì ngăn cấm ta du hành với vận tốc sát với vận tốc ánh sáng bao nhiêu tùy ý; 99,9% tốc độ ánh sáng cũng không sao. Nhưng dù bạn có cố gắng đến đâu đi nữa, bạn không tài nào vượt qua được cái phần lẻ cuối cùng sau dấu phẩy kia. Để cho thế giới nhất quán về mặt logic, thì phải có một giới hạn cho vận tốc trong vũ trụ. Nếu không thì bạn đã có thể đạt được bất cứ vận tốc nào bạn muốn bằng cách cộng thêm vận tốc trên một cái nền chuyển động.

Nhiều người ở châu Âu vào lúc giao thời hai thế kỷ 19 và 20 cứ định ninh rằng các khuôn mẫu quy chiếu ưu tiên: nền văn hóa và tổ chức chính trị của Đức, của Pháp, hay của Anh là ưu việt hơn nền văn hóa và tổ chức chính trị của các nước khác; rằng người châu Âu thượng đẳng hơn các dân tộc khác và những dân tộc ấy phải lấy làm may mắn được thực dân khai hóa. Nhiều tư tưởng của Aristarchus và Copernicus bị từ chối hoặc phớt lờ, không được áp dụng vào lĩnh vực xã hội và chính trị. Chàng trai Einstein đã “nổi loạn” chống lại quan niệm về các khuôn mẫu quy chiếu ưu tiên trong vật lý, và về sau ông cũng làm như vậy trong chính trị. Trong một vũ trụ chứa đầy các ngôi sao chạy lung tung mọi phía, không có chỗ nào là “đứng yên” hết, không có khuôn khổ quy chiếu nào ưu việt hơn bất cứ khuôn khổ nào khác trong việc quan sát vũ trụ. Đó chính là ý nghĩa của từ *tương đối*, Tư tưởng đó rất đơn giản, cho dù có cái bãy thần bí nan giải của nó: khi quan sát vũ trụ, mọi vị trí đều tốt như nhau. Các định luật của Tự nhiên phải đồng nhất bất kể người mô tả các quy luật ấy là ai. Nếu điều đó đúng - sẽ rất đáng kinh ngạc nếu vị trí chẳng có gì ghê gớm của chúng ta trong Vũ trụ lại có cái gì đó đặc biệt - thì suy ra rằng không ai có thể bay nhanh hơn ánh sáng.

Chúng ta nghe thấy tiếng rít của cái roi da vì đầu roi chuyển động vượt tốc độ âm thanh, tạo ra sóng xung kích, một cú nổ nhỏ bằng âm thanh. Tiếng sấm sét rền vang cũng có nguồn gốc tương tự. Đã có thời người ta nghĩ rằng máy bay không thể bay nhanh hơn âm thanh. Ngày nay những chuyến bay bằng máy bay siêu thanh là chuyện bình thường. Nhưng rào cản ánh sáng có bản chất khác với rào cản âm thanh. Nó không đơn thuần là vấn đề công nghệ như vấn đề mà máy bay siêu thanh đã giải được. Nó là một định luật nền tảng của Tự nhiên, cũng cơ bản như lực hấp dẫn vậy. Không thấy có hiện tượng nào trong trải nghiệm của chúng ta – kiểu như tiếng rít của cái roi da hay tiếng sấm rền với âm thanh - gợi ra khả năng du hành trong chân không nhanh hơn ánh sáng. Ngược lại, có rất nhiều ví dụ - chẳng hạn, với máy gia tốc hạt nhân và đồng hồ nguyên tử - phù hợp chính xác về mặt định lượng với thuyết tương đối hẹp.

Các vấn đề về tính đồng thời không đặt ra với âm thanh như đã đặt ra với ánh sáng, vì âm thanh phải lan truyền qua một môi trường nào đó, thường là không khí. Sóng âm đến tai ta khi một người bạn nói chuyện là do các phân tử trong không khí chuyển động. Trái lại, ánh sáng di chuyển được cả trong chân không. Có những hạn chế đối với việc làm thế nào các phân tử không khí chuyển động được, các hạn chế này không thể áp dụng vào chân không. Ánh sáng từ Mặt Trời đến với chúng ta qua một không gian trống rỗng (chân không) xen giữa, do đó cho dù có cố gắng lắng nghe đến đâu đi nữa, chúng ta cũng không thể nghe được những tiếng rền của vết đen Mặt Trời hay tiếng sấm của các vụ nổ bùng sáng trên Mặt Trời. Trước khi thuyết tương đối ra đời, đã có thời người ta nghĩ rằng ánh sáng lan truyền qua một môi trường đặc biệt, thẩm vào mọi nơi của không gian, gọi là “éte truyền ánh sáng”. Nhưng thí nghiệm Michelson-Morley nổi tiếng chứng minh rằng một thứ éte như thế chẳng tồn tại. Thỉnh thoảng chúng ta nghe nói có thứ chuyển động nhanh hơn ánh sáng. Đôi khi cái gọi là “tốc độ tư duy” được nêu ra. Đây là một quan niệm xuẩn ngốc, đặc biệt là vì tốc độ của các xung qua các nơ ron thần kinh trong não chúng ta cũng chỉ ngang tốc độ của một cỗ xe lùa kéo. Việc con người thông minh đến độ nghĩ ra được thuyết tương đối chứng tỏ rằng chúng ta nghĩ giỏi, nhưng theo tôi chúng ta không nên huênh hoang về tốc độ nghĩ nhanh. Các xung điện trong máy vi tính hiện đại mới gọi là chuyển động nhanh, chúng truyền với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng.

Thuyết tương đối hẹp, được Einstein hoàn tất vào những năm quãng tuổi trên dưới hai mươi lăm, được xác nhận bởi mọi thí nghiệm tiến hành cốt để kiểm chứng nó. Có thể mai đây có ai đó nghĩ ra một lý thuyết nhất quán với mọi thứ khác mà chúng ta đã biết, tránh được các nghịch lý về các vấn đề như tính đồng thời, không cần đến các khuôn khổ quy chiếu ưu tiên mà vẫn cho phép du hành nhanh hơn ánh sáng. Nhưng tôi hết sức ngờ khả năng này. Điều cấm của Einstein không cho du hành nhanh hơn ánh sáng trái ngược với ý nghĩ lành mạnh thông thường của chúng ta. Nhưng trong vấn đề này, tại sao chúng ta lại tin vào ý nghĩ lành mạnh thông thường? Tại sao trải nghiệm của chúng ta ở vận tốc 10 km/h lại bó buộc các định luật của Tự nhiên ở vận tốc 300.000 km/s? Tính tương đối đặt ra các giới hạn mà con người có thể vươn tới. Nhưng vũ trụ đâu có nhất thiết phải chiều chuộng tham vọng của con người một cách tuyệt đối. Thuyết tương đối hẹp lấy mất trong tay ta một phương thức đi tới các vì sao, là một con tàu có thể đi nhanh hơn ánh sáng. Trớ trêu thay, nó lại đưa ra một phương pháp khác hoàn toàn bất ngờ.

Theo chân George Gamow, chúng ta hãy hình dung ra một nơi mà vận tốc ánh sáng không phải có giá trị thực là 300.000 km/s, mà chỉ rất khiêm tốn: chẳng hạn, 40 km/h và cũng là giới hạn tối đa một cách chặt chẽ. (Vì phạm các định luật của Tự nhiên không bị trừng phạt vì không gây nén tội: Tự nhiên biết tự điều chỉnh và chỉ đơn thuần thu xếp sự vật sao cho không thể phạm vào các điều cấm của nó được). Hãy hình dung bạn đang tiến gần đến vận tốc ánh sáng trên một chiếc xe mô tô tay ga. (Thuyết tương đối đầy rẫy những câu bắt đầu bằng “Hãy hình dung...” Einstein gọi kiểu bài tập như vậy là *Gedankenexperiment*, một thí nghiệm tư duy). Khi tốc độ của bạn tăng lên, bạn bắt đầu nhìn thấy cả những gì khuất sau góc của các vật chạy ngang qua. Trong khi bạn nhìn thẳng về phía trước, thì những vật ở phía sau bạn lại xuất hiện ở

trường nhìn phía trước của bạn. Gần sát đến vận tốc ánh sáng, thì trong con mắt của bạn, thế giới nom rất kỳ cục - mọi thứ rốt cuộc bị co lại vào trong một cửa sổ tròn bé tí nằm ở ngay trước mắt bạn. Trong con mắt của một người quan sát đứng yên, ánh sáng phản xạ từ bạn dịch chuyển sang phía màu đỏ khi bạn rời đi và sang phía màu xanh lam khi bạn quay về. Nếu bạn du hành ở vận tốc gần với vận tốc của ánh sáng về phía người quan sát, bạn sẽ bị gói trong ánh hào quang nhiều màu kỳ quái: bức xạ hồng ngoại của bạn bình thường không nhìn thấy được sẽ chuyển sang các bước sóng ngắn hơn và nhìn thấy được. Bạn trở nên bị nén ép theo hướng chuyển động, khối lượng của bạn tăng lên, còn thời gian, theo trải nghiệm của bạn, thì trôi chậm lại, hệ quả ngoạn mục của việc du hành ở vận tốc gần với vận tốc ánh sáng, gọi là sự dãn nở thời gian. Nhưng trong con mắt của người quan sát đồng hành với bạn - giả sử chiếc mô tô có chỗ ngồi thứ hai - thì không một hiệu ứng nào trong số hiệu ứng kể trên xảy ra cả.

Những tiên đoán kỳ cục và thoạt đầu gây bối rối này của thuyết tương đối hẹp là đúng theo cái nghĩa sâu sắc nhất rằng trong khoa học cái gì cũng đúng. Chúng tùy thuộc vào chuyển động tương đối của bạn. Nhưng chúng là thực, không phải ảo ảnh quang học. Có thể chứng minh chúng bằng kiến thức toán học đơn giản, chủ yếu là đại số năm thứ nhất đại học, do đó bất kỳ người nào có học vấn đều có thể hiểu được. Chúng cũng nhất quán với nhiều thí nghiệm. Những đồng hồ chính xác nhất đặt trên máy bay chạy chậm lại một chút so với những đồng hồ để yên dưới đất. Các máy gia tốc hạt nhân được thiết kế có tính đến hiện tượng tăng khối lượng khi vận tốc tăng; nếu không thiết kế theo cách đó thì các hạt được gia tốc sẽ và chan chát vào thành thiết bị, khi ấy thì vật lý hạt nhân thực nghiệm sẽ chẳng có mấy kết quả. Vận tốc là khoảng cách chia cho thời gian. Vì ở khu vực gần sát vận tốc ánh sáng, chúng ta không thể cộng các vận tốc như vẫn thường làm trong thế giới hằng ngày, nên phải từ bỏ các quan niệm quen thuộc về không gian tuyệt đối và thời gian tuyệt đối - nghĩa là thứ không gian và thời gian không phụ thuộc vào chuyển động *tương đối* của bạn. Đó là nguyên nhân tại sao cơ thể bạn bị co lại. Đó là lý do làm thời gian dãn nở.

Du hành ở vận tốc gần vận tốc ánh sáng thì bạn gần như chẳng già đi chút nào, nhưng bạn bè và người thân của bạn ở nhà vẫn sẽ già đi như bình thường. Khi trở về sau chuyến du hành tương đối tính, giữa bạn và bạn bè của bạn thật khác biệt làm sao, họ thì già đi hàng thập kỷ, trong khi bạn vẫn trẻ măng! Du hành ở vận tốc gần vận tốc ánh sáng là một thứ thuốc trường sinh bất lão. Vì thời gian chậm lại ở vận tốc gần vận tốc ánh sáng, thuyết tương đối hẹp cung cấp cho ta một phương tiện để đi tới các vì sao. Nhưng xét về công nghệ thực tiễn, thì liệu du hành gần vận tốc ánh sáng có khả thi? Có thể làm được một con tàu bay tới các vì sao không?

Tuscany không chỉ là cái lò luyện tư duy của chàng trai trẻ Albert Einstein; nó cũng là quê hương của một thiên tài vĩ đại khác sống trước đó 400 năm, Leonardo da Vinci, người rất thích leo lên những quả đồi Tuscany và nhìn xuống đất từ độ cao lớn, như thể mình là chim bay lên. Ông đã vẽ phác cảnh từ trên không đầu tiên của cảnh quan, thành thị và thành lũy. Trong số nhiều mối quan tâm và thành tựu của Leonardo - vẽ hội họa, điêu khắc, giải phẫu, địa chất, lịch sử tự nhiên, xây dựng công trình dân sự và quân sự - ông có niềm đam mê lớn: thiết kế chế tạo một cỗ máy có thể bay được. Ông đã vẽ phác thảo nhiều hình vẽ, làm mô hình, dựng các nguyên mẫu to bằng kích thước thật, nhưng không cái nào vận hành được. Hồi đó chưa tồn tại động cơ đủ mạnh và đủ nhẹ. Tuy vậy, các thiết kế rất xuất sắc đã khuyến khích các kỹ sư đời sau. Bản thân Leonardo rất buồn lòng vì những thất bại này. Nhưng lỗi chính đâu phải ở ông, mà bởi ông bị nhốt ở thế kỷ 15.

Một trường hợp tương tự xảy ra vào năm 1939 khi một nhóm kỹ sư tự xưng là Hội Liên hành tinh Anh quốc đã thiết kế một con tàu để đưa người lên Mặt Trăng nhưng lại sử dụng công nghệ năm 1939. Nó chẳng có gì giống với thiết kế của tàu vũ trụ Apollo, con tàu đã thực hiện đúng sứ mệnh trên ba thập kỷ sau, nhưng dù sao nó cũng gợi ra rằng một chuyến bay lên Mặt Trăng một ngày kia sẽ khả thi về mặt công nghệ.

Hiện nay chúng ta cũng có những phác thảo sơ bộ để đưa người lên các vì sao. Không một con tàu nào trong đó dự kiến sẽ được phóng trực tiếp từ Trái Đất. Thay vào đó, chúng được xây lắp trên quỹ đạo quanh Trái Đất để từ đó được phóng đi trong hành trình dài lâu giữa các sao. Một phác thảo như thế được gọi là Dự án Orion, theo tên một chòm sao. Đó là sự nhắc nhở rằng mục tiêu cuối cùng của tàu là các ngôi sao. Orion được thiết kế để sử dụng các vụ nổ bom khinh khí, vũ khí hạt nhân, trên một cái nền có quanity lớn, mỗi vụ nổ tạo ra một cú đẩy mạnh, kiểu như một chiếc thuyền máy hạt nhân không lồ trong không gian vũ trụ. Có vẻ như Orion hoàn toàn có tính thực tiễn xét theo quan điểm công nghệ, về bản chất nó sẽ sinh ra vô vàn chất thải phóng xạ, nhưng không hề hấn gì vì điều đó diễn ra trong khoảng trống của không gian giữa các hành tinh hoặc giữa các sao. Orion đã được phát triển nghiêm túc ở Hoa Kỳ cho đến khi ký hiệp ước quốc tế cấm tiến hành nổ vũ khí hạt nhân trong vũ trụ. Tôi cảm thấy điều đó hết sức đáng tiếc. Con tàu liên sao (starship) Orion là cách ứng dụng vũ khí hạt nhân hay nhất mà tôi biết.

Dự án Daedalus là thiết kế gần đây của Hội Liên hành tinh Anh quốc. Nó dự kiến sử dụng một lò tổng hợp hạt nhân - loại này an toàn hơn nhiều cũng như hiệu quả hơn các nhà máy điện dùng lò phản ứng chia tách hạt nhân. Chúng ta chưa có lò tổng hợp hạt nhân, có thể tin tưởng chờ đợi có chúng vài thập kỷ sau. Orion và Daedalus có thể du hành với vận tốc bằng 10% vận tốc ánh sáng. Một chuyến bay đến sao Alpha Centauri, cách xa 4,3 năm ánh sáng, sẽ mất 43 năm, chưa đầy một đời người. Những con tàu như vậy không thể bay với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng, để khi đó sự dẫn nở thời gian theo tính tương đối trở nên rõ rệt. Ngay cả với những dự đoán lạc quan nhất về sự phát triển của công nghệ Trái Đất, Orion, Daedalus hoặc những con tàu đại loại như chúng khó có thể được chế tạo trước thời điểm giữa thế kỷ 21, cho dù nếu muốn, chúng ta có thể chế tạo Orion ngay hôm nay.

Đối với những chuyến du hành vươn xa hơn những ngôi sao gần nhất, thì phải thực hiện cách khác. Có lẽ Orion và Daedalus sẽ được sử dụng làm tàu đa thế hệ, để những ai đặt chân lên một hành tinh thuộc ngôi sao khác sẽ là hậu duệ xa xôi của những người khởi hành từ vài thế kỷ trước. Hay biết đâu một phương pháp ngủ đông an toàn cho con người được tìm ra, thế là các nhà du hành vũ trụ có thể chìm vào trạng thái đông lạnh để rồi tỉnh dậy vài thế kỷ sau. Những chiếc tàu liên sao không mang tính tương đối này, tuy tổn kém rất nhiều, nhưng tương đối dễ thiết kế, chế tạo và sử dụng so với những chiếc tàu liên sao du hành với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng. Loài người có thể với tới được các hệ sao khác, nhưng phải sau rất nhiều cố gắng. Chuyến bay vũ trụ thần tốc giữa các sao - khi mà vận tốc tàu gần bằng vận tốc ánh sáng - là mục tiêu không phải chỉ một trăm năm, mà cỡ ngàn năm hay vạn năm tới. Nhưng về nguyên tắc thì có thể được. Một kiểu tàu giữa các sao có động cơ động áp (ramjet) do R. W. Bussard đề xuất sẽ thu gom vật chất khuếch tán, chủ yếu là các nguyên tử hydro trôi nổi trong không gian giữa các sao, tăng tốc cho chúng để hút chúng vào trong lò tổng hợp hạt nhân rồi phun chúng ra đằng đuôi. Hydrô sẽ được sử dụng vừa làm nhiên liệu vừa làm vật chất phản lực. Nhưng trong không gian sâu thăm chỉ có khoảng một nguyên tử trong mỗi xăngtimét khối, một thể tích cỡ xấp xỉ quả nhỏ. Để cỗ máy động áp hoạt động, bộ phận thu gom nhiên liệu phía mũi phải có kích thước hàng trăm kilômét. Khi tàu đạt đến vận tốc tương đối tĩnh, các nguyên tử hydro sẽ chuyển động ngược chiều con tàu với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng. Nếu không áp dụng các biện pháp thích đáng, thì con tàu và hành khách trong tàu sẽ bị chiên giòn bởi các tia vũ trụ cảm ứng. Một giải pháp để xuất sử dụng laser để lột hết electron khỏi các nguyên tử trong không gian giữa các sao, làm chúng nhiễm điện khi còn ở khá xa, rồi dùng một từ trường cực mạnh lái các nguyên tử nhiễm điện chui vào bộ phận thu gom nhiên liệu, mà không va vào các phần khác của con tàu. Đây là dự án công nghệ có quy mô, cho đến nay, chưa từng có trên Trái Đất. Chúng ta đang nói về những động cơ có kích thước bằng cả một thiên thể nhỏ.

Nào, hãy dành một chút thời gian để suy nghĩ về một con tàu như vậy. Trái Đất hút chúng ta bằng một lực hấp dẫn mà nếu ta rời thì ta cảm nhận được sự gia tốc. Nếu ngã từ một cái cây - nhiều người trong số

tổ tiên chưa hoàn toàn là người của chúng ta đã từng ngã như vậy - ta sẽ lao xuống mỗi lúc một nhanh, tốc độ của mỗi giây tăng thêm xấp xỉ mười mét, giây nào cũng vậy. Sự gia tốc này, đặc trưng cho trọng lực giữ rịt chúng ta trên mặt đất, được gọi là 1 g , g chỉ trọng lực Trái Đất¹⁵⁶. Chúng ta thấy thoải mái với gia tốc 1 g , chúng ta lớn lên cùng với 1 g . Nếu sống trong con tàu liên sao tăng tốc với mức 1 g , thì chúng ta sẽ cảm thấy mình dễ chịu như trong môi trường tự nhiên của mình. Quả thực, sự tương đương giữa các lực hấp dẫn và các lực mà chúng ta cảm thấy trong một con tàu đang tăng tốc là một đặc điểm chính trong thuyết tương đối tổng quát về sau của Einstein. Với sự gia tốc 1 g liên tục, sau một năm trong vũ trụ, chúng ta sẽ du hành với vận tốc rất gần với vận tốc ánh sáng [$(0,01\text{ km/s}^2) \times (3 \times 10^7\text{ s}) = 3 \times 10^5\text{ /s}$]¹⁵⁷.

Giả sử một con tàu như vậy tăng tốc ở mức 1 g , nó sẽ tiến ngày càng gần vận tốc ánh sáng cho đến giữa chặng đường; thế rồi nó quay lại và giảm tốc ở mức 1 g cho đến khi tới đích. Trong hầu hết chuyến bay, vận tốc sẽ rất gần với vận tốc ánh sáng, nên thời gian trôi chậm đi rất nhiều. Một mục tiêu cho chuyên bay ở gần, một Mặt Trời có nhiều hành tinh, là sao Barnard¹⁵⁸, cách xa khoảng 6 năm ánh sáng. Có thể bay tới ngôi sao ấy trong khoảng 8 năm theo đồng hồ đặt trên tàu; tới tâm Ngân Hà trong 21 năm; tới tinh vân M31, tức thiên hà Tiên Nữ (Andromeda) trong 28 năm. Tất nhiên, những người ở lại Trái Đất sẽ cảm thấy thời gian khác hẳn. Thay vì 21 năm tới tâm Ngân Hà, người ta sẽ đo được thời gian trôi qua là 30.000 năm. Khi chúng ta về đến nhà, có ai trong đám bạn bè còn sống để đón chúng ta? Về nguyên lý, trong một chuyến bay như thế, mỗi phần thập phân tăng lên cho càng gần vận tốc ánh sáng hơn sẽ cho phép chúng ta đi vòng quanh vũ trụ đã biết chỉ trong quãng 56 năm theo đồng hồ trên tàu. Chúng ta sẽ trở về nhà sau hàng chục kỷ năm nữa, để rồi phát hiện thấy Trái Đất là một khối xỉ tro, còn Mặt Trời thì đã tắt. Chuyến bay tương đối tính giúp vũ trụ tiếp cận được các nền văn minh tiên tiến, nhưng chỉ đối với những người đang du hành. Dường như vẫn không có cách nào để thông tin truyền về những người ở nhà với vận tốc nhanh hơn vận tốc ánh sáng. Thiết kế các con tàu Orion, Daedalus và Tàu động áp của Bussard khác những chiếc tàu vũ trụ thực sự có lẽ còn hơn cả sự khác biệt của các mô hình của Leonardo so với máy bay siêu thanh ngày nay. Nhưng nếu chúng ta không tự hủy diệt chính mình, thì tôi tin rằng sẽ có ngày chúng ta bay tới các vì sao. Khi hệ Mặt Trời đã được thám hiểm hết, thì những hành tinh thuộc các ngôi sao khác sẽ là nơi vẫy gọi chúng ta.

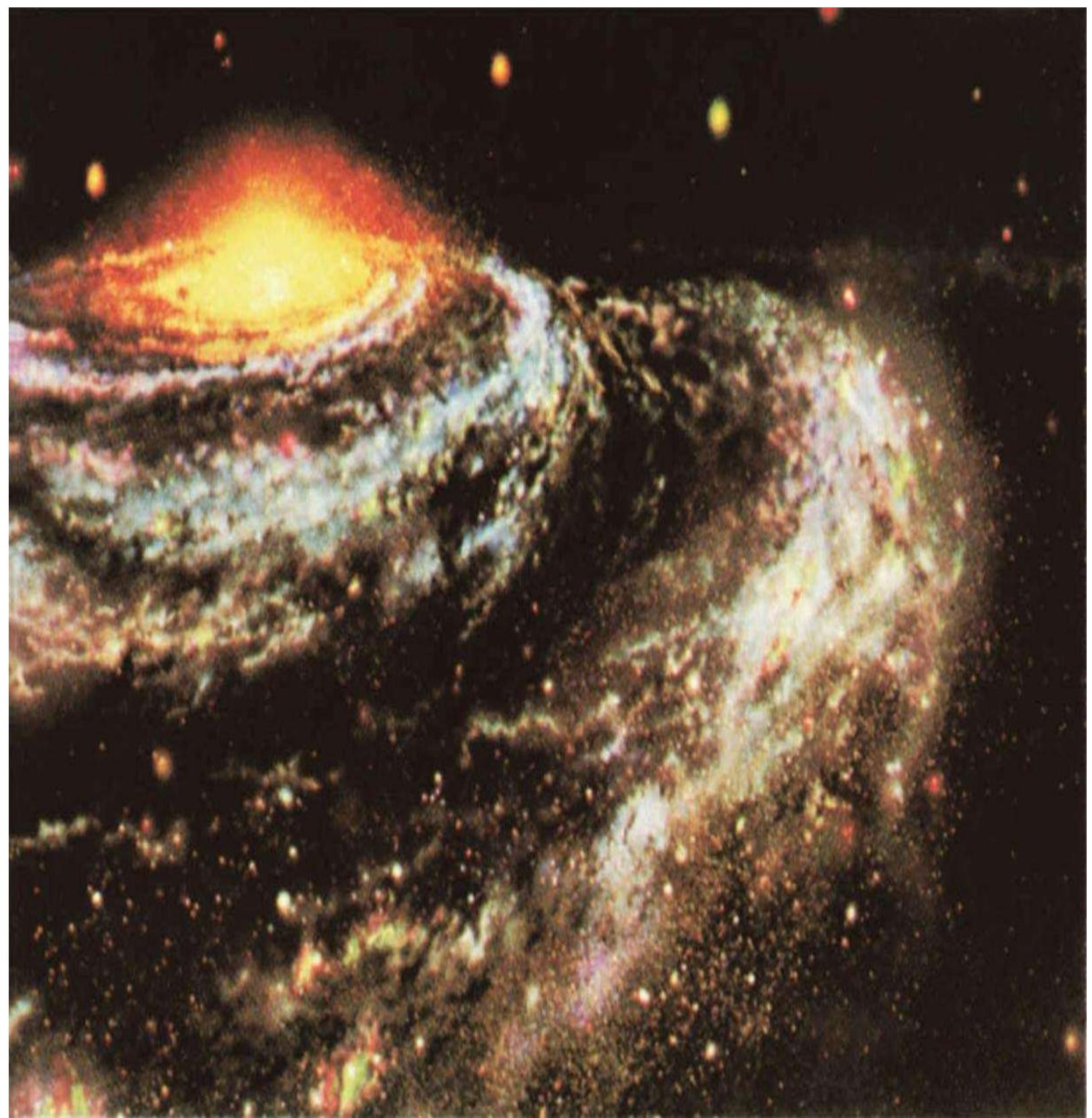
Du hành trong không gian và thời gian có liên quan với nhau. Chúng ta chỉ có thể phóng nhanh trong không gian bằng cách phóng nhanh vào tương lai. Còn quá khứ thì sao? Liệu chúng ta có thể quay lại quá khứ và thay đổi nó không? Liệu chúng ta có thể làm cho các sự kiện diễn biến khác đi so với những gì sách sử đã viết hay không? Chúng ta đang du hành khá chậm vào tương lai, lúc nào cũng với tốc độ 1 ngày mỗi ngày . Với các chuyến bay tương đối tính chúng ta có thể phóng thật nhanh vào tương lai. Nhưng nhiều nhà vật lý cho rằng không thể thực hiện được một chuyến bay vào quá khứ. Ngay cả nếu như bạn có trong tay một cỗ máy giúp du hành ngược về quá khứ, họ nói, thì bạn cũng không thể làm gì để thay đổi được quá khứ. Nếu bạn chu du vào quá khứ và ngăn cản bố mẹ bạn gặp nhau, thì bạn sẽ không bao giờ ra đời - điều này chứa đựng mâu thuẫn, vì rõ ràng bạn đã tồn tại. Cũng giống như phép chứng minh về tính vô lý của căn bậc hai của số hai, giống như biện luận về tính đồng thời trong thuyết tương đối hẹp, mấu chốt của lý lẽ là giả thiết bị bác bỏ vì kết luận suy ra từ nó hóa ra vô lý.

Nhưng những nhà vật lý khác đề xuất rằng có hai lịch sử khác nhau, hai thực tại có giá trị ngang nhau và có thể cùng tồn tại song song với nhau - một thực tại bạn biết và một thực tại trong đó bạn chưa bao giờ sinh ra. Có lẽ bản thân thời gian có nhiều chiều đo tiềm tàng, cho dù thực tế là chúng ta chỉ được phép trải nghiệm một chiều thời gian trong số đó. Giả sử bạn có thể quay lại quá khứ và thay đổi nó - chẳng hạn, bằng cách thuyết phục Nữ hoàng Isabella không ủng hộ Christopher Columbus. Khi ấy, theo lời họ, bạn đã khởi động một tiến trình của các sự kiện lịch sử khác, những sự kiện mà những người bị bạn bỏ lại dang sau trong dòng thời gian của chúng ta sẽ không bao giờ biết đến. Nếu kiểu du hành đó theo thời gian có thể

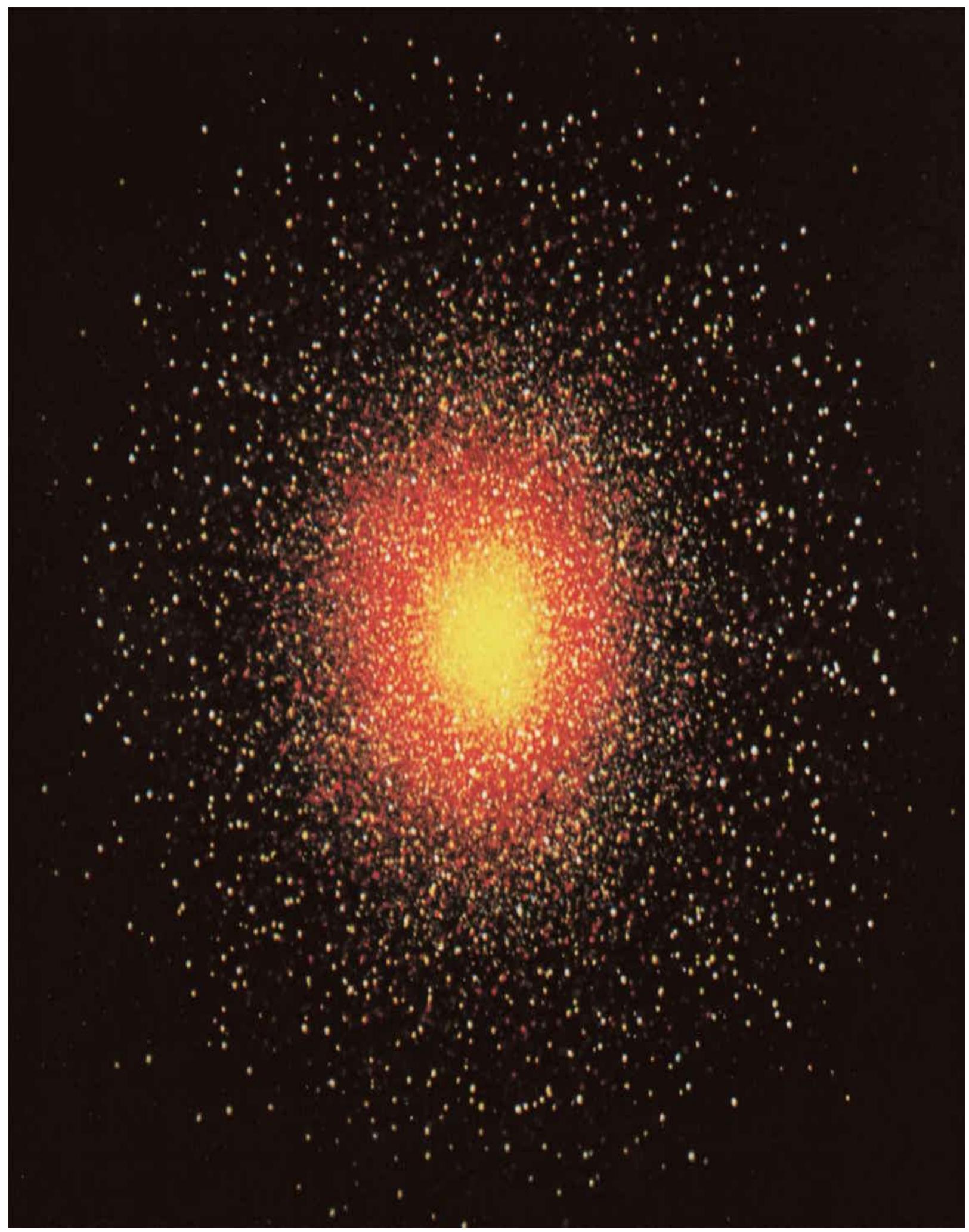
xảy ra, thì mỗi phiên bản lịch sử thay thế có thể tương ứng được sẽ được coi là tồn tại thực sự theo một nghĩa nào đó.

Lịch sử chủ yếu bao gồm một búi rắc rối phức tạp tạo bởi các sợi chỉ đan bện quấn quýt vào nhau, thể hiện các thế lực xã hội, văn hóa và kinh tế, mà gỡ ra không dễ. Vô số các sự kiện nhỏ nhoi, không lường trước được và mang tính ngẫu nhiên diễn ra liên tục nhưng thường không có các hệ quả lâu dài. Nhưng có một số sự kiện, xảy ra ở các đầu mối then chốt hoặc các điểm phân nhánh, có thể làm thay đổi tiến trình lịch sử. Lại có những trường hợp mà những thay đổi sâu sắc có thể thực hiện bằng những điều chỉnh khá bình thường. Một sự kiện như thế càng ở xa trong quá khứ, thì ảnh hưởng của nó càng mạnh - vì cánh tay đòn thời gian càng dài.

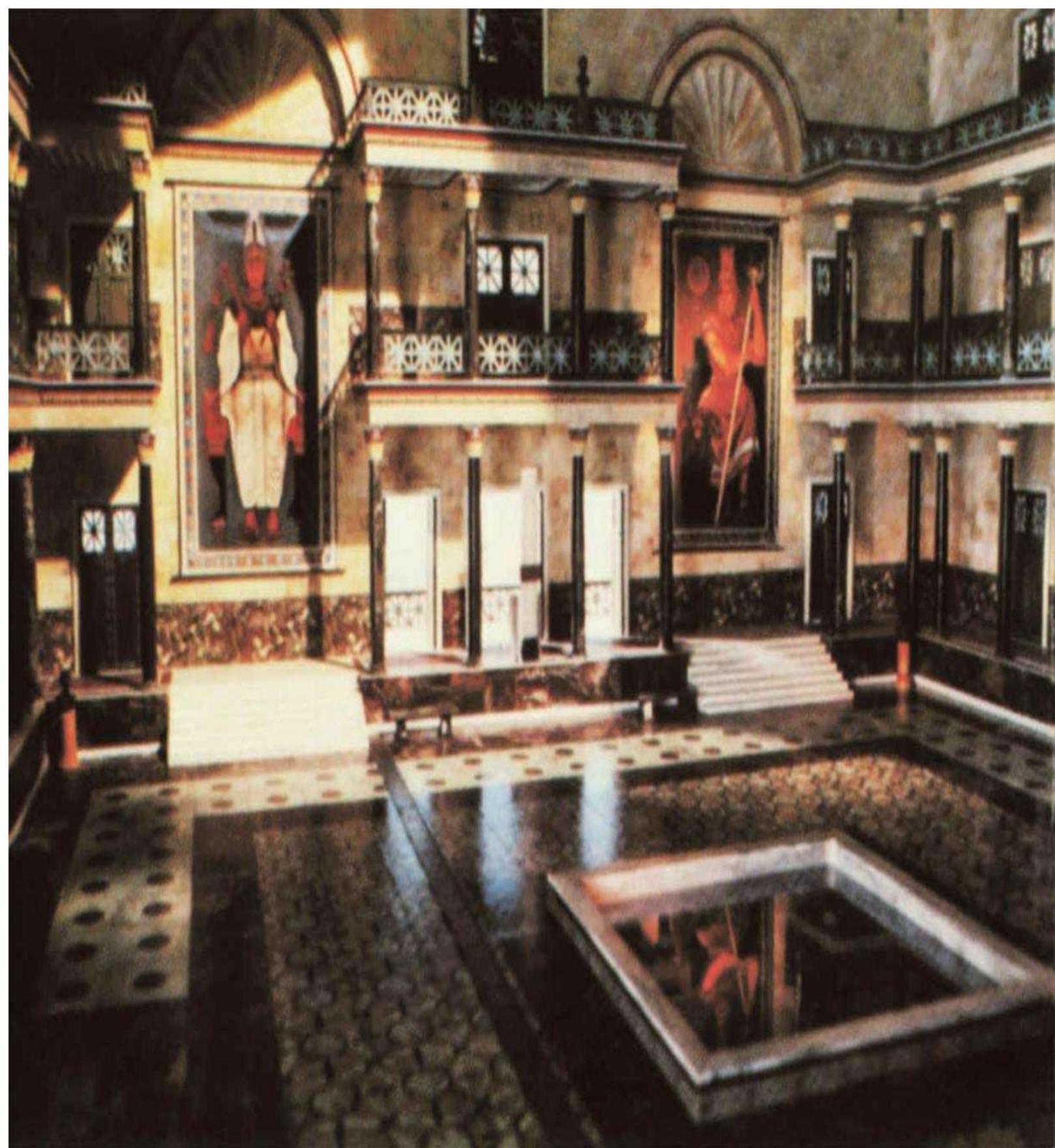
Vì rút bụi là một vi sinh vật cực kỳ nhỏ bé. Chúng ta gặp chúng vô khối hằng ngày. Nhưng may thay, chỉ hiếm khi một con trong số đó lây nhiễm cho một người trong chúng ta và gây ra căn bệnh quái ác. Franklin D. Roosevelt, Tổng thống thứ 32 của Hoa Kỳ, bị mắc bệnh bụi. Vì căn bệnh làm người ta tàn tật, nên có thể nó khiến Roosevelt đồng cảm nhiều hơn với những số phận bất hạnh; hoặc nó làm tăng cố gắng của ông nhằm tới sự thành đạt. Nếu tính cách của Roosevelt khác đi, hoặc nếu ông không bao giờ có tham vọng làm Tổng thống Hoa Kỳ, thì cuộc đại suy thoái thập niên 1930, Chiến tranh thế giới lần thứ hai và sự phát triển vũ khí hạt nhân có thể đã đi theo chiều hướng khác. Tương lai của thế giới có thể đã khác. Nhưng một con vi rút là một vật chẳng có gì quan trọng, với kích thước chỉ một phần triệu xăngtimét. Nó gần như không là cái gì cả.



1. Ngân Hà nhìn từ phía trên mặt phẳng các tay xoắn của nó một chút. Các tay xoắn sáng lên vì có hàng tỉ ngôi sao trẻ, nóng, màu xanh lam. Nhân Thiên hà sáng lên vì có các ngôi sao già hơn, màu đỏ hơn, hiện ra ở phía xa. Tranh vẽ của Jon Lomberg.



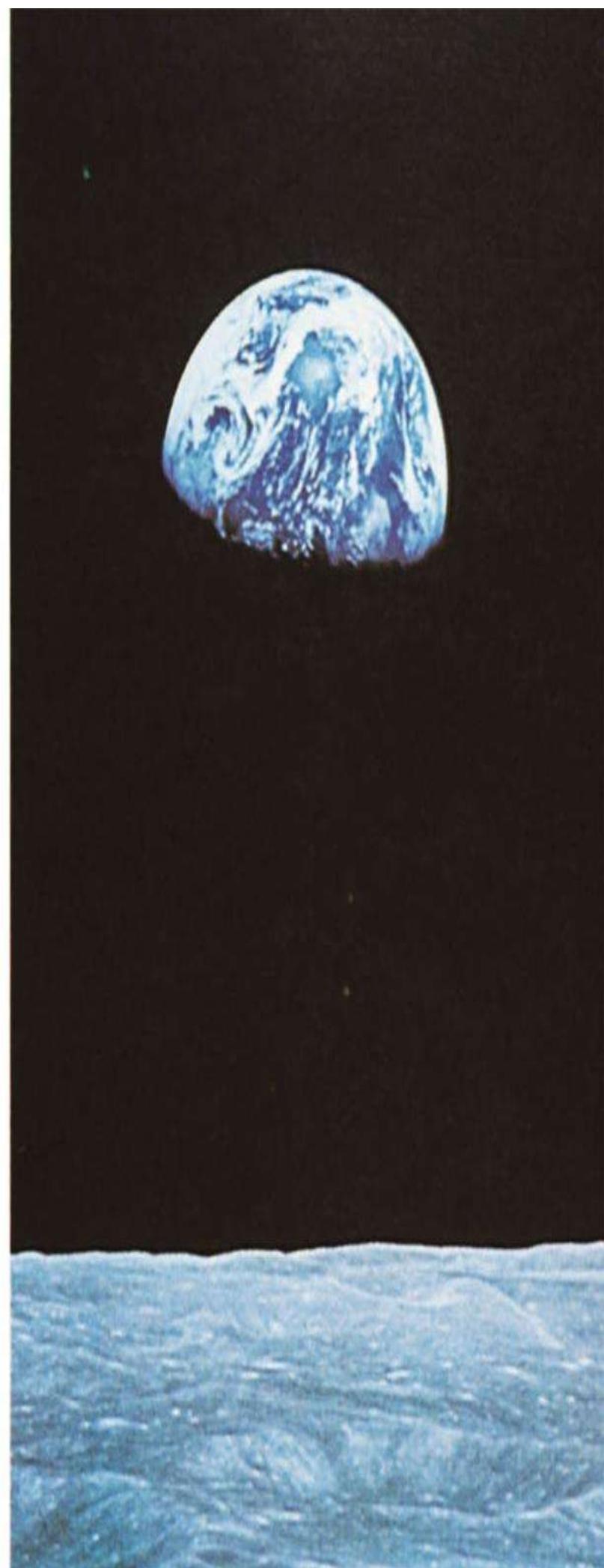
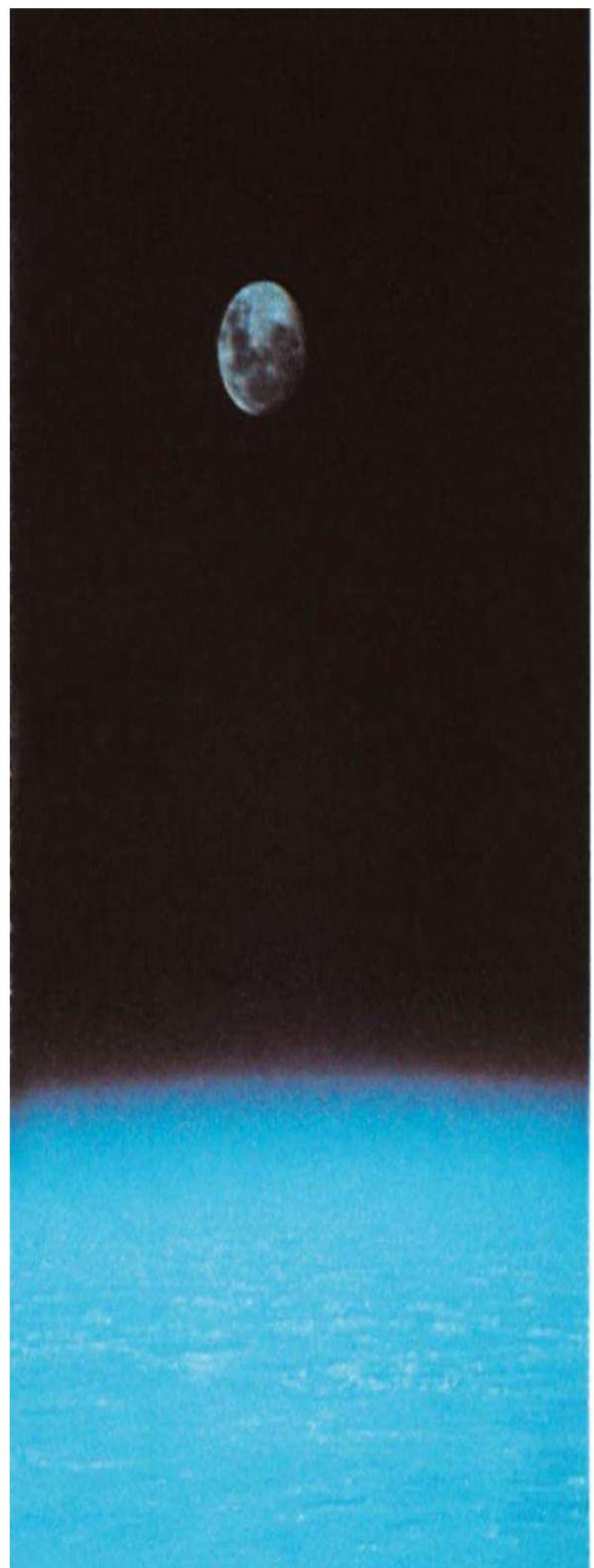
2. Một quần sao cầu quay quanh nhân Thiên hà. Tranh vẽ của Anne Norcia.



3. Đại sảnh của Thư viện cổ ở Alexandria, Ai Cập. Tái tạo dựa theo mô tả của giới học thuật.

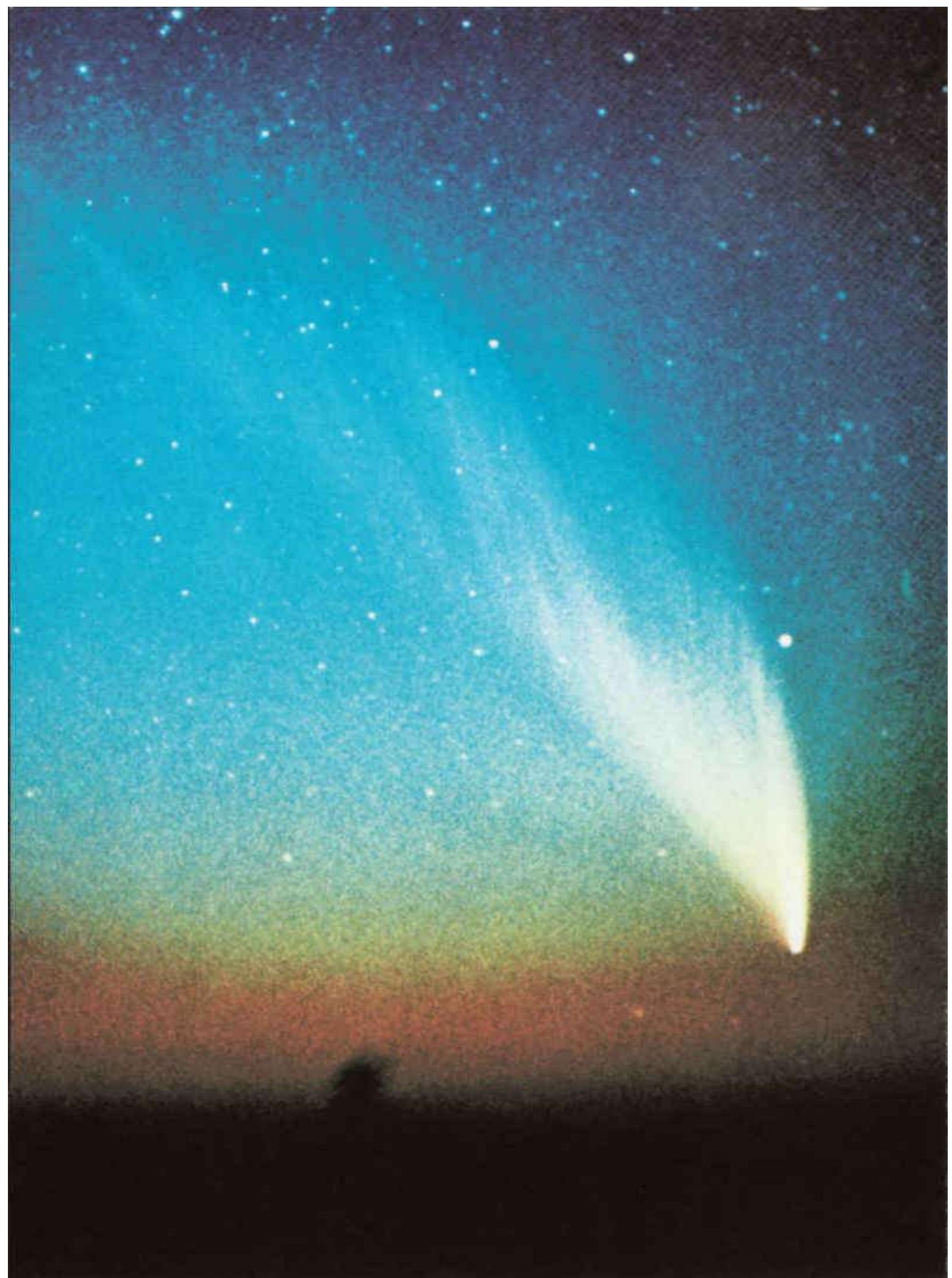


4. Một con cua Heike ở biển Nội địa Nhật Bản.

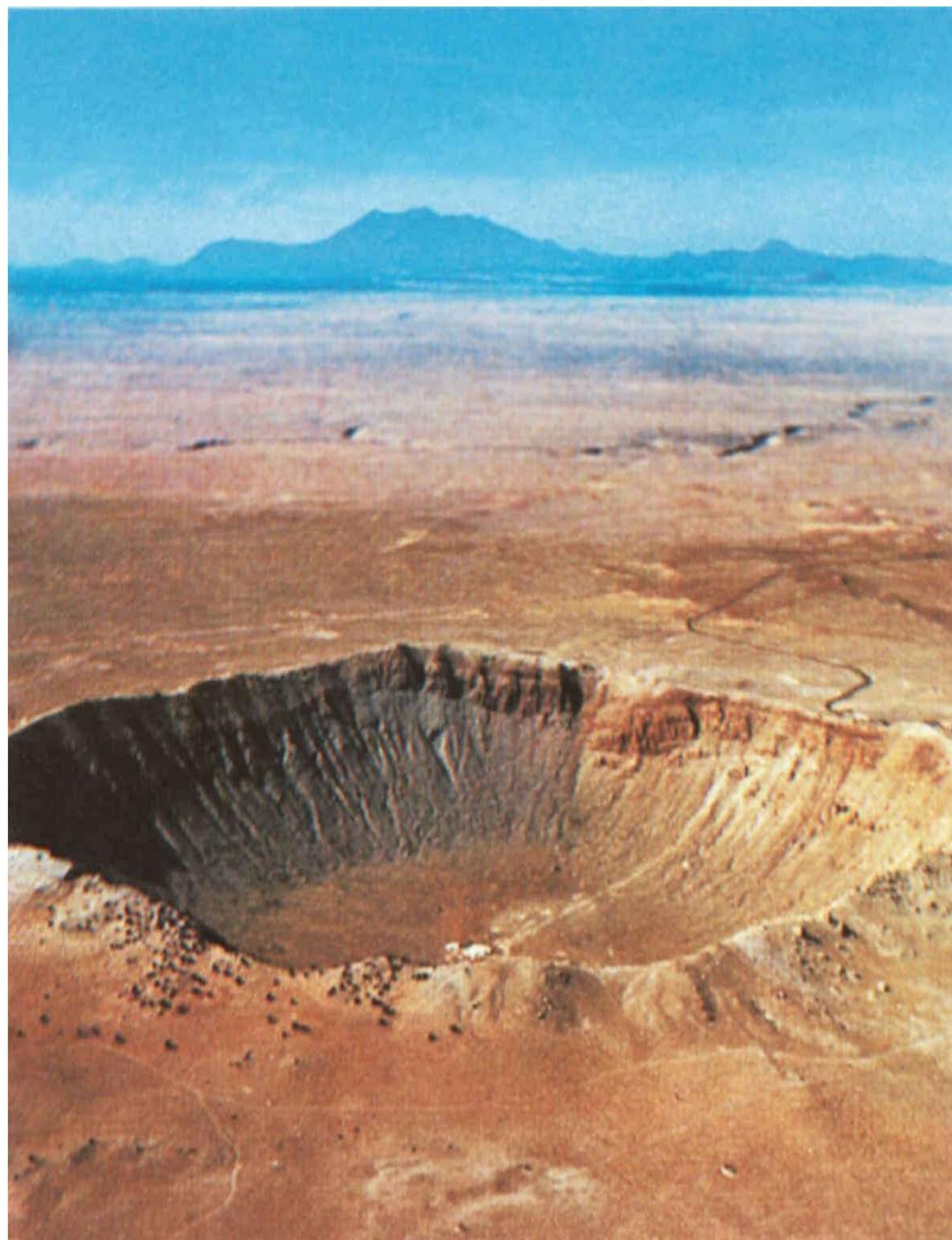


5. Mặt trăng nhìn từ Trái đất: cảnh nhìn từ ngay phía ngoài khí quyển.

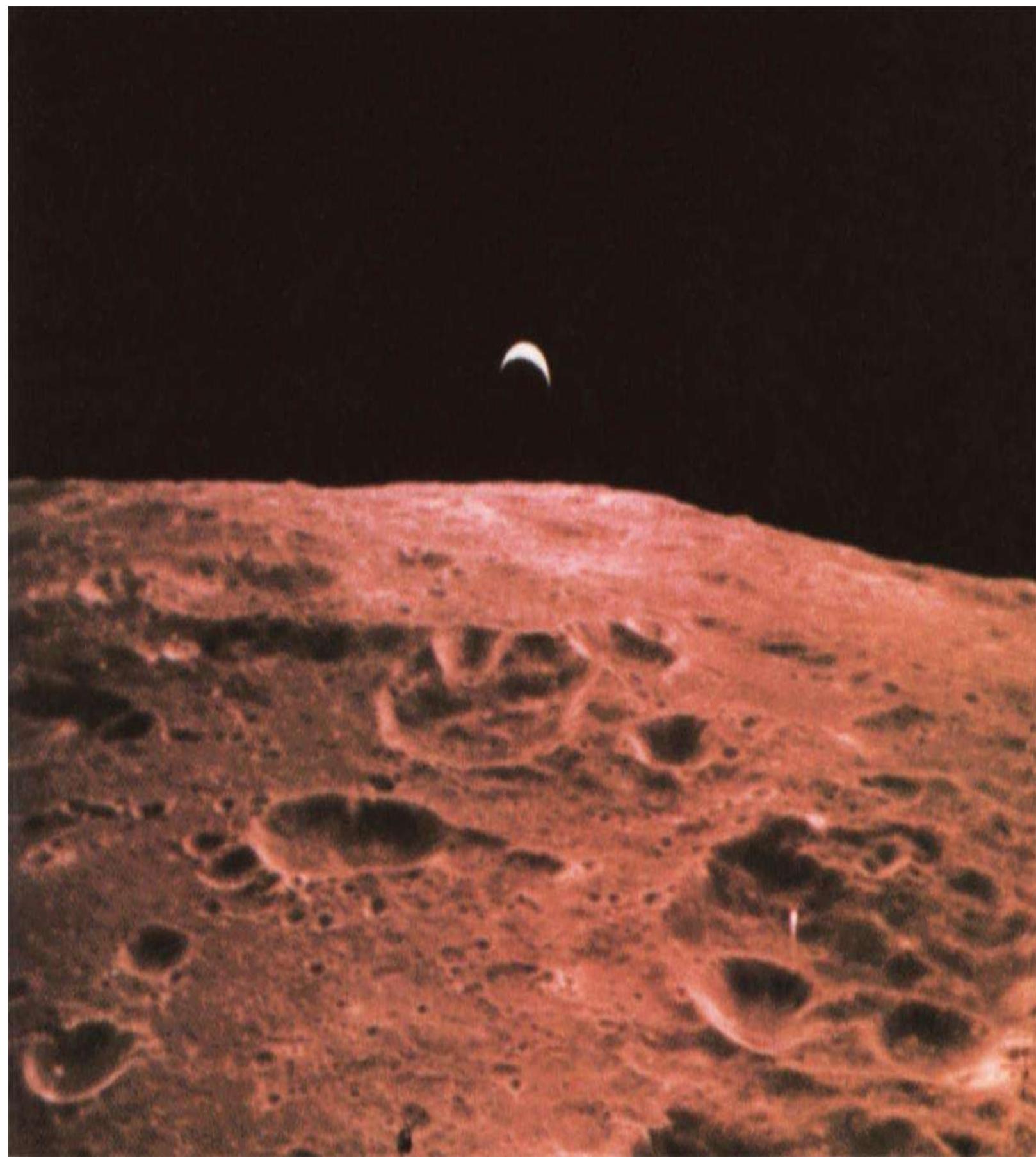
6. Trái đất nhìn từ Mặt trăng: cảnh mà Kepler từng mơ ước.



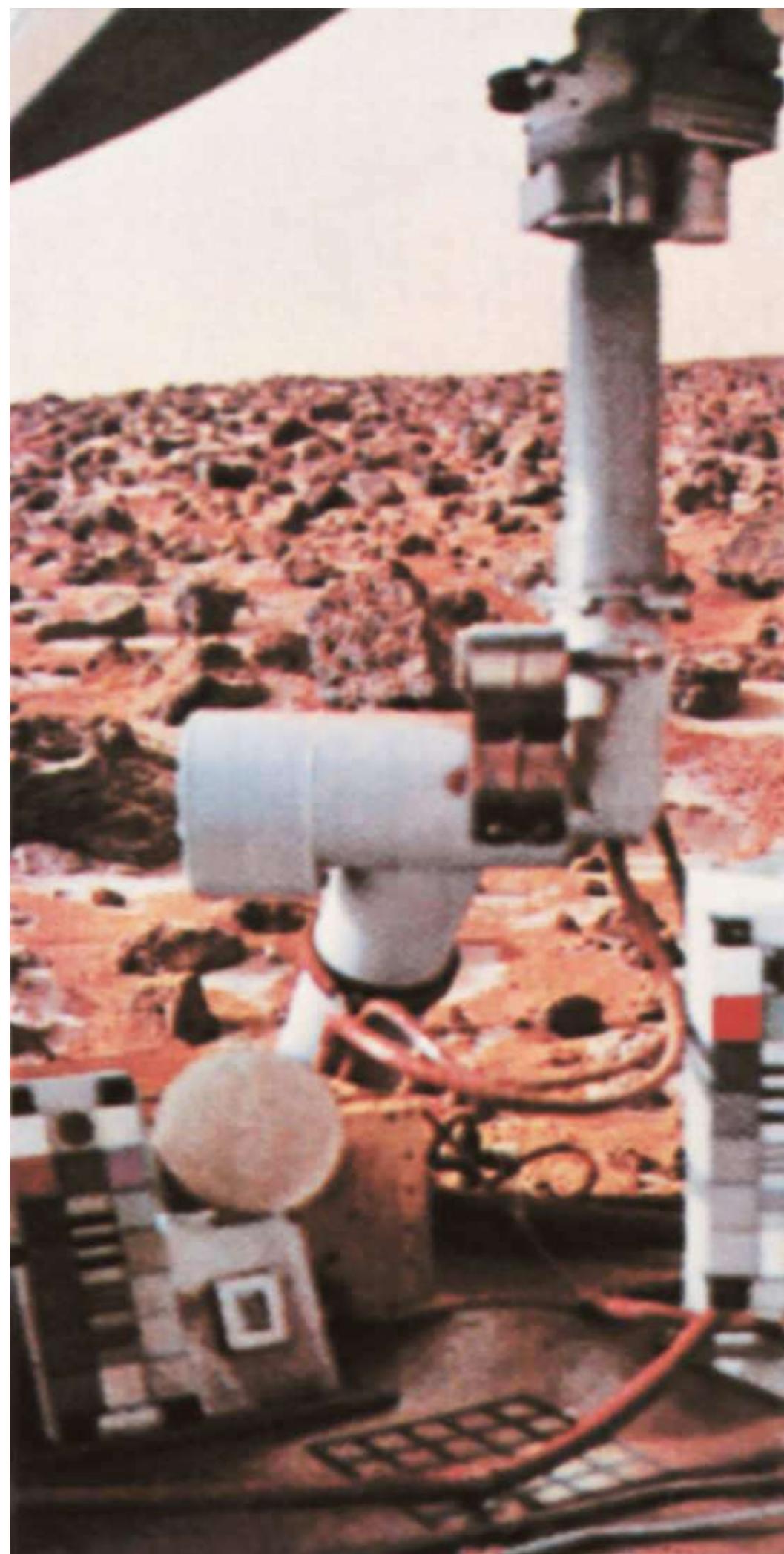
7. Sao chổi West, do Martin Grossman ở Gromau, Tây Đức, chụp từ Trái đất vào tháng Hai năm 1976. Cái đuôi lớn do gió proton và electron đến từ Mặt trời tạo ra từ nhân băng của sao chổi, còn Mặt trời lúc này đã lặn phía dưới chân trời.



8. Hố Thiên thạch ở bang Arizona (Hoa Kỳ). Hố này có đường kính 1,2 kilômét và có lẽ được sinh ra cách đây từ 15.000 đến 40.000 năm khi một khối thiên thạch sắt kích thước 25 mét va đập vào Trái đất với vận tốc 15 kilômét một giây. Năng lượng thoát ra tương đương với một vụ nổ hạt nhân cỡ 4 megaton.



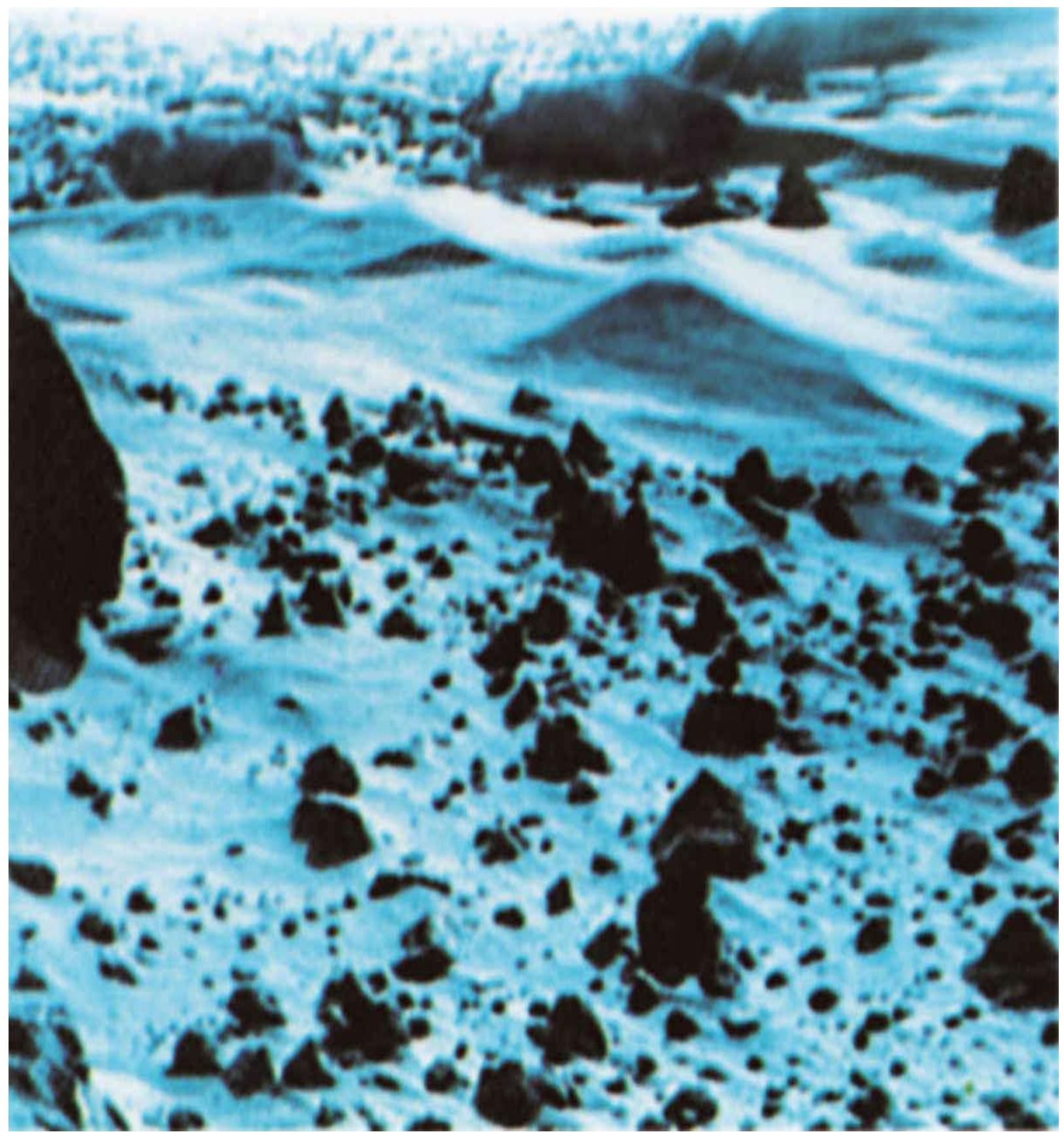
9. “Trái đất mọc” phía trên đồi núi uốn lượn và các hố miệng phễu chông lấn chằng chịt trên Sao Hỏa. Ảnh do tầng quỹ đạo tàu Apollo chụp. Được phép của NASA.



10. Đóng giá ở chốn Không tưởng. Một lớp mỏng nước đóng băng phủ lên mặt đất tại vĩ độ 44° Bắc trên Sao Hỏa, vào tháng 10 năm 1977, khi mùa đông bắt đầu ở phương Bắc. Cơ cấu thẳng đứng đỡ ăng ten định hướng hẹp để liên lạc trực tiếp giữa *Viking 2* và Trái đất. Các hình vuông màu và ô sọc đen là để đối chiếu kích cỡ cho đối tượng chụp của máy ảnh. Hình vuông đen với viền trắng, phía dưới bên trái, là một bức ảnh thu nhỏ bằng cỡ chấm, trên đó có ghi, rất bé, chữ ký của một vạn con người chịu trách nhiệm thiết kế, chế tạo, thử nghiệm, hoạt động phóng và bay vào vũ trụ của tàu *Viking*. Loài người đang trở thành loài đa hành tinh mà gần như không để ý đến điều đó. Được phép của NASA.



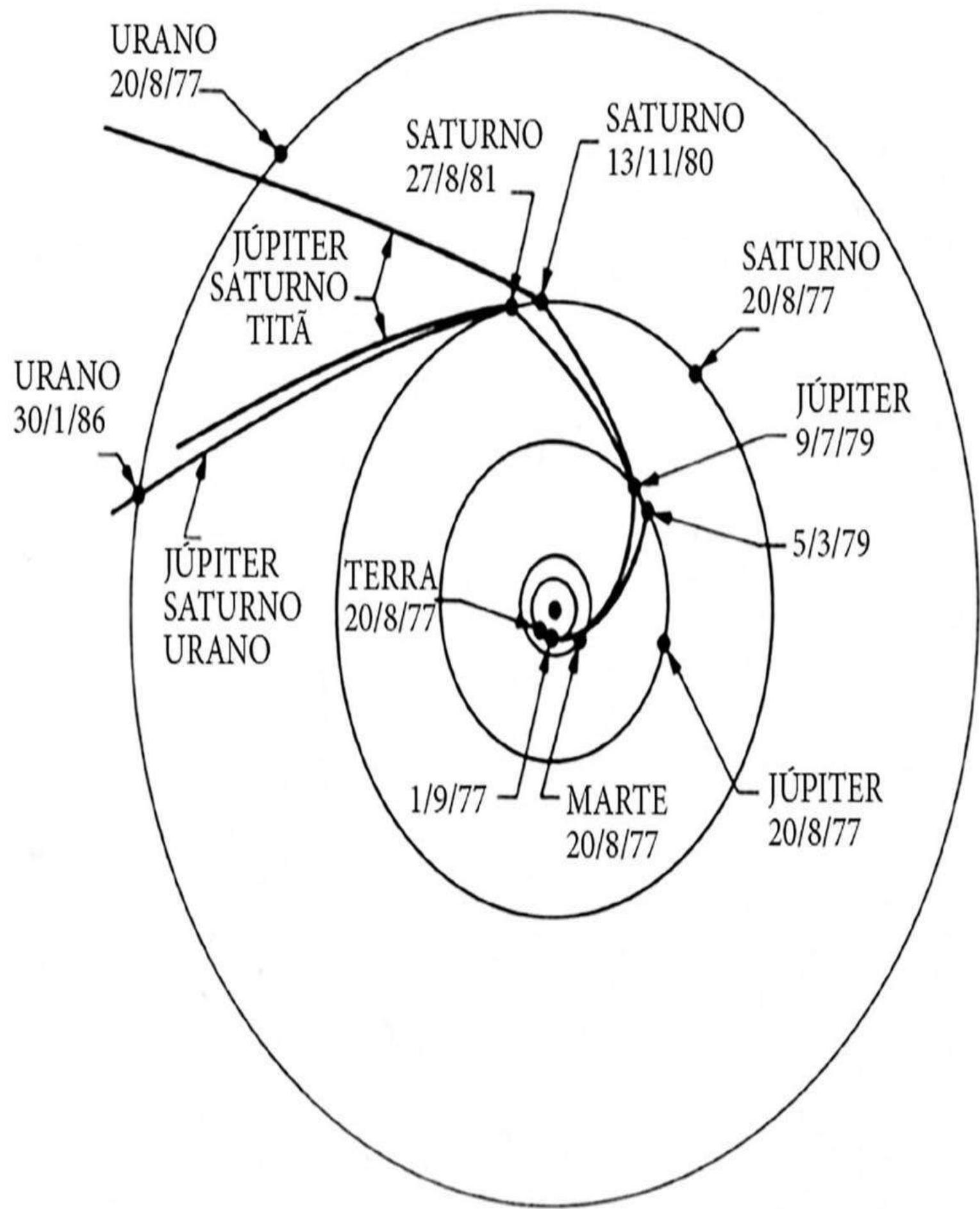
11. Một phần của Kasei Vallis, một thung lũng sông cổ xưa ở Sao Hỏa. Kasei trong tiếng Nhật là Sao Hỏa. Các hố miệng phễu va đập dưới lòng sông chứng tỏ thung lũng rất cổ xưa. Nước dạng lỏng dồi dào trên bề mặt thời xưa trong lịch sử Sao Hỏa cho thấy các điều kiện cho sự sống trước đây từng thuận lợi hơn bây giờ. Ảnh do tầng quỹ đạo tàu *Viking* chụp. Được phép của NASA.



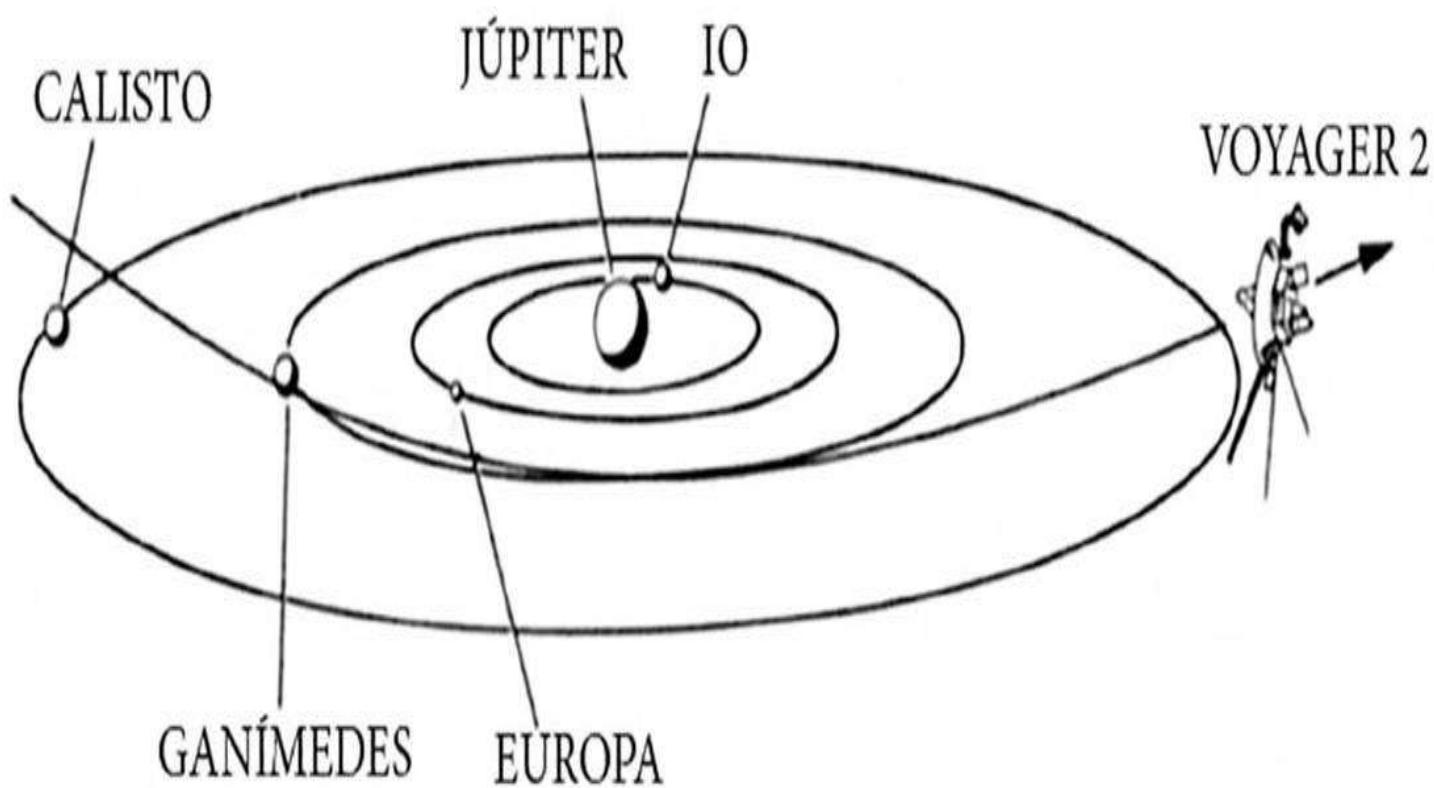
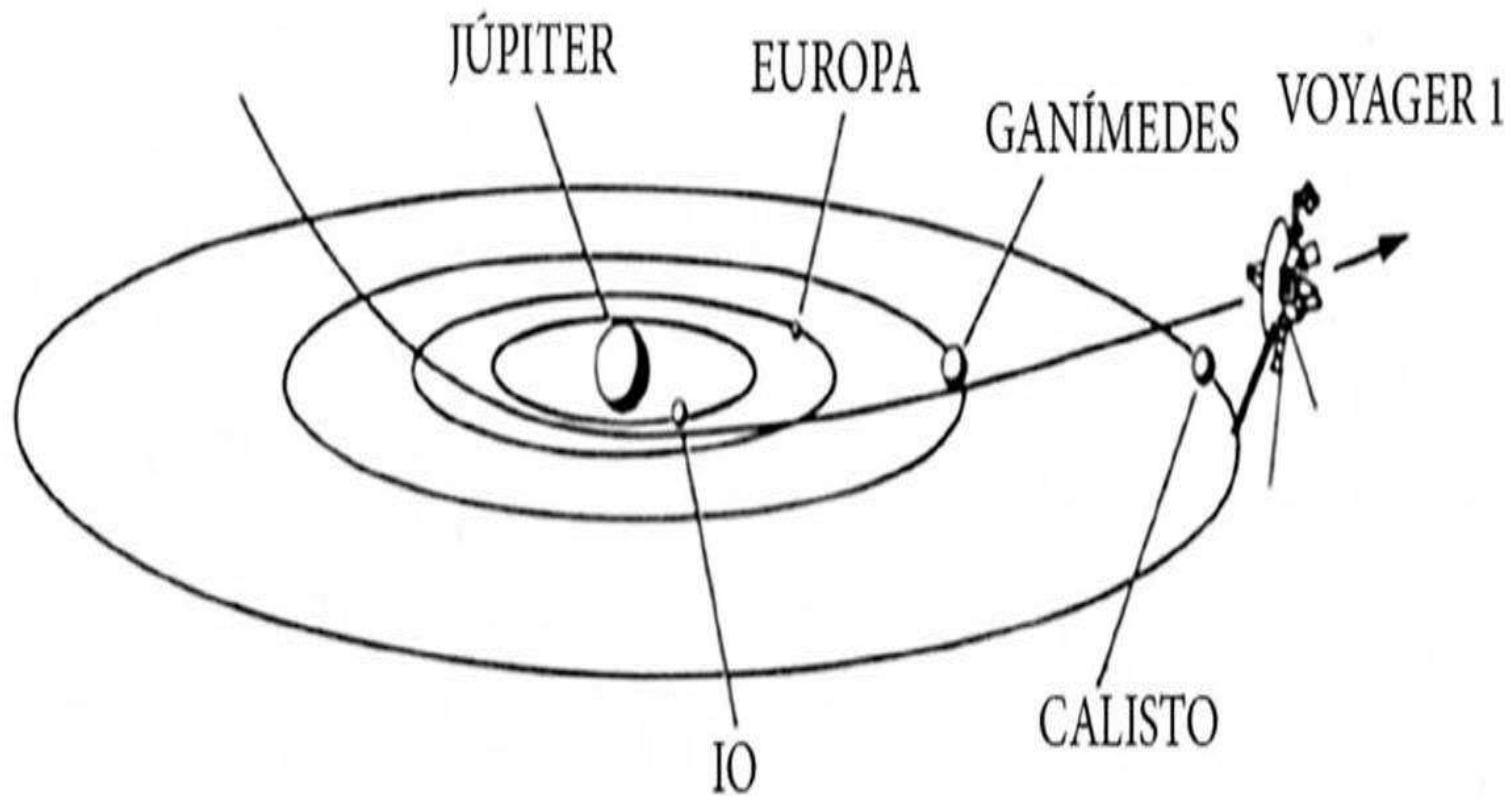
12. Chân dung một thế giới khác: đá cuội vương vãi và các đụn cát thoai thoả tại nơi đổ bộ của *Viking 1* ở Chryse. Được phép của NASA.



13. Tàu *Voyager* tiến gần Sao Mộc với các vệ tinh Io và Callisto ở phía trước Sao Mộc. Được phép của NASA.



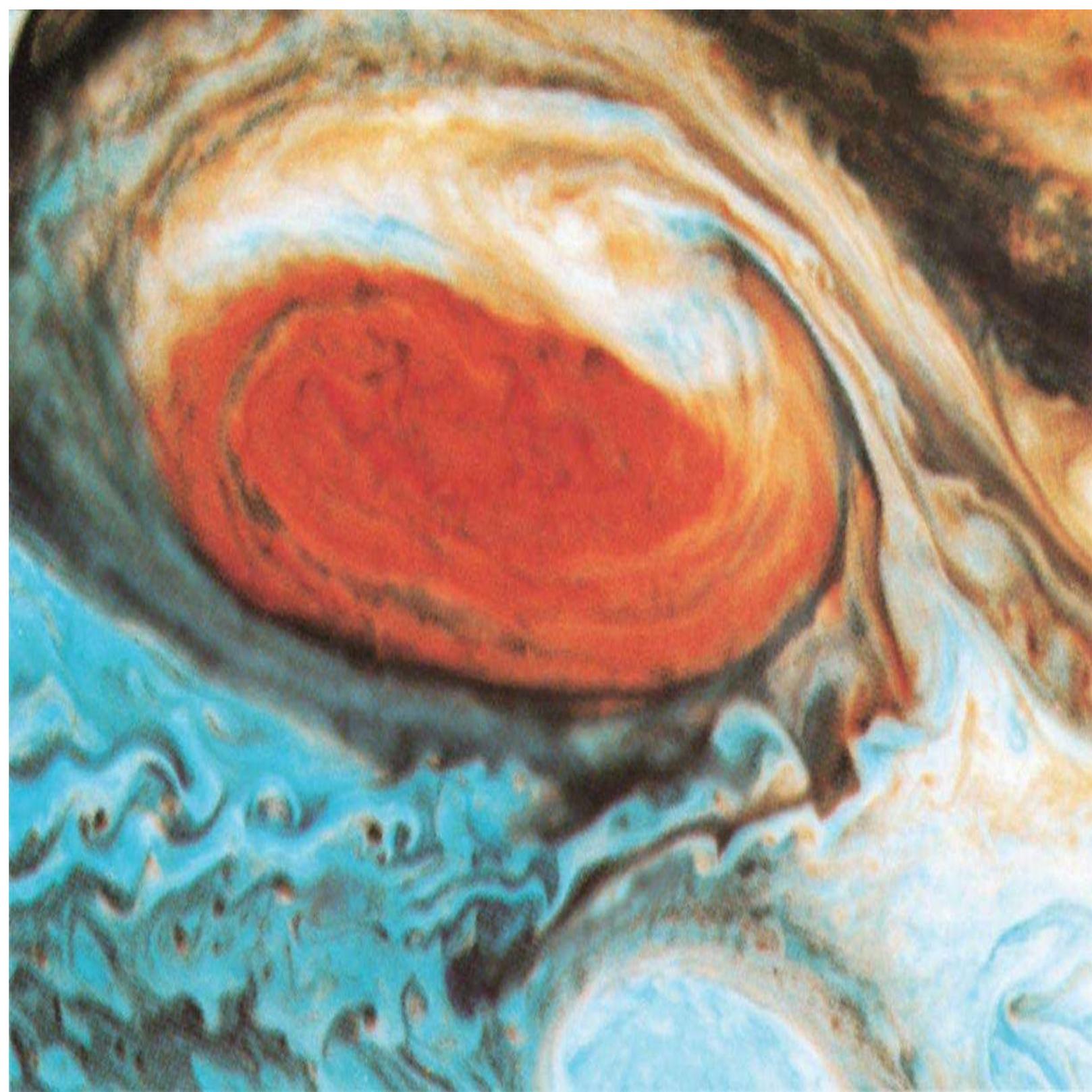
14. Đường bay của các tàu *Voyager 1* (cắt ngang quỹ đạo Sao Thiên vương, phía trên bên trái) và *Voyager 2* (gặp Sao Thiên Vương vào tháng 1 năm 1986). Cũng thể hiện trên hình là quỹ đạo khác thay thế mà *Voyager 2* phải thực hiện nếu tiến sát đến Titan, như *Voyager 1* đã làm.



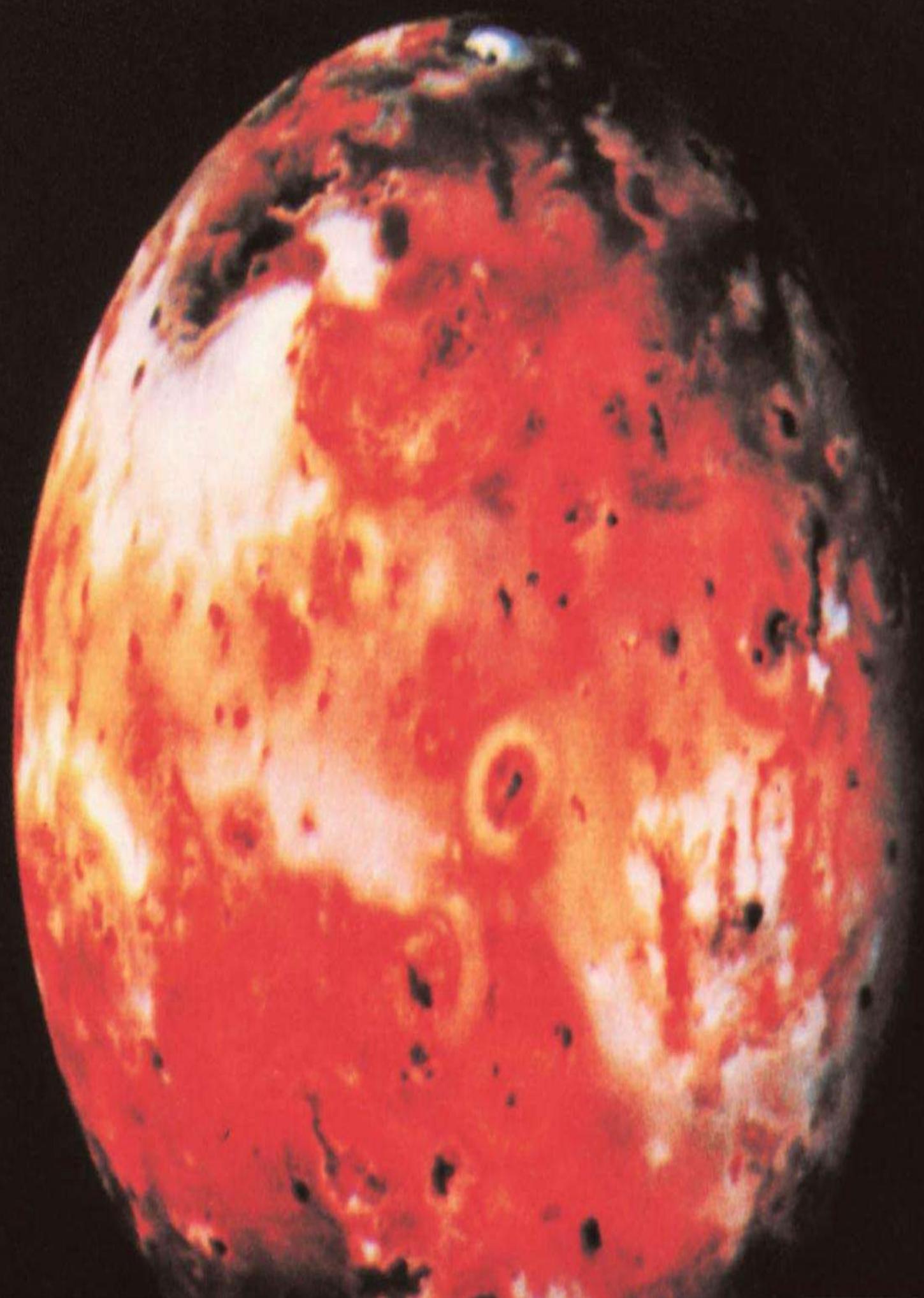
15. *Voyager 1* (hình trên) và *Voyager 2* (hình dưới) bay ngang qua các vệ tinh Galileo của Sao Mộc vào ngày 5 tháng 3 và ngày 9 tháng 7 năm 1979.



16. Vết tinh Europa của Sao Mộc, được nhìn từ tàu Voyager 2 khi ở gần nhau vào ngày 9 tháng 7 năm 1979. Europa cỡ khoảng bằng Mặt trăng của chúng ta nhưng địa hình khác đáng kể. Hố miệng phễu và núi non vắng mặt gợi ý rất thuyết phục rằng vỏ bang, có lẽ dày quãng 100km, bao bọc phần trong bằng silicat. Các đường sẫm màu chằng chịt có thể là những vết nứt trên băng được lấp đầy bằng vật liệu từ bên dưới vỏ. Độ sáng cao của Europa phù hợp với giả thuyết này. Được phép của NASA.



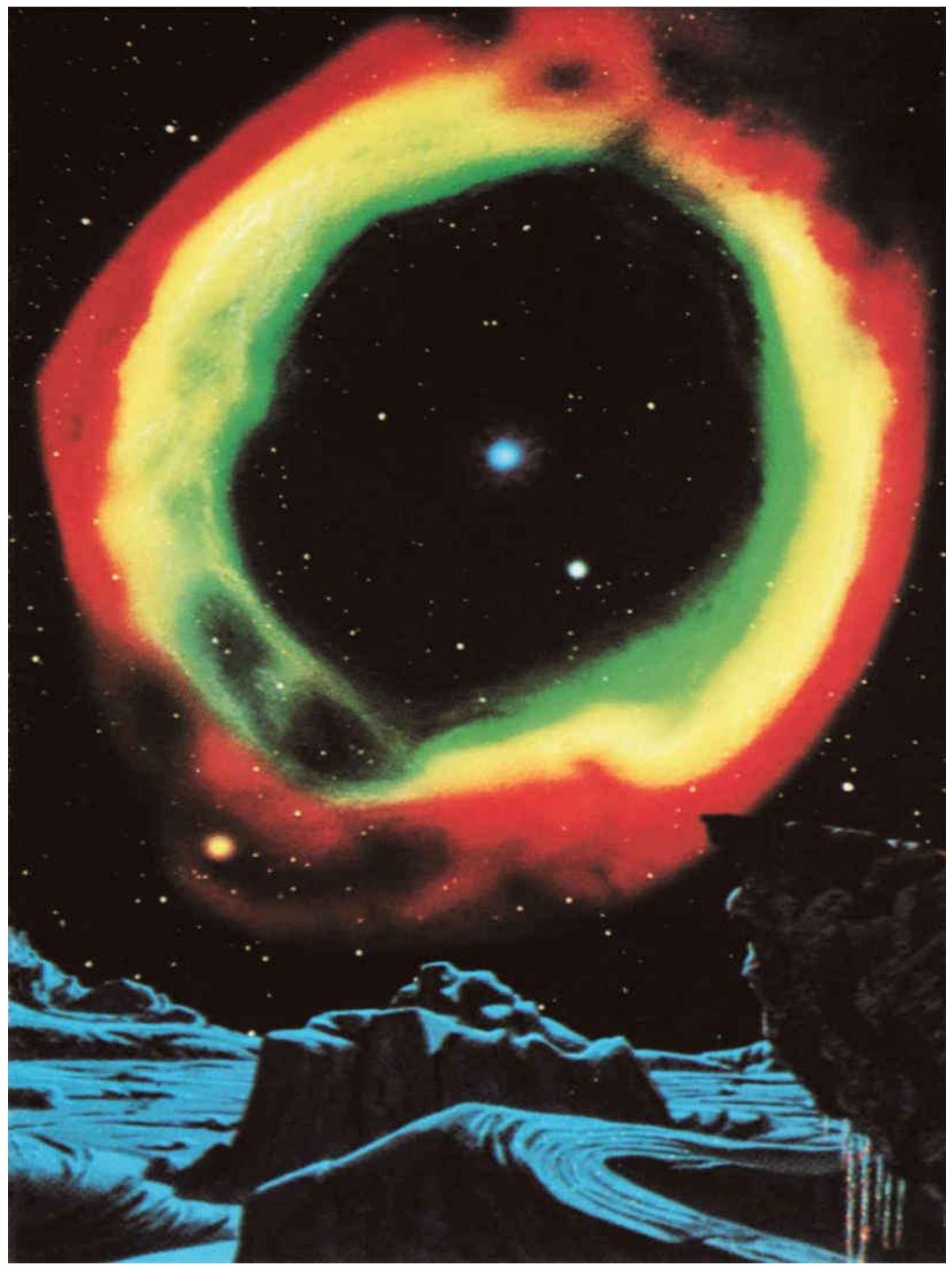
17. Ảnh màu giả của vết Đỏ Lớn, trong đó máy tính tăng thêm màu đỏ và màu xanh lam thay thế màu xanh lục. Những đám mây cao tạm thời che phủ khoảng một phần ba vết Đỏ Lớn. Ảnh do Voyager 1 chụp. Được phép của NASA.



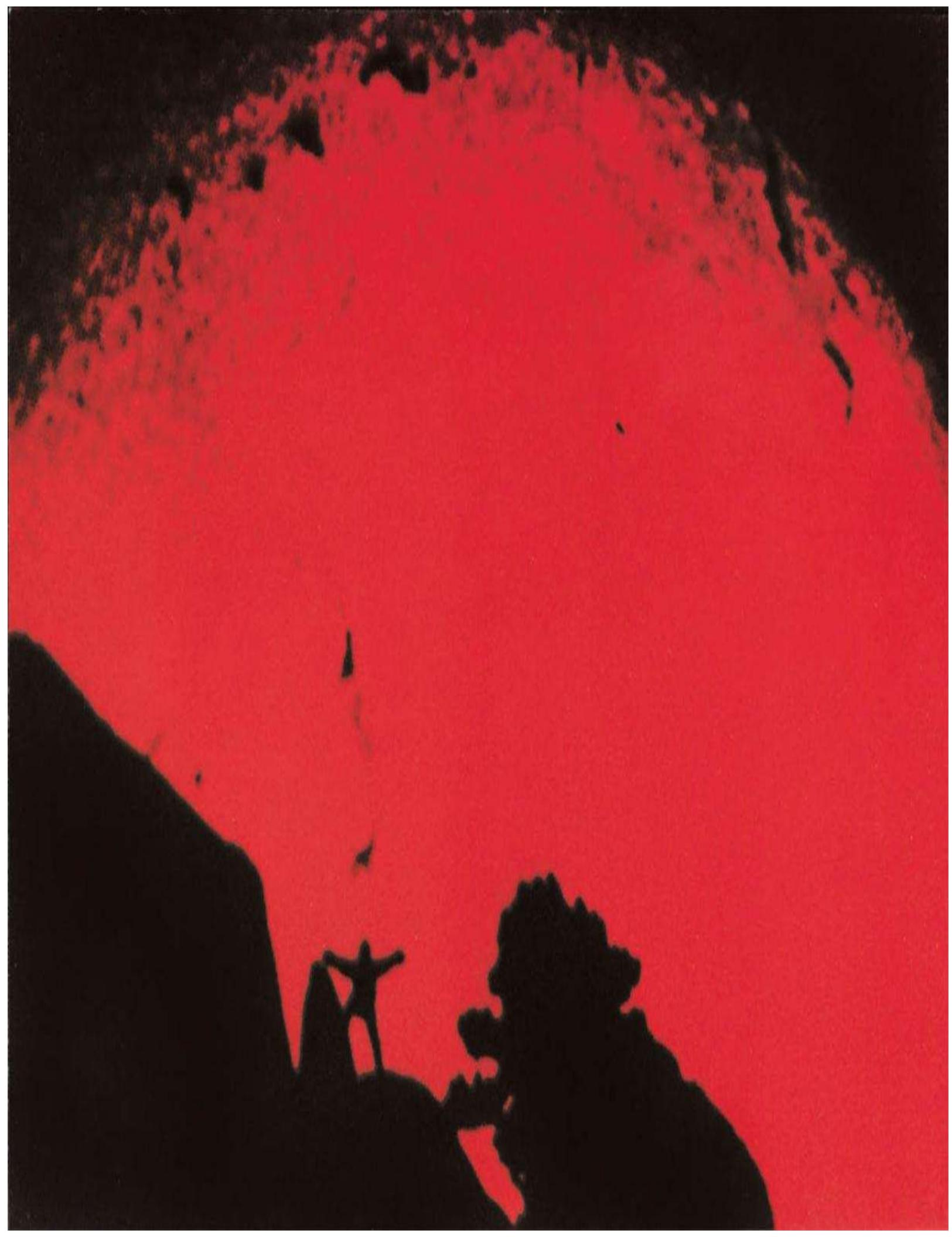
18. Ảnh bề mặt Io do *Voyager 1* chụp. Mỗi một vùng màu sẫm, gần như tròn là một núi lửa mới hoạt động. Núi lửa có một quầng sáng ở khoảng giữa đĩa bề mặtIo đã được quan sát thấy phun trào ngay trước khi chụp ảnh này mười lăm giờ: từ bấy giờ nó được đặt tên là Prometheus. Các màu đen, đỏ, da cam và vàng được cho là sunfua đông cứng, ban đầu phun ra từ núi lửa ở trạng thái nóng chảy, với nhiệt độ ban đầu cao nhất ở đám lăng đọng màu đen và thấp nhất ở đám lăng đọng màu vàng. Đám lăng đọng màu trắng, trong đó có lớp ở quanh núi lửa Prometheus, có thể là dioxit sunfua. Io có đường kính 3640 km. Được phép của NASA.



19. “Chùm long” của núi lửa Loki Patera trên Io. Ánh sáng cực tím ở đây được thể hiện bằng màu xanh lam. Bao quanh “chùm lông” trong ánh sáng nhìn thấy được là một đám mây khổng lồ, sáng rực lên trong ánh sáng Mặt trời phản xạ và bao gồm các hạt rất nhỏ. Hiệu ứng tương tự như sắc màu ánh sáng xanh lơ do các hạt khói nhỏ *mịn phản xạ*. Đỉnh đám mây cực tím cách bề mặt Io hơn 200 km. Và có thể phóng các hạt cực nhỏ và các nguyên tử thẳng vào không gian. Vật chất phóng lên sẽ vẫn ở trên quỹ đạo quanh Sao Mộc giống như Io, thế là chúng tạo ra một đường ống chứa các nguyên tử bay xung quanh Sao Mộc ở khoảng cách như của Io. Ảnh do *Voyager 1* chụp. Được phép của NASA.



20. Một hành tinh băng giả thuyết trong hệ thống Tinh vân. Nhân ở chòm Cây Đàn (Thiên cầm). Ngôi sao ở chính giữa trút bỏ lớp khí quyển ngoài, tạo ra một cái vỏ khí nóng sáng nhiều màu giãn nở chậm. Hệ thống này cách xa 1500 năm ánh sáng và có thể là đối tượng thám hiểm của con người trong tương lai xa. Tranh vẽ của David Egge, 1979.



21. Một hình thái sinh vật và ngôi sao của nó. Qua kính thiên văn mặt trời được trang bị phin lọc chỉ cho ánh sáng đỏ phát xạ bởi khí hydro đi qua, các vết Mặt trời trở nên đen sẫm. Ở tiền cảnh, trên một ngọn núi, là một người đang hoan hỉ. Được phép của Cục Đại dương và Khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ. Ảnh chụp của Joseph Sutorick.



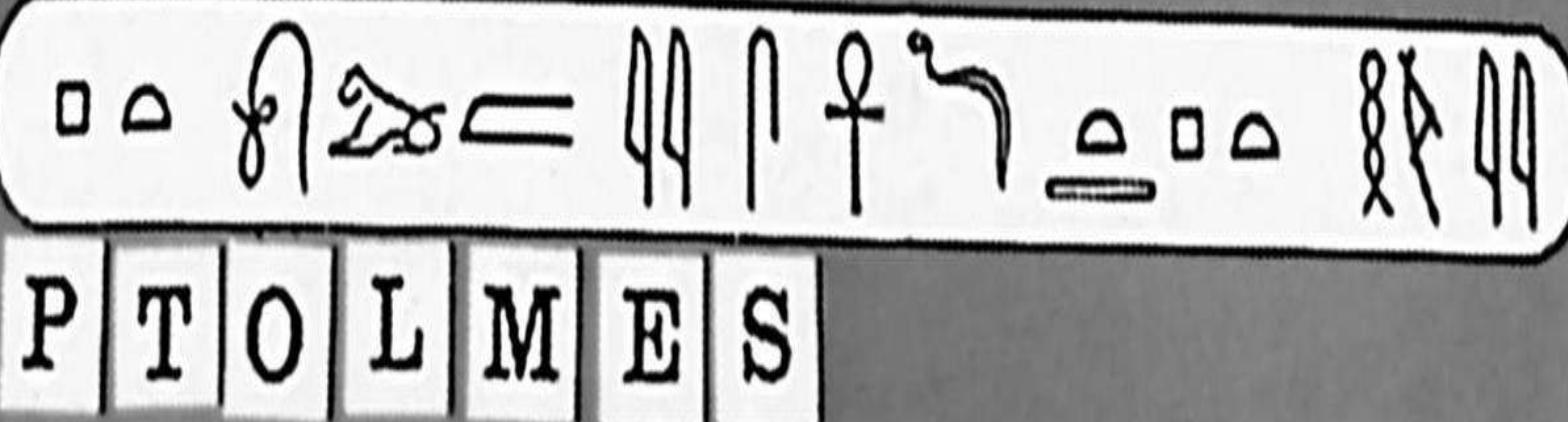
22. Thiên hà Xoáy Nước M51 (thiên thể thứ 51 trong danh mục của Charles Messier), còn gọi là NGC 5194. Năm 1845, William Parson, Bá tước thứ ba xứ Rosse, đã phát hiện ra cấu trúc xoắn của “tinh vân” này. Đây là thiên hà đầu tiên có cấu trúc xoắn được quan sát thấy. Cách chúng ta mười ba triệu năm ánh sáng, nó bị anh bạn đồng hành nhỏ bé là NGC 5195 (dưới), một thiên hà không định hình, làm méo mó bởi lực hấp dẫn. Được phép của Đài thiên văn Hale.



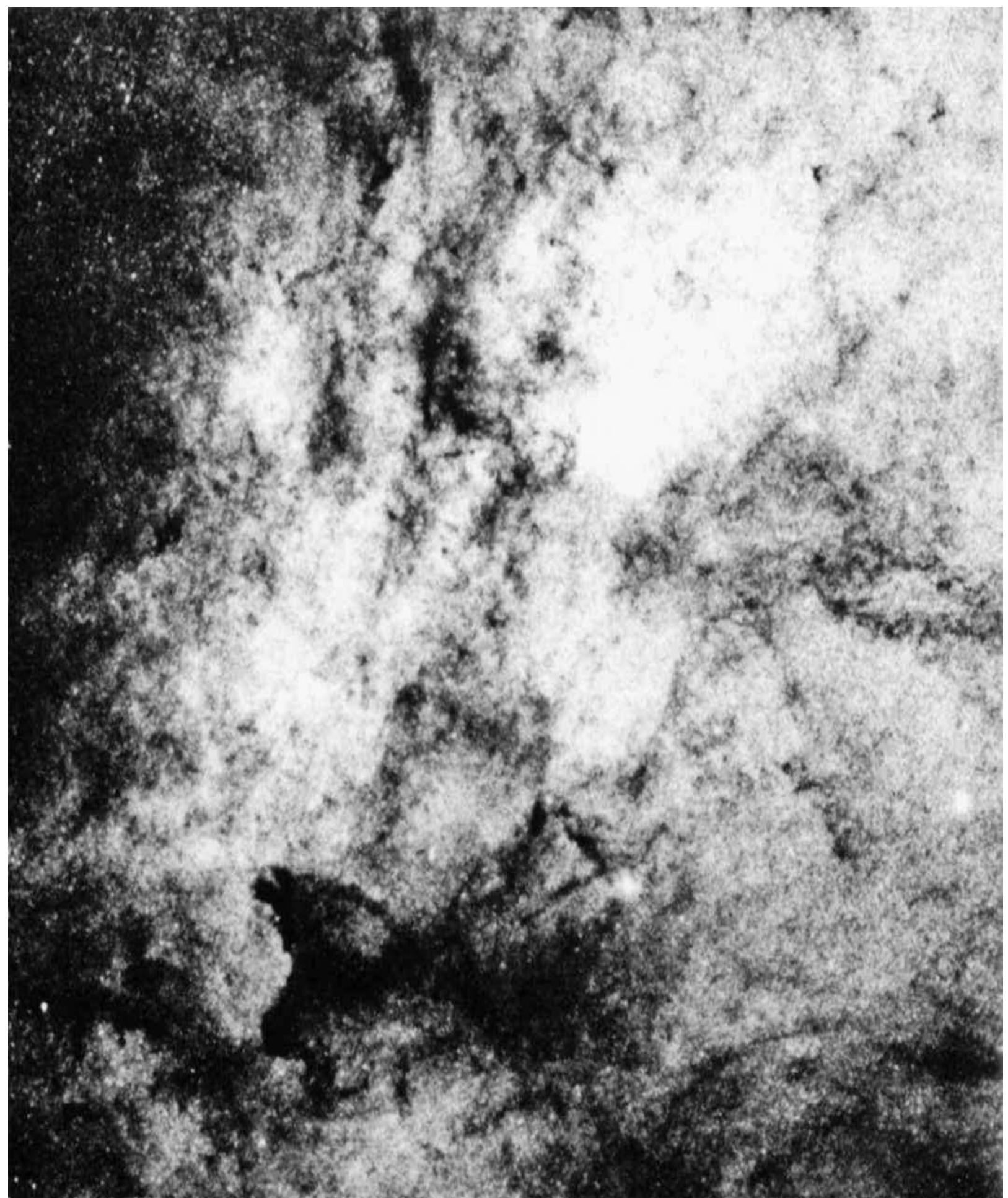
23. Một phần của Quần thiên hà Hercules, với khoảng 300 thành viên đã biết, đang lùi xa khỏi vùng vũ trụ của chúng ta với tốc độ chừng 10.000 km/s. Trong bức ảnh này, số lượng thiên hà (ở xa hơn 300 triệu năm ánh sáng) nhiều hơn số lượng sao ở cận cảnh trong Thiên hà Ngân Hà của chúng ta. Nếu Quần thiên hà Hercules không bay tản đi, ở đó sẽ phải có khối lượng vật chất đóng vai trò gắn kết quần thiên hà bằng lực hấp dẫn, lớn gấp năm lần khối lượng chúng ta có thể nhận thấy trong các thiên hà của nó. Thứ “khối lượng ẩn” ấy, nếu phô biến trong không gian giữa các thiên hà, sẽ góp phần chính vào việc làm vũ trụ co lại. Được phép của Đài thiên văn Hale.



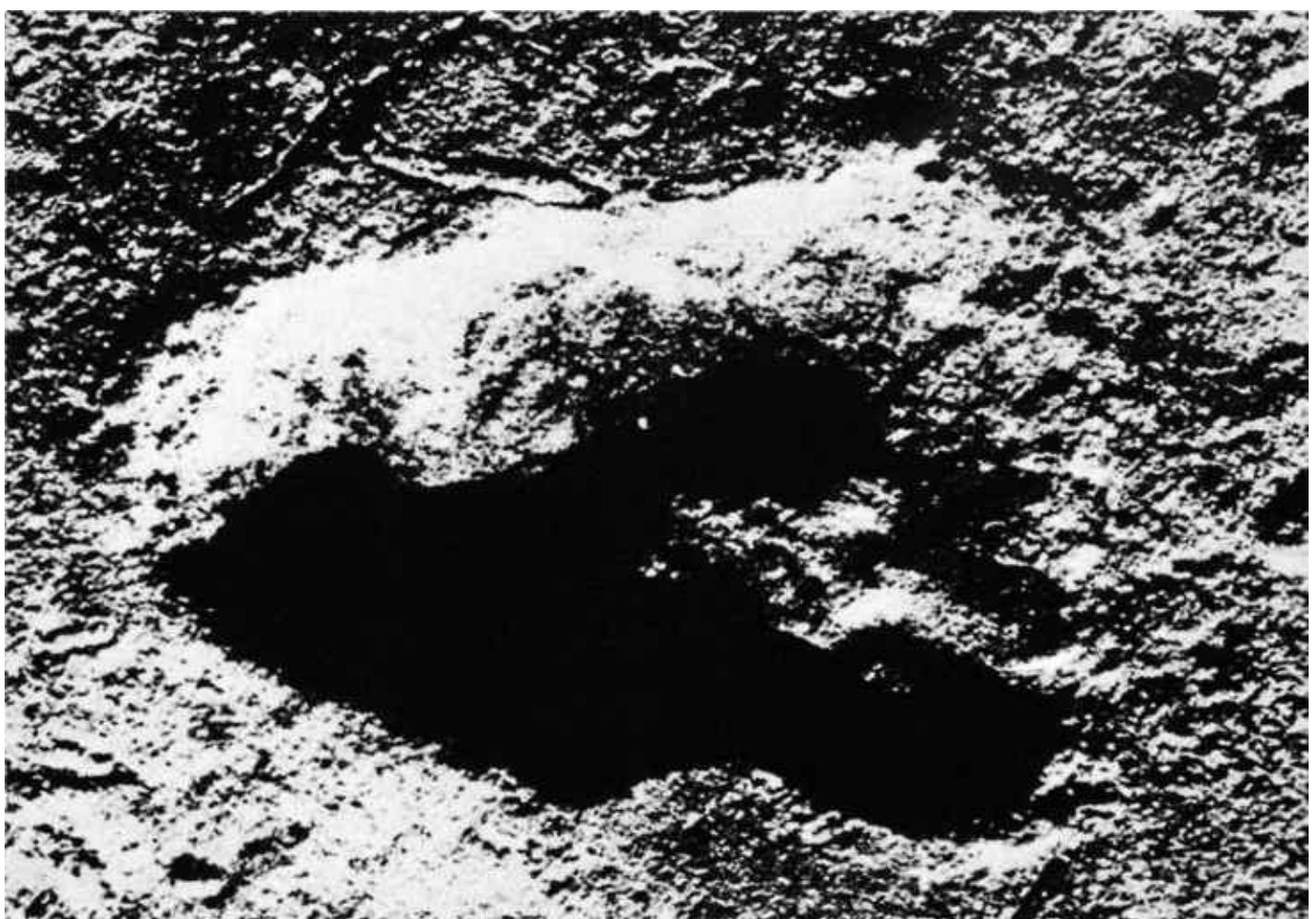
24. Một sinh vật thông minh. Con cá voi bướu nhô lên khỏi mặt nước ở eo Frederick, Alaska, mùa hè năm 1979. Cá voi bướu nổi tiếng về những cú nhảy ngoạn mục và sự trao đổi thông tin khác thường của chúng. Một con cá voi bướu trung bình nặng 50 tấn và dài 15 mét. Não chúng lớn hơn nhiều não người. Được phép của Dan McSweeney.



25. Phiên tự vòng chữ Ptolemy trích từ phiến đá Rosetta và vòng chữ Cleopatra trích từ đài kỷ niệm Philae.

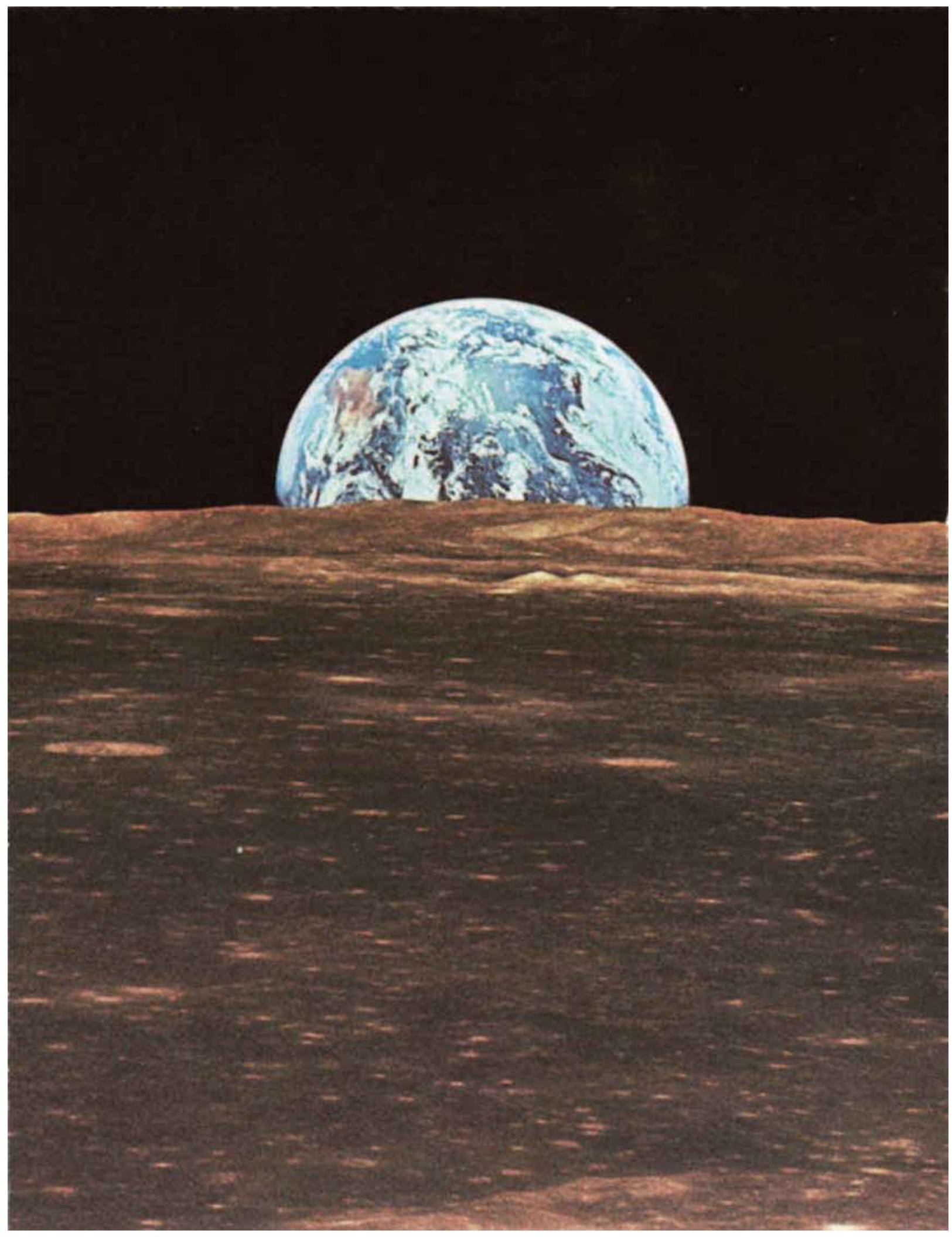


26. Một đám mây sao lớn trong chòm sao Cung Thủ, nhìn về hướng tâm Thiên hà Ngân Hà. Các vệt đường bụi sẫm tối chứa phân tử hữu cơ; một số vệt trong đó chứa các ngôi sao đang ở giai đoạn hình thành đầu tiên. Trong bức ảnh này có khoảng một triệu ngôi sao. Theo ước tính trong chương này, một trong số đó là mặt trời có nền văn minh tiên tiến vượt xa nền văn minh của chúng ta. Được phép của Đài thiên văn Hale.



27. Hai vết chân người. Hình trên là ở Tanzania, cách đây 3,6 triệu năm. Hình dưới là ở Mare Tranquilitatis (Biển Yên tĩnh), năm 1969. Được

phép của Mary Leakey và Hội Địa lý Quốc gia Hoa Kỳ và NASA.



28. Hành tinh quê hương của nền văn minh kỹ thuật đang nổi lên, đang tranh đấu để tránh tự hủy diệt. Thế giới này được quan sát từ một tiến đồn tạm thời gần vệ tinh tự nhiên duy nhất của nó. Trái đất chu du quanh Mặt trời mỗi ngày được chừng 2,5 triệu km; nhanh hơn Mặt trời chu du quanh tâm Thiên hà Ngân Hà lần lăn; và có lẽ còn nhanh hơn Ngân Hà lao về phía quần thiên hà Trinh Nữ (Virgo) hai lần. Lúc nào chúng ta cũng là những nhà du hành trong vũ trụ. Được phép của NASA.

Mặt khác, giả sử nhà du hành ngược thời gian của chúng ta thuyết phục được Nữ hoàng Isabella rằng môn địa lý Columbus là sai lầm, rằng theo ước lượng chu vi Trái Đất của Eratosthenes thì Columbus không thể tới được châu Á. Điều gần như chắc chắn là một người châu Âu khác sẽ dong buồm sang Tân Thế giới trong vòng vài thập kỷ sau đó. Những tiến bộ trong hoa tiêu hàng hải, sự quyến rũ của buôn bán gia vị và sự cạnh tranh giữa các cường quốc châu Âu đối địch sẽ khiến cho việc phát hiện ra châu Mỹ vào khoảng năm 1500 ít nhiều mang tính tất yếu. Tất nhiên, ngày nay sẽ không có nước Colombia, đặc khu Columbia hay thành phố Columbus, bang Ohio, hoặc trường Đại học Columbia ở châu Mỹ¹⁵⁹. Nhưng tiến trình tổng thể của lịch sử có thể vẫn không có gì khác lăm. Muốn tác động sâu sắc đến tương lai, nhà du hành ngược thời gian có lẽ phải can thiệp vào một số sự kiện được chọn lựa cẩn thận, làm thay đổi lối đan cài của lịch sử.

Thám hiểm vào những thế giới chưa hề tồn tại kia là một sự tưởng tượng đáng yêu. Bằng cách ghé thăm những thế giới ấy chúng ta có thể hiểu xem lịch sử vận hành như thế nào; và lịch sử có thể trở thành một khoa học thực nghiệm. Nếu một nhân vật then chốt nào đó chưa hề tồn tại - giả dụ Plato, hay Thánh Paul¹⁶⁰, hoặc Peter Đại Đế - thì thế giới này sẽ khác đi như thế nào? Sẽ ra sao nếu truyền thống khoa học của người Hy Lạp Ionia cổ đại vẫn tiếp tục sống và phát triển? Nó sẽ đòi hỏi nhiều thế lực xã hội thời đó phải khác đi - kể cả niềm tin áp đảo rằng chế độ nô lệ là tự nhiên và đúng đắn. Sẽ ra sao nếu ánh sáng trí tuệ từng bừng lên ở miền Đông Địa Trung Hải 2.500 năm trước không lui tắt? Sẽ ra sao nếu khoa học và phương pháp thực nghiệm, sự tôn vinh các nghề thủ công và khoa cơ khí được duy trì mạnh mẽ trong suốt 2.000 năm trước cuộc Cách mạng công nghiệp? Sẽ ra sao nếu sức mạnh của lối tư duy mới này được đánh giá xứng đáng rộng khắp hơn? Đôi khi tôi nghĩ rằng chúng ta có thể tiết kiệm được mười hoặc hai mươi thế kỷ. Khi ấy lẽ ra những tư tưởng của Leonardo xuất hiện sớm hơn 1.000 năm trước và của Albert Einstein sớm hơn 500 năm trước. Trên Trái Đất khi ấy tất nhiên sẽ không sinh ra Leonardo và Einstein nữa. Rất nhiều thứ sẽ khác đi. Trong mỗi lần phóng tinh có hàng trăm triệu tế bào tinh trùng, nhưng chỉ có một tinh trùng trong số đó thụ tinh một trứng rồi sản sinh ra một con người của thế hệ sau mà thôi. Nhưng việc tinh trùng nào thụ tinh thành công với trứng ắt phải thuộc vào những yếu tố nhỏ nhặt nhất và không có gì quan trọng, cả bên trong lẫn bên ngoài. Ngay cả một thay đổi nhỏ nhặt nếu diễn ra cách đây 2.500 năm, thì có khi chẳng có ai trong số chúng ta có mặt ở đây ngày hôm nay. Sẽ có hàng tỷ những người khác sống thế chỗ chúng ta.

Nếu tinh thần Ionia ngày ấy chiến thắng, tôi nghĩ chúng ta - một "chúng ta" khác - biết đâu giờ đây đang mạo hiểm tìm đường đến các vì sao. Những con tàu khảo sát đầu tiên đến các sao Alpha Centauri, sao Barnard, sao Thiên Lang và Tau Ceti (Tau chòm Cá Voi) dễ thường đã trở về từ lâu. Những đội tàu vận tải giữa các sao dễ thường đang được xây dựng trên quỹ đạo Trái Đất - những con tàu khảo sát không người lái, tàu chuyển tuyến cho người di cư, tàu buôn khổng lồ đang tung hoành trên biển cả vũ trụ. Trên tất cả những con tàu này đều có các ký hiệu và chữ viết. Nếu nhìn thật gần, chúng ta có thể nhìn ra ngôn ngữ trên đó là ngôn ngữ Hy Lạp. Có lẽ ký hiệu trên mũi một trong những con tàu liên sao đầu tiên sẽ là hình mười hai mặt, với dòng chữ "Tàu liên sao Theodorus¹⁶¹ của hành tinh Trái Đất"

Trong dòng thời gian của thế giới chúng ta, sự vật diễn ra có phần chậm chạp hơn. Chúng ta chưa sẵn sàng cho các vì sao. Nhưng có lẽ sau một hai thế kỷ nữa, khi hệ Mặt Trời đã được thám hiểm hết, chúng ta cũng sẽ sắp xếp xong trật tự cho hành tinh chúng ta. Khi ấy chúng ta sẽ có ý chí, nguồn lực và kiến thức kỹ thuật để đi tới các vì sao. Chúng ta sẽ xem xét từ những khoảng cách lớn sự đa dạng của các hệ hành tinh

khác, một số rất giống hệ của chúng ta nhưng có những hệ hoàn toàn khác. Chúng ta sẽ biết đi thăm ngôi sao nào. Máy móc của chúng ta và hậu duệ của chúng ta, con cháu của Thales và Aristarchus, Leonardo và Einstein, khi ấy sẽ bay lướt qua những năm ánh sáng.

Hiện giờ chúng ta còn chưa rõ có bao nhiêu hệ hành tinh, nhưng đường như dồi dào lắm. Ở ngay vùng lân cận với chúng ta đây, tồn tại không chỉ một, mà theo một cách hiểu nào đó, tới ba hệ: Sao Mộc, Sao Thổ và Sao Thiên Vương¹⁶², mỗi hành tinh có một hệ vệ tinh, mà về kích thước tương đối và khoảng cách giữa các vệ chúng rất giống với các hành tinh quay quanh Mặt Trời. Phép ngoại suy từ thống kê về các sao đôi khác biệt nhau rất lớn về khối lượng chỉ ra rằng gần như tất cả các ngôi sao đơn độc như Mặt Trời thường có các hành tinh làm bạn đồng hành.

Chúng ta còn chưa trực tiếp nhìn thấy các hành tinh của các ngôi sao khác, vì chúng chỉ là những chấm sáng bé tí tẹo chìm lấp trong ánh sáng của các Mặt Trời địa phương của chúng¹⁶³. Nhưng chúng ta sắp sửa phát hiện được ảnh hưởng lực hấp dẫn của một hành tinh không nhìn thấy được lên ngôi sao mà ta quan sát. Hãy hình dung một ngôi sao có “chuyển động riêng”¹⁶⁴ lớn, nhiều thập kỷ dịch chuyển trên nền các chòm sao ở xa hơn; nó lại có một hành tinh lớn, khối lượng cỡ như Sao Mộc chẳng hạn, mà mặt phẳng quỹ đạo của hành tinh này ngẫu nhiên vuông góc với hướng nhìn của chúng ta. Nếu hành tinh không sáng ấy ở phía bên phai ngôi sao, khi nhìn từ phía Trái Đất, thì ngôi sao sẽ bị hút về phía phải, rồi lại bị hút về phía đối diện khi hành tinh ở phía bên trái. Hệ quả là con đường dịch chuyển của ngôi sao sẽ thay đổi, tức là bị nhiễu động, từ dạng đường thẳng thành đường lượn sóng. Ngôi sao gần nhất có thể áp dụng phương pháp nhiễu động hấp dẫn này là sao Barnard, ngôi sao đơn độc gần nhất. Những tương tác phức tạp của ba ngôi sao của hệ sao Alpha Centauri sẽ khiến cho bài toán tìm một thiên thể đồng hành có khối lượng nhỏ trở nên rất khó. Ngay cả đối với sao Barnard, việc nghiên cứu cũng rất tỉ mẩn, đòi hỏi phát hiện sự dịch chuyển vị trí cực nhỏ trên các tấm kính ảnh phơi sáng ở kính thiên văn trong khoảng thời gian kéo dài hàng thập kỷ. Hai nghiên cứu như vậy đã được thực hiện để tìm các hành tinh quay quanh sao Barnard, và cả hai nghiên cứu xét theo một vài tiêu chí đã thành công, ngụ ý rằng có từ hai hành tinh trở lên với khối lượng cỡ Sao Mộc chuyển động trên một quỹ đạo (tính theo định luật thứ ba của Kepler) gần sao chủ của chúng hơn khoảng cách từ Sao Mộc và Sao Thổ đến Mặt Trời. Nhưng tiếc thay hai tập hợp số liệu quan sát đường như mâu thuẫn nhau. Có thể tạm coi là một hệ hành tinh quanh sao Barnard đã được phát hiện, tuy còn sự mập mờ chờ nghiên cứu thêm¹⁶⁵.

Các phương pháp khác phát hiện hành tinh quay quanh các sao đang được phát triển, trong đó có phương pháp chủ động che ánh sáng chói chang của ngôi sao - bằng một cái đĩa đặt phía trước một kính thiên văn không gian, hoặc dùng luồn mép tối của mặt trăng làm đĩa che - để cho ánh sáng phản xạ từ hành tinh hiện ra, mà không còn bị át bởi ánh sáng của ngôi sao ở gần. Trong vài thập kỷ nữa chúng ta sẽ có câu trả lời dứt khoát những sao nào trong số một trăm ngôi sao gần nhất có các hành tinh đồng hành.¹⁶⁶

Những năm gần đây, các quan sát ở dải hồng ngoại đã làm phát lộ một số đám mây khí và bụi hình đĩa tiền hành tinh quanh một vài ngôi sao ở gần. Trong khi đó, vài nghiên cứu lý thuyết mạnh mẽ đề xuất rằng các hệ hành tinh là hiện tượng phổ biến trong thiên hà. Một tập hợp mô hình nghiên cứu trên máy tính khảo sát sự tiến hóa của một cái đĩa khí và bụi dạng bẹt, kết tụ, thuộc loại được cho là dẫn đến các sao và hành tinh. Những cục vật chất nhỏ - những kết tụ đầu tiên ở đĩa - được phun vào đám mây vào những thời điểm ngẫu nhiên. Các cục vật chất tích thêm bụi khi di chuyển. Khi kích thước của chúng đủ lớn, chúng hút khí, chủ yếu là khí hydro, ở đám mây, theo nguyên lý hấp dẫn. Khi hai cục đang chuyển động va vào nhau, thì chúng dính vào nhau theo chương trình máy tính đã lập. Quá trình này tiếp tục cho đến khi tất cả khí và bụi cạn kiệt. Kết quả phụ thuộc vào các điều kiện ban đầu, nhất là vào mật độ phân bố khí và bụi từ tâm đám mây ra xa dần. Trong phạm vi các điều kiện ban đầu hợp lý, sớm muộn cũng sẽ hình thành các hệ hành

tinh gần giống như hệ của chúng ta - khoảng chục hành tinh, các hành tinh kiểu Trái Đất ở phía trong gần ngôi sao, các hành tinh kiểu Sao Mộc ở phía ngoài. Trong những tình huống khác thì có trường hợp không có hành tinh nào - chỉ có một đùm tiếu hành tinh; hoặc có khi các hành tinh kiểu Sao Mộc lại ở gần sao; hoặc một hành tinh kiểu Sao Mộc tích tụ nhiều khí và bụi đến mức trở thành sao, nguồn gốc của một hệ sao đôi. Hãy còn quá sớm để khẳng định chắc chắn, nhưng dường như trong khắp Thiên Hà có các hệ hành tinh hết sức đa dạng, và chắc là rất hay gặp, bởi theo như chúng ta nghĩ, tất cả các ngôi sao ắt đều bắt nguồn từ các đám mây khí và bụi như vậy. Đến 100 tỷ hệ hành tinh trong Thiên Hà đang chờ khám phá nghiên cứu.

Không một thế giới nào trong số ấy giống hệt Trái Đất. Số ít sẽ hiểu khách; hầu hết sẽ tỏ ra thù địch. Nhiều thế giới đẹp đến nao lòng. Ở một vài thế giới, ban ngày trên trời sẽ có nhiều mặt trời, ban đêm sẽ có nhiều mặt trăng, hay các hệ vành chứa các phần tử lớn kéo dài từ chân trời này đến chân trời kia. Một vài mặt trăng ở gần hành tinh của mình đến nỗi nó hiện ra lù lù trên trời, chiếm đến nửa bầu trời. Còn một vài thế giới sẽ nhìn hướng ra một tinh vân khí khổng lồ, tàn tích của một ngôi sao bình thường từng tồn tại mà giờ không còn nữa. Trong tất cả những bầu trời ấy, chứa nhiều chòm sao xa xôi và lạ kỳ, sẽ có một ngôi sao màu vàng mờ nhạt - có lẽ phải khó khăn lắm mới nhìn thấy bằng mắt thường, có khi chỉ nhìn thấy được qua kính thiên văn - ngôi sao quê hương của đội tàu vận tải liên sao khai khẩn khu vực tí hon này của Thiên Hà Ngân Hà vĩ đại.

Chủ đề không gian và thời gian, như ta đã thấy, đan quyện vào nhau. Các thế giới (hành tinh) và các ngôi sao, giống như con người, ra đời, sinh sống và chết đi. Đời người đo bằng các thập kỷ; đời Mặt Trời dài gấp 100 triệu lần. So với một ngôi sao, chúng ta chỉ là những con phù du, những sinh vật đoán mệnh sống toàn bộ cuộc đời trong chỉ một ngày. Từ góc nhìn của một con phù du, thì con người có vẻ lù đù, gần như không động đậy, ít biểu lộ dấu hiệu hoạt động nào. Từ góc nhìn của một ngôi sao, thì một con người chỉ là một ánh lóe nhỏ nhoi, một trong hàng tỷ cuộc đời ngắn ngủi lập lòe yếu ớt trên bề mặt một quả cầu xôi kỳ cục bằng silicat và sắt, lạnh lẽo lùng và rắn rọt thường.

Trong tất cả những thế giới rải rác trong vũ trụ kia, những sự kiện, biến cố đang trôi qua sẽ xác định tương lai của chúng ta. Còn trên hành tinh nhỏ của chúng ta, thời điểm lịch sử này cũng là điểm phân nhánh lịch sử quan trọng tương tự như sự đối kháng của các nhà khoa học Ionia với các nhà thần bí 2.500 năm trước đây. Chúng ta sẽ làm gì với thế giới của mình bây giờ, điều ấy sẽ ảnh hưởng lâu dài qua các thế kỷ và quyết định vận mệnh con cháu chúng ta và số phận của chúng, nếu có, ở thế giới của các ngôi sao.

CHƯƠNG IX

ĐỜI SỐNG CỦA CÁC NGÔI SAO

Bầu trời của chúng tôi, tít trên cao kia, lốm đốm đầy những sao. Chúng tôi thường nằm ngửa, mắt ngược nhìn lên các ngôi sao, tranh luận chuyện có phải chúng được tạo ra hay chúng đã có sẵn ở đó rồi.

- Mark Twain, *Cuộc phiêu lưu của Huckleberry Finn*

Tôi có... một nhu cầu thô thiển ghê gớm... biết nói thế nào nỉ?... về tôn giáo. Thế là đêm đến tôi đi ra ngoài và vẽ các ngôi sao.

- Vincent van Gogh

Dễ làm một cái bánh táo, cần phải có bột, táo, một vài thứ lặt vặt nữa, và một bếp lò nóng. Các thành phần đều cấu tạo từ các phân tử - ví dụ như đường hay nước. Đến lượt mình, các phân tử lại cấu tạo từ các nguyên tử - cacbon, ôxy, hydro và một vài chất khác. Các nguyên tử ấy đến từ đâu? Trừ hyđrô, tất cả chúng đều được tạo ra ở các sao. Một ngôi sao đại loại là một cái nhà bếp vũ trụ, tại đó hydro được nấu thành các nguyên tử nặng hơn. Các ngôi sao kết tụ từ khí và bụi giữa các sao, khí và bụi chủ yếu gồm hydro. Hydro lại được tạo ra trong Vụ Nổ Lớn khởi đầu cho Vũ trụ. Nếu bạn muốn làm một cái bánh táo bắt đầu từ chỗ “không có gì”, thì trước tiên bạn phải sáng chế ra vũ trụ.

Giả sử bạn lấy cái bánh táo và cắt nó làm đôi; lấy một trong hai nửa và lại cắt nó làm đôi; cứ thế tiếp tục theo tinh thần của Democritus. Sau bao nhiêu lần cắt bạn mới thu được một nguyên tử đơn lẻ? Câu trả lời là khoảng 90 lần cắt liên tiếp. Tất nhiên, không có con dao nào đủ sắc, cái bánh thì dễ vụn ra, còn nguyên tử thì trong bất cứ trường hợp nào cũng quá nhỏ bé, không thể nhìn thấy mà không có phương tiện trợ giúp. Nhưng vẫn có một cách để làm được điều đó.

Ở trường Đại học Cambridge nước Anh, trong quãng thời gian 45 năm mà điểm giữa là năm 1910, bản chất của nguyên tử lần đầu tiên đã được hiểu rõ - một phần bằng cách bắn các mẫu nguyên tử vào các nguyên tử và quan sát xem chúng nảy ra như thế nào. Một nguyên tử điển hình có một đám mây điện tử (electron) bao phía ngoài. Điện tử được tích điện, như tên gọi của nó ngụ ý. Điện tích của nó được gọi một cách quy ước là âm. Các điện tử xác định tính chất hóa học của nguyên tử - ánh sáng lấp lánh của vàng, cảm giác mát lạnh của sắt, cấu trúc tinh thể của kim cương cacbon. Ở sâu trong lòng nguyên tử, lẩn khuất tít bên dưới đám mây điện tử, là hạt nhân, thường bao gồm các proton tích điện dương và các neutron trung hòa về điện. Các nguyên tử rất nhỏ - 100 triệu nguyên tử xếp sát bên nhau mới to bằng đầu ngón tay út của bạn. Nhưng hạt nhân còn bé gấp 100.000 lần nguyên tử, đây là một phần nguyên nhân phải bao nhiêu lâu người ta mới phát hiện ra nó¹⁶⁷. Vậy là hầu hết khối lượng nguyên tử nằm ở hạt nhân của nó; so với nó thì các điện tử chỉ là các đám mây tơ chuyển động. Nguyên tử chủ yếu là một không gian rỗng. Vật chất chủ yếu cấu tạo từ hư vô.

Tôi được làm ra từ các nguyên tử. Khuỷu tay của tôi đang tì lên chiếc bàn trước mặt, cũng được làm từ các nguyên tử. Cái bàn được làm từ các nguyên tử. Nhưng nếu các nguyên tử nhỏ bé và trông rỗng thê, mà hạt nhân lại còn bé hơn, thì tại sao cái bàn lại đỡ được tôi? Tại sao, như Arthur Eddington¹⁶⁸ thích hỏi, các hạt nhân tạo nên khuỷu tay tôi lại không trượt dễ dàng qua các hạt nhân tạo nên cái bàn? Tại sao tôi không đùn xuống thành một đống trên sàn? Hoặc độn thể qua cả Trái Đất?

Câu trả lời là ở đám mây điện tử. Vỏ ngoài một nguyên tử trong khuỷu tay tôi có mang điện âm. Mỗi nguyên tử ở cái bàn cũng vậy. Mà các điện tích âm thì đẩy nhau. Khuỷu tay của tôi không trượt qua cái bàn vì các nguyên tử có các điện tử quanh hạt nhân và các lực điện¹⁶⁹ rất mạnh. Cuộc sống hằng ngày phụ

thuộc vào cấu trúc của nguyên tử. Loại bỏ các điện tích đi thì mọi thứ sụp xuống thành bụi mịn nhỏ đến mức không nhìn thấy được. Nếu không có các lực điện thì sẽ không có *các vật* trong vũ trụ - chỉ còn các đám mây điện tử phân tán, các proton và neutron, và những quả cầu tạo bởi trường hấp dẫn gồm các hạt cơ bản, tóm lại là một mớ ngổn ngang không ra hình thù gì của thế giới.

Khi xem xét việc cắt bánh táo cho tới tận một nguyên tử đơn lẻ, chúng ta đối mặt với cái nhỏ vô hạn. Còn khi ngược nhìn lên bầu trời đêm, chúng ta đối mặt với cái lớn vô hạn. Những cái vô hạn này hiển thị một sự lặp đi lặp lại không dứt, diễn tiến không chỉ rất xa mà còn mãi mãi. Nếu bạn đứng giữa hai cái gương - giả dụ, trong hiệu cắt tóc - bạn sẽ thấy có rất nhiều hình ảnh bạn, mỗi ảnh là ảnh phản chiếu của ảnh khác. Bạn không thể nhìn thấy vô hạn ảnh vì những cái gương không hoàn toàn phẳng và thẳng hàng, vì ánh sáng không đi nhanh vô hạn, và vì bạn đứng chẵn ở giữa. Khi nói về cái vô hạn chúng ta nói về một số lượng lớn hơn bất kỳ số nào, cho dù số đó lớn bao nhiêu đi chăng nữa.

Nếu một googol dường như đã lớn, thì hãy xem xét một googolplex. Nó là mười mũ một googol, tức lũy thừa là số 1 theo sau có một googol số 0. Để so sánh, toàn bộ số nguyên tử trong cơ thể vào khoảng 10^{28} , còn tổng số các hạt cơ bản - các proton, neutron và electron (điện tử) - trong vũ trụ quan sát được vào khoảng 10^{80} . Nếu vũ trụ được nén chặt lại¹⁷⁰ bằng neutron, để cho không còn khoảng trống nào cả, thì sẽ chỉ có quãng 10^{128} hạt trong đó, lớn hơn một googol nhưng quá nhỏ so với một googolplex. Nhưng ngay cả những số này, googol và googolplex, cũng chưa tiến gần đến, còn lâu mới gần, ý tưởng về cái vô hạn. Một googolplex cách xa cái vô hạn cũng đúng bằng số 1 cách xa cái vô hạn. Chúng ta có thể cố thử viết một googolplex ra giấy, nhưng đây là ý định tuyệt vọng. Một tờ giấy đủ rộng để viết hết các số 0 của một googolplex không thể nhét được vào vũ trụ đã biết. May thay, có một cách đơn giản hơn và rất chính xác để viết một googolplex: $(10^{10})^{10}$; và ngay cả cái vô hạn: ∞^{171} .

Trong chiếc bánh táo nướng cháy thì chỗ cháy đen chủ yếu là cacbon. 90 lần cắt là ta đến được một nguyên tử cacbon, với 6 proton và 6 neutron trong hạt nhân, cùng với 6 electron ở đám mây phía ngoại. Nếu chúng ta kéo bột một khoanh của hạt nhân ra – giả dụ, một mẫu có hai proton và 2 neutron - nó sẽ không còn là hạt nhân của một nguyên tử cacbon nữa, mà là hạt nhân của một nguyên tử hêli. Một lối cắt như thế hay sự chia tách hạt nhân nguyên tử xảy ra trong vũ khí hạt nhân và các nhà máy điện hạt nhân thông thường, chỉ có điều không phải chia tách cacbon. Nếu bạn làm 91 nhát cắt bánh táo, nếu bạn cắt lát một hạt nhân cacbon, thì bạn thu được không phải một mẫu cacbon nhỏ hơn, mà là một thứ khác - một nguyên tử có các tính chất hóa học hoàn toàn khác. Nếu bạn cắt một nguyên tử, thì bạn làm biến đổi các nguyên tố rồi.

Nhưng giả sử chúng ta tiếp tục. Nguyên tử cấu tạo từ proton, neutron và electron. Chúng ta có thể cắt được proton không? Nếu chúng ta bắn phá proton ở các mức năng lượng cao bằng các hạt cơ bản khác - chẳng hạn, các proton khác - chúng ta bắt đầu thoáng thấy các phân tử cơ bản hơn bên trong proton. Các nhà vật lý giờ đây đề xuất rằng những cái gọi là hạt cơ bản như proton và neutron thực ra lại cấu tạo từ các hạt còn cơ bản hơn gọi là hạt quark, chúng có các “màu sắc” và mùi vị đa dạng, theo cách gọi tên các tính chất của chúng trong một cố gắng muốn làm cho thế giới dưới hạt nhân trở nên gần gũi như gia đình. Các hạt quark là thành phần cơ bản nhất của vật chất, hay chúng lại cấu tạo từ các hạt còn nhỏ hơn và cơ bản hơn? Có khi nào chúng ta đi đến tận cùng trong việc hiểu bản chất của vật chất, hay nó sẽ là con đường vô

tận vào các hạt ngày càng cơ bản hơn? Đây là một trong những vấn đề lớn chưa giải quyết được của khoa học.

Việc biến đổi các nguyên tố từng được theo đuổi trong các phòng thí nghiệm thời Trung đại và được gọi là thuật giả kim hay luyện đan. Nhiều nhà giả kim thuật tin rằng toàn bộ vật chất là một hỗn hợp của bôn chất cơ bản (“nguyên tố”): nước, không khí, đất và lửa, theo giả thuyết tư biện của Ionia cổ đại. Bằng việc thay đổi tỷ lệ tương quan, chẳng hạn của đất và lửa, người ta đã nghĩ rằng có thể biến đổi đồng thành vàng. Lĩnh vực này đầy rẫy những kẻ lừa đảo và bịp bợm, như Cagliostro và Bá tước Saint-Germain, những kẻ giả vờ rằng họ không chỉ biến đổi được các nguyên tố mà còn nắm giữ bí quyết của sự bất tử. Thỉnh thoảng vàng được giấu trong cây gậy có đáy thứ hai, để rồi xuất hiện một cách kỳ diệu trong lò luyện ở cuối một cuộc biểu diễn thử nghiêm gian khổ nào đó. Bị mồi nhử là của cải và sự bất tử làm mê hoặc, giới quý tộc châu Âu đổ bao tiền bạc cho những kẻ thực hiện thứ nghệ thuật mờ ám này. Nhưng cũng có những nhà giả kim thuật nghiêm túc hơn, ví dụ như Paracelsus và thậm chí cả Isaac Newton. Nhưng tiền bô ra cũng không hẳn là phí hoài - những nguyên tố mới như phốtpho, antimoan và thủy ngân đã được phát hiện. Trên thực tế, cội nguồn của ngành hóa học hiện đại xuất phát trực tiếp từ các thí nghiệm này.

Có 92 loại nguyên tử khác biệt xuất hiện trong tự nhiên. Chúng được gọi là nguyên tố hóa học và cho đến gần đây đã tạo nên mọi thứ trên hành tinh chúng ta, tuy chúng chủ yếu được thấy ở dạng kết hợp thành phân tử. Nước là một phân tử cấu tạo từ các nguyên tử hydro và ôxy. Không khí cấu tạo chủ yếu từ các nguyên tử nitơ (N), ôxy (O), cacbon (C), hydro (H) và argon (Ar), ở các dạng phân tử N₂, O₂, CO₂, H₂O và Ar. Bản thân Trái Đất là một hỗn hợp rất phong phú của các nguyên tử, hầu hết là silic¹⁷², ôxy, nhôm, magiê và sắt. Lửa không cấu tạo từ nguyên tố hóa học nào cả. Nó là một plasma tỏa sáng, trong đó nhiệt độ cao đã giật một số điện tử ra khỏi hạt nhân của chúng. Không một “nguyên tố” nào trong số bốn “nguyên tố” Ionia cổ đại và theo thuật giả kim là nguyên tố theo nghĩa hiện đại hết cả: một cái là một phân tử, hai cái là hỗn hợp của các phân tử, còn cái cuối cùng là một plasma.

Kể từ thời các nhà giả kim thuật, ngày càng có nhiều nguyên tố được phát hiện, nguyên tố cuối cùng được tìm ra có xu hướng là nguyên tố hiếm nhất. Nhiều nguyên tố khá quen thuộc - đó là những nguyên tố sơ khởi tạo nên Trái Đất; hoặc những nguyên tố làm nền tảng cho sự sống. Có nguyên tố là chất rắn, có nguyên tố là chất khí, có hai nguyên tố (brôm và thủy ngân) là chất lỏng ở nhiệt độ phòng. Các nhà khoa học quy ước sắp xếp chúng theo thứ tự phức tạp tăng dần. Hydrô đơn giản nhất là nguyên tố 1; urani phức tạp nhất là nguyên tố 92. Các nguyên tố khác ít được biết hơn - ví dụ như hafini (hafnium), eribi (erbium), điprôxi (dyprosium), praseôđim (praseodymium), mà chúng ta không mấy khi bắt gặp trong đời sống hằng ngày. Nói chung, một nguyên tố càng quen thuộc thì nó càng dồi dào. Trái Đất chứa rất nhiều sắt và rất ít yttri (yttrium). Tất nhiên có những ngoại lệ đôi với quy tắc này, chẳng hạn như vàng hay urani, các nguyên tố được đánh giá cao vì các hiệp định kinh tế độc đoán, những xem đoán về thẩm mỹ, hoặc vì chúng có những ứng dụng thực tiễn quan trọng.

Sự việc các nguyên tử bao gồm ba loại hạt cơ bản - proton, neutron và electron - là một phát hiện tương đối gần đây. Neutron mãi đến năm 1932 mới được khám phá. Vật lý và hóa học hiện đại đã quy tính phức tạp của thế giới cảm nhận được về một sự đơn giản đáng kinh ngạc: ba dạng thể cơ bản tụ tập với nhau theo vô số kiểu tạo nên hầu như mọi vật.

Neutron hay trung tử, như chúng ta vẫn nói và tên gọi gợi ra, không mang điện tích. Proton có một điện tích dương và electron có một điện tích âm bằng nhau. Các điện tích trái dấu của electron và proton hút nhau là nguyên nhân giữ cho nguyên tử kết dính lại với nhau. Vì mỗi nguyên tử trung hòa về điện, nên số lượng proton ở hạt nhân phải đúng bằng số lượng electron trong đám mây điện tử. Tính chất hóa học của một nguyên tử chỉ phụ thuộc vào số electron, con số này bằng số proton, và được gọi là số hiệu nguyên tử.

Hóa học chỉ đơn giản là những con số, một ý tưởng mà Pythagoras chắc rất thích thú. Nếu bạn là một nguyên tử với một proton, bạn là hydro; hai proton, là hêli; ba proton, là liti; bốn proton, là beri; năm proton, là bo; sáu proton, là cacbon; bảy proton, là nitơ; tám proton, là ôxy; v.v., cho đến 92 proton, trường hợp này tên của bạn là urani.

Các điện tích giống nhau, tức các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau rất mạnh. Nghĩ đến việc chúng không ưa những kẻ cùng loại với mình, ta thấy cũng có phần giống như thể cái thế giới ấy có đồng đảo những người ẩn dật và xa lánh người khác. Electron đẩy electron. Proton đẩy proton. Vậy thì làm sao hạt nhân có thể gắn kết với nhau đây? Tại sao nó không tản ra từ phía ngay lập tức? Bởi vì có những lực khác của tự nhiên: không phải lực hấp dẫn, không phải lực điện, mà là lực hạt nhân tầm ngắn, tựa như những cái móc chỉ hoạt động khi các proton và electron ở rất gần nhau, do đó nó thăng được lực đẩy lẩn nhau giữa các proton. Các neutron, đóng góp vào lực hạt nhân có tác dụng hút nhau mà lại không có lực điện đẩy lẩn nhau, là thứ keo giúp cho hạt nhân gắn kết lại. Đang khao khát sự cô liêu, những anh chàng ưa ẩn dật đã tự xích mình vào những gã bạn cộc cằn của mình và chịu tác động của sự thân thiện ôn ào và không kén chọn.

Hai proton và hai neutron là hạt nhân của nguyên tử hêli, loại nguyên tử tỏ ra rất bền vững. Ba hạt nhân hêli tạo nên một hạt nhân cacbon; bốn hạt nhân tạo nên oxy; năm hạt nhân tạo nên neon; sáu hạt nhân tạo nên magiê; bảy hạt nhân tạo nên silic; tám hạt nhân tạo nên lưu huỳnh, v.v. Cứ mỗi lần thêm một hoặc nhiều proton và số neutron đủ để gắn kết hạt nhân lại, chúng ta lại tạo ra một nguyên tố hóa học mới. Còn nếu trừ một proton và ba neutron từ thủy ngân, thì chúng ta thu được vàng, mơ ước của các nhà giả kim thuật thời xưa. Sau urani có những nguyên tố khác bình thường không xuất hiện trên Trái Đất. Chúng được con người tổng hợp và trong hầu hết các trường hợp lại tan vỡ (phân rã) ngay thành các mẩu. Một nguyên tố trong số đó, nguyên tố 94, có tên là plutoni và là một trong những chất độc hại nhất mà con người biết được. Điều không may là nó tan vỡ thành các mẩu khá chậm.

Các nguyên tố xuất hiện trong tự nhiên đến từ đâu? Có thể phỏng đoán về sự tạo thành riêng rẽ của từng nguyên tố. Nhưng vũ trụ, xét tổng thể, thì gần như ở khắp mọi nơi hyđrô và hêli,¹⁷³ hai nguyên tố đơn giản nhất, chiếm 99%. Thực ra hêli được phát hiện có mặt trên Mặt Trời trước khi người ta tìm thấy nó trên Trái Đất - từ đó mới có cái tên ấy (xuất phát từ chữ Helios, một trong những vị thần Mặt Trời của người Hy Lạp). Các nguyên tố hóa học khác tiến hóa theo cách nào đó từ hydro và hêli chăng? Để cân bằng lực đẩy của điện tích, cần phải kéo các mẩu vật chất hạt nhân vào rất sát nhau sao cho các lực hạt nhân phát huy tác dụng. Điều này xảy ra chỉ ở nhiệt độ rất cao, tầm hàng chục triệu độ, khi đó các hạt chuyển động nhanh đến nỗi các lực đẩy không kịp tác dụng. Trong tự nhiên, những nhiệt độ cao như thế, kèm theo áp suất cao chỉ phổ biến ở trong lòng các ngôi sao.

Chúng ta đã xem xét Mặt Trời, ngôi sao gần nhất, trong dải các bước sóng khác nhau từ sóng vô tuyến qua ánh sáng bình thường nhìn thấy được, đến các tia X, tất cả đều sinh ra ở các lớp ngoài cùng của Mặt Trời. Nó không hẳn là một hòn đá nóng đỏ như Anaxagoras đã nghĩ, mà là một quả bóng khí hyđrô và hêli rất lớn, sáng rực vì nhiệt độ cao của nó, cũng hệt như que sắt cời lửa sáng đỏ lên khi bị đưa vào nhiệt độ cao. Ít nhất thì Anaxagoras cũng đúng một phần. Những cơn bão dữ dội trên Mặt Trời tạo ra những vệt sáng bùng lên, làm gián đoạn thông tin liên lạc vô tuyến trên Trái Đất; và những cột khí nóng khổng lồ hình vòng cung, được định hướng bởi từ trường của Mặt Trời - những tai lửa Mặt Trời, so với chúng thì Trái Đất chỉ bé tí tẹo. Những vết đen Mặt Trời, thỉnh thoảng nhìn thấy được bằng mắt thường vào lúc hoàng hôn, là những khu vực lạnh hơn có cường độ từ trường tăng cao. Tất cả những hoạt động khuấy đảo sôi sục không ngừng ấy diễn ra trên bề mặt nhìn thấy được và tương đối lạnh. Chúng ta chỉ nhìn thấy vùng có nhiệt độ khoảng 6.000 độ. Nhưng khuất bên trong Mặt Trời, nơi sinh ra ánh sáng mặt trời thì nóng tới 40 triệu độ.

Các ngôi sao và các hành tinh đồng hành của chúng sinh ra sự suy sập hấp dẫn¹⁷⁴ của một đám mây khí và bụi giữa các sao. Sự va chạm của các phân tử khi bên trong đám mây làm nó nóng lên, dần dần lên tới điểm mà hydro bắt đầu tổng hợp thành hêli: bốn hạt nhân hydro kết hợp để tạo ra một hạt nhân hêli, đồng thời làm thoát ra một photon (quang tử) dưới dạng tia gamma. Bị hấp thụ và tái bức xạ nhiều lần bởi vật chất phía ngoài, lần đường ra đến bề mặt của một ngôi sao, hành trình đoạn trường của photon phải mất một triệu năm cho đến khi nó tới được bề mặt, dưới dạng ánh sáng nhìn thấy được, và bức xạ vào không gian. Như vậy là ngôi sao đã cháy sáng. Sự suy sập hấp dẫn của đám mây tiền sao dừng lại. Trọng lượng của các lớp ngoài của ngôi sao giờ đây được đỡ bởi nhiệt độ và áp suất cao sinh ra trong các phản ứng hạt nhân trong lòng sao. Mặt Trời đã ở trong trạng thái ổn định như vậy trong suốt 5 tỷ năm qua. Các phản ứng nhiệt hạch giống như trong quả bom khinh khí cung cấp năng lượng cho Mặt Trời trong một vụ nổ có giới hạn và kéo dài liên tục, biến khoảng 400 triệu tấn (4×10^{14} gam) hydro thành hêli mỗi giây. Khi ban đêm ta ngược nhìn lên trời và thấy các sao, thì mọi thứ mà ta thấy sáng lấp lánh đó là nhờ ở sự tổng hợp hạt nhân ở xa tít tắp.

Ở hướng sao Deneb, trong chòm sao Thiên Nga, có một siêu bong bóng to lớn sáng rực chứa khí cực kỳ nóng, có lẽ được sinh ra bởi các vụ nổ sao siêu mới, tức là những cái chết của các sao, gần tâm bong bóng. Ở vùng ngoại vi, vật chất giữa các sao bị nén ép bởi sóng xung kích của sao siêu mới, kích thích một lứa suy sập mới của mây khí và thế hệ sao mới hình thành. Theo cách hiểu này thì sao cũng có cha mẹ; và một cha hay mẹ có thể chết trong lúc sinh con, điều thỉnh thoảng cũng xảy ra với con người.

Những ngôi sao tương tự Mặt Trời sinh ra thành từng cụm, trong các tổ hợp mây bị nén như tinh vân Thợ Săn. Nhìn từ bên ngoài, các đám mây như thế nom có vẻ tối và u ám. Nhưng bên trong, chúng được soi sáng bởi những ngôi sao nóng mới ra đời. Sau này, những ngôi sao ấy rời cái nôi của mình đi tìm vận may trong Ngân Hà. Các ngôi sao thiêu niên vẫn còn có những tûm sáng như tinh vân bao quanh, tàn tích của khí ối vẫn còn bám lấy chúng do lực hấp dẫn. Cụm sao Tua Rua (Pleiades) là một ví dụ ở gần ta. Cũng như trong các gia đình con người, những ngôi sao trưởng thành rời nhà đi xa và anh chị em nhà sao ít gặp nhau. Ở đâu đó trong Thiên Hà có những ngôi sao là anh chị em của Mặt Trời - có dễ đến hàng chục sao, được hình thành từ cùng một tổ hợp mây cách đây khoảng 5 tỷ năm. Nhưng chúng ta không biết chúng là những ngôi sao nào. Mà biết đâu, có khi chúng ở phía bên kia Ngân Hà cũng nên.

Việc hydro biến thành hêli ở tâm Mặt Trời không chỉ là nguyên nhân làm cho Mặt Trời sáng chói trong dòng photon của ánh sáng nhìn thấy được; mà còn sinh ra loại bức xạ bí ẩn hơn và ma quái hơn: Mặt Trời phát ra, tuy yếu, các neutrino, những thứ cũng giống như photon ở chỗ chúng có khối lượng bằng không và du hành với vận tốc ánh sáng. Nhưng neutrino không phải là photon. Chúng không phải là một loại ánh sáng. Giống như photon, electron và neutrino, neutrino có mômen xung lượng nội tại, tức spin, trong khi photon không có spin gì cả. Vật chất là trong suốt đối với neutrino, nên nó đi xuyên qua Trái Đất và xuyên qua Mặt Trời gần như không khó khăn gì. Chỉ có một phần rất nhỏ neutrino bị vật chất cản lại. Khi tôi nhìn lên Mặt Trời trong một giây, một tỷ neutrino đi xuyên qua nhãn cầu của tôi. Tất nhiên, chúng không bị chặn lại ở vỏng mạc như các photon thông thường và tiếp tục đi xuyên qua gáy tôi mà không bị làm phiền gì cả. Điều lý thú nữa là nếu ban đêm tôi nhìn xuống đất, đúng vào chỗ mà Mặt Trời sẽ ở (nếu như nó không bị Trái Đất chen vào giữa), thì gần như cũng chừng ấy neutrino của Mặt Trời đi xuyên qua nhãn cầu của tôi, sau khi đi xuyên qua Trái Đất, vì Trái Đất trong suốt đối với neutrino cũng hệt như tấm kính trong đối với ánh sáng vậy.

Nếu hiểu biết của chúng ta về bên trong Mặt Trời là hoàn thiện như chúng ta nghĩ, và nếu chúng ta cũng hiểu đúng cả vật lý hạt nhân, cái tạo ra neutrino, thì chúng ta có thể tính toán với độ chính xác hợp lý xem chúng ta nhận được bao nhiêu neutrino Mặt Trời trong một diện tích đã cho - ví dụ như nhãn cầu của

tôi - trong một đơn vị thời gian, chẳng hạn một giây. Sự xác nhận tính toán này bằng thực nghiệm còn khó hơn nhiều. Vì nơtrinô đi xuyên qua Trái Đất, nên chúng ta không thể bắt được một hạt nào. Nhưng với một số lượng lớn nơtrinô thì một phần nhỏ sẽ tương tác với vật chất và có thể phát hiện trong những tình huống thích hợp. Trong những dịp hiếm hoi, nơtrinô có thể biến nguyên tử clo thành nguyên tử agon, có cùng tổng số proton và nơtron. Để phát hiện ra thông lượng nơtrinô Mặt Trời được dự đoán trước, cần phải có rất nhiều clo, thế là các nhà khoa học Mỹ đã đổ một lượng lớn chất lỏng tẩy rửa xuống hầm mỏ Homestake ở Lead, bang Nam Dakota. Clo được cuốn vào biêh đổi vi hóa học để cho agon mới sinh ra. Càng tìm thấy nhiều agon thì suy ra càng có nhiều nơtrinô. Những thí nghiệm này cho thấy Mặt Trời có ít nơtrinô hơn so với tính toán.

Ở đây ẩn chứa một bí ẩn chưa giải đáp được. Thông lượng nơtrinô thấp hơn dự kiến có lẽ không ảnh hưởng lăm đến quan niệm của chúng ta về sự tổng hợp hạt nhân trong các sao, nhưng chắc chắn nó có một ý nghĩa quan trọng nào đó. Các giải thích được đề xuất bao gồm từ giả định rằng các nơtrinô vỡ ra nhiều mảnh trên đường đi từ Mặt Trời đến Trái Đất, cho đến ý tưởng rằng ngọn lửa hạt nhân trong lòng Mặt Trời tạm thời giảm xuống, và một phần ánh sáng mặt trời sinh ra bởi sự co lại chậm chạp do tác động của lực hấp dẫn. Nhưng thiên văn học nơtrinô còn rất trẻ. Hiện thời ta vẫn còn kinh ngạc vì đã tạo ra được một công cụ có thể nhìn ngó trực tiếp vào trong lòng nóng bỏng của Mặt Trời. Khi độ nhạy của kính thiên văn nơtrinô được cải thiện, thì ta sẽ có thể tìm hiểu sự tổng hợp hạt nhân của các ngôi sao gần nhất¹⁷⁵.

Sự tổng hợp từ hạt nhân hydro không phải tiếp diễn mãi mãi: trong Mặt Trời hay bất kỳ ngôi sao nào khác, nhiên liệu hydro chỉ có nhiều trong phần tâm nóng bỏng của nó. Số phận của một ngôi sao và sự kết thúc vòng đời của nó phụ thuộc rất nhiều khối lượng ban đầu của sao. Nếu sau khi đã mất nhiều hay ít vật chất vào không gian, mà ngôi sao vẫn còn giữ được khối lượng gấp hai, ba lần Mặt Trời, thì nó kết thúc cuộc đời theo cách thức hết sức khác so với Mặt Trời.

Thế nhưng số phận Mặt Trời cũng đủ ngoạn mục rồi. Khi hyđrô ở trong tâm đã tham gia phản ứng hết cả để tạo ra hêli, sau 5, 6 tỷ năm nữa, thì vùng tổng hợp từ hydro sẽ di chuyển chậm chạp ra phía ngoài, một cái vỏ dần nở của vùng phản ứng nhiệt hạch, cho đến khi nó lan tới những vùng mà nhiệt độ chưa đến tầm 10 triệu độ. Khi đó sự tổng hợp từ hydro sẽ chấm dứt. Trong khi đó lực tự hấp dẫn của Mặt Trời sẽ làm cho nhân Mặt Trời giàu hêli co lại một lần nữa và làm tăng nhiệt độ và áp suất bên trong nó. Các hạt nhân hêli sẽ bị dồn ép vào nhau chặt hơn nữa, đến mức chúng bắt đầu dính lại với nhau, những cái móc của các lực hạt nhân tần ngắn bắt đầu phát huy tác dụng, bắt chấp sức đẩy ra lẫn nhau của lực điện. Trò tàn lụi trở thành nhiên liệu, thế là Mặt Trời bị kích thích vào hiệp thứ hai của các phản ứng tổng hợp hạt nhân.

Quá trình này sẽ sản sinh ra các nguyên tố cacbon và ôxy, cung cấp thêm năng lượng cho Mặt Trời tiếp tục tỏa sáng trong một khoảng thời gian hạn chế nữa. Một ngôi sao là một con chim phượng hoàng vụt đứng dậy từ tro tàn¹⁷⁶ của chính nó¹⁷⁷. Do tác động kết hợp của sự tổng hợp từ hydro ở lớp vỏ mỏng cách xa tâm và sự tổng hợp từ hêli ở nhiệt độ cao trong tâm, Mặt Trời sẽ có thay đổi lớn: phần ngoài của nó sẽ nở phồng ra và nguội đi. Mặt Trời sẽ trở thành sao đỏ khổng lồ, bề mặt nhìn thấy của nó ở cách xa tâm đến nỗi lực hấp dẫn trên bề mặt yếu hẳn, khí quyển của nó dần nở vào không gian thành một kiểu gió sao cực mạnh. Khi Mặt Trời đỏ bừng và béo búp trở thành một ngôi sao đỏ khổng lồ, nó sẽ bao trùm và nuốt chửng các hành tinh Sao Thủy và Sao Kim - và có lẽ cả Trái Đất nữa. Phần phía trong của hệ Mặt Trời khi đó sẽ nằm lọt thỏm trong Mặt Trời.

Sau đây hàng tỷ năm, sẽ là những ngày hạnh phúc êm đềm cuối cùng trên Trái Đất. Thế rồi Mặt Trời sẽ từ từ đỏ lên và phồng lên, lùng lững phía trên Trái Đất lúc này đang ngọt ngào vì nóng ngay cả ở hai cực. Các chỏm băng Bắc Cực và Nam Cực sẽ tan ra, gây lũ lụt cho các vùng ven biển trên thế giới. Nhiệt độ đại dương cao sẽ làm thoát nhiều hơi nước hơn lên không trung, làm tăng mây phủ, che Trái Đất khỏi

ánh nắng mặt trời và làm chậm một chút giờ cáo chung. Nhưng sự thay đổi của Mặt Trời là không thể cản được. Dần dần biến cũng sôi lên, khí quyển sẽ bay hơi vào không gian và một thảm họa khủng khiếp nhất, không thể tưởng tượng nổi sẽ ập xuống hành tinh chúng ta¹⁷⁸. Lúc đó, con người gần như chắc chắn sẽ tiến hóa thành một thứ gì đó hoàn toàn khác. Có thể con cháu chúng ta có khả năng kiểm soát hoặc làm chậm lại sự tiến hóa của Mặt Trời. Hoặc biết đâu chúng chỉ làm cái việc đơn giản là rời Trái Đất đến Sao Hỏa, hay các vệ tinh Europa hoặc Titan, hoặc cuối cùng, như Robert Goddard tiên đoán, tìm một hành tinh chưa có người ở trong một hệ hành tinh trẻ nhiều hứa hẹn nào đó.

Tro sao của Mặt Trời có thể tái sử dụng làm nhiên liệu chỉ đến một lúc nào đó. Dần dần sẽ đến lúc mà trong lòng Mặt Trời chỉ toàn cacbon và ôxy, khi mà ở nhiệt độ và áp suất được thiết lập ổn định không thể xảy ra phản ứng hạt nhân nữa. Sau khi helyi ở tâm gần như cạn kiệt, lòng Mặt Trời sẽ tiếp tục sự suy sụp đã bị trì hoãn, nhiệt độ sẽ lại tăng lên, kích thích hiệp cuối cùng của các phản ứng hạt nhân và làm khí quyển Mặt Trời nở phồng lên chút ít. Trong cơn hấp hối, Mặt Trời sẽ phép phồng chậm chậm, hết nở ra rồi co lại mỗi lần vài nghìn năm, lần lần phun khí quyển của nó ra khoảng không vũ trụ dưới dạng một hoặc nhiều lớp vỏ khí đồng tâm. Phần bên trong Mặt Trời nóng bỏng bị hở ra sẽ phát các tia cực tím làm tràn ngập lớp vỏ, gây cảm ứng phát huỳnh quang màu đỏ và xanh lam vươn xa vượt qua cả quỹ đạo Sao Diêm Vương. Có lẽ một nửa khối lượng Mặt Trời sẽ tiêu tán theo cách thức như vậy¹⁷⁹. Khi ấy hệ Mặt Trời sẽ tràn ngập thứ ánh sáng kỳ quái, ánh sáng ma trời này rời bóng ma của Mặt Trời tỏa đi tứ phía.

Khi nhìn xung quanh mình từ cái xó xỉnh nhỏ bé của Ngân Hà, chúng ta thấy nhiều ngôi sao có các lớp vỏ khí sáng rực hình cầu bao quanh, gọi là tinh vân hành tinh. (Chúng chẳng dính dáng gì đến các hành tinh, chẳng qua là trong các ống kính thiên văn yếu, một vài cái trong chúng nom có vẻ giống những cái đĩa màu lục lam của Sao Thiên Vương và Sao Hải Vương). Chúng hiện ra như những cái nhẫn, nhưng chỉ là vì, cũng giống như bong bóng xà phòng, ta nhìn thấy vật chất của chúng ở ngoại vi nhiều hơn ở tâm. Mỗi tinh vân hành tinh là dấu hiệu của một ngôi sao sắp chết. Gần ngôi sao ở giữa có thể có đoàn tùy tùng của các thế giới đã chết, tàn tích của các hành tinh một thời đầy ắp sự sống mà giờ đây không có không khí, cũng chẳng có đại dương, được tắm trong vầng sáng chói như một hồn ma. Tàn tích của Mặt Trời, cái lõi Mặt Trời hở ra, ban đầu được bọc trong tinh vân hành tinh của mình, sẽ là một ngôi sao nóng nhỏ bé, nó nguội đi trong không gian, suy sụp đến một mật độ chưa từng nghe thấy trên Trái Đất, là hơn một tấn mỗi thia cà phê. Hàng tỷ năm sau đây, Mặt Trời sẽ trở thành một sao lùn trăng suy biến¹⁸⁰, nguội đi giống như mọi điểm sáng mà chúng ta nhìn thấy ở tâm các tinh vân hành tinh, từ mức nhiệt độ cao ở bề mặt xuống trạng thái cuối cùng của nó là một sao lùn đen đã chết và tối om.

Hai ngôi sao có khôi lượng xấp xỉ nhau sẽ tiến hóa gần như song song. Nhưng ngôi sao nào nặng hơn sẽ tiêu thụ nhiên liệu của nó nhanh hơn, trở thành một sao đỏ khổng lồ chóng hơn, và sẽ là sao đầu tiên bước vào giai đoạn suy tàn cuối cùng ở dạng sao lùn trăng. Vì thế ăn phải có, và đúng là có, nhiều trường hợp sao đôi, mà một sao là sao đỏ khổng lồ, còn sao kia lại là sao lùn trăng. Một vài cặp như thế gần nhau đến nỗi chúng chạm nhau, và khí quyển sao sáng rực chảy từ sao đỏ khổng lồ đang phồng ra sang sao lùn trăng nhỏ đặc, với xu hướng chảy dồn vào một khu vực nhất định trên bề mặt sao lùn trăng. Hydro tích tụ, bị nén đến áp suất và nhiệt độ ngày càng cao bởi trường hấp dẫn mạnh của sao lùn trăng, cho đến khi khí quyển bị đánh cắp của sao đỏ khổng lồ trải qua các phản ứng nhiệt hạch, thế là sao lùn trăng lóe lên sáng rực ngắn ngủi. Kiểu sao đôi như vậy gọi là sao mới và có nguồn gốc hoàn toàn khác sao siêu mới. Sao mới chỉ xuất hiện trong các hệ sao đôi và được cung cấp năng lượng bởi sự tổng hợp hạt nhân từ hydro; còn sao siêu mới xuất hiện trong các sao đơn lẻ và được cung cấp năng lượng bởi sự tổng hợp hạt nhân từ silic.

Các nguyên tử được tổng hợp trong lòng các sao thường lại trở về với khí giữa các sao. Các sao đỏ

không lồ thổi các lớp khí quyển ngoài của chúng vào không gian; các tinh vân hành tinh là những giai đoạn cuối cùng của các sao kiểu Mặt Trời nhả bỏ các lớp ngoài cùng. Các sao siêu mới phun nhiều phần khói lượng của chúng vào không gian một cách dữ dội. Các nguyên tử được trả về không gian dĩ nhiên là những nguyên tử được tạo ra dễ dàng nhất trong các phản ứng nhiệt hạch trong lòng các sao: hydro tổng hợp thành hêli, hêli thành cacbon, cacbon thành ôxy và sau đó, trong các sao nặng, nhờ sự bổ sung liên tiếp của các hạt nhân hêli, neon, magiê, silic, lưu huỳnh... được tạo ra - bổ sung theo từng giai đoạn, cứ mỗi giai đoạn thêm hai proton và hai nơtron, mọi con đường đều dẫn đến sắt. Tổng hợp hạt nhân trực tiếp từ silic cũng sinh ra sắt: một cặp nguyên tử silic, mỗi nguyên tử có 28 proton và nơtron, kết hợp với nhau ở nhiệt độ cao hàng tỷ độ để tạo ra một nguyên tử sắt với 56 proton và nơtron.

Đây đều là những nguyên tố quen thuộc. Chúng ta nhận ra tên của chúng. Những phản ứng hạt nhân như vậy không sinh ra eribi, hafini, điprôxi, prasêôđim hay ytôri, mà chỉ sinh ra những nguyên tố chúng ta biết trong đời sống hằng ngày, những nguyên tố quay trở lại với khí giữa các sao, nơi chúng bị cuốn vào một đợt suy sập mới của mây khí để hình thành nên sao và hành tinh. Tất cả các nguyên tố của Trái Đất, trừ hydro và một ít hêli, được chế biến trong cái nhà bếp giả kim thuật hàng tỷ năm về trước ở các sao, mà một số sao trong đó ngày nay là những sao lùn trắng mờ nhạt ở phía bên kia Ngân Hà. Nitơ trong ADN của chúng ta, canxi trong răng của chúng ta, sắt trong máu của chúng ta, cacbon trong bánh táo của chúng ta đều được làm ra trong lòng các ngôi sao đang suy sập. Như vậy chúng ta được làm ra từ vật chất của các sao.

Một vài nguyên tố hiếm hơn thì được sinh ra trong chính vụ nổ sao siêu mới. Vàng và urani tương đối dồi dào trên Trái Đất chỉ vì các vụ nổ sao siêu mới đã xảy ra ngay trước khi hình thành hệ Mặt Trời. Các hệ hành tinh khác có thể có tỷ lệ các nguyên tố hiếm hơi khác so với của chúng ta. Có chăng những hệ hành tinh mà cư dân ở đó kiêu hãnh trưng ra hoa tai bằng niôbi và vòng đeo cổ bằng protáctini, còn vàng là của hiếm trong phòng thí nghiệm? Liệu đời sống chúng ta có tốt hơn không nếu như vàng và urani trên Trái Đất có vai trò mờ nhạt, không quan trọng như prasêôđim?

Nguồn gốc và sự tiến hóa của sinh vật gắn bó sâu sắc với nguồn gốc và sự tiến hóa của các sao. Thứ nhất: chính vật chất cấu tạo nên chúng ta, các nguyên tử mà nhờ đó mới có sự sống, đã được sinh ra từ rất lâu và ở tận các sao đỏ khổng lồ xa xôi. Mức độ dồi dào tương đối của các nguyên tố hóa học được tìm thấy trong vũ trụ phù hợp chính xác với mức độ dồi dào tương đối của các nguyên tử sinh ra trong các sao đến nỗi chăng còn bao nhiêu chỗ cho sự hoài nghi về chuyện các sao đỏ khổng lồ và sao siêu mới chính là những lò nung, nồi luyện ra các chất. Mặt Trời là một ngôi sao thế hệ thứ hai và thứ ba. Tất cả vật chất trong nó, tất cả vật chất mà ta thấy xung quanh mình, đều đã trải qua một hai chu trình “nấu nướng” trước đây trong nhà bếp giả kim thuật ở các sao. Thứ hai: sự tồn tại của một số biến thể các nguyên tử nặng trên Trái Đất gợi ra rằng đã có một vụ nổ sao siêu mới ở gần ngay trước khi hệ Mặt Trời hình thành. Nhưng điều đó khó có thể là ngẫu nhiên; nhiều khả năng là sóng xung kích sinh ra bởi sao siêu mới đã nén ép khí và bụi giữa các sao và kích thích sự kết tụ hệ Mặt Trời. Thứ ba: khi Mặt Trời bật sáng, bức xạ tử ngoại của nó đổ xuống khí quyển Trái Đất; nhiệt của nó sinh ra chớp; những nguồn năng lượng này làm nảy sinh những phân tử hữu cơ phức tạp dẫn đến khởi đầu cho sự sống. Thứ tư: sự sống trên Trái Đất tồn tại được hầu như nhờ hết thảy vào ánh sáng mặt trời. Thực vật thu gom photon và biến năng lượng mặt trời thành hóa năng. Động vật sống nhờ vào thực vật. Nông nghiệp chằng qua là cách thu hoạch ánh sáng mặt trời một cách có phương pháp, thông qua việc sử dụng thực vật làm vật trung gian bất đắc dĩ. Hầu như tất cả chúng ta đều hoạt động được nhờ nguồn năng lượng mặt trời. Lý do cuối cùng: những biến đổi di truyền gọi là đột biến cung cấp nguyên vật liệu cho sự tiến hóa. Đột biến, là cách mà từ đó tự nhiên chọn ra các hình thái sinh vật mới, lại sinh ra nhờ một phần vào các tia vũ trụ - các hạt năng lượng cao được phóng đi với tốc độ gần với tốc độ ánh sáng trong các vụ nổ sao siêu mới. Sự tiến hóa của sự sống trên Trái Đất được thúc đẩy một phần bởi những cái chết đầy ấn tượng của những Mặt Trời nặng ở nơi xa xôi.

Hãy hình dung ta mang máy đếm Geiger và một mẫu quặng urani xuống một nơi nào đó sâu trong lòng Trái Đất - chẳng hạn một mỏ vàng, một ống dung nham, tức là một cái hang xuyên vào lòng đất do một dòng sông đá nóng chảy khoét thành. Máy đếm nhạy này sẽ bật ra tiếng đếm lách cách khi bị phơi trước các tia gamma hay các hạt điện tích có năng lượng cao như proton và hạt nhân hêli. Nếu ta đem nó lại gần quặng urani, quặng này phát xạ các hạt nhân hêli trong sự phân rã hạt nhân tự phát, khiến cho tốc độ đếm (số lần kêu lách cách mỗi phút) tăng vọt. Nếu ta thả quặng urani vào một cái thùng chì thì tốc độ đếm giảm xuống ngay; vì chì hấp thụ bức xạ urani. Nhưng vẫn còn nghe thấy tiếng lách cách. Trong lượng bức xạ còn lại đếm được, một phần bắt nguồn từ hiện tượng phóng xạ tự nhiên trong vách hang. Nhưng số tiếng đếm vẫn nhiều hơn so với số lượng có thể tính là do phóng xạ gây ra. Một phần dội ra ấy do các hạt điện tích có năng lượng cao xuyên qua mái hang tạo nên. Chúng ta đang bắt gặp các tia vũ trụ sinh ra ở thời đại khác trong sâu thẳm vũ trụ. Các tia vũ trụ, chủ yếu là electron và proton, đã bắn phá Trái Đất trong suốt chiều dài lịch sử của sự sống trên hành tinh chúng ta. Một ngôi sao tự phá hủy cách xa hàng ngàn năm ánh sáng, sản sinh ra các tia vũ trụ. Chúng chu du theo đường xoáy ốc qua Ngân Hà trong hàng triệu năm cho đến khi, hoàn toàn tình cờ, một số tia trong chúng va vào Trái Đất, tác động đến vật chất di truyền của chúng ta. Có lẽ một số bước phát triển then chốt của mã di truyền, hay sự bùng nổ ở kỷ Cambria, hay tư thế đứng thẳng bằng hai chân của tổ tiên chúng ta, do chính các tia vũ trụ kích thích gây ra.

Ngày 4 tháng 7 năm 1054, các nhà thiên văn Trung Quốc đã ghi nhận cái mà họ gọi là một “sao khách” trong chòm sao Kim Ngưu, tức Con Trâu. Một ngôi sao chưa từng được thấy trước đó bỗng sáng hơn bất cứ ngôi sao nào trên trời. Ở đầu kia của địa cầu, ở miền Tây Nam nước Mỹ, thời đó có một nền văn hóa khá cao, giàu truyền thống thiên văn, cũng chứng kiến ngôi sao mới sáng rực này¹⁸¹. Nhờ xác định niên đại tàn tích than củi bằng cacbon 14, ta biết rằng vào giữa thế kỷ 11, một số người Anasazi, tiền bối của người Hopi ngày nay, sinh sống dưới mái đá nhô ra ở vùng mà bây giờ là bang New Mexico. Một người trong số họ hình như đã vẽ trên trần mái đá che mưa che nắng một bức họa về ngôi sao mới. Vị trí của sao so với trăng lưỡi liềm đúng như mô tả trong tranh. Lại có cả dấu vân tay, có lẽ là chữ ký của họa sĩ.

Ngôi sao tuyệt diệu ấy, cách xa 5.000 năm ánh sáng, giờ được gọi là Sao siêu mới Cua, vì một nhà thiên văn nhiều thế kỷ sau nhìn vào tàn tích nổ qua kính thiên văn thấy nó giống con cua. Tinh vân Cua là tàn tích của một ngôi sao nặng bị nổ tung. Vụ nổ được trông thấy trên Trái Đất bằng mắt thường trong ba tháng. Trong ánh sáng ban ngày cũng dễ nhận ra nó, còn ban đêm có thể đọc sách dưới ánh sáng của nó. Trung bình, một ngôi sao siêu mới xuất hiện trong một thiên hà một lần trong mỗi thế kỷ. Trong đời của một thiên hà điển hình, dài khoảng 10 tỷ năm, sẽ có một trăm triệu sao nổ tung - rất nhiều, nhưng vẫn chỉ chiếm tỷ lệ khoảng một sao trong số một nghìn sao. Trong Ngân Hà, sau sự kiện năm 1054, có một sao siêu mới được quan sát thấy vào năm 1572, nó được Tycho Brahe mô tả, còn một sao nữa sau đấy không lâu, vào năm 1604, được Johannes Kepler mô tả¹⁸². Điều đáng buồn là người ta không quan sát thấy vụ nổ sao siêu mới nào trong Thiên Hà của chúng ta kể từ khi phát minh ra kính thiên văn, khiến cho các nhà thiên văn có phần sốt ruột trong vài thế kỷ nay.

Các sao siêu mới giờ đây được thấy thường xuyên ở các thiên hà khác. Trong số những câu tôi chọn ra để có thể gây hứng thú cho một nhà thiên văn ở đầu thế kỷ 20 là câu trong bài báo của David Helfand và Knox Long đăng trên tạp chí Anh *Nature (Tự nhiên)* số ra ngày 6 tháng 12 năm 1979: “Ngày 5 tháng 3 năm 1979, một vụ bùng nổ dữ dội các tia X và gamma cứng¹⁸³ được ghi nhận bởi chín tàu vũ trụ liên hành tinh của mạng lưới cảm biến theo dõi các vụ bùng nổ, và được định vị bằng cách xác định thời gian truyền tín hiệu, điều này cho thấy vị trí phát ra trùng với tàn tích của sao siêu mới N49 trong Đám Mây Magellan Lớn”. (Sở dĩ có tên gọi Mây Magellan Lớn là vì người đầu tiên của bán cầu Bắc nhận ra nó chính là Magellan. Đây là một thiên hà nhỏ, vệ tinh của Ngân Hà, cách xa 180.000 năm ánh sáng. Ngoài ra, như ta

có thể đoán ra, còn có Mây Magellan Nhỏ nữa). Tuy nhiên, cũng trong số tạp chí *Nature* ấy, E. P. Mazets và các cộng sự của Viện Ioffe, Leningrad - những người đã quan sát nguồn phát xạ này bằng máy dò các vụ bùng nổ tia gamma lắp trên hai tàu vũ trụ *Venera 11* và *Venera 12* trên đường đi bộ xuống Sao Kim - lại bảo rằng cái quan sát được là một pulsar bùng lóe chỉ cách ta vài trăm năm ánh sáng. Tuy vị trí có vẻ gần trùng khớp, nhưng Helfand và Long không một mực cho rằng vụ bùng nổ tia gamma liên quan đến tàn tích sao siêu mới. Họ xem xét kỹ nhiêu khả năng khác nhau, kể cả phương án khó xảy ra là nguồn đó nằm trong phạm vi hệ Mặt Trời. Biết đâu khi ấy nó là khí thải của một con tàu liên sao của người ngoài hành tinh trên chặng đường về nhà dài dằng dặc. Nhưng sự bùng phát những vệt lửa sao ở N49 lại là một giả thuyết đơn giản hơn: chúng ta chắc chắn rằng có tồn tại những hiện tượng như sao siêu mới.

Số phận của phần phía trong hệ Mặt Trời khi Mặt Trời trở thành sao đỏ khổng lồ là khá đen tối. Nhưng ít ra thì các hành tinh cũng không bao giờ bị nóng chảy hay bị chiên giòn vì một sao siêu mới bùng nổ. Đó là số phận chỉ dành cho những hành tinh ở gần các ngôi sao nặng hơn Mặt Trời. Vì những ngôi sao như vậy, với nhiệt độ và áp suất cao hơn, mau chóng tiêu hết kho dự trữ nhiên liệu hạt nhân, nên đời sống của chúng ngắn hơn đời sống của Mặt Trời rất nhiều. Một ngôi sao nặng gấp mười lần Mặt Trời có thể biến đổi hydro thành hêli một cách ổn định chỉ trong vài triệu năm trước khi chuyển nhanh sang các phản ứng hạt nhân dị biệt hơn. Ngắn ấy thời gian hầu như là không đủ để cho sự sống tiến hóa đến các dạng thức tiên tiến trên bất cứ hành tinh nào quay quanh chúng; nên hiếm xảy ra chuyện các sinh vật ở đâu đó có thể biết rằng ngôi sao của họ sẽ trở thành sao siêu mới: nếu các sinh vật ấy tồn tại đủ lâu để hiểu được sao siêu mới, thì ngôi sao của họ sẽ khó trở thành sao siêu mới được.

Tiền đề thiết yếu dẫn đến vụ nổ sao siêu mới là việc tạo ra một nhân sắt nặng thông qua sự tổng hợp hạt nhân silic. Dưới áp suất cao ghê gớm, các electron tự do trong lòng sao hòa nhập với các proton của hạt nhân sắt, các điện tích bằng nhau và trái dấu triệt tiêu lẫn nhau; lõi sao biến thành một hạt nhân nguyên tử khổng lồ duy nhất chiếm một thể tích nhỏ hơn nhiều so với các electron tiền bối và các hạt nhân sắt. Lõi nổ tung vào trong một cách dữ dội, các lớp ngoài bật tung ra ngoài, thế là sinh ra vụ nổ sao siêu mới. Một sao siêu mới có thể sáng hơn tất cả các ngôi sao khác trong thiên hà, nơi cư ngụ của sao siêu mới đó, cộng lại. Tất cả những ngôi sao siêu khổng lồ màu trắng xanh mới sinh ra gần đây ở tinh vân Thợ Săn tất yếu trong vài triệu năm tới sẽ trở thành sao siêu mới, tiếp tục cuộc bắn pháo hoa vũ trụ trong chòm Thợ Săn.

Vụ nổ sao siêu mới kinh hoàng sẽ bắn vào không gian vũ trụ hầu hết vật chất của ngôi sao tiền bối - một ít hydro và hêli còn sót lại cùng với một lượng lớn các nguyên tử khác, cacbon và silic, sắt và urani. Phần sao còn lại là một lõi nơtron nóng, gắn kết với nhau bằng các lực hạt nhân, một hạt nhân nguyên tử nặng, duy nhất với nguyên tử khối khoảng 10^{56} , một Mặt Trời đường kính 30 km; một mẫu sao tí hon, teo quắt, đặc, héo tàn, một sao nơtron quay nhanh. Khi lõi của một sao khổng lồ nặng suy sập rồi hình thành nên sao nơtron thì nó quay nhanh hơn. Sao nơtron ở tâm tinh vân Cua là một hạt nhân nguyên tử khổng lồ, cỡ bằng quận Manhattan của thành phố New York, quay với tốc độ 30 vòng/s. Từ trường mạnh của nó, được khuếch đại khi suy sập, tóm lấy các hạt tích điện giống như từ trường nhỏ yếu hơn nhiều của Sao Mộc vẫn làm. Các electron trong từ trường quay phát ra bức xạ dạng chùm không chỉ ở các tần số vô tuyến mà cả ở vùng ánh sáng nhìn thấy được. Mỗi khi Trái Đất lọt vào hướng chiếu sáng của ngọn hải đăng vũ trụ ấy, thì chúng ta sẽ thấy nó lóe sáng, mỗi vòng quay lóe một lần. Đây là lý do tại sao nó được gọi là pulsar¹⁸⁴.

Nhấp nháy đánh nhịp đều đặn như một máy đánh nhịp vũ trụ, các pulsar định giờ giấc chính xác hơn hẳn các đồng hồ thông thường loại chính xác nhất. Nhịp thời gian dài của các xung vô tuyến ở một số pulsar, chẳng hạn như ở một pulsar có ký hiệu là PSR 0329+54, gợi ý rằng các thiên thể này có thể có một hoặc nhiều bạn đồng hành nhỏ dạng hành tinh. Có thể suy tưởng rằng một hành tinh có thể trải qua sự tiến

hóa của một ngôi sao và biến thành một pulsar, hoặc một hành tinh có thể bị bắt vào đây về sau. Tôi cứ băn khoăn không biết bầu trời sẽ nom ra sao từ bề mặt một hành tinh như thế.

Vật chất của sao nơtron nặng đến nỗi một thia cà phê vật chất sao nặng bằng cả một quả núi thông thường. Nếu bạn có một miếng sao trong tay và lỡ đánh rơi (khó có thể tránh được điều đó), thì nó sẽ chẳng khó khăn gì để xuyên qua Trái Đất như hòn đá đi qua không khí, khoét một lỗ xuyên qua hành tinh sang phía bên kia - có lẽ bên ấy là đất Trung Quốc. Ở đó dân tình đang đi lại, người nào lo việc người này, thì bỗng đâu một cục sao nơtron nhỏ từ dưới đất chui lên, lượn lờ một chốc lát rồi lại quay xuống dưới đất, ít nhất cũng làm xáo động nhịp sống hằng ngày. Nếu một hòn vật chất sao nơtron được thả từ không gian ở gần, mà Trái Đất đang quay bên dưới khi hòn sao rơi xuống, thì nó sẽ chạy qua chạy lại nhiều lần trong lòng Trái Đất đang quay, tạo ra hàng trăm ngàn cái lỗ sâu trước khi bị ma sát bên trong hành tinh làm dừng hẳn lại. Trước khi nó đạt đến trạng thái đứng yên ở tâm Trái Đất, lòng hành tinh chúng ta trong chốc lát có thể mềm nhão giống như pho mát Thụy Sĩ cho tới khi dòng đá và kim loại dưới đất hàn lấp các vết thương. Các tảng vật chất sao nơtron to chắc là không gặp trên Trái Đất. Nhưng các cục nhỏ thì có khắp mọi nơi. Sức mạnh khủng khiếp của sao nơtron ẩn nấp trong hạt nhân của mỗi nguyên tử, náu trong mỗi chén trà và mỗi con chuột sóc, trong mỗi hơi thở, mỗi cái bánh táo. Sao nơtron dạy chúng ta biết nể trọng cái tầm thường.

Một ngôi sao cỡ như Mặt Trời sẽ kết thúc cuộc đời, như chúng ta đã xem xét, ở dạng sao đỏ khổng lồ rồi sao lùn trắng. Một ngôi sao suy sập nặng gấp đôi Mặt Trời sẽ trở thành sao siêu mới rồi sao nơtron. Nhưng một ngôi sao nặng hơn thế, sau khi đã qua giai đoạn sao siêu mới, còn lại với khối lượng, lấy ví dụ, gấp năm lần Mặt Trời, thì còn có số phận kỳ diệu hơn nữa dành cho nó - trường hấp dẫn sẽ biến nó thành lỗ đen. Giả sử chúng ta có một cỗ máy hấp dẫn thần diệu - một thiết bị mà chúng ta có thể dùng để điều chỉnh lực hấp dẫn của Trái Đất, chẳng hạn bằng cách xoay đĩa số. Ban đầu đĩa số được đặt ở vạch 1 g¹⁸⁵ và mọi thứ hành xử như ta vẫn quen thấy. Động vật và thực vật trên Trái Đất, cấu trúc các tòa nhà thay đều thích ứng hay được thiết kế cho 1 g. Nếu trọng lực nhỏ hơn nhiều, chắc sẽ có những hình dạng cao lênh khênh, khăng khui mà không sợ đổ sụm xuống vì sức nặng của chính nó. Nếu trọng lực lớn hơn nhiều, thực vật, động vật và các công trình kiến trúc sẽ phải thấp, to bè và vững chắc để khỏi đổ sập xuống. Nhưng ngay cả trong một trọng trường khá mạnh, thì dĩ nhiên, ánh sáng vẫn đi theo đường thẳng, như trong đời sống hằng ngày.

Hãy xem một nhóm người Trái Đất điển hình là Alice và các bạn cô trong *Alice ở xứ sở thần tiên* tại tiệc trà của lão Bán Mũ. Khi chúng ta hạ trọng lực xuống, các vật giảm trọng lượng. Gần 0 g thì chỉ cử động nhỏ nhất cũng làm bạn bè ta bồng bềnh và nhào lên không trung. Nước chè bị đánh đổ - hoặc bất kỳ chất lỏng nào khác - sẽ tụ thành những giọt hình cầu rung rinh trong không khí: sức căng bề mặt của chất lỏng đã thăng trọng lực. Những quả cầu nước chè như thế tồn tại khắp nơi. Böyle giờ nếu ta lại xoay đĩa số vào vị trí 1 g, sẽ xảy ra trận mưa nước chè. Khi ta tăng trọng lực lên một chút - từ 1 g lên, chẳng hạn 3 hay 4 g - thì mọi người trở nên bị té liệt: chỉ nhúc nhích bàn tay thôi cũng đòi hỏi sức lực ghê gớm. Chúng ta già ân cho bạn bè bằng cách giải thoát họ khỏi tác dụng của máy hấp dẫn trước khi ta chuyển đĩa số lên mức trọng lực cao hơn. Chùm ánh sáng của đèn chiếu vẫn đi theo đường thẳng gần như tuyệt đối (trong phạm vi chính xác mà ta cảm thấy được) ở thang độ vài g, cũng như khi ở 0 g. Ở mức 1.000 g, chùm sáng vẫn thẳng, nhưng cây cối đã rạp xuống và bẹt ra; lên đến mức 100.000 g thì đá cũng vụn ra do trọng lượng của nó. Cuối cùng thì không thứ gì sống sót nổi, trừ con mèo Cheshire¹⁸⁶ được ban quyền miễn trừ đặc biệt. Khi lực hấp dẫn lên gần đến một triệu g thì xảy ra chuyện lạ lùng hơn nữa. Chùm ánh sáng mà từ trước đến giờ vẫn rời lên trời theo đường thẳng, bắt đầu cong đi. Ngay cả ánh sáng cũng chịu tác động của gia tốc hấp dẫn cực mạnh. Nếu ta tăng lực hấp dẫn lên nữa, thì ánh sáng bị kéo quặt xuống đất trước mặt ta. Đến lúc này thì con mèo Cheshire vู trụ cũng biến mất, chỉ cái cười trọng trường của nó còn lại.

Khi lực hấp dẫn đủ cao thì không một thứ gì, kể cả ánh sáng, có thể thoát ra ngoài. Một nơi như thế được gọi là lỗ đen. Bằng quan một cách bí ẩn với xung quanh, nó là một thứ mèo Cheshire vũ trụ. Khi mật độ và lực hấp dẫn trở nên đủ cao thì lỗ đen không còn nhấp nháy với bên ngoài nữa, nó biến mất khỏi vũ trụ của chúng ta. Vì thế mà nó được gọi là đen: không một chút ánh sáng nào thoát ra khỏi nó. Còn bên trong, do ánh sáng bị nhốt trong đó, nên mọi thứ có thể được chiếu sáng khá tốt. Cho dù từ bên ngoài không thể nhìn thấy được lỗ đen, song có thể cảm nhận được sự hiện diện của lực hấp dẫn của nó. Nếu trong một chuyến viễn du giữa các sao, bạn không để ý đến nó, thì bạn có thể thấy bản thân mình bị cuốn vào nó không thể quay ngược trở lại được, thân bạn sẽ bị dãn dài ra một cách chịu thành một sợi chỉ mảnh thật dài. Nhưng cảnh tượng vật chất dồn vào cái đĩa bao quanh lỗ đen sẽ rất đáng nhớ, trong trường hợp hiếm có là bạn trải qua chuyến bay một cách an toàn.

Các phản ứng nhiệt hạch trong lòng Mặt Trời duy trì sự tồn tại của các lớp ngoài của Mặt Trời và làm chậm sự suy sập hấp dẫn tai họa hàng tỷ năm. Đối với các sao lùn trắng, áp suất của các electron (bị bứt khỏi hạt nhân của chúng) giữ cho sao ổn định. Đối với các sao neutron, áp suất của các neutron chống lại lực hấp dẫn. Nhưng đôi với các sao già còn lại sau vụ nổ sao siêu mới và các loại thiên thể dữ dội khác có khối lượng gấp vài lần Mặt Trời, thì không có lực nào đã biết có thể ngăn ngừa sự suy sập. Ngôi sao co lại mạnh đến mức khó tin, xoay như chong chóng, đỏ lên rồi biến mất. Một ngôi sao có khối lượng gấp hai chục lần Mặt Trời sẽ co lại cho đến khi kích thước nó chỉ bằng vùng đô thị Đại Los Angeles; lực hấp dẫn mang tính tàn phá của nó lên tới 10^{10} g, và ngôi sao trượt qua khe nứt ma nó tự tạo ra trong trường liên tục của không gian-thời gian rồi biến mất khỏi vũ trụ của chúng ta.

Lỗ đen lần đầu tiên được nhà thiên văn người Anh John Mitchell nghĩ tới năm 1783. Nhưng khái niệm ấy dường như kỳ quặc đến nỗi bị mọi người bỏ ngoài tai cho đến gần đây. Thế rồi, điều khiến nhiều người, trong đó có nhiều nhà thiên văn học, ngạc nhiên, là đã tìm thấy bằng chứng về sự tồn tại của các lỗ đen trong vũ trụ. Khí quyển Trái Đất không trong suốt đối với các tia X. Để xác định được liệu các thiên thể có phát ra loại sóng ngắn ấy hay không, phải đưa kính thiên văn tia X lên cao, phía trên khí quyển. Đài thiên văn tia X đầu tiên là một cỗ gắng quốc tế đáng khâm phục: nó được Hoa Kỳ đưa lên quỹ đạo bằng bệ phóng của Ý ở Ấn Độ Dương ngoài khơi Kenya và có tên là Uhuru, một từ trong tiếng Swahili nghĩa là “tự do”. Năm 1971, Uhuru phát hiện ra một nguồn tia X sáng khác thường trong chòm sao Thiên Nga, lập lòe 1.000 lần mỗi giây. Nguồn bức xạ này được đặt tên là Thiên Nga X-1 (Cignus X-1), chắc nó phải rất nhỏ. Dù lý do lập lòe là gì đi nữa, thông tin lúc nào bặt, lúc nào tắt có thể lan truyền qua Thiên Nga X-1 không nhanh hơn vận tốc ánh sáng, 300.000 km/s. Như vậy kích thước Thiên Nga X-1 không thể lớn hơn $[300.000 \text{ km/s}] \times [(1/1.000) \text{ s}] = 300 \text{ km}$. Một vật cỡ bằng một tiểu hành tinh lại là nguồn tia X sáng nhấp nháy, nhìn thấy được qua khoảng cách giữa các sao. Nó có thể là cái gì? Thiên Nga X-1 nằm ở đúng vị trí của một ngôi sao siêu khổng lồ nóng màu lam trên trời, ngôi sao ấy tự thể hiện trong dải ánh sáng nhìn thấy được rằng nó có một anh chàng đồng hành nặng nhưng vô hình, bắt nó lúc thì ngả sang bên này, lúc thì ngả sang bên kia. Khối lượng của anh chàng đồng hành gấp khoảng 10 lần khối lượng Mặt Trời. Ngôi sao siêu khổng lồ kia khó có khả năng là nguồn tia X, và gán nguồn tia X phát hiện được cho anh chàng đồng hành không nhìn thấy được trong dải ánh sáng thông thường là điều dễ thuyết phục hơn. Nhưng một vật vô hình nặng gấp 10 lần Mặt Trời và suy sập thành một khối thể tích cỡ bằng một tiểu hành tinh chỉ có thể là lỗ đen. Chắc là tia X sinh ra bởi ma sát trong đĩa khí và bụi bồi tích quanh Thiên Nga X-1 từ vật chất của sao siêu khổng lồ đồng hành. Các ngôi sao khác có tên là V861 chòm Bọ Cạp, GX339-4, SS433, và Compa X-2 (Circinus X-2) cũng là những ứng viên cho danh hiệu lỗ đen. Tiên Hậu A (Cassiopeia A) là tàn tích của một sao siêu mới mà ánh sáng của nó chắc đã tới Trái Đất vào thế kỷ 17, cái thời đã có khá nhiều nhà thiên văn. Thế nhưng không ai ghi nhận được vụ nổ. Có lẽ, như I. S. Shklovskii gợi ý, có một lỗ đen ẩn náu ở đó, lỗ đen ấy đã ăn lõi sao mới nổ và làm mờ ánh sáng của sao siêu mới. Kính thiên văn trong không gian vũ

trụ là phương tiện để kiểm tra những mảnh vỡ, những dữ liệu tàn tích của cái có thể là một lỗ đen huyền thoại.

Một cách khác cũng giúp ích cho việc hiểu các lỗ đen là suy ngẫm về độ cong của không gian. Hãy xem xét một bề mặt phẳng hai chiều, co dãn được, được giữ căng bởi một cái màng, giống như tờ cao su, kè ô tọa độ. Nếu ta thả rơi một vật có khối lượng nhỏ, bề mặt ấy biến dạng võng xuống. Một hòn bi bằng đá cẩm thạch lăn quanh chỗ võng trên một quỹ đạo giống như một hành tinh quay quanh Mặt Trời. Theo cách lý giải này, mà chúng ta có được là nhờ Einstein, thì lực hấp dẫn là sự méo lệch của các thớ không gian. Trong ví dụ trên, chúng ta thấy không gian hai chiều bị khối nặng làm oằn xuống theo chiều vật lý thứ ba. Hãy hình dung chúng ta sống trong vũ trụ ba chiều, bị méo lệch cục bộ bởi vật chất theo chiều vật lý thứ tư mà chúng ta không cảm nhận trực tiếp được. Khối lượng cục bộ càng lớn, lực hấp dẫn cục bộ càng lớn, thì độ võng, sự méo lệch hay độ oằn của không gian càng mạnh. Theo cách hình dung tương tự này, lỗ đen tựa như là một cái hố không đáy. Điều gì sẽ xảy ra khi bạn rơi vào đó? Khi nhìn từ bên ngoài, bạn sẽ mất một khoảng thời gian vô hạn để rơi vào, vì tất cả đồng hồ của bạn - cả đồng hồ cơ khí lẫn đồng hồ sinh học - được cảm nhận như đang dừng lại. Nhưng xét từ quan điểm *của bạn*, tất cả đồng hồ của bạn vẫn chạy tích tắc bình thường. Nếu bạn bằng cách nào đó có thể sống sót qua các đợt triều hấp dẫn và dòng bức xạ, và (một giả định rất có khả năng xảy ra) nếu lỗ đen đang quay, thì có thể bạn sẽ lại xuất hiện ra trong một phần khác của không gian-thời gian - một không gian khác nào đó, một thời gian khác nào đó. Những lỗ sâu (worm hole) như thế trong không gian, hơi giống những lỗ sâu đục trong quả táo, đã từng được đề xuất một cách nghiêm túc, tuy chưa có cách gì chứng tỏ chúng tồn tại cả. Liệu những đường hầm hấp dẫn kia có tạo ra một đường ngầm nối giữa các sao và các thiên hà, giúp chúng ta du hành tới những nơi không thể tới được, nhanh hơn nhiều so với lối du hành thông thường hay không? Các lỗ đen có thể là cỗ máy thời gian đưa chúng ta tới quá khứ xa xôi hay tương lai xa vời hay không? Riêng việc những ý tưởng như thế đang được tranh luận nửa nghiêm túc đã cho thấy vũ trụ có thể siêu thực đến mức nào.

Chúng ta, theo nghĩa sâu sắc nhất, là con đẻ của Vũ trụ. Hãy nghĩ đến sức nóng của Mặt Trời trên gương mặt ngửa lên của chúng ta vào một ngày hè không mây; hãy nghĩ đến mức độ nguy hiểm nếu ta nhìn thẳng vào Mặt Trời. Ở cách xa 150 triệu kilômét mà chúng ta vẫn nhận thấy sức mạnh của Mặt Trời. Chúng ta sẽ cảm thấy như thế nào nếu ở trên bề mặt tự phát sáng của nó, hay lặn xuống tâm lò lửa hạt nhân của nó? Mặt Trời sưởi ấm chúng ta, nuôi dưỡng chúng ta và cho chúng ta khả năng nhìn. Nó làm Trái Đất màu mỡ. Nó hùng mạnh vượt quá phạm vi trải nghiệm của con người. Chim chóc hân hoan hót chào bình minh. Ngay cả một số sinh vật đơn bào cũng biết cách bơi đón ánh sáng. Tổ tiên chúng ta thờ phụng Mặt Trời¹⁸⁷, đâu phải họ ngốc nghếch. Ấy thế nhưng Mặt Trời chỉ là một ngôi sao bình thường, thậm chí tầm thường. Nếu chúng ta phải tôn thờ một sức mạnh vĩ đại hơn bản thân chúng ta, thì kính cẩn thờ Mặt Trời và các sao há chẳng phải có ý nghĩa lắm sao? Cái cốt lõi ẩn trong từng nghiên cứu thiên văn, đôi khi sâu đến mức bản thân người nghiên cứu không nhận thấy sự hiện diện của nó, chính là niềm kinh sợ.

Thiên Hà là một đại lục chưa được khám phá chứa đầy các vật thể lạ lùng mà độ lớn chẳng thua kém các ngôi sao. Chúng ta đã có những tìm hiểu sơ bộ và bắt gặp một số cư dân của thiên hà. Một số giống với những gì chúng ta quen biết. Một số khác kỳ quặc vượt quá những tưởng tượng phóng túng nhất của chúng ta. Nhưng chúng ta mới chỉ đang ở giai đoạn khởi đầu công cuộc thám hiểm. Những chuyến du hành trong quá khứ gợi ra rằng nhiều loại trong các cư dân thú vị nhất của đại lục thiên hà vẫn còn chưa được biết tới và chưa dự đoán được. Không xa Ngân Hà cho lắm, chắc có những hành tinh quay xung quanh các ngôi sao ở hai Đám Mây Magellan và trong các quần sao bao quanh Ngân Hà. Những thế giới ấy cho chúng ta một vị trí quan sát ngoạn mục cảnh tượng Ngân Hà mọc lên - một hình dạng xoắn ốc khổng lồ bao gồm 400 tỷ cư dân sao, với những đám mây khí đang suy sập, những hệ hành tinh đang kết tụ, những sao siêu khổng lồ sáng rực, những sao đứng tuổi ổn định, những sao đỏ khổng lồ, sao lùn trăng, tinh vân hành

tinh, sao mới, sao siêu mới, sao nơtron và lõi đen. Từ một thế giới như vậy sẽ thấy rõ ràng ngay, cũng như bắt đầu rõ ràng từ thế giới của chúng ta, rằng vật chất của chúng ta, hình thái của chúng ta và rất nhiều thứ trong tính cách của chúng ta được quyết định bởi sự gắn bó sâu sắc giữa sự sống và Vũ trụ.

CHƯƠNG X

BÊN RÌA CỦA VĨNH CỬU

Con đường đi giữa trời cao
Đêm quang rực rỡ đầy sao: Ngân Hà
Chư thần tấp nập vào ra
Nhà Thiên Lôi với danh gia cung đình
Ấy là nơi ở thần linh
Ấy nơi tôi gọi Đại Kinh đô Trời

- Ovid, *Metamorphoses* (*Biến hình ca*) (La Mã, thế kỷ 1)

Một số người ngu ngốc tuyên bố rằng một Đấng Tạo hóa đã làm nên thế giới. Học thuyết nào nói rằng thế giới được sáng tạo ra là không sáng suốt, nên từ bỏ nó. Nếu Thượng đế sáng tạo ra thế giới, thì Ngài ở đâu trước khi sáng thế?... Làm thế nào mà Thượng đế có thể làm ra thế giới nếu không có nguyên vật liệu? Nếu bạn bảo rằng Ngài làm ra nguyên vật liệu trước tiên, rồi mới tạo nên thế giới, thì bạn đổi mặt với sự lầm ngược trở lại bất tận... Hãy nhớ rằng thế gian này, cũng như thời gian, không được tạo ra, nó không có khởi đầu và kết thúc. Và nó dựa trên các nguyên lý...

- *The Mahapurana* (*Thần thoại Vĩ đại*),
tác giả: Jinasena (Ấn Độ, thế kỷ 9)

Mười hay hai mươi tỷ năm trước, đã xảy ra điều gì đó - Vụ Nổ Lớn (Big Bang) - sự kiện khởi đầu vũ trụ của chúng ta. Vì sao nó xảy ra là bí ẩn lớn nhất mà chúng ta từng gặp. Việc nó xảy ra là khá rõ ràng. Tất cả vật chất và năng lượng bay giờ có trong vũ trụ đã tập trung với mật độ cực kỳ cao - kiểu như một quả trứng vũ trụ, gợi liên tưởng đến thần thoại sáng thế trong nhiều nền văn hóa - có lẽ tập trung vào một điểm toán học không có kích thước gì cả. Không phải là tất cả vật chất và năng lượng bị nén ép vào một góc bé tí của vũ trụ hiện nay; mà là toàn bộ vũ trụ, vật chất và năng lượng, và cả không gian mà chúng lấp đầy, chỉ chiếm một thể tích rất nhỏ. Không có nhiều khoảng không cho các biến cố xảy ra.

Trong vụ nổ phi thường ấy, vũ trụ bắt đầu dãn nở không bao giờ ngừng. Thật sai lầm khi mô tả sự dãn nở của vũ trụ như kiểu cái bóng phồng lên khi nhìn từ bên ngoài. Theo định nghĩa, không thể có cái gì ở bên ngoài những cái chúng ta có thể biết. Tốt hơn hết là nghĩ về nó từ bên trong, có lẽ với các đường ô lưới tưởng tượng được dán vào từng thớ chuyển động của không gian đang dãn nở đồng đều theo mọi hướng. Khi không gian kéo căng ra, thì vật chất và năng lượng trong vũ trụ nở ra cùng với nó và nhanh chóng nguội đi. Bức xạ của quả cầu lửa vũ trụ, lúc ấy cũng như bây giờ choán đầy vũ trụ, dịch chuyển trong phổ - từ tia gamma qua tia X đến ánh sáng tử ngoại, qua các màu cầu vồng của ánh sáng nhìn thấy được, rồi chuyên sang khu vực hồng ngoại và sóng vô tuyến. Tàn dư của quả cầu lửa đó chính là bức xạ nền vũ trụ¹⁸⁸, nó phát ra từ mọi phía của bầu trời, ngày nay có thể phát hiện bằng các loại kính thiên văn vô tuyến. Trong vũ trụ thuở ban đầu, không gian sáng rực rỡ. Khi thời gian trôi đi, kết cấu không gian tiếp tục nở ra, bức xạ nguội đi, rồi trong dài ánh sáng nhìn thấy được, lần đầu tiên không gian trở nên mờ tối, giống như hiện nay.

Vũ trụ thuở hồng hoang chứa đầy bức xạ, dày đặc vật chất, ban đầu là hydro và hê li, được hình thành từ những hạt cơ bản trong cái quả cầu lửa nguyên thủy đậm đặc kia. Hầu như chẳng có gì để nhìn cả, nếu như lúc bấy giờ có ai đó để làm cái việc nhìn. Rồi những túi khí nhỏ, những sự không đồng nhất rất nhỏ, bắt đầu tăng lên. Những sợi thớ của các đám mây khí khổng lồ nhẹ như tờ, những đám các vật thể lớn, ì ạch quay chậm, sáng dần lên và bao gồm hàng trăm triệu điểm sáng. Các kết cấu lớn nhất có thể nhận ra được trong vũ trụ đã hình thành. Chúng ta nhìn thấy chúng ngày nay. Bản thân chúng ta cũng cư ngụ ở một ngóc

ngách hẻo lánh của một kết cấu như vậy. Chúng ta gọi chúng là thiên hà.

Khoảng 1 triệu năm sau Vụ Nổ Lớn, phân bố vật chất trong vũ trụ đã trở nên hơi lỏn nhõn những cục nhõn hòn, có lẽ vì bản thân Vụ Nổ Lớn không hoàn toàn đồng đều. Vật chất tụ lại dày đặc trong các hòn, các cục này hơn ở những chỗ khác. Lực hấp dẫn hút về chúng những lượng khí đáng kể ở gần, làm các đám mây hydro và hêli to lên, để chúng trở thành các quần thiên hà. Một chút phân bố không đồng đều ban đầu cũng đủ để sinh ra các kết tụ vật chất lớn về sau.

Khi sự suy sập hấp dẫn tiếp tục, các thiên hà nsuyên thủy quay ngày càng nhanh hơn vì tuân theo định luật bảo toàn mômen động lượng. Một số bẹt đi, vì bị ép mạnh theo hướng trực quay, là hướng mà lực hấp dẫn không được cân bằng bởi lực ly tâm. Các thiên hà ấy trở thành những thiên hà xoắn đầu tiên, những cái chong chóng vật chất vĩ đại quay trong không gian bao la. Những tiền thiên hà khác với lực hấp dẫn yếu hơn và mô men động lượng ban đầu nhỏ hơn thì bẹt đi rất ít và trở thành những thiên hà elip đầu tiên. Có những thiên hà tương tự như nhau ở khắp vũ trụ, như thể đúc từ cùng một khuôn, bởi vì các quy luật đơn giản của vũ trụ - lực hấp dẫn và sự bảo toàn mômen động lượng - đều như nhau ở mọi nơi trong vũ trụ. Các định luật vật lý tác động làm cho mọi vật rơi và các vận động viên trượt băng nghệ thuật xoay tròn trong cái tiểu vũ trụ trên Trái Đất cũng làm chính là các định luật nêu các thiên hà trong cái đại vũ trụ bao la kia.

Bên trong các thiên hà mới sinh, nhiều đám mây nhỏ cũng trải qua sự suy sập hấp dẫn; nhiệt độ bên trong trở nên rất cao, các phản ứng nhiệt hạch khởi phát và những ngôi sao đầu tiên thắp sáng lên. Những ngôi sao trẻ nóng và nặng tiến hóa nhanh chóng, vô tư tiêu hoang phí nguồn nhiên liệu hydro của mình, nên chẳng bao lâu sau chúng kết thúc cuộc đời trong những vụ nổ sao siêu mới, trả lại tro nhiệt hạch - hêli, cacbon, ôxy và các nguyên tố nặng - cho đám khí giữa các sao để hình thành nên thế hệ sao tiếp theo. Những vụ nổ sao siêu mới của các sao nặng ban đầu đã tạo ra sóng xung kích nối tiếp và chồng lên nhau trong đám khí lân cận, nén môi trường giữa các thiên hà và đẩy nhanh sự ra đời của các quần thiên hà. Lực hấp dẫn lợi dụng cơ hội, khuếch đại cả những kết tụ vật chất quy mô nhỏ. Các sóng xung kích của sao siêu mới có thể đã đóng góp vào sự bồi tích vật chất ở mọi cấp độ. Thiên anh hùng ca của sự tiến hóa vũ trụ đã bắt đầu, tạo nên tôn ti thứ bậc trong sự tích tụ vật chất từ khí của Vụ Nổ Lớn - các quần thiên hà, các thiên hà, các sao, các hành tinh, và cuối cùng là sự sống và trí tuệ có khả năng hiểu được một chút quá trình huyền diệu đã sinh ra nó.

Các quần thiên hà lấp đầy vũ trụ hiện nay. Một số quần thiên hà nhỏ bé, nghèo nàn chỉ tập hợp vài chục thiên hà. Nhóm thiên hà mang cái tên dễ thương “Cụm địa phương” chỉ chứa hai thiên hà cỡ lớn, cả hai đều là thiên hà xoắn: Ngân Hà và M31. Các quần thiên hà khác gồm những bầy đàn mà mỗi bầy có hàng ngàn thiên hà ôm ấp nhau vì lực hấp dẫn tương hỗ. Có vài dấu hiệu cho thấy quần thiên hà Trinh Nữ (Virgo) chứa hàng vạn thiên hà.

Ở cấp độ lớn nhất, chúng ta đang sống trong một vũ trụ của các thiên hà, có lẽ tới 100 tỷ kiểu mẫu kiến trúc tinh vi của tạo lập và tan rã, với trật tự và vô trật tự rõ ràng như nhau: các thiên hà bình thường, xoay ở đủ các góc so với hướng nhìn từ Trái Đất của chúng ta (có cái hướng chính diện khiến ta nhìn thấy các tay xoắn, có cái hướng phía sườn phô bày dải khí và bụi ở tâm, nơi hình thành các tay xoắn); các thiên hà có thanh ngang với dòng khí, bụi và sao chảy qua tâm, nối liền các tay xoắn ở hai phía đối diện; các thiên hà elip khổng lồ bệ vệ chứa hơn 1.000 tỷ ngôi sao đã tăng trưởng lớn đến thế vì chúng đã nuốt chửng và sáp nhập với các thiên hà khác; một bầy các thiên hà elip lùn tựa như một lũ muỗi, mỗi thiên hà chỉ chứa lèo tèo vài triệu Mặt Trời; sự đa dạng vô kể của các thiên hà không định hình bí ẩn, điều này nói lên rằng trong thế giới thiên hà có những nơi diễn ra những sai lệch ghê gớm nào đó; và các thiên hà quay xung quanh nhau gần đến nỗi rìa của chúng cong đi do tác động hấp dẫn của các thiên hà đồng hành và trong một

vài trường hợp dòng khí và sao bị hút ra thành chiếc cầu nối giữa các thiên hà.

Một số quần thiên hà có sự sắp xếp các thiên hà thành hình cầu rõ rệt, các quần thiên hà đó chủ yếu gồm các thiên hà elip, thường do một thiên hà elip khổng lồ thống trị, nó được coi là kẻ ăn thịt đồng loại tiềm tàng. Các quần thiên hà khác có hình thù lung tung hơn hẳn, chúng có nhiều thiên hà xoắn ốc và thiên hà không định hình hơn. Những vụ va chạm thiên hà làm méo lệch hình thù của quần thiên hà cầu ban đầu và có thể đã góp phần sản sinh ra các thiên hà xoắn ốc và thiên hà không định hình từ các thiên hà elip. Hình dạng và sự phong phú của các thiên hà ẩn chứa nhiều chuyện muôn nói với chúng ta về các sự kiện cổ xưa ở quy mô lớn nhất của vũ trụ, một câu chuyện mà chúng ta chỉ vừa mới bắt đầu đọc được.

Sự phát triển của máy tính điện tử tốc độ cao đã giúp ta thực hiện các thí nghiệm số về chuyển động tập thể của hàng nghìn hàng vạn điểm, mỗi điểm biểu thị một ngôi sao, mỗi điểm đều chịu tác động hấp dẫn của tất cả các điểm khác. Trong một số trường hợp, các tay xoắn có thể tự hình thành trong một thiên hà đã bẹt ra thành hình đĩa. Thỉnh thoảng một tay xoắn có thể sinh ra bởi sự gấp gỡ tần gần của hai thiên hà do tác động hấp dẫn, mỗi thiên hà bao gồm hàng tỷ ngôi sao. Khi và bụi khuếch tán khắp các thiên hà như vậy sẽ va đập vào nhau và nóng lên. Khi hai thiên hà va vào nhau, các ngôi sao sẽ dễ dàng đi sượt qua nhau, giống như những viên đạn bay qua đàn ong, vì một thiên hà cấu tạo chủ yếu là khoảng không, và không gian giữa các sao thật mêtômông. Tuy thế cấu hình của các thiên hà vẫn có thể bị biến dạng nghiêm trọng. Tác động trực tiếp của một thiên hà lên một thiên hà khác có thể đẩy các sao thành phần của thiên hà đó bắn ra và dồn vào không gian giữa các thiên hà, làm thiên hà rỗng đi. Khi một thiên hà nhỏ đâm trực diện vào một thiên hà lớn hơn, nó có thể sinh ra một trong những kiểu thiên hà không định hình hiếm có và dễ thương nhất: thiên hà hình cái nhẫn có kích thước hàng ngàn năm ánh sáng, đính trên nền nhung của không gian vũ trụ. Nó là cú nước bắn tóe trong cái ao thiên hà, một cấu hình tạm thời của các sao bị chia lìa, một thiên hà có tâm bị phá tung.

Những mớ giẻ chằng ra hình thù gì của các thiên hà không định hình, tay xoắn của các thiên hà xoắn ốc và hình vành khăn của thiên hà nhẫn chỉ tồn tại trong ít cảnh của cuốn phim vũ trụ, rồi tan đi để lại tái tạo lại. Cảm tưởng của chúng ta về các thiên hà xem chúng như những vật buồn tẻ bất động với thời gian là sai lầm. Chúng là những cấu trúc lưu chuyển với 100 tỷ sao thành phần. Thiên Hà cũng giống như cơ thể người, bao gồm 100 nghìn tỷ tế bào, ở trạng thái cân bằng ổn định giữa tổng hợp và phân rã, chứ không đơn thuần là tổng số học của các bộ phận.

Mức độ tự sát trong thiên hà cũng khá cao. Vài ví dụ ở gần, cách chúng ta hàng chục hay hàng trăm triệu năm ánh sáng, là các nguồn tia X, bức xạ hồng ngoại và sóng vô tuyến hùng mạnh, có nhân cực kỳ sáng và độ sáng thăng giáng với nhịp độ một vài tuần. Một số nguồn bộc lộ những dòng tia bức xạ, “một chùm lông chim xòe ra” dài cỡ nghìn năm ánh sáng, và các đĩa bụi trong tình trạng rất lộn xộn. Các thiên hà này đang tự phá hủy bản thân. Người ta đang ngờ rằng trong nhân của các thiên hà elip khổng lồ như NGC 6251 và M87 tồn tại các lỗ đen nặng gấp từ hàng triệu đến hàng tỷ lần Mặt Trời. Bên trong M87 có một cái gì đó rất nặng, rất đặc và rất nhỏ vo ve - từ một vùng còn nhỏ hơn hệ Mặt Trời. Có thể đây là một lỗ đen. Cách xa hàng tỷ năm ánh sáng còn có những vật thể sôi động hơn, đó là các quasar. Chúng có thể là những vụ nổ khổng lồ của các thiên hà trẻ, những sự kiện hùng mạnh nhất trong lịch sử vũ trụ kể từ Vụ Nổ Lớn.

Từ “quasar” (qua da) là viết tắt của “quasi-stellar radio source”, nghĩa là “nguồn bức xạ vô tuyến tựa như sao”. Sau khi biết rõ rằng không phải tất cả các quasar đều là nguồn bức xạ vô tuyến mạnh, người ta gọi chúng là các QSO (“quasi-stellar objects”, tức các thiên thể tựa như sao”) ¹⁸⁹. Vì bề ngoài nom chúng giống như sao, nên người ta đã tưởng chúng là những ngôi sao trong Thiên Hà của chúng ta. Nhưng các tính toán dựa trên quan sát sự dịch chuyển ánh sáng của chúng về phía đỏ của quang phổ (xem phần

dưới) chứng tỏ rằng chúng phải ở rất xa. Đường như chúng tham dự hết sức hăng hái vào sự dãm nở của vũ trụ, một vài quasar đang rời xa chúng ta với tốc độ lớn hơn 90% tốc độ ánh sáng. Nếu chúng ở rất xa, thì chúng phải cực kỳ sáng mới khiến ta nhìn thấy được ở khoảng cách lớn đến vậy; có những cái còn sáng bằng cả ngàn sao siêu mới nổ cùng lúc. Cũng như Thiên Nga X-1, sự thăng giáng nhanh của chúng chỉ ra rằng độ sáng cực kỳ mạnh của chúng gói gọn trong một thể tích rất nhỏ, trong trường hợp này chưa bằng kích thước hệ Mặt Trời. Phải có một quá trình kỳ diệu nào đó chịu trách nhiệm về việc giải phóng bao nhiêu năng lượng như vậy trong một quasar. Trong số các lý giải nêu ra có: (1) các quasar là phiên bản quái vật của pulsar, với cái lõi siêu nặng quay nhanh liên quan đến một từ trường mạnh; (2) các quasar xuất hiện do vô số sự va chạm của hàng triệu ngôi sao bị dồn ép dày đặc trong nhân thiên hà, chúng xé toang các lớp ngoài và phơi ra cho ta nhìn thấy đầy đủ phần bên trong nóng hàng tỷ độ của các sao nặng; (3) một ý tưởng gần với ý trước, các quasar là những thiên hà mà trong đó các sao bị ken dày đến nỗi một vụ nổ sao siêu mới ở một sao làm bay các lớp ngoài của ngôi sao khác, làm cho nó cũng biến thành sao siêu mới, kéo theo một phản ứng dây chuyền ở các sao; (4) các quasar được nuôi dưỡng bằng sự hủy lẩn nhau hết sức dữ dội của vật chất và phản vật chất mà bằng cách nào đó còn được bảo tồn ở quasar cho đến bây giờ; (5) một quasar là năng lượng thoát ra khi khí và bụi cùng các sao rơi vào một lỗ đen khổng lồ trong nhân của một thiên hà như vậy; và (6) các quasar là các “lỗ trăng”, mặt sau của lỗ đen, nơi mà vật chất, trước đó bị hút vào vô số lỗ đen ở phần khác của vũ trụ, hay thậm chí ở những vũ trụ khác, đổ ra thành luồng phễu rồi hiển hiện.

Khi xem xét các quasar, chúng ta đối mặt với những bí ẩn sâu sắc. Cho dù nguyên nhân của vụ nổ quasar là gì đi nữa, thì một điều dường như rõ ràng là: một sự kiện dữ dội như vậy phải gây ra tàn phá không kể xiết. Trong mỗi vụ nổ quasar, hàng triệu thế giới - mà một số có sự sống và trí tuệ hiểu được điều đang xảy ra - bị phá hủy. Nghiên cứu các thiên hà hé lộ cho ta một trật tự và vẻ đẹp vũ trụ. Nó cũng cho ta thấy sự dữ dội hỗn loạn ở quy mô từ trước đến giờ chưa từng tượng nổi. Điều đáng chú ý là chúng ta đang sống trong một vũ trụ cho phép sự sống tồn tại. Nhưng điều đáng chú ý không kém, đó là chúng ta đang sống trong một vũ trụ phá hủy các thiên hà, các ngôi sao và các thế giới. Vũ trụ dường như không nhân từ cũng chẳng thù địch, chỉ đơn giản là nó thờ ơ với những mồi quan tâm của những sinh vật nhỏ mọn là chúng ta.

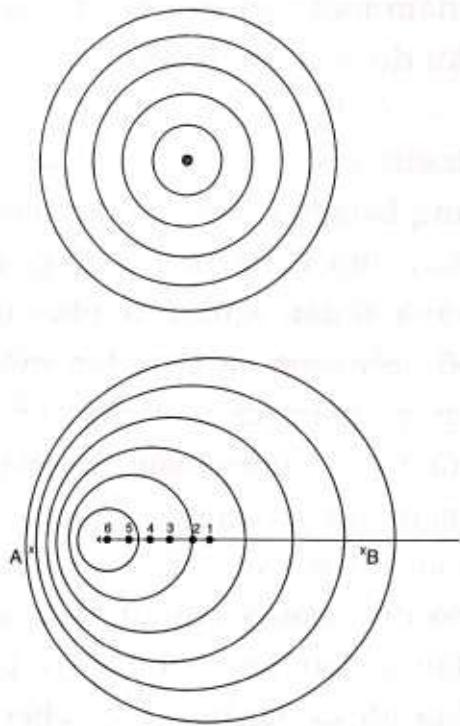
Ngay cả một thiên hà có vẻ biết cư xử lịch sự là Ngân Hà cũng có những khuấy động và vũ điệu của nó. Các quan sát ở dải sóng vô tuyến cho thấy hai đám mây hydro lớn, đủ để tạo ra hàng triệu Mặt Trời, phun ra từ nhân Thiên Hà, như thế lâu lâu lại xảy ra một vụ nổ nhẹ nhàng ở đó. Một trạm thiên văn chuyên về năng lượng cao trên quỹ đạo Trái Đất đã phát hiện nhân Thiên Hà là một nguồn tia gamma mạnh với vạch phổ cụ thể, phù hợp với ý tưởng cho rằng có một lỗ đen nặng lẩn khuất ở đó. Các thiên hà giống như Ngân Hà có thể biểu hiện quãng đời trung niên trầm lặng trong trình tự tiến hóa liên tục. Trình tự tiến hóa ấy, vào thời trai trẻ dữ dội của chúng, bao trùm cả các quasar và các thiên hà bùng nổ: vì các quasar ở xa quá, nên chúng ta chỉ nhìn thấy chúng ở thời trai trẻ, cách đây hàng tỷ năm.

Các ngôi sao của Ngân Hà chuyển động với nhịp điệu duyên dáng có hệ thống. Các quần sao cầu lặn qua mặt phẳng thiên hà rồi trôi lên phía bên kia, ở đó chúng di chuyển chậm dần, quay chiều rồi lại lao mạnh trở lại. Nếu chúng ta có thể theo dõi được chuyển động của các cá thể sao nhún nhảy gần mặt phẳng thiên hà, thì nom chúng giống như bóng ngô nổ tí tách. Chúng ta chưa bao giờ thấy một thiên hà thay hình đổi dạng chỉ vì nó di chuyển phải mất rất lâu. Ngân Hà quay một vòng mỗi lần mất 1/4 tỷ năm. Nếu chúng ta đẩy nhanh tốc độ quay, thì sẽ thấy Thiên Hà là một thực thể năng động, gần như hữu cơ, phần nào giống một cơ thể đa bào. Bất cứ một bức ảnh thiên văn nào chụp một thiên hà chẳng qua chỉ là chụp một khoảnh khắc của một giai đoạn trong chuyển động và tiến hóa chậm chạp của nó¹⁹⁰. Khu vực phía trong của một thiên hà quay đồng bộ giống như một vật rắn. Nhưng ngoài phạm vi đó, giống như các hành tinh quay quanh

Mặt Trời theo định luật thứ ba của Kepler, các vùng càng ở phía ngoài quay càng chậm dần. Các tay xoắn có xu hướng cuốn quanh nhân thành đường xoắn ốc ngày càng dồn chặt với nhau, khí và bụi tích tụ với mật độ lớn tại đây theo dạng xoắn ốc, kết quả là những chỗ này bắt đầu hình thành các ngôi sao trẻ, nóng, sáng, những ngôi sao này tạo nên các vệt viền tay xoắn. Những ngôi sao ấy sáng được khoảng 10 triệu năm, một khoảng thời gian chỉ bằng 5% vòng quay của thiên hà. Nhưng khi những ngôi sao tạo nên các vệt viền một tay xoắn lui đi, thì những ngôi sao mới và các tinh vân liên quan với chúng hình thành liền sau chúng, nên hình tay xoắn vẫn được duy trì. Những ngôi sao tạo nên viền các tay xoắn không sống được dù chỉ trọn một vòng quay của thiên hà; chỉ có hình tay xoắn vẫn tồn tại.

Tốc độ của bất kỳ một ngôi sao nào quay quanh tâm Ngân Hà nói chung không bằng tốc độ của hình tay xoắn. Mặt Trời cứ tiến vào rồi lại ra khỏi các tay xoắn nhiều lần trong suốt 20 vòng mà nó đã thực hiện quanh Ngân Hà với vận tốc 200 km/s (quang hơn 700.000 km/h). Tính trung bình, Mặt Trời và các hành tinh ở trong một tay xoắn 40 triệu năm, 80 triệu năm tiếp theo thì ra ngoài tay xoắn, rồi lại 40 triệu năm ở trong tay xoắn, cứ như thế tiếp tục. Các tay xoắn bao lấp khu vực mà lứa sao mới nhất được ấp đang nở, nhưng không nhất thiết có những ngôi sao đứng tuổi như Mặt Trời hiện diện. Hiện nay chúng ta đang ở vùng giữa các tay xoắn.

Sự ra vào các tay xoắn theo chu kỳ của hệ Mặt Trời có thể ẩn chứa những hệ lụy quan trọng đối với chúng ta. Khoảng mười triệu năm trước, Mặt Trời ra khỏi vành đai Gould¹⁹¹ thuộc tay xoắn Orion (Thợ Săn), bây giờ tay xoắn này cách ta chưa đầy 1.000 năm ánh sáng. [Phía trong tay xoắn Orion là tay xoắn Sagittarius (Cung Thủ); còn phía ngoài tay xoắn Orion là tay xoắn Perseus (Anh Tiên tức Dũng Sĩ)]. Khi Mặt Trời đi qua một tay xoắn, có nhiều khả năng nó sẽ đi vào các tinh vân khí và đám mây bụi giữa các sao và gặp các vật thể có khối lượng nhỏ hơn sao so với hiện giờ. Người ta đặt giả thuyết rằng các thời đại bằng giá lớn trên hành tinh chúng ta, lặp đi lặp lại với chu kỳ khoảng 100 triệu năm, có thể có nguyên nhân là do tồn tại vật chất giữa các sao nằm chen giữa Mặt Trời và Trái Đất. W. Napier và S. Clube đã nêu ý kiến là một số vệ tinh, tiểu hành tinh, sao chổi và các vành bao quanh hành tinh trong hệ Mặt Trời từng tự do lang thang trong không gian giữa các sao cho đến khi bị Mặt Trời “bắt” lấy khi Mặt Trời lao nhanh qua tay xoắn Orion. Đây là một ý tưởng đầy khơi gợi, tuy có lẽ ít có khả năng xảy ra. Nhưng vẫn có thể kiểm tra được. Tất cả những gì chúng ta cần làm là kiểm một mẫu đất đá của một vệ tinh như Phobos hoặc của một sao chổi rồi kiểm tra các đồng vị magiê của nó. Mức độ nhiều ít tương đối của các đồng vị (tất cả những hạt nhân có cùng số proton, nhưng có số neutron khác nhau) magiê phụ thuộc vào trình tự chính xác các sự kiện tổng hợp hạt nhân ở các sao, kể cả thời điểm xảy ra các vụ nổ sao siêu mới gần đó, vì chúng tạo nên một kiểu mẫu magiê cụ thể nào đó. Ở một góc khác của Ngân Hà, một trình tự sự kiện khác đi sẽ diễn ra và một tỷ lệ khác của các đồng vị sẽ chiếm ưu thế.



Hiệu ứng Doppler. Một nguồn âm thanh hay ánh sáng đứng yên sẽ phát ra tập hợp sóng hình cầu. Nếu nguồn chuyển động từ phải sang trái, nó sẽ phát ra các sóng hình cầu có tâm dịch chuyển lân lượt từ điểm 1 đến điểm 6, như trên hình. Nhưng một người quan sát tại B sẽ thấy các sóng như bị kéo dãn ra, trong khi một người quan sát khác tại A sẽ thấy các sóng như bị dồn nén lại. Một nguồn lùi xa dần được xem như là dịch chuyển về phía đỏ (các bước sóng trở nên dài hơn); một nguồn tiến lại gần được xem dịch chuyển về phía lam (các bước sóng trở nên ngắn hơn). Hiệu ứng Doppler là chìa khóa cho vũ trụ học.

Vụ Nổ Lớn và sự việc các thiên hà rời ra xa nhau được khám phá nhờ một hiện tượng phổ biến gọi là hiệu ứng Doppler. Chúng ta đã quen với hiệu ứng này trong vật lý về âm thanh. Một người lái xe ô tô phóng ngang qua chúng ta bόp còi xe. Bên trong xe, người lái xe nghe thấy tiếng còi ổn định ở một độ cao xác định nào đó. Nhưng bên ngoài ô tô, chúng ta nghe thấy sự biến đổi âm thanh về độ cao âm mang tính đặc trưng. Đổi với chúng ta, âm thanh trượt từ các tần số cao xuống các tần số thấp. Một chiếc xe đua chạy với vận tốc 200 km/h, bằng $1/6$ tốc độ âm thanh. Âm thanh là các sóng kế tiếp nhau trong không khí, hết đỉnh rồi đến hõm, rồi lại đỉnh và hõm. Các sóng càng gần nhau thì tần số hay âm độ càng cao; các sóng càng xa nhau thì âm độ càng thấp. Nếu ô tô rời xa chúng ta, nó sẽ kéo dãn các sóng âm, làm cho chúng, xét từ phía chúng ta, giảm độ cao và sinh ra thứ âm thanh đặc trưng mà tất cả chúng ta vẫn quen nghe. Nếu chiếc xe lao về phía chúng ta, thì các sóng âm bị dồn co vào nhau, tần số sẽ tăng lên, và ta nghe thấy tiếng rít cao tốn lên. Nếu biết độ cao bình thường của còi xe lúc xe đứng yên, ta có thể nhắm mắt vẫn suy ra vận tốc của nó, dựa vào sự thay đổi độ cao âm thanh.

Ánh sáng cũng là một loại sóng. Khác với âm thanh, nó truyền rất tốt qua chân không. Ở đây hiệu ứng Doppler cũng có dιp biểu lộ. Nếu vì lý do nào đó, thay cho tiếng còi, ô tô phát ra một chùm ánh sáng vàng thuần khiết, cả phía trước và phía sau, thì tần số ánh sáng sẽ tăng lên một chút khi chiếc ô tô tiến lại và giảm đi một chút khi chiếc ô tô rời xa. Ở vận tốc bình thường hiệu ứng này gần như không thể cảm nhận được. Nhưng nếu như ô tô chạy với vận tốc bằng một phần đáng kể của vận tốc ánh sáng, thì chúng ta có thể quan sát được màu ánh sáng biến đổi về phía tần số cao hơn, nghĩa là về phía ánh sáng lam, khi ô tô lao tới chúng ta; và về phía tần số thấp hơn, nghĩa là về phía ánh sáng đỏ, khi ô tô rời nhanh ra xa chúng ta. Một vật tiến lại chúng ta với vận tốc rất lớn thì màu sắc của các vạch phổ của nó dịch chuyển về phía lam. Một vật rời xa chúng ta với vận tốc rất lớn thì nó có các vạch phổ dịch chuyển về phía đỏ¹⁹². Sự dịch chuyển về phía đỏ này, được quan sát thấy trong các vạch phổ của những thiên hà xa xôi và được giải thích bằng hiệu ứng Doppler, đây là điểm then chốt của vũ trụ học.

Vào những năm đầu thế kỷ, chiếc kính thiên văn lớn nhất thế giới, mà sau này có dịp khám phá ra sự dịch chuyển về phía đỏ của những thiên hà xa xôi, được xây dựng trên núi Wilson, có tầm bao quát một vùng bấy giờ là bầu trời trong trẻo của thành phố Los Angeles. Phải đưa lên đỉnh núi những bộ phận lớn của kính thiên văn, việc này dành cho những đội la thồ. Một chàng trai trẻ chăn lanh tên là Milton Humason giúp chuyên chở thiết bị quang, các nhà khoa học, kỹ thuật viên và quan chức lên núi. Thường thì Humason cưỡi ngựa chỉ huy đàn la, còn con chó trăng nòi chó sục của anh ta đứng ngay phía sau yên, cặp chân trước của nó gác lên vai Humason. Humason là dân lao động có gì làm nấy không nề hà, nhai thuốc lá thành thạo, một tay bài bạc có hạng, chơi bi-a thiện nghệ và được tặng cho biệt danh mà thời đó người ta hay dùng là anh chàng nịnh đầm. Về học vấn chính thức thì anh ta chưa vượt quá lớp tám. Nhưng được cái anh ta sáng dạ, ham hiểu biết và hứng thú một cách tự nhiên đối với những thiết bị mà anh ta cần cù chở lên đỉnh núi. Humason tản tỉnh cô con gái một kỹ sư của đài thiên văn, ông này không ưng chuyện con gái mình gặp gỡ một anh chàng mà hoài bão không vượt quá tầm chăn la. Vậy là Humason làm đủ thứ việc vặt ở đài thiên văn - phụ cho thợ điện, bảo vệ, lau rửa sàn nơi đặt kính thiên văn mà anh ta đã góp phần lắp đặt. Theo lời kể lại, một buổi tối, người trợ lý kính thiên văn ban đêm bị ốm và người ta hỏi Humason có thể thay chân được không. Humason đã thể hiện sự khéo léo và cẩn thận khi xử lý thiết bị đến nỗi chẳng bao lâu sau trở thành thao tác viên kính thiên văn thường xuyên và cả trợ lý quan sát.

Sau Chiến tranh thế giới lần thứ nhất, trên núi Wilson xuất hiện Edwin Hubble, con người xuất sắc, lịch sự, thích giao du cả ra bên ngoài cộng đồng thiên văn, người sau này sẽ nổi tiếng, với giọng nói pha chất Anh Quốc đã ngấm vào anh trong thời gian một năm sang Oxford tu nghiệp theo học bổng Rhodes. Chính Hubble là người đã chứng tỏ lần chót rằng các tinh vân xoắn thực ra là "những vũ trụ đảo", tức là những đám quần tụ xa xôi của rất nhiều ngôi sao, tương tự như Ngân Hà của chúng ta; anh đã nghĩ ra cách tìm ngọn nến sao chuẩn cần có để đo khoảng cách đến các thiên hà. Hubble và Humason rất tâm đầu ý hợp với nhau, họ trở thành một cặp có lẽ hết sức độc đáo, làm việc rất ăn ý bên kính thiên văn. Nối bước nhà thiên văn V. M. Slipher ở Đài thiên văn Lowell, họ bắt đầu đo phô của những thiên hà xa xôi. Ít lâu sau điều trở nên rõ ràng là Humason có khả năng thu nhận quang phổ chất lượng cao của những thiên hà xa xôi giỏi hơn bất cứ nhà thiên văn chuyên nghiệp nào trên thế giới. Humason trở thành cán bộ trong biên chế chính thức của Đài thiên văn núi Wilson, học được nhiều kiến thức khoa học nền tảng phục vụ cho công việc của mình và cuối đời được cộng đồng thiên văn hết sức kính trọng.

Ánh sáng đến từ một thiên hà là tổng ánh sáng phát ra bởi hàng tỷ ngôi sao bên trong nó. Khi ánh sáng rời những ngôi sao này, một số tần số và màu sắc bị các nguyên tử ở các lớp ngoài cùng của ngôi sao hấp thụ. Kết quả là các vạch phổ giúp chúng ta biết rõ các ngôi sao ở cách xa hàng triệu năm ánh sáng có chứa các nguyên tố hóa học giống như ở Mặt Trời của chúng ta và các sao ở gần. Humason và Hubble kinh ngạc nhận thấy phổ của tất cả các thiên hà xa xôi đều dịch chuyển về phía đỏ, và điều còn sững sốt hơn, đó là thiên hà nào ở càng xa thì các vạch phổ của nó dịch chuyển về phía đỏ càng nhiều.

Cách giải thích hiển nhiên nhất về hiện tượng dịch chuyển về phía đỏ là dựa vào hiệu ứng Doppler: các thiên hà đang rời xa chúng ta; thiên hà ở càng xa thì tốc độ rời xa của nó càng lớn. Nhưng tại sao các thiên hà lại chạy trốn khỏi chúng ta? Phải chăng vị trí của chúng ta trong vũ trụ có cái gì đó đặc biệt, như thể Ngân Hà đã có hành động vô ý nào đó gây khó chịu trong đời sống các thiên hà? Có lẽ bản thân vũ trụ đang dãn nở, mang theo nó các thiên hà là điều có nhiều khả năng xảy ra hơn. Dần dần mọi điều trở nên sáng tỏ với thời gian: Humason và Hubble đã khám phá Vụ Nổ Lớn - nếu như không phải khởi đầu của vũ trụ thì ít nhất cũng là kiếp tái sinh mới nhất của nó.

Gần như mọi cái trong vũ trụ học hiện đại - nhất là ý tưởng về một vũ trụ đang dãn nở và một Vụ Nổ Lớn - đều dựa trên quan niệm rằng sự dịch chuyển vạch phổ về phía đỏ của các thiên hà xa xôi là do hiệu ứng Doppler và phát sinh nhờ tốc độ rời xa của chúng. Nhưng trong tự nhiên cũng có những sự dịch chuyển

về phía đỏ loại khác. Lấy ví dụ, dịch chuyển về phía đỏ do trường hấp dẫn, khi đó ánh sáng rời một trường hấp dẫn mạnh đã phải vất vả để thoát đi nên mất năng lượng trong chuyến đi, quá trình này được một người quan sát ở xa cảm nhận như là một sự dịch chuyển của ánh sáng thoát đi về phía các bước sóng dài hơn và các màu đỏ hơn. Bởi lẽ chúng ta cho rằng ở tâm một số thiên hà có thể tồn tại các lỗ đen nặng, nên đó là cách giải thích hoàn toàn chấp nhận được về dịch chuyển đỏ. Tuy nhiên, các vạch phổ cụ thể quan sát được thường mang đặc trưng của khí khuếch tán rất loãng, chứ không phải với mật độ cao đến ngạc nhiên mà lẽ ra phải chiếm ưu thế ở gần các lỗ đen. Hoặc dịch chuyển đỏ vẫn là hiệu ứng Doppler nhưng không phải do sự dãn nở chung của vũ trụ mà chỉ do một vụ nổ thiên hà cục bộ và khiêm tốn hơn. Nhưng nếu thế thì số mảnh nổ bay về phía chúng ta cũng phải nhiều như những mảnh rời xa chúng ta, nghĩa là hiện tượng dịch chuyển về phía lam cũng bằng dịch chuyển về phía đỏ. Thế nhưng điều chúng ta quan sát thấy là hầu như chỉ có hiện tượng dịch chuyển về phía đỏ bất kể chúng ta chĩa kính thiên văn vào những thiên thể xa xôi nào ở bên ngoài Cụm thiên hà địa phương.

Tuy nhiên vẫn tồn tại sự nghi ngờ đeo đẳng một số nhà thiên văn, rằng có thể quá trình suy diễn từ hiện tượng dịch chuyển về phía đỏ của các thiên hà thông qua hiệu ứng Doppler để đi đến kết luận vũ trụ đang dãn nở là không hẳn đúng. Nhà thiên văn Halton Arp đã tìm ra những trường hợp bí ẩn và đáng băn khoăn khi mà một thiên hà và một quasar, hay một cặp thiên hà có vẻ như ràng buộc vật lý với nhau có những sự dịch chuyển về phía đỏ rất khác nhau. Thỉnh thoảng dường như còn có một cái cầu bằng khí và bụi nối chúng với nhau. Nếu sự dịch chuyển về phía đỏ là do sự dãn nở của vũ trụ, thì những sự dịch chuyển về phía đỏ rất khác nhau ngụ ý rằng các khoảng cách tới các thiên thể ấy rất khác nhau. Nhưng hai thiên hà được kết nối với nhau về mặt vật lý thì khó có thể ở quá xa nhau - trong một số trường hợp lên đến một tỷ năm ánh sáng. Những người hoài nghi nói rằng sự kết nối chỉ có tính chất thống kê thuần túy, chẳng hạn một thiên hà sáng ở gần và một quasar ở xa hơn nhiều, mỗi cái có sự dịch chuyển về phía đỏ rất khác nhau và vận tốc rời xa rất khác nhau, lại ngẫu nhiên ở dọc theo hướng nhìn tạo cảm giác chúng gần nhau, chứ thực ra về mặt vật lý chúng chẳng có liên hệ gì với nhau cả. Những trường hợp “gần nhau” biểu kiến ấy vẫn xảy ra với xác suất nào đó. Cuộc tranh luận tập trung vào việc số cặp thiên thể trùng nhau liệu có vượt quá con số xác suất ngẫu nhiên hay không. Arp chỉ ra những trường hợp khác trong đó một thiên hà có sự dịch chuyển đỏ nhỏ đi kèm với hai quasar có sự dịch chuyển đỏ lớn và gần như hệt nhau. Ông tin rằng hai quasar này không phải ở khoảng cách xa tầm cỡ vũ trụ mà đang được phóng ra hai bên phải và trái bởi thiên hà “ở cận cảnh”; và những dịch chuyển đỏ kia là kết quả của một cơ chế nào đó chưa dò ra được. Những người hoài nghi viện dẫn sự “gần nhau” ngẫu nhiên ở dọc theo hướng nhìn và cách lý giải thông thường kiểu Hubble-Humason về dịch chuyển đỏ. Nếu Arp đúng thì chả cần phải tìm kiếm những cơ chế lạ lùng để giải thích nguồn năng lượng của các quasar xa xôi - các phản ứng dây chuyền ở sao siêu mới, các lỗ đen siêu nặng và những thứ đại loại như vậy - làm gì. Các quasar cũng chả cần phải ở rất xa nữa. Nhưng khi đó cần phải tìm một cơ chế lạ lùng khác để giải thích sự dịch chuyển đỏ. Trong cả hai trường hợp, sâu thẳm trong vũ trụ đang diễn ra điều gì đó rất kỳ lạ¹⁹³.

Sự rời xa của các thiên hà mà chúng ta cảm nhận thông qua sự dịch chuyển đỏ dựa trên hiệu ứng Doppler không phải là bằng chứng duy nhất đối với Vụ Nổ Lớn. Một bằng chứng độc lập và khá thuyết phục rút ra từ bức xạ nền vũ trụ dạng vật đen¹⁹⁴, thứ nền sóng vô tuyến yếu thường xuyên đến đồng đều từ mọi hướng trong Vũ trụ với cường độ vừa vặn khớp với giá trị ước đoán vào thời đại ngày nay từ bức xạ của Vụ Nổ Lớn mà nay đã nguội đi rất nhiều. Nhưng ở đây cũng có điều bí ẩn. Những quan sát thông qua ăng ten vô tuyến nhạy ở gần phía trên cùng khí quyển Trái Đất, đặt trên máy bay U-2 cho thấy rằng bức xạ nền, theo tính toán xấp xỉ ban đầu, đồng đều ở mọi hướng - như thể quả cầu lửa Big Bang dãn nở hết sức đồng đều, tức là vũ trụ lúc khởi đầu có sự đối xứng rất cao. Nhưng khi kiểm tra với độ chính xác cao hơn, thì bức xạ nền tỏ ra không phải đối xứng một cách hoàn hảo. Có một hiệu ứng nhỏ mang tính hệ thống khiến

cho toàn bộ Ngân Hà (và có thể cả các thành viên khác của Cụm thiên hà địa phương) đang lao như tên bắn về phía quần thiên hà Trinh Nữ với tốc độ 600 km/s). Với vận tốc như thế, chúng ta sẽ tới đây trong 10 tỷ năm nữa, khi ấy nghiên cứu thiên văn ngoài Thiên Hà sẽ dễ dàng hơn rất nhiều. Quần thiên hà Trinh Nữ đã là một tập hợp hết sức phong phú của các thiên hà đã biết, có đủ các loại thiên hà xoắn, thiên hà elip và thiên hà không định hình, một hộp chau báu trên trời. Nhưng tại sao chúng ta lại lao tới đó? George Smoot và các đồng nghiệp của ông, sau khi đã tiến hành các quan sát ở trên cao, cho rằng Ngân Hà bị hút về phía tâm quần thiên hà Trinh Nữ bởi trường hấp dẫn; rằng quần thiên hà này có số thiên hà nhiều hơn rất nhiều so với số đã được phát hiện từ trước tới giờ; và điều gây sốt nhất là quần thiên hà này có kích thước cực lớn, kéo dài trong không gian tới 1 hoặc 2 tỷ năm ánh sáng.

Bản thân vũ trụ quan sát được có kích thước chỉ 10, 20 tỷ năm ánh sáng, và nếu tồn tại một siêu quần thiên hà trong nhóm Trinh Nữ, thì có lẽ cũng có những quần thiên hà khác như thế ở các khoảng cách xa hơn, nghĩa là cũng khó phát hiện hơn¹⁹⁵. Cả cuộc đời của vũ trụ cũng chưa đủ thời gian để cho một sự không đồng nhất ban đầu về hấp dẫn kịp thu gom được một lượng vật chất nhiều như đang tồn tại trong siêu quần thiên hà Trinh Nữ. Do đó Smoot thiên về kết luận rằng Vụ Nổ Lớn kém đồng nhất hơn nhiều so với những gì ông đã tưởng trong những quan sát khác của mình, rằng sự phân bố vật chất ban đầu trong vũ trụ có tính lỗn nhỗn không đều rất lớn. (Người ta trông chờ một sự lỗn nhỗn ít ỏi nào đó, thậm chí cần có nó để lý giải sự kết tụ các thiên hà; nhưng vật chất đóng cục ở quy mô lớn như vậy lại là điều đáng ngạc nhiên). Có lẽ phải hình dung ra hai hoặc nhiều Vụ Nổ Lớn gần như đồng thời để giải thích nghịch lý này¹⁹⁶.

Nếu bức tranh chung của vũ trụ dãy nở và Vụ Nổ Lớn là đúng, thì chúng ta còn gặp phải những câu hỏi hóc búa hơn. Những điều kiện vào thời Vụ Nổ Lớn là như thế nào? Điều gì đã xảy ra trước đó? Từng có một vũ trụ tí hon, trống rỗng không vật chất, thế rồi vật chất bỗng nhiên được tạo ra từ hư vô? Điều đó diễn ra như thế nào? Trong nhiều nền văn hóa, người ta quen trả lời rằng Thượng đế đã tạo ra vũ trụ từ hư vô. Nhưng đó chỉ là cách trì hoãn không trả lời. Nếu chúng ta có can đảm theo đuổi câu hỏi này, thì dĩ nhiên chúng ta lại phải hỏi Thượng đế từ đâu ra. Nếu chúng ta có ý quyết cho rằng câu hỏi này không thể giải đáp được, thì tại sao không loại bỏ đi một bước mà nói luôn rằng nguồn gốc vũ trụ là không thể giải đáp? Hoặc, nếu chúng ta bảo rằng Thượng đế luôn luôn tồn tại thì tại sao không loại bỏ đi một bước mà kết luận rằng vũ trụ luôn luôn tồn tại?

Mọi nền văn hóa đều có huyền thoại về thế giới trước khi sáng thế, về sự sáng tạo ra thế giới, thường do các thần thánh ái ân với nhau hoặc được nở ra từ quả trứng vũ trụ. Thông thường, vũ trụ được hình dung một cách ngây thơ theo hình ảnh của con người và các loài vật. Lấy ví dụ từ năm đoạn trích ngắn từ các huyền thoại như thế, với mức độ tinh vi khác nhau, từ khu vực quanh Thái Bình Dương:

Vào cái thuở đầu tiên ấy mọi vật đều ở yên trong bóng đêm vĩnh cửu: đêm đen đè nén mọi vật giống như một bụi cây rậm không gì lọt qua được.

- Huyền thoại về Người Cha Vĩ đại

của người Aranda ở miền Trung Australia

Mọi vật đang chờ đợi, mọi vật yên tĩnh, mọi vật câm lặng; mọi vật im lìm bất động; còn thính không thì trống rỗng.

- Popol Vuh của người Maya Quiché

Na Arean ngồi một mình trong không gian như đám mây trôi nổi trong hư vô. Chàng không ngủ, vì ở đó chưa có giấc ngủ; chàng không đói, vì chưa có cái đói. Chàng cứ ngồi đó rất lâu, cho đến khi một ý nghĩ lóe lên trong đầu: "Ta sẽ làm ra một vật."

- Một huyền thoại ở đảo Maiana, quần đảo Gilbert

Ban đầu vũ trụ là một quả trứng lớn. Bên trong trứng hỗn độn, bồng bềnh trong cái hỗn độn ấy là Bàn cổ, cái thai thần thánh. Thế rồi Bàn cổ nở ra từ trứng, to gấp bốn lần con người ngày nay, tay cầm búa và đục để khai thiên lập địa.

- Huyền thoại Bàn cổ, Trung Quốc (khoảng thế kỷ 3)

Khi trời đất chưa thành hình, tất cả mờ mờ ảo ảo, mịt mịt mùng mùng... Khí trong và nhẹ, bay lên tạo ra trời; khí nặng và

đục, ngưng xuống hóa thành đất. Khí trong-nhé hội hợp dễ dàng, khí nặng-đục ngưng kết chặt vật, vậy nên trời có trước mà đất có sau vậy... Trời đất quán thông, sơ khai hỗn độn, sự vật chưa được tạo ra nhưng bắt đầu thành hình, ấy gọi là Thái Nhất. Vạn vật đều sinh ra từ Thái Nhất, nhưng mỗi vật mỗi khác vậy.

- Hoài Nam Tử, Trung Quốc (khoảng thế kỷ 1 trước Công nguyên)

Khen cho sự táo bạo của loài người trong những huyền thoại này. Sự khác nhau chủ yếu giữa những huyền thoại ấy và huyền thoại của khoa học hiện đại về Vụ Nổ Lớn là ở chỗ khoa học biết tự vấn, và chúng ta có thể thực hiện các thí nghiệm và quan sát để kiểm nghiệm các ý tưởng của chúng ta. Nhưng những câu chuyện sáng thế kia cũng đáng được chúng ta tôn trọng sâu sắc.

Nên văn hóa nào cũng thích thú với việc tồn tại những chu kỳ trong tự nhiên. Nhưng người xưa từng nghĩ làm sao có được những chu kỳ ấy nếu không có ý thần ý thánh? Và nếu trong những năm tháng đời người đã có những chu kỳ thì lẽ nào trong liên đại của các thần không có những chu kỳ? Đạo Hindu là tín ngưỡng duy nhất trong những tín ngưỡng lớn của thế giới hết lòng với ý tưởng rằng Vũ trụ trải qua rất nhiều, thậm chí vô số, cái chết và sự tái sinh. Đây là tôn giáo duy nhất có thang thời gian tương ứng với thang thời gian của vũ trụ học mang tính khoa học hiện đại, tuy chắc chắn đó chỉ là sự ngẫu nhiên. Thang thời gian của đạo Hindu rải từ ngày đêm bình thường của chúng ta tới ngày đêm của thần Brahma, dài 8,64 tỷ năm, dài hơn cả tuổi của Trái Đất hay Mặt Trời và bằng một nửa quãng thời gian tính từ Vụ Nổ Lớn. Và vẫn có những thang thời gian còn dài hơn nhiều.

Có một quan niệm sâu sắc và hấp dẫn rằng vũ trụ chỉ là giấc chiêm bao của Thượng đế, và sau một trăm năm Brahma, Thượng đế hòa tan mình vào giấc ngủ không có cơn mơ. Vũ trụ hòa tan cùng với Ngài - cho đến khi, sau một thế kỷ Brahma nữa, Thượng đế cưa mình, trấn tĩnh lại và lại bắt đầu giấc mộng vĩ đại mới về vũ trụ. Trong khi đó, ở những nơi khác, lại có cơ man những vũ trụ khác, mỗi vũ trụ có một thượng đế riêng đang mơ cơn mơ vũ trụ. Những ý tưởng vĩ đại này được tôi luyện bởi một ý tưởng khác, có lẽ còn vĩ đại hơn nữa. Người ta nói rằng có thể không phải con người là những cơn mơ của các Thượng đế, mà chính các Thượng đế là những cơn mơ của con người.

Ở Ấn Độ có nhiều vị thần, mỗi vị thần có nhiều dạng biểu hiện. Những bức tượng đồng thời Chola, được đúc vào thế kỷ 11, bao gồm vài hóa thân khác nhau của thần Shiva. Bức tượng duyên dáng và tinh tế nhất trong số đó thể hiện sự sáng tạo vũ trụ vào đầu mỗi chu kỳ vũ trụ, một mô típ được biết đến với tên gọi điệu nhảy vũ trụ của thần Shiva. Vị thần, trong hiện thân này có tên là Nataraja, vua Nhảy múa, và có bốn tay. Ở tay phải phía trên là một cái trống mà âm thanh tượng trưng cho âm thanh sáng thế. Ở tay trái phía trên là một lưỡi lửa, một sự nhắc nhở rằng vũ trụ ấy, giờ tuy mới hình thành, sau đây hàng tỷ năm nữa tất sẽ bị phá hủy.

Những hình tượng sâu sắc và đáng yêu này khiến tôi cứ muốn hình dung đấy là dự cảm của những ý tưởng thiêng văn hiện đại¹⁹⁷. Rất có khả năng là vũ trụ đã dã nở từ Vụ Nổ Lớn, nhưng điều đó không có nghĩa chắc chắn rằng nó sẽ dã nở mãi mãi. Sự dã nở có thể chậm dần lại cho đến khi ngừng hẳn và đảo chiều, tức là co lại. Nếu vật chất trong vũ trụ ít hơn một lượng tới hạn nào đó, thì lực hấp dẫn của các thiên hà đang rời xa nhau sẽ không đủ để làm dừng sự dã nở, và thế là vũ trụ sẽ nở bung ra mãi mãi. Nhưng nếu lượng vật chất nhiều hơn hẳn những gì chúng ta biết được - chẳng hạn, ẩn giấu trong các lỗ đen, hay trong khí nóng nhưng vô hình ở giữa các thiên hà - thì khi ấy vũ trụ sẽ bị lực hấp dẫn giữ lại và đấy sẽ là các chu kỳ kế tiếp nhau theo kiểu người Ấn Độ đã hình dung, hết nở ra lại co lại, hết vũ trụ này đến vũ trụ khác, Vũ trụ không có kết thúc. Nếu chúng ta sống trong một vũ trụ dao động pháp phồng như thế, thì Vụ Nổ Lớn không phải là sự khởi tạo của Vũ trụ, mà chỉ là sự chấm dứt của chu kỳ trước, sự phá hủy kiếp trước của Vũ trụ.

Có lẽ chẳng thứ thuyết vũ trụ hiện đại nào trong số ấy làm chúng ta vừa lòng. Trong một thuyết thì vũ

trụ được tạo ra cách đây 10-20 triệu năm và dần nở mãi mãi, các thiên hà rời xa nhau cho đến khi cái cuối cùng biến mất khỏi chân trời vũ trụ của chúng ta. Khi ấy các nhà thiên văn nghiên cứu thiên hà hết việc, các ngôi sao nguội đi và chết ngóm, bản thân vật chất tan rã và vũ trụ trở thành một màn sương mù thưa thớt lạnh lẽo chỉ gồm các hạt cơ bản. Trong một thuyết khác thì cái vũ trụ dao động pháp phồng kia, cái vũ trụ viết hoa kia không có điểm khởi đầu cũng như điểm kết thúc, còn chúng ta ở giữa một chu trình vô tận của những cái chết và tái sinh vũ trụ, mà không hề có được thông tin xuyên qua điểm tiếp xúc giữa các kỳ dao động.

Vậy là chẳng có gì trong các thiên hà, ngôi sao, hành tinh, các hình thái sự sống và nền văn minh đã phát triển và tiến hóa ở kiếp trước của vũ trụ chui qua được điểm tiếp xúc, vượt qua Vụ Nổ Lớn để đến được với vũ trụ của chúng ta. Số phận của vũ trụ trong cả hai phương án vũ trụ học chẳng lấy gì làm sáng sủa, tuy chúng ta có thể tự anủi vì thang thời gian liên quan đến chúng rất lớn. Những biến cố này sẽ chiếm hàng chục tỷ năm hoặc hơn. Nhân loại, hậu duệ của chúng ta, dù chúng là ai đi chăng nữa, có thể đạt được rất nhiều thành tựu trong hàng chục tỷ năm nữa, trước khi vũ trụ chết đi.

Nếu vũ trụ thực sự dao động, thì lại nảy sinh những câu hỏi kỳ quặc hơn nữa. Một số nhà khoa học cho rằng khi kỳ dần nở được tiếp nối bằng kỳ co lại, khi phổ của các thiên hà xa xôi đều dịch chuyển về phía lam, thì tính nhân quả sẽ đảo ngược và hệ quả sẽ xảy ra trước nguyên nhân. Những gợn sóng lan ra từ một điểm trên mặt nước xuất hiện trước tiên, sau đó mới là việc tôi ném hòn đá xuống ao. Bó đuốc bùng cháy trước khi tôi châm lửa đốt nó. Chúng ta không tài nào hiểu nổi sự đảo ngược nhân quả ấy có nghĩa là gì. Con người khi đó sẽ sinh ra dưới mộ rồi chết trong bụng mẹ chăng? Thời gian sẽ trôi ngược? Những câu hỏi này có một chút ý nghĩa nào không?

Các nhà khoa học băn khoăn điều gì xảy ra trong một vũ trụ dao động ở các điểm tiếp xúc chu kỳ, ở giai đoạn chuyển từ co sang nở. Một số người nghĩ rằng các định luật của tự nhiên khi đó đảo lộn một cách ngẫu nhiên, rằng thứ vật lý và hóa học chi phối vũ trụ này chỉ là một trong muôn vàn các định luật tự nhiên có thể có. Dễ thấy rằng chỉ có một phạm vi rất hạn chế các định luật của tự nhiên phù hợp với sự tồn tại của các thiên hà và ngôi sao, các hành tinh, sự sống và trí tuệ. Nếu các định luật của tự nhiên thay đổi không đoán trước được tại các điểm chuyên giai đoạn, thì chỉ có sự trùng hợp cực kỳ khác thường mới có thể khiến cho cái máy trò chơi điện tử của vũ trụ làm tỏ ra một vũ trụ phù hợp với chúng ta¹⁹⁸.

Chúng ta đang sống trong một vũ trụ dần nở mãi mãi hay trong một vũ trụ có vô số chu kỳ? Có những cách dò tìm: kiểm kê chính xác toàn bộ lượng vật chất trong vũ trụ, hoặc nhìn vào rìa của vũ trụ.

Kính thiên văn vô tuyến có thể phát hiện được những thiên thể rất yếu và ở rất xa. Khi chúng ta nhìn sâu vào không gian thì tức là chúng ta nhìn ngược dòng thời gian. Quasar gần nhất có lẽ cách xa nửa tỷ năm ánh sáng. Quasar xa nhất có thể tới 10 hay 12 tỷ năm ánh sáng. Nhưng nếu chúng ta nhìn thấy một thiên thể cách xa 12 tỷ năm ánh sáng, thì chúng ta đang nhìn nó ở thời điểm 12 tỷ năm về trước. Bằng cách nhìn thật xa vào vũ trụ, chúng ta cũng đang nhìn thật xa ngược dòng thời gian, ngược về chân trời của vũ trụ, ngược về kỷ nguyên Vụ Nổ Lớn.

Dãy Kính Rất Lớn (VLA) là tập hợp 27 kính thiên văn vô tuyến riêng biệt tại một vùng hẻo lánh ở bang New Mexico, Hoa Kỳ. Nó là một dãy đồng bộ pha, những chiếc kính thiên văn được nối với nhau về mặt điện tử, tựa như nó là một chiếc kính thiên văn duy nhất có kích thước bằng khoảng cách giữa những phần tử xa nhất của nó, như thể nó là một chiếc kính thiên văn vô tuyến có kích thước hàng kilômét. VLA có khả năng đạt độ nét cao hoặc phân biệt được chi tiết tinh tế trong phạm vi phổ sóng vô tuyến có thể so sánh ngang ngửa với độ phân giải mà những kính thiên văn lớn nhất đặt trên mặt đất đạt được trong vùng phổ sóng ánh sáng.

Đôi khi những kính thiên văn vô tuyến như vậy được kết nối với những kính thiên văn đặt ở đầu kia Trái Đất, tạo ra một cạnh đáy cỡ xấp xỉ đường kính Trái Đất - theo một khía cạnh nào đó, đó là một chiếc kính thiên văn to bằng cả hành tinh. Trong tương lai ta có thể có những kính thiên văn trên quỹ đạo Trái Đất, vắt ngang sang bên kia Mặt Trời, có tác dụng như một chiếc kính thiên văn lớn bằng phần trong của hệ Mặt Trời. Những kính thiên văn như thế có thể cho biết cấu tạo bên trong và bản chất của các quasar. Có lẽ sẽ tìm được một quasar làm ngọn nến chuẩn, để việc xác định khoảng cách đến các quasar không phải dựa vào sự dịch chuyển về phía đỏ trong phổ của chúng. Khi đã hiểu cấu tạo quasar và bản chất sự dịch chuyển đỏ của hầu hết các quasar xa xôi, chúng ta có thể xét xem hàng tỷ năm trước, sự dãn nở của vũ trụ liệu có nhanh hơn bây giờ, xem sự dãn nở có chậm lại, xem một ngày kia vũ trụ có sẽ suy sập hay không.

Kính thiên văn vô tuyến hiện đại cực kỳ nhạy; một quasar xa xôi sáng yếu đến nỗi bức xạ phát hiện được của nó chỉ cỡ một phần triệu tỷ ($1/10^{15}$) oát. Tổng lượng năng lượng đến từ ngoài hệ Mặt Trời mà tất cả kính thiên văn vô tuyến trên Trái Đất thu nhận được từ trước đến giờ còn nhỏ hơn năng lượng của một bông tuyết rơi xuống đất. Trong việc khám phá ra bức xạ nền vũ trụ, trong việc tính đếm các quasar, trong việc tìm kiếm các tín hiệu của trí tuệ đến từ vũ trụ, các nhà thiên văn vô tuyến đang làm việc với những lượng năng lượng nhỏ đến mức gần như bằng không.

Một số loại vật chất, nhất là vật chất ở các sao, sáng rực trong dải ánh sáng nhìn thấy được và dễ nhìn thấy. Lại có loại vật chất khác, thí dụ như khí và bụi ở ven rìa các thiên hà, thì không dễ phát hiện cho lắm. Nó không phát ra ánh sáng nhìn thấy được, tuy hình như nó phát ra sóng vô tuyến. Đây là một lý do khiến việc khám phá các bí ẩn vũ trụ đòi hỏi chúng ta phải sử dụng những thiết bị khác thường, ở những tần số khác với thứ ánh sáng nhìn thấy được mà mắt ta vẫn nhạy. Các đài thiên văn đặt trên quỹ đạo quanh Trái Đất đã tìm ra một nguồn phát tia X khá mạnh ở khoang không giữa các thiên hà. Ban đầu người ta tưởng rằng đó là hydro nóng ở khoảng không giữa các thiên hà, một lượng lớn chưa từng thấy trước đó, có lẽ đủ để đóng sập vũ trụ lại và bảo đảm rằng chúng ta đang kẹt trong một vũ trụ dao động. Song những quan sát mới đây của Ricardo Giacconi dường như đã phân giải được nguồn tia X thành những điểm riêng biệt, có lẽ là một đòn rất nhiều quasar xa xôi¹⁹⁹. Chúng đóng góp phần khối lượng trước đó chưa từng biết vào vũ trụ. Khi nào hoàn thành việc kiểm kê vũ trụ, tính tổng cộng khối lượng của tất cả các thiên hà, lỗ đen, hydro giữa các thiên hà, các sóng hấp dẫn và những cư dân kỳ lạ hơn của vũ trụ, thì chúng ta mới biết được mình đang sống trong loại vũ trụ nào.

Khi thảo luận về cấu trúc quy mô lớn của Vũ trụ, các nhà thiên văn thích nói rằng không gian vũ trụ bị cong, hoặc không có tâm đối với Vũ trụ, hoặc vũ trụ là hữu hạn nhưng không có giới hạn. Họ đang nói về những điều gì thế nhỉ? Chúng ta hãy tưởng tượng mình đang sống trong một xứ sở kỳ lạ, nơi mà mọi người ai cũng phẳng, cũng bẹt gi. Bắt chước Edwin Abbott, một học giả về Shakespeare sống ở Anh thời Victoria, chúng ta sẽ gọi xứ sở đó là Xứ Phẳng²⁰⁰. Một số người trong chúng ta là hình vuông; một số khác là tam giác; số khác nữa có hình dạng phức tạp hơn. Chúng ta lăng xăng ra vào các tòa nhà bẹt, tâm trí dồn vào các công việc bẹt và tản tỉnh nhau theo kiểu bẹt. Người nào ở Xứ Phẳng cũng chỉ có hai chiều là chiều dài và chiều rộng, nhưng không có một tí chiều cao nào. Chúng ta biết thế nào là bên phải, bên trái và đằng trước, đằng sau, nhưng không có chút khái niệm nào về phía trên và phía dưới, trừ các nhà toán học bẹt. Họ bảo: “Nghe này, điều đó rất dễ. Hãy hình dung phải-trái. Hãy hình dung trước-sau. Xong chưa, ổn chưa? Bây giờ hãy hình dung một chiều nữa, vuông góc với hai chiều kia.” Chúng ta đáp lại: “Các anh nói cái gì thế? Nó ở đâu? ‘Vuông góc với hai chiều kia’ nghĩa là thế nào! Chỉ có *mỗi* hai chiều thôi. Hãy chỉ chiều thứ ba đi. Nó ở đâu?” Thế là các nhà toán học nản chí và đánh bài chuồn. Chẳng ai chịu nghe các nhà toán học nữa.

Mỗi sinh vật hình vuông trong Xứ Phẳng nhìn thấy hình vuông khác chỉ như một đoạn thẳng ngắn, đó

là cạnh gần mình nhất. Muốn nhìn thấy cạnh khác của hình vuông, anh ta phải đi vòng một chút. Nhưng bên trong hình vuông thì muôn đời vẫn là bí ẩn, trừ khi có tai nạn khủng khiếp nào đó xảy ra hay việc mổ tử thi rạch đứt các cạnh thì các phần bên trong mới lộ ra.

Một hôm có một sinh vật ba chiều - chẳng hạn, hình dáng như quả táo - đến Xứ Phẳng, và lượn vè về phía trên. Quan sát một hồi một hình vuông khá hấp dẫn và nom có vẻ dễ thương dí vào căn nhà của anh ta, quả táo quyết định chào hình vuông để tạo sự giao tiếp thân thiện giữa các chiều. "Chào bạn," vị khách đến từ chiều thứ ba lên tiếng, "tớ là khách đến từ chiều thứ ba đây." Hình vuông tội nghiệp nhìn ngó quanh ngôi nhà đóng kín của mình mà chẳng thấy ai. Tệ hơn nữa, anh ta có cảm giác như tiếng chào, đến từ phía trên, như phát ra từ cơ thể bẹt của chính anh ta, một giọng nói từ bên trong. Anh ta bụng bảo dạ một cách quả cảm: trong gia đình mình có một chút gien diên diên ấy mà.

Bực tức vì bị coi là hiện tượng sai lệch tâm thần, quả táo bèn đáp xuống Xứ Phẳng. Bây giờ thì một sinh vật ba chiều có thể tồn tại một phần trong Xứ Phẳng; nhưng chỉ nhìn thấy được một tiết diện, chỉ những điểm tiếp xúc với mặt phẳng của Xứ Phẳng mà thôi. Một quả táo vượt qua Xứ Phẳng sẽ hiện ra ban đầu là một điểm, rồi sau đó là những lát gần như hình tròn mỗi lúc một to hơn. Hình vuông nhìn thấy một điểm xuất hiện trong một căn phòng đóng kín trong thế giới hai chiều của mình và điểm đó to dần thành một hình gần tròn. Một sinh vật có hình dạng lạ lùng và thay đổi đã hiện ra từ hư vô.

Cáu tiếc vì sự ngớ ngẩn của cái vật bèn bẹt, quả táo xô mạnh hình vuông, làm nó bắn tung lê, thân mình quẩy đạp và xoay tít vào chiều thứ ba bí ẩn kia. Thoạt đầu hình vuông không định thần được điều gì đang xảy ra; vì điều đó vượt quá kinh nghiệm hiểu biết của nó. Nhưng dần dần nó hiểu ra rằng mình đang ngắm nhìn Xứ Phẳng từ một điểm nhìn hết sức thuận lợi: "từ trên cao". Nó có thể nhìn vào các phòng đang đóng kín. Nó có thể nhìn vào bên trong đám đồng loại bẹt của mình. Nó đang nhìn vũ trụ của mình với một phổi cảnh độc đáo và hết sức ấn tượng. Du hành qua một chiều khác tạo nên một lợi thế bất ngờ, một kiểu nhìn xuyên thấu như X-quang. Cuối cùng, giống như chiếc lá rơi, hình vuông của chúng ta chậm chậm hạ xuống mặt phẳng. Xét từ góc nhìn của các đồng loại Xứ Phẳng thì hình vuông đã biến mất như độn thổ từ một căn phòng đóng kín rồi chẳng hiểu từ đâu lù lù hiện ra. "Trời đất ơi", họ nói, "điều gì xảy ra với cậu thế?" "Tôi nghĩ rằng," anh chàng bật ra câu đáp, "tớ vừa được 'lên phía trên'. Bạn bè vỗ vai ra chiều an ủi. Gia đình anh ta xưa nay vẫn mắc chứng hoang tưởng mà lại.

Trong những câu chuyện đáng suy ngẫm về tương quan giữa các chiều không gian như thế, không nhất thiết chúng ta chỉ bó hẹp ở hai chiều. Bắt chước Abbott, chúng ta có thể hình dung một thế giới chỉ có một chiều, nơi mà ai cũng chỉ là một đoạn thẳng, hay thậm chí thế giới ma ảo của những con thú không chiều, tức là những điểm. Nhưng có lẽ thú vị hơn chính là câu hỏi về số chiều nhiều hơn. Có thể có chiều vật lý thứ tư hay không?²⁰¹

Chúng ta hãy tưởng tượng cách tạo dựng khối lập phương như sau: lấy một đoạn thẳng có chiều dài nhất định và dịch nó đi một đoạn bằng chiều dài của nó theo chiều vuông góc với bản thân đoạn thẳng. Thế là thành hình vuông. Dịch hình vuông đi một đoạn bằng cạnh của nó theo hướng vuông góc với bản thân hình vuông, ta được một khối lập phương. Chúng ta hiểu rằng khối lập phương này hắt một cái bóng xuống, mà ta thường hay vẽ thành hai hình vuông có các đỉnh nối với nhau. Nếu chúng ta xem xét cái bóng của một khối lập phương trong hai chiều, chúng ta nhận thấy không phải tất cả các cạnh đều bằng nhau và không phải tất cả các góc đều vuông. Vật ba chiều không được thể hiện hoàn toàn đúng khi chuyển sang hai chiều. Đây là cái giá phải trả của việc mất đi một chiều khi chiếu hình hình học. Giờ ta hãy lấy một khối lập phương ba chiều và mang nó theo hướng vuông góc với chính nó, vào chiều vật lý thứ tư: không phải theo hướng phải-trái, không phải theo hướng trước-sau, không phải theo hướng lên xuống, mà đồng thời vuông góc với tất cả các hướng nói trên. Tôi không thể chỉ cho bạn biết hướng ấy là hướng nào, nhưng tôi có thể

hình dung nó tồn tại. Trong trường hợp như thế, chúng ta sẽ tạo ra một khối siêu lập phương bốn chiều, gọi là khối tứ chính phương (tesseract)²⁰². Tôi không thể chỉ cho bạn một khối tứ chính phương, vì chúng ta bị nhốt trong ba chiều. Nhưng cái tôi có chỉ cho bạn là cái bóng của nó hắt lên không gian ba chiều. Nó giống như hai khối lập phương lồng trong nhau và có tất cả các đỉnh nối với nhau bằng những đoạn thẳng. Nhưng khác cái là một khối tứ chính phương thực sự, trong không gian bốn chiều, thì tất cả các đoạn thẳng nối các đỉnh đều dài như nhau và tất cả các góc đều là góc vuông.

Hãy hình dung một vũ trụ giống như Xứ Phǎng, chỉ trừ ngoại lệ mà cư dân Xứ Phǎng không hề biết, là vũ trụ hai chiều của họ bị cong sang chiều vật lý thứ ba. Khi người Xứ Phǎng đi lại trong một đoạn ngắn, thì vũ trụ của họ có vẻ vẫn khá phǎng. Nhưng nếu có ai đó trong số họ đi rất xa dọc theo một đường mà anh ta có cảm giác là đường thẳng hoàn toàn, anh ta liền phát hiện ra một điều bí ẩn: tuy anh ta không gặp một vật chǎn nào và không hề quay trở lại, chǎng hiểu sao anh ta lại đi về chỗ cũ, nơi xuất phát ban đầu. Vũ trụ hai chiều của anh ta ăn là bị vênh, bị oắn hay bị cong qua một chiều thứ ba bí ẩn. Anh ta không thể hình dung được chiều thứ ba ấy, nhưng có thể suy diễn ra nó. Tăng số chiều trong câu chuyện này lên thêm một chiều, thì bạn có ngay tình huống đặt ra đối với chúng ta.

Tâm Vũ trụ ở đâu? Vũ trụ có biên không? Phía ngoài biên là cái gì? Trong một vũ trụ hai chiều, bị cong qua chiều thứ ba, thì *không có* tâm - ít nhất là tâm không nằm trên mặt cầu. Tâm của một vũ trụ như vậy không nằm *trong* vũ trụ đó; nó nằm ở nơi không tiếp cận được, ở chiều thứ ba, *bên trong* hình cầu. Tuy diện tích trên bề mặt cầu không quá lớn, vũ trụ ấy vẫn không có biên - nó hữu hạn nhưng không bị giới hạn biên. Và câu hỏi cái gì nằm bên ngoài nó thật vô nghĩa. Các sinh vật của thế giới phǎng không thể tự mình thoát ra khỏi hai chiều của mình.

Tăng số chiều lên thêm một chiều, thì bạn có ngay tình huống đặt ra đối với chúng ta: vũ trụ nếu là một hình siêu cầu bốn chiều thì sẽ không có tâm không có biên, và cũng chǎng có cái gì bên ngoài cả. Vậy tại sao tất cả các thiên hà đường như đang chạy trốn khỏi *chúng ta*? Hình siêu cầu dãn nở từ một điểm, giống như quả bóng bốn chiều được bơm căng, tạo ra trong mỗi khoảnh khắc thêm không gian trong vũ trụ. Vào một lúc nào đó sau khi sự dãn nở bắt đầu, các thiên hà kết tụ và được đưa ra phía ngoài, lên trên mặt siêu cầu. Trong mỗi thiên hà đều có các nhà thiên văn, và ánh sáng mà họ nhìn thấy bị nhốt trên bề mặt cong của siêu cầu. Khi hình cầu dãn nở, từng nhà thiên văn trong bất cứ thiên hà nào cũng đều nghĩ rằng tất cả các thiên hà khác đang chạy khỏi anh ta. Không có một hệ quy chiếu ưu tiên, đặc biệt nào²⁰³. Thiên Hà càng ở xa thì sự lùi xa càng nhanh. Các thiên hà bị gắn chặt vào không gian, mà bản thân không gian ấy dãn nở. Còn đôi với câu hỏi: *Vụ Nổ Lớn đã xảy ra ở đâu trong vũ trụ này?* thì câu trả lời đã rõ: ở mọi nơi.

Nếu như không có đủ vật chất để ngăn chặn vũ trụ dãn nở mãi mãi, thì nó phải một hình dạng mở, cong như cái yên với một bề mặt kéo dài đến vô tận trong không gian ba chiều tương tự của chúng ta. Nếu như có đủ vật chất, thì nó sẽ có hình dạng đóng, cong như mặt cầu trong không gian ba chiều tương tự của chúng ta. Nếu vũ trụ đóng, ánh sáng sẽ bị nhốt trong nó. Vào những năm 1920, ở hướng đối diện với thiên hà M31, các nhà quan sát đã tìm thấy một cặp thiên hà xoắn xa xôi. Họ băn khoăn: phải chǎng họ đang nhìn thấy Ngân Hà và M31 từ một chiều khác – giống như nhìn thấy gáy của mình khi bắt gặp ánh sáng đi vòng quanh vũ trụ? Bây giờ thì chúng ta biết rằng vũ trụ rộng lớn hơn nhiều so với người ta hình dung vào những năm 1920. Để ánh sáng đi được vòng quanh vũ trụ, phải mất thời gian lâu hơn cả tuổi của vũ trụ. Và các thiên hà thì trẻ hơn vũ trụ. Nhưng nếu vũ trụ đóng và ánh sáng không thể thoát ra khỏi nó, thì có lẽ hoàn toàn đúng khi mô tả vũ trụ như một lỗ đen. Nếu bạn muốn biết bên trong lỗ đen như thế nào, thì hãy nhìn xung quanh mình.

Lúc trước chúng ta đã nhắc đến khả năng tồn tại các lỗ sâu đi từ nơi này đến nơi khác trong vũ trụ mà không cần vượt qua khoảng cách giữa hai nơi - đi qua một lỗ đen. Chúng ta có thể hình dung các lỗ sâu này

như những cái ông chạy qua chiều vật lý thứ tư. Chúng ta không biết liệu những lỗ sâu có tồn tại không. Nhưng nếu chúng tồn tại, thì có nhất thiết bao giờ chúng cũng nối với một nơi khác trong vũ trụ của chúng ta hay không? Hay có khả năng các lỗ sâu nối thông với những vũ trụ khác, những nơi mà chúng ta không thể tiếp cận được bằng bất cứ cách nào? Với những gì chúng ta đã biết, có lẽ tồn tại nhiều vũ trụ khác. Biết đâu, theo một nghĩa nào đó, các vũ trụ ấy lồng trong nhau.

Có một ý tưởng - kỳ quặc, dai dẳng, thách thức - một trong những phỏng đoán tinh vi nhất trong khoa học hoặc tôn giáo. Nó hoàn toàn không thể kiểm nghiệm được; có lẽ không bao giờ chứng minh được. Nhưng nó vẫn khuấy động trong huyết quản. Đó là, người ta nói với chúng ta rằng, có một tầng tầng lớp lớp các vũ trụ, được sắp xếp theo kiểu một hạt cơ bản, chẳng hạn như một electron, trong vũ trụ của chúng ta, sẽ thể hiện nó như là toàn bộ một vũ trụ đóng, nếu chúng ta lọt được vào trong đó. Bên trong nó, được tổ chức thành những cấu trúc sở tại tương tự như các thiên hà và các vật thể nhỏ hơn, lại có vô số những hạt cơ bản khác, nhỏ bé hơn nhiều, và bản thân chúng lại là những vũ trụ ở cấp độ tiếp theo, cứ thế cho đến vô cùng - một sự hồi quy theo chiều đi xuống vô tận, vũ trụ ở trong vũ trụ, không bao giờ dứt. Còn chiều đi lên cũng vậy. Vũ trụ quen thuộc của chúng ta, gồm các thiên hà và ngôi sao, hành tinh và con người, sẽ chỉ là một hạt cơ bản duy nhất trong cái vụ trụ tiếp theo ở chiều đi lên, bước đầu tiên trong chuỗi hồi quy vô tận khác.

Đây là ý tưởng tôn giáo duy nhất mà tôi biết nó vượt qua vô số lần những vũ trụ luân hồi già nua trong vũ trụ quan của đạo Hindu. Những vũ trụ khác ấy sẽ như thế nào? Chúng có được xây dựng trên những định luật vật lý hoàn toàn khác? Chúng có trăng sao, thiên hà và các thế giới, hay là gồm những cái khác hẳn? Liệu chúng có tương thích với những hình thái sự sống nào đó khác đến không thể hình dung nổi? Để đi vào những vũ trụ ấy, chúng ta phải lọt vào chiều thứ tư bằng cách nào đó - việc chẳng dễ làm chút nào, chắc chắn là thế nhưng có lẽ lỗ đen sẽ tạo đường đi cho chúng ta. Biết đâu trong vùng lân cận hệ Mặt Trời có thể có những lỗ đen nhỏ. Điểm tinh khi ở bên rìa của vĩnh cửu, chúng ta sẽ bắt đầu nhảy ra khỏi nó...

CHƯƠNG XI

TRÍ NHỚ ĐEO ĐĂNG

Phận Trời phận Đất đã định xong;
Kênh rạch có dòng chảy thong dong;
Tigris và Euphrates, đôi bờ đã dựng;
Ta sẽ làm gì đây?
Ta sẽ tạo gì nữa đây?
Ôi Anunaki, hỡi những vị thần vĩ đại trên trời cao,
ta sẽ làm gì nữa đây?

- Thần thoại của người Assyria về sự tạo
ra Con Người, năm 800 trước Công nguyên

Khi Ngài, là vị thần nào đi nữa, đã sắp xếp, đem lại trật tự cho khối hỗn độn kia, và phân chia nó thành các phần vũ trụ, thì đầu tiên Ngài nặn Trái Đất thành hình quả cầu to lớn, nom phía nào cũng như phía nào... Để cho khu vực nào cũng có các loại sinh vật của khu vực này, các vì sao và các loại thần thánh chiếm lĩnh sàn trời, biển thì giội xuống dưới cho tôm cá sáng lấp lánh làm nhà, mặt đất thì có muông thú, không trung linh động là nơi vùng vẫy của chim chóc... Rồi Con Người sinh ra:... trong khi mọi loài động vật khác cùi phục sát đất, mắt nhìn cắm xuống đất, thì Ngài tạo cho Con Người một gương mặt ngẩng lên, sai khiến Con Người đứng thẳng và hướng đôi mắt ngước lên bầu trời.

- Ovid, *Biển hình ca*, thế kỷ 1

Trong đêm tối của vũ trụ bao la có cơ man nào là ngôi sao và hành tinh, cả trẻ hơn lão già hơn hệ Mặt Trời của chúng ta. Tuy chưa thể hoàn toàn chắc chắn, nhưng có thể nói vẫn tồn tại những quá trình đã dẫn tới sự tiến triển của sự sống và trí tuệ trên Trái Đất đang vận hành ở khắp vũ trụ. Chỉ riêng trong Ngân Hà vào giây phút này dễ dàng có tới một triệu thế giới có sinh vật cư trú, những sinh vật rất khác chúng ta và tiến triển hơn nhiều. Biết nhiều không đồng nhất với thông minh; trí tuệ không chỉ là thông tin mà còn là suy xét, cách phối hợp và sử dụng thông tin. Tuy thế, lượng thông tin mà chúng ta tiếp cận là một chỉ tiêu của trí tuệ chúng ta. Thước đo đơn vị thông tin được gọi là bit (nói tắt của binary digit, nghĩa là con số nhị phân). Nó là một câu trả lời - hoặc đúng/có hoặc sai/không - cho một câu hỏi không mập mờ. Nói rõ ngắn đèn bật hay tắt đòi hỏi 1 bit thông tin. Để ký hiệu một chữ cái trong số 26 chữ của bảng chữ cái Latin thì phải cần 5 bit ($2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$, lớn hơn 26). Nội dung thông tin văn bản trong cuốn sách này ít hơn 10 triệu (10⁷) bit một chút. Tổng số bit để ghi một chương trình truyền hình dài một giờ là khoảng 1012. Thông tin chứa trong từ ngữ và tranh ảnh của những cuốn sách trong tất cả các thư viện trên Trái Đất cỡ chừng 1016 hoặc 1017 bit²⁰⁴. Tất nhiên trong số đó có nhiều cái dư thừa, trùng lặp. Một con số như vậy ước tính đại khái kiến thức của con người. Nhưng ở đâu đó, trong những thế giới cổ xưa hơn, nơi mà sự sống đã tiến hóa sớm hơn trên Trái Đất hàng tỷ năm, có lẽ người ta biết tới 1020 hoặc 1030 bit - không chỉ nhiều thông tin hơn mà còn là những thông tin khác hẳn.

Trong số hàng triệu thế giới có các sinh vật có trí tuệ phát triển cao cư ngụ, ta hãy xem xét một hành tinh hiếm hoi, hành tinh duy nhất trong hệ của nó có bề mặt đại dương chứa nước lỏng. Trong môi trường nước phong phú này có nhiều loài sinh vật tương đối thông minh sinh sống - vài loài có tám phần phụ nhô ra để cầm nắm; số khác trao đổi thông tin với nhau bằng cách thay đổi các hoa văn gồm những đốm màu sáng và tối phức tạp trên thân mình; còn những sinh vật nhỏ bé thông minh hơn sống trên cạn thì thực hiện những cú đột nhập ngắn xuống biển trong những phương tiện bằng gỗ hoặc kim loại. Nhưng chúng ta đi tìm những trí tuệ chiếm ưu thế, những sinh vật lớn nhất hành tinh, những chủ nhân có tri giác và duyên dáng của đại dương sâu thẳm, những loài cá voi lớn.

Chúng là những động vật lớn nhất²⁰⁵ tiến hóa trên hành tinh Trái Đất, lớn hơn nhiều so với khủng long. Một con cá voi xanh trưởng thành có thể dài đến 30 mét và nặng tới 150 tấn. Nhiều loài, nhất là những chú cá voi hàm lược, ung dung lướt khắp mọi nơi, lọc một lượng nước rất lớn qua miệng để ăn những loài động vật tí hon; những loài khác thì chén cá và moi lân (krill). Cá voi là những kẻ mới xuống biển chưa lâu. Chỉ mới 70 triệu năm trước tổ tiên của chúng là những động vật có vú ăn thịt cứ từng bước chậm chạp di cư từ trên cạn xuống đại dương. Cá voi mẹ cho con bú và dịu dàng chăm sóc con cái. Tuổi thơ kéo dài trong đó người lớn dạy dỗ trẻ nhỏ. Chơi là cái thú giết thời gian điển hình. Đây là đặc trưng của tất cả các loài động vật có vú, rất quan trọng cho việc phát triển các sinh vật thông minh.

Biển tối mù mịt. Thị giác và khứu giác, vốn giúp ích rất nhiều cho động vật có vú trên cạn, lại không được tích sự gì lầm dưới biển sâu. Những tổ tiên nào của đám cá voi dựa vào các giác quan này để định vị bạn tình, con cái hoặc những loài mãnh thú ăn thịt đều đã không sinh sôi nảy nở được nhiều con cháu. Thế là một phương pháp khác được hoàn thiện trong quá trình tiến hóa; nó rất có tác dụng và là trọng tâm để hiểu biết cá voi: ý nghĩa của âm thanh. Một số âm của cá voi có thể coi là những bài hát, nhưng chúng ta vẫn còn chưa biết bản chất và ý nghĩa thực của những giọng điệu ấy. Chúng trải trên một dải tần số rộng, xuống dưới ngưỡng âm thấp nhất mà tai con người có thể thu nhận được. Một bài hát điển hình của cá voi kéo dài khoảng mười lăm phút; dài nhất là quãng một giờ. Thường thì nó lặp đi lặp lại giống hệt nhau, phách giống phách, nhịp giống nhịp, nốt giống nốt. Thỉnh thoảng một nhóm cá voi đang hát dở bài hát thì rời vùng nước lạnh mùa đông để rồi sáu tháng sau quay lại chỗ cũ và hát tiếp đúng cái nốt dở dang khi trước, cứ như thể không có sự gián cách nào. Cá voi nhớ rất giỏi. Điều thường xảy ra là, sau khi trở về, xướng âm của chúng đã thay đổi. Trong danh mục bài hát ưa thích đã xuất hiện những bài mới.

Các thành viên của một nhóm rất hay hát cùng một bài hát với nhau. Theo một sự thỏa thuận chung nào đó, có sự sáng tạo tập thể đối với bài hát, các đoạn ca thay đổi tháng này qua tháng khác, từ từ và đoán trước được. Nếu những bài hát của cá voi bướu được xem là một ngôn ngữ thanh điệu, thì tổng dung lượng thông tin tính bằng bit trong các bài hát ấy vào quãng 10^6 bit, áng chừng bằng dung lượng thông tin của trường ca *Iliad* hoặc *Odyssey*. Chúng ta không biết cá voi và bà con của chúng là cá heo nói hoặc hát về điều gì. Chúng không có các cơ quan cầm nắm, chúng không tạo nên các công trình xây dựng, nhưng chúng là những sinh vật xã hội. Chúng biết săn mồi, bơi, đánh cá, lướt đi đó đi đây, nô đùa, kết bạn tình, vui chơi, chạy trốn loài ăn thịt. Chắc chúng phải có nhiều chuyện muốn nói với nhau lắm.

Nguy hiểm trước hết đối với cá voi chính là một kẻ mới xuất hiện, một loài động vật đứng thẳng, mà chỉ mới đây thôi đã làm bá chủ trên các đại dương nhờ vào công nghệ, một giống sinh vật tự gọi mình là con người. Trong suốt 99,99% lịch sử phát triển của cá voi, không có con người ở trên hoặc trong lòng biển cả. Trong thời gian này cá voi đã phát triển được hệ thống thông tin liên lạc bằng âm thanh đặc biệt. Chẳng hạn, cá voi vây lưng phát ra những âm thanh cực to ở tần số 20 héc, thấp hơn cả quãng tám tháp nhất trên bàn phím đàn pianô. (1 héc là một đơn vị tần số âm thanh biểu thị một sóng âm gồm một đỉnh và một hõm đi vào tai bạn mỗi giây). Những âm thanh thấp tần như vậy khó bị đại dương hấp thụ. Nhà sinh vật học người Mỹ Roger Payne đã tính toán rằng khi sử dụng kênh âm thanh là biển sâu, hai chú cá voi có thể liên lạc với nhau ở tần số 20 héc gần như ở bất kỳ nơi nào trên thế giới. Một con có thể ở ngoài khơi Thềm băng Ross tại châu Nam Cực và liên lạc với con khác ở quần đảo Aleut²⁰⁶. Trong hầu hết lịch sử của mình, cá voi có thể đã thiết lập một mạng thông tin liên lạc toàn cầu. Có lẽ khi ở cách xa nhau đến 15.000 km, chúng cất lên những bài ca yêu đương, được phát đi đầy hy vọng vào biển bao la.

Trong suốt hàng chục triệu năm những sinh vật to lớn, thông minh và ưa giao lưu này đã phát triển mà không có kẻ thù tự nhiên nào. Thế rồi xuất hiện tàu thủy chạy hơi nước ở thế kỷ 19, tạo ra nguồn nhiễu âm thanh đáng sợ. Khi mà những chiếc tàu buôn và tàu quân sự ngày càng nhiều trên biển, thì phông nhiễu ở

các đại dương, nhất là ở tần số 20 héc, đã có thể cảm nhận rõ rệt. Cá voi liên lạc qua các đại dương gần sẽ cảm thấy khó khăn tăng lên lớn đến chừng nào. Khoảng cách mà chúng có thể liên lạc với nhau ắt đã giảm đi một cách từ từ nhưng chắc chắn. Hai trăm năm trước, khoảng cách điển hình mà cá voi vây lưng có thể liên lạc với nhau có lẽ chừng 10.000 km. Ngày nay, con số tương ứng có lẽ chỉ là vài trăm kilômét. Cá voi có biết tên của nhau không? Chúng có thể nhận ra nhau như những cá thể riêng biệt chỉ qua giọng nói? Chúng ta đã làm cá voi bị cô lập với nhau. Con người đã khá thành công trong việc bắt những sinh vật đã từng liên lạc với nhau hàng chục triệu năm nay giờ phải im lặng²⁰⁷.

Chúng ta còn làm những việc tồi tệ hơn thế: cho đến nay vẫn dai dẳng tồn tại nạn buôn bán xác cá voi. Có những người săn bắt và hạ sát cá voi để tung ra thị trường các sản phẩm son môi hay dầu bôi trơn công nghiệp. Nhiều nước hiểu rằng việc giết chóc có hệ thống các sinh vật thông minh như vậy là đáng ghê tởm, nhưng nạn buôn bán vẫn tiếp tục, chủ yếu được thúc đẩy bởi Nhật Bản, Na Uy và Liên Xô. Con người chúng ta, với tư cách một loài, quan tâm đến việc liên lạc với những sinh vật thông minh ngoài Trái Đất. Vậy thì cải thiện mối quan hệ với những sinh vật thông minh ngay trên Trái Đất, với những con người của các nền văn hóa và ngôn ngữ khác, với các loài vượn lớn, với cá heo, và nhất là với những chủ nhân thông minh của biển thăm kia, những loài cá voi lớn, phải chẳng là sự khởi đầu nên làm?²⁰⁸

Đối với một chú cá voi sống ngoài biển kia thì có nhiều thứ nó phải biết cách làm. Kiến thức ấy được lưu trong gien và bộ não của nó. Thông tin trong gien chứa cách biến các sinh vật phù du thành mỡ như thế nào; hoặc cách nín thở như thế nào để lặn sâu một kilômét dưới mặt nước. Thông tin trong não là thông tin học được, thì gồm đại loại như mẹ mình là ai, hoặc ý nghĩa của bài hát mà bạn đang nghe bây giờ là gì. Cá voi, giống như mọi động vật khác trên Trái Đất, có một thư viện gien và một thư viện trong não.

Vật liệu gien của cá voi, giống như vật liệu gien của con người, cấu tạo từ các axít nucleic, những phân tử khác thường ấy có khả năng tái tạo bản thân chúng từ các “khối vật liệu xây dựng” hóa học bao quanh, có khả năng biến thông tin di truyền thành hoạt động. Lấy ví dụ, một enzym của cá voi, giống hệt như enzym mà bạn có trong từng tế bào cơ thể bạn, có tên là hexokinase, bảo đảm cho bước đầu tiên trong hơn hai chục bước cần thiết do enzym thúc đẩy để biến một phân tử đường nhận được từ sinh vật phù du trong bữa ăn của cá voi thành một chút năng lượng - có lẽ góp phần vào việc cất lên một nốt nhạc tần số thấp trong âm nhạc của cá voi.

Thông tin được lưu trong vòng xoắn kép ADN của một con cá voi, một con người hay bất cứ một con thú hoặc thực vật nào khác trên Trái Đất được viết bằng ngôn ngữ có bốn chữ cái - bốn loại nucléotit khác nhau, những thành phần của phân tử làm nên ADN. Có bao nhiêu bít thông tin chứa trong vật liệu di truyền của những hình thái sự sống khác nhau? Có bao nhiêu câu trả lời kiểu có/không đối với các câu hỏi sinh học đa dạng được viết bằng ngôn ngữ của sự sống? Một con vi rút cần khoảng 10.000 bit - áng chừng bằng lượng thông tin trên trang này. Nhưng thông tin của vi rút là loại đơn giản, hết sức cô đọng, hết sức hiệu quả. Muốn đọc nó phải rất chú ý. Đây là những hướng dẫn mà nó cần để lây nhiễm vào một cơ thể sinh vật khác rồi tự sao chép bản thân - loại hoạt động duy nhất mà vi rút thông thạo. Một con vi khuẩn sử dụng chừng 1 triệu bit thông tin - tức là khoảng 100 trang in. Vì khuẩn có nhiều việc phải làm hơn vi rút. Khác với vi rút, vi khuẩn không phải là những kẻ ăn bám cả đời cả kiếp. Vì khuẩn phải tự kiếm ăn để sống. Tới con a míp đơn bào tự do thì đã phức tạp hơn nhiều; với khoảng 400 triệu bit trong ADN của nó, nó cần tới khoảng tám tập sách 500 trang để sinh ra một con a míp khác.

Một con cá voi hay một con người cần quãng 5 tỷ bit. Nếu lượng thông tin 5×10^9 bit thông tin trong bộ bách khoa thư sự sống của chúng ta, chứa trong hạt nhân của mỗi tế bào chúng ta, được viết, chẳng hạn, bằng tiếng Anh, thì nó sẽ kín 1.000 tập sách. Mỗi tế bào trong số 1.000 tỷ tế bào của chúng ta đều chứa một thư viện các hướng dẫn về cách tạo ra từng phần cơ thể của mình. Mỗi tế bào trong cơ thể bạn sinh ra

do sự phân chia tế bào liên tiếp từ một tế bào duy nhất, một tế bào trứng đã thụ tinh do cha mẹ bạn tạo ra. Mỗi lần tế bào phân chia, trong nhiều bước ngay khi còn ở bào thai để dần dần tạo nên bạn, bộ hướng dẫn di truyền trong gien lại được sao thêm bản thứ hai với độ chính xác rất lớn. Vậy là tế bào gan của bạn cũng có một số kiến thức không dùng đến về cách thức tạo nên những tế bào xương của bạn, và ngược lại. Thư viện gien chứa mọi thứ mà cơ thể bạn biết về cách thức tạo nên chính nó. Thông tin cổ xưa được viết chi tiết đến mức triệt để, cẩn thận, thừa thãi - về cách cười như thế nào, hắt hơi như thế nào, đi lại như thế nào, nhận dạng các mẫu hình ảnh như thế nào, sinh sản như thế nào, tiêu hóa quả táo như thế nào.

Ăn một quả táo là một quá trình vô cùng phức tạp. Quả thực, nếu tôi phải tổng hợp các enzym của bản thân mình, phải nhớ một cách có ý thức và chỉ đạo mọi bước hóa học cần thiết để lấy được năng lượng từ thức ăn, thì chắc tôi đói meo. Ngay cả vi khuẩn cũng thủy phân glucoza yếm khí, đó là nguyên nhân làm cho quả táo rửa thối: giờ ăn của vi khuẩn đã điểm. Vì khuẩn và con người, cùng với tất cả các loài sinh vật trung gian, đều có nhiều hướng dẫn di truyền tương tự nhau. Các thư viện gien riêng biệt của chúng ta có nhiều trang chung, một sự nhắc nhở khác về di sản tiến hóa chung của chúng ta. Công nghệ của chúng ta mới sao chép được một phần bé nhỏ của cả quá trình sinh hóa tinh vi phức tạp mà cơ thể chúng ta thực hiện một cách ngon lành: chúng ta mới chỉ bắt đầu nghiên cứu các quá trình này. Tuy nhiên, sự tiến hóa đã có thời gian thực hành hàng tỷ năm. ADN biết điều đó.

Nhưng giả sử việc bạn phải làm phức tạp đến nỗi ngay cả vài tỷ bit thông tin cũng không đủ. Giả sử môi trường thay đổi nhanh đến nỗi bộ bách khoa thư gien được mã hóa từ trước, vốn vẫn rất được việc trước đây, bây giờ không hoàn toàn thích hợp nữa. Lúc ấy thì ngay cả một thư viện gien gồm 1.000 tập sách cũng không đủ. Đây là lý do tại sao chúng ta có bộ não.

Giống như mọi cơ quan khác, qua hàng triệu năm, bộ não đã tiến hóa, tăng độ phức tạp và dung lượng thông tin. Cấu trúc của nó phản ánh tất cả các giai đoạn mà nó đã trải qua. Bộ não tiến hóa từ trong ra đến ngoài. Sâu bên trong là phần cổ xưa nhất: cuống não. Cuống não thực hiện các chức năng sinh vật cơ bản, trong đó có nhịp sống - nhịp tim đập và hô hấp. Theo cách nhìn thấu đáo và táo bạo của Paul MacLean, các chức năng cao cấp hơn của não tiến hóa thành ba giai đoạn nối tiếp nhau, úp chụp phía trên cuống não là phức hợp bò sát hay phức hợp R (R-complex)²⁰⁹, trung tâm của tính xâm lấn, nghi lễ, tính lãnh thổ và tôn ti xã hội, nó đã phát triển từ hàng trăm triệu năm trước trong tổ tiên của chúng ta là bò sát. Té ra ở sâu trong não của mỗi chúng ta có một thứ tựa như não của con cá sấu. Bao quanh phức hợp bò sát là hệ limbic hay não thú, đã phát triển từ hàng chục triệu năm trước trong tổ tiên là thú (động vật có vú) nhưng chưa phải linh trưởng. Đây là nguồn chủ yếu của các tâm trạng và cảm xúc, lo toan và chăm sóc trẻ nhỏ.

Cuối cùng, ở phía ngoài, chúng sống hòa bình một cách không dễ dàng với các phần não nguyên thủy hơn, là vỏ não, đã phát triển từ hàng triệu năm trước trong tổ tiên của chúng ta là linh trưởng, vỏ não, nơi mà vật chất biến đổi thành ý thức, là điểm khởi phát cho tất cả các chuyến du hành vũ trụ của chúng ta. Chứa đến 2/3 khối lượng não, nó là lãnh địa của trực giác và phân tích có phê phán. Chính nhờ có nó mà chúng ta có những ý tưởng và cảm hứng, nhờ có nó mà chúng ta đọc và viết được, nhờ có nó mà chúng ta làm toán và sáng tác nhạc được, vỏ não điều chỉnh đời sống nhận thức của chúng ta. Đây là sự nổi bật của loài chúng ta, là trung tâm tinh người của chúng ta. Nền văn minh là một sản phẩm của vỏ não.

Ngôn ngữ của bộ não không phải là ngôn ngữ ADN của gien. Hóa ra, những gì chúng ta biết đều được mã hóa trong các tế bào gọi là nơ ron - những phần tử chuyển mạch điện hóa tế vi, mà bề rộng thường chỉ cỡ vài phần trăm milimét. Mỗi chúng ta có lẽ có 100 tỷ nơ ron, có thể sánh với số lượng sao trong Ngân Hà. Nhiều nơ ron có hàng ngàn kết nối với các anh chàng láng giềng. Như vậy có ước chừng 100 nghìn tỷ (10^{14}) kết nối trong vỏ não của con người.

Charles Sherrington hình dung hoạt động trong vỏ não sau khi tỉnh giấc ngủ:

[Vỏ não] giờ đây trở thành trường sáng lóe của những điểm bùng sáng theo nhịp điệu với chuỗi tia sáng vội vã qua qua lại lại. Bộ não đang thức tỉnh và cùng với nó trí tuệ đang trở lại. Nó cũng tựa như Ngân Hà đang bước vào một điệu nhảy vũ trụ nào đó. Rất mau chóng [vỏ não] trở thành một khung cửi kỳ diệu, nơi hàng triệu con thoi sáng lấp lóe đan dệt một mẫu hoa văn hòa quyện, luôn luôn là một mẫu hình đầy ý nghĩa tuy không bao giờ tĩnh tại; một sự hài hòa di động của các chi tiết. Bây giờ khi cơ thể thức dậy, các chi tiết hoạt động rất hài hòa này kéo dài ra thành những vệt đường không sáng của [não dưới]. Các sợi chớp sáng và các tia sáng cũng theo các kết nối đi xuống. Điều này có nghĩa là cơ thể đã tỉnh giấc và trỗi dậy để đáp ứng một ngày thức tỉnh.

Ngay cả trong khi ngủ, bộ não cũng đập nhịp rộn ràng và lấp lóe sáng, bận rộn với công việc phức tạp của đời sống con người - chiêm bao, ghi nhớ, suy tư. Những ý nghĩ, sự nhìn ngắm và những tưởng tượng của chúng ta đều thể hiện bằng thực tại vật lý. Một ý nghĩ cấu thành từ hàng trăm xung điện hóa. Nếu ta thu nhỏ mình xuống mức các nơ ron, thì ta có thể chứng kiến các chi tiết hoa văn tinh vi, cầu kỳ, chóng tàn. Một hình hoa văn có thể là ánh lóe của ký ức về mùi hoa tử đinh hương trên con đường thôn quê thuở ấu thơ. Một hình hoa văn khác có thể là một phần của thông điệp lo lắng: "Mình để quên chìa khóa ở đâu nhỉ?"

Trong các dãy núi của trí óc có nhiều thung lũng, những nếp cuộn làm tăng diện tích bề mặt vỏ não lên rất nhiều để lưu trữ thông tin trong hộp sọ có kích thước giới hạn. Các quá trình sinh hóa thần kinh của não nhộn nhịp đến kinh ngạc, thiết kế bộ máy kỳ diệu hơn bất cứ thiết kế máy móc nào do con người nghĩ ra. Nhưng không có bằng chứng nào cho thấy hoạt động của nó nhờ vào thứ gì khác hơn 10^{14} kết nối nơ ron tạo nên kiến trúc tinh tế của ý thức. Thế giới tư duy đại thể được chia thành hai bán cầu. Bán cầu vỏ não phải chủ yếu đảm trách việc nhận dạng các mẫu hình ảnh, trực giác, cảm xúc, các hiểu biết sáng tạo. Bán cầu trái chủ trì tư duy lý trí, phân tích và phê phán. Đây là những thế mạnh đối ngẫu, hai thái cực thiết yếu đặc trưng cho tư duy con người. Hợp lại, chúng tạo ra phuơng tiện để vừa sản sinh ra các ý tưởng vừa kiểm tra hiệu lực của những ý tưởng ấy. Một sự đối thoại liên tục diễn ra giữa hai bán cầu, được tiến hành qua một bó lớn các dây thần kinh kết nối, gọi là thể chai (corpus callosum), cây cầu bắc giữa tính sáng tạo và sự phân tích, mà cả hai đặc tính này đều cần thiết để hiểu biết thế giới.

Dung lượng thông tin của não người tính bằng bit có lẽ có thể sánh với tổng số các kết nối giữa các nơ ron với nhau - khoảng 100 nghìn tỷ (10^{14}) bit. Nếu viết ra bằng tiếng Anh, thông tin ấy sẽ chứa đầy 20 triệu tập sách dày, bằng số sách có trong những thư viện lớn nhất thế giới. Lượng thông tin tương đương với 20 triệu tập sách nằm trong đầu của mỗi người chúng ta. Bộ não là một kho chứa rất lớn ở trong một không gian rất nhỏ. Hầu hết các "cuốn sách" trong não tập trung ở vỏ não. Phần não phía dưới tập trung các chức năng mà cuộc sống tổ tiên xa xôi của chúng ta phụ thuộc vào - tính xâm lấn, nuôi dưỡng con cái, sự sợ hãi, tình dục, sự săn sàng đi theo các thủ lĩnh một cách mù quáng. Trong số các chức năng cao cấp hơn của não thì một số chức năng, như đọc, viết, nói, dường như tập trung ở những chỗ cụ thể của vỏ não. Thế nhưng trí nhớ lại nằm tản mạn, dư thừa ở nhiều chỗ. Nếu những thứ như ngoại cảm thực sự tồn tại, thì một trong những thành quả vinh quang của nó sẽ là cơ hội cho mỗi chúng ta được đọc các "cuốn sách" trong vỏ não của những người ta yêu thương. Nhưng vì chẳng có bằng chứng thuyết phục nào về ngoại cảm, nên truyền đạt những thông tin như thế vẫn là công việc của các nghệ sĩ và văn sĩ.

Bộ não làm nhiều việc hơn là ghi nhớ thuần túy. Nó so sánh, tổng hợp, phân tích, để ra các khái niệm trừu tượng. Chúng ta phải nghiên ngắm nhiều gấp bội so với những gì mà các gien của chúng ta nắm vững. Đó là lý do tại sao thư viện não lại lớn gấp quãng một vạn lần thư viện gien. Khát khao tìm hiểu, thể hiện rõ ngay trong thái độ của mỗi đứa trẻ mới lâm chǎm biết đi, là công cụ giúp chúng ta sinh tồn. Xúc cảm và những khuôn mẫu tập tính nghi thức hóa được cài sẵn rất sâu bên trong chúng ta. Chúng là một phần của bản tính con người. Nhưng chúng không phải là đặc thù chỉ của con người. Nhiều loài động vật cũng có cảm xúc. Điều làm loài người khác biệt với mọi loài khác chính là tư duy. Vỏ não cho chúng ta sự tự do. Chúng ta không còn bị nhốt trong các khuôn mẫu tập tính kể thừa theo di truyền như của loài thằn lằn hay

khi đầu chó. Mỗi người chúng ta chủ yếu chịu trách nhiệm về những gì chứa trong bộ não của mình, về những gì mà khi trưởng thành, chúng ta chăm lo và hiểu biết. Một khi không còn chịu ở dưới trướng quyền lực của não bò sát, chúng ta có thể thay đổi bản thân.

Đa số các thành phố lớn trên thế giới đã phát triển được chẳng hay chớ, dần từng tí một, để theo kịp nhu cầu tức thời; rất hiếm khi một thành phố được quy hoạch cho tương lai xa. Sự phát triển của một thành phố cũng giống như sự tiến hóa của bộ não: từ một trung tâm nhỏ nó lớn lên chậm chạp rồi thay đổi, bỏ lại nhiều phần cũ vẫn còn đang hoạt động. Sự tiến hóa không có cách gì loại bỏ bộ phận bên trong cổ xưa cho dù nó không hoàn thiện để thay thế nó bằng những cấu trúc hiện đại hơn. Não vẫn phải hoạt động trong quá trình đổi mới. Đó là lý do tại sao cuống não được bao bởi phức hợp bò sát, rồi hệ limbic và cuối cùng là vỏ não. Các bộ phận cũ chịu trách nhiệm về quá nhiều những chức năng cơ bản nên không thể thay thế hoàn toàn được. Vậy là chúng cột kẹt hoạt động, lạc hậu và đôi khi phản tác dụng, nhưng là hệ quả cần thiết của sự tiến hóa ở con người.

Ở thành phố New York, sự bố trí của nhiều con phố lớn thuộc về thế kỷ 17, sở giao dịch chứng khoán ra đời vào thế kỷ 18, mang lưới đường ống cấp nước thuộc thế kỷ 19, còn hệ thống điện lực lại là của thế kỷ 20. Sự bố trí chắc sẽ hiệu quả hơn nếu tất cả các hệ thống dân dụng được xây dựng song song với nhau và được thay thế định kỳ (chính vì thế mà những vụ hỏa hoạn tai họa - những đám cháy lớn, chẳng hạn, ở London và Chicago²¹⁰, đôi khi lại có ích trong quy hoạch đô thị). Nhưng sự bổ sung những chức năng mới cho phép thành phố hoạt động ít nhiều liên tục qua các thế kỷ. Vào thế kỷ 17 người ta đi lại giữa Brooklyn và Manhattan ở hai bên sông Đông (East River) bằng phà. Đến thế kỷ 19, công nghệ cho phép xây một chiếc cầu treo qua sông. Nó được xây đúng ở bến phà, vì thành phố sở hữu đất tại đây lấn vì các đại lộ lớn đều hội tụ vào chỗ con phà hoạt động xưa kia. Sau này lại có khả năng làm một đường hầm đi bên dưới con sông, thì nó cũng được làm ở đúng chỗ ấy, vẫn vì những lý do ấy, lại thêm lý do có các khoang ngầm được đào khi xây cầu bị bỏ lại, được gọi là những giếng chìm. Sự sử dụng và cải tạo các hệ thống cũ cho các mục đích mới rất giống với cách thức tiến hóa sinh vật.

Khi các gien của chúng ta không chứa đủ thông tin cần thiết cho sự sinh tồn, thì dần dần chúng ta tạo ra bộ não. Nhưng rồi đến lúc, có lẽ cách đây 10.000 năm, chúng ta cần biết nhiều hơn những gì có thể chất chứa thuận tiện trong bộ não. Thế là chúng ta tích trữ một lượng thông tin khổng lồ bên ngoài cơ thể của mình. Con người là loài duy nhất trên hành tinh này, theo như những gì đến nay chúng ta biết được, đã sáng tạo ra một thứ trí nhớ tập thể được lưu trữ không ở trong gien cũng chẳng ở trong não của mình. Kho chứa trí nhớ ấy được gọi là thư viện.

Một quyển sách được làm từ một cái cây. Nó là một tập hợp lắp ráp từ những phần phẳng, linh động (vẫn gọi là “tờ”²¹¹), được in những dòng nguệch ngoạc bằng một màu tối. Chỉ cần nhìn vào đó là bạn có thể nghe được lời nói của người khác - một người nào đó có lẽ đã chết từ hàng nghìn năm nay. Qua cả nghìn năm, tác giả vẫn đang nói, không thành tiếng nhưng rõ ràng như rót vào đầu bạn, trực tiếp với bạn. Chữ viết có lẽ là phát minh vĩ đại nhất trong những phát minh của con người. Nó nối kết con người với nhau, những người ở các thời đại cách xa nhau và chưa bao giờ quen biết nhau. Sách vở đã chặt đứt xiềng xích của thời gian, nó chứng tỏ rằng con người có thể làm nên những điều thần diệu.

Một số tác giả thuở sơ khai viết trên đất sét. Chữ viết hình nêm, tiền thân xa xôi của bộ chữ cái phương Tây, đã được phát minh ở Cận Đông khoảng 5.000 năm trước đây. Mục đích của nó là lưu lại các ghi chép: mua ngũ cốc, bán đất, chiến thắng của vua chúa, quy định của các thầy tu, vị trí của các vì sao, những lời cầu nguyện thần thánh. Qua hàng ngàn năm, chữ viết được đục khắc vào đất sét và đá, được khía vào sáp, vỏ cây hay da thuộc, được vẽ trên thẻ tre, giấy cói hay lụa - nhưng mỗi lần bao giờ cũng chỉ được một bản và, trừ những dòng chữ trên các tượng đài, luôn chỉ dành cho một nhúm độc giả hẹp. Thế rồi ở

Trung Hoa từ thế kỷ 2-6, người ta đã phát minh ra cả giấy, mực và in ấn bằng những bản khắc gỗ, cho phép mỗi tác phẩm có nhiều bản được tạo ra và phát hành. Phải mất 1.000 năm thì ý tưởng ấy mới tới được châu Âu xa xôi và lạc hậu. Rồi bỗng nhiên sách được in ấn trên khắp thế giới. Trước khi phát minh ra con chữ rời ty pô, vào khoảng năm 1450, cả châu Âu có không quá vài vạn cuốn sách, tất cả đều là viết tay; cũng xấp xỉ bằng số sách ở Trung Quốc vào năm 100 trước Công nguyên, và chỉ bằng 1/10 số sách ở Đại Thư viện của thành phố Alexandria. Năm mươi năm sau, vào khoảng năm 1500, đã có 10 triệu cuốn sách in. Nhờ đó mà ai biết đọc cũng có thể học tập. Sự thần diệu đã lan tỏa khắp nơi.

Gần đây hơn, sách, nhất là những cuốn bìa mềm, được in hàng loạt với giá rẻ trong những lần xuất bản. Với cái giá của một bữa ăn khiêm tốn, bạn có thể nghiên ngẫm về sự suy tàn của Đế quốc La Mã, về nguồn gốc các loài, sự giải thích các giấc mơ, bản chất các vật. Sách giống như hạt giống. Chúng nằm yên hàng thế kỷ rồi nở hoa trên những mảnh đất ít triển vọng nhất.

Các thư viện lớn trên thế giới chứa hàng triệu tập sách, tương đương với khoảng 10^{14} bit thông tin bằng ngôn từ, và khoảng 10^{14} bit thông tin bằng tranh. Con số này gấp 10.000 lần thông tin trong gien của chúng ta, và gấp khoảng 10 lần thông tin trong não của chúng ta. Nếu mỗi tuần tôi đọc xong một cuốn sách, thì cả đời tôi chỉ mới đọc được vài nghìn cuốn sách, bằng khoảng một phần nghìn dung lượng của các thư viện lớn nhất hiện nay. Thủ thuật là biết nên đọc những cuốn sách nào. Thông tin trong sách không được lập sẵn khi sinh ra mà thường xuyên thay đổi, được điều chỉnh bởi các sự kiện, thích ứng với thế giới. Đã 23 thế kỷ trôi qua từ khi thành lập thư viện ở Alexandria. Nếu không có sách, không có các văn bản ghi chép, thì thử nghĩ xem 23 thế kỷ là khoảng dài ghê gớm đến đâu. Với bốn thế hệ một thế kỷ, thì 23 thế kỷ tương ứng với gần 100 thế hệ con người. Nếu thông tin chỉ có thể truyền miệng qua các thế hệ, thì chúng ta sẽ biết về quá khứ ít ỏi làm sao, sự tiến bộ của chúng ta sẽ chậm chạp làm sao! Mọi thứ sẽ tùy thuộc vào việc chúng ta tình cờ được nghe nói về những phát minh nào của cổ nhân, và câu chuyện truyền miệng ấy chính xác đến mức nào. Thông tin quá khứ dù có thể được gìn giữ nồng nàn, nhưng việc kể đi kể lại kế tiếp nhau sẽ dần dần làm nó trở nên lộn xộn hơn và cuối cùng mất hẳn. Sách giúp chúng ta du lịch vượt qua thời gian, thu nhận trí khôn của tổ tiên. Thư viện kết nối chúng ta với những hiểu biết sâu sắc, được rút tinh túc một cách đau xót từ Tự nhiên, với những kiến thức của những trí óc vĩ đại nhất từng sống trên đời, với những người thầy tài giỏi nhất từ khắp mọi nơi trên hành tinh này từ mọi thời trong lịch sử, để giảng dạy cho chúng ta một cách không mệt mỏi, cổ vũ chúng ta đóng góp phần của chính mình vào kiến thức tập thể của loài người; Các thư viện công phụ thuộc vào những đóng góp tự nguyện. Tôi cho rằng sức khỏe của nền văn minh chúng ta, chiều sâu trong nhận thức của chúng ta về những nền móng của văn hóa và sự lo lắng cho tương lai, tất thảy đều có thể đo được thông qua việc chúng ta hỗ trợ các thư viện của mình tốt đến đâu.

Giá như Trái Đất lại bắt đầu phát triển từ đầu với những đặc điểm vật lý giống hệt như thế này, vẫn rất khó có khả năng một thứ gì gần giống như con người sẽ lại xuất hiện lần nữa. Quá trình tiến hóa mang tính ngẫu nhiên vô cùng lớn. Một tia vũ trụ tác động vào một gien khác, sinh ra sự đột biến khác, tuy chỉ có hệ quả nhỏ nhoi ngay lúc đó nhưng lại có hệ quả sâu sắc về sau. Trong sinh học, các hiện tượng ngẫu nhiên đóng vai trò quan trọng không kém gì vai trò của chúng trong lịch sử. Các biến cố xảy ra càng lâu, thì tác động đến hiện tại của chúng càng lớn.

Ta hãy lấy hai bàn tay ra làm ví dụ. Mỗi bàn tay chúng ta có năm ngón tay, trong đó ngón cái ở một bên đối diện với các ngón khác. Bàn tay rất đặc dụng đối với chúng ta. Nhưng tôi cho rằng nếu bàn tay chúng ta có sáu ngón kể cả ngón cái, hay bốn ngón kể cả ngón cái, hoặc thậm chí năm ngón với hai ngón cái thì nó vẫn đặc dụng chẳng kém đối với chúng ta. Chẳng có gì gọi là tối ưu về bản thân cấu hình cụ thể của bàn tay, mà ta vẫn thường nghĩ rằng nó hết sức tự nhiên và tất yếu như vậy. Bàn tay chúng ta có năm

ngón là vì chúng ta bắt nguồn từ một con cá ở kỷ Devon có năm đốt ngón hay năm cái xương trong vây của nó. Nếu chúng ta bắt nguồn từ một con cá có bốn hoặc sáu đốt ngón, thì chúng ta sẽ có bốn hoặc sáu ngón trên mỗi bàn tay và cũng sẽ nghĩ điều đó hoàn toàn tự nhiên. Chúng ta sử dụng số học cơ sở mười chỉ vì hai bàn tay chúng ta có mười ngón²¹². Giá như cấu hình khác đi, hẳn chúng ta sẽ sử dụng số học cơ số tám hoặc cơ số mười hai và xếp cơ số mười vào loại Toán học Mới. Tôi tin rằng với lập luận hệt như thế, có thể áp dụng cho nhiều khía cạnh khác trong sự tồn tại của chúng ta - vật liệu di truyền, cơ chế sinh hóa bên trong cơ thể, hình dáng, tầm vóc, các hệ cơ quan nội tạng, sự yêu và ghét, xúc cảm và tuyệt vọng, sự dịu dàng và hung hăng, ngay cả các quá trình phân tích của chúng ta - tất cả những cái đó, dù chỉ là một phần, cũng là hệ quả của những cái ngẫu nhiên nhỏ trong lịch sử tiến hóa dài dằng dặc của con người. Biết đâu giá như bớt đi một con chuồn chuồn bị chết đuối trong đầm lầy kỷ Carbon thì các sinh vật thông minh ngày nay sẽ có lông vũ như chim và dạy dỗ con cái trong các bầy chim. Mô thức nhân quả trong tiến hóa là cái mạng nhện phức tạp đến kinh ngạc mà chúng ta tự thấy mình nhỏ bé vì chưa hiểu được đến ngọn nguồn của nó.

Chỉ mới 65 triệu năm trước, tổ tiên chúng ta chỉ là những loài động vật có vú chẳng có gì ấn tượng với kích thước và sự thông minh của con chuột chui hay của con đồi. Phải là nhà sinh vật học rất liều mạo dám dự đoán rằng những con vật ấy cuối cùng sẽ tạo ra một dòng giống làm chúa tể Trái Đất hôm nay. Trái Đất khi đó còn đầy những loài thằn lằn khủng khiếp gieo rắc kinh hoàng - những con khủng long, nhóm sinh vật phát triển hết sức thành công và nhanh nhản gần như khắp mọi ngóc ngách môi trường sinh thái. Nào là bò sát bơi, nào là bò sát bay, có những loài cao cỡ tòa nhà sáu tầng và gầm thét như sấm như sét trên khắp bề mặt Trái Đất. Một số loài có bộ não khá lớn, có dáng đứng thẳng và hai chân trước nhỏ rất giống hai bàn tay được dùng để bắt những con thú nhỏ, nhanh nhẹn - có lẽ trong đó có cả tổ tiên xa xôi của chúng ta - để ăn. Nếu những loài khủng long ấy sống sót, thì biết đâu loài sinh vật thông minh ngự trị trên hành tinh chúng ta hôm nay có thể sẽ cao bốn mét, có màu da xanh lục và hàm răng nhọn, còn những loài vóc dáng kiểu con người sẽ xuất hiện một cách gớm ghiếc trong tiểu thuyết giả tưởng khoa học của lũ thằn lằn. Nhưng khủng long đã không sống được. Trong một biến cố thảm họa tất cả các loài khủng long và nhiều, có lẽ là đa số, loài khác trên Trái Đất đã bị tuyệt diệt²¹³. Nhưng những con đồi không chết. Động vật có vú không chết. Chúng đã sống sót.

Không ai biết cái gì đã quét sạch lũ khủng long. Một giả thuyết giật gân là đã xảy ra một tai họa vũ trụ, vụ nổ của một ngôi sao ở gần - một sao siêu mới kiểu như cái đã sinh ra tinh vân Cua. Nếu cách đây khoảng Mặt Trời trong phạm vi 10 hay 20 năm ánh sáng, nó sẽ phóng một luồng tia vũ trụ cực mạnh ra không gian, rồi một phần trong đó đi vào lớp vỏ không khí của Trái Đất, sẽ đốt cháy nitơ của khí quyển. Ôxít nitơ sinh ra sẽ phá tan tầng ôzôn bảo vệ khí quyển, làm tăng thông lượng bức xạ tử ngoại của Mặt Trời tại mặt đất, sấy khô và gây đột biến cho nhiều sinh vật không được bảo vệ đầy đủ đối với ánh sáng tử ngoại mạnh. Một số sinh vật đó có thể là thức ăn chính của khủng long.

Tai họa đó, dù là gì đi nữa, đã loại khủng long khỏi đời sống Trái Đất, dẹp tan mối đe dọa đối với động vật có vú. Tổ tiên chúng ta không còn phải sống dưới bóng lũ bò sát tham ăn. Tổ tiên chúng ta đa dạng hóa vô kể và sinh sôi nảy nở mạnh mẽ. Hai mươi triệu năm trước, tổ tiên trực tiếp của chúng ta có lẽ đã sống trên cây, rồi sau xuống đất vì rừng đã giảm đi trong thời đại băng hà lớn, bị thay thế bằng các tràng cỏ (xa van). Thích nghi hoàn toàn với cuộc sống trên cây thật là bất lợi nếu có rất ít cây cối. Nhiều loài linh trưởng sống nhờ cây cối chắc hẳn đã biến mất cùng với những khu rừng. Một số học được cách sống bấp bênh trên mặt đất rồi sống sót. Và một trong những dòng giống đó đã tiến hóa để trở thành con người. Không ai biết lý do của sự thay đổi khí hậu đó. Nguyên nhân có thể là một chút biến thiên trong độ sáng tối tại của Mặt Trời hoặc trong quỹ đạo của Trái Đất; hay là những vụ núi lửa phun trào ồ ạt đã phóng bụi nhỏ mịn lên tận tầng bình lưu, khiến cho ánh sáng mặt trời bị phản xạ lại không gian và trái đất lạnh đi. Mà

cũng có thể là do những thay đổi trong hoàn lưu chung của các đại dương. Hoặc Mặt Trời đi xuyên qua một đám mây bụi thiêng hà. Dù nguyên nhân là gì đi chăng nữa, một lần nữa chúng ta lại nhận thấy sự tồn tại của mình gắn liền với những biến cố thiêng văn và địa chất ngẫu nhiên như thế nào.

Sau khi từ trên cây chuyển xuống đất, chúng ta phát triển lối đi đứng thẳng; hai tay được tự do. Chúng ta có lối nhìn bằng hai con mắt - chúng ta đã có được những tiền đề để chế tạo công cụ. Lúc này có bộ não lớn và biết trao đổi những ý nghĩ phức tạp là một ưu thế thật sự. Khi mà những mặt khác nhau, thì khôn ngoan rõ ràng là có lợi hơn hắn ngu ngốc. Những sinh vật thông minh có thể giải quyết vấn đề tốt hơn, sống lâu hơn và sinh con đẻ cái nhiều hơn; cho đến tận khi phát minh ra vũ khí hạt nhân, trí tuệ luôn hỗ trợ cho sự sinh tồn, sống sót. Trong lịch sử của chúng ta, ban đầu đó chỉ là những bầy thú nhỏ bé, lông lá luôn tránh khủng long, tụ tập trên ngọn cây, sau đó lão hóa dần cả xuống mặt đất và thuần hóa lửa, sáng tạo ra chữ viết, xây dựng đài thiêng văn và phóng tàu vũ trụ. Nếu sự việc diễn biến khác đi một chút thì chắc có lẽ đã xuất hiện những sinh vật khác ít nhiều, mà trí khôn và khả năng cầm nắm sẽ dẫn đến những thành quả tương tự. Có thể đó là những con khủng long thông minh đi hai chân, hoặc những con gấu mèo Bắc Mỹ, cũng có khi là rái cá hay con mực ống. Tìm hiểu xem những sinh vật có trí tuệ khác có thể khác xa chúng ta đến đâu thật là điều lý thú; vì vậy chúng ta nghiên cứu cá voi và nhóm vượn lớn. Để biết thêm ít nhiều về những kiểu nền văn minh khác có thể hiện hữu, chúng ta có thể nghiên cứu lịch sử và nhân chủng học văn hóa. Nhưng dù sao thì tất cả chúng ta, bao gồm cả con người, cả cá voi, cả vượn, đều có quan hệ họ hàng quá gần nhau. Chừng nào những nghiên cứu của chúng ta chỉ giới hạn trong một hai đường tiến hóa trên một hành tinh duy nhất, thì mãi mãi chúng ta vẫn không biết gì về sự đa dạng khả dĩ và sự tuyệt diệu của các kiểu sinh vật có trí tuệ khác và của những nền văn minh khác.

Trên một hành tinh khác, với một trình tự khác hẳn của các quá trình ngẫu nhiên tạo nên sự đa dạng di truyền và một môi trường khác hẳn để chọn lọc ra những tổ hợp gien cụ thể, thì cơ hội tìm được những sinh vật có hình dáng tương tự như chúng ta, theo ý tôi, gần như bằng không. Nhưng cơ hội tìm được những hình thái sinh vật có trí tuệ khác thì không bằng không. Bộ não của họ có thể tiến hóa lần lượt từ trong ra ngoài. Thần kinh họ có thể cũng có những phần tử chuyển mạch tương tự như các nơ ron của chúng ta. Nhưng bản thân các nơ ron có thể rất khác; có khi là những chất bán dẫn hoạt động ở nhiệt độ rất thấp chứ không phải những bộ máy hữu cơ hoạt động ở nhiệt độ phòng, khi ấy thì tốc độ tư duy của họ sẽ nhanh gấp 10^7 lần tốc độ tư duy của chúng ta. Hoặc có khi bộ phận tương đương với nơ ron của chúng ta lại không tiếp xúc trực tiếp với nhau về mặt vật lý mà bằng liên lạc vô tuyến, khiến cho một cá thể sinh vật có trí tuệ có thể phân bố rải rác trong nhiều cơ thể khác nhau, thậm chí trên nhiều hành tinh khác nhau, mỗi cơ thể có một phần của cái tổng thể trí tuệ kia, mỗi cơ thể bằng vô tuyến đóng góp vào một trí tuệ lớn hơn nhiều bản thân nó²¹⁴. Có thể có những hành tinh mà các sinh vật thông minh có khoảng 10^{14} kết nối nơ ron, giống như chúng ta. Biết đâu còn có những nơi mà con số đó là 10^{24} hoặc 10^{34} . Tôi băn khoăn kiến thức của họ sẽ là những gì. Bởi vì chúng ta sống trong cùng một vũ trụ với họ, nên giữa chúng ta và họ phải có phần lớn thông tin chung. Nếu chúng ta có thể tiếp xúc với họ, thì có rất nhiều điều trong bộ não của họ là mối quan tâm lớn của chúng ta. Điều ngược lại cũng đúng. Tôi nghĩ rằng những sinh vật thông minh ngoài Trái Đất - kể cả những sinh vật tiến hóa hơn chúng ta rất nhiều - cũng sẽ quan tâm đến chúng ta, đến kiến thức của chúng ta, nếp tư duy của chúng ta, cấu tạo bộ não của chúng ta, quá trình tiến hóa của chúng ta, và triển vọng tương lai của chúng ta.

Nếu như tồn tại những sinh vật thông minh trên các hành tinh thuộc những ngôi sao ở tương đối gần, thì liệu họ có biết đến chúng ta không? Liệu họ có một ý niệm nào đó dù mơ hồ về tiến trình tiến hóa lâu dài từ các gien cho đến bộ não và các thư viện trên một hành tinh mờ nhạt là Trái Đất?

Nếu các sinh vật ngoài Trái Đất không đi đâu xa khỏi khu vực của họ, thì vẫn có ít nhất hai cách để

họ có thể phát hiện ra chúng ta. Một cách là lắng nghe bằng các kính thiên văn vô tuyến cỡ lớn. Hàng tỷ năm qua họ chỉ nghe thấy những tạp âm vô tuyến lạo xao yếu ớt và đứt đoạn do chớp tạo ra và tiếng rít của các electron và proton bị mắc kẹt trong từ trường Trái Đất. Thế rồi, cách đây chưa đầy một thế kỷ, các sóng vô tuyến rời Trái Đất đã trở nên mạnh hơn, to hơn, ít giống tiếng ồn hơn mà giống các tín hiệu hơn. Cư dân Trái Đất rốt cuộc đã tình cờ tìm ra phương pháp thông tin vô tuyến. Ngày nay lượng thông tin vô tuyến quốc tế được trao đổi qua đài phát thanh, đài truyền hình và các trạm rađa là vô cùng lớn. Ở một số tần số vô tuyến Trái Đất đã trở thành một thiên thể sáng nhất, một nguồn sóng vô tuyến hùng mạnh nhất trong hệ Mặt Trời, sáng hơn cả Sao Mộc, sáng hơn cả Mặt Trời. Một nền văn minh ngoài Trái Đất theo dõi phát xạ vô tuyến từ Trái Đất và thu nhận được những tín hiệu như vậy nhất định sẽ đi đến kết luận rằng có điều gì đó hết sức thú vị đang diễn ra tại hành tinh này trong thời gian gần đây.

Khi Trái Đất quay, các máy phát vô tuyến mạnh mẽ nhất của chúng ta cũng chầm chậm quét khắp bầu trời. Một nhà thiên văn vô tuyến ngủ trên một hành tinh thuộc một ngôi sao khác có thể tính toán được độ dài của ngày trên Trái Đất từ số lần xuất hiện rồi biến mất các tín hiệu của chúng ta. Một số nguồn sóng vô tuyến hùng mạnh nhất của chúng ta là những máy phát rađa; một ít được sử dụng cho ngành thiên văn rađa, nhằm dùng những “ngón tay vô tuyến” thăm dò bề mặt các hành tinh ở gần. Kích thước của chùm sóng rađa phóng lên trời rộng hơn nhiều so với kích thước của các hành tinh, và phần lớn tín hiệu phóng sượt qua hành tinh, vượt qua hệ Mặt Trời vào không gian sâu thăm giữa các sao tới những máy thu nhạy có thể đang lắng nghe. Hầu hết việc phát sóng rađa là vì mục đích quân sự; các sóng này quét khắp bầu trời vì nỗi sợ hãi thường trực rằng đối phương sẽ phóng tên lửa mang đầu đạn hạt nhân, điểm báo trước mười lăm phút sự tận sổ của nền văn minh. Thông tin chứa trong những xung này không đóng vai trò gì quan trọng, chúng chỉ là một chuỗi số đơn giản được mã hóa thành những tiếng bip bip.

Nhin tổng thể thì nguồn truyền phát sóng vô tuyến lan tỏa nhiều nhất và dễ nhận thấy nhất từ Trái Đất là các chương trình truyền hình. Vì Trái Đất quay tròn nên một số trạm phát truyền hình sẽ xuất hiện ở một phía chân trời của Trái Đất trong khi những trạm khác mất hút sau phía chân trời bên kia. Sẽ hình thành một mớ lộn xộn các chương trình. Ngay cả như vậy đi nữa thì chúng vẫn có thể được phân loại và chắp nối với nhau bởi một nền văn minh tiên tiến trên một hành tinh thuộc những ngôi sao ở gần. Những thông điệp lặp đi lặp lại với tần suất cao nhất là tín hiệu từ các trạm gọi thuyết phục người ta mua chất tẩy rửa, thuốc đau đầu, sản phẩm ô tô và dầu lửa. Những thông điệp dễ nhận thấy nhất là tín hiệu được phát và truyền tức thời tại nhiều múi giờ - ví dụ, diễn văn vào những thời khắc khủng hoảng quốc tế của Tổng thống Hoa Kỳ hoặc Chủ tịch Hội đồng Bộ trưởng Liên Xô. Nội dung hời hợt của các kênh truyền hình thương mại, vỏ bọc cứng rắn của cuộc khủng hoảng quốc tế và của chiến tranh tàn phá trong đại gia đình nhân loại, là những thông điệp chính về cuộc sống trên Trái Đất mà chúng ta thích phát vào vũ trụ. Không hiểu các nền văn minh khác sẽ nghĩ gì về chúng ta?

Không có cách gì thu hồi lại các chương trình truyền hình đó. Không có cách gì để gửi những thông điệp đi nhanh hơn các tín hiệu đã phát nhằm bắt kịp và chỉnh sửa nội dung đã phát trước đó. Không có cái gì có thể đi nhanh hơn ánh sáng. Truyền hình quy mô lớn chỉ mới bắt đầu phát trên hành tinh Trái Đất từ cuối những năm 1940. Vậy là những đầu sóng hình cầu mà tâm là Trái Đất lan tỏa với vận tốc ánh sáng chứa Howdy Doody²¹⁵, bài phát biểu về con chó “Checkers” của Phó Tổng thống Mỹ Richard M. Nixon²¹⁶ và những vụ thẩm tra được truyền hình do Thượng nghị sĩ Joseph McCarthy tiến hành²¹⁷. Vì những chương trình này chỉ mới phát sóng cách đây vài thập kỷ, nên sóng vô tuyến chỉ mới rời Trái Đất đi được vài chục năm ánh sáng. Nếu nền văn minh gần nhất ở cách xa hơn thế thì chúng ta còn tiếp tục yên trí không phải lo lắng gì. Dù sao có thể hy vọng là họ sẽ không hiểu nổi những chương trình này.

Hai con tàu Voyager đang hướng tới các vì sao. Mỗi tàu đều mang một đĩa hát bằng đồng mạ vàng

với đầu máy quay đĩa và kim máy hát cùng hướng dẫn cách sử dụng ở trên vỏ ngoài bằng nhôm. Chúng ta thông báo đôi chút về gien của mình, về bộ não của mình, về các thư viện của mình cho những sinh vật thông minh ở nơi khác, những người có thể đang chu du trong biển cả vũ trụ.

Nhưng chúng ta không có ý định gửi đi thông tin chủ yếu về khoa học của mình. Bất kỳ nền văn minh nào có khả năng chặn bắt tàu *Voyager* trong vũ trụ sâu thẳm, khi mà các máy phát của nó đã im hơi lặng tiếng từ lâu, chắc phải có kiến thức khoa học vượt trội hơn so với chúng ta. Thay vào đó, chúng ta muốn kể cho những sinh vật ấy biết đôi chút về những gì đường như là độc đáo có một không hai ở chúng ta. Mỗi quan tâm về vỏ não và hệ limbic được chú trọng hơn là phức hệ não bò sát. Tuy người nhận có thể không biết bất cứ ngôn ngữ nào của Trái Đất, chúng ta vẫn gửi kèm những lời chào bằng sáu mươi thứ tiếng của nhân loại, cũng như những lời chào của loài cá voi lưng bướu. Chúng ta gửi đi những bức ảnh của loài người từ khắp mọi nơi trên thế giới đang chăm sóc cho nhau, chế tạo công cụ, học tập, làm nghệ thuật và phản ứng với những thách thức. Có khoảng một tiếng rưỡi âm nhạc tinh tế được ghi trên đĩa hát, chọn lọc từ nhiều nền văn hóa, một số phản ánh tâm trạng cô đơn vũ trụ của chúng ta, mong muốn chấm dứt sự cô liêu ấy, khao khát được tiếp xúc với các sinh vật thông minh khác trong Vũ trụ. Chúng ta cũng gửi bản ghi những âm thanh nghe được trên hành tinh chúng ta, từ những ngày xa xưa nhất trước khi xuất hiện sự sống cho đến khi xuất hiện các loài tiến hóa thành loài người, và công nghệ mới nhất đang bắt đầu nảy nở. Nó rất giống những tiếng kêu của bất kỳ con cá voi nào, một thứ bài ca về tình yêu thương bay bồng bềnh trong vũ trụ bao la. Nhiều, có thể nói là hầu hết, thông điệp của chúng ta chắc sẽ không thể được giải mã. Nhưng chúng ta đã gửi những thông điệp ấy đi vì điều quan trọng là cứ phải thử.

Trên tinh thần ấy, chúng ta đưa lên tàu *Voyager* những suy nghĩ và tình cảm của một con người cụ thể, hoạt động điện trong não, tim, mắt và cơ bắp của anh ta, được ghi lại trong một giờ, được biến đổi thành âm thanh, được nén về thời gian và ghi trên đĩa. Xét về một khía cạnh nào đó, chúng ta đã phóng lên vũ trụ bản mô tả trực tiếp suy nghĩ và tình cảm của một cá thể con người vào tháng 6 năm 1977 trên hành tinh Trái Đất. Có khi những người nhận sẽ không hiểu đó là cái gì, hoặc tưởng rằng đó là ghi chép về một pulsar, mà xét bì ngoài thì khá giống nhau. Hoặc biết đâu một nền văn minh tiên tiến vượt bậc so với chúng ta sẽ giải mã những suy nghĩ và tình cảm được ghi lại ấy và đánh giá cao những nỗ lực của chúng ta muốn chia sẻ tâm tư với họ.

Thông tin trong gien của chúng ta rất xa xưa - hầu hết đã có hơn 1 triệu năm tuổi, một số cỡ hàng tỷ năm tuổi. Ngược lại, thông tin trong các quyển sách của chúng ta nhiều nhất cũng chỉ vài ngàn năm tuổi, còn thông tin trong não có tuổi chỉ mới vài thập kỷ. Thông tin nhiều tuổi không phải là thông tin đặc trưng của loài người. Do sự xói mòn trên Trái Đất, các tượng đài và đồ tạo tác của chúng ta không tồn tại được lâu tới tương lai xa xôi trong tiến trình thời gian. Còn những bản ghi trên tàu *Voyager* lại bay vượt khỏi hệ Mặt Trời. Sự xói mòn trong không gian là không đáng kể - chủ yếu là tác động của những tia vũ trụ và hạt bụi - nó chậm đến nỗi thông tin ghi trên đĩa sẽ tồn tại được 1 tỷ năm. Gien, não và sách giải mã thông tin theo những cách thức khác nhau và chống chọi với thời gian ở mức độ khác nhau. Nhưng những đường rãnh vạch trên đĩa kim loại đặt trong *Voyager* sẽ lưu giữ trí nhớ về loài người lâu hơn hẳn những thứ kia.

Thông điệp trên tàu *Voyager* du hành với sự chậm chạp đến tức mình. Là vật nhanh nhất mà loài người có thể phóng đi, nó phải mất hàng vạn năm để vượt qua khoảng cách đến ngôi sao gần nhất. Bất cứ chương trình truyền hình nào cũng chỉ mất 1 giờ để đi được quãng đường mà *Voyager* đi trong hàng năm. Một chương trình truyền hình vừa được phát sóng chỉ trong vài giờ đã đuổi kịp tàu *Voyager* đang ở khu vực Sao Thổ²¹⁸, vượt con tàu và lao nhanh tới các vì sao. Nếu cứ bay theo hướng này, thì tín hiệu truyền hình sẽ tới sao Alpha chom Nhân Mã (Alpha Centauri) chỉ trong khoảng thời gian hơn 4 năm một chút. Nếu sau bảy giờ chừng vài thập kỷ hoặc thế kỷ, có ai đó trong vũ trụ nghe được sóng truyền hình mà chúng

ta phát đi, thì tôi hy vọng rằng họ sẽ nghĩ tốt về chúng ta, một sản phẩm của 15 tỷ năm tiến hóa của vũ trụ, sự biến đổi thần kỳ tại bản địa của vật chất thành ý thức. Trí khôn của chúng ta chỉ gần đây mới cung cấp cho chúng ta một quyền năng ghê gớm. Không rõ chúng ta có đủ khôn ngoan để tránh tự hủy diệt chính mình hay không. Nhưng nhiều người trong chúng ta đang cố gắng hết sức để ngăn chặn điều đó. Chúng ta hy vọng rằng chẳng bao lâu nữa, theo thang đo thời gian vũ trụ, chúng ta sẽ thống nhất hành tinh chúng ta một cách hòa bình thành một tổ chức biết coi trọng sự sống của từng sinh vật sống trên đó và sẽ sẵn sàng thực hiện bước đi vĩ đại tiếp theo, để trở thành một bộ phận của xã hội thiên hà bao gồm các nền văn minh liên lạc với nhau.

BÁCH KHOA THƯ THIÊN HÀ

“Ngươi là ai? Người từ đâu tới? Ta chưa bao giờ nhìn thấy ai giống như ngươi”. Đấng Quá Sáng thế nhìn con người và... ngạc nhiên khi thấy rằng sinh vật mới lạ lùng này chẳng giống gì mình cả.

- Thần thoại sáng thế của người Eskimo

Tác giả Thiên nhiên... đã làm cho chúng ta, trong tình trạng hiện nay, mất mọi khả năng liên lạc giữa Trái Đất và các thiên thể lớn khác trong vũ trụ; nhiều khả năng là cũng tương tự như thế, Ngài cắt mọi liên lạc giữa các hành tinh khác và giữa các hệ khác nhau... Chúng ta quan sát thấy, tất cả các thiên thể, các hệ kia, đủ để kích thích trí tò mò, nhưng không đủ để thỏa mãn... Hình như cái trí tuệ thông thái tỏa sáng khắp chốn tự nhiên kia cảm thấy không đành lòng khi để cho chúng ta nhìn thấy quá xa, và sự tò mò của chúng ta dâng lên quá cao... rốt cuộc chỉ để chuốc lấy sự thất vọng... Do đó, điều này tự nhiên dẫn chúng ta đến chỗ coi tình trạng hiện nay chỉ là buổi bình minh của sự tồn tại của chúng ta, như là tình trạng chuẩn bị và thử thách cho những thành tựu xa hơn.

- Colin Maclaurin, 1748

Chúng ta đã phóng bốn con tàu tới các vì sao, *Pioneer 10* và *11*, *Voyager 1* và *2*. Chúng là những con tàu lạc hậu thô sơ, nếu so với khoảng cách mênh mông giữa các sao, vì sự chậm chạp trong một cuộc đua như còn ngái ngủ. Nhưng trong tương lai chúng ta sẽ làm được tốt hơn. Những con tàu của chúng ta sẽ du hành nhanh hơn. Sẽ đặt ra những mục tiêu trong khoảng không vũ trụ giữa các sao, và sớm hay muộn những con tàu của chúng ta sẽ có đội bay. Trong Ngân Hà ắt phải có nhiều hành tinh già hơn Trái Đất hàng triệu năm, một số hành tinh còn già hơn hàng tỷ năm. Chúng ta liệu đã từng được viếng thăm? Trong suốt hàng tỷ năm kể từ khi Trái Đất này ra đời liệu đã có, dù chỉ một lần, một con tàu vũ trụ lạ từ một nền văn minh xa xôi theo dõi thế giới chúng ta từ trên cao, rồi chậm chậm hạ xuống bề mặt này trước con mắt quan sát của lũ chuồn chuồn màu sắc óng ánh, của lũ bò sát thờ ơ, của đám linh trưởng đang gào rú và của những con người đang ngạc nhiên? Ý nghĩ này rất tự nhiên. Nó từng đến với bất kỳ ai đã suy tư, dù chỉ thoáng qua, về vấn đề sinh vật có trí tuệ trong vũ trụ. Nhưng điều đó có thực đã xảy ra hay không? Vấn đề then chốt ở đây là chất lượng của chứng lý đưa ra có chủ đích, được soi xét kỹ lưỡng và có phê phán, chứ không phải những gì nghe có vẻ hợp lý, không phải sự xác nhận không được kiểm chứng của một vài người làm chứng tự nhận. Cứ theo tiêu chuẩn này thì chưa có những trường hợp nào có độ tin cậy cao về sự thăm viếng của người ngoài hành tinh, cho dù có nhiều tuyên bố về những vật thể bay không xác định được (đĩa bay) và về những nhà du hành vũ trụ xa xưa, mà đôi khi tưởng như hành tinh của chúng ta đây r้าย những vị khách không mời mà đến. Tôi cứ ước gì mọi chuyện khác đi. Có một mong muốn không cưỡng được về việc khám phá ra dù chỉ một dấu hiệu, ví dụ một dòng chữ phức tạp, một chìa khóa thì càng tốt, để hiểu được một nền văn minh xa xôi và kỳ lạ. Loài người chúng ta từ lâu đã khao khát như vậy.

Năm 1801, có một nhà vật lý tên là Joseph Fourier²¹⁹ làm tỉnh trưởng tỉnh Isère của nước Pháp. Trong khi đi thị sát các trường học trong tỉnh, Fourier đã phát hiện ra một học sinh mới mười một tuổi mà đã sở hữu trí thông minh tuyệt vời cộng với năng khiếu đối với các ngôn ngữ phương Đông làm các học giả thán phục. Fourier đã mời cậu ta về nhà để trò chuyện. Cậu bé mê mẩn bộ sưu tập những hiện vật Ai Cập của Fourier, được thu thập trong chuyến viễn chinh của Napoleon, khi Fourier đảm nhiệm việc lập danh mục các công trình thiêng của nền văn minh cổ xưa này. Những dòng chữ tượng hình đã kích thích trí tò mò của cậu bé. “Những dòng chữ này nghĩa là gì ạ?” cậu hỏi. Cậu trả lời là “Không ai biết cả”. Tên cậu bé là Jean François Champollion. Bị cuốn hút bởi thứ ngôn ngữ bí hiểm mà không ai đọc được, Champollion đã trở thành một nhà ngôn ngữ siêu đẳng và say mê đắm chìm vào chữ viết cổ Ai Cập. Nước Pháp thời bấy giờ tràn ngập những đồ nghệ thuật tạo tác Ai Cập, do Napoleon đánh cắp về, sau này được giới học giả phương Tây tiếp cận. Cuộc viễn chinh được miêu tả trên sách báo, khiến chàng trai Champollion đọc ngấu nghiến. Lớn lên, Champollion đã thành công. Thực hiện hoài bão nhỏ, Champollion đã giải mã một

cách xuất sắc hệ chữ tượng hình Ai Cập cổ đại. Nhưng mãi đến năm 1828, hai mươi bảy năm sau cuộc gặp gỡ với Fourier, lần đầu tiên Champollion mới đặt chân lên đất Ai Cập, mảnh đất mơ ước, và đi tàu từ Cairo, ngược dòng sông Nile, chiêm ngưỡng nền văn hóa mà ông đã làm việc cật lực để tìm hiểu. Đây là một chuyến du hành tìm về quá khứ, một chuyến tham quan nền văn minh lạ:

Cuối cùng thì buổi tối ngày 16 chúng tôi đã tới Dendera. Ánh trăng thật kỳ diệu, chúng tôi chỉ còn một giờ nữa là đến khu Đền: Ai cưỡng lại được sự quyến rũ nhường ấy? Tôi xin hỏi những người lạnh lùng nhất trong số những người tràn thế các bạn! Giây phút này đòi hỏi phải ăn uống thật nhanh và lên đường ngay: chỉ có chúng tôi với nhau, không người hướng dẫn, nhưng được trang bị tận răng, chúng tôi đi xuyên qua đồng bãi... Cuối cùng ngôi Đền đã hiện ra... Có thể đo được nó nhưng không thể diễn tả được ý niệm về nó. Nó là sự tống hòa của chất duyên dáng và vẻ đường bộ ở mức cao nhất. Chúng tôi ở đây hai giờ đồng hồ trong sự hoan hỉ, chạy khắp các phòng rộng thênh thang... và cố tìm cách đọc những dòng chữ bên ngoài dưới ánh trăng. Mãi đến tận ba giờ sáng chúng tôi mới quay lại tàu đậu trên sông, để rồi đến bảy giờ sáng lại trở lại Đền... Sự kỳ vĩ dưới ánh trăng vẫn không mất đi khi ánh mặt trời làm bộc lộ mọi chi tiết... Châu Âu chúng ta chỉ là những anh lùn và không một dân tộc nào, dù cổ hay kim, sáng tạo ra được một nghệ thuật kiến trúc có phong cách tinh tế, vĩ đại và bề thế như người Ai Cập cổ đại đã làm. Họ đã đặt làm những thứ đường như dành cho những người cao ba chục mét.

Trên những bức tường và cây cột của đền Karnak, ở Dendera, và khắp nơi ở Ai Cập, Champollion hoan hỉ nhận thấy mình có thể đọc được các dòng chữ gần như không phải cố gắng gì. Nhiều người trước ông đã cố thử nhưng không giải mã nổi những chữ tượng hình đáng yêu, một từ nghĩa là “những hình khắc thiêng liêng”. Một số học giả cho rằng chúng là một loại mã hình ảnh, giàu ẩn dụ u u minh minh, chủ yếu là những hình con mắt và đường lượn sóng, bọ cánh cứng, ong và chim, nhiều nhất là chim. Tha hồ có đất cho sự đoán mò. Có những người suy luận rằng người Ai Cập chính là những người khai phá vùng đất mới xuất phát từ Trung Hoa cổ đại. Lại có những người kết luận ngược lại. Người ta đã công bố không biết bao nhiêu trang “dịch” bừa những dòng tượng hình này. Một nhà giải mã chỉ liếc qua phiến đá Rosetta, mà những dòng chữ tượng hình còn chưa giải mã được, đã phán ngay ý nghĩa của nó. Ông ta nói rằng giải mã nhanh giúp ông ta “tránh được những sai lầm có hệ thống này sinh từ suy tư kéo dài”. Bạn sẽ có được kết quả khả quan hơn, theo lời ông ta, mà không cần phải nghĩ quá nhiều. Cũng giống như việc tìm kiếm sinh vật ngoài Trái Đất hiện nay, những lời nói vắng lặng của những anh chàng nghiệp dư lăm lóc làm các chuyên gia trong chính lĩnh vực ấy phát hoảng.

Champollion phản bác ý tưởng cho rằng những chữ tượng hình là ẩn dụ mang tính hình ảnh. Thay vào đó, nhờ những thấu hiểu xuất sắc của nhà vật lý Anh Thomas Young làm bệ đỡ, ông đã đi theo hướng khác. Phiến đá Rosetta do một người lính Pháp xây công sự thành lũy của thị trấn Rashid ở vùng châu thổ sông Nile phát hiện năm 1799, và người châu Âu, vì không biết tiếng Ả Rập, đã gọi thị trấn ấy là Rosetta. Đây là một phiến đá từ một ngôi đền cổ. Đường như nó thể hiện cùng một thông tin bằng ba thứ chữ khác nhau: chữ tượng hình ở trên cùng, một loại chữ tượng hình khác nét cong - gọi là chữ bình dân - ở giữa, và chữ Hy Lạp, chìa khóa cho việc giải mã, ở dưới cùng. Champollion, vốn thông thạo tiếng Hy Lạp cổ, đọc được rằng phiến đá này được khắc để kỷ niệm lễ đăng quang của Ptolemy V Epiphanes, vào mùa xuân năm 196 trước Công nguyên. Nhân dịp này nhà vua thả tù chính trị, miễn giảm thuế, cúng tiền cho các đền đài, ân xá cho những kẻ nổi loạn, tăng cường khả năng sẵn sàng chiến đấu của quân đội, nói tóm lại, làm tất cả những gì mà các vị vua chúa thời đại vẫn làm khi họ muốn ở lại ngôi báu.

Văn bản chữ Hy Lạp nhắc đến Ptolemy nhiều lần. Ở đúng khoảng vị trí ấy trong văn bản chữ tượng hình là một tập hợp các ký hiệu được bao bằng một hình ô van hay bầu dục. Cái vòng bao này được Champollion suy đoán là có nhiều khả năng chỉ Ptolemy. Nếu vậy, thì chữ viết này không phải chủ yếu mang tính hình ảnh hay ẩn dụ; mà trái lại hầu hết ký hiệu phải thay cho các chữ cái hoặc âm tiết. Champollion cũng sáng suốt đếm số từ Hy Lạp và số chữ tượng hình trong những đoạn văn bản được giả định là tương đương nhau. Phần chữ tượng hình có số lượng ít hơn nhiều, điều này một lần nữa gợi ra rằng những chữ tượng hình chủ yếu là những chữ cái và âm tiết. Nhưng những chữ tượng hình nào tương ứng với các chữ cái? May thay, Champollion có dịp tiếp cận với một tháp kỷ niệm, được khai quật ở Philae, trong

đó có đoạn chữ tượng hình tương đương với tên bằng chữ Hy Lạp của từ Cleopatra. Ptolemy bắt đầu bằng chữ P; ký hiệu đầu tiên trong vòng bầu dục là một hình vuông. Cleopatra có chữ thứ năm là P, và ở trong vòng bầu dục khoanh lại từ Cleopatra, tại vị trí thứ năm cũng là một hình vuông. Đấy chính là chữ P. Chữ cái thứ tư trong Ptolemy là chữ L. Nó được thể hiện bằng một con sư tử. Chữ cái thứ hai của Cleopatra cũng là L và ở chỗ các ký hiệu tượng hình lại cũng là một con sư tử. Con đại bàng là chữ A, xuất hiện hai lần trong từ Cleopatra, đúng như mong đợi. Một quy tắc rõ ràng dần dần hiện ra. Những chữ tượng hình Ai Cập phần lớn là sự thay thế mã hóa đơn giản. Nhưng không phải chữ tượng hình nào cũng là một chữ cái hay âm tiết. Một số *đúng* là văn tự tượng hình. Hình kết thúc vòng bầu dục Ptolemy có nghĩa là “sống mãi, được thần Ptah phù hộ”. Hình bán nguyệt và quả trứng ở cuối vòng bầu dục Cleopatra có nghĩa là “con gái của Isis”. Sự trộn lẫn các chữ cái với văn tự tượng hình đã là thách đố khó vượt qua đối với những người giải mã trước kia.

Bây giờ nhìn lại thì mọi thứ có vẻ hết sức đơn giản. Nhưng phải mất nhiều thế kỷ người ta mới đoán ra, và còn cần nhiều công sức nữa để giải mã những chữ tượng hình của các thời cổ xưa hơn. Các vòng bầu dục là khóa mã bên trong khóa mã, cứ như thế các pharaông Ai Cập đã khoanh tên mình để các nhà Ai Cập học hai nghìn năm sau dễ dàng hơn trong giải đoán. Champollion đã rảo bước vào Đại Sảnh Cột Lớn ở Karnak và thản nhiên đọc những dòng ghi tại đó, những dòng chữ đã là câu đố bí ẩn đối với mọi người, bằng cách ấy ông đã giải đáp cho câu hỏi ông đặt ra hồi bé với Fourier. Hắn phải vui sướng biết bao khi mở được kẽm liên lạc một chiều đến các nền văn minh khác, cho phép một nền văn hóa câm lặng hàng nghìn năm bỗng cất tiếng nói về lịch sử, ma thuật, y học, tôn giáo chính trị và triết lý của mình.

Ngày nay chúng ta lại tìm kiếm những thông điệp từ một nền văn minh cổ xưa và xa lạ, lần này ẩn khuất khỏi chúng ta không chỉ về thời gian mà cả không gian. Nếu chúng ta nhận được một thông điệp vô tuyến từ một nền văn minh ngoài Trái Đất, thì làm thế nào để có thể hiểu được nó? Trí tuệ ngoài Trái Đất sẽ tinh vi, phức tạp, nhất quán bên trong và hết sức xa lạ. Tất nhiên, những sinh vật ngoài Trái Đất mong muốn gửi cho chúng ta một thông điệp càng dễ hiểu càng tốt. Nhưng họ làm thế nào để đạt được điều đó? Liệu đó có phải là một phiến đá Rosetta theo một nghĩa nào đó? Chúng ta tin như vậy. Chúng ta tin rằng có một ngôn ngữ chung đối với tất cả mọi nền văn minh kỹ thuật, dù cho chúng có khác nhau đến đâu. Ngôn ngữ chung là khoa học và toán học. Các định luật của Tự nhiên ở đâu cũng như nhau. Các mẫu quang phổ của những ngôi sao và thiên hà xa xôi cũng hết như những mẫu quang phổ của Mặt Trời hay của những thí nghiệm thích hợp trong phòng thí nghiệm: không chỉ các nguyên tố hóa học như nhau tồn tại khắp nơi trong vũ trụ, mà cả những định luật của cơ học lượng tử chi phối sự hấp thụ hay bức xạ bởi nguyên tử cũng y như nhau ở mọi nơi. Các thiên hà xa xôi quay quanh nhau cũng tuân theo những định luật hấp dẫn của vật lý như khi một quả táo rơi xuống đất, hay khi tàu *Voyager* đang trên đường đến các ngôi sao xa. Các khuôn mẫu của Tự nhiên ở đâu cũng như nhau. Một thông điệp liên sao, nhằm để cho một nền văn minh mới chập chững ra đời hiểu được, tất phải dễ giải mã.

Chúng ta không trông đợi sự tồn tại của một nền văn minh kỹ thuật tiên tiến trên hành tinh khác thuộc hệ Mặt Trời của chúng ta. Nếu một nền văn minh chậm hơn chúng ta một chút - chẳng hạn một vạn năm - thì nó sẽ chẳng có kỹ thuật tiên tiến gì hết. Còn nếu nó vượt trước chúng ta một chút - mà chúng ta đã đang thám hiểm hệ Mặt Trời - thì những đại diện của nó phải có mặt ở đây. Để liên lạc với những nền văn minh khác, chúng ta cần có một phương pháp thích hợp không chỉ cho khoảng cách giữa các hành tinh mà cho cả khoảng cách giữa các sao. Về mặt lý tưởng, phương pháp ấy phải không tốn kém, sao cho một lượng lớn thông tin được truyền đi và thu nhận với chi phí rất thấp; phải nhanh chóng, sao cho một cuộc đối thoại liên sao có thể diễn ra được; và phải rõ ràng, sao cho bất kỳ nền văn minh kỹ thuật nào, cho dù con đường tiến hóa của nó ra sao đi nữa, cũng sớm phát hiện được. Đáng ngạc nhiên là lại tồn tại một phương pháp như vậy. Nó được gọi là thiên văn vô tuyến.

Đài thiên văn vô tuyến/radar nửa định hướng lớn nhất trên hành tinh Trái Đất là đài Arecibo, do Đại học Cornell vận hành cho Quỹ Khoa học quốc gia của Hoa Kỳ. Năm trong vùng nội địa hẻo lánh của đảo Puerto Rico, bề mặt phản xạ là một cái chảo hình cầu đường kính 305 mét đặt trong một thung lũng có sẵn hình cái bát. Nó nhận sóng vô tuyến từ sâu thăm vũ trụ, hội tụ sóng vào cần ăng ten nhô cao trên chảo, ăng ten ấy được nối điện với phòng điều khiển, nơi tín hiệu được phân tích. Mặt khác, khi kính thiên văn được sử dụng như một máy phát radar, thì cần ăng ten có thể phát sóng tín hiệu vào chảo, rồi chảo phản xạ tín hiệu vào không gian. Đài thiên văn Arecibo đã được sử dụng vừa để tìm kiếm tín hiệu thông minh từ các nền văn minh trong vũ trụ, vừa để phát thông điệp, dù chỉ mới một lần, tới M13, một quần sao cầu xa xôi, vì thế khả năng kỹ thuật của chúng ta tham gia vào đối thoại hai chiều liên sao rất rõ ràng, ít nhất là đối với chúng ta.

Trong khoảng thời gian vài tuần, Đài thiên văn Arecibo có thể truyền tới một đài thiên văn cùng quy mô tại một hành tinh thuộc một ngôi sao ở gần ta toàn bộ cuốn *Bách khoa toàn thư Britannica*. Sóng vô tuyến du hành với vận tốc ánh sáng, nhanh gấp một vạn lần thông điệp chứa trong con tàu vũ trụ nhanh nhất của chúng ta. Kính thiên văn vô tuyến tạo ra các tín hiệu trong một phạm vi tần số hẹp, mạnh đến nỗi có thể bắt được chúng ở không gian rất xa giữa các vì sao. Đài thiên văn Arecibo có thể liên lạc với một kính thiên văn y hệt như kính của nó đặt trên một hành tinh cách chúng ta 15.000 năm ánh sáng, bằng nửa quãng đường đến tâm Ngân Hà, nếu chúng ta định hướng đúng. Thiên văn vô tuyến là một công nghệ tự nhiên. Gần như bất cứ khí quyển hành tinh nào, với thành phần ra sao đi nữa, đều trong suốt một phần đối với các sóng vô tuyến. Các thông điệp vô tuyến không bị hấp thụ hay khuếch tán nhiều bởi khí giữa các sao, cũng hệt như khi ở Los Angeles ta dễ dàng nghe được một trạm phát thanh vô tuyến ở San Francisco cho dù sương khói ô nhiễm tại đó làm giảm tầm nhìn ở dải bước sóng quang học xuống còn vài kilômét. Có rất nhiều nguồn sóng vô tuyến vũ trụ có nguồn gốc tự nhiên không liên quan gì đến các sinh vật thông minh - như các pulsar và quasar, vành đai bức xạ của các hành tinh và khí quyển của các sao; trên bất cứ hành tinh nào, chỉ cần kỹ thuật thiên văn vô tuyến phát triển ở giai đoạn đầu thôi là cũng có thể phát hiện được các nguồn sóng vô tuyến sáng rõ. Hơn nữa, sóng vô tuyến chiếm một dải khá rộng trong phổ điện từ. Bất kỳ một công nghệ nào có khả năng phát hiện được bước sóng *bất kỳ nào khác* thì chẳng mấy chốc sẽ bắt gặp phần dải sóng vô tuyến của phổ điện từ.

Có thể có những phương pháp liên lạc hữu hiệu khác có ưu điểm đáng kể: tàu vũ trụ liên sao; laser quang hoặc laser hồng ngoại; nô trinô xung; sóng hấp dẫn điều biến; hay có thể là một phương thức truyền tải khác mà mãi 1.000 năm sau nữa chúng ta mới khám phá ra. Các nền văn minh tiên tiến có lẽ đã vượt qua rất xa giai đoạn ứng dụng sóng vô tuyến để liên lạc. Nhưng sóng vô tuyến được cái khỏe, nhanh và đơn giản. Người ta sẽ biết rằng có một nền văn minh lạc hậu như chúng ta đang muốn nhận thông điệp từ trên trời, thế là họ sẽ quay sang dùng công nghệ vô tuyến. Chắc là họ sẽ phải lôi những chiếc kính thiên văn vô tuyến từ trong Bảo tàng công nghệ cổ ra. Nếu nhận được một thông điệp vô tuyến, chúng ta biết rằng ít nhất thì cũng có một cái mà chúng ta có thể trò chuyện về nó: thiên văn vô tuyến.

Nhưng liệu ngoài kia có ai để nghe chúng ta trò chuyện hay không? Với 1/3 hay nửa nghìn tỷ ngôi sao chỉ riêng trong Thiên Hà Ngân Hà của chúng ta thôi, lẽ nào chỉ có một ngôi sao Mặt Trời có bên mình một hành tinh có người ở? Điều sau đây có vẻ có xác suất nhiều hơn: các nền văn minh kỹ thuật là hiện tượng thông thường trong vũ trụ, cho nên Thiên Hà đang phát xung và rộn rã tín hiệu của những xã hội tiên tiến ở đâu đó, do đó, một nền văn hóa như vậy ở gần nhất sẽ không quá xa - mà biết đâu, người ta đang truyền thông điệp từ một ăng ten đặt trên một hành tinh thuộc một ngôi sao có thể trông thấy bằng mắt thường ngay gần đây. Biết đâu khi chúng ta ngược lên nhìn bầu trời vào ban đêm, gần một chấm sáng yếu ớt nào đó cũng có một thế giới hoàn toàn khác chúng ta, tại đấy người ta cũng đang lơ đãng nhìn ngôi sao mà chúng ta gọi là Mặt Trời và trong giây lát ấp úng suy tư tưởng tượng táo bạo nào đó.

Rất khó chắc chắn được điều gì. Có thể có những trở ngại nghiêm trọng đối với sự tiến hóa của một nền văn minh kỹ thuật. Hành tinh có thể hiềm hơn so với phỏng đoán của chúng ta. Nhờ đâu sự khởi đầu sự sống không dễ dàng như giả định rút ra từ các thí nghiệm. Biết đâu quá trình tiến hóa của các hình thái sinh vật cao cấp rất ít khả năng diễn ra. Hay các hình thái sự sống phức tạp đã tiến hóa đến mức cao rồi, nhưng trí tuệ và các xã hội kỹ thuật phải cần đến một tập hợp các biến cố ngẫu nhiên hiềm khi xảy ra - ví như sự tiến hóa của loài người phụ thuộc vào sự tuyệt diệt của khủng long và sự co lại của rừng rú ở thời đại băng hà, nơi mà tổ tiên chúng ta vẫn leo trèo trên cây và cất tiếng hú gọi bầy. Hay có khi các nền văn minh đã trỗi dậy nhiều lần, không gì ngăn được, trên vô số hành tinh trong Ngân Hà, nhưng nói chung không phát triển ổn định; cho nên tất cả, chỉ trừ một số nhỏ, đã không thể sống sót vượt qua được công nghệ của mình và bị diệt vong vì sự tham lam và ngu dốt, ô nhiễm và chiến tranh hạt nhân.

Có thể nghiên cứu kỹ hơn vấn đề lớn này và ước lượng phỏng chừng về N , số các nền văn minh kỹ thuật tiên tiến trong Ngân Hà. Chúng ta sẽ coi một nền văn minh tiên tiến là một nền văn minh biết đến kỹ thuật thiên văn vô tuyến. Tất nhiên đây là một định nghĩa hạn hẹp nhưng quan trọng. Có thể tồn tại vô khối những thế giới mà cư dân ở đó là những nhà ngôn ngữ tài giỏi và những thi sĩ siêu đẳng nhưng không có ai quan tâm đến thiên văn vô tuyến. Như vậy chúng ta không thể nghe được họ. N có thể được biểu diễn dưới dạng tích của một số yếu tố, mỗi cái tựa như cái lưới lọc, nhưng không cái lưới nào quá sít để vẫn có thể tồn tại nhiều nền văn minh:

N_* là số lượng sao trong Ngân Hà;

f_{ht} là tỷ lệ số sao có hệ hành tinh;

n_{ph} là số hành tinh phù hợp với sự sống về mặt sinh thái trong một hệ hành tinh;

f_{ss} là tỷ lệ số hành tinh phù hợp đã thực sự xuất hiện sự sống;

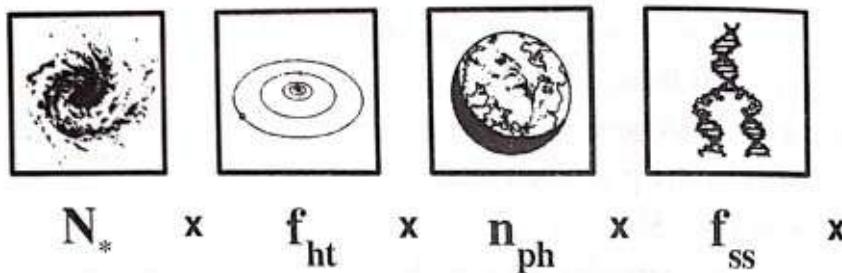
f_{tm} là tỷ lệ số hành tinh mà trên đó đã phát triển một hình thái sinh vật thông minh;

f_{ll} là tỷ lệ số hành tinh có các sinh vật thông minh cư ngụ và đã phát triển nền văn minh kỹ thuật có thể liên lạc với nền văn minh khác; và

f_{kt} là tỷ lệ quãng đời của hành tinh có tồn tại nền văn minh kỹ thuật.

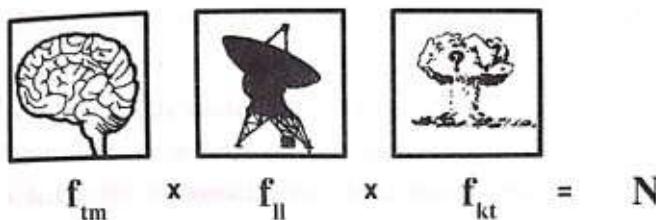
Ta có công thức $N = N_* f_{ht} n_{ph} f_{ss} f_{ll} f_{kt}$. Tất cả các tham số f là các tỷ lệ, có giá trị trong khoảng từ 0 đến 1; chúng sẽ làm giảm đi giá trị rất lớn của N_* .

Để tính ra được N chúng ta phải ước lượng từng thừa số của biểu thức bên phải. Chúng ta biết khá rõ về những thừa số đầu trong biểu thức: số lượng sao và hệ hành tinh. Chúng ta biết rất ít về những thừa số cuối, liên quan đến sự tiến hóa của sinh vật thông minh hoặc tuổi đời của các xã hội kỹ thuật. Trong những trường hợp ấy những ước lượng của chúng ta chẳng hơn đoán mò là bao. Nếu bạn không đồng ý với những đánh giá của tôi dưới đây, mời bạn tự chọn các thừa số để thấy rằng những ước đoán của bạn ảnh hưởng như thế nào đến số lượng nền văn minh tiên tiến trong Ngân Hà. Một trong những ưu điểm lớn của công thức này, do Frank Drake ở Đại học Cornell đưa ra, là nó bao quát từ thiên văn sao và thiên văn hành tinh cho tới hóa học hữu cơ, sinh học tiến hóa, lịch sử, chính trị và hiện trạng tâm thần bất bình thường. Gần như toàn bộ Vũ trụ được gói ghém trong công thức Drake.



Chúng ta biết khá rõ về số lượng sao trong Ngân Hà N_* , bằng cách đếm cẩn thận số sao trong những khu vực nhỏ nhưng mang tính đại diện của bầu trời. Con số đó là vài trăm tỷ; một vài ước lượng gần đây cho con số 4×10^{11} . Rất ít sao trong số này là những loại sao nặng đoán mệnh chi tiêu hoang phí dự trữ nhiên liệu nhiệt hạch của chúng. Đa số sao có tuổi thọ hàng tỷ năm trở lên, trong cuộc đời ấy chúng phát sáng ổn định, cung cấp nguồn năng lượng thích hợp để sự sống xuất hiện và tiến hóa ở những hành tinh gần.

Có bằng chứng cho thấy các hành tinh thường xuất hiện như một hiện tượng đi kèm với quá trình tạo sao: trong hệ vệ tinh của Sao Mộc, Sao Thổ và Sao Thiên Vương, mà chúng giống như các hệ Mặt Trời tí hon; trong lý thuyết về nguồn gốc các hành tinh; trong các nghiên cứu về sao đôi; trong việc quan sát các đĩa bồi tích quanh các sao; và trong một số nghiên cứu sơ bộ về nhiễu động hấp dẫn của các ngôi sao ở gần. Nhiều ngôi sao, có lẽ hầu hết, có khả năng có hành tinh. Chúng ta lấy tỷ lệ số sao có hành tinh f_{ht} vào khoảng 1/3. Khi ấy tổng số hệ hành tinh trong Ngân Hà sẽ là $N_* f_{ht} \approx 1,3 \times 10^{11}$ (ký hiệu \approx nghĩa là “gần bằng”). Nếu mỗi hệ có chừng 10 hành tinh, như hệ Mặt Trời, thì tổng số thế giới (hành tinh) trong Ngân Hà sẽ là hơn 1.000 tỷ, một sân khấu tha hồ rộng cho vở kịch vũ trụ.



Trong hệ Mặt Trời của chúng ta, có vài thiên thể có thể phù hợp với sự sống loại nào đó: dĩ nhiên có Trái Đất, và có lẽ có Sao Hỏa, Titan và Sao Mộc. Một khi sự sống đã khởi phát thì nó có tính thích nghi và dẻo dai rất cao. Chắc phải có nhiều môi trường khác nhau phù hợp với sự sống trong một hệ hành tinh cho trước. Nhưng chúng ta ngả theo hướng bảo thủ và chọn $n_{ph} = 2$. Khi ấy số lượng hành tinh trong Ngân Hà phù hợp với sự sống sẽ là $N_* f_{ht} n_{ph} \approx 3 \times 10^{11}$.

Những thí nghiệm chứng tỏ rằng trong những điều kiện vũ trụ thông thường nhất thì cơ sở phân tử của sự sống đã được tạo ra sẵn sàng, những phân tử là những “viên gạch xây dựng” có thể tự sao chép bản thân. Giờ đây cái nền tảng để chúng ta dựa vào kém vững chắc hơn; chẳng hạn, có thể có những trở ngại trong sự tiến hóa của mã di truyền, tuy tôi nghĩ điều này khó xảy ra chỉ trong hơn 1 tỷ năm tồn tại của các chất hóa học sơ đẳng. Chúng ta chọn $f_{ss} \approx 1/3$, khiến cho tổng số hành tinh trong Ngân Hà có xuất hiện sự sống ít nhất một lần là $N_* f_{ht} n_{ph} f_{ss} \approx 1 \times 10^{11}$, 100 tỷ thế giới có sinh vật cư ngụ. Đây đã là một kết luận tuyệt vời. Nhưng chúng ta chưa dừng lại.

Lựa chọn các tham số f_{tm} và f_{ll} khó hơn. Một mặt, sự tiến hóa sinh học và lịch sử loài người phát triển từ nhiều bước tiến riêng rẽ rất khó xảy ra. Mặt khác, chắc phải có nhiều con đường khác hẳn nhau dẫn đến một nền văn minh tiên tiến có những khả năng cụ thể. Nếu xét đến những khó khăn rành ràng trong sự phát

triển của những sinh vật lớn có đại diện trong sự bùng nổ ở kỷ Cambria, ta có thể chọn $f_{tm} \times f_{ll} = 1/100$, nghĩa là chỉ có 1% số hành tinh nơi sự sống đã nảy sinh đạt đến một nền văn minh kỹ thuật. Sự ước lượng này nằm ở khoảng giữa các quan điểm khoa học trái ngược nhau. Một số người cho rằng từ sự xuất hiện của bộ ba thùy ²²⁰ tới sự chế ngự và sử dụng lửa chỉ là một bước ngắn trong mọi hệ hành tinh; nhưng những người khác lại cho rằng ngay cả lấy khoảng dài mươi mươi lăm tỷ năm, thì sự phát triển đạt đến nền văn minh kỹ thuật vẫn là cực hiếm. Đây không phải là cái chúng ta có thể làm thí nghiệm chừng nào những nghiên cứu của chúng ta còn bó hẹp trên một hành tinh duy nhất. Nhân các tham số này với nhau ta được $N_* f_{ht} f_{ss} f_{tm} f_{ll} \approx 1 \times 10^9$, 1 tỷ hành tinh mà trên đó những nền văn minh kỹ thuật có thể tồn tại dù chỉ một lần. Nhưng điều đó không có nghĩa là có 1 tỷ hành tinh mà trên đó những nền văn minh kỹ thuật đang tồn tại bây giờ. Chính vì thế mà chúng ta phải ước lượng nốt f_{kt}

Một nền văn minh kỹ thuật chiếm bao nhiêu phần trăm cuộc đời của một hành tinh? Trái Đất có được một nền văn minh kỹ thuật đặc trưng bằng thiên văn vô tuyến mới chỉ vài thập kỷ trong suốt cuộc đời vài tỷ năm tuổi của nó. Vậy là đối với hành tinh chúng ta, f_{kt} nhỏ hơn $1/10^8$, một phần trăm triệu hay một phần triệu của phần trăm. Và cũng không thể loại trừ câu hỏi liệu ngày mai chúng ta có tự hủy diệt mình không. Giả sử đó là một trường hợp điển hình, và sự hủy diệt hoàn toàn đến nỗi không một nền văn minh kỹ thuật nào khác - dù của con người hay bất kỳ loài nào khác - có thể xuất hiện vào quãng thời điểm 5 tỷ năm trước khi Mặt Trời chết đi. Khi ấy $N = N_* f_{ht} n_{ph} f_{ss} f_{ll} f_{kt} \approx 10$, tức là vào bất cứ thời gian nào cũng chỉ có một nhúm lèo tèo những nền văn minh kỹ thuật trong Ngân Hà, mà con số này giữ ổn định vì có những xã hội mới xuất hiện thay thế những xã hội vừa mới tự diệt vong. Số N thậm chí có thể nhỏ đến mức chỉ bằng 1. Nếu các nền văn minh có xu hướng tự tiêu diệt mình ngay sau khi mới đạt được một giai đoạn công nghệ nào đó, thì sẽ chẳng có ai để chúng ta trò chuyện ngoài chính chúng ta. Mà đây là điều chúng ta đang cố gắng tránh, tuy chưa phải đã tốt cho lắm. Các nền văn minh phải mất hàng tỷ năm tiến hóa gian nan mới có được, để rồi tự làm lui tắt mình chỉ trong một phút chốc bất cẩn không thể tha thứ.

Nhưng hãy xét một khả năng khác, đó là triển vọng tồn tại ít nhất vài nền văn minh học được cách sống với công nghệ cao, giải quyết được ổn thỏa những mâu thuẫn sinh ra từ tính cách thất thường trong quá trình tiến hóa trước đó của bộ não để không dẫn đến chỗ tự hủy diệt; hoặc cho dù có những nhiễu loạn lớn xảy ra đối với bộ não, chúng cũng được khắc phục trong hàng tỷ năm tiến hóa sinh học tiếp theo. Những xã hội như thế có thể phát triển vui vầy đến tận tuổi già, và tuổi thọ của những xã hội ấy có thể đo bằng thang thời gian tiến hóa dùng cho địa chất hay cho các ngôi sao. Chỉ cần 1% những nền văn minh như thế vượt qua được tuổi niêm thiếp về công nghệ, biết chọn nhánh rẽ đúng tại điểm phân nhánh then chót của lịch sử và đạt đến tuổi trưởng thành, thì $f_{kt} \approx 1/100$, $N \approx 107$, và số những nền văn minh đang tồn tại trong Ngân Hà sẽ lên đến hàng triệu. Như vậy, bất chấp sự không chắc chắn có thể có trong những ước lượng của chúng ta về các tham số đứng ở phần đầu trong công thức Drake, liên quan đến thiên văn, hóa học hữu cơ và sinh học tiến hóa, sự không chắc chắn cơ bản nhất lại thuộc về các yếu tố kinh tế và chính trị và những gì mà trên Trái Đất chúng ta gọi là tính người. Dường như khá rõ ràng rằng nếu sự tự hủy diệt không phải là kết cục hết sức phổ biến của các nền văn minh thiên hà, thì bầu trời sẽ đầy tiếng ríu rít khe khẽ của những thông điệp đến từ các vì sao.

Những phỏng đoán này làm xao xuyến cõi lòng. Chúng gợi lên rằng nhận được một thông điệp từ vũ trụ đã là một dấu hiệu đầy hy vọng ngay cả khi nó chưa được giải mã. Nó có nghĩa rằng có ai đó đã học được cách sống với công nghệ cao; rằng có thể sống vượt qua được giai đoạn niêm thiếp về công nghệ. Chỉ riêng điều này, chứ chưa cần biết nội dung thông điệp, đã đủ biện minh mạnh mẽ cho việc tìm kiếm các nền văn minh khác.

Nếu có hàng triệu nền văn minh phân bố một cách ít nhiều ngẫu nhiên ở khắp Thiên Hà của chúng ta, thì khoảng cách đến nền văn minh gần nhất cũng vào quãng 200 năm ánh sáng. Ngay cả với vận tốc ánh sáng thì một thông điệp vô tuyến cũng phải mất 2 thế kỷ để đi từ đây tới đó. Nếu chúng ta mở đầu cuộc đối thoại, điều đó cũng tựa như bây giờ chúng ta mới nhận được câu hỏi mà Johannes Kepler nêu ra. Vì lý do chúng ta còn mới chập chững bước vào kỷ nguyên thiên văn vô tuyến, chắc còn tương đối lạc hậu, trong khi nền văn minh truyền phát đã tiến xa hơn, nên điều có ý nghĩa hơn đối với chúng ta là lắng nghe chứ không phải phát đi thông điệp. Đối với một nền văn minh tiên tiến hơn, thì tất nhiên tình thế lại đảo ngược.

Chúng ta đang ở giai đoạn sơ khai nhất trong việc tìm kiếm bằng vô tuyến những nền văn minh khác trong vũ trụ. Trong một bức ảnh quang học của một vùng sao dày đặc, có tới hàng trăm nghìn ngôi sao. Theo những đánh giá lạc quan, một ngôi sao trong số đó là nơi cư ngụ của một nền văn minh tiên tiến. Nhưng ngôi sao nào đây? Chúng ta phải hướng kính thiên văn vào những ngôi sao nào? Trong số hàng triệu ngôi sao có thể là nơi tồn tại những nền văn minh tiên tiến, cho tới nay chúng ta mới chỉ khảo sát được hơn 1.000 sao. Tức là chúng ta mới chỉ thực hiện được khoảng một phần nghìn nỗ lực cần có. Nhưng sắp tới sẽ có một cuộc tìm kiếm nghiêm túc, tỉ mỉ, có hệ thống. Các bước chuẩn bị đang được tiến hành ở cả Hoa Kỳ lẫn Liên Xô²²¹. Nó không đắt lăm: chi phí của chỉ một tàu hải quân cỡ trung bình - một tàu khu trục hiện đại chẳng hạn - sẽ đủ để chi cho một chương trình kéo dài cả thập kỷ trong việc tìm kiếm trí tuệ ngoài Trái Đất.

Các cuộc gặp gỡ tốt lành chưa phải là tập quán trong lịch sử loài người, khi mà những tiếp xúc xuyên văn hóa là sự gặp nhau trực tiếp về thể xác, hoàn toàn khác với việc nhận tín hiệu vô tuyến, chỉ nhẹ nhàng như nụ hôn. Vì thế, vẫn đáng xem xét một hai trường hợp trong quá khứ, chỉ cốt để xác định kỳ vọng của chúng ta: vào thời giữa hai cuộc Cách mạng Mỹ và Cách mạng Pháp, vua Louis XVI của nước Pháp đã phái một đoàn thám hiểm tới Thái Bình Dương, một chuyến đi với nhiều tham vọng về khoa học, địa lý, kinh tế và dân tộc chủ nghĩa. Chỉ huy đoàn là Bá tước La Pérouse, một nhà thám hiểm nổi tiếng đã từng chiến đấu cho phía Hoa Kỳ trong cuộc Chiến tranh giành độc lập. Tháng 7 năm 1786, gần một năm sau khi khởi hành, La Pérouse tới bờ biển Alaska, tại một nơi mà ngày nay gọi là vịnh Lituya. Ông rất thích thú bến cảng và viết: "Không một hải cảng nào trên thế giới thuận tiện hơn." Tại nơi lý tưởng này, La Pérouse

đã nhận ra những người mọi, họ biểu thị các dấu hiệu hữu nghị bằng cách chìa ra và vẫy vẫy những chiếc áo choàng trắng và các loại da thú khác nhau. Vài chiếc ghe thuyền của những người Anh điêng ấy đang đánh bắt cá ngoài vịnh... [Chúng tôi] thường xuyên bị vây bởi những chiếc ghe thuyền của những người mọi, họ mời chúng tôi lấy cá, da rái cá và các động vật khác, một ít mặt hàng quần áo của họ để đổi lấy sắt của chúng tôi. Chúng tôi hết sức ngạc nhiên thấy họ đã quen buôn bán, và mặc cả với chúng tôi cũng khôn khéo như bắt kỳ tay buôn châu Âu nào.

Những người bản xứ châu Mỹ cứ chèo kéo mặc cả ngày càng ráo riết. La Pérouse lấy làm bức bình vì họ không từ cả thủ đoạn trộm cắp, nhất là những đồ bằng sắt, và có một lần còn trộm được cả những bộ quân phục sĩ quan hải quân Pháp được giấu dưới gối khi ngủ, chung quanh có lính gác có vũ trang - một chiến công ngang tầm Harry Houdini²²². La Pérouse tuân theo lệnh nhà vua cư xử hòa hảo nhưng phàn nàn rằng thổ dân "cứ nghĩ rằng sự kiên nhẫn của chúng tôi không bao giờ cạn". Ông không ưa xã hội của họ. Nhưng chưa có thiệt hại nghiêm trọng nào do nền văn hóa này gây ra cho nền văn hóa kia. Sau khi lấy thêm dự trữ lương thực thực phẩm cho hai con tàu của mình, La Pérouse nhổ neo rời vịnh Lituya, một đi không trở lại. Đoàn thám hiểm mất tích ở vùng Nam Thái Bình Dương vào năm 1788; La Pérouse và toàn bộ thủy thủ đoàn, chỉ trừ một người, đã thiệt mạng²²³.

Đúng một thế kỷ sau, Cowee, tù trưởng của bộ lạc Tlingit, đã kể lại với nhà nhân loại học người Canada G. T. Emmons câu chuyện tổ tiên họ đã gặp gỡ người da trắng lần đầu tiên, câu chuyện này được truyền lại cho các thế hệ sau chỉ bằng cách truyền miệng. Bộ lạc Tlingit không có chữ viết lưu lại văn bản, mà Cowee cũng chưa từng nghe nói đến La Pérouse. Câu chuyện được kể lại như sau:

Một hôm vào cuối xuân, một toán người Tlingit lần đi về hướng Bắc đến vịnh Yakutat để buôn bán đồng, săt còn quý hơn, nhưng không thể kiếm được. Khi vào vịnh Lituya bốn chiếc ghe bị sóng nuốt chửng. Khi những người sống sót lập lán trại và để tang cho những người đồng hành đã mất thì có hai vật lạ tiến vào vịnh. Không ai biết đây là ai. Đường như đó là những con chim đen lớn có đôi cánh trắng khổng lồ. Người Tlingit tin rằng thế giới được tạo ra bởi một con chim lớn thường có hình hài một con quạ, con quạ này đã giải thoát Mặt Trời, Mặt Trăng và những ngôi sao bị nhốt trong những cái rương. Nhìn vào thần Quạ sẽ bị biến thành đá. Sự quá, người Tlingit trốn vào rừng ẩn nấp. Nhưng sau một hồi không thấy nguy hại gì, một vài mống mạnh dạn nhất bò ra và cuộn những cái lá bắp cải hôi thành ống nhòm thô sơ để nhìn, vì tin rằng làm thế sẽ khỏi bị biến thành đá. Qua ống nhòm cuộn bằng lá bắp cải hôi, hình như những con chim lớn đang gập cánh lại, rồi từ thân chúng thò ra những đàn sứ giả nhỏ xíu màu đen, đàn sứ giả này bò lốm ngổm trên đám lông vũ.

Bây giờ thì một vị chiến binh già, mắt gần như mù liền tập hợp mọi người và tuyên bố rằng cuộc đời ông gần như đã ở phía sau lưng; vì sự nghiệp chung ông sẽ liều thân đến gần xem thần Quạ có định biến tôi con của Ngài thành đá hết không. Khoác lên người tấm áo choàng bằng da rái cá biển, vị chiến binh già lèn chiếc thuyền con và chèo ra biển, về phía thần Quạ. Ông trèo lên đó và nghe thấy những tiếng nói xa lạ. Vì mắt kém nên gần như ông chỉ thấy nhiều bóng dáng màu đen đi đi lại lại trước mặt. Có lẽ đó là những con quạ loại nhỏ. Khi ông bình an quay về thì mọi người trong bộ lạc vây lấy ông, ngạc nhiên vì thấy ông còn sống. Họ sờ nắn người ông, hít hít ông để xem có thực là ông không. Sau khi suy ngẫm hồi lâu, vị chiến binh già tin rằng không phải ông vừa viếng thăm thần Quạ, mà đây chỉ là một cái thuyền không lồ do con người làm ra. Những hình thù màu đen không phải là quạ nhỏ mà là những con người dạng khác. Ông đã thuyết phục được người Tlingit, thế là họ ghé lên các tàu và đổi lồng thú lấy nhiều đồ vật lạ, chủ yếu là sắt.

Người Tlingit đã bảo tồn dưới dạng truyền miệng sự mô tả chính xác, hoàn toàn có thể nhận ra được về cuộc gặp gỡ hết sức hòa bình với một nền văn hóa xa lạ.²²⁴ Nếu một ngày kia chúng ta tiếp xúc với một nền văn minh ngoài Trái Đất tiên tiến hơn, thì liệu cuộc gặp gỡ đó có mang đậm tính hòa bình giống như trường hợp người Pháp đến xứ người Tlingit, cho dù không có quan hệ chặt chẽ, hay nó sẽ diễn ra theo một kịch bản tồi tệ hơn: xã hội tiên tiến hơn sẽ tiêu diệt xã hội lạc hậu hơn về công nghệ? Vào đầu thế kỷ 16, có một nền văn minh đã phát triển rực rỡ ở miền Trung Mexico. Người Aztec đã có nền kiến trúc hoành tráng, phong cách ghi chép công phu, nghệ thuật độc đáo và một loại lịch thiên văn còn vượt cả bất cứ loại lịch nào ở châu Âu. Sau khi xem các đồ tạo tác của người Aztec được những con tàu chở châu báu đầu tiên mang về từ Mexico, họa sĩ Albrecht Durer đã viết vào tháng 8 năm 1520: “Tôi chưa bao giờ nhìn thấy thứ gì khiến con tim tôi ngất ngây đến thế. Tôi nhìn thấy... một mặt trời làm toàn bằng vàng, rộng tới một fathom²²⁵ [thực ra, đây là lịch thiên văn Aztec]; tương tự, một mặt trăng hoàn toàn bằng bạc, cũng to như vậy... còn hai phỏng chất đầy đủ loại vũ khí, áo giáp, và những khí giới kỳ lạ khác, nhìn tất cả những thứ này còn lạ hơn cả những vật kỳ lạ.” Các trí thức sững sờ trước những cuốn sách Aztec, mà, một người trong số họ nói, “rất giống những cuốn sách của người Ai Cập”. Hernán Cortés mô tả thủ đô Tenochtitlán của họ là “một trong những thành phố đẹp nhất thế giới... Các hoạt động và hành vi của con người ở mức cao gần ngang với ở Tây Ban Nha, được tổ chức tốt như thế và ngăn nắp như thế. Nếu biết rằng những con người này còn dã man, họ không biết đến Chúa Trời và cách liên lạc với các dân tộc văn minh khác, thì tận mắt thấy được những gì họ có quả là kỳ diệu”. Hai năm sau khi viết những dòng này, Cortés đã phá sạch Tenochtitlán cùng với toàn bộ nền văn minh Aztec. Dưới đây là một đoạn ghi chép của người Aztec:

Moctezuma [hoàng đế Aztec] kinh hãi, hốt hoảng bởi những gì ngài nghe thấy. Ngài còn phân vân về đồ ăn thức uống của người Tây Ban Nha, nhưng cái làm cho ngài suýt ngất là lời kể về khẩu súng Lombard cỡ lớn, do người Tây Ban Nha điều khiển, khi phát súng phóng ra tiếng nổ như sấm. Tiếng ầm làm kẻ này cảm thấy yếu đuối, kẻ khác hoa mắt chóng mặt. Cái gì đó giống như hòn đá bắn ra trong cơn mưa lửa và tia sáng. Khói rất bẩn; nó có mùi hôi khét kinh tởm đến buồn nôn. Rồi phát bắn đậm vào núi, phá vỡ tung đất đá thành nhiều mảnh cho đến khi tan cả quả núi. Nó biến cái cây thành mùn cưa - cái cây biến mất như thế bị thổi bay... Khi Moctezuma nghe kể tất cả những điều ấy, ngài khiếp sợ vô cùng. Ngài lịm đi. Ngài hồn xiêu phách lạc.

Thông báo tiếp tục đổ về: “Chúng ta không mạnh bằng họ,” quân sĩ tâu với Moctezuma. “Chúng ta chẳng là gì so với họ: người Tây Ban Nha bắt đầu được gọi là “thần linh từ trên trời giáng trần”. Tuy nhiên, người Aztec vẫn không có ảo tưởng về người Tây Ban Nha, mà họ mô tả với lời lẽ như sau:

Họ xô đến vơ vét vàng như những con khỉ, mặt mũi sáng lên. Chắc chắn cơn thèm khát vàng của họ là vô cùng tận; họ đòi vàng; họ khát vàng; họ muốn nhét vàng đầy người trông to như những con lợn. Thế là họ lấy tay đào bới, vớ lấy những dải vàng, tha đi hết chỗ này đến chỗ khác, ấp vào người, nói lùa bầu, lảm nhảm với nhau.

Nhưng tuy đi guốc vào bụng người Tây Ban Nha, điều đó vẫn không giúp họ tự vệ được. Năm 1517, một sao chổi lớn xuất hiện ở Mexico. Moctezuma, bị ám ảnh bởi huyền thoại về sự trở về của thần Quetzalcoatl của người Aztec dưới dạng một người da trắng đến từ biển phía Đông, đã tức khắc xử trảm các nhà chiêm tinh của ngài. Những người này đã không tiên đoán được sao chổi, và họ cũng không giải thích sao chổi. Tin chắc về một tai ương sắp đến, Moctezuma trở nên xa cách và lầm lì. Nhờ thói mê tín của người Aztec và công nghệ vượt trội của chính mình, một đội quân vũ trang gồm 400 người Âu và những đồng minh bản xứ của họ đã đánh bại hoàn toàn người Aztec và tàn phá tan hoang nền văn minh của một triệu người. Người Aztec chưa bao giờ trông thấy ngựa; vì ngựa không tồn tại ở Tân Thế giới. Họ chưa biết ứng dụng luyện sắt dùng cho chiến tranh. Họ không biết sáng chế ra hỏa khí. Tuy nhiên, khoảng cách công nghệ giữa họ và người Tây Ban Nha không lớn lắm, có lẽ chỉ vài thế kỷ.

Chúng ta có lẽ là xã hội lạc hậu nhất trong Thiên Hà. Bất cứ xã hội nào lạc hậu hơn sẽ không thể có trong tay kỹ thuật thiên văn vô tuyến. Nếu lấy kinh nghiệm xung đột văn hóa đáng buồn trên Trái Đất làm chuẩn cho Thiên Hà, thì có lẽ chúng ta đã bị tiêu diệt từ lâu, có chăng là kèm theo sự thán phục nào đó của nền văn minh lạ đối với Shakespeare, Bach và Vermeer. Nhưng điều đó đã không xảy ra. Phải chăng người ngoài hành tinh quá đỗi nhân từ, thiên về cách cư xử của La Pérouse hơn là Cortés? Hay biết đâu, bất chấp mọi thông tin rùm beng về đĩa bay và những nhà du hành vũ trụ cổ xưa, người ta vẫn chưa phát hiện ra nền văn minh chúng ta?

Một mặt, chúng ta lý luận rằng chỉ cần một nhúm nhỏ nền văn minh kỹ thuật học được cách sống với chính mình và với vũ khí hủy diệt hàng loạt, trong Thiên Hà sẽ có rất nhiều nền văn minh trình độ cao. Chúng ta đã thực hiện được chuyến bay liên sao chậm chạp, và nghĩ rằng chuyến bay liên sao nhanh chóng là mục tiêu có thể đạt được của loài người. Mặt khác, chúng ta khăng khăng rằng không có bằng chứng đáng tin cậy về việc những người ngoài hành tinh đã đến thăm Trái Đất, bây giờ hay trước đây. *Đây* có phải là mâu thuẫn không? Nếu nền văn minh gần nhất, giả dụ ở cách chúng ta 200 năm ánh sáng, thì phải mất 200 năm từ đây đến đây với vận tốc gần vận tốc ánh sáng. Ngay cả khi chỉ bay với vận tốc bằng 1% hay 1% vận tốc ánh sáng, các sinh vật từ những nền văn minh ở gần cũng vẫn có thể đến được đây trong quãng thời gian tồn tại loài người trên Trái Đất. Tại sao họ chưa có mặt ở đây? Có rất nhiều câu trả lời khả dĩ. Tuy có đi ngược lại di sản tri thức của Aristarchus và Copernicus, có thể chúng ta là những người đầu tiên. Phải có một nền văn minh kỹ thuật nào đó xuất hiện trước tiên trong lịch sử Thiên Hà chứ. Có thể chúng ta đã lầm khi tin rằng ít nhất cũng có những nền văn minh ngẫu nhiên tránh được sự tự hủy diệt. Có thể còn có những vấn đề nào đó chưa lường được trong chuyến du hành liên sao trong vũ trụ - tuy rằng ở những tốc độ nhỏ hơn nhiều vận tốc ánh sáng, khó mà thấy được những trở ngại kiểu đó là gì. Hay biết đâu họ đang có mặt ở đây, nhưng giấu mình vì một thứ *Lex Galactica* - Luật Thiên Hà - nào đó, vì một thứ luân lý không can thiệp vào các nền văn minh mới nổi lên. Chúng ta có thể hình dung ra họ, hiếu kỳ và thản nhiên, đang quan sát chúng ta, tựa như chúng ta quan sát việc nuôi cấy vi khuẩn trong một cái đĩa chứa thạch, để xác định xem năm nay một lần nữa chúng ta có tránh được sự tự hủy diệt không.

Nhưng cũng có sự giải thích khác nhất quán với mọi cái chúng ta đã biết. Nếu nhiều năm trước đã xuất hiện một nền văn minh tiên tiến ở cách chúng ta 200 năm ánh sáng và họ đã thực hiện được những chuyến du hành liên sao, thì họ cũng chẳng có lý do gì để cho rằng có cái gì đặc biệt trên Trái Đất trừ phi họ đã đến đây. Không có một hiện vật nào chứng tỏ có nền công nghệ của loài người, ngay cả sóng vô tuyến của chúng ta cũng chưa có đủ thời gian để vượt qua quãng đường 200 năm ánh sáng, dù đã di chuyển với vận tốc ánh sáng. Theo quan điểm của họ, tất cả các hệ sao lân cận đều hấp dẫn gần như nhau cho việc thám hiểm và định cư²²⁶.

Một nền văn minh mới nổi, sau khi đã khai phá hệ hành tinh quê hương của mình và phát triển các

chuyến bay liên sao, sẽ từ từ và chập chững thám hiểm các ngôi sao ở gần. Một số ngôi sao không có các hành tinh thích hợp để ở - có lẽ chỉ toàn là các hành tinh khí khổng lồ, hoặc các tiểu hành tinh bé tí. Một số ngôi sao khác sẽ có đội quân hành tinh thích hợp vây quanh, nhưng vài nơi đã có người ở, hoặc có khí quyển độc hại hay khí hậu khó chịu. Trong nhiều trường hợp những người di cư phải thay đổi thế giới nơi đó - hoặc như cách nói địa phương chủ nghĩa của chúng ta là Trái Đất hóa - để làm cho nó ôn hòa hơn. Việc cải tạo hành tinh sẽ phải mất thời gian. Thỉnh thoảng, có thể tìm thấy một thế giới phù hợp sẵn có và định cư ngay tại đó. Việc sử dụng các nguồn tài nguyên của hành tinh để tạo dựng tại chỗ một con tàu vũ trụ liên sao sẽ là một quá trình lâu dài.

Cuối cùng một cuộc du hành thám hiểm và di cư của thế hệ thứ hai sẽ khởi hành đến những ngôi sao chưa y từng có ai đến. Cứ theo cách ấy, một nền văn minh có thể lần đường tới các thế giới giống như một dây leo.

Biết đâu sau này, khi đã di cư và khai phá thế giới mới tới đời thứ ba hoặc cao hơn, con người mới phát hiện ra một nền văn minh độc lập khác cũng đang bành trướng. Nhiều khả năng là sự tiếp xúc đã được thực hiện trước bằng phương tiện vô tuyến hoặc các phương tiện khác. Những sinh vật mới kia có thể thuộc loại xã hội khai phá chỗ định cư mới theo kiểu khác. Khi ấy có thể hình dung được là hai nền văn minh cùng bành trướng với những đòi hỏi khác nhau về kiểu hành tinh định cư sẽ bỏ qua nhau, những nẻo đường bành trướng của hai bên sẽ đan xen mà không xung đột với nhau. Hai bên có thể cùng hợp tác để khai phá một khu vực của Thiên Hà? Ngay cả các nền văn minh ở gần nhau cũng có thể phải mất hàng triệu năm để tìm kiếm một cách riêng rẽ hay hợp tác với nhau những nơi định cư mới mà không hề chạm trán hệ Mặt Trời mờ nhạt của chúng ta.

Chắc không một nền văn minh nào có thể sống tới giai đoạn thực hiện các chuyến bay liên sao trừ phi họ tự hạn chế số dân. Bất cứ xã hội nào trải qua bùng nổ dân số cũng buộc phải dành hết sức lực và khả năng kỹ thuật cho việc nuôi dưỡng và chăm sóc dân chúng ở hành tinh quê hương. Đây là kết luận rất mạnh, không phụ thuộc vào đặc điểm riêng của một nền văn minh nào. Trên bất cứ hành tinh nào, cho dù hệ sinh học hay xã hội ra sao đi nữa, dân số mà tăng theo cấp số mũ thì sẽ ngốn hết mọi dự trữ tài nguyên.

Ngược lại, bất cứ nền văn minh nào tham gia mạnh mẽ vào công cuộc thám hiểm và di cư liên sao vất vả tất phải trải qua giai đoạn tăng trưởng dân số bằng không hoặc xấp xỉ bằng không trong nhiều thế hệ. Nhưng một nền văn minh có mức tăng dân số thấp sẽ mất nhiều thời gian hơn để chiếm lĩnh nhiều thế giới, ngay cả trong trường hợp những hạn chế đặt ra nhằm kiềm hãm sự tăng dân số đã được bỏ bớt sau khi đạt đến một cõi Địa đàng phát đạt nào đó.

Tôi và đồng nghiệp của tôi là William Newman đã tính toán rằng, nếu một triệu năm trước một nền văn minh du hành vũ trụ với mức tăng dân số thấp nỗi lên cách chúng ta 200 năm ánh sáng và phát triển ra tứ phía, chiếm lĩnh những thế giới thích hợp dọc đường chinh phục, thì những con tàu khảo sát liên sao của họ chỉ đến bây giờ mới đi vào hệ Mặt Trời của chúng ta. Nhưng một triệu năm là khoảng thời gian rất dài. Nên một nền văn minh trẻ hơn thế, thì giờ đây họ chưa thể tới được chỗ chúng ta. Một hình cầu bán kính 200 năm ánh sáng chứa 200.000 Mặt Trời và một con số, cỡ như thế các hành tinh phù hợp để định cư. Chỉ sau khi đã chiếm lĩnh 200.000 thế giới kia, trong tiến trình tự nhiên, người ta mới ngẫu nhiên phát hiện rằng hệ Mặt Trời của chúng ta là chốn cư ngụ của một nền văn minh bản xứ.

Một nền văn minh một triệu năm tuổi nghĩa là gì? Chúng ta mới có kính thiên văn vô tuyến và tàu vũ trụ được vài thập kỷ; nền văn minh kỹ thuật của chúng ta mới vài trăm năm tuổi, những ý tưởng khoa học kiểu hiện đại mới xuất hiện vài nghìn năm, nền văn minh nói chung mới được vài vạn năm; loài người xuất hiện trên hành tinh này mới được vài triệu năm. Nếu phát triển với mức độ na ná như mức độ tiến bộ kỹ thuật hiện nay của chúng ta, thì một nền văn minh tiên tiến một triệu năm tuổi sẽ vượt chúng ta giống như

chúng ta vượt loài vượn thỏ hay loài khỉ bú dù. Liệu chúng ta có phát hiện được sự có mặt của họ không? Một xã hội tiến trước chúng ta một triệu năm có quan tâm đến việc di cư hoặc du hành liên sao không? Con người ta có một cuộc sống hữu hạn do một nguyên nhân nào đó. Những tiến bộ to lớn trong sinh học hay y tế có thể sẽ khám phá ra nguyên nhân đó và đưa tới những cách điều trị thích hợp. Có phải chúng ta quan tâm nhiều đến du hành vũ trụ là bởi đó là cách thức vĩnh cửu hóa bản thân để vượt ra khỏi đời sống hữu hạn? Nhờ đâu một nền văn minh gồm toàn những kẻ gần như bất tử sẽ coi việc thám hiểm liên sao là trò trẻ con vô tích sự? Mà biết đâu việc chưa có ai đến thăm chúng ta chính là bởi vì các sao rải trong vũ trụ nhiều đến nỗi, trước khi một nền văn minh ở gần đến được chỗ chúng ta, họ đã thay đổi mục đích thám hiểm hoặc đã tiến hóa thành những dạng thức mà chúng ta không thể phát hiện ra.

Một mô típ khuôn mẫu trong văn chương giả tưởng khoa học về đĩa bay cho rằng người ngoài hành tinh có khả năng xấp xỉ như chúng ta. Có thể họ có tàu vũ trụ hay súng bắn tia vũ trụ kiểu khác, nhưng trong giao tranh - tiểu thuyết giả tưởng khoa học rất thích miêu tả những trận chiến giữa các nền văn minh - thì họ và chúng ta tương đối cân sức nhau. Trên thực tế, xác suất để hai nền văn minh thiên hà đối mặt ở một tầm mức ngang nhau gần như bằng không. Trong bất cứ cuộc đối đầu nào, một bên sẽ luôn luôn áp đảo bên kia. Chênh lệch một triệu năm là vô cùng nhiều. Nếu có một nền văn minh trình độ cao đến hệ Mặt Trời, thì chúng ta sẽ chẳng thể làm được gì để chống lại. Khoa học và công nghệ của họ sẽ vượt rất xa chúng ta. Có lo lắng về chuyện nền văn minh tiên tiến mà chúng ta có thể tiếp xúc biết đâu lại có tâm địa xấu thì cũng chẳng được tích sự gì. Khả năng được trông chờ nhiều là chỉ riêng việc họ sống sót được một thời gian dài đến thế cũng đã có nghĩa là họ đã biết cách sống chung với chính họ và với những người khác. Có lẽ nếu sợ về sự tiếp xúc với nền văn minh ngoài Trái Đất chỉ là phép suy chiếu từ sự lạc hậu của chính chúng ta, một biểu hiện hối lỗi trong lương tâm về lịch sử quá khứ của mình: sự tàn phá mà chúng ta đã gây ra cho những nền văn minh chỉ hơi lạc hậu hơn minh một chút. Chúng ta nhớ tới Columbus và người Arawak²²⁷, Cortés và người Aztec, thậm chí số phận của người Tlingit trong những thế hệ sau khi La Pérouse ghé thăm. Chúng ta nhớ và lo lắng. Nhưng nếu đạo quân người sao xuất hiện trên bầu trời, tôi dự đoán chúng ta sẽ rất niềm nở và dễ thích ứng.

Một kiểu tiếp xúc rất khác nữa cũng có nhiều khả năng xảy ra - trường hợp mà chúng ta đã bàn đến, đó là khi chúng ta nhận được một thông điệp phong phú, phức tạp, chắc là bằng vô tuyến, từ một nền văn minh khác trong vũ trụ, nhưng không tiếp xúc trực tiếp với họ, ít ra là trong một thời gian. Trong trường hợp này không có cách gì để nền văn minh phát truyền thông điệp biết rằng chúng ta có nhận được thông điệp hay không. Nếu chúng ta thấy nội dung có tính chất xúc phạm hoặc đe dọa thì không nhất thiết phải trả lời. Nhưng nếu thông điệp chứa những thông tin giá trị, thì những hệ quả đối với nền văn minh của chúng ta sẽ to lớn vô cùng - chúng ta không chỉ có dịp tìm hiểu sâu về khoa học và công nghệ, nghệ thuật, âm nhạc, chính trị, luân lý, triết học và tôn giáo của nền văn minh xa lạ, mà trên hết đó là sự phi cục bộ hóa sâu sắc những điều kiện tồn tại của con người. Chúng ta hiểu ra rằng còn có những khả năng khác.

Vì chúng ta sẽ chia sẻ kiến thức khoa học và toán học chung với một nền văn minh khác, tôi tin rằng hiểu thông điệp đến từ vũ trụ sẽ là phần dễ nhất của vấn đề. Thuyết phục Quốc hội Hoa Kỳ và Hội đồng Bộ trưởng Liên Xô cấp kinh phí cho một cuộc tìm kiếm trí tuệ ngoài Trái Đất là phần khó khăn hơn²²⁸. Trên thực tế, các nền văn minh có thể chia thành hai loại lớn: một loại trong đó các nhà khoa học không thể thuyết phục những người ngoại đạo phê chuẩn việc tìm kiếm trí tuệ ngoài Trái Đất, trong đó năng lượng chủ yếu được hướng vào phục vụ nội bộ loài người, và trong đó các quan niệm thông thường vẫn còn nguyên chưa suy suyển và xã hội chần chờ ngại trước mỗi quan tâm về các sao; và một loại khác trong đó tầm nhìn xa về sự tiếp xúc với các nền văn minh khác là điều phổ biến, và người ta tiến hành công cuộc tìm kiếm rầm rộ.

Đó là một trong những nỗ lực của con người mà ngay cả thất bại cũng là thành công. Nếu chúng ta ráo riết tìm kiếm các tín hiệu của trí tuệ ngoài Trái Đất và không nghe thấy gì cả, thì chúng ta có thể kết luận rằng các nền văn minh trong Thiên Hà ít nhất cũng là cực kỳ hiếm, nó sẽ phân định rõ ràng hơn vị trí của chúng ta trong vũ trụ. Nó sẽ nói lên một cách hùng hồn rằng các sinh vật trên hành tinh chúng ta là của hiếm đến mức nào, và nhẫn mạnh, hơn bất cứ thứ gì khác trong lịch sử loài người, giá trị cá nhân của mỗi con người. Còn nếu chúng ta tìm kiếm thành công, thì đó sẽ là bước ngoặt lớn trong lịch sử loài chúng ta và lịch sử hành tinh chúng ta.

Người ngoài hành tinh rất dễ tạo lập một thông điệp nhân tạo rõ ràng. Lấy ví dụ, mười số nguyên tố đầu tiên - các số chỉ chia hết cho chính nó và số một - đó là 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23. Cần như không thể có một quá trình vật lý tự nhiên nào có thể truyền những thông điệp chỉ chứa các số nguyên tố. Nếu nhận được một thông điệp như vậy, chúng ta sẽ suy luận ra rằng ngoài xa xăm kia có một nền văn minh ít nhất cũng thích các số nguyên tố. Nhưng trường hợp nhiều khả năng hơn cả chính là kiểu liên lạc liên sao giống như viết trên tấm bảng có thể viết đi viết lại nhiều lần, tương tự như giấy da cừu mà những người viết ngày xưa, do thiếu giấy cói hoặc đá, đã viết thông điệp mới đè lên những thông điệp cũ. Có thể ở tần số lân cận hoặc ở nhịp thời gian nhanh hơn, sẽ có một thông điệp khác, nó có vai trò tựa như một cuốn sách vỡ lòng, nhập môn ngôn ngữ liên lạc của người ngoài hành tinh. Cuốn sách vỡ lòng này sẽ được lắp đi lắp lại, vì nền văn minh phát truyền thông điệp không có cách gì biết được khi nào chúng ta sẽ hiệu chỉnh đúng sóng để bắt được liên lạc. Khi đó, ẩn sâu hơn dưới bề mặt tấm bảng, bên dưới tín hiệu thông báo và cuốn sách vỡ lòng, sẽ là thông điệp thực sự. Công nghệ vô tuyến cho phép nó chứa thông tin rất phong phú. Có thể khi bắt được đúng sóng, chúng ta sẽ thấy mình đang ở giữa tập 3267 của bộ *Bách khoa thư Thiên Hà* (*Encyclopaedia Galactica*).

Chúng ta sẽ khám phá ra bản chất của các nền văn minh khác. Chúng sẽ có rất nhiều, mỗi nền văn minh bao gồm những sinh vật khác hẳn với bất cứ thứ gì trên Trái Đất này. Họ nhìn vũ trụ cũng có phần khác.

Họ sẽ có những môn nghệ thuật và các chức năng xã hội khác chúng ta. Họ sẽ quan tâm đến những thứ mà chúng ta chưa bao giờ nghĩ tới. Bằng cách so sánh kiến thức của chúng ta với kiến thức của họ, chúng ta sẽ lớn vút lên. Và sau khi phân loại thông tin mới nhận được vào bộ nhớ máy tính, chúng ta sẽ thấy được loại người văn minh nào sống ở đâu trong Thiên Hà. Hãy hình dung một cái máy tính thiên hà khổng lồ, một kho chứa thông tin, dù hiện đại ít hay nhiều, về bản chất và những hoạt động của mọi nền văn minh trong Thiên Hà Ngân Hà, một thư viện lớn về sự sống trong Vũ trụ. Có lẽ trong nội dung của *Bách khoa thư Thiên Hà* sẽ có phần tổng kết những nền văn minh như thế, thật là bí ẩn thôi thúc, kích thích - ngay cả khi chúng ta đã dịch được ra ngôn ngữ của mình.

Cuối cùng, mất bao nhiêu thời gian là tùy ở chúng ta, chúng ta sẽ quyết định trả lời. Chúng ta sẽ truyền đi thông tin gì đó về bản thân mình - ban đầu chỉ là thông tin cơ bản - để khởi đầu cho một cuộc đối thoại liên sao mà tuy chúng ta lên tiếng, nhưng vì khoảng cách bao la của không gian giữa các sao và vận tốc hữu hạn của ánh sáng, con cháu nhiều đời sau của chúng ta sẽ tiếp tục đối thoại. Và một ngày kia, trên một hành tinh thuộc một ngôi sao xa tít mù tắp, một sinh vật rất khác bất cứ người nào trong chúng ta sẽ yêu cầu in ra bản mới nhất của bộ *Bách khoa thư Thiên Hà* và hỏi thêm chút ít thông tin về một xã hội mới nhất vừa gia nhập cộng đồng các nền văn minh thiên hà.

Kiểu nền văn minh: 1,8 L.
 Mã xã hội: 2A11,
 "Chúng tôi, những người đã
 sống sót."
 Sao: F0V⁽¹⁾, phổ biến đổi,
 $r = 9,717$ kpc, $\theta = 0^{\circ}07'51''$ ⁽²⁾,
 $\varphi = 210^{\circ}20'37''$.
 Hành tinh: thứ sáu,
 $a = 2,4 \times 10^{13}$ cm,
 $M = 7 \times 10^{18}$ g,
 $R = 2,1 \times 10^9$ cm,
 $p = 2,7 \times 10^6$ s, $P = 4,5 \times 10^7$ s⁽³⁾.
 Các thuộc địa ngoài hành tinh:
 không.
 Tuổi hành tinh: $1,14 \times 10^{17}$ s.
 Tiếp xúc khởi xướng đầu tiên
 tại địa phương:
 cách dây $2,6040 \times 10^8$ s.
 Nhận mã thiên hà lồng nhau
 đầu tiên:
 cách dây $2,6040 \times 10^8$ s.
 Sinh học: C, N, O, H, S, Se, Cl,
 Br, H_2O , S_g, các halit sulfonyl
 đa thơm.
 Sinh vật tự dưỡng quang hóa

hợp di động trong khí quyển
 co lại yếu.
 Đa ứng động (polytaxic),
 đơn sắc.
 $m = 3 \times 10^{12}$ g, $t \approx 5 \times$
 10^{10} s.
 Không có sự phục hình
 gien.
 Các hệ gien: $\sim 6 \times 10^7$
 (số bit không thừa/hệ
 gien: $\sim 2 \times 10^{12}$).
 Công nghệ: tăng theo hàm
 mũ, tiến đến giới hạn
 tiềm cận.
 Văn hóa: toàn cầu, không
 bầy đàn, đa loài (2 giống,
 41 loài); thơ ca số học.
 Trước khi sinh /sau khi sinh:
 0,52 [30],
 Cá thể /cộng đồng: 0,73
 [14],
 Nghệ thuật /công nghệ:
 0,81 [18].
 Xác suất sống sót
 (/100 năm): 80%.

1. Ký hiệu phổ sao, cho biết sao này thuộc loại sao lùn, nhiệt độ bề mặt trong khoảng 6.000-7.000 độ, thuộc dãy chính trong biểu đồ Hertzsprung-Russell (V là số 5 La Mã, ký hiệu của dãy chính).

2. r là khoảng cách từ sao đến tâm Thiên Hà, tín bằng ki lô parsec (kpc), 1 kpc = 3.262 năm ánh sáng = $3,0857 \times 10^{18}$ km, θ (vĩ độ thiên hà) và φ (kinh độ thiên hà) là hai trị số tọa độ thiên hà, φ dương nghĩa là ngôi sao ở phía trên mặt phẳng Thiên Hà.

3. Các số liệu hành tinh: a là khoảng cách đến ngôi sao chủ, M là khối lượng, R là bán kính, p là thời gian hành tinh quay trọn một vòng quanh trục (ngày), còn P là thời gian hành tinh quay trọn một vòng quanh ngôi sao chủ (năm).

Kiểu nền văn minh: 2,3 R.
 Mã xã hội: 1H1,
 "Chúng tôi, những người
 đã trở thành một." Nền văn
 minh liên sao, không có các
 cộng đồng hành tinh, sử
 dụng 1504 sao siêu khổng
 lồ, các sao và pulsar OV, BV,
 AV.

Tuổi của nền văn minh: $6,09 \times 10^{15}$ s.

Tiếp xúc khởi xướng đầu tiên
 - tại địa phương:
 cách dây $6,09 \times 10^{15}$ s.

Nhận mã thiên hà lồng nhau
 đầu tiên: cách dây $6,09 \times 10^{15}$ s.

Nền văn minh nguồn, kênh
 nơtrinô.

Đa đối thoại Cụm Địa
 phương.

Sinh học: C, H, O, Be, Fe,
 Ge, He.

Các bán dẫn hữu cơ vòng
 càng cua kim loại
 (metal-chelated) 4K, nhiều
 kiểu đa dạng.

Sinh vật ăn điện siêu dẫn
 đông lạnh sâu với bao bì
 dày bằng tinh thể nơtron
 và thợ khai thác sao theo
 mô dun; đa ứng động.
 m khác nhau, $t \approx 5 \times 10^{15}$ s.

Các hệ gien: 6×10^{17}
 (số bit không thừa/
 hệ gien: $\sim 3 \times 10^{17}$).

Xác suất sống sót
 ($/10^6$ năm): 99%.

Bản tổng kết giả định trong máy tính của hai nền văn minh trình độ cao trích từ *Bách khoa thư Thiên Hà*. Do Jon Lomberg và tác giả lập.

Kiểu nền văn minh: 1,0 J.
 Mã xã hội: 4G4, "Loài người".
 Sao: G2V⁽¹⁾, $r = 9,844$ kpc,
 $\theta = 00^\circ 05' 24''$, $\phi = 206^\circ 28' 49''$.
 Hành tinh: thứ ba,
 $a = 1,5 \times 10^{13}$ cm,
 $M = 6 \times 10^{27}$ g,
 $R = 6,4 \times 10^8$ cm,
 $p = 8,6 \times 10^4$ s, $P = 3,2 \times 10^7$ s.
 Các thuộc địa ngoài hành tinh:
 không có
 Tuổi hành tinh: $1,45 \times 10^{17}$ s.
 Tiếp xúc khởi xướng đầu tiên
 tại địa phương:
 cách đây $1,21 \times 10^9$ s.
 Nhận mã thiên hà lồng nhau
 đầu tiên: chờ áp dụng.
 Sinh học: C, N, O, S, H₂O, PO₄.
 Axít đêôxyribônuclêic.
 Không có sự phục hình gien.
 Sinh vật dị dưỡng di động,
 cộng sinh với các sinh vật tự
 dưỡng quang hợp. Sống trên
 bề mặt, đơn loài, hít thở O₂
 đa sắc.

Tetrapyrol (4 vòng pyrol)
 vòng còng cua Fe trong
 chất dẫn lưu tuần hoàn.
 Động vật có vú có giới tính.
 $m \approx 7 \times 10^4$ g, $t \approx 2 \times 10^9$ s.
 Các hệ gien: 4×10^9 .
 Công nghệ: tăng theo
 hàm mũ/ nhiên liệu hóa
 thạch/ vũ khí hạt nhân/
 chiến tranh có tổ chức/
 ô nhiễm môi trường.
 Văn hóa: ~200 quốc gia,
 ~6 cường quốc toàn cầu;
 đang đồng nhất về văn
 hóa và công nghệ.
 Trước khi sinh /sau khi
 sinh: 0,21 [18],
 Cá thể /cộng đồng:
 0,31 [17],
 Nghệ thuật /công nghệ:
 0,14 [11].
 Xác suất sống sót
 (/100 năm): 40%.

Bản tổng kết giả định của một nền văn minh kỹ thuật mới xuất hiện trích từ *Bách khoa thư Thiên Hà*. Do Jon Lomberg và tác giả lập.

CHƯƠNG XIII

AI LÊN TIẾNG CHO TRÁI ĐẤT?

Tại sao tôi phải bận tâm tìm kiếm những bí mật của các vì sao, trong khi chết chóc và tình trạng nô lệ đang diễn ra liên tục trước mắt tôi?

- Câu hỏi mà Anaximenes (khoảng 600 năm trước Công nguyên) đặt ra cho Pythagoras, theo lời kể của Montaigne

Những tinh cầu kia chắc phải to lớn nhường nào, mà nếu so ra thì Trái Đất, nơi triển khai tất cả những ý đồ ghê gớm của chúng ta, tất cả những chuyến du hành của chúng ta, tất cả những cuộc chiến tranh của chúng ta, bé mọn xiết bao. Một lý do rất đáng để các vua chúa và vương công, những kẻ hy sinh bao nhiêu sinh mạng chỉ cốt thỏa mãn tham vọng của mình muốn làm chúa tể cái xó xinh đáng thương nào đó của cái chấm nhỏ xíu này trong vũ trụ, phải xem xét và suy ngẫm.

- Christiaan Huygens, *Những phỏng đoán mới về những thế giới hành tinh, cư dân ở đó và sản xuất của họ*, khoảng năm 1690.

Chúng ta thử nhìn lại bao nhiêu triệu năm đã qua để thấy cái ý chí tranh đấu sinh tồn ghê gớm biết bao, nó xoay xở thoát khỏi bùn nhót bãi triều, vật lộn thay đổi từ hình dạng này sang hình dạng khác, từ năng lực này sang năng lực khác, hết bờ rồi chuyển sang đi một cách tự tin trên mặt đất, tranh đấu hết thế hệ này sang thế hệ khác để làm chủ không khí, chui sâu xuống phía dưới tối tăm; chúng ta thấy nó vật lộn trong đói khát và trong những bột phát dữ dội, tự biến đổi mình thật mới lạ, chúng ta quan sát thấy nó ngày một tiến dần chúng ta hơn và giống chúng ta hơn, nó bành trướng, tự hoàn thiện hơn, không ngừng theo đuổi cái mục đích phi thường, để cuối cùng đạt đến chúng ta và thực thể của nó đậm nhịp trong bộ não và các động mạch của chúng ta... Có thể tin rằng tất cả quá khứ chỉ là khởi đầu của khởi đầu, tất cả những gì đã và đang tồn tại chỉ là ánh sáng hùng đông của buổi bình minh. Có thể tin rằng những gì mà tinh thần, trí óc con người đã thực hiện được tới giờ chỉ là giấc mơ trước khi tỉnh giấc... Bật lên khỏi dòng giống của chúng ta, tinh thần sẽ quay trở lại cái tôi nhỏ mọn của chúng ta để hiểu rõ chúng ta hơn chính chúng ta hiểu mình. Sẽ đến một ngày, trong dòng nối tiếp vô tận của ngày tháng, những sinh thể đang thiếp ngủ trong ý tưởng chúng ta và giấu mình trong lòng chúng ta sẽ đứng dậy trên Trái Đất này như chúng ta đứng trên bệ, sẽ cười và vươn tay đến các vì sao.

- H. G. Wells, "Khám phá tương lai", tạp chí *Nature* (*Tự nhiên*), tập 65, trang 326 (1902)

Vũ trụ chỉ mới được khám phá *ngày hôm qua*. Trong cả triệu năm qua, ai cũng không có chỗ nào khác ngoài Trái Đất. Thế rồi đến phần mười cuối cùng của 1% đời sống của loài người chúng ta, trong khoảnh khắc giữa Aristarchus và chúng ta, chúng ta mới miễn cưỡng thừa nhận rằng mình không phải là trung tâm và mục đích của Vũ trụ, mà chỉ sống trong một thế giới nhỏ bé và mỏng manh chìm khuất trong cái bao la và vĩnh cửu, trôi dạt giữa đại dương vũ trụ mênh mông mà thưa thớt đây đó có 100 tỷ thiên hà và 1 nghìn tỷ tỷ ngôi sao. Chúng ta đã can đảm thử sống với nước và thấy rằng đại dương gây được cảm tình của chúng ta, cộng hưởng với bản chất của chúng ta. Có cái gì đó trong ta coi Vũ trụ là nhà. Chúng ta được làm ra từ tro của các ngôi sao. Nguồn gốc và sự tiến hóa của chúng ta gắn với các biến cố vũ trụ xa xôi. Thám hiểm Vũ trụ chính là chuyến du hành tự khám phá bản thân.

Như cổ nhân sáng tạo ra huyền thoại đã biết, chúng ta là con của cả trời lẫn đất. Trong suốt thời gian sinh tồn trên hành tinh này, chúng ta đã tích lũy được hành trang tiến hóa nguy hiểm: nhiễm thói di truyền ưa xâm lấn và lỗ nghịch, sự khum núm với cấp lãnh đạo và sự thù địch với người ngoài, những điều phương hại đến sự sinh tồn của chúng ta. Nhưng chúng ta cũng có được sự thông cảm đối với những người khác, tình yêu thương con cái cháu chắt, mong muốn học những bài học từ lịch sử, và một trí tuệ sôi nổi vút cao - những công cụ đắc lực cho sự sinh tồn và thành công của chúng ta. Những mặt nào trong bản tính của con người sẽ chiếm ưu thế là điều vẫn chưa thể chắc chắn được, nhất là khi tầm nhìn, sự hiểu biết và triển vọng

tương lai của chúng ta chỉ quanh quẩn trên Trái Đất - hoặc còn tệ hơn, chỉ quanh quẩn ở một phần của Trái Đất. Nhưng phía trên kia là sự bao la của Vũ trụ, một triển vọng tương lai tất yếu đang chờ đợi chúng ta. Tuy vẫn chưa có dấu hiệu hiển nhiên nào của trí thông minh ngoài Trái Đất và điều đó khiến chúng ta băn khoăn liệu có phải những nền văn minh giống như chúng ta bao giờ cũng hùng hục đâm đầu thăng tới sự diệt vong hay không. Những biên giới quốc gia không hiện lên khi ta nhìn Trái Đất từ không gian vũ trụ. Các loại chủ nghĩa sô vanh mang tính sắc tộc, tôn giáo hay dân tộc sẽ khó duy trì khi chúng ta nhìn thấy hành tinh của mình là một hình lưỡi liềm xanh lơ mỏng manh mờ dần để trở thành một điểm sáng nhạt nhòa trên nền các sao giăng giăng như đồn lũy, như thành trì. Du hành là mở rộng tầm mắt.

Có những thế giới mà sự sống chưa bao giờ đâm chồi nảy lộc. Có những thế giới bị đốt thành than và bị phá hủy bởi những tai họa vũ trụ. Chúng ta gặp may: chúng ta đang tồn tại; chúng ta hùng mạnh; sự phồn vinh của nền văn minh chúng ta và của loài chúng ta nằm trong chính bàn tay của chúng ta. Nếu chúng ta không lên tiếng cho Trái Đất, thì ai sẽ lên tiếng? Nếu chúng ta không chăm lo cho sự tồn vong của mình, thì ai sẽ chăm lo cho chúng ta?

Loài người giờ đây đang bắt tay vào một cuộc thay đổi vĩ đại mà nếu thành công sẽ quan trọng như việc chiếm lĩnh trên cạn hoặc việc từ bỏ cách sống trên cây chuyển xuống đất. Chúng ta đang phá gông cùm của Trái Đất một cách ngập ngừng, không dứt khoát – về mặt ẩn dụ, bằng cách chống đối và chế ngự những cảnh báo của phần não sơ khai hơn cả bên trong chúng ta; về mặt vật chất, bằng cách du hành đến các hành tinh và lắng nghe thông điệp từ các vì sao. Hai biện pháp này gắn kết với nhau một cách bền vững. Cái này, theo tôi, là điều kiện cần của cái kia. Nhưng sinh lực của chúng ta lại hướng tới chiến tranh nhiều hơn. Bị sự nghi ngờ lẫn nhau thôi miên, gần như không quan tâm đến toàn loài của mình hay đến hành tinh, các quốc gia lao vào chuẩn bị cho sự chết chóc. Vì những gì chúng ta đang làm khủng khiếp quá, nên chúng ta không muốn nghĩ nhiều về nó. Nhưng nếu cái gì không xem xét thấu đáo thì khó mà có hành động đúng đắn được.

Mỗi một người biết suy nghĩ đều sợ chiến tranh hạt nhân, vậy mà quốc gia nào có công nghệ phát triển cao cũng đều vạch kế hoạch cho nó. Hình thành một chuỗi nhân quả đáng sợ: người Đức đang chuẩn bị chế tạo bom nguyên tử khi nổ ra Chiến tranh thế giới thứ hai; nên người Mỹ phải nhanh chân hơn để làm ra đầu tiên. Một khi Mỹ có nó rồi, thì Liên Xô cũng phải có, rồi Anh, Pháp, Trung Quốc, Ấn Độ, Pakistan... Cho đến cuối thế kỷ 20, nhiều nước đã có vũ khí hạt nhân. Chế tạo ra nó có vẻ như không khó mấy. Vật liệu phân chia hạt nhân có thể lấy cắp từ các lò phản ứng hạt nhân. Vũ khí hạt nhân gần như đã trở thành một ngành thủ công nghiệp tại gia.

Những quả bom thông thường cỡ lớn thời Chiến tranh thế giới thứ hai được gọi là bom tấn. Chứa 20 tấn thuốc nổ TNT, bom tấn có thể phá hủy cả một khu phố. Tất cả số bom thả xuống tất cả các thành phố trong Chiến tranh thế giới thứ hai là vào khoảng 2 triệu tấn, tức 2 megaton, thuốc nổ TNT - Coventry và Rotterdam, Dresden và Tokyo, toàn bộ những cái chết gieo rắc từ trên trời xuống trong khoảng thời gian từ năm 1939-45 cũng chỉ lên đến 2 megaton, chứa trong hàng chục vạn quả bom tấn. Nhưng đến cuối thế kỷ 20, 2 megaton là năng lượng thoát ra trong vụ nổ của một quả bom nhiệt hạch hạng xoàng: một quả bom như thế có sức công phá của cả cuộc Chiến tranh thế giới thứ hai. Có tới hàng vạn đơn vị vũ khí hạt nhân. Đến thập kỷ 90 của thế kỷ 20, lực lượng tên lửa và máy bay ném bom chiến lược của Liên Xô và Hoa Kỳ đã hướng các đầu đạn hạt nhân vào hơn 15.000 mục tiêu định sẵn. Không có nơi nào trên Trái Đất an toàn. Năng lượng chứa trong những vũ khí này, những thần Chết kiên nhẫn chờ hiệu lệnh, vượt xa con số 10.000 megaton - nhưng với sự công phá tập trung một cách hữu hiệu, không rải ra sáu năm mà chỉ trong vài giờ, thì đúng là một quả bom tấn cho mỗi gia đình trên hành tinh này. Một cuộc Chiến tranh thế giới thứ hai trong mỗi giây và kéo dài cả một buổi chiều uể oải.

Những nguyên nhân gây ra cái chết tức khắc trong vụ tấn công hạt nhân là sóng xung kích, có thể san phẳng những tòa nhà cốt thép nặng trong vòng vài kilômét, là cơn bão lửa, là tia gamma và các hạt nơtron, có thể nướng bỏng lục phủ ngũ tạng bất cứ ai có mặt tại đó. Một cô bé học sinh sống sót trong vụ Mỹ ném bom nguyên tử xuống Hiroshima, sự kiện kết thúc Chiến tranh thế giới thứ hai, đã ghi lại những điều mắt thấy tai nghe như sau:

Xuyên qua bóng tối như dưới đáy địa ngục, tôi nghe thấy tiếng những học sinh khác gọi mẹ. Dưới chân cầu, bên trong cái bể chứa nước lớn được đào ở đấy, một bà mẹ vừa khóc vừa giơ cao quá đầu đứa trẻ tròn trui bị bỏng đỏ toàn thân. Một bà mẹ khác đang khóc nức nở khi chà bộ ngực bị bỏng cho đứa con bú. Trong bể, đám học sinh đứng nhô đầu lên trên mặt nước hai tay đan vào nhau, miệng gào khóc thảm thiết gọi mẹ. Nhưng người nào đi ngang qua cũng bị thương, không sót người nào và chẳng có ai đến giúp cả. Mái tóc cháy sém trên đầu họ xoăn lại, pha sắc trắng và phủ đầy bụi. Như thể họ không phải là con người, là tạo vật của thế giới này.

Vụ ném bom Hiroshima, khác với vụ ném bom Nagasaki tiếp sau đó, do bom nổ trong không trung, khá cao so với mặt đất, nên lượng mưa bụi phóng xạ không lớn. Nhưng vào ngày 1 tháng 3 năm 1954, một vụ thử vũ khí nhiệt hạch ở đảo Bikini thuộc quần đảo Marshall, có công suất lớn hơn dự kiến. Một đám mây phóng xạ tụ lại trên đảo san hô bé tí Rongalap, cách đó 150 kilômét, cư dân tại đó cảm thấy vụ nổ như hiện tượng Mặt Trời mọc ở phía Tây. Vài giờ sau, tro phóng xạ rơi xuống Rongalap như tuyết rơi. Liều phóng xạ trung bình nhận được là 175 rad, tức là suýt soát một nửa liều tối thiểu để giết chết một người trung bình. Vì ở xa nơi nổ, nên không có nhiều người chết. Thế nhưng, storonti phóng xạ mà họ ăn phải đã tích tụ trong xương, còn lốt phóng xạ thì tích tụ trong tuyến giáp của họ. Hai phần ba trẻ em và một phần ba người lớn về sau bị mắc những rối loạn tuyến giáp, chậm lớn hoặc u ác tính. Để bù đắp cho họ, người dân quần đảo Marshall được chăm sóc y tế chuyên biệt.

Công suất của quả bom Hiroshima chỉ là 13 kiloton, tương đương với 13.000 tấn thuốc nổ TNT. Công suất vụ thử ở đảo Bikini là 15 megaton. Trong một cuộc đọ sức hạt nhân tổng lực, khi chiến tranh nhiệt hạch lên đến đỉnh điểm, sẽ có tương đương 1 triệu quả bom Hiroshima được ném xuống khắp nơi trên thế giới. Tính theo mức độ sát thương vài trăm ngàn người bị giết trên một vũ khí cỡ 13 kiloton, thì lượng nổ trên đủ giết chết 100 tỷ người. Nhưng vào cuối thế kỷ 20, trên hành tinh này có chưa tới 5 tỷ người. Tất nhiên, trong một cuộc đọ sức như vậy, không phải ai cũng bị chết bởi sóng xung kích, bão lửa, bức xạ và mưa bụi phóng xạ - tuy mưa và bụi phóng xạ kéo dài khá lâu: 90% storonti 90 sẽ phân rã trong 96 năm; 90% xêsi 137 phân rã trong 100 năm; 90% Iốt 131 phân rã chỉ trong 1 tháng.

Những người sống sót sẽ chứng kiến những hậu quả tinh vi hơn của chiến tranh. Một cuộc đấu hạt nhân tổng lực hai chiều sẽ đốt nitơ ở thượng tầng khí quyển, biến nó thành ôxít nitơ, đến lượt nó ôxít nitơ sẽ phá hủy một lượng lớn ôzôn ở trên cao, làm liều lượng bức xạ tử ngoại của Mặt Trời lọt xuống đất tăng mạnh²²⁹. Thông lượng tử ngoại tăng lên sẽ kéo dài hàng năm. Nó sẽ gây ra bệnh ung thư da, nhất là ở những người có màu da sáng. Quan trọng hơn nhiều, nó sẽ tác động đến sinh thái của hành tinh chúng ta theo cách thức không thể lường trước. Ánh sáng tử ngoại phá hỏng mùa màng. Nhiều vi sinh vật sẽ bị chết, tuy chúng ta không biết những loại nào sẽ chết và chết bao nhiêu, hoặc những hậu quả có thể có. Những loài vi sinh vật bị chết rất có thể sẽ là chân đế của một kim tự tháp sinh thái khổng lồ mà chúng ta ngã ngất nghẽo trên đỉnh.

Bụi tung vào không khí trong một cuộc đọ sức hạt nhân sẽ phản xạ ánh sáng mặt trời và làm Trái Đất lạnh đi một chút. Ngay cả sự lạnh đi một chút ấy cũng gây ra những hậu quả khủng khiếp về nông nghiệp. Chim chóc dễ bị chết vì bức xạ hơn côn trùng. Nhưng nạn dịch côn trùng và tiếp theo đó là những rối loạn về nông nghiệp chắc sẽ là những hậu quả nhãn tiền của chiến tranh hạt nhân. Cũng có nạn dịch loại khác đáng lo: khuẩn que gây bệnh dịch lan tràn khắp thế giới. Vào cuối thế kỷ 20, con người không chết nhiều vì dịch bệnh - không phải vì không còn vi khuẩn, mà vì sức đề kháng cao. Tuy nhiên, bức xạ sinh ra trong một

cuộc chiến tranh hạt nhân sẽ làm yếu hệ miễn dịch của cơ thể, ngoài nhiều tác động khác mà nó gây ra, khiến cho khả năng chống chịu bệnh tật của chúng ta bị suy giảm. Xét về lâu dài, sẽ xảy ra các hiện tượng đột biến, sinh ra những chủng vi khuẩn, những giống côn trùng mới, việc này càng gây thêm khó khăn rắc rối cho bất cứ những người nào sống sót qua một thảm họa hạt nhân. Biết đâu sau đó, khi đã đủ thời gian cho những đột biến gien lặn tái tổ hợp và bộc lộ, sẽ sinh ra những biến thể con người mới kinh khủng. Hầu hết những đột biến này, khi bộc lộ ra, sẽ mang tính nguy hiểm chết người. Một số ít đột biến không nguy hiểm. Khi ấy lại có những đau đớn thống khổ khác: mất người thân yêu; la liệt người bị bỏng, bị mù và cụt chân cụt tay; bệnh tật, dịch bệnh, ô nhiễm phóng xạ lâu dài trong không khí và trong nước; nguy cơ sinh u ác tính, thai chết lưu và trẻ em dị dạng; không được chăm sóc y tế; cảm giác bất lực về một nền văn minh bị phá hủy vô cớ; nhận thức rằng lẽ ra chúng ta có thể ngăn ngừa thảm họa mà rốt cuộc không ngăn chặn được.

L. F. Richardson là một nhà khí tượng người Anh quan tâm đến vấn đề chiến tranh. Ông muốn hiểu những nguyên nhân của nó. Có những đặc điểm tâm thức song hành giữa chiến tranh và thời tiết. Cả hai đều phức tạp. Cả hai đều thể hiện những quy luật cho thấy rằng chúng không phải là những thế lực không thể chế áp mà là những hệ tự nhiên có thể hiểu và điều khiển được. Để hiểu được thời tiết quy mô toàn cầu, trước tiên ta phải thu thập một lượng lớn dữ liệu khí tượng; ta phải phát hiện xem thời tiết hành xử ra sao. Richardson cho rằng cách tiếp cận cũng giống như thế, nếu ta muốn hiểu chiến tranh. Thế là ông thu thập dữ liệu về hàng trăm cuộc chiến tranh xảy ra trên hành tinh đáng thương của chúng ta trong khoảng thời gian từ năm 1820-1945.

Kết quả của Richardson đã được công bố sau khi ông mất trong một cuốn sách nhan đề *Thông kê các cuộc thù địch gây chết chóc* (*The Statistics of Deadly Quarrels*). Băn khoăn nghĩ đến việc ta phải đợi một cuộc chiến tranh lấy đi một số sinh mạng cho trước trong bao lâu, ông đã tìm cách xác định một chỉ số M, độ lớn của cuộc chiến tranh, là thang đo số người chết tức thời mà nó gây ra. Một cuộc chiến tranh có độ lớn M = 3 có thể chỉ là một cuộc đụng độ làm chết 1.000 (10^3) người. M = 5 hay M = 6 là những cuộc chiến tranh ghê gớm hơn, có 100.000 (10^5) người hay 1 triệu (10^6) người chết. Hai cuộc Chiến tranh thế giới thứ nhất và thứ có độ lớn hơn thế. Richardson thấy rằng một cuộc chiến tranh cướp đi càng nhiều sinh mạng thì càng; ít khả năng xảy ra, và ta phải mất thời gian lâu hơn mới được chứng kiến nó, cũng giống như những cơn bão dữ dội ít xảy ra hơn so với những cơn mưa đồng. Từ dữ liệu của ông, ta có thể lập đồ thị xem trung bình chúng ta phải đợi bao lâu trong một thế kỷ rưỡi vừa qua để chứng kiến một cuộc chiến tranh có độ lớn M.

Richardson nêu ra rằng nếu ta tiếp tục vẽ đường cong đồ thị về hướng những giá trị M rất nhỏ, cho tới khi M = 0, thì nó sẽ dự báo một cách đại khái tần suất xảy ra các vụ giết người trên toàn thế giới; tức là cứ năm phút lại có một người bị giết ở đâu đó trên thế giới. Các vụ án mạng cá nhân và các cuộc chiến tranh ở cấp độ lớn nhất, theo ông, là hai đầu của một continuum, một đường cong liên tục không gián đoạn. Từ đó suy ra, không chỉ theo cái nghĩa tầm thường, mà tôi tin ở ý nghĩa tâm lý rất sâu sắc, rằng chiến tranh dĩ nhiên là vụ án mạng ở quy mô lớn. Khi hạnh phúc của chúng ta bị đe dọa, khi những ảo tưởng của chúng ta bị thách thức, thì chúng ta - ít nhất là một số người trong chúng ta - nổi cơn thịnh nộ muốn lao vào giết chóc. Và khi những thách thức tương tự xảy ra đối với các quốc gia, đôi khi các quốc gia cũng nổi xung muộn lao vào giết chóc, thường chỉ cần sự kích động của những kẻ đang tìm kiếm quyền lực hay lợi ích cá nhân. Nhưng khi công nghệ giết người được cải tiến và cái giá của chiến tranh tăng lên, nhiều người vẫn bị cuốn vào cơn thịnh nộ giết chóc khiến cho chiến tranh nổ ra. Vì các cơ quan truyền thông đại chúng thường nắm trong tay nhà nước, nên có thể đạt được đến tình trạng đó khá phổ biến. (Chiến tranh hạt nhân là ngoại lệ. Nó có thể được kích hoạt bởi một nhúm người rất nhỏ).

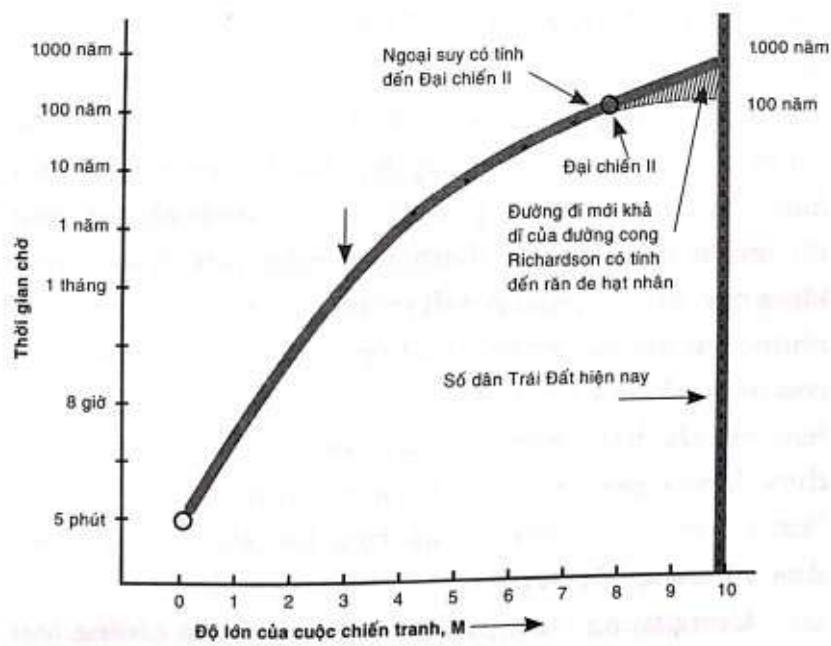
Ở đây chúng ta thấy sự xung đột giữa các xúc cảm và cái đói khi được gọi là phần bản tính tốt đẹp hơn của chúng ta; giữa phần não bò sát cổ xưa nằm tít dưới đáy, tức phức hợp R, nơi chịu trách nhiệm về những cơn thịnh nộ giết chóc, và những bộ phận não thú và não người tiến hóa hơn, tức hệ limbic và vỏ não. Khi loài người còn sống thành từng nhóm nhỏ, khi vũ khí của chúng ta chỉ là những thứ tương đối tầm thường, thì một chiến binh giận dữ cũng chỉ có thể giết được ít người. Nhưng khi công nghệ được cải tiến, thì các phương tiện chiến tranh cũng được hoàn thiện. Trong khoảng thời gian ngắn đó, chúng ta cũng hoàn thiện. Chúng ta đã biết chế ngự sự tức giận, nỗi thất vọng và sự tuyệt vọng bằng lý trí. Ở quy mô toàn thế giới, chúng ta đã làm giảm bớt những bất công mà chỉ cách đây chưa lâu còn mang tính toàn cầu và lây lan như bệnh dịch. Còn vũ khí của chúng ta bây giờ có thể tàn sát hàng tỷ người. Chúng ta đã hoàn thiện đủ nhanh chưa? Chúng ta đã học tư duy bằng lý trí đủ hữu hiệu chưa? Chúng ta đã nghiên cứu chiến tranh một cách thật sự dũng cảm chưa?

Cái thường được gọi là chiến lược răn đe hạt nhân chính là dựa vào tập tính của tổ tiên chưa là con người của chúng ta. Henry Kissinger, một chính khách hiện đại, đã viết: "Răn đe trước hết phụ thuộc vào các tiêu chí tâm lý. Vì mục đích răn đe, một sự đánh lừa được tiếp nhận nghiêm túc hơn một đe dọa nghiêm túc nhưng bị coi là một sự đánh lừa." Tuy nhiên, trò đánh lừa hạt nhân có hiệu quả nhất bao gồm cả việc thỉnh thoảng phải có những hành động bất hợp lý, để giữ một khoảng cách khỏi những tai họa khủng khiếp của chiến tranh hạt nhân. Khi ấy kẻ thù tiềm năng buộc phải nhượng bộ về những vấn đề tranh chấp hơn là xông vào một cuộc đối đầu toàn cầu, điều này làm cho hào quang của hành động bất hợp lý trở nên giống thật hơn. Nguy cơ chính của việc tạo ra một cử chỉ bất hợp lý đáng tin là bạn phải rất cố gắng để sự giả vờ ấy thành công. Sau một thời gian, bạn đã quen với nó. Đến lúc ấy, nó không còn là sự giả vờ nữa.

Sự cân bằng toàn cầu của nỗi khiếp hãi, do Hoa Kỳ và Liên Xô khởi xướng, đã đem mọi công dân của Trái Đất làm con tin. Mỗi bên đều vạch ra những giới hạn hành vi cho phép của đối phương. Kẻ thù tiềm năng bị thuyết phục rằng nếu vượt quá giới hạn đó, chiến tranh hạt nhân sẽ nổ ra. Tuy nhiên, sự xác định giới hạn thay đổi theo thời gian. Bên nào cũng phải hoàn toàn chắc chắn rằng bên kia hiểu được những giới hạn mới. Mỗi bên đều có xu hướng tăng ưu thế quân sự của mình, nhưng không quá vượt trội để gây bất an nghiêm trọng cho bên kia.

Mỗi bên liên tục thăm dò giới hạn chịu đựng của bên kia, như các chuyến bay của máy bay ném bom hạt nhân trên vùng Bắc Băng Dương hoang vu, cuộc khủng hoảng tên lửa ở Cuba; việc thử các vũ khí chống vệ tinh; các cuộc chiến tranh ở Việt Nam và ở Afghanistan - đây chỉ là vài vụ trong một danh mục dài đằng buôn. Sự cân bằng khiếp hãi toàn cầu là một sự cân bằng rất mong manh. Nó phụ thuộc vào việc không được có sai sót chênh hướng, vào việc những xúc cảm của phần não bò sát không được vượt quá sự kiểm soát.

Bây giờ chúng ta hãy trở lại với Richardson. Trong đồ thị của ông, đường liền là thời gian chờ đợi dự kiến đối với một cuộc chiến tranh có độ lớn M - tức là quãng thời gian trung bình chúng ta phải đợi để chứng kiến một cuộc chiến tranh cướp đi 10^M sinh mạng (ở đây M biểu thị số lượng số 0 đứng sau số 1 trong môn số học lũy thừa thông thường của chúng ta). Trục thẳng đứng ở bên phải đồ thị biểu thị số dân thế giới trong những năm gần đây, số dân thế giới đạt con số 1 tỷ người ($M = 9$) vào khoảng năm 1835 và giờ đây quãng 4,5 tỷ người ($M = 9,7$). Khi đường cong Richardson cắt một đường thẳng đứng, chúng ta xác định được thời gian chờ tới Ngày tận thế: bao nhiêu năm cho đến khi dân cư Trái Đất bị tiêu diệt trong một cuộc chiến tranh lớn nào đó. Nếu ngoại suy theo cách đơn giản nhất mức tăng dân số thế giới trong tương lai, thì nó sẽ cắt đường cong Richardson ở tận thế kỷ 30 hay quanh đó, và Ngày tận thế được lùi lại.



Thế nhưng Chiến tranh thế giới thứ hai có độ lớn 7,7: khoảng 50 triệu quân nhân và dân thường đã chết. Công nghệ giết chóc đã có tiến bộ vượt bậc. Vũ khí hạt nhân lần đầu tiên được sử dụng. Có ít dấu hiệu cho thấy động cơ và xu thế thích sử dụng chiến tranh giảm đi từ bấy đến nay, còn vũ khí cả thông thường lẫn hạt nhân ngày càng có sức tiêu diệt cao hơn. Do vậy, đỉnh của đường cong Richardson quay hướng xuống phía dưới một lượng chưa rõ. Nếu vị trí mới của nó ở đâu đó trong vùng tô xám nhạt trên hình, thì chúng ta có vài chục năm nữa cho đến Ngày Tận thế. Một sự so sánh chi tiết hơn về tác động của các cuộc chiến tranh trước và sau năm 1945 có thể giúp ta làm sáng tỏ vấn đề này. Đây không còn chỉ là một mối lo ngại thoáng qua nữa.

Đây chẳng qua chỉ là cách nói khác về điều mà chúng ta biết đã nhiều thập kỷ: phát triển vũ khí hạt nhân và các hệ thống phóng nó đến đích không sớm thì muộn sẽ dẫn đến thảm họa toàn cầu. Nhiều nhà khoa học Mỹ và châu Âu di cư từng tham gia phát triển những vũ khí hạt nhân đầu tiên rất buồn khi nhắc đến con quái vật mà họ đã thả ra thế gian. Họ kêu gọi cấm hẳn vũ khí hạt nhân. Nhưng tiếng nói của họ không được lắng nghe; triển vọng chiếm ưu thế chiến lược đã làm mê hoặc cả Liên Xô lẫn Hoa Kỳ, thế là cuộc chạy đua vũ trang bắt đầu.

Cũng trong thời gian đó, việc mua bán những loại vũ khí phi hạt nhân nhưng sức tàn phá rất ghê gớm, được gọi một cách nhún nhặt là “vũ khí thông thường”, cũng phát triển mạnh mẽ. Trong 25 năm qua, buôn bán vũ khí quốc tế tăng năm, tính theo đồng đô la đã điều chỉnh giá trị theo lạm phát, đã từ 300 triệu đô la vọt lên vượt con số 20 tỷ khá xa. Trong những năm từ 1950-68, thời kỳ có vẻ như có được những con số thống kê tốt, đã có trung bình mỗi năm vài sự cố trên khắp thế giới liên quan đến vũ khí hạt nhân, tuy chỉ có không quá một hai vụ nổ hạt nhân do sự cố. Các tổ hợp sản xuất vũ khí ở Liên Xô, ở Hoa Kỳ và các nước khác rất lớn và hùng mạnh. Ở Hoa Kỳ chúng bao gồm các công ty lớn có tiếng trong lĩnh vực sản xuất hàng gia dụng. Theo một ước tính, lợi nhuận công ty trong mua sắm vũ khí quân sự cao hơn từ 30-50% so với lĩnh vực công nghệ tương tự nhưng thuộc thị trường dân dụng cạnh tranh mạnh mẽ.

Người ta cho phép đội giá trong các mặt hàng vũ khí quân sự ở mức mà trong lĩnh vực dân dụng được coi là không thể chấp nhận. Ở Liên Xô các nguồn tài nguyên, chất lượng, sự chú ý và chăm sóc cho sản xuất quân sự tương phản ghê gớm với những gì ít ỏi còn lại dành cho hàng tiêu dùng. Theo một đánh giá, gần như một nửa số nhà khoa học và nhà công nghệ cao cấp trên Trái Đất làm việc toàn thời gian hoặc một phần thời gian trong các lĩnh vực quân sự. Những người tham gia phát triển và sản xuất vũ khí giết người

hàng loạt được cấp lương, hưởng đặc quyền đặc lợi và, nơi nào có thể, được nhận các danh hiệu phần thưởng tôn vinh ở mức cao nhất trong xã hội đó. Tính bí mật của quá trình phát triển vũ khí được đẩy lên hình thái khó tin tại Liên Xô, đến mức các cá nhân tham gia hầu như không bao giờ phải chịu trách nhiệm về hành động của mình. Họ được bảo vệ và ẩn danh. Bí mật quân sự làm cho khu vực công nghiệp quân sự trở thành khu vực mà các công dân khó giám sát nhất trong bất kỳ xã hội nào. Nếu chúng ta không biết họ làm gì, thì rất khó ngăn chặn họ. Với sự nuông chiều đáng kể như vậy, các tổ hợp công nghiệp quân sự của các phe thù địch ôm riết lấy nhau bằng cái ôm chết chóc, và thế giới khám phá ra rằng mình đang bị đẩy tới sự diệt vong tối hậu do hành động của con người.

Bất cứ cường quốc nào cũng có những biện minh được công bố rộng rãi cho việc mua sắm quân sự và tích trữ vũ khí giết người hàng loạt, thường đi kèm sự nhở mang nǎo trạng bò sát về những tính cách xấu xa và khuyết tật văn hóa của kẻ thù tiềm năng (đối lập với khí chất lành mạnh của phe ta), về âm mưu của những kẻ khác (chứ ta không bao giờ như vậy) muốn thống trị thế giới. Mỗi quốc gia dường như có một tập hợp các khu vực quan niệm cấm kỵ, mà đám dân chúng và những kẻ trung thành dù với bất cứ giá nào cũng không được suy nghĩ nghiêm túc về những quan niệm ấy. Ở Liên Xô, trong vùng cấm kỵ ấy có khái niệm chủ nghĩa tư bản, Chúa Trời, sự nhượng bộ chủ quyền quốc gia; còn tại Hoa Kỳ, đó là chủ nghĩa xã hội, chủ nghĩa vô thần, và sự nhượng bộ chủ quyền quốc gia. Ở các nơi khác trên thế giới cũng thế.

Chúng ta sẽ giải thích cuộc chạy đua vũ trang toàn cầu như thế nào cho một người quan sát ngoài hành tinh không thiên vị? Chúng ta sẽ biện hộ như thế nào về việc phát triển những vệ tinh giết chóc, những vũ khí chùm hạt, bom nổtron, tên lửa hành trình gây mất ổn định, và việc biến những vùng to bằng cả một quốc gia con con thành bãi giấu một tên lửa đạn đạo liên lục địa lẫn trong số hàng trăm vật nghi binh? Liệu chúng ta có cố cãi rằng một vạn đầu đạn hạt nhân hướng sẵn vào mục tiêu sẽ làm tăng triển vọng sống sót của chúng ta? Chúng ta sẽ báo cáo về trách nhiệm cai quản hành tinh Trái Đất của mình như thế nào? Chúng ta đã nghe lý lẽ mà các cường quốc hạt nhân đưa ra. Chúng ta biết rằng họ lên tiếng thay mặt các quốc gia. Thế ai sẽ lên tiếng thay mặt cho loài người? Ai sẽ lên tiếng cho Trái Đất?

Khoảng 2/3 khối lượng não người nằm ở vỏ não, dành cho trực giác và lý trí. Loài người tiến hóa như một sinh vật bầy đàn. Chúng ta thích giao lưu tiếp xúc với nhau; chúng ta quan tâm chăm sóc cho nhau. Chúng ta hợp tác với nhau. Lòng vị tha được cài sẵn trong chúng ta. Chúng ta đã giải mã một cách xuất sắc một số khuôn mẫu của Tự nhiên. Chúng ta có đủ động lực để làm việc cùng nhau và khả năng tìm ra cách thức làm việc cùng nhau. Nếu chúng ta sẵn lòng suy ngẫm về chiến tranh hạt nhân và sự hủy diệt hoàn toàn xã hội toàn cầu mới trỗi dậy của chúng ta, thì tại sao chúng ta không sẵn lòng suy ngẫm về sự tái cấu trúc hoàn toàn các xã hội chúng ta? Xét từ quan điểm người ngoài hành tinh, nền văn minh toàn cầu của chúng ta rõ ràng đang ở bên mép thất bại trong nhiệm vụ quan trọng nhất mà nó đối mặt: bảo tồn đời sống và hạnh phúc của các công dân hành tinh này. Khi đó liệu chúng ta có sẵn lòng thực hiện một cách mạnh mẽ những thay đổi trong lối hành động truyền thống, thiết kế lại một cách cơ bản các định chế kinh tế, chính trị, xã hội và tôn giáo?

Đối mặt với khả năng đáng lo như vậy mà chúng ta luôn cố gắng nhẹ mức độ nghiêm trọng của vấn đề, cố cãi rằng những người lo lắng về ngày tận thế là những kẻ gieo rắc hoang mang, rằng những thay đổi cơ bản trong các định chế của chúng ta là không thực tiễn hoặc trái với “tính người”, cứ như thế chiến tranh hạt nhân mới là thực tiễn hoặc như thế chỉ có một tính người duy nhất. Chiến tranh hạt nhân quy mô lớn chưa từng xảy ra. Có thể từ đó mà suy rằng nó sẽ không bao giờ xảy ra. Nhưng chúng ta chỉ có thể trải nghiệm nó một lần. Mà khi đó thì đã quá muộn để điều chỉnh lại con số thống kê.

Hoa Kỳ là một trong số ít các chính phủ thực sự cấp kinh phí cho một cơ quan thu hẹp cuộc chạy đua vũ trang. Nhưng so sánh ngân sách của Bộ Quốc phòng (153 tỷ đô la mỗi năm vào năm 1980) và của Cục

Kiểm soát vũ khí và Giải trừ quân bị²³⁰ (0,018 tỷ đô la mỗi năm) ta thấy ngay mức độ quan trọng dành cho hai hoạt động này. Một xã hội có lý trí có nên chi tiêu nhiều hơn cho việc hiểu biết và ngăn ngừa, hơn là cho việc chuẩn bị, một cuộc chiến tranh kế tiếp? Có thể nghiên cứu những nguyên nhân của chiến tranh. Hiện nay hiểu biết của chúng ta thật nghèo nàn - có lẽ bởi vì ngân sách giải trừ quân bị, kể từ thời vua Sargon của xứ Akkad²³¹, đang ở đâu đó trong khoảng giữa cái không hiệu quả và cái không tồn tại. Các nhà vi sinh vật học và các bác sĩ nghiên cứu bệnh chủ yếu để chữa trị cho con người. Hiếm khi họ cỗ súy cho tác nhân gây bệnh. Vậy thì chúng ta hãy nghiên cứu chiến tranh như thế nào là một căn bệnh trẻ em, như cách gọi rất thích đáng của Einstein. Chúng ta đã đạt đến điểm mà sự phổ biến vũ khí hạt nhân và việc chống giải trừ vũ khí hạt nhân đe dọa mỗi người trên hành tinh này. Không còn có những lợi ích riêng biệt hay những trường hợp đặc biệt nữa. Sự tồn vong của chúng ta phụ thuộc vào việc có hướng được trí tuệ và tài nguyên của chúng ta ở quy mô đại trà vào việc chăm lo cho vận mệnh của chính chúng ta, bảo đảm cho đường cong Richardson không quay sang phải hay không.

Chúng ta - mọi dân tộc trên trái đất này - những con tin hạt nhân, phải tự giáo dục mình về chiến tranh thông thường và chiến tranh hạt nhân. Rồi chúng ta phải giáo dục các chính phủ của mình. Chúng ta phải học thứ khoa học và công nghệ chỉ tạo ra những công cụ giúp chúng ta không bị diệt vong. Chúng ta phải biết can đảm thách thức những quan niệm xã hội, chính trị, kinh tế và tôn giáo quen thuộc. Chúng ta phải đem mọi nỗ lực ra để hiểu rằng mọi con người trên khắp thế giới đều cùng chung một loài: *loài người*. Tất nhiên, những bước đi như vậy rất khó khăn. Nhưng như Einstein đã nhiều lần trả lời khi những đề xuất của ông bị bác bỏ với lý do thiếu thực tế hoặc không nhất quán với “tính người”: đâu là giải pháp thay thế?

* * *

Động vật có vú có đặc tính rúc mõm hít hít, vuốt ve, ôm ấp, cưng chiều, chăm sóc và yêu thương con cái, một tập tính mà bò sát không có. Nếu quả thực phức hợp R và hệ limbic đang chung sống một cách khó chịu trong hộp sọ của chúng ta và vẫn gợi lại những biểu hiện cổ xưa của chúng, thì phải thấy rằng cái thói cha mẹ âu yếm với con cái là sự khuyến khích bản tính của động vật có vú, còn sự thiếu vắng cử chỉ quyến luyến là sự gợi nhớ về hành vi của bò sát. Có một số bằng chứng xác nhận điều này. Trong các thí nghiệm, Harry và Margaret Harlow thấy rằng lũ khỉ nuôi trong lồng và bị cô lập về thể xác - cho dù chúng có thể nhìn thấy, nghe và ngửi được đám khỉ cùng loài với chúng - đã phát triển một loạt các tính khinh khỉnh, lãnh đạm, tự hại mình và các đặc tính dị thường khác. Những điều tương tự cũng thấy xuất hiện ở những trẻ em được nuôi dưỡng mà không được hưởng những cử chỉ âu yếm - thường là trong các trại mồ côi - khiến cho chúng cảm thấy rất đau khổ.

Nhà tâm lý học thần kinh James W. Prescott đã tiến hành một phân tích thống kê so sánh văn hóa đáng giật mình về 400 xã hội tiền công nghiệp và nhận thấy rằng những nền văn hóa nào ban phát hào phóng những cử chỉ âu yếm thường chối bỏ bạo lực. Ngay cả những xã hội không hay vuốt ve trẻ em cũng sinh ra những người lớn ưa bạo lực, chỉ cần hoạt động tình dục ở người lớn không bị áp chế. Prescott cho rằng những nền văn hóa thiên về bạo lực bao gồm những cá nhân bị tước bỏ cái thú được vuốt ve âu yếm - ít nhất là ở một trong hai giai đoạn cốt yếu của cuộc đời, thời thơ ấu và thời niên thiếu. Nơi nào cử chỉ âu yếm được khuyến khích, thì thói trộm cắp, tôn giáo có tổ chức và sự khoe của hổm hĩnh không nỗi lên thái quá; còn nơi nào trẻ em hay bị hình phạt về thể xác, thì nơi đó thường có tình trạng nô lệ, giết chóc thường xuyên, tra tấn và xéo tay chân kẻ thù, phụ nữ bị coi là hạ đẳng và người ta hay tin vào một vài đấng siêu nhiên can thiệp vào đời sống hằng ngày.

Chúng ta chưa hiểu tập tính con người đủ kỹ để chắc chắn về những cơ chế nền tảng của những mối liên quan đó, tuy chúng ta có thể phỏng đoán. Nhưng mức độ tương quan là rất rõ. Prescott viết: “Xác suất một xã hội trở nên ưa bạo lực thể xác đồng thời khuyến khích cử chỉ âu yếm với trẻ em và bao dung đối

với hành vi tình dục trước hôn nhân là 2%. Xác suất mối tương quan này xảy ra một cách ngẫu nhiên là 1/125.000 trường hợp. Tôi không biết một tham số nào khác có giá trị dự báo cao như vậy". Trẻ em thèm khát cùi chỉ âu yếm; thiếu niên bị hoạt động tình dục cuốn hút. Nếu những cậu thiếu niên được thỏa mãn những mong muốn, thì xã hội sẽ phát triển theo hướng người lớn ít ủng hộ tính xâm lấn, sự chiếm cứ lãnh thổ, tôn ti nghi lễ và xã hội (tuy trong quá trình lớn lên trẻ em có thể trải qua các tập tính bò sát đó). Nếu Prescott đúng, thì trong thời đại vũ khí hạt nhân và thuốc tránh thai hữu hiệu, xâm hại trẻ em và cấm đoán tình dục là những tội ác chống lại loài người. Rõ ràng cần có thêm các công trình về đề tài đầy thách thức này. Trong khi đó, mỗi người chúng ta có thể góp phần không thể tranh cãi của mình cho tương lai thế giới bằng cách dịu dàng ôm ấp trẻ em.

Nếu khuynh hướng tiến tới chế độ nô lệ và phân biệt chủng tộc, bạo lực và chứng ghét phụ nữ có quan hệ với nhau - như tính cách cá nhân và lịch sử nhân loại, cũng như các nghiên cứu so sánh văn hóa cho thấy - thì vẫn còn có chỗ cho sự lạc quan. Xung quanh chúng ta toàn là những thay đổi cơ bản chưa lâu trong xã hội. Trong hai thế kỷ qua, chế độ nô lệ hèn hạ, đã tồn tại cùng loài người hàng ngàn năm hoặc hơn, rốt cuộc đã hầu như bị xóa bỏ trong trào lưu cách mạng khuấy động cả hành tinh. Phụ nữ, ở vị trí thấp kém hàng ngàn năm, xưa kia bị ngăn cản không có được quyền lực chính trị và kinh tế thực sự, dần dần đã trở thành đối tác bình đẳng với nam giới, ngay cả trong những xã hội lạc hậu nhất. Lần đầu tiên trong lịch sử hiện đại, những cuộc chiến tranh xâm lược lớn đã phải chấm dứt nhờ một phần vào sự phản đối kịch liệt của những người dân của chính nước đi xâm lược. Những lời hô hào xưa cũ nhằm kích động cơn sốt sô vanh và niềm kiêu hãnh của chủ nghĩa dân tộc cực đoan bắt đầu mất đi sức hấp dẫn. Có lẽ vì mức sống tăng lên, nên trẻ em được đối xử tốt hơn trên khắp thế giới. Chỉ trong vài thập kỷ, những thay đổi toàn cầu như gió lốc bắt đầu diễn ra theo đúng hướng cần thiết cho sự sinh tồn của loài người. Một ý thức mới, rằng tất cả chúng ta là cùng một loài, đang phát triển.

"Mê tín dị đoan là sự hèn nhát trước mặt thánh thần", Theophrastus, người sống vào thời lập ra thư viện Alexandria, đã viết. Chúng ta sống trong một vũ trụ mà các nguyên tử được tạo ra ở chính giữa lòng các ngôi sao; mà mỗi giây có cả nghìn mặt trời sinh ra; mà sự sống được thắp lên bởi ánh nắng và tia chớp trong không khí và dưới nước ở các hành tinh đang độ thanh xuân; mà nguyên vật liệu cho sự tiến hóa sinh học đôi khi được chế tạo bởi một vụ nổ ở phía bên kia Ngân Hà; mà một tạo vật đẹp đẽ như thiên hà hình thành tới cả trăm tỷ lần - một Vũ trụ gồm các quasar và hạt quark, những bông hoa tuyết và đom đóm, nơi mà có thể có các lỗ đen, các vũ trụ khác và các nền văn minh ngoài Trái Đất có thông điệp vô tuyến đang trên đường tới Trái Đất. Sự khoác lác của mê tín dị đoan và ngụy khoa học đem ra so mới nhợt nhạt làm sao; điều hết sức quan trọng là chúng ta phải theo đuổi và hiểu rõ khoa học, nó là những nỗ lực đích thực của con người.

Mỗi khía cạnh của Tự nhiên bộc lộ một bí ẩn sâu sắc và động chạm đến cảm giác ngạc nhiên và kinh sợ của chúng ta. Theophrastus nói đúng. Những ai sợ Vũ trụ như nó thực có, những ai muốn nắm được thứ tri thức không có thực và hình dung rằng con người là trung tâm Vũ trụ, sẽ thích được hưởng cảm giác tiện nghi thoảng qua của mê tín dị đoan. Họ muốn tránh đương đầu với thế giới. Còn những ai can đảm tìm hiểu vật liệu và cấu tạo của Vũ trụ, ngay cả khi nó khác hẳn với những mong muốn và định kiến của mình, thì sẽ thâm nhập vào được những bí ẩn thâm sâu nhất của nó.

Trên Trái Đất ngoài loài người không có loài nào khác nghiên cứu khoa học. Như vậy, cái sự phát minh sáng tạo thuần túy của con người ấy, hình thành trong vỏ não bởi sự chọn lọc tự nhiên vì một lý do đơn giản: nó vận hành. Nhưng nó không hoàn hảo. Nó có thể bị sử dụng không đúng. Nó chỉ là công cụ. Nhưng cho đến giờ nó là công cụ tốt nhất mà chúng ta có: biết tự điều chỉnh, tiến triển, áp dụng được cho mọi vật. Nó có hai quy tắc. Thứ nhất, không có chân lý thiêng liêng; mọi giả định đều phải kiểm tra một cách có phê phán; uy tín không thể bảo đảm tính đúng đắn của các lý lẽ. Thứ hai, bất cứ cái gì không nhất

quán với thực tế đều phải loại bỏ hoặc xem xét lại. Chúng ta phải hiểu rằng Vũ trụ là chính nó chứ không được lầm lẫn rằng nó phải là cái mà ta mong muốn. Những điều hiển nhiên có khi lại sai; những điều không ngờ tới có khi lại đúng. Loài người ở mọi nơi đều có chung mục đích khi xét ở một phạm vi đủ lớn. Mà việc nghiên cứu Vũ trụ chính là đề cập đến phạm vi đủ lớn đó. Văn hóa toàn cầu hiện nay giống như một kẻ mới đến kiêu ngạo. Nó xuất hiện trên sân khấu của hành tinh này sau 4,5 tỷ năm diễn ra các chương hồi khác, thế mà sau khi chỉ nhìn lại vài nghìn năm, nó đã tuyên bố mình nắm giữ chân lý vĩnh cửu. Nhưng trong một thế giới thay đổi chóng vánh như thế giới của chúng ta, đây là toa thuốc dẫn đến thảm họa-Không một dân tộc nào, không một tôn giáo nào, không một hệ thống kinh tế nào, không một con người uyên bác nào có thể có mọi câu trả lời cho sự tồn vong của chúng ta. Ất phải có nhiều hệ thống xã hội vận hành tốt hơn nhiều bất cứ hệ thống nào đang tồn tại hiện nay. Theo truyền thống khoa học, nhiệm vụ của chúng ta là tìm ra những hệ thống đó.

Chỉ có một lần trong lịch sử có sự hứa hẹn ra đời một nền văn minh khoa học rực rỡ. Thừa hưởng sự Thức tỉnh của Ionia, nền văn minh ấy có thành trì là thư viện Alexandria, nơi mà 2.000 năm trước những bộ óc lỗi lạc nhất thời cổ đại đã thiết lập nền nền tảng cho công cuộc nghiên cứu có hệ thống toán học, vật lý, sinh học, thiên văn học, văn chương, địa lý và y học. Chúng ta vẫn đang xây đắp trên những nền tảng ấy. Thư viện Alexandria được triều đại Ptolemy, những ông vua Hy Lạp kế thừa phần Ai Cập thuộc đế quốc của Alexander Đại Đế, xây dựng và nuôi dưỡng. Từ khi sinh ra ở thế kỷ 3 trước Công nguyên cho đến khi bị phá hủy bảy thế kỷ sau đó, thư viện là bộ óc và trái tim của thế giới cổ đại.

Alexandria từng là thủ đô xuất bản của thế giới. Tất nhiên, hồi đó chưa có máy in. Sách rất đắt; vì mỗi cuốn là một bản chép tay. Thư viện Alexandria là nơi chứa những bản sách chính xác nhất trên thế giới. Nghệ thuật biên tập có phê phán được nghĩ ra ở đây. *Cựu ước* đến với chúng ta chủ yếu từ những bản dịch Hy Lạp được thực hiện trong thư viện Alexandria. Các ông vua dòng họ Ptolemy dành nhiều của cải để mua từng quyển sách Hy Lạp, cũng như các tác phẩm từ châu Phi, Ba Tư, Ấn Độ, Israel và những vùng khác trên thế giới. Ptolemy III Euerges muôn mượn các bản chép tay gốc hoặc bản sao chính thức của nhà nước ở Athens nhưng bi kịch vĩ đại thời cổ của các tác giả Sophocles, Aeschylus và Euripides. Đối với người Athens, những cái đó giống như một thứ di sản văn hóa - cũng tựa như những bản thảo gốc và những trang sách in đầu tiên của Shakespeare đối với nước Anh. Họ không muốn cho mượn các bản sách chép tay quý giá dù chỉ trong chốc lát. Chỉ sau khi vua Ptolemy bảo đảm sẽ trả lại sách kèm theo khoản tiền cược rất lớn, họ mới đồng ý cho mượn các tác phẩm kịch. Nhưng Ptolemy đánh giá những cuốn sách ấy cao hơn cả vàng bạc. Ông vui sướng chịu mất tiền cược và trọng trọng đặt các nguyên bản trong thư viện. Người Athens tức giận buộc phải bằng lòng với những bản sao mà Ptolemy, chỉ ngượng ngùng một chút, trao cho họ. Hiếm có một nhà nước nào ủng hộ việc tìm kiếm tri thức một cách sốt sắng như thế.

Các ông vua triều đại Ptolemy không chỉ đơn thuần thu thập kiến thức đã có; họ còn khuyến khích và cấp kinh phí cho nghiên cứu khoa học để từ đó sinh ra kiến thức mới. Kết quả thật đáng kinh ngạc: Eratosthenes tính toán chính xác kích thước Trái Đất, vẽ bản đồ Trái Đất, và nêu lý lẽ rằng có thể đến được Ấn Độ bằng cách dong buồm ra khơi từ Tây Ban Nha và đi về phía Tây. Hipparchus tiên đoán rằng các ngôi sao hình thành rồi di chuyển chậm chạp qua các thế kỷ, cuối cùng biến mất; chính ông là người đầu tiên lập danh mục vị trí và cấp (độ lớn) sao để phát hiện ra những thay đổi ấy.

Euclid cho ra đời cuốn sách giáo khoa về hình học mà nhân loại học theo nó suốt 23 thế kỷ, một tác phẩm khơi dậy mối quan tâm khoa học của Kepler, Newton và Einstein. Galen viết các công trình cơ bản về chữa bệnh và giải phẫu ngự trị trong y học cho đến tận thời Phục hưng. Ngoài ra còn nhiều người khác, như chúng tôi đã nêu.

Alexandria từng là thành phố vĩ đại nhất mà thế giới phương Tây từng chứng kiến. Người của mọi

quốc gia đỗ về đây sinh sống, buôn bán, học tập. Vào bất kỳ ngày nào, các bến tàu của nó cũng tấp nập thương gia, học giả và du khách. Đó là thành phố mà người Hy Lạp, người Ai Cập, người Ả Rập, người Syria, người Do Thái, người Ba Tư, người Nubia, người Phoenicia, người Italia, người Gaul và người Iberia trao đổi hàng hóa và tư tưởng. Có lẽ chính tại đây từ *cosmopolitan* (công dân thế giới) đã có được cái nghĩa đầy đủ nhất - công dân không phải chỉ của một quốc gia, mà của Cosmos (Vũ trụ)²³². Là công dân của Vũ trụ...

Rõ ràng đây là những hạt giống của thế giới hiện đại. Điều gì ngăn cản những hạt giống ấy bắt rễ và nảy nở? Tại sao thay vì thế, phương Tây lại chìm vào giấc ngủ nghìn năm tăm tối cho mãi đến khi Columbus, Copernicus và những người cùng thời với họ khám phá lại những gì đã làm được ở Alexandria? Tôi không thể cung cấp cho bạn một câu trả lời đơn giản. Nhưng tôi biết điều này: không có một chứng cứ nào, trong toàn bộ lịch sử của thư viện, cho thấy một nhà khoa học hay học giả lùng lẫy nào từng nghiêm chỉnh đặt vấn đề phản biện các thiết định chính trị, kinh tế và tôn giáo của xã hội của họ. Sự vĩnh cửu của các ngôi sao bị đặt dấu hỏi vấn; còn công lý của chế độ nô lệ thì không. Khoa học và tri thức nói chung là của riêng của một số ít kẻ có đặc quyền. Đông đảo dân chúng thành phố không hề có một chút thông tin nào về những phát minh khám phá diễn ra bên trong thư viện. Những phát hiện mới không được giải thích hay phổ biến. Nghiên cứu ít đem lại lợi ích cho mọi người. Những phát minh về cơ học và công nghệ hơi nước chủ yếu được áp dụng để hoàn thiện vũ khí, khuyến khích mê tín dị đoan, giải khuây cho vua chúa. Các nhà bác học không bao giờ nghĩ đến tiềm năng giải phóng con người của máy móc²³³. Những thành tựu trí tuệ lớn lao thời cổ đại ít có những ứng dụng thực tiễn trực tiếp. Khoa học không hề nằm trong tầm tưởng tượng của số đông. Không có đối trọng cho sự trì trệ, bi quan, cho sự đầu hàng khốn khổ nhất chủ nghĩa thần bí. Để rồi rốt cuộc đám đông hung hăng tới đốt trụi thư viện mà không có ai ngăn cản.

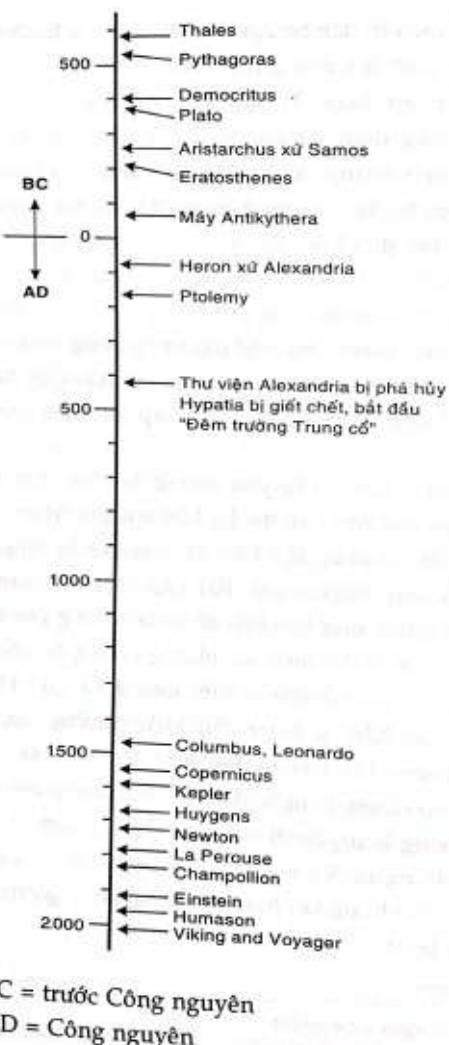
Nhà khoa học cuối cùng làm việc tại thư viện Alexandria là một nhà toán học, thiên văn học, vật lý học và là người đứng đầu trường phái triết học Platon Mới - phạm vi thành tựu hết sức rộng lớn đối với bất cứ cá nhân nào ở bất kỳ thời đại nào. Tên bà là Hypatia. Bà sinh tại Alexandria năm 370. Vào cái thời mà phụ nữ ít có sự lựa chọn và bị coi như một thứ tài sản, Hypatia thoái mái đi lại và đàng hoàng bước vào lãnh địa truyền thống của đàn ông. Theo những thông tin còn đến ngày nay, bà là một phụ nữ rất đẹp. Biết bao người theo đuổi nhưng bà từ chối mọi lời cầu hôn. Alexandria thời Hypatia - khi ấy ở dưới sự cai trị của người La Mã đã lâu - là một thành phố sống trong căng thẳng. Chế độ nô lệ đã hút kiệt sức sống của một nền văn minh cổ điển. Giáo hội Kitô đang thâu gom quyền lực và có ý định loại trừ ảnh hưởng của văn hóa đa thần giáo. Hypatia đứng ở chấn tâm của những thế lực xã hội hùng mạnh đó. Cyril, Tổng giám mục Alexandria, khinh bỉ bà vì bà có quan hệ thân tình với Thống đốc La Mã, và vì bà là biểu tượng của học vấn và khoa học, những thứ mà Giáo hội thời kỳ đầu coi là đồng nhất với đa thần giáo. Bất chấp nguy hiểm lớn đến bản thân, Hypatia tiếp tục dạy học và truyền bá kiến thức, cho đến khi bà bị một đám đông cuồng tín của những giáo dân dưới quyền Cyril tấn công trên đường đi làm vào năm 415. Họ lôi bà khỏi cỗ xe ngựa, xé hết quần áo bà, rồi dùng những mảnh vỏ bào ngư lột da xéo thịt bà đến tận xương. Thi hài của bà bị đốt cháy, các tác phẩm của bà bị triệt phá, tên tuổi của bà bị lãng quên. Cyril được tôn lên làm thánh.

Vinh quang của thư viện Alexandria chỉ còn là một ký ức mờ nhạt. Những tàn tích cuối cùng của nó bị phá hủy sau khi Hypatia chết không lâu. Cứ như là toàn bộ nền văn minh tự gây ra cho mình một cuộc phẫu thuật não nào đó, khiến cho mọi ký ức, phát minh khám phá, mọi tư tưởng của nó bị xóa sạch không thể phục hồi. Mất mát nhiều đến nỗi không thể tính được. Trong một số trường hợp, chúng ta chỉ biết những nhan đề tác phẩm đã bị hủy hoại như trêu ngươi chúng ta. Còn trong hầu hết trường hợp, chúng ta không hề biết nhan đề sách cũng như tên tác giả. Chúng ta biết rằng trong số 123 vở kịch của Sophocles trong thư viện, chỉ có bảy vở còn lưu lại. Một trong bảy vở kịch đó là *Oedipus Rex* (*Oedipus làm vua*). Những con

số tương tự cũng xảy ra với các tác phẩm của Aeschylus và Euripides. Có thể ví mỉa mỉa này tựa như trong số các tác phẩm truyền lại của William Shakespeare chỉ có *Coriolanus* và *A Winter's Tale* (Câu chuyện mùa đông), còn lại thì chúng ta chỉ nghe nói rằng Shakespeare có viết những vở kịch khác thất truyền nhưng rất nổi tiếng vào thời ông, nhan đề là *Hamlet*, *Macbeth*, *Julius Caesar*, *Vua Lear*, *Romeo và Juliet*.

Cả cái thư viện trữ danh ấy không còn sót lại một cuốn sách²³⁴ nào. Ở Alexandria thời nay ít người có được sự đánh giá sắc sảo, lại càng ít người có được hiểu biết chi tiết, về thư viện Alexandria hay về nền văn minh Ai Cập vĩ đại tồn tại trước đó trong vài ngàn năm. Những sự kiện gần đây hơn, những đòn hỏi cắp bách hơn về văn hóa đã chiếm vị trí ưu tiên hơn. Điều này cũng đúng với mọi nơi trên thế giới. Chúng ta chỉ có một sự tiếp xúc mong manh nhất với dĩ vãng. Tuy rằng chỉ cách di tích Serapeum không xa là những công trình gợi nhớ đến nhiều thời đại văn minh: những con nhân sư bí ẩn thuộc Ai Cập thời các pharaông; cây cột hoành tráng được những kẻ bợ đỡ tinh lẻ dựng lên để tôn vinh hoàng đế La Mã Diocletian vì ông ta đã không để cho dân chúng Alexandria đến nỗi chết đói²³⁵; một nhà thờ đạo Kitô; nhiều tháp giáo đường đạo Hồi; cùng những cột mốc của nền văn minh công nghiệp hiện đại như các tòa nhà chung cư, ô tô, tàu điện, các khu ổ chuột thành thị, một tháp tiếp sóng vi ba. Có cả triệu sợi chỉ từ quá khứ đan bện với nhau để tạo nên những thùng chảo, những dây cáp của thế giới hiện đại.

Những thành tựu của chúng ta dựa trên những thành quả của bốn vạn thế hệ tiền bối mà tất cả, chỉ trừ một nhóm rất nhỏ, đều khuyết danh và bị lãng quên. Thỉnh thoảng chúng ta lại bắt gặp một nền văn minh lớn, chẳng hạn như văn hóa cổ Ebla²³⁶, từng phồn thịnh cách đây vài thiên niên kỷ nhưng chúng ta không hề biết tí gì về nó. Chúng ta biết quá ít về quá khứ của chính mình! Những hàng chữ khắc, những cuộn giấy coi, sách nối kết loài người giữa các thời xa xôi với nhau, giúp chúng ta nghe được những giọng nói ít ỏi và những tiếng kêu yếu ớt của anh chị em cùng loài, của tổ tiên chúng ta. Và nỗi niềm nhận ra nhau vui sướng biết bao khi chúng ta phát hiện ra họ cũng giống chúng ta nhiều lắm!



BC = trước Công nguyên
AD = Công nguyên

Niên biểu một số danh nhân, máy móc và sự kiện được mô tả trong cuốn sách này. Máy Antikythera là một máy tính thiên văn được chế tạo tại Hy Lạp cổ đại. Heron xứ Alexandria đã thử nghiệm máy hơi nước. Khoảng trống 1.000 năm ở giữa sơ đồ thể hiện cơ hội bị mất đi một cách chua xót đối với loài người.

Trong cuốn sách này chúng ta nhắc đến dăm bậc tổ tiên hay tiền bối mà tên tuổi còn lưu lại: Eratosthenes, Democritus, Aristarchus, Hypatia, Leonardo, Kepler, Newton, Huygens, Champollion, Humason, Goddard, Einstein - tất cả họ đều thuộc văn hóa phương Tây, vì nền văn minh khoa học phát triển trên hành tinh chúng ta chủ yếu là văn minh phương Tây; nhưng mọi nền văn hóa - Trung Hoa, Ấn Độ, Tây Phi, Trung Mỹ - đều có đóng góp lớn lao vào xã hội toàn cầu của chúng ta và đều có những nhà tư tưởng gieo mầm. Thông qua những tiến bộ công nghệ trong thông tin liên lạc, hành tinh chúng ta đang ở trong những giai đoạn hòa nhập cuối cùng với bước tiến chóng mặt hướng tới một xã hội toàn cầu duy nhất. Nếu chúng ta có thể hoàn thành sự hòa nhập trên Trái Đất mà không xóa mất những khác biệt văn hóa hoặc tiêu diệt chính mình, thì đó sẽ là một chiến công vĩ đại.

Gần địa điểm của thư viện Alexandria ngày xưa bấy giờ có con nhân sư không đầu được tạc vào thời pharaông Horemheb, thuộc triều đại thứ mười tám, trước Alexander đại đế 1.000 năm. Phóng tầm mắt từ chỗ bức tượng có thân là sư tử kia ta thấy ngay cái tháp tiếp sóng vi ba thời hiện đại. Giữa hai công trình ấy là một sợi chỉ xuyên suốt lịch sử loài người. Từ con nhân sư đến cái tháp là một khoảnh khắc trong cả quãng thời gian vũ trụ - một phút chốc trong quãng xấp xỉ 15 tỷ năm tính từ Vụ Nổ Lớn đến nay. Gần như mọi ghi chép về sự trôi đi của vũ trụ từ bấy đến giờ đều bị những cơn gió thời gian xua tan. Bằng chứng về sự tiến hóa của vũ trụ còn bị phá hủy triệt để hơn cả những cuộn giấy coi của thư viện Alexandria. Ấy thế mà nhờ có sự táo bạo và trí thông minh mà chúng ta đã chộp được vài cảnh tượng trên con đường khứ khuỷu mà tổ tiên chúng ta và chúng ta đang đi.

Trong bao nhiêu thời đại kể từ khi vật chất và năng lượng bắn tung ra từ Vũ Nổ Lớn, Vũ trụ chưa có hình thù gì. Không có thiên hà, không có hành tinh, không có sự sống. Bóng tối sâu thẳm, dày đặc không gì lọt qua được ngự trị khắp nơi, các nguyên tử hydro lang thang trong khoảng không. Đây đó dần tích tụ các cục khí và chúng lớn dần, các quả cầu vật chất kết tụ, tạo ra những giọt hydro nặng hơn các mặt trời. Bên trong những quả cầu khí đó lần đầu tiên bùng lên ngọn lửa hạt nhân vốn tiềm ẩn trong vật chất. Thế hệ sao đầu tiên ra đời, làm Vũ trụ tràn ngập ánh sáng. Vào lúc đó chưa có các hành tinh để đón nhận ánh sáng, chưa có các sinh vật để chiêm ngưỡng ánh hào quang của trời. Tít trong các lò luyện ở các sao, quá trình luyện đan có tên gọi là tổng hợp hạt nhân đã tạo ra các nguyên tố nặng, là tro của phản ứng cháy hydro, vật liệu xây dựng cấp nguyên tử cho những hành tinh và dạng thức sống tương lai. Những ngôi sao nặng chằng bao lâu đã dùng cạn kho nhiên liệu hạt nhân. Bị những vụ nổ khổng lồ làm rung chuyển, chúng trả lại hầu hết vật chất của chúng về dạng khí loãng mà chúng đã từng kết tụ xưa kia. Tại đây, trong những đám mây tối đen ngắt ngử ở giữa các vì sao, hình thành những giọt vật chất mới cấu tạo từ nhiều nguyên tố, sau đó sinh ra những thế hệ sao mới. Cạnh đó, những giọt bé nhỏ hơn cũng phát triển, nhưng quá bé không thể khởi phát ngọn lửa hạt nhân. Những giọt bé tí này trong màn sương mù giữa các sao đang trên đường tạo ra các hành tinh. Trong số đó có một thế giới nhỏ cấu tạo từ đá và sắt: Trái Đất ban sơ.

Đặc lại, cứng dần và nóng lên, Trái Đất giải phóng mêtan, amôniắc, nước và khí hydro từ bên trong, tạo nên khí quyển sơ khai và những đai dương đầu tiên. Ánh sáng mặt trời sưởi nóng Trái Đất nguyên thủy, tạo nên những cơn dông bão, phát ra sấm chớp. Núi lửa trào ra đầy dung nham. Những quá trình này phá vỡ các phân tử của khí quyển sơ khai; những mảnh đó tập hợp lại thành những hình thức phức tạp hơn và hòa tan trong các đại dương ban sơ. Sau một thời gian các biển trở thành món xúp loãng sền sệt và ẩm. Đã hiện diện những phân tử, trên bề mặt đất diễn ra những phản ứng hóa học phức tạp. Rồi một ngày một phân tử có khả năng thực hiện bản sao thô của chính nó một cách ngẫu nhiên từ những phân tử khác trong món xúp. Thời gian trôi đi, ngày càng có nhiều phân tử phức tạp hơn tự sao chép một cách chính xác hơn. Cái sàng chọn lọc tự nhiên lọc ra những tổ hợp thích hợp nhất để tự sao chép tiếp. Những gì giỏi sao chép sẽ tạo ra nhiều bản sao hơn. Món xúp đại dương nguyên thủy ngày càng loãng hơn vì các chất hòa tan được sử dụng và biến thành những dạng ngưng tụ phức tạp của các phân tử hữu cơ biết tự sao chép. Thế rồi sự sống bắt đầu lúc nào không hay.

Thực vật đơn bào phát triển, và sự sống bắt đầu tự tạo ra thức ăn cho mình. Quang hợp làm biến đổi khí quyển. Giới tính xuất hiện. Những hình thái sống tự do trước kia giờ gắn bó với nhau để tạo nên một tế bào phức tạp với những chức năng chuyên biệt. Các thụ quan hóa học tiến triển, thế là Vũ trụ đã biết nếm và ngửi mùi vị. Những sinh vật đơn bào tiến hóa thành các tập đoàn đa bào, chi tiết hóa các phần thành những hệ cơ quan chuyên biệt. Sinh ra mắt và tai, thế là Vũ trụ đã biết nhìn và nghe. Thực vật và động vật khám phá ra rằng đất liền có thể hỗ trợ cuộc sống. Các sinh vật lào rào bò trườn, chập chững chạy, lết ỉ ạch, lướt trượt, quay đi quay lại, lắc qua lắc lại, leo trèo rồi bay lên cao. Những con vật khổng lồ gầm thét xuyên những cánh rừng hấp hơi nước. Những sinh vật nhỏ xuất hiện, để con thay cho việc đẻ ra quả trứng có cái vỏ cứng rắn, với dòng máu chảy trong huyết quản như những đại dương thuở sơ khai. Chúng sống được nhờ sự lành lẹn và khôn ngoan. Thế rồi, chỉ cách đây một khoảnh khắc, một số động vật sống nhỏ trên cây lùi rúi kéo nhau từ bỏ cây xuống đất. Chúng đi đứng thẳng và học cách sử dụng các công cụ, thuần hóa các động vật khác, gieo trồng cây cối và chế ngự lửa, sáng tạo ra ngôn ngữ. Trò của lò luyện sao giờ đây đã chuyển biến thành trí tuệ biết nhận thức. Với bước tiến nhanh hơn bao giờ hết, loài động vật ấy sáng tạo ra chữ viết, thành thị, nghệ thuật và khoa học, rồi đưa các con tàu vũ trụ tới các hành tinh và ngôi sao. Ở đây chỉ nêu một vài thứ mà những nguyên tử hydro đã làm được sau 15 tỷ năm tiến hóa vũ trụ.

Nghe có vẻ như một bản anh hùng ca huyền thoại, và đúng là như vậy. Nhưng đấy chỉ đơn giản là mô tả sự tiến hóa vũ trụ theo cách nhìn của khoa học thời nay. Chất vật lầm chúng ta mới xuất hiện và đang là

mỗi nguy của chính bản thân mình. Nhưng cho dù bức tranh tiến hóa vũ trụ có diễn ra như thế nào đi chăng nữa, rõ ràng là mọi sinh vật của Trái Đất, những sản phẩm cuối cùng của ngành công nghiệp hydro thiên hà, đều cần được nâng niu giữ gìn. Ở đâu đó có thể còn hiện diện những chuyển hóa kỳ lạ khác của vật chất, điều mà chúng ta đang trông ngóng khi lắng nghe tiếng lẹt xẹt trên trời.

Chúng ta có quan niệm kỳ cục là một con người hay xã hội chỉ khác chúng ta một chút cũng là xa lạ và quái đản, không đáng tin hoặc đáng ghét, cho dù chúng ta như thế nào đi chăng nữa. Thủ nghĩ về những sắc thái tiêu cực trong những từ như *xa lạ* hay *kỳ quái*. Thế nhưng những tượng đài và nền văn hóa của mỗi nền văn minh của chúng ta đều thể hiện những cách thức làm người khác nhau. Một vị khách ngoài hành tinh, khi xem những khác biệt trong loài người và các xã hội của loài người, sẽ thấy những khác biệt ấy là nhỏ mọn so với những nét tương đồng. Vũ trụ có thể chứa đầy những sinh vật thông minh. Nhưng bài học của thuyết Darwin rất rõ ràng: sẽ không có con người ở những nơi khác. Con người chỉ tồn tại ở đây. Trên hành tinh nhỏ bé này. Chúng ta là một loài vừa hiếm vừa nguy cấp. Mỗi một người trong chúng ta, xét trên bình diện vũ trụ, đều rất quý giá. Nếu một người nào đó không đồng ý với bạn, hãy để cho người đó cùng sống. Trong cả trăm tỷ thiên hà, bạn sẽ không thể nào tìm được người thứ hai đâu.

Lịch sử nhân loại có thể xem như một sự nhận thức chậm chạp nhưng ngày một rõ rắng chúng ta là thành viên của một nhóm rộng lớn hơn. Ban đầu sự trung thành của chúng ta dành cho chính mình và gia đình nhỏ của mình, sau đó đến các cộng đồng thợ săn và hái lượm nay đây mai đó, rồi đến các bộ lạc, các vùng định cư nhỏ nhặt, các thị quốc, quốc gia. Chúng ta mở rộng dần phạm vi những người mà chúng ta yêu thương. Giờ đây chúng ta đã tạo ra cái được gọi một cách khiêm tốn là siêu cường, bao gồm các nhóm người gốc gác từ nhiều dân tộc và văn hóa khác nhau, sát cánh làm việc với nhau theo một nghĩa nào đó²³⁷. Đây chắc chắn là một trải nghiệm nhân tính hóa và tạo lập tính cách. Nếu chúng ta không bị diệt vong, thì sự trung thành của chúng ta phải được mở rộng hơn nữa, bao gồm toàn bộ cộng đồng nhân loại, toàn bộ hành tinh Trái Đất. Nhiều người đang điều hành các quốc gia không thích ý tưởng này lắm. Họ sợ bị mất quyền lực. Chúng ta sẽ được nghe nói nhiều về sự phản bội và bất nghĩa. Những quốc gia giàu có sẽ phải chia sẻ của cải của họ cho các nước nghèo. Nhưng sự lựa chọn, như H. G. Wells đã từng nói trong một văn cảnh khác, rõ ràng là vũ trụ hoặc không cái gì cả.

Vài triệu năm trước chưa có con người. Ai sẽ ở đây vài triệu năm sau? Trong suốt lịch sử 4,6 tỷ năm của hành tinh chúng ta, không có vật gì rời nó ra đi. Nhưng bây giờ, những con tàu vũ trụ thám hiểm nhỏ bé không người lái đang chuyển động, sáng loáng và trang nhã, xuyên qua hệ Mặt Trời. Chúng ta đã sơ bộ trinh sát được 20 thế giới²³⁸, trong số đó có tất cả các hành tinh nhìn thấy bằng mắt thường, mà ánh sáng lang thang ban đêm của chúng đã khuấy động tâm trí tổ tiên chúng ta hướng tới sự hiểu biết và khoan khoái khi tìm ra bí ẩn của chúng. Nếu chúng ta còn sống sót, thì thời đại chúng ta sẽ nổi tiếng vì hai lý do: vào giây phút hiểm nghèo của tuổi vị thành niên về công nghệ chúng ta đã tránh được sự tự hủy diệt; và đây là kỷ nguyên mà chúng ta bắt đầu du hành tới những vì sao.

Sự lựa chọn thật éo le và trớ trêu. Cũng chính những tên lửa được dùng để phóng các con tàu thăm dò tới các hành tinh lại ở tư thế sẵn sàng bắn những đầu đạn hạt nhân tới các quốc gia. Những nguồn năng lượng phóng xạ trên tàu *Viking* và *Voyager* cũng sử dụng cùng thứ công nghệ làm ra vũ khí hạt nhân. Những kỹ thuật vô tuyến và radar được sử dụng để vạch đường và dẫn lái các tên lửa đạn đạo, phòng vệ chống lại sự tấn công cũng được dùng để giám sát và điều khiển con tàu vũ trụ trên các hành tinh và lắng nghe những tín hiệu từ các nền văn minh gần các ngôi sao khác. Nếu chúng ta sử dụng những công nghệ này để hủy diệt chính mình, thì chắc chắn chúng ta sẽ chẳng còn dịp phiêu du đến các hành tinh và ngôi sao khác. Nhưng khăng định ngược lại cũng đúng. Nếu chúng ta tiếp tục bay tới các hành tinh và ngôi sao khác, thì chủ nghĩa sô vanh ở chúng ta sẽ bị lung lay hơn nữa. Chúng ta sẽ đạt đến tầm nhìn vũ trụ. Chúng ta sẽ thừa nhận rằng

những cuộc thám hiểm chỉ được thực hiện nhân danh toàn thể con người trên hành tinh Trái Đất. Chúng ta sẽ đầu tư năng lượng của mình vào những công việc không phải nhằm đến chết chóc mà đến sự sống: mở rộng hiểu biết của chúng ta về Trái Đất và những cư dân của nó, cùng với việc tìm kiếm sự sống ở những nơi khác. Thám hiểm vũ trụ - có người lái hoặc không người lái - sử dụng nhiều kỹ năng công nghệ và tổ chức giống hệt như trong chiến tranh, và đòi hỏi lòng dũng cảm và tính táo bạo cũng y như trong chiến tranh. Nếu sự giải trừ quân bị thực sự diễn ra trước chiến tranh hạt nhân, công cuộc thám hiểm sẽ tạo cơ hội cho các tập đoàn công nghiệp quân sự của các cường quốc lớn tham dự lâu dài vào những dự án không mang tiếng xấu. Các nguồn lực dành cho việc chuẩn bị chiến tranh có thể chuyển sang tái đầu tư một cách tương đối dễ dàng vào công cuộc thám hiểm vũ trụ.

Một chương trình thám hiểm không người lái hợp lý - thậm chí nhiều tham vọng - đến các hành tinh không tổn kém lăm. Ngân sách dành cho các khoa học không gian ở Hoa Kỳ rất lớn. Những chi tiêu so sánh trong cùng lĩnh vực ở Liên Xô lớn gấp vài lần. Tổng cộng lại số tiền này tương đương hai hay ba chiếc tàu ngầm hạt nhân trong một thập kỷ, hoặc chi phí vượt dự toán để thiết lập một trong nhiều hệ vũ khí chỉ trong một năm. Vào quý IV năm 1979, chi phí chương trình máy bay F/A-18 của Hoa Kỳ đã tăng thêm 5,1 tỷ đô la, còn máy bay F-16 tăng thêm 3,4 tỷ đô la. Từ khi bắt đầu, số tiền chi cho các chương trình thám hiểm hành tinh không người lái ở cả Hoa Kỳ lẫn Liên Xô ít hơn nhiều so với số tiền phung phí một cách đáng xấu hổ vào những vụ việc như việc Mỹ ném bom Campuchia từ năm 1970-75, hành động tầm chính sách quốc gia này tốn hết 7 tỷ đô la. Tổng chi phí cho một chuyến bay như của tàu *Viking* đến Sao Hỏa, hoặc *Voyager* tới rìa ngoài hệ Mặt Trời, còn ít hơn việc Liên Xô đem quân vào Afghanistan thời kỳ 1979-80. Thông qua sử dụng lao động có kỹ thuật và kích thích công nghệ cao, tiền chi cho thám hiểm vũ trụ có tác động tích cực đến kinh tế. Một nghiên cứu nêu lên rằng mỗi đô la chi cho việc tìm hiểu các hành tinh sẽ hoàn lại cho nền kinh tế quốc dân 7 đô la. Thế nhưng có nhiều chuyến bay quan trọng và hoàn toàn khả thi đã không được thực hiện chỉ vì thiếu kinh phí - kể cả các xe tự hành đi lại trên bề mặt Sao Hỏa, gặp gỡ một sao chổi, các tàu thăm dò đi vào khí quyển Titan và tìm kiếm quy mô toàn diện các tín hiệu vô tuyến từ những nền văn minh khác trong vũ trụ²³⁹.

Chi phí các dự án phiêu du lớn vào vũ trụ - ví dụ các cơ sở thường xuyên trên Mặt Trăng hoặc con người trực tiếp thám hiểm Sao Hỏa - lớn đến nỗi tôi nghĩ rằng chúng sẽ không được tiến hành trong tương lai gần nếu như chúng ta không đạt được tiến bộ căn bản trong giải trừ vũ khí hạt nhân và vũ khí thông thường. Nhưng ngay cả khi ấy chắc vẫn còn những nhu cầu bức thiết hơn ngay tại Trái Đất. Nhưng tôi tin chắc rằng nếu chúng ta tránh được sự tự hủy diệt, thì sớm hay muộn chúng ta cũng thực hiện được những chuyến phiêu du này. Không thể duy trì mãi xã hội ở trạng thái tĩnh. Tồn tại một thứ lãi gộp về mặt tâm lý: chỉ một khuynh hướng nhỏ hướng đến sự cắt giảm chi tiêu, quay lưng lại Vũ trụ, cũng sẽ tích tụ qua nhiều thế hệ và dẫn tới sự suy thoái rõ rệt. Và ngược lại, chỉ một cam kết phiêu du ra ngoài phạm vi Trái Đất - cái mà chúng ta có thể gọi, theo cách nói của Columbus, “kế hoạch hành động các vì sao” - xây đắp qua nhiều thế hệ, cũng sẽ dẫn tới sự hiện diện đáng kể của loài người tại các thế giới khác, một sự hoan hỉ được tiếp cận vũ trụ.

Cách đây chừng 3,6 tỷ năm, ở nơi mà hiện nay là miền Bắc Tanzania, một núi lửa đã phun trào, tạo ra đám mây tro phủ lên vùng đồng cỏ xa van xung quanh. Năm 1979, nhà cổ nhân loại học Mary Leakey đã tìm thấy trong lớp tro ấy những dấu chân. Bà cho rằng đây là những dấu chân của những sinh vật sơ khai thuộc họ người (hominid), có lẽ là một tổ tiên của tất cả mọi người trên Trái Đất ngày nay. Cách đó 380.000 km, trong vùng đồng bằng khô ráo và bằng phẳng mà con người trong giây phút lạc quan đã đặt tên là Biển Yên tĩnh, cũng có một dấu chân khác, do con người đầu tiên bước trên thế giới khác để lại. Chúng ta đã đi xa được 3,6 tỷ năm, được 4,6 tỷ năm, và được 15 tỷ năm.

Bởi lẽ chúng ta là hiện thân tại địa phương của một vũ trụ đã phát triển đến mức tự nhận thức. Chúng ta đã bắt đầu chiêm ngưỡng nguồn gốc của chính mình: vật chất sao đang suy tư về các ngôi sao; những lấp ráp có tổ chức của 10 tỷ tinh thể nguyên tử đang xem xét sự tiến hóa của các nguyên tử; lần theo chặng đường dài dăng đặc để cuối cùng tại đây ý thức đã nảy sinh. Chúng ta trung thành với loài của mình và với hành tinh này. *Chúng ta* lên tiếng cho Trái Đất. Chúng ta có nghĩa vụ phải sống không chỉ vì bản thân mình, mà còn vì Vũ trụ, cõi kính và bao la, nơi chúng ta thoát thai.

LỜI CẢM TẠ

Ngoài những người được tôi cảm ơn trong lời mở đầu, tôi rất biết ơn nhiều người đã hào hiệp đóng góp thời gian và ý kiến chuyên môn cho cuốn sách này, trong đó có Carol Lane, Myrna Talman và Jenny Arden; David Oyster, Richard Wells, Tom Weidlinger, Dennis Gutierrez, Rob McCain, Nancy Kinney, Janelle Balnicke, Judy Flannery và Susan Racho thuộc đội ngũ nhân viên truyền hình phim *Cosmos*; Nancy Inglis, Peter Mollman, Marylea O'Reilly và Jennifer Peters của NXB Random House; Paul West vì đã hào hiệp cho tôi mượn tít dùng cho Chương V; và George Abell, James Allen, Barbara Amago, Lawrence Anderson, Jonathon Arons, Halton Arp, Asma El Bakri, James Blinn, Bart Bok, Zeddie Bowen, John C. Brandt, Kenneth Brecher, Frank Bristow, John Callendar, Donald B. Campbell, Judith Campbell, Elof Axel Carlson, Michael Carra, John Cassani, Judith Castagno, Catherine Cesarsky, Martin Cohen, Judy-Lynn del Rey, Nicholas Devereux, Michael Devirian, Stephen Dole, Frank D. Drake, Frederick C. Durant III, Richard Epstein, Von R. Eshleman, Ahmed Fahmy, Herbert Friedman, Robert Frosch, Jon Fukuda, Richard Gammon, Ricardo Giacconi, Thomas Gold, Paul Goldenberg, Peter Goldreich, Paul Goldsmith, J. Richard Gott III, Stephen Jay Gould, Bruce Hayes, Raymond Heacock, Wulf Heintz, Arthur Hoag, Paul Hodge, Dorrit Hofflein, William Hoyt, Icko Iben, Mikhail Jaroszynski, Paul Jepsen, Tom Karp, Bishun N. Khare, Charles Kohlhase, Edwin Krupp, Arthur Lane, Paul McLean, Bruce Margon, Harold Masursky, Linda Morabito, Edmond Momjian, Edward Moreno, Bruce Murray, William Murnane, Thomas A. Mutch, Kenneth Norris, Tobias Owen, Linda Paul, Roger Payne, Vahe Petrosian, James B. Pollack, George Preston, Nancy Priest, Boris Ragent, Dianne Rennell, Michael Rowton, Allan Sandage, Fred Scarf, Maarten Schmidt, Arnold Scheibel, Eugene Shoemaker, Frank Shu, Nathan Sivin, Bradford Smith, Laurence A. Soderblom, Hyron Spinrad, Edward Stone, Jeremy Stone, Ed Taylor, Kip S. Thorne, Norman Thrower, o. Brian Toon, Barbara Tuchman, Roger Ulrich, Richard Underwood, Peter van de Kamp, Jurrie J. Van der Woude, Arthur Vaughn, Joseph Verka, Helen Simpson Vishniac, Dorothy Yeomans, Stephen Yerazunis, Louise Gray Young, Harold Zirin, và Cục Hàng không và Vũ trụ quốc gia Hoa Kỳ. Tôi cũng xin cảm ơn sự giúp đỡ về ảnh của Edwardo Castaneda và BillRay.

REDUCTIO AD ABSURDUM VÀ CĂN BẬC HAI CỦA SỐ HAI

Chứng minh độc đáo của phái Pythagoras (Pitago) về tính chất vô tỷ của căn bậc hai của 2 dựa trên một kiểu lập luận gọi là *reductio ad absurdum*,²⁴⁰ nghĩa là quy về sự phi lý: chúng ta giả sử rằng một nhận định là đúng, từ đó rút ra các hệ quả và đi đến chỗ mâu thuẫn, thế là xác định được nhận định đó là sai. Ta hãy lấy một ví dụ hiện đại là xem xét câu cách ngôn của nhà vật lý vĩ đại thế kỷ 20 Niels Bohr: “Đối nghịch với mọi ý tưởng vĩ đại là một ý tưởng vĩ đại khác.” Nếu nhận định đó là đúng, thì các hệ quả của nó ít nhất cũng có thể hơi nguy hiểm. Chẳng hạn, hãy xem xét cái đối nghịch với Quy tắc Vàng²⁴¹, hay lời răn không được nói dối hoặc: “Ngươi không được giết người”. Nay giờ ta hãy xem bản thân cách ngôn của Bohr có phải là một ý tưởng vĩ đại hay không. Nếu vậy, thì nhận định đối nghịch. “Đối nghịch với mọi ý tưởng vĩ đại không phải là một ý tưởng vĩ đại” cũng phải đúng²⁴². Thế là ta đã đi đến một *reductio ad absurdum*. Một khi nhận định ngược lại không đúng, thì cách ngôn ấy không nhất thiết trói buộc chúng ta nữa, bởi lẽ nó đã tự thú nhận bản thân nó không phải là một ý tưởng vĩ đại²⁴³.

Chúng tôi xin trình bày một phiên bản hiện đại của chứng minh tính vô tỷ của căn bậc hai của 2 bằng cách sử dụng *reductio ad absurdum* và đại số đơn giản thay cho chứng minh thuần túy hình học mà phái Pythagoras đã phát minh ra. Cách thức chứng minh và phương pháp tư duy ít nhất cũng thú vị như kết luận:

Xét một hình vuông có các cạnh dài bằng 1 đơn vị (1 xăngtimét, 1 inch hay 1 năm ánh sáng không quan trọng). Đường chéo BC chia hình vuông thành hai tam giác mà mỗi tam giác có một góc vuông. Trong các tam giác vuông ấy, theo định lý Pythagoras $1^2 + 1^2 = x^2$. Nhưng $1^2 + 1^2 = 1 + 1 = 2$, do đó $x^2 = 2$ và ta viết $x = \sqrt{2}$. Ta giả sử rằng căn bậc hai của 2 là số hữu tỷ: $\sqrt{2} = p/q$, trong đó p và q đều là số nguyên khác 0. Hai số đó có thể lớn bao nhiêu tùy ý và có thể lấy bất cứ giá trị nguyên nào tùy ý. Tất nhiên ta có thể đòi hỏi rằng chúng không có ước số chung. Chẳng hạn, nếu ta lấy căn bậc hai của 2 = 14/10, thì ta sẽ loại bỏ thừa số 2 và viết $p = 7$ và $q = 5$, thay cho $p = 14$, $q = 10$. Bất cứ ước số chung nào ở tử số hoặc mẫu số đều được giản ước trước khi thực hiện các bước tiếp theo. Từ biểu thức $\sqrt{2} = p/q$, ta bình phương cả hai vế và thu được $2 = p^2/q^2$, rồi bằng cách nhân cả hai vế biểu thức với q^2 , ta được:

$$p^2 = 2q^2 \text{ (phương trình 1)}$$

Khi đó p^2 là tích của một số nhân với 2. Do đó p^2 là một số chẵn. Nhưng mặt khác bình phương của một số lẻ bất kỳ đều là số lẻ ($1^2 = 1$, $3^2 = 9$, $5^2 = 25$, $7^2 = 49$, v.v.). Như vậy bản thân p phải chẵn, nên ta có thể viết $p = 2s$, trong đó s là một số nguyên khác. Thay nó vào phương trình (1), ta có:

$$p^2 = (2s)^2 = 4s^2 = 2q^2$$

Chia cả hai vế của phương trình cuối cùng cho 2, ta được:

$$q^2 = 2s^2$$

Như vậy q^2 cũng là một số chẵn, và cũng theo lập luận như đã làm với p , ta suy ra rằng q cũng chẵn. Nhưng nếu cả hai số p và q đều chẵn, tức là cả hai đều chia hết cho 2, thì chúng có ước số chung nhỏ nhất là 2 và chưa được giản ước. Điều này mâu thuẫn với một trong những giả định của chúng ta. Ta đã quy về sự phi lý. Nhưng giả định nào ở đây phi lý? Lập luận chứng minh không thể bảo chúng ta rằng không được giản ước thừa số chung, rằng được phép viết 14/10 còn 7/5 thì không. Vậy thì giả định ban đầu là sai: p và q không thể là số nguyên; và $\sqrt{2}$ là số vô tỷ. Thực vậy $\sqrt{2} = 1,4142135\dots$

Kết luận thật bất ngờ và đáng kinh ngạc làm sao! Chứng minh đẹp biết bao! Nhưng các thành viên phái Pythagoras đã cảm thấy phải giấu kín phát minh vĩ đại ấy.

NĂM HÌNH KHỐI PYTHAGORAS

Một đa giác đều là một hình trong không gian hai chiều có một số cạnh n dài bằng nhau. Nếu $n = 3$ thì ta có một tam giác đều, $n = 4$ là hình vuông, $n = 5$ là hình ngũ giác đều, v.v. Một khối đa diện là một hình trong không gian ba chiều mà tất cả các mặt là đa giác: hình lập phương, chẵng hạn, có 6 hình vuông làm các mặt. Một đa diện đơn giản, hay hình khối đặc đều, không tồn tại lỗ bên trong nó²⁴⁴. Ý nghĩa căn bản đối với các công trình của phái Pythagoras và của Johannes Kepler là trên thực tế có thể có 5 và chỉ 5 đa diện đều. Chứng minh dễ nhất đến từ một hệ thức mà mãi về sau mới được Descartes và Leonhard Euler phát minh. Hệ thức này diễn tả mối quan hệ giữa số mặt M , số cạnh C , và số đỉnh D của một đa diện đều:

$$D - C + M = 2 \text{ (phương trình 2)}$$

Như vậy đối với hình lập phương, có 6 mặt ($M = 6$) và 8 đỉnh ($D = 8$), đồng thời $D - C + M = 2$, vậy $C = 12$; phương trình (2) báo trước rằng hình lập phương có 12 cạnh, đúng như thực tế. Một chứng minh đơn giản bằng hình học có thể tìm thấy trong cuốn sách của Courant và Robbins²⁴⁵. Từ phương trình (2) ta có thể chứng minh rằng chỉ có năm đa diện đều:

Mỗi cạnh của một đa diện đều là cạnh chung của hai đa giác kề nhau. Ta hãy quay lại với ví dụ hình lập phương, ở đó mỗi cạnh là ranh giới giữa hai hình vuông. Nếu ta tính tất cả các cạnh của tất cả các mặt của một đa diện là nM , thì ta đã đếm mỗi cạnh hai lần. Như vậy:

$$nM = 2C \text{ (phương trình 3)}$$

Gọi r là số cạnh gặp nhau ở mỗi đỉnh. Đối với hình lập phương thì $r = 3$. Mỗi cạnh nối hai đỉnh. Như vậy nếu ta tính tất cả các đỉnh là rD , thì tương tự như trên, ta đã đếm mỗi đỉnh hai lần. Như vậy:

$$rD = 2C \text{ (phương trình 4)}$$

Thay D và M từ các phương trình (3) và (4) vào phương trình (2), ta có:

$$(2C/r) - C + (2C/n) = 2$$

Nếu chia cả hai vế phương trình này cho $2C$, ta được:

$$(1/n) + (1/r) = (1/2) + (1/C) \text{ (phương trình 5)}$$

Ta biết rằng n không thể nhỏ hơn 3, bởi vì đa giác đơn giản nhất là tam giác, với ba cạnh. Ta cũng biết rằng r không thể nhỏ hơn 3, bởi vì ít nhất có ba mặt gặp nhau ở đỉnh đã cho trong một đa diện. Nếu cả n và r đồng thời lớn hơn 3, thì vế trái của phương trình (5) sẽ nhỏ hơn hoặc bằng $1/2$ và phương trình sẽ không thể thỏa mãn với bất kỳ giá trị dương nào của C . Như vậy, cũng bằng phương pháp *reductio ad absurdum*, ta đã chứng minh rằng: hoặc $n = 3$ và r bằng 3 hoặc lớn hơn, hoặc $r = 3$ và n bằng 3 hoặc lớn hơn.

Nếu $n = 3$, phương trình (5) trở thành $(1/3) + (1/r) = (1/2) + (1/C)$, hay:

$$(1/r) = (1/C) + (1/6) \text{ (phương trình 6)}$$

Như vậy trong trường hợp này r chỉ có thể bằng 3, 4, hoặc 5. (Nếu C lớn hơn 6 thì phương trình sẽ không có nghiệm). Các giá trị $n = 3, r = 3$ tương ứng với một đa diện trong đó 3 tam giác gặp nhau ở mỗi đỉnh. Theo phương trình (6) nó có 6 cạnh; theo phương trình (3) nó có 4 mặt; theo phương trình (4) nó có 4 đỉnh. Rõ ràng đó là hình chóp hay tứ diện (khối bốn mặt). Trường hợp $n = 3, r = 4$ là một khối có 8 mặt, trong đó 4 tam giác gặp nhau ở mỗi đỉnh, đó là bát diện. Còn $n = 3, r = 5$ hiện một khối có 20 mặt, trong đó 5 tam giác gặp nhau ở mỗi đỉnh, đó là nhị thập diện (xem hình trang 110).

Nếu $r = 3$, phương trình (5) trở thành

$$(1/n) = (1/C) + (1/6)$$

và theo lập luận tương tự n chỉ có thể bằng 3, 4, hoặc 5. $n = 3$ lại là tứ diện; $n = 4$ là một khối mà các mặt là 6 hình vuông, tức là khối lập phương; và $n = 5$ tương ứng với một khối mà các mặt là 12 ngũ giác, tức là khối mười hai mặt (thập nhị diện).

Không thể có các giá trị nguyên khác phù hợp của n và r , do đó chỉ có 5 đa diện đều. Kết luận ấy, rút từ toán học trừu tượng và đẹp đẽ, đã có ảnh hưởng sâu sắc nhất đến những công việc thực tiễn của con người, như chúng ta thấy.

Chú thích

1. Anu là thần trời, chúa tể của các ngôi sao và của các thần; Ea là thần nước và Shamash là thần Mặt Trời trong thần thoại của người Assyria. (Chú thích của người dịch. Từ đây về sau những chú thích nào không ghi rõ là của tác giả thì đều là của người dịch).
2. Ở đây tác giả dùng từ Cosmos, vốn chỉ Vũ trụ có trật tự theo cách hiểu của người Hy Lạp. Từ này cũng là nhan đề của cuốn sách. Ngoài ra còn từ universe cũng chỉ khái niệm vũ trụ nói chung, và space chỉ không gian vũ trụ, mà có khi người dịch cũng dịch là vũ trụ. Tác giả có lúc dùng từ Vũ trụ viết hoa (Cosmos, Universe), ngụ ý “toàn bộ vật chất”, “Vũ trụ có trật tự”, “Vũ trụ có ý thức”, có lúc không viết hoa (universe, và đôi khi cả cosmos), dùng để chỉ thứ vũ trụ vô tri vô giác hoặc không gian vũ trụ, đối tượng nghiên cứu của thiên văn học và du hành vũ trụ.
3. Cuốn sách này được viết trước khi Voyager 2 bay qua Sao Thiên Vương và Sao Hải vương (1985-1989), phát hiện thêm 10 vệ tinh của Sao Thiên Vương và 6 vệ tinh của Sao Hải vương.
4. Loại hợp chất hữu cơ chứa cacbon và hyđrô, có trong các nhiên liệu hóa thạch như dầu mỏ, than đá, khí thiên nhiên.
5. Kính thiên văn không gian Hubble được đưa lên quỹ đạo quanh Trái Đất năm 1990.
6. Tàu Galileo được phóng năm 1989, bay tới Sao Mộc năm 1995 và chấm dứt hoạt động năm 2003.
7. Đơn vị bậc cao nhất (dài nhất), cỡ hàng tỷ năm trong thang thời gian địa chất, gồm: liên đại (aeon), đại (era), kỷ (period), thế (epoch), kỳ (age).
8. Dạng hào nứt cỡ lớn ở vỏ Trái Đất, nơi đó vỏ Trái Đất rất mỏng và thường kèm theo hiện tượng núi lửa.
9. Nitơ chiếm tới 78% khối lượng không khí.
10. Nếu đo bằng dặm thì khoảng cách giữa Alexandria và Syene vào khoảng 500 dặm, và $500 \times 50 = 25.000$ dặm. (Chú thích của tác giả)
11. Bán đảo ở Tây Nam Âu bao gồm Tây Ban Nha và Bồ Đào Nha.
12. Được gọi như vậy vì có thể tạo ra chúng bằng lát cắt qua một hình nón (conic) theo các góc khác nhau. Mười tám thế kỷ sau, các công trình của Apollonius về các tiết diện conic được Johannes Kepler khai thác để lần đầu tiên hiểu được chuyển động của các hành tinh. (Chú thích của tác giả)
13. Những số liệu mới nhất của NASA ước tính tuổi Vũ trụ vào khoảng 13,7 tỷ năm.
14. Nguyên văn: fugue. Fuga (fugue) là một loại nhạc đa điệu, thường có 2-6 bè và có 1 hoặc 2 (hiếm khi 3) chủ đề.
15. Nguyên văn: thứ (variety), đôi khi cũng gọi là nòi. Thứ là bậc phân loại trong sinh vật ở dưới loài (species).
16. Tuy có những ý kiến tôn giáo khăng khăng khẳng định điều ngược lại, chẳng hạn như ý kiến của John Wesley năm 1770: “Cái chết không bao giờ được phép hủy diệt [ngay cả] loài vật ít ỏi nhất”. (Chú thích của tác giả)

17. Trong sách thánh Popol Vuh của người Maya, các hình thái sự sống khác nhau được tả là những ý định không thành công của thần thánh trong thí nghiệm tạo ra con người. Những lần thử đầu rất không đạt nên chỉ tạo ra động vật cấp thấp; lần thử trước lần cuối cùng gần trúng đích và tạo ra loài khỉ. Trong thần thoại Trung Hoa, loài người sinh ra từ những con rận trên thân thể của vị thần tên là Bàn cổ. Vào thế kỷ 18, de Buffon cho rằng Trái Đất già hơn rất nhiều so với lời ghi trong Kinh Thánh, rằng các dạng thức thay đổi rất chậm qua hàng nghìn năm, nhưng loài khỉ lại là hậu duệ bị bỏ rơi của con người. Tuy những quan niệm này không phản ánh đúng quá trình tiến hóa mà Darwin và Wallace mô tả, song chúng là những dấu hiệu báo trước quan niệm tiến hóa - cũng như quan điểm của Democritus, Empedocles và các nhà khoa học khác của Ionia thời kỳ đầu, sẽ được đề cập đến trong Chương VII. (Chú thích của tác giả)
18. Phương pháp mò mẫm đi đến đích bằng cách thử lần lượt mọi giải pháp, từng bước loại bỏ sai lầm (trial and error).
19. Hermann Muller (1890-1967): một trong những người sáng lập di truyền học phóng xạ, giải Nobel về sinh lý học và y học 1946.
20. Tên khoa học của hai bộ côn trùng: bộ Cánh vẩy (Lepidoptera) gồm nhiều loài bướm ngài, còn bộ Hai cánh (Diptera) gồm nhiều loài ruồi, muỗi.
21. Còn gọi là cacbôhydrát hay nôm na là chất đường bột, bao gồm các nguyên tố cacbon, hydro và oxy. Đây là một trong ba loại chất dinh dưỡng chính của động vật (hai chất kia là protein hay chất đạm và lipít hay chất béo).
22. Trực khuẩn gây ngộ độc thịt có tên khoa học là *Clostridium botulinum*, và trực khuẩn gây bệnh uốn ván có tên khoa học là *Clostridium tetani* đều là vi khuẩn ký khí.
23. Thuật ngữ chỉ sự xuất hiện dồi dào, đa dạng và đột ngột của hóa thạch sinh vật ở thời kỳ đầu của kỷ Cambria (cách đây khoảng 542 đến 530 triệu năm), trong khi không tìm thấy các hóa thạch loại này ở các niên đại trước đó.
24. Cơ quan trao đổi khí (điôxít cacbon và oxy) dạng lỗ nhỏ ở lá cây.
25. Mã di truyền hóa ra không hoàn toàn giống nhau trong mọi bộ phận của mọi sinh vật trên Trái Đất. Ít nhất người ta cũng biết vài trường hợp mà sự phiên mã từ thông tin của ADN sang thông tin của protein trong ty thể lại dùng “cuốn sổ” mã khác với “cuốn sổ” được các gien trong nhân của chính tế bào ấy sử dụng. Điều này chỉ ra sự tiến hóa tách biệt lâu dài giữa các mã di truyền của ty thể và nhân, và nhất quán với ý tưởng cho rằng các ty thể từng là những thực thể sống độc lập và bị hợp nhất vào tế bào hàng tỷ năm về trước trong quan hệ cộng sinh. Sự phát triển và phức tạp hóa của quan hệ cộng sinh này tình cờ lại là sự trả lời cho câu hỏi, tiến hóa đã làm gì trong khoảng thời gian từ khi xuất hiện tế bào đến khi các sinh vật đa bào sinh sôi nảy nở trong sự bùng nổ ở kỷ Cambria. (Chú thích của tác giả)
26. Nghĩa là dạng vi rút.
27. Tên đầy đủ tiếng Anh là pleuropneumonia-like organism; còn gọi là [khuẩn] sinh chất nấm (mycoplasma).
28. Tác giả nhắc đến một số chòm sao ở bán cầu Nam được đặt tên vào thế kỷ 17: Mỏ Chim (tên Hán Việt: Cự Chủy Điểu, tên gốc Latin là Tucana, chỉ loài chim tu cảng ở Nam Mỹ có mỏ rất to), Con Công (Khổng Tước, Pavo), Kính Viễn Vọng (Viễn Kính, Telescopium), Kính Hiển Vi (Hiển Vi Kính, Microscopium), La Bàn (Pyxis) và Đuôi Thuyền (Thuyền Vĩ, Puppis).

29. Chuyển động biểu kiến (apparent motion) của một vật là chuyển động của vật đó mà người quan sát nhìn thấy khi bản thân mình cũng chuyển động, do đó không phải là chuyển động thực của vật. Trong trường hợp của thiên thể, nó là kết quả của sự kết hợp giữa chuyển động thực của thiên thể đó, chuyển động xoay quanh trục và chuyển động trên quỹ đạo quanh Mặt Trời của Trái Đất.
30. Mùa hè thiên văn bắt đầu từ ngày 21 tháng 6 (ngày Hạ chí), trong khi ở Việt Nam đây là ngày giữa mùa hè. Tương tự, mùa đông thiên văn bắt đầu từ ngày 21 tháng 12 (ngày Đông chí), trong khi ở Việt Nam đây là ngày giữa mùa đông, sở dĩ như vậy vì ở vùng ôn đới (nơi thiên văn đạt thành tựu sớm nhất và đặt ra quy ước về mùa), ảnh hưởng của Mặt Trời chậm hơn (độ trễ khí hậu dài hơn) so với vùng nhiệt đới, nên sự chuyển mùa đến chậm hơn.
31. Chữ “nguyệt” có nghĩa gốc là “mặt trăng”, cũng như chữ “menstrual” trong tiếng Anh (theo chủ thích của tác giả) có gốc từ chữ cổ có nghĩa là “mặt trăng”.
32. Trong tử vi phuơng Tây, thời gian trong một năm được chia thành 12 phần, tương ứng với 12 cung Hoàng đạo. Những người sinh ra từ ngày 21 tháng 5 đến 20 tháng 6 thì thuộc cung Song Tử.
33. Xe tự hành đầu tiên đổ bộ lên Sao Hỏa ngày 4 tháng 7 năm 1997, mang tên *Sojourner*, do tàu vũ trụ *Mars Pathfinder* của NASA (Mỹ) chở.
34. Ngôn ngữ của người Do Thái ở Trung Âu và Đông Âu, bắt nguồn từ phuơng ngữ Đức cổ.
35. Chắc là sưng phổi hoặc áp xe phổi, nói theo ngôn từ cổ.
36. King's evil nghĩa đen là “tai ương của vua”, vì trước đây người ta tin rằng chỉ cần vua chạm vào là chữa khỏi.
37. Sự hoài nghi về chiêm tinh học và các lý thuyết có liên quan không phải là điều gì mới mẻ hoặc đặc biệt đối với phuơng Tày. Ví dụ, trong *Tản mạn về sự lười biếng*, do Tsurezuregusa Kenko viết ra năm 1332, chúng ta đọc thấy. Thuyết Âm Dương [ở Nhật Bản] không hề nói gì đến đề tài những Ngày Lười Đỏ. Trước đây mọi người không kiêng những ngày này, nhưng về sau - tôi băn khoăn không biết ai khởi xướng tập quán này - người ta bắt đầu nói những câu như “Bắt đầu làm việc gì vào Ngày Lười Đỏ cũng không bao giờ xong”, hoặc “Mọi việc bạn nói hoặc làm vào Ngày Lười Đỏ sẽ chẳng đi đến đâu: bạn sẽ mất cái bạn đã được, và các kế hoạch sẽ dang dở”. Thật là ngớ ngẩn! Nếu ta đếm những việc khởi xướng vào “những ngày may mắn” được chọn lựa kỹ càng nhưng kết cục vẫn chẳng đi đến đâu, thì chúng cũng nhiều như những việc không có kết quả được bắt đầu vào những Ngày Lười Đỏ. (Chủ thích của tác giả).
38. Quốc kỳ mới của Myanmar sử dụng từ ngày 21-10-2010 chỉ có một sao.
39. Liên Xô nay không còn, còn cờ Israel có sao 6 cánh. Tác giả chưa kể hết các quốc kỳ có sao (một số nước xuất hiện hoặc quốc kỳ thay đổi sau khi sách được viết) như Cape Verde (10 sao); Tuvalu (9 sao); Bosnia-Herzegovina (7 sao và hai nửa sao); CHDC Congo, Tajikistan (7 sao); Honduras, Quần đảo Solomon (5 sao); Micronesia (4 sao); Burundi (3 sao 6 cánh); Panama, st Kitts và Nevis Syria (2 sao); Angola, Burkina Faso, Cameroon, Chile, Djibouti, Đông Timor, Ethiopia, Ghana, Grenada, Guinea-Bissau, Jordan (Gioocdani)f Liberia, Morocco (Marốc), Mozambique, Senegal, Somalia, Surinam, Togo, Trung Phi, Zimbabwe (1 sao); Nauru (sao 12 cánh); Quần đảo Marshall (sao 24 cánh).
40. Ngoài ra mặt trời còn xuất hiện trên cờ của Argentina, Antigua và Barbuda, Kazakhstan, Kiribati, Malawi, Namibia; có mặt trời và trăng: Malaysia; có mặt trời và sao: Philippines.
41. Hiện nay sao có trên cờ Cuba, CHDCND Triều Tiên và Việt Nam.

42. Cờ một số nước có cả trăng và sao như Algeria, Azerbaijan, Comoros, Mauritania, Pakistan, Singapore, Thổ Nhĩ Kỳ, Tunisia, Turkmenistan, Uzbekistan.
43. Nhà (house) là phương thức chia Hoàng đạo thành 12 phần dựa trên vị trí thực của Mặt Trời tại từng thời điểm trong ngày, do kết quả của hiện tượng xoay quanh trục của Trái Đất trong ngày, trong khi cung (sign) được chia dựa trên vị trí của Mặt Trời trên nền sao trong cả năm, do kết quả của chuyển động của Trái Đất quay quanh Mặt Trời. Nhà đặc trưng cho thời điểm và địa điểm của sự kiện (chẳng hạn giờ sinh). Nếu không biết giờ sinh thì có thể lấy lá số theo hệ thống nhà Mặt Trời, tức là chọn điểm mốc (nhà số 1) là Mặt Trời ở giữa trưa tại kinh độ 0.
44. Thời đại chiêm tinh lấy theo tên cung Hoàng đạo mà điểm Xuân phân đang ở. Do hiện tượng tiến động của Trái Đất, điểm Xuân phân sẽ đi hết một vòng (12 cung) Hoàng đạo trong khoảng 25.800 năm (chu kỳ tiến động), tức là sẽ có 12 thời đại, mỗi thời đại dài khoảng 2.150 năm. Do ranh giới các cung không rõ ràng và thống nhất, nên thời điểm bắt đầu và kết thúc một thời đại không chính xác. Đa số ý kiến cho rằng thời đại hiện nay là thời đại Bảo Bình.
45. Tháng thứ bảy, thuộc mùa thứ hai trong lịch Ai Cập cổ đại, tương ứng từ 25/2-26/3 dương lịch hiện nay.
46. Thời cổ đại có thuyết do Aristotle (Aristot) đề xướng, cho rằng có bốn nguyên tố cơ bản là nóng, lạnh, khô, ẩm thể hiện tính chất của các vật và tính cách con người.
47. Hiện tượng trực quay của Trái Đất xoay đảo, quét thành một hình nón trong không gian, khiến cho điểm Xuân phân không cố định trên thiên cầu. Do đó cũng gọi là hiện tượng tuế sai của điểm phân.
48. Bốn thế kỷ trước đó, một cỗ máy như vậy đã được Archimedes chế tạo. Nó được viên tướng La Mã Marcellus mang về Rome, và tại đây Cicero đã xem xét và mô tả nó. Chính một tên lính dưới trướng Marcellus, khi chinh phục Syracuse, đã giết chết nhà khoa học bảy mươi tuổi Archimedes mà chẳng có nguyên cớ gì và trái lệnh trên. (Chú thích của tác giả).
49. Trong một lần kiểm kê gần đây gần như tất cả các bản sách của Copernicus xuất bản vào thế kỷ 16, Owen Gingerich đã phát hiện ra rằng hệ thống kiểm duyệt làm việc không hiệu quả: chỉ có 60% bản sách ở Ý được “sửa chữa”, còn ở Iberia thì không có bản nào được “sửa chữa”. (Chú thích của tác giả)
50. Nhà lãnh đạo phong trào cải cách tôn giáo người Đức (1483-1546), dẫn đến việc thành lập đạo Tin Lành.
51. Nhắc đến sự tích trong Kinh Thánh: Joshua, người kế tục Moses dẫn dắt dân tộc Israel sau khi Moses qua đời, đã xin Chúa Trời cho Mặt Trời và Mặt Trăng dừng lại để ông có thời giờ đánh bại hoàn toàn kẻ thù và ông đã được thỏa nguyện (Sách Joshua, Chương X).
52. Đây chưa phải là tuyên bố cực đoan nhất ở châu Âu thời Trung đại và cải cách tôn giáo. Khi được hỏi làm thế nào để phân biệt được tín đồ trung thành với những người không theo chính đạo trong một thành phố lớn của giáo phái Albigenses bị bao vây, Domingo de Guzmán, sau này là thánh Dominic (Đa Minh), được cho là đã nói: “Giết hết đi. Chúa Trời sẽ nhận ra người của Ngài”. (Chú thích của tác giả)
53. Tycho Brahe đã không đi tiểu được trong suốt 11 ngày rồi chết. Những nghiên cứu ở thập kỷ 1990 dựa trên mẫu râu tóc của Tycho cho thấy ông chết vì bị nhiễm độc thủy ngân chứ không phải vì bệnh tiết niệu tự phát như trước đây người ta vẫn nghĩ. Có nhiều giả thuyết được đưa ra: ông vô tình

đầu độc mình bằng các loại thuốc có chứa thủy ngân, hoặc bị một người họ xa là Bá tước Erik Brahe đầu độc mà chủ mưu là vua Đan Mạch Christian IV. Joshua Gilder và Anne-Lee Gilder trong một cuốn sách xuất bản năm 2005 còn cho rằng chính Kepler là thủ phạm đầu độc Tycho.

54. Từ năm 2006, Diêm vương Tinh đã bị “hạ cấp” xuống thành hành tinh lùn, không cùng loại với các hành tinh khác.
55. Chứng minh cho khẳng định này có thể xem ở Phụ lục II. (Chú thích của tác giả)
56. Thời bấy giờ chưa phân biệt hành tinh và vệ tinh, nên vệ tinh cũng gọi là hành tinh.
57. Trong tiếng Anh và các ngôn ngữ châu Âu khác, Sao Mộc mang tên Jupiter, chúa tể của các thần La Mã, ngự trên đỉnh Olympus, còn Sao Thổ mang tên Saturn, thần mùa màng và nông nghiệp.
58. Đó là từ *fames*.
59. Một số mẫu hiện vật còn có thể thấy ở bảo tàng vũ khí Graz. (Chú thích của tác giả)
60. Tên gọi bà lang chữa bệnh, có sử dụng cả phép thuật, bùa ngải, trong tiếng Tây Ban Nha.
61. Brahe, cũng giống như Kepler, không hề có thái độ thù địch đối với chiêm tinh học, tuy ông cẩn thận tách biệt giả thuyết bí mật của ông về chiêm tinh học so với các phương án chiêm tinh phổ biến hơn vào thời đó, mà ông cho rằng dẫn đến mê tín. Trong cuốn *Astronomiae Insiauraiae Mechanica* (*Các dụng cụ khôi phục thiên văn*), xuất bản năm 1598, ông biện luận rằng thuật chiêm tinh “đáng tin cậy hơn so với những gì người ta vẫn nghĩ” nếu bản đồ vị trí các sao được cải thiện chính xác hơn. Brahe viết: “Tôi làm thuật giả kim, cũng như nghiên cứu bầu trời từ năm 23 tuổi.” Nhưng ông cảm thấy cả hai ngành giả khoa học này có những bí mật quá nguy hiểm đối với đại chúng (tuy ông nghĩ là hoàn toàn an toàn nếu nằm trong tay những ông vua và Công tước mà ông đang câu cảnh nhờ nâng đỡ). Brahe tiếp tục truyền thống lâu dài và nguy hiểm của một số nhà khoa học tin rằng kiến thức bí truyền chỉ dành riêng cho họ, cho thế quyền cùng thần quyền: “Truyền những kiến thức ấy cho mọi người biết là chẳng được tích sự gì và vô lý”. Trái lại, Kepler dạy thiên văn trong trường học, xuất bản nhiều và thường bỏ chi phí ra để làm, viết khoa học giả tưởng, tất nhiên không nhăm trùm hết vào đồng nghiệp trong giới khoa học của ông. Ông có thể không phải là nhà văn phổ biến khoa học theo nghĩa hiện nay, nhưng sự chuyển biến trong thái độ chỉ qua một thế hệ từ Brahe sang Kepler đã rất ấn tượng. (Chú thích của tác giả)
62. Nguyên văn: lunar crater. Đây là các hố có gờ xung quanh khá cao (nên còn gọi là núi miệng phễu, tiếng Hán là hoàn hình sơn), hình thành do sự va đập của các thiên thạch vào bề mặt Mặt Trăng, chứ không hề liên quan gì đến núi lửa (như cách dịch thường gặp là miệng núi lửa).
63. Các hành tinh hệ Mặt Trời được chia làm hai loại: hành tinh loại Trái Đất (terrestrial planet), tức hành tinh đá gồm có Sao Thủy, Sao Kim, Trái Đất và Sao Hỏa; hành tinh loại Sao Mộc (Jovian planet), tức hành tinh khí khổng lồ gồm có Sao Mộc, Sao Thổ, Sao Thiên Vương và Sao Hải Vương.
64. Silesia nay chủ yếu thuộc Ba Lan, một phần nhỏ thuộc Đức và Cộng hòa Séc.
65. Hiểu theo ngôn ngữ bây giờ thì ánh sáng là vật chất hay chỉ là tính chất, trạng thái, tức là biểu hiện bên ngoài, nhất thời của vật chất. Sau này ánh sáng được coi là “lưỡng tính”: vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt.
66. Điều đáng buồn là trong kiệt tác của mình *Những nguyên lý* Newton không thừa nhận ông mang ơn Kepler. Nhưng trong một bức thư gửi cho Edmund Halley năm 1686, ông viết về định luật hấp dẫn của mình như sau: “Tôi có thể xác nhận rằng tôi đã thu thập nó từ định lý của Kepler khoảng hai chục

năm trước đây.” (Chú thích của tác giả) _____

67. Tên đầy đủ là *Những nguyên lý toán học của triết học tự nhiên.* _____
68. Đơn vị đo lường của Nga, 1 sajen = 2,134 m. _____
69. Đơn vị sức nổ quy về lượng thuốc nổ TNT thông thường. Một megatôn bằng một triệu tấn (tôn) thuốc nổ TNT. _____
70. Việc sao băng và thiên thạch có liên quan tới sao chổi đã được Alexander von Humboldt lần đầu tiên nêu ra trong trong tác phẩm phổ biến khoa học bao quát của ông xuất bản vào các năm từ 1845-1862 nhan đề *Vũ trụ (Kosmos)*. Chính việc đọc các tác phẩm thời kỳ đầu của Humboldt đã kích thích chàng thanh niên Charles Darwin bước vào sự nghiệp kết hợp thám hiểm địa lý với lịch sử tự nhiên. Ít lâu sau Darwin nhận một chân làm nhà tự nhiên học trên tàu thủy Beagle, để rồi dẫn đến ra đời của *Nguồn gốc của muôn loài.* (Chú thích của tác giả) _____
71. Trong cuốn Các cuộc chiến tranh của người Do Thái, sử gia Josephus (thế kỷ 1) có nhắc đến một ngôi sao (hoặc sao chổi) treo như lưỡi gươm trên thành Jerusalem suốt cả năm 66 đầu Công nguyên. _____
72. William I nguyên là Công tước xứ Normandy (nay thuộc Pháp), xâm chiếm và làm vua xứ Anh từ năm 1066 đến khi mất (1087). _____
73. Giotto vẽ sao chổi trong bức tranh Các nhà thông thái bái lạy (Adoration of the Magi) tả cảnh Chúa Jesus mới ra đời. Kinh Thánh (Tin mừng theo Thánh Matthew 2:1-11) ghi rằng “ngôi sao Bethlehem” chỉ đường cho các nhà thông thái (đạo sĩ) đến nơi ở của Chúa Jesus mới ra đời tại Bethlehem. _____
74. Năm 1986, tàu thăm dò Giotto của Cơ quan Vũ trụ châu Âu đã được phóng lên để quan sát và nghiên cứu sao chổi Halley. Nó bay lúc gần nhất cách nhân sao chổi 586 km. Nhật Bản cũng phóng hai tàu thăm dò Suisei và Sakigake. Ngoài ra các tàu thăm dò khác cũng quan sát sao chổi là ICE (International Cometary Explorer) của Mỹ (phóng năm 1978) và Vega-1, Vega-2 của Liên Xô (phóng năm 1985). _____
75. Vũ khí hóa học được sử dụng lần đầu tiên trong Thế chiến I. _____
76. Trái Đất cách Mặt Trời $r = 1$ đơn vị thiên văn = 150.000.000 km. Quỹ đạo khá là tròn của nó khi ấy có chu vi $2\pi r \approx 10^9$ km. Hành tinh của chúng ta quay được một vòng trên quỹ đạo này mỗi năm. Một năm = 3×10^7 giây (s). Vậy nên tốc độ của Trái Đất trên quỹ đạo là 10^9 km / (3×10^7 s) ≈ 30 km/s. Bây giờ ta hãy xét cái đám mây hình cầu chứa sao chổi mà những nhà thiên văn cho rằng bao quanh hệ Mặt Trời ở khoảng cách ≈ 100.000 đơn vị thiên văn, gần bằng nửa quãng đường đến ngôi sao gần nhất. Từ định luật thứ ba của Kepler suy ngay ra rằng chu kỳ quỹ đạo quanh Mặt Trời của bất cứ sao chổi nào trong số đó vào quãng $(10^5)^{3/2} = 10^{7.5} \approx 3 \times 10^7$ hay 30 triệu năm. Một vòng quanh Mặt Trời dài lắm nếu bạn sống ở ngoài rìa hệ Mặt Trời. Quỹ đạo sao chổi dài $2\pi r = 2\pi \times 10^5 \times 1,5 \times 10^8$ km $\approx 10^{14}$ km, do đó tốc độ của sao chổi chỉ là 10^{14} km / 10^{15} s $\approx 0,1$ km/s ≈ 360 km/h. (Chú thích của tác giả) _____
77. Ngày 4 tháng 7 năm 2005, tàu thăm dò *Deep Impact* của Mỹ đã bắn phá sao chổi *Tempel 1* có kích thước 4×14 km để nghiên cứu cấu tạo bên trong của nó. “Viên đạn” nặng 370 kg, bay với vận tốc 10,3 km/s, với sức công phá tương đương 4,5 tấn thuốc nổ TNT, đã khoét một hố sâu khoảng 30-50 m, đường kính 100-200 m. _____

78. Tháng 7 năm 1994 sao chổi Shoemaker-Levy 9 đâm vào Sao Mộc với vận tốc 60 km/s, nhưng trước đó đã vỡ thành hai mảnh lớn có đường kính từ 1 -10 km, để lại các vết thương trên Sao Mộc trong nhiều tháng. Ngay sau khi các mảnh sao chổi đi vào khí quyển Sao Mộc, một vụ nổ làm vật chất bắn lên trên lớp mây 3.000 km, tạo ra sóng xung kích có đường kính cỡ bằng đường kính Trái Đất.[Chú thích của tác giả](#)
79. Gervase of Canterbury (1141-khoảng 1210): nhà chép sử Anh.[Chú thích của tác giả](#)
80. Hiện nay giả thuyết hổ miêng phễu Giordano Bruno hình thành vào thế kỷ 12 xem như đã bị bác bỏ. Thứ nhất, vào ngày 25/6/1178, Mặt Trăng ở rất gần phía Mặt Trời (sau kỳ không trăng hơn một ngày), nên khó có thể nhìn thấy rõ cái gì. Thứ hai, phân tích do Paul Withers ở Đại học Arizona tiến hành, đã chỉ ra rằng một vụ va chạm tạo nên hổ phễu kích thước 22 km thì sẽ phải làm bắn ra 10 triệu tảng mảnh vụn về phía Trái Đất. Điều này sẽ dẫn đến mưa sao băng khá mạnh kéo dài khoảng một tuần, nhưng không thấy sử sách ở đâu ghi lại. Thứ ba, Withers cũng phân tích lại số liệu định vị Mặt Trăng bằng laser và chỉ ra rằng nguyên nhân dao động nằm ở phần nhân lỏng bên trong Mặt Trăng.[Chú thích của tác giả](#)
81. Trên Sao Hỏa, nơi sự bào mòn có hiệu quả hơn nhiều, tuy có nhiều miêng phễu nhưng hầu như không thấy có hổ miêng phễu tỏa tia, đúng như dự đoán. (*Chú thích của tác giả*)[Chú thích của tác giả](#)
82. Đến năm 1989 người ta đã biết chắc chắn rằng Sao Hải Vương có sáu vành khá hẹp, trong đó điều lạ nhất là một vành bị đứt đoạn thành những cung rời chứ không phải là vòng tròn khép kín.[Chú thích của tác giả](#)
83. Theo như tôi biết, cỗ găng đầu tiên theo hướng không thần bí hóa nhằm giải thích một sự kiện lịch sử bằng tác động của sao chổi là giả định của Edmund Halley cho rằng nạn Đại hồng thủy là do “một cú sốc va đập tình cờ của một sao chổi” gây ra. (*Chú thích của tác giả*)[Chú thích của tác giả](#)
84. Dấu triện hình trụ của Adda, có niên đại vào giữa thiên niên kỷ thứ ba trước Công nguyên, thể hiện rõ Inanna, nữ thần Sao Kim, tức Sao Mai, và là tiền thân của nữ thần Ishtar của người Babylon. (*Chú thích của tác giả*)[Chú thích của tác giả](#)
85. Nghĩa là gấp khoảng 30 triệu lần khối lượng của sao chổi nặng nhất mà người ta biết đến. (*Chú thích của tác giả*)[Chú thích của tác giả](#)
86. Ánh sáng là chuyển động sóng; tần số của nó, lấy ví dụ, là số đỉnh sóng đi vào một dụng cụ phát hiện, chẳng hạn võng mạc, trong một đơn vị thời gian cho trước, chẳng hạn một giây. Tần số càng cao thì bức xạ càng nhiều năng lượng. (*Chú thích của tác giả*)[Chú thích của tác giả](#)
87. Hải cảng ở Đông Nam nước Anh.[Chú thích của tác giả](#)
88. Pioneer Venus là chuyến bay thành công của Mỹ thời kỳ 1978-79, kết hợp một tầng quỹ đạo và bốn cỗ máy thăm dò đi vào khí quyển, hai cái trong đó chỉ “sống” được một thời gian ngắn ngủi trong môi trường khắc nghiệt của bề mặt Sao Kim. Có nhiều chi tiết rất thú vị trong việc lắp ráp tàu vũ trụ thám hiểm các hành tinh. Đây là một ví dụ: trong số thiết bị dụng cụ của các cỗ máy thăm dò có một bức xạ kế thông lượng lưỡng, dùng để đo đồng thời lượng năng lượng hồng ngoại đi lên trên và đi xuống dưới tại từng vị trí trong khí quyển Sao Kim. Thiết bị này đòi hỏi một cửa sổ bền vững nhưng lại phải trong suốt đối với bức xạ hồng ngoại. Một viên kim cương 13,5 carat được nhập khẩu để gia công lắp vào cửa sổ kia. Tuy nhiên nhà thầu chế tạo phải đóng thuế nhập khẩu 12.000 đô la. Cuối cùng Cục Hải quan Hoa Kỳ kết luận rằng sau khi kim cương được phóng lên Sao Kim thì nó không thể lưu thông thương mại trên Trái Đất được nữa, nên quyết định hoàn lại tiền thuế cho nhà chế tạo. (*Chú thích của tác giả*)[Chú thích của tác giả](#)
89. Mức rất ít đến nỗi không định lượng nổi.[Chú thích của tác giả](#)

90. Sao Kim trong nhiều ngôn ngữ phương Tây được đặt tên là Venus, nữ thần tình yêu.
91. Trong cảnh quan ngột ngạt như thế, chắc là không thể có cái gì sống được, ngay cả những sinh vật rất khác chúng ta. Các phân tử hữu cơ và phân tử sinh học khác mà ta có thể hình dung được đều sẽ vỡ tan thành từng mảnh. Nhưng cứ cho là sự sống tồn tại được, và chúng ta hãy tưởng tượng rằng sinh vật có trí tuệ đã phát triển trên một hành tinh như vậy. Khi đó loài sinh vật ấy có sáng tạo ra khoa học không? Sự phát triển của khoa học trên Trái Đất được thúc đẩy cơ bản bởi những quan sát về các quy luật đều đặn của các ngôi sao và hành tinh. Nhưng Sao Kim hoàn toàn bị mây che phủ. Đêm dài đến phát ghen - bằng khoảng 59 ngày Trái Đất - nhưng nếu nhìn lên bầu trời đêm của Sao Kim thì chẳng ai trông thấy tí gì của vũ trụ thiên văn. Ngay cả Mặt Trời cũng không thấy được vào ban ngày; ánh sáng của nó bị phân tán và tản mát khắp cả bầu trời - hết như một khói sáng tỏa đều khắp mà người thợ lặn sâu nhìn thấy từ dưới biển. Nếu xây lắp kính thiên văn vô tuyến trên Sao Kim, thì nó mới có thể phát hiện được Mặt Trời, Trái Đất và các thiên thể xa xôi khác. Nếu vật lý thiên văn phát triển, thì sự tồn tại của các sao rốt cuộc được suy ra từ những nguyên lý của vật lý, có nghĩa chúng chỉ là những cấu trúc lý thuyết mà thôi. Thỉnh thoảng tôi tự hỏi phản ứng của “người Sao Kim” sẽ như thế nào khi một ngày kia họ biết bay trong không khí dày đặc, xuyên qua tấm màn mây bí ẩn cách 45 km trên đầu họ và vượt lên trên tầng mây, nhìn lên và lần đầu tiên mục sở thị vũ trụ huy hoàng chứa Mặt Trời, các hành tinh và các ngôi sao. (Chú thích của tác giả)
92. Cho đến nay vẫn chưa rõ về nồng độ hơi nước trên Sao Kim. Máy sạc ký khí trên các cỗ máy thăm dò của tàu Pioneer Venus cho biết nồng độ nước trong khí quyển lớp dưới vào khoảng vài phần nghìn. Mặt khác, những phép đo hồng ngoại thực hiện bởi các tàu đi vào khí quyển Venera 11 và 12 của Liên Xô lại cho kết quả nồng độ khoảng một phần vạn. Nếu dựa vào số liệu trước thì二氧化cacbon và hơi nước đủ để nhốt chặt toàn bộ bức xạ nhiệt từ bề mặt và giữ cho nhiệt độ mặt đất Sao Kim ở mức khoảng 480°C . Nếu áp dụng số liệu sau - tôi đồ rằng nó đáng tin cậy hơn - thì二氧化cacbon và hơi nước chỉ đủ để giữ cho nhiệt độ bề mặt ở mức 380°C và cần có những thành phần khác trong khí quyển để đóng kín nốt các cửa sổ hồng ngoại còn sót trong hiệu ứng nhà kính của khí quyển. Tuy nhiên, những lượng nhỏ SO_1 , CO và HCL được phát hiện tồn tại trong khí quyển Sao Kim dường như cũng đủ để làm việc này. Vậy là những chuyến tàu thám hiểm của Mỹ và Liên Xô tới Sao Kim có vẻ như đã cung cấp những xác nhận rằng hiệu ứng nhà kính chính là nguyên nhân của hiện tượng nhiệt độ bề mặt ở mức cao. (Chú thích của tác giả)
93. Con nhân sư được xây trước Công nguyên khoảng 2.500 năm, do đó chỉ cách ngày nay khoảng 4.500 năm.
94. Chính xác hơn, cứ 500.000 năm thì có một hố phễu do va đập đường kính 10 km được tạo ra trên Trái Đất. Nó sẽ chịu được sự xói mòn trong khoảng 300 triệu năm ở những khu vực ổn định về địa chất như châu Âu và Bắc Mỹ. Những hố phễu nhỏ hơn sinh ra thường xuyên hơn và bị phá hủy nhanh hơn, nhất là ở những vùng có hoạt động địa chất mạnh mẽ và thường xuyên. (Chú thích của tác giả)
95. Albedo (hệ số phản xạ) là phần tỷ lệ ánh sáng mặt trời tới một hành tinh bị phản xạ lại không gian. Albedo của Trái Đất vào khoảng từ 30-35%. Phần ánh sáng còn lại bị đất hấp thụ và đóng vai trò chính đối với nhiệt độ trung bình bề mặt. (Chú thích của tác giả)
96. Tác giả chơi chữ: blue còn có nghĩa là xanh, đối nghịch với hành tinh đỏ.
97. Năm 1938, truyện này được Orson Welles chuyển thể đưa lên đài phát thanh. Ông đã thay đổi địa điểm đổ bộ của người Sao Hỏa từ Anh sang Mỹ, khiến hàng triệu người Mỹ đang bồn chồn vì

không khí được mùi chiến tranh lại hoảng sợ vì tưởng người Sao Hỏa tấn công thực sự. (Chú thích của tác giả)

98. Isaac Newton đã viết: “Ngay cả khi lý thuyết chế tạo kính thiên văn được thực hiện đầy đủ trong thực tế, thì vẫn còn những hạn chế mà bản thân kính thiên văn không thể vượt qua. Đó là việc không khí mà chúng ta phải nhìn xuyên qua nó để quan sát các ngôi sao luôn luôn dao động... Giải pháp duy nhất là có được một vùng không khí tĩnh lặng, cái này có thể tìm thấy trên những ngọn núi cao nhất nhô lên trên những đám mây thô nặng.” (Chú thích của tác giả)
99. Một dặm bằng 1.609 m.
100. Tác giả văn Herbert George Wells (1866-1946) và đạo diễn Orson Welles (1915-1985).
101. Nguyên văn: *thoat*, con vật tám chân hư cấu trong truyện.
102. Nếu nói chặt chẽ thì chỉ nước nào tự chế tạo được tên lửa mang tàu vũ trụ mới được coi là cường quốc vũ trụ. Theo nghĩa đó thì đến nay đã có tám cường quốc vũ trụ (theo thứ tự thời gian): Nga, Hoa Kỳ, Pháp, Nhật Bản, Trung Quốc, Anh, Ấn Độ, Israel và Iran. Canada chỉ phóng tàu vũ trụ bằng tên lửa nước ngoài nên không được tính.
103. Flying Dutchman: theo huyền thoại dân gian châu Âu từ thời Trung đại, là con tàu lang thang vô định ngoài biển không bao giờ về bến.
104. Tác giả đã nhầm. Mỗi con tàu Viking mất chưa đến một năm để tới Sao Hỏa: Viking 1 phóng ngày 20/8/1975, vào quỹ đạo quanh Sao Hỏa ngày 19/6/1976 và hạ xuống Sao Hỏa ngày 20/7/1976; Viking 2 phóng ngày 9/9/1975, vào quỹ đạo quanh Sao Hỏa ngày 7/8/1976 và hạ xuống Sao Hỏa ngày 3/9/1976.
105. Đã có một sự xôn xao ngắn ngủi khi dường như người ta tìm thấy một chữ B hoa, được cho là nét chữ của người Sao Hỏa, trên một tảng đá nhỏ ở Chryse. Nhưng những phân tích về sau cho thấy đó là trò ảo thuật của ánh sáng và bóng tối cộng với cái tài của con người nhìn đâu cũng thấy hình tượng có ý nghĩa, và lại thật là kỳ diệu nếu như người Sao Hỏa cũng nghĩ ra bộ chữ cái Latin độc lập với người Trái Đất. Thế mà đã có lúc trong tâm trí tôi lại vọng về dư âm xa xôi của một từ đã quen từ thuở nhỏ: Barsoom. (Chú thích của tác giả)
106. Cái lớn nhất có đáy rộng 3 km, cao 1 km - cao hơn nhiều các kim tự tháp Sumer, Ai Cập hay Mexico trên Trái Đất. Chúng dường như rất cổ và bào mòn, có lẽ chỉ là những ngọn núi nhỏ bị cát cắt khía qua bao thế kỷ. Nhưng tôi đảm bảo rằng chúng đáng được xem xét kỹ lưỡng. (Chú thích của tác giả)
107. Ngày 4/7/1997 phòng thí nghiệm vũ trụ Mars Pathfinder của Hoa Kỳ đã hạ cánh xuống Sao Hỏa, mang theo xe tự hành Sojourner. Chiếc xe sáu bánh này nặng 10,5 kg, dài 65 cm, rộng 48 cm, cao 30 cm, có phòng thí nghiệm để thành phần hóa học của đất Sao Hỏa. Liên lạc được duy trì đến ngày 27/9/1997 thì mất. Mars Pathfinder đã được đặt tên là Trạm Tưởng nhớ Carl Sagan.
108. Có thể lấy một so sánh khác: một trứng đã thụ tinh đi từ vòi trứng vào làm tổ trong tử cung bằng thời gian tàu Apollo 11 thực hiện chuyến bay lên Mặt Trăng; và phát triển thành một đứa trẻ đầy đủ cũng bằng thời gian Viking lên Sao Hỏa. Đời người bình thường dài hơn thời gian Voyager du hành vượt ra khỏi quỹ đạo Sao Diêm Vương. (Chú thích của tác giả)
109. Tỉnh cũ ven biển của Bồ Đào Nha, quê hương của nhiều người bôn ba chinh phục châu Mỹ.
110. Bỉ trước đây là một phần của Hà Lan, mãi đến năm 1830 mới tách ra độc lập.

- |11. Chúng ta còn biết cả những món quà họ dâng lên cung đình. Hoàng hậu được biếu “sáu hòn nhỏ đựng các bức tranh vẽ thợ lặn”; còn hoàng đế nhận được “hai bọc quế”. (Chú thích của tác giả) [_](#)
- |12. Năm 1979, Giáo hoàng John Paul (Gioan Phaolô) II thận trọng đề xuất việc bãi bỏ bản án của “Tòa án Giáo hội” tuyên đối với Galileo 346 năm trước đó. (Chú thích của tác giả) [_](#)
- |13. Bốn vệ tinh Io, Europa, Ganymede và Callisto do Galileo phát hiện được gọi chung là các vệ tinh Galileo. Ganymede và Callisto lớn hơn cả Sao Diêm Vương. [_](#)
- |14. Sự dũng cảm của Galileo (và Kepler) trong việc truyền bá giả thuyết nhật tâm không thấy thể hiện rõ trong hành động của những người khác, cho dù họ sống ở những nơi của châu Âu không quá cuồng tín với giáo lý Nhà thờ. Chẳng hạn, trong lá thư để tháng 4 năm 1634, René Descartes, khi ấy đang sống ở Hà Lan, đã viết: Chắc ông cũng biết rằng Galileo mới bị giới chức của Tòa án Đức tin của Giáo hội kết tội, và quan điểm của ông ấy về chuyển động của Trái Đất bị lên án là quan điểm dị giáo. Tôi phải nói với ông rằng tất cả những gì tôi giải thích trong khảo luận của tôi, trong đó có cả học thuyết về chuyển động của Trái Đất, đều thuộc lẫn nhau đến mức chỉ cần phát hiện được một chỗ sai thì tất cả các lý lẽ tôi sử dụng đều sẽ chơi vơi hết. Tuy tôi nghĩ rằng chúng dựa trên những chứng minh rất chắc chắn và hiển nhiên, tôi vẫn không muốn, vì bất cứ lý do gì trên đời này, bám lấy chúng để chống lại quyền uy của Giáo hội... Tôi muốn sống yên ổn và tiếp tục cuộc sống mà tôi đã bắt đầu theo phuơng châm để sống tốt bạn phải sống một cách kín đáo. (Chú thích của tác giả) [_](#)
- |15. Có lẽ truyền thống thám hiểm khai phá này đã góp phần vào việc cho tới hôm nay, Hà Lan đã sản sinh ra số nhà thiên văn xuất sắc bình quân đầu người vượt xa con số trung bình của thế giới, trong đó có Gérard Peter Kuiper, người mà vào những năm 1940 và 1950 là nhà thiên văn vật lý hành tinh làm việc toàn thời gian duy nhất trên thế giới. Chuyên môn này thời đó bị các nhà thiên văn chuyên nghiệp ít ra cũng coi là không được danh giá cho lắm, bị mang tiếng vì những bối đồng kiểu Lowell. Tôi rất vui sướng được làm học trò của Kuiper. (Chú thích của tác giả) [_](#)
- |16. Isaac Newton rất khâm phục Christiaan Huygens và coi ông là “nhà toán học cù khôi nhất” thời đó và là người kế tục đúng đắn nhất truyền thống toán học của người Hy Lạp cổ đại - một lời khen giá trị nhất cả vào thời điểm đó lẫn bây giờ. Newton cho rằng, vì một phần các bóng râm có đường viền sắc nét, nên ánh sáng hành xử như thể chúng là một dòng những hạt tí hon. Ông cho rằng ánh sáng đó gồm những hạt lớn nhất, còn ánh sáng tím gồm những hạt nhỏ nhất. Huygens thì lý luận rằng ánh sáng hành xử như thể đó là sự truyền sóng trong chân không, giống như sóng biển ngoài đại dương - vì thế chúng ta nói đến bước sóng và tần số ánh sáng. Nhiều tính chất của ánh sáng, trong đó có sự nhiễu xạ, được giải thích một cách tự nhiên bằng lý thuyết sóng, do vậy trong những năm sau đó quan điểm của Huygens chiếm thế thượng phong. Nhưng đến năm 1905, Einstein chứng tỏ rằng lý thuyết hạt về ánh sáng có thể giải thích được hiệu ứng quang điện, tức hiện tượng các electron bắn ra từ kim loại khi bị một chùm sáng chiếu vào. Cơ học lượng tử kết hợp cả hai quan niệm, và ngày nay người ta nghĩ rằng trong một số trường hợp, ánh sáng hành xử như một chùm hạt, còn trong một số trường hợp khác lại hành xử như một con sóng. Tính nhị nguyên sóng-hạt không phù hợp lắm với các quan niệm “lành mạnh” thông thường của chúng ta, nhưng nó ăn khớp khá tốt với những động thái của ánh sáng trong các thí nghiệm. Có điều gì đó bí ẩn và khuấy động trong cuộc hôn phối của hai thái cực đối lập nhau, cũng giống như việc Newton và Huygens, cả hai đều không lấy vợ, là cha đẻ của tri thức hiện đại của chúng ta về bản chất của ánh sáng. (Chú thích của tác giả) [_](#)
- |17. Galileo là người đầu tiên phát hiện ra các vành này, nhưng ông không hiểu đó là cái gì. Qua kính viễn vọng thiên văn sơ khai của Galileo, chúng giống như hai vật gì đó gắn một cách đối xứng vào Sao Thổ, mà Galileo cũng lúng túng bảo rằng trông tựa như hai cái tai. (Chú thích của tác giả) [_](#)

- |18. Chỉ ít người có quan điểm tương tự. Trong cuốn *Harmonice Mundi* (*Sự hài hòa của thế giới*), Kepler nhận xét rằng “về sự hoang vu trơ trọi của các quả cầu trên trời, thì chính Tycho Brahe có ý kiến cho rằng nó không tồn tại một cách vô ích mà chưa đầy người ở. (Chú thích của tác giả)
- |19. Những câu chuyện như vậy đã trở thành kho tàng truyền thống của con người; mà nhiều chuyện trong số đó, kể từ khi con người bắt đầu thám hiểm, mang mô típ vũ trụ. Ví dụ, các chuyến hải hành vào thế kỷ 15 đến Indonesia, Sri Lanka, Ấn Độ, bán đảo Ả Rập và châu Phi của người Trung Hoa thời nhà Minh được Phí Tín, một trong những người tham gia, kể lại trong một cuốn sách tranh viết cho hoàng đế, nhan đề Tinh tra thắng lâm (Đi bè sao thưởng lâm thắng cảnh). Tiếc rằng các tranh đã mất, tuy lời văn còn lưu được đến ngày nay. (Chú thích của tác giả)
- |20. Nói chính xác thì chỉ có Ganymede (đường kính 5.268 km) lớn hơn Sao Thủy (đường kính 4.880 km), còn Callisto (đường kính 4.820 km) lớn xấp xỉ Sao Thủy. Hai vệ tinh còn lại là Io (đường kính 3.636 km) và Europa (đường kính 3.130 km) đều nhỏ hơn Sao Thủy.
- |21. Tên gọi vệ tinh Europa cũng cùng nguồn gốc với tên gọi châu Âu, thậm chí có khi trùng nhau, trong các ngôn ngữ phương Tây (Europe).
- |22. Hiện tượng khí quyển có thực trên Sao Mộc. Nó có kích thước khoảng 15.000 km x 30.000 km và được phát hiện từ khi loài người quan sát được chi tiết qua kính thiên văn vào thế kỷ 17.
- |23. Tức vệ tinh Ananke.
- |24. Sau này người ta thấy rằng Io là thiên thể có hoạt động núi lửa nhất hệ Mặt Trời, với hàng trăm núi lửa, có trường hợp phun cao tới 300 km.
- |25. Giữa hành tinh khí và ngôi sao có một loại thiên thể “chuyển tiếp” gọi là sao lùn nâu. Đây là những ngôi sao “thui chột”, không đủ nặng, đặc và nóng để duy trì phản ứng tổng hợp hạt nhân làm cho nó phát sáng. Tuy nhiên chúng bức xạ hồng ngoại rất mạnh, do đó còn được gọi là sao hồng ngoại. Thông thường người ta cho rằng sao lùn nâu có khối lượng nằm trong khoảng lớn gấp từ 13 lần (giới hạn tối thiểu để khởi phát phản ứng tổng hợp hạt nhân) đến 80 lần khối lượng Sao Mộc.
- |26. Chất siêu dẫn nhiệt độ cao mà vẫn duy trì được trạng thái siêu dẫn ở nhiệt độ trong phòng đã được khám phá ra vào các năm 1986-1987 nhưng đã không dẫn đến một cuộc cách mạng trong ngành điện tử học. Có hai lý do chính: thứ nhất là gỗm siêu dẫn được tìm ra rất giòn, gần như không thể gia công tạo hình dạng thích hợp, thứ hai là khi dòng điện chạy qua lớn đến một mức nào đó thì trạng thái siêu dẫn cũng mất đi.
- |27. Vì xét đến vận tốc hữu hạn của ánh sáng (xem Chương VIII). (Chú thích của tác giả)
- |28. Hiện nay người ta đã phát hiện được hơn 60 vệ tinh, trong đó có những vệ tinh rất nhỏ.
- |29. Titan với đường kính 5.152 km hiện nay được xác định là vệ tinh lớn thứ hai trong hệ Mặt Trời, sau vệ tinh Ganymede của Sao Mộc với đường kính 5.268 km.
- |30. Quan điểm của Huygens, người đã phát hiện ra Titan năm 1655 là: “Có người nào nhìn ngắm và đối chiếu hai hệ [Sao Mộc và Sao Thổ] với nhau mà không kinh ngạc trước kích thước khổng lồ và đám vệ tinh tùy tung cao sang của hai hành tinh này nếu so với Trái Đất nhỏ nhoi đến tội nghiệp của chúng ta? Hay người ta buộc phải nghĩ rằng Đấng Tạo hóa sáng suốt kia lại sắp xếp để tất cả lũ Động vật và Thực vật của ngài dồn tuốt vào nơi đây, lại lo cung cấp và trang hoàng cho mỗi chốn này, mà bỏ mặc tất cả các thế giới kia trần trụi, không bóng một cư dân nào, những kẻ có thể thán phục và tôn thờ Ngài; hay tất cả những thiên thể tài tình kia được sinh ra chỉ cốt để lấp lánh sáng và là đối tượng nghiên cứu của một dùm người trong đám học giả chúng ta?” Vì Sao Thổ quay một vòng quanh Mặt

Trời mất 30 năm, nên các mùa trên Sao Thổ và các vệ tinh của nó dài hơn rất nhiều so với trên Trái Đất. Về những cư dân giả định trên các vệ tinh của Sao Thổ, Huygens viết: “Không thể có chuyện với những mùa đông dai dẳng như thế mà cách sống của họ không khác chúng ta một cách căn bản.” (Chú thích của tác giả)

- |31. Hai ngôi sao điện ảnh Mỹ nổi tiếng từng đóng chung trong vài bộ phim: Clark Gable (1901-1960) và Jean Harlow (1911-1937).
- |32. Không nên coi thường cách hiếu lửa là một vật sống, cần được bảo vệ và chăm sóc, như một quan niệm “nguyên thủy”. Quan niệm ấy được tìm thấy ở gần ngay cội nguồn của nhiều nền văn minh hiện đại. Nhà nào thời Hy Lạp và La Mã cổ đại hoặc trong cộng đồng người Bà La Môn ở Ấn Độ đều có một bếp lò và một hệ thống quy định chặt chẽ về việc gìn giữ lửa. Ban đêm than được phủ tro để ủ nhiệt; sáng ra các cành cây khô được đưa vào để khơi bùng ngọn lửa. Lửa mà chết trong bếp lò được coi là tương đương với cái chết của gia đình. Trong cả ba nền văn hóa trên, nghi lễ với bếp lò được gắn với thờ cúng tổ tiên. Đây là nguồn gốc của ngọn lửa đời đời bất diệt, một biểu tượng vẫn được sử dụng rộng rãi trong các nghi thức tôn giáo, tưởng niệm, chính trị và thể thao trên khắp thế giới. (Chú thích của tác giả)
- |33. Dấu chấm than chỉ lối bật lưỡi, chạm vào mặt trong răng nanh, đồng thời phát âm chữ K. (Chú thích của tác giả)
- |34. Xin đừng nhầm lẫn, Ionia không nằm trên biển Ioni; nó được đặt tên bởi những người dân định cư đến từ vùng đất thuộc địa ven biển Ioni. (Chú thích của tác giả)
- |35. Có vài bằng chứng rằng các chuyện thần thoại sáng thế của người Sumer thuở đầu, có trước thần thoại Babylon, là những giải thích mang tính tự nhiên học, sau này được hệ thống hóa trong sử thi Enuma elish (“Khi ở trên cao”, đoạn đầu của thi phẩm); nhưng về sau các thần đã thay thế Tự nhiên, và thần thoại đã gợi ra thuyết về nguồn gốc các thần chứ không phải thuyết về nguồn gốc vũ trụ. Enuma elish làm người ta liên tưởng đến thần thoại Nhật Bản và Ainu, theo đó vũ trụ đầy bùn ban đầu được đôi cánh của một con chim đập liên hồi, làm tách đất khỏi nước. Thần thoại sáng thế của người Fiji nói: “Rokomautu đã tạo ra đất. Ngài hất đất từ dưới đáy biển lên từng vốc to và đắp thành đống chỗ này chỗ kia. Đó là các đảo của Fiji.” Lấy đất từ nước là một ý tưởng khá tự nhiên đối với dân hải đảo và dân đi biển. (Chú thích của tác giả)
- |36. Thánh Augustine (354-430): nhà thần học của giáo hội Kitô.
- |37. Thời đó cả chiêm tinh học cũng được coi là khoa học. Đây là một đoạn lời khuyên của Hippocrates: “Phải cẩn thận với hiện tượng các sao mọc, nhất là Sao Chó [Sirius], rồi sao Arcturus, cũng như hiện tượng lặn của cụm sao Tua Rua (Pleiades)”. (Chú thích của tác giả)
- |38. Thí nghiệm được thực hiện nhằm hỗ trợ cho một lý thuyết hoàn toàn sai lầm về tuần hoàn máu, nhưng ý tưởng tiến hành bất kỳ một thí nghiệm nào để thử Tự nhiên là một sáng kiến quan trọng. (Chú thích của tác giả)
- |39. Về sau Eudoxus và Archimedes cũng đã lọt qua ranh giới của phép tính các vô cùng bé. (Chú thích của tác giả)
- |40. Đơn vị tiền tệ được sử dụng ở Hy Lạp cho đến năm 2002 thì bị đồng euro thay thế.
- |41. Thế kỷ 6 trước Công nguyên là thời của cao trào trí tuệ và tinh thần nỗi bật trên khắp hành tinh. Đó không chỉ là thời của Thales, Anaximander, Pythagoras và những người khác ở Ionia, mà còn là thời của pharaoh Ai Cập Necho, người đã tổ chức chuyến đi vòng quanh châu Phi, của Zoroaster ở

Ba Tứ, của Khổng Tử và Lão Tử ở Trung Hoa, các nhà tiên tri ở Israel, Ai Cập và Babylon, và của Đức Phật Tất Đạt Đa (Gautama) ở Ấn Độ. Thật khó hình dung rằng các hoạt động này không liên quan gì với nhau. (Chú thích của tác giả)

- |42. Thế mà vẫn có vài ngoại lệ lý thú. Niềm đam mê đối với tỷ lệ của các số nguyên trong hòa âm âm nhạc có vẻ như dựa trên quan sát, hay thậm chí trên thí nghiệm với các âm thanh phát ra từ việc gảy các dây. Empedocles ít ra cũng một phần theo phái Pythagoras. Alcmaeon, một trong những học trò của Pythagoras, là người đầu tiên được biết đã mổ xé cơ thể người; ông phân biệt động mạch với tĩnh mạch, là người đầu tiên phát hiện ra dây thần kinh thị giác và vòi Eustachius (vòi trứng), và xác định não là trụ sở của trí tuệ (luận điểm này về sau bị Aristotle phủ nhận, ông này cho rằng trí khôn trú ngụ ở tim, rồi lại được Herophilus ở Chalcedon khôi phục), ông cũng lập ra ngành phôi thai học. Nhưng niềm say mê đối với những “thứ ô uế” đó của Alcmaeon sau này không được hầu hết các anh em đồng nghiệp phái Pythagoras chia sẻ. (Chú thích của tác giả)
- |43. Môn đồ phái Pythagoras phải tuân theo một số quy định kỳ quặc mang tính thần bí như không được ăn đậu, ăn tim, không được chạm vào gà trống trắng.
- |44. Từ này có nghĩa là “tinh túy, tinh hoa”, ghép từ các từ gốc tiếng Latin quinta (thứ năm) essentia (tinh túy).
- |45. Một người thuộc phái Pythagoras là Hippasus đã công bố bí mật về “hình cầu với mười hai ngũ giác”, tức là thập nhị diện, về sau, theo lời kể lại, khi ông này chết trong tai nạn đắm tàu, các đồng liêu trong phái Pythagoras cho rằng đó là sự trùng phạt đích đáng. Cuốn sách của Hippasus cũng bị thất truyền. (Chú thích của tác giả)
- |46. Copernicus có thể đã nắm bắt được tư tưởng ấy khi đọc Aristarchus. Những văn bản cổ mới được phát hiện hồi đó đã tạo nên sự phẫn khích cao độ trong giới đại học Italia khi Copernicus sang đó học ngành y. Trong bản thảo cuốn sách của mình, Copernicus có nhắc đến ý tưởng đi trước của Aristarchus, nhưng ông đã bỏ đoạn trích dẫn trước khi in sách. Copernicus đã viết cho Giáo hoàng Paul III trong một bức thư: “Theo Cicero, Nicetas đã nghĩ rằng Trái Đất chuyển động... Theo Plutarch [người bàn luận về Aristarchus]... một số người khác cũng có quan điểm như vậy. Chính từ nguồn này mà tôi quan tâm tới khả năng đó và tự mình suy ngẫm về sự chuyển động của Trái Đất.” (Chú thích của tác giả)
- |47. Trên thực tế Huygens sử dụng hạt thủy tinh của chuỗi hạt để làm giảm lượng ánh sáng đi qua lỗ. (Chú thích của tác giả)
- |48. Độ sáng nội tại (trong thiên văn học gọi là độ trưng), hay cấp sao tuyệt đối, phản ánh độ sáng của bản thân ngôi sao, khác với độ sáng biểu kiến, phụ thuộc vào các yếu tố ngoại cảnh (như khoảng cách đến người quan sát, sự hấp thụ ánh sáng của khí và bụi). Một ngôi sao có độ sáng nội tại lớn hơn một ngôi sao khác, nhưng có khi lại thấy mờ hơn ngôi sao kia vì ở xa hơn hẳn.
- |49. Vị trí được cho là đặc biệt này của Trái Đất, nằm ở trung tâm của Vũ trụ được biết đến thời đó, đã dẫn A. R. Wallace tới quan điểm phản bác Aristarchus. Trong cuốn sách Vị trí của con người trong Vũ trụ (1903), Wallace viết rằng hành tinh của chúng ta có lẽ là hành tinh duy nhất có người ở. (Chú thích của tác giả)
- |50. Tác giả muốn nói đến loại sao biến quang xêphêit (cepheid), tức là những sao kiểu như sao g Cephei (delta chòm Tiên Vương). Chúng có chu kỳ biến quang chính xác, tỷ lệ thuận với độ sáng nội tại (độ trưng), nên từ chu kỳ biến quang có thể tính được độ sáng thực của chúng, do đó được dùng làm “ngọn nến chuẩn” để đo khoảng cách. Có lẽ để cho đơn giản, tác giả nói rằng sao có độ sáng nội

tại không thay đổi.

- |51. Trắc nghiệm nhìn vết mực dây bẩn và nói ra liên tưởng của mình, qua đó đánh giá tâm lý và tính cách đối tượng được trắc nghiệm. Trắc nghiệm do nhà thần học Thụy Sĩ Herman Rorschach (1884-1922) nghĩ ra.
- |52. Thế Pleistocene (Canh Tân) bắt đầu từ cách đây khoảng 2-1,6 triệu năm (gần đây được điều chỉnh là 2,58 triệu năm) và kết thúc cách đây 10.000-11.500 năm. Theo truyền thống, thế này thuộc kỷ Đệ Tứ, đại Tân Sinh. Gần đây kỷ Đệ Tứ bị bãy bỏ, nên thế Pleistocene được xếp vào kỷ Neogene.
- |53. Proxima gốc tiếng Latin nghĩa là gần nhất, nên còn được dịch là Cận Tinh.
- |54. Einstein công bố thuyết tương đối hẹp vào năm 1905, trước khi Carl Sagan xuất bản cuốn sách này lần đầu tiên (năm 1980) 75 năm.
- |55. Năm 1894, do làm ăn thua lỗ, gia đình Einstein rời nước Đức sang Ý tìm kiếm vận may, riêng Einstein ở lại quê nhà học nốt trung học. Nhưng năm sau, Einstein bỏ học khi cậu 16 tuổi và sang Ý đoàn tụ với gia đình.
- |56. g là chữ đầu của từ gravity trong tiếng Anh, nghĩa là trọng lực hay lực hấp dẫn.
- |57. Tác giả làm tròn số: $g = 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 0,01 \text{ km/s}^2$; 1 năm = 365 (ngày) x 24 (giờ) x 60 (phút) x 60 (giây) = 31.536.000 giây $\approx 3 \times 10^7$ s.
- |58. Hiện nay người ta đã xác định có nhiều khả năng là sao Barnard không có hành tinh (xem chi tiết hơn ở đoạn sau).
- |59. Những địa danh này được đặt theo tên của Columbus.
- |60. Tức Thánh Phaolô, Sứ đồ thứ mười ba, người có công lao và ảnh hưởng rất lớn trong Kitô giáo.
- |61. Nhà toán học Hy Lạp cổ đại, sống vào thế kỷ 4-3 trước Công nguyên.
- |62. Hiện nay có thể thêm Sao Hải vương vào danh sách này, vì nó có hệ vệ tinh gồm 13 vệ tinh, trong đó 11 vệ tinh được phát hiện từ năm 1989 đến nay (sau khi Sagan viết cuốn sách này).
- |63. Năm 2004, lần đầu tiên các nhà thiên văn chụp được ảnh hồng ngoại của một hành tinh ngoài hệ Mặt Trời, và đến năm 2008 thì chụp được ảnh hành tinh ngoài hệ Mặt Trời ở dải ánh sáng thông thường.
- |64. Chuyển động thực trong không gian của một ngôi sao gồm hai phần: chuyển động riêng theo hướng vuông góc với hướng nhìn (hướng từ sao đến người quan sát), dễ phát hiện trực tiếp; và chuyển động xuyên tâm theo hướng nhìn, chỉ phát hiện được bằng cách gián tiếp dựa theo hiệu ứng Doppler.
- |65. Những nghiên cứu trên về sau bị coi là sai lầm, và cho đến nay vẫn chưa phát hiện ra hệ hành tinh quanh sao Barnard. Nghiên cứu gần đây cho thấy ít nhất cũng không thể có hành tinh với khối lượng lớn hơn 7,5 khối lượng Trái Đất ở sao Barnard.
- |66. Từ khi hành tinh đầu tiên quay quanh một ngôi sao thông thường được phát hiện và công nhận năm 1995, tính đến tháng 1/2010, đã có 429 hành tinh ngoài hệ Mặt Trời được phát hiện và chính thức công nhận.
- |67. Trước đây người ta tưởng rằng các proton phân bố đều khắp ở đám mây điện tử, chứ không tập trung ở hạt nhân mang điện dương nằm ở chính giữa. Hạt nhân được Ernest Rutherford ở Cambridge

khám phá ra khi một số hạt bắn phá bị nẩy bật trở lại ngược hướng ban đầu. Rutherford nhận xét: “Một sự việc hoàn toàn không thể tin nổi đã xảy ra trong đời tôi. Nó cũng khó tin như thể bạn bắn một viên đạn pháo 15 inch vào một mẩu giấy lau mà viên đạn bặt lại trúng vào bạn.” (Chú thích của tác giả)

- [68.] Arthur Eddington (1882-1944): nhà vật lý Anh, người có các công trình về cấu tạo và sự tiến hóa của các sao.
- [69.] Thường gọi là lực điện từ.
- [70.] Tinh thần của sự tính toán này rất xưa. Những câu mở đầu của Archimedes trong cuốn Nhẩm tính cát của ông như sau: “Tâu đức vua Gelon, một số người nghĩ rằng số cát là nhiều vô hạn; cát ở đây ý nói số cát có không chỉ ở quanh Syracuse và phần còn lại của Sicily, mà cả số cát tìm thấy ở mọi nơi, dù có người ở hay không có người ở. Lại cũng có người không coi số cát nhiều vô hạn, nhưng vẫn nghĩ rằng chưa có số nào được đặt tên đủ lớn để vượt số cát khổng lồ ấy.” Rồi Archimedes không chỉ gọi tên số đó mà còn tính toán ra nó. Sau đó ông hỏi bao nhiêu hạt cát xếp liền nhau sẽ tập hợp thành vũ trụ mà ông biết. Con số ước lượng của ông là 10^{63} , tương ứng với khoảng 10^{83} nguyên tử, trùng hợp kỳ lạ với ước tính hiện nay. (Chú thích của tác giả)
- [71.] Ở Việt Nam thường dùng ký hiệu ∞ .
- [72.] Silic (silicon) là một nguyên tử. Silicon (silicone) là một phân tử, một trong số hàng tỷ dạng thế khác nhau có chứa silic. Silic và silicon có những tính chất và ứng dụng khác nhau. (Chú thích của tác giả)
- [73.] Trái Đất là ngoại lệ, vì hyđrô nguyên thủy, được níu giữ khá yếu bởi lực hấp dẫn tương đối yếu của hành tinh chúng ta, đã thoát vào không gian một phần lớn. Sao Mộc, với lực hấp dẫn mạnh mẽ hơn, đã giữ được phần lớn lượng ban đầu của nguyên tố nhẹ nhất này. (Chú thích của tác giả)
- [74.] Suy sập hấp dẫn (gravitational collapse): sự co lại rất nhanh của vật thể khí và bụi, sao...) do tác dụng của lực hấp dẫn giữa các phần bên trong vật thể.
- [75.] Năm 1987, người ta đã ghi nhận được hiện tượng thông lượng nơtrinô tăng lên mạnh, từ một sao siêu mới bùng nổ trong Đám Mây Magellan Nhỏ (một thiên hà lùn).
- [76.] Chim phượng hoàng trong thần thoại Ai Cập và Phoenicia là chim thần tự cháy trong lửa rồi tự tái sinh từ tro tàn của chính mình.
- [77.] Những ngôi sao nặng hơn Mặt Trời đạt đến nhiệt độ và áp suất ở tâm cao hơn trong giai đoạn tiến hóa cuối cùng của chúng. Chúng có khả năng vọt đứng dậy từ tro tàn của chính chúng không chỉ một lần, bằng cách sử dụng cacbon và ôxy làm nhiên liệu để tổng hợp ra những nguyên tố còn nặng hơn. (Chú thích của tác giả)
- [78.] Người Aztec đã đoán trước về một thời “khi Trái Đất trở nên mệt mỏi..., khi hạt giống Trái Đất sẽ chấm dứt”. Vào ngày đó, họ tin rằng Mặt Trời sẽ rơi từ trên trời xuống, còn các sao sẽ bong khỏi trời. (Chú thích của tác giả)
- [79.] Theo số liệu hiện nay, sự tiêu tán khối lượng tối đa không quá 10-20% khối lượng Mặt Trời.
- [80.] Suy biến: trạng thái vật chất ở áp suất cực cao, đến nỗi các nguyên tử không còn cấu trúc thông thường (chẳng hạn, bị mất mây điện tử bao quanh) và tuân theo các định luật của cơ học lượng tử.
- [81.] Các nhà quan sát Hồi giáo cũng ghi lại hiện tượng này. Chỉ mỗi ở châu Âu người ta không thấy có một lời nào nhắc đến nó trong các biên niên sử. (Chú thích của tác giả)

182. Năm 1606 Kepler đã xuất bản một cuốn sách có nhan đề De Stella Nova (Về Sao Mới), trong đó ông băn khoăn không biết sao siêu mới có phải là kết quả ghép nối ngau nhiên của các nguyên tử trên trời hay không, ông tiết lộ rằng điều ông nói "... không phải ý kiến của tôi, mà là ý kiến của vợ tôi. Hôm qua, khi đã thăm mệt vì viết lách, tôi được giục ngồi vào ăn tối, và món xa lát mà tôi yêu cầu trước đó đã được đặt trước mặt tôi. Tôi bảo: 'Hình như nếu những cái đĩa bằng thiếc, lá rau diếp, hạt muối, giọt nước, giấm, dầu ăn và những miếng trứng cứ bay trong không gian mãi mãi thì cuối cùng chắc thế nào chúng cũng ngẫu nhiên hợp lại thành món xa lát'. 'Phải', bà nhà tôi đáp. nhưng nó không thể tuyệt bằng món xa lát của tôi'." (Chú thích của tác giả)
183. Tia (hay bức xạ) cứng là tia có sức đâm xuyên lớn do có năng lượng cao hơn và bước sóng ngắn hơn tia mềm.
184. Pulsar là từ ghép của pulsating star, nghĩa là "ngôi sao co bóp kiểu mạch động", và được dịch là "sao mạch xung" hay "sao xung".
185. 1 g là gia tốc mà các vật đang rơi trên Trái Đất phải chịu, bằng gần 10m/s trong mỗi giây. Một hòn đá rơi sẽ đạt đến vận tốc 10 m/s sau khi rơi được một giây, 20 m/s sau hai giây, và tiếp tục tăng như thế đến khi chạm đất hoặc bị chậm lại vì ma sát với không khí. Trên một hành tinh mà gia tốc trọng trường lớn hơn nhiều, các vật rơi sẽ tăng vận tốc bằng những lượng tương ứng lớn hơn nhiều. Trên một hành tinh với gia tốc 10 g, một hòn đá sẽ rơi đạt được tốc độ 10×10 m/s hay gần 100 m/s sau giây đầu tiên, 200 m/s sau giây thứ hai, v.v. Một cái sấy chân nhẹ cũng có thể gây chết người. Gia tốc do trọng trường luôn được viết bằng chữ g thường, để phân biệt với hằng số hấp dẫn Newton - G – đặc trưng cho cường độ hấp dẫn ở mọi nơi trong vũ trụ, chứ không chỉ trên một hành tinh hay ngôi sao đang xét. (Công thức Newton liên hệ hai đại lượng này là $F = mg = GMm/r^2$, $g = GM/r^2$; M là khối lượng của hành tinh hay ngôi sao, m là khối lượng của vật rơi, và r là khoảng cách từ vật rơi đến tâm hành tinh hay ngôi sao). (Chú thích của tác giả)
186. Nhân vật trong truyện Alice õ xứ sở thần tiên.
187. Trong văn tự theo lối tượng hình thuở sơ khai của người Sumer, chữ chỉ Thượng đế là một dấu hoa thị, tượng trưng cho ngôi sao. Từ chỉ Thượng đế trong tiếng Aztec là Teotl, ký tự của nó là hình tượng Mặt Trời. Trời được gọi là Teotl, biển Thượng đế, đại dương vũ trụ. (Chú thích của tác giả)
188. Còn gọi là bức xạ phông vũ trụ hay bức xạ tàn dư. Hiện nay bức xạ này cực đại ở bước sóng khoảng 2 mm (tương ứng với tần số 160 GHz), ở dải vi sóng (vi ba).
189. Tiếng Việt thường dịch là "chuẩn tính".
190. Điều này không hoàn toàn chính xác. Mép gần của một thiên hà gần chúng ta hơn mép xa hàng vạn năm ánh sáng; do đó chúng ta nhìn thấy mặt trước của nó sớm hơn mặt sau hàng vạn năm. Nhưng một sự kiện điển hình trong động thái của thiên hà chiếm tới hàng chục triệu năm, nên sai lệch trong suy nghĩ về hình ảnh của một thiên hà bất động "chộp được" trong một khoảng khắc thời gian là khá nhỏ. (Chú thích của tác giả)
191. Vành nhẫn chứa các sao trẻ và mây phân tử tạo sao, nghiêng khoảng 20° so với mặt phẳng Ngân Hà. Được đặt theo tên của nhà thiên văn Benjamin Gould, người đầu tiên mô tả nó vào năm 1879.
192. Bản thân vật thể có thể có bất cứ màu nào, thậm chí màu lam. Dịch chuyển về phía đỏ chỉ có nghĩa là các vạch phổ xuất hiện với bước sóng dài hơn so với lúc nó đứng yên; mức độ dịch chuyển về phía đỏ tỷ lệ với cả vận tốc của vật lẫn bước sóng của vạch phổ khi vật thể đứng yên. (Chú thích của tác giả)

193. Sau này các trường hợp trên có thể giải thích bằng hiện tượng thấu kính hấp dẫn. Trường hấp dẫn của thiên hà ở gần có thể làm cong lệch hay khuếch đại ánh sáng từ các quasar xa xôi khi ánh sáng đi gần nó, giống như sự khúc xạ qua thấu kính, làm người quan sát thấy hiện ra nhiều hình ảnh của các quasar đó và tưởng như chúng ở gần nhau.
194. Bức xạ nền vũ trụ tương ứng bức xạ của một vật đen có nhiệt độ gần 3 K (-270°C). Trong vật lý, vật đen là một vật hay một hệ lý tưởng hấp thụ toàn bộ bức xạ điện từ đến nó mà không phản xạ chút gì, vì thế nên nó “đen”. Vật đen bức xạ năng lượng với các đặc trưng (chẳng hạn bước sóng) phụ thuộc vào tính chất của hệ (chẳng hạn nhiệt độ) theo định luật Planck.
195. Hiện nay người ta đã biết rằng quần thiên hà Trinh Nữ có đường kính chỉ từ 5-15 triệu năm ánh sáng. Nó nằm trong siêu quần thiên hà Trinh Nữ, có đường kính khoảng 100-300 triệu năm ánh sáng. Để so sánh, Ngân Hà có đường kính chỉ cỡ 100.000 năm ánh sáng và cũng thuộc siêu quần thiên hà Trinh Nữ.
196. Hiện nay hướng giải quyết nghịch lý này nằm ở vật chất tối. Có những bằng chứng cho thấy vật chất tối thiếu gấp khoảng 9 lần vật chất nhìn thấy được của các thiên hà. Nếu vật chất tối rất nhiều thì có thể cắt nghĩa cho những thăng giáng lớn về mật độ vật chất trong vũ trụ, dẫn đến sự phân bố vật chất không đồng đều quá lớn như hiện nay.
197. Ngày tháng trên các bản ghi chép của người Maya cũng trải sâu vào quá khứ và thỉnh thoảng lại đi rất xa vào tương lai. Một bản ghi nhắc đến một quãng thời gian hơn 100 triệu năm trước và một bản ghi khác nhắc đến những sự kiện cách đây 400 triệu năm, tuy điều này còn bị một số học giả về văn hóa Maya tranh cãi. Những sự kiện được ghi nhớ có thể là huyền thoại, nhưng thang thời gian thì đáng kinh ngạc. 1.000 năm trước khi người châu Âu đủ tinh tế để thoát ra khỏi những tư tưởng của Kinh Thánh cho rằng thế giới mới vài ngàn năm tuổi, thì người Maya đã nghĩ đến hàng triệu năm, còn người Ấn Độ đã nghĩ đến hàng tỷ năm. (Chú thích của tác giả)
198. Các định luật của tự nhiên không thể đảo lộn một cách ngẫu nhiên tại các điểm chuyển giai đoạn. Nếu vũ trụ đã trải qua nhiều kỳ dao động, nhiều định luật hấp dẫn có thể có hẵn sẽ yếu đến nỗi trong một kỳ dãn nở nào đó, vũ trụ sẽ không còn giữ được ràng buộc bên trong nữa. Một khi gặp phải tình trạng như vậy, nó sẽ bị tản mát mãi mãi mà không còn cơ hội trải qua một dao động nào nữa, đi qua một điểm chuyển giai đoạn nào nữa và chuyển sang một tập hợp các định luật tự nhiên nào nữa. Từ đó có thể suy ra rằng vũ trụ đang tồn tại hoặc là có tuổi hữu hạn, hoặc phải có những hạn chế nghiêm ngặt áp đặt lên các loại các định luật tự nhiên trong mỗi kỳ dao động. Nếu các định luật vật lý không bị thay đổi một cách ngẫu nhiên tại các điểm chuyển giai đoạn, thì tất phải có một quy luật, một tập hợp các quy tắc ổn định những định luật nào được phép tồn tại, còn những định luật nào thì không. Một tập hợp các quy tắc như vậy sẽ bao gồm một thứ vật lý mới đứng trùm lên trên thứ vật lý hiện hành. Ngôn ngữ của chúng ta không đủ phong phú; dường như không có tên gọi thích hợp cho thứ vật lý mới ấy. Cả tên gọi “paraphysics” (cận vật lý) lẫn “metaphysics” (thường dịch là siêu hình, dịch sát nghĩa là siêu vật lý) đều đã được trưng dụng để chỉ những hoạt động rất khác, và rất có thể, hoàn toàn không thích hợp. Có lẽ từ “transphysics” (ngoại vật lý) sẽ phù hợp. (Chú thích của tác giả)
199. Sau này các quan sát trên không được xác nhận.
200. Xứ Phẳng (Flatland) là tên tác phẩm của Edwin Abbott, mà người kể chuyện có tên là Hình Vuông (Square).
201. Nếu một sinh vật bốn chiều tồn tại trong vũ trụ ba chiều của chúng ta, thì nó có thể xuất hiện và biến mất tăm tùy thích, thay hình đổi dạng một cách kỳ lạ, lôi chúng ta ra khỏi những căn phòng khóa

kín và làm cho chúng ta xuất hiện từ hư vô. Nó cũng có thể lộn trái cơ thể chúng ta ra ngoài. Có vài cách thức lộn trái chúng ta: cách ít dễ chịu nhất là lôi tất cả lục phủ ngũ tạng của chúng ta ra ngoài và nhét toàn bộ vũ trụ - khí sáng giữa các thiên hà, các thiên hà, các hành tinh - vào bên trong. Tôi không dám chắc mình thích thú cái kiểu ấy. (Chú thích của tác giả)

- ?02. Tesseract gốc tiếng Hy Lạp nghĩa là bốn tia, ngụ ý mỗi đỉnh của nó có bốn đoạn thẳng (cạnh) nối với các đỉnh khác. Khối tứ chính phương bốn chiều có 16 đỉnh, 32 cạnh và 24 mặt.
- ?03. Quan điểm rằng vũ trụ đại thể nom giống nhau cho dù chúng ta quan sát từ nơi nào đi chăng nữa lần đầu tiên được Giordano Bruno đưa ra, theo những gì chúng ta biết cho đến giờ. (Chú thích của tác giả)
- ?04. Như vậy tất cả sách vở trên thế giới chứa lượng thông tin ít hơn lượng thông tin của truyền hình tại một thành phố của Mỹ trong một năm. Không phải bit nào cũng có giá trị như nhau. (Chú thích của tác giả)
- ?05. Một số loài cù tùng (sequoia) vừa lớn hơn vừa nặng hơn cá voi. (Chú thích của tác giả)
- ?06. Quần đảo thuộc bang Alaska (Hoa Kỳ) ở Bắc Thái Bình Dương.
- ?07. Trong câu chuyện này có một tình cảnh tương tự đáng nói. Kênh vô tuyến ưa thích dành cho liên lạc giữa các sao với các nền văn minh kỹ thuật khác ở gần tần số 1,42 gigahertz, là mốc vạch phổ vô tuyến của hydro, nguyên tử dõi dào nhất trong vũ trụ. Chúng ta chỉ mới bắt đầu lắng nghe các tín hiệu có nguồn gốc văn minh ở vùng tần số này. Nhưng dải tần số ấy đang ngày càng bị các luồng thông tin liên lạc dân sự và quân sự trên Trái Đất xâm phạm, mà không chỉ bởi các cường quốc lớn. Chúng ta đang gây nhiễu phá hoại kênh liên lạc giữa các sao. Mức độ tăng không kiểm soát nổi của công nghệ vô tuyến trên mặt đất có thể cản trở chúng ta liên lạc với các sinh vật thông minh ở những thế giới xa xôi. Tiếng ca của họ có thể không được đáp lại vì chúng ta không đủ ý chí kiểm soát sự ô nhiễm tần số vô tuyến và lắng nghe tín hiệu từ vũ trụ. (Chú thích của tác giả)
- ?08. Năm 1982, Ủy ban săn bắt cá voi quốc tế đã thông qua quyết định tạm cấm săn bắt cá voi cho đến khi số lượng cá voi đạt ngưỡng an toàn, có hiệu lực từ năm 1986. Một số nước như Nhật Bản, Na Uy đã phản đối quyết định này và tìm cách tiếp tục săn bắt hạn chế, lấy lý do vì mục đích khoa học. Sau một thời gian ngừng săn bắt cá voi vì mục đích thương mại, một số nước đã khôi phục việc săn bắt cá voi.
- ?09. Còn gọi là não bò sát. R là viết tắt của reptile/reptilian (bò sát).
- ?10. Vụ cháy lớn năm 1666 thiêu rụi phần lớn London; còn vụ cháy Chicago năm 1871 đã phá hủy một khu vực dài hơn 6 km, rộng 1 km, khiến 90.000 người trong số 300.000 dân mất nhà cửa.
- ?11. Nguyên văn: leaves, vừa có nghĩa là lá, vừa có nghĩa là tờ.
- ?12. Số học dựa trên số 5 hay số 10 thường như hiển nhiên đến nỗi từ “đếm” trong tiếng Hy Lạp cổ có nghĩa đen là “làm số 5”. (Chú thích của tác giả)
- ?13. Một phân tích gần đây dự đoán rằng 96% các loài dưới biển có lẽ đã chết vào thời gian này. Với mức độ tuyệt chủng cao như thế, các sinh vật ngày nay có thể đã tiến hóa từ một số ít loài không tiêu biểu sống vào cuối đại Trung sinh. (Chú thích của tác giả)
- ?14. Theo một nghĩa nào đó, sự nhất thể hóa các cá thể bằng vô tuyến đã bắt đầu diễn ra trên Trái Đất. (Chú thích của tác giả)
- ?15. Chương trình truyền hình thiếu nhi thuộc loại tiên phong, được phát vào thời kỳ 1947-1960.

- ?16. Nhắc đến bài phát biểu trên truyền hình làm mùi lòng công chúng ngày 23/9/1952 của ứng cử viên Phó Tổng thống Mỹ Nixon. Khi bị phát giác sử dụng không đúng mục đích quỹ riêng của những người ủng hộ nhằm tài trợ cho hoạt động chính trị, ngay trước khi được đảng Cộng hòa đề cử liên danh với Đại tướng Eisenhower trong cuộc chạy đua vào Nhà Trắng, Nixon đã thanh minh rằng món quà duy nhất mà ông sử dụng riêng là con chó đốm tên Checkers mà các con ông rất yêu quý và sẽ không nộp lại. Kết quả là Nixon được đảng Cộng hòa giữ lại làm ứng cử viên Phó Tổng thống và sau đó thắng cử.
- ?17. Nhắc đến chiến dịch chống cộng điên cuồng nhằm vào viên chức nhà nước và công dân Mỹ do Thượng nghị sĩ McCarthy chủ xướng vào đầu những năm 1950, được gọi là chủ nghĩa McCarthy (McCarthyism).
- ?18. Ở vào thời điểm tác giả viết cuốn sách này (năm 1980).
- ?19. Giờ đây Fourier nổi tiếng với những nghiên cứu về sự truyền nhiệt trong chất rắn, ngày nay được áp dụng để hiểu các tính chất bề mặt của hành tinh, cùng với những nghiên cứu của ông về sóng và các chuyển động có chu kỳ khác - một nhánh của toán học có tên gọi là giải tích Fourier. (Chú thích của tác giả)
- ?20. Nhóm động vật chân đốt ở biển đã tuyệt chủng, được cho là xuất hiện ở đại Cổ sinh.
- ?21. Chương trình tìm kiếm quan trọng nhất của NASA sau đó đã bị Quốc hội Mỹ cắt bỏ.
- ?22. Harry Houdini (1874-1926), nhà ảo thuật đại tài người Mỹ Do Thái gốc Hung, nổi tiếng vì những trò thoát khỏi dây trói hay xiềng xích, hoặc chui ra khỏi hòm đóng kín.
- ?23. Khi La Pérouse tuyển người cho chuyến tàu thám hiểm này ở Pháp, có nhiều thanh niên sáng láng và nhiệt tình nộp đơn xin tham gia nhưng bị từ chối. Một người trong số họ là viên sĩ quan pháo binh người Corse tên là Napoleon Bonaparte. Đây cũng là một điểm rẽ nhánh thú vị trong lịch sử thế giới. Nếu như La Perouse nhận Bonaparte, thì phiến đá Rosetta có thể sẽ chẳng bao giờ được tìm thấy, Champollion chắc sẽ không bao giờ giải mã những chữ tượng hình Ai Cập, và trên nhiều phương diện lịch sử cận đại khác của chúng ta chắc đã thay đổi đáng kể. (Chú thích của tác giả)
- ?24. Câu chuyện của Cowee, tù trưởng bộ lạc Tlingit, chứng tỏ rằng ngay cả trong một nền văn hóa chưa có chữ viết vẫn lưu truyền cho các thế hệ sau những tình tiết có thể nhận ra được về cuộc tiếp xúc với một nền văn minh tiên tiến. Nếu cách đây hàng trăm hay hàng nghìn năm có những sinh vật văn minh tiên tiến ghé thăm Trái Đất, cho dù họ tiếp xúc với một nền văn hóa chưa có chữ viết, chúng ta vẫn có thể bắt gặp những tình tiết nào đó có thể nhận ra được về cuộc tiếp xúc kiểu đó lưu truyền đến nay. Nhưng không có lấy một trường hợp nào mà một chuyện thần thoại, chắc chắn có niêm đai từ thời tiền công nghệ xa xưa, có thể hiểu chỉ theo hướng đã xảy ra một cuộc tiếp xúc với một nền văn minh ngoài Trái Đất. (Chú thích của tác giả)
- ?25. Đơn vị đo lường Anh, bằng 6 foot (bộ), hay 1,83 mét.
- ?26. Có thể có nhiều lý do thúc đẩy việc bay tới các sao. Nếu Mặt Trời của chúng ta hoặc một ngôi sao ở gần sắp chuyển thành sao siêu mới, thì một chương trình du hành liên sao đồ sộ sẽ đột nhiên trở nên hấp dẫn. Nếu chúng ta đạt đến trình độ rất cao, thì việc phát hiện rằng nhân Thiên Ha chắc chắn sẽ nổ có thể tạo nên mối quan tâm nghiêm túc đến các chuyến bay xuyên thiên hà hoặc liên thiên hà. Những tai họa vũ trụ kiểu như vậy khá thường xuyên, đến mức các nền văn minh du cư trong vũ trụ không phải là hiếm. Ngay cả khi ấy thì việc họ tới tận đây cũng khó xảy ra. (Chú thích của tác giả)
- ?27. Ngày 14/1/1493, Columbus và thủy thủ của ông đã có cuộc giao chiến nhỏ với người Arawak.

Đây là sự xung đột đầu tiên giữa người da trắng và người bản xứ.

- ?28. Hoặc các cơ quan nhà nước của các nước khác. Hãy đọc tuyên bố sau của người phát ngôn Bộ Quốc phòng Anh trên tờ Observer (Người quan sát) London ngày 26/2/1978: “Bất kỳ thông điệp nào đến từ vũ trụ đều thuộc trách nhiệm của BBC và Tổng cục Bưu điện. Trách nhiệm của họ là tìm ra các sóng phát thanh và truyền hình bất hợp pháp.” (Chú thích của tác giả)
- ?29. Quá trình này cũng tương tự như sự phá hủy tầng ôzôn bởi chất đẩy florocácbon trong các bình xịt khí dung, đã bị một số nước cấm sử dụng, nhưng nguy hiểm hơn nhiều. Người ta giải thích sự tuyệt chủng của khủng long do một vụ nổ sao siêu mới cách chúng ta vài chục năm ánh sáng cũng bằng những hiện tượng tương tự. (Chú thích của tác giả)
- ?30. Cục Kiểm soát vũ khí và Giải trừ quân bị (Arms Control and Disarmament Agency - ACDA) được thành lập năm 1961 với tư cách là một cơ quan độc lập của Chính phủ Mỹ. Trước đó (năm 1960), nó là Cục Giải trừ quân bị (U.S. Disarmament Administration) thuộc Bộ Ngoại giao. Đến năm 1999, ACDA được sáp nhập vào Bộ Ngoại giao và do một Thứ trưởng phụ trách.
- ?31. Vương quốc cổ xưa ở vùng Lưỡng Hà (Iraq ngày nay), tồn tại vào thế kỷ 23-22 trước Công nguyên.
- ?32. Từ cosmopolitan do Diogenes, triết gia duy lý và người phê bình Plato lần đầu tiên nghĩ ra. (Chú thích của tác giả)
- ?33. Duy nhất ngoại trừ Archimedes, người mà khi lưu lại ở thư viện Alexandria đã phát minh guồng vít xoắn, cỗ máy này được sử dụng ở Ai Cập cho, ngày nay để tưới cho những cánh đồng đang canh tác. Nhưng ngay cả Archimedes cũng coi thiết bị cơ khí ấy ở dưới tầm phẩm giá của khoa học xa. (Chú thích của tác giả)
- ?34. Sách ngày xưa được viết vào những cuộn giấy cói.
- ?35. Cây cột được dựng lên một năm sau khi hoàng đế La Mã Diocletian đàn áp cuộc khởi nghĩa ở Alexandria (năm 296).
- ?36. Địa điểm khảo cổ ở miền Nam Syria.
- ?37. Tác giả muốn nói đến nước Mỹ, đất nước của mình.
- ?38. Ngày nay con số này đã tăng lên nhiều vì nhiều vệ tinh của các hành tinh được phát hiện.
- ?39. Ngoài xe tự hành Sojourner đã được đưa lên Sao Hỏa (1997), có thêm hai xe tự hành Spirit và Opportunity đổ bộ xuống Sao Hỏa (2004). Cũng vào năm 2004, tàu Huygens trong tổ hợp Cassini-Huygens tách khỏi Cassini đổ bộ xuống vệ tinh Titan.
- ?40. Cụm từ tiếng Latin này được dùng trong tiếng Anh tương đương với nghĩa “chứng minh bằng phản chứng”.
- ?41. Quy tắc Vàng hay “Khuôn vàng thước ngọc” trong ứng xử: “Hãy đối xử với người khác theo cái cách mà mình muốn người ta đối xử với mình”. Lấy từ Tân Ước. “Vậy tất cả những gì anh em muốn người ta làm cho mình, thì chính anh em cũng hãy làm cho người ta” (Tin mừng theo Thánh Mattheu, 7:12)
- ?42. Sagan dẫn các câu phủ định ý tưởng ban đầu và có ý nói nếu chiếu theo khẳng định của Bohr thì câu phủ định đó cũng là ý tưởng đúng (vĩ đại).
- ?43. Ở đây tác giả trích dẫn không hoàn toàn chính xác cách ngôn của Bohr (“The opposite of every great idea is another great idea”). Đúng ra câu nói ấy phải là: “Đối nghịch với một nhận định đúng là

một nhận định sau. Nhưng đối nghịch với một chân lý sâu sắc hoàn toàn có thể là một chân lý sâu sắc khác (The opposite of a correct statement is a false statement. But the opposite of a correct statement is a false statement. But the opposite of a profound truth may well be another profound truth). Vả lại, đối nghịch không đồng nhất với phủ định mà rộng hơn. Do đó không thể áp dụng cách phản bác của Sagan để nói rằng cách ngôn của Bohr sai.

- ?44. Đa diện đơn giản chính là đa diện lồi. “Không có lỗ bên trong” hiểu nôm na là nếu “bơm căng” đa diện lên cho hết tất cả các cạnh thì nó biến thành khối cầu. Một ví dụ “phản chứng” (“có lỗ bên trong”) là một hình đa diện mà khi “bơm căng” lên thì nó có hình như sáu xe đạp bơm căng (có lỗ ở giữa). Một đa diện đều là một đa diện lồi mà các mặt của nó là những đa giác đều bằng nhau, và các góc nhị diện ở mọi cạnh bằng nhau, hoặc các mặt của nó là những đa giác đều bằng nhau, và mỗi đỉnh có cùng một số mặt tiếp giáp.
- ?45. Courant, Richard and Robbins, Herbert. *What Is Mathematics? An Elementary Approach to Ideas and Methods* (Toán học là gì? Cách tiếp cận sơ cấp các ý niệm và phương pháp), Oxford University Press, 1969.

UNTITLED

1. [MỞ ĐẦU](#)
2. [CHƯƠNG I NHỮNG BẾN BỜ CỦA ĐẠI DƯƠNG VŨ TRỤ](#)
3. [CHƯƠNG II MỘT GIỌNG ĐIỆU TRONG BẢN NHẠC NHIỀU BÈ CỦA VŨ TRỤ](#)
4. [CHƯƠNG III SỰ HÀI HÒA CỦA CÁC THẾ GIỚI](#)
5. [CHƯƠNG IV THIÊN ĐƯỜNG VÀ ĐỊA NGỤC](#)
6. [CHƯƠNG V BẢN NHẠC BLUES CHO HÀNH TINH ĐỎ](#)
7. [CHƯƠNG VI CHUYỆN CỦA CÁC NHÀ DU HÀNH](#)
8. [CHƯƠNG VII XƯƠNG SỐNG CỦA ĐÊM](#)
9. [CHƯƠNG VIII DU HÀNH TRONG KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN](#)
10. [CHƯƠNG IX ĐỜI SỐNG CỦA CÁC NGÔI SAO](#)
11. [CHƯƠNG X BÊN RÌA CỦA VĨNH CỬU](#)
12. [CHƯƠNG XI TRÍ NHỚ ĐEO ĐẲNG](#)
13. [CHƯƠNG XII BÁCH KHOA THƯ THIÊN HÀ](#)
14. [CHƯƠNG XIII AI LÊN TIẾNG CHO TRÁI ĐẤT?](#)
15. [LỜI CẢM TẠ](#)
16. [PHỤ LỤC I Reductio ad absurdum và căn bậc hai của số hai](#)
17. [PHỤ LỤC II Năm hình khối Pythagoras](#)
18. [Chú thích](#)

1. [Title Page](#)