Lịch sử vạn vật

Bill Bryson

Cuốn sách kinh điển hấp dẫn nhất về khoa học hiện đại

Bill Bryson

LỊCH SỬ VẠN VẬT

Giải đáp tất cả mọi điều về vũ trụ
con người và vạn vật

NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP TP. HỒ CHÍ MINH

Table of Contents

Thông tin ebook
Nội dung
Giới thiệu
Phần I - LẠC TRONG VŨ TRỤ
    1. Vũ trụ
    2. Hệ mặt trời
    3. Vũ trụ của Evans
Phần II - KÍCH CỠ TRÁI ĐẤT
    4. Kích cỡ của vạn vật
    5. Người phá đá
    6. Khoa học trong những chiếc răng và xương hàm
    7. Vật chất cơ bản
Phần III - THỜI ĐẠI MỚI
    8. Vũ trụ của Einstein
    9. Nguyên tử phi thường
    10. Khai thác chì
    11. Hạt quark của Muster Mark
    12. Trái đất chuyển động
Phần IV - HÀNH TINH NGUY HIỂM
    13. Păng!
    14. Ngọn lửa bên trong
    15. Vẻ đẹp nguy hiểm
Phần V - SỰ SỐNG
    16. Hành tinh đơn độc
    17. Tầng đối lưu
    18. Đại dương
    19. Nguồn gốc sự sống
    20. Thế giới vi sinh vật
    21. Sự sống
    22. Tạm biệt tất cả
    23. Sự sống muôn màu
    24. Tế bào
    25. Thuyết tiến hóa của Darwin
    26. Chất liệu cấu thành sự sống
Phần VI - CHẶNG ĐƯỜNG CHÚNG TA ĐÃ QUA
    27. Các thời kỳ băng hà

28. Động vật hai chân bí ẩn
29. Loài khỉ không đuôi hiếu động
30. Tạm biệt

Chia sẽ ebook : http://downloadsachmienphi.com/
Tham gia cộng đồng chia sẽ sách : Fanpage : https://www.facebook.com/downloadsachfree
Cộng đồng Google :http://bit.ly/downloadsach

CUỐN SÁCH BÁN CHẠY NHẤT TẠI HOA KỲ VÀ TRÊN THẾ GIỚI

Một trong những cuốn nằm trong danh sách sách bán chạy nhất trên tờ New York Times trong suốt sáu tháng!

"Cuốn sách kinh điển nhất, hay nhất, hấp dẫn nhất về khoa học hiện đại".

- New York Times Book Review

"Bill Bryson giúp khoa học trở thành một đề tài thú vị và hấp dẫn... Nhiều câu hỏi của bạn về vũ trụ và thế giới sẽ được trả lời trong sách này".

- Boston Globe

Trong cuốn Lịch Sử Vạn Vật, tác giả Bill Bryson phải đối mặt với thử thách lớn nhất: tìm hiểu – và nếu có thể trả lời – những vấn đề to lớn nhất, xa xưa nhất mà chúng ta đặt ra về vũ trụ và bản thân con người. Từ Big Bang cho đến sự xuất hiện của nền văn minh, Bryson tìm hiểu tại sao chúng ta biến đổi từ cái hư vô thành cái có thực, loài người xuất hiện như thế nào. Để làm

được điều này, ông phải dày công tìm đến các nhà khoa học nổi tiếng nhất thế giới thuộc các ngành: khảo cổ học, cổ sinh vật học, vật lý học, thiên văn học, nhân loại học, toán học; tại các văn phòng, trạm và phòng thí nghiệm của họ. Lịch Sử Vạn Vật là tập hợp toàn bộ cuộc điều nghiên này, đây là cuộc hành trình thú vị nhất trong lĩnh vực kiến thức nhân loại và chỉ Bill Bryson mới có thể làm được điều này.

"Đây là những đáp án cho những câu hỏi ngớ ngẩn nhất mà bạn thường ngại đặt ra tại các lớp học... Bryson giúp nội dung cuốn sách trở nên dí dỏm và sâu sắc hơn..."

- People

"Lịch Sử Vạn Vật tập hợp những hiểu biết tuyệt vời nhất, và sẽ tốt hơn cho công tác giảng dạy tại nhà trường nếu cuốn sách này được đưa vào chương trình giảng dạy".

- Times Literary Supplement

GIỚI THIỆU

Xin chào các bạn! Và xin chúc mừng. Tôi rất vui là các bạn có mặt ở đây, chẳng dễ chút nào, tôi biết. Thật ra, tôi nghĩ rằng đó là điều hơi khó khăn hơn so với những gì các bạn nghĩ.

Để bạn có mặt ở đây, hàng tỉ tỉ các nguyên tử trôi dạt phải tập hợp, sắp xếp lại với nhau theo một phương cách vô cùng phức tạp để cấu thành bạn. Đây là sự sắp xếp đặc biệt đến mức trước đây nó chưa bao giờ tồn tại và sẽ không bao giờ có bất kỳ sự sắp xếp nào giống hệt thế này. Trong nhiều năm sắp tới (chúng ta hy vọng thế) những phần tử nhỏ bé này sẽ tham gia hàng triệu các nỗ lực cố gắng khéo léo cần thiết để suy trì sự tồn tại của bạn và giúp bạn trải qua vô số những trạng thái khác nhau trong suốt quá trình tồn tại.

Tại sao các nguyên tử lại phức tạp đến thế là một vấn đề khó hiểu. Thực ra các nguyên tử cấu thành bạn không hề quan tâm đến bạn – thật thế, chúng thậm chí còn không biết rằng bạn có tồn tại. Chúng thậm chí còn không biết được rằng *chúng* có tồn tại. Xét cho cùng thì chúng là các phân tử không có suy nghĩ, thậm chí chúng cũng không sống động. (Thật thú vị khi biết rằng nếu bạn dùng nhíp tách rời chính mình thành từng nguyên tử một, bạn sẽ tạo ra một đống bụi nguyên tử mịn, không có nguyên tử nào trong số các nguyên tử này đã từng sống động nhưng tất cả chúng lại cấu thành bạn – một con người sống động). Tuy nhiên vì một lý do nào đó trong suốt quá trình tồn tại của bạn, chúng sẽ thỏa mãn một xung lực chính: giúp bạn trở thành bạn.

Tin xấu ở đây là các nguyên tử thường hay thay đổi và khoảng thời gian tồn tại của chúng rất ngắn. Thậm chí cả một đời người cũng chỉ tồn tại khoảng 650.000 tiếng đồng hồ. Và khi khoảng thời gian cực ngắn đó qua đi, vì một số lý do nào đó các nguyên tử của bạn sẽ kéo bạn xuống, phân rã trong im lặng, và biến thành những thứ khác. Và điều đó sẽ xảy ra với bạn.

Tuy nhiên, bạn có thể vui rằng điều đó chưa xảy ra. Nhìn chung thì mọi người không muốn điều đó xảy ra. Điều này thật kỳ quặc vì các nguyên tử ngẫu nhiên kết hợp cùng nhau để hình thành nên các sinh vật trên trái đất lại chính là các nguyên tử tạo ra sự suy tàn của các sinh vật này. Dù có như thế nào, xét trên góc độ hóa học thì đời sống này rất trần tục: nó được cấu thành bởi cacbon, hydro, oxy, nitơ, canxi, lưu huỳnh và bụi của các nguyên tố khác – bạn không thể tìm thấy được các nguyên tố này ở bất kỳ cửa hàng dược phẩm thông thường nào – đó là tất cả những gì bạn cần. Điều đặc biệt duy nhất về các nguyên tử cấu thành bạn là: chúng cấu thành bạn. Dĩ nhiên đó là điều kỳ diệu của cuộc sống.

Dù nguyên tử có cấu thành đời sống trong vũ trụ hay không, chúng vẫn cấu thành nhiều thứ khác; thực ra, chúng cấu thành vạn vật. Nếu không có chúng thì không có nước, hoặc khí, hoặc đá, không vì sao, không hành tinh, không mây mưa, không bất kỳ thứ gì. Nguyên tử xuất hiện khắp mọi nơi, nhiều đến mức chúng ta không còn nhận ra ý nghĩa của chúng và nghĩ rằng chúng hoàn toàn không cần phải tồn tại. Chẳng có quy luật nào đòi hỏi vũ trụ phải tự lấp đầy chính nó bằng các thành phần vật chất cực nhỏ hoặc tạo ra ánh sáng, trọng lượng và các đặc tính mà sự sống của chúng ta phải bám lấy. Vũ trụ không cần phải tồn tại. Suốt một khoảng thời gian dài không có vũ trụ. Không có nguyên tử và không có vũ trụ để chúng bồng bềnh trong đó. Chẳng có gì cả – hoàn toàn chẳng có gì cả.

Thế nên chúng ta tồn tại nhờ bởi nguyên tử, nhưng việc bạn có các nguyên tử và việc chúng tụ họp sắp xếp ngẫu nhiên chỉ là một phần đặc tính của bạn. Để bạn có mặt ở đây lúc này, sống động trong suốt thế kỷ hai mươi mốt và đủ thông minh để biết được điều đó, bạn phải được hưởng hàng loạt những vận may khác nhau. Sự tồn tại trên trái đất là việc vô cùng tinh vi và kỳ diệu. Trong số hàng triệu triệu các chủng loài động vật đã tồn tại kể từ điểm khởi đầu của thời gian, hầu hết – 99,99% – không còn tồn tại nữa. Bạn thấy đấy, đời sống trên trái đất không những rất ngắn ngủi mà còn rất mong manh. Đây là một đặc điểm kỳ lạ đối với sự tồn tại của chúng ta: chúng ta đến từ một hành tinh có khả năng dung dưỡng sự sống tốt nhất, và chính hành tinh này cũng có khả năng hủy diệt sự sống mạnh mẽ nhất.

Bình quân một chủng loài trên trái đất tồn tại khoảng 4 triệu năm, thế nên nếu bạn muốn

tồn tại hàng triệu năm trên trái đất thì bạn phải linh động như những nguyên tử cấu thành bạn – hình dáng, kích cỡ, màu sắc, mọi đặc điểm chủng loài, mọi thứ – và bạn cần phải thay đổi liên tục. Nói lúc nào cũng dễ hơn làm, vì quá trình thay đổi luôn mang tính ngẫu nhiên. Để tiến hóa từ trạng thái nguyên sinh sang trạng thái con người hiện đại, bạn cần phải thay đổi mọi đặc điểm mới liên tục và liên tục, kịp thời và trong suốt một khoảng thời gian dài. Thế nên trong khoảng thời gian 3,8 triệu năm vừa qua bạn đã từng không thích khí oxy và sau đó bạn lại sống nhờ vào nó, phát triển vây và bơi tự do, đẻ trứng, hít không khí qua chiếc lưỡi hình chữ chi, da trơn, da có lông mao, sống dưới mặt đất, sống trên cây, to như một con cừu và nhỏ như một con chuột, và bạn đã trải qua hàng triệu những thay đổi đại loại như thế.

Bạn thử nghĩ xem: suốt 3,8 triệu năm, một khoảng thời gian dài hơn cả sự tồn tại của núi non, sông ngòi, đại dương, tổ tiên ông bà của bạn có đủ sự hấp dẫn để thu hút bạn tình, có đủ sức khỏe để sinh sản, và có đủ may mắn để sống đủ lâu nhằm làm được điều đó. Tổ tiên của bạn không bị đè nén, dìm chết, mắc cạn hay chết vì đói; nhờ đó họ có thể tồn tại để có được sự tồn tại của bạn ngày hôm nay.

Cuốn sách này nói về việc điều đó đã xảy ra như thế nào – đặc biệt là việc chúng ta xuất nguồn từ "không gì cả" trở thành "một cái gì đó" như thế nào, điều gì đã xảy ra với chúng ta từ khi chúng ta xuất hiện cho đến nay. Chính vì vậy cuốn sách này có tên gọi là *Lịch sử vạn vật*, dù rằng nó không thực sự như thế. Nó không thể thế. Nó không thể nói được hết lịch sử của vạn vật. Nhưng nó có vẻ như thế.

Tôi làm quen với khoa học khởi đầu là một cuốn sách khoa học khi tôi còn học lớp bốn hay lớp năm gì đó. Đó là một cuốn sách kinh điển – chữ in, khô khan, rất dày – nhưng trên bìa của nó có một bức ảnh minh họa hấp dẫn tôi: một biểu đồ thể hiện những gì ẩn bên trong lòng đất khi bạn cắt ngang nó.

Thật khó có thể tin rằng đã từng có lúc tôi chưa bao giờ trông thấy một hình ảnh như thế, nhưng rõ ràng là tôi đã sững sờ khi trông thấy hình ảnh đó. Khi ấy tôi tự hỏi "Làm thế nào họ biết được điều đó?".

Tôi không nghi ngờ gì về sự chính xác của những thông tin này trong một lúc – hiện nay tôi vẫn tin tưởng những lời tuyên bố chính thức của các nhà khoa học theo cách mà tôi thường tin tưởng các bác sĩ, thợ điện và các chuyên gia khác. Tôi tự hỏi làm sao con người có thể khám phá được khoảng không gian cách chúng ta hàng ngàn dặm mà không mắt thường nào hoặc không một tia X nào có thể tìm đến được. Tôi cảm thấy đây là một điều vô cùng kỳ diệu. Mãi đến nay tôi vẫn xem khoa học là một lĩnh vực vô cùng kỳ diệu như thế.

Với tâm trạng hào hứng, tôi mang cuốn sách về nhà ngay đêm đó và mở nó ra xem trước khi ăn tối – có lẽ khi ấy mẹ tôi nghĩ rằng tôi bị ấm đầu và tự hỏi không biết tôi có ổn không – và, bắt đầu với trang đầu tiên, tôi đọc.

Và vấn đề là ở đây, chẳng có gì thú vị cả. Tôi chẳng thể hiểu được gì cả. Trước tiên, cuốn sách này không thể trả lời những câu hỏi hiện ra trong trí óc hiếu kỳ của tôi: Tại sao chúng ta lại có mặt trời xuất hiện giữa các hành tinh của mình? Và nếu nó thiêu đốt như thế, tại sao mặt đất dưới chân ta không nóng lên? Và tại sao những thứ trong lòng đất lại không tan chảy – hoặc liệu nó có tan chảy không? Và khi lõi trái đất bùng cháy, mặt đất sẽ sụp xuống thành nhiều lỗ thủng khổng lồ chứ? Và làm sao bạn *biết được điều này? Bạn tính toán được điều đó bằng cách nào?*

Nhưng tác giả của cuốn sách lại im lặng một cách kỳ lạ về những chi tiết như thế – thật ra ông không nói gì về mọi thứ ngoại trừ các nếp lồi, các nếp lõm, sự đứt đoạn của trục trái đất, và những thứ tương tự thế. Dường như ông ta muốn giữ lại một điều bí mật nào đó bằng cách biến mọi việc trở thành không thể thông dò hay đo lường được. Nhiều năm trôi qua, tôi bắt đầu ngờ rằng đây không phải là điều bí ẩn.

Ngày nay tôi biết rằng có nhiều tác giả viết về đề tài khoa học rất cụ thể, rõ ràng, dễ hiểu – Timothy Ferris, Richard Fortey, và Tim Flannery là các tác giả nổi bật (đó là chưa kể đến Richard Feynman) – đáng tiếc là không ai trong số họ viết bất kỳ cuốn sách giáo khoa nào tôi

đã từng sử dụng. Mọi cuốn sách giáo khoa tôi đã từng sử dụng đều của các nam tác giả (luôn luôn là nam giới) họ thường có quan niệm rằng mọi việc sẽ trở nên rõ ràng khi được diễn đạt thành một công thức nào đó, điều này khiến các học sinh ở Hoa Kỳ luôn muốn các chương trong các sách giáo khoa nhanh chóng kết thúc với những câu hỏi luôn vương vấn trong đầu chúng. Thế nên tôi đã lớn lên với suy nghĩ rằng khoa học là một môn học vô cùng tẻ nhạt và khó hiểu, nhưng tôi cũng tin rằng ắt hẳn nó không tẻ nhạt và khó hiểu đến thế, và tôi cố không nghĩ về nó nếu có thể.

Rồi sau đó khá lâu – khoảng 4 hoặc 5 năm – tôi tham gia một chuyến bay băng qua Thái Bình Dương. Tôi nhìn ra cửa sổ, dưới kia là đại dương tràn ngập ánh trăng, đột nhiên tôi cảm thấy bực bội vì mình không hiểu gì về hành tinh mà mình đang sống trên đó. Ví dụ, tôi không biết tại sao nước của các đại dương lại có vị mặn nhưng nước ở Ngũ đại hồ (5 hồ lớn nằm giữa Canada và Hoa Kỳ) lại không có vị mặn. Tôi chẳng có được ý niệm nào cả. Tôi không biết theo thời gian nước ở các đại dương sẽ trở nên mặn hơn hay nhạt hơn, và liệu tôi có nên quan tâm đến độ mặn của nước ở các đại dương hay không. (Tôi cảm thấy vui khi nói với bạn rằng mãi đến cuối những năm 1970 các nhà khoa học vẫn chưa biết được câu trả lời dành cho các câu hỏi này. Họ không có một lời giải thích rành mạch nào về việc này).

Và dĩ nhiên độ mặn của nước biển chỉ là một phần rất nhỏ trong sự ngu dốt của tôi. Khi ấy tôi không biết hạt Proton là gì, chất đạm là gì, tôi không phân biệt được hạt Quark (vi lượng) với một chuẩn tinh, tôi không hiểu các nhà địa chất làm thế nào để có thể quan sát cấu trúc đá và xác định được độ tuổi của nó, tôi thực sự chẳng biết gì cả. Tôi cảm thấy bị hấp dẫn bởi sự thôi thúc này, tôi muốn tìm hiểu xem họ đã dùng cách nào để làm được điều đó. Khi ấy tôi cảm thấy đó là điều thú vị nhất trong mọi điều thú vị – các nhà khoa học nghiên cứu và khám phá như thế nào. Làm sao người ta có thể biết được trái đất nặng bao nhiêu hoặc ngọn núi đá kia được bao nhiêu tuổi? Làm sao họ biết được điều gì đang diễn ra bên trong một nguyên tử? Và tại sao các nhà khoa học dường như biết rõ mọi việc lại vẫn không thể tiên đoán chính xác thời điểm động đất xảy ra hoặc thậm chí cho chúng ta biết rằng chúng ta có nên mang theo dù đến sân bóng vào thứ Tư tuần tới hay không?

Thế nên tôi quyết định rằng tôi sẽ dành phần còn lại của đời mình – đến nay đã được 3 năm – cho việc đọc sách báo và tìm gặp các chuyên gia để trả lời vô số những câu hỏi không nói được lên lời này.

Đó là quan điểm và niềm hy vọng của tôi, và đó là những gì cuốn sách này sẽ bàn đến. Dù sao thì chúng ta cũng có quá nhiều điều cần tìm hiểu trong khoảng thời gian ít hơn 650.000 giờ đồng hồ, thế nên chúng ta hãy bắt đầu thôi.

Phần I - LẠC TRONG VŨ TRỤ

"Tất cả đều nằm trên cùng một mặt phẳng. Chúng chuyển động tròn theo cùng một hướng... Thật hoàn hảo. Thật kỳ diệu. Và có vẻ huyền bí". - *Nhà thiên văn học Geoffrey Marcy mô tả hệ mặt trời.*

1. VŨ TRỤ

Dù bạn có cố gắng đến đâu bạn cũng sẽ chẳng bao giờ hình dung được rằng hạt Proton nhỏ đến mức nào. Nó quá nhỏ.

Proton là một phần vô cùng nhỏ của một nguyên tử. Hạt Proton nhỏ đến mức dấu chấm của chữ *i* này có thể chứa khoảng 500.000.000.000 hạt Proton, nhiều hơn cả số giây đồng hồ có trong nửa triệu năm. Thế nên hạt Proton là hạt cực nhỏ, có thể nói là nhỏ nhất.

Bây giờ bạn hãy hình dung bạn có thể (dĩ nhiên bạn không thể) thu nhỏ một trong những hạt Proton đó chỉ còn bằng một phần tỉ kích cỡ bình thường của nó, bạn đặt nó vào một khoảng không gian nhỏ đến mức mà một hạt Proton xem ra là một vật khổng lồ. Rồi bạn lại đặt vào khoảng không gian cực nhỏ đó một ounce (≈28,35gram) vật chất. Tuyệt vời. Bạn đã sẵn sàng xây dựng vũ trụ.

Thay vì thế, nếu bạn muốn xây dựng một vũ trụ theo kiểu cũ, vũ trụ Big Bang, bạn sẽ cần thêm vài chất liệu nữa. Thực ra, bạn cần phải thu thập mọi thứ – mọi hạt bụi và mọi phần tử của vật chất – và nén chúng lại thành một điểm cực nhỏ đến mức nó không còn kích cỡ nữa. Đây là một điểm kỳ dị.

Dù trong trường hợp nào, bạn cần sẵn sàng cho một vụ nổ lớn thực sự. Theo lẽ tự nhiên, bạn muốn tránh sang một chỗ an toàn để quan sát toàn quang cảnh này. Nhưng đáng tiếc, chẳng có nơi nào để tránh né cả vì bên ngoài điểm kỳ dị này chẳng hề tồn tại bất kỳ *nơi* nào. Khi vũ trụ bắt đầu khai triển, nó không trải rộng để lấp đầy một khoảng không rộng lớn. Khoảng không gian duy nhất tồn tại chính là khoảng không gian mà nó tạo ra khi nó di chuyển.

Theo lẽ tự nhiên, nhưng sai lạc, chúng ta hình dung điểm kỳ dị này là một dấu chấm lơ lửng trong bóng tối, trong khoảng không gian vô tận. Nhưng chẳng có khoảng không nào cả, cũng không có bóng tối. Điểm kỳ dị này không có gì vây quanh nó cả. Không có không gian cho bất kỳ thứ gì tồn tại. Thời gian không hề tồn tại. Ở đó không có quá khứ.

Và thế đấy, vũ trụ của chúng ta xuất nguồn từ con số không.

Chỉ trong một xung lượng duy nhất, khoảnh khắc này diễn ra cực nhanh. Trong khoảnh khắc sống động đầu tiên, trọng lượng và các lực khác được tạo ra, các lực này khống chế vật chất. Trong khoảng thời gian ít hơn một phút, vũ trụ nở to, phình ra, và có độ rộng một triệu tỉ dặm và phát triển với tốc độ nhanh. Lúc này đã có nhiều nhiệt lượng, khoảng mười triệu độ, đủ để khởi đầu cho một vụ phản ứng nhiệt hạch nhằm tạo ra các nguyên tố nhẹ hơn – chủ yếu là hydro và heli, với một ít (khoảng một nguyên tử so với một trăm triệu nguyên tử) liti. Trong 3 phút, 98% các vật chất được tạo ra. Chúng ta có một vũ trụ. Đó là nơi kỳ lạ nhất, đẹp đẽ nhất, đem lại sự hài lòng to lớn nhất. Và tất cả diễn ra trong khoảng thời gian chúng ta có thể làm ra một chiếc bánh sandwick.

Khoảnh khắc này diễn ra vào lúc nào lại là một vấn đề đang được tranh luận. Các nhà vũ trụ học đã tranh cãi nhiều về việc liệu khoảnh khắc này đã diễn ra cách đây 10 tỉ năm, 20 tỉ năm, hay 15 tỉ năm. Cuối cùng dường như họ nhất trí với nhau là 13,7 tỉ năm, nhưng chúng ta gặp khó khăn vô cùng khi đo lường con số này. Tất cả những gì chúng ta có thể nói ở đây là: việc đó đã xảy ra tại một khoảng thời gian vô định trong quá khứ rất xa xôi, vì một số lý do chưa biết, đó là khoảnh khắc khoa học xem $t = 0$.

Dĩ nhiên còn rất nhiều điều chúng ta không biết, và đại đa số những gì chúng ta nghĩ rằng

mình biết đều là những gì chúng ta đã không biết hoặc không nghĩ đến trong suốt một khoảng thời gian dài. Thậm chí khái niệm về Big Bang cũng chỉ mới xuất hiện gần đây. Khái niệm này xuất hiện lần đầu tiên vào những năm 1920, khi Georges Lemaitre, một học giả kiêm linh mục người Bỉ, lần đầu tiên ngập ngừng đề xuất, nhưng mãi đến những năm 1960 khái niệm này mới trở thành một khái niệm chính thức trong vũ trụ học, khi hai nhà thiên văn trẻ vô tình thực hiện một cuộc khám phá phi thường.

Tên của họ là Arno Penzias và Robert Wilson. Vào năm 1965, họ cố gắng vận dụng chiếc anten của Phòng thí nhiệm Bell tại Holmdel, New Jersey, nhưng họ gặp khó khăn bởi một tiếng ồn dai dẳng – loại tiếng rít do hơi nước tạo ra – khiến họ không thực hiện được bất kỳ thử nghiệm nào. Tiếng ồn này tồn tại dai dẳng và không thể xác định được nguồn tạo ra nó. Nó xuất nguồn từ mọi điểm trên bầu trời, cả ngày lẫn đêm, hết tháng này sang tháng khác. Suốt một năm trời, hai nhà thiên văn trẻ này ra sức làm mọi cách họ có thể nghĩ ra để chấm dứt tiếng ồn này. Họ kiểm tra mọi hệ thống điện. Họ tạo dựng lại mọi thiết bị, kiểm tra các mạnh điện, chùi rửa sạch sẽ mọi điểm tiếp xúc. Họ làm mọi cách, nhưng dù họ có làm gì thì họ vẫn thất bại.

Họ đâu biết rằng, cách đó 30 dặm tại đại học Princeton, một nhóm các nhà khoa học do Robert Dicke dẫn đầu đang nghiên cứu phương cách khám phá tiếng ồn mà hai nhà thiên văn học trẻ đang cố gắng triệt tiêu. Các nhà nghiên cứu của đại học Princeton đang theo đuổi một ý tưởng đã được đề cập vào những năm 1940 bởi nhà vật lý học thiên thể người Nga tên là Georges Gamow, ý tưởng này nói rằng nếu bạn nhìn đủ sâu vào không gian bạn sẽ khám phá được vài sự bức xạ cơ bản của vũ trụ còn sót lại sau Big Bang. Gamow tính toán rằng khi sự bức xạ diễn ra trong không gian rộng lớn của vũ trụ, nó sẽ đến trái đất ở dạng các vi sóng. Trong một bài báo trước đó, ông thậm chí còn đề xuất một công cụ có thể làm được việc này: chiếc anten Bell tại Holmdel. Thật đáng tiếc là trước đó cả Penzias và Wilson lẫn các nhà khoa học của đại học Princeton đều không đọc được bài báo này.

Tiếng ồn mà Penzias và Wilson nghe được, dĩ nhiên, là tiếng ồn mà Gamow đã thừa nhận. Họ đã tìm được manh mối của vũ trụ, hoặc ít ra cũng là một phần chúng ta có thể xác định được, cách xa 90 tỉ triệu dặm. Họ đã "nhận thấy" những hạt Photon (lượng tử ánh sáng) đầu tiên – ánh sáng xa xưa nhất của vũ trụ – mặc dù thời gian và khoảng cách đã biến đổi chúng thành các vi sóng, giống như những gì Gamow đã tiên đoán. Trong cuốn sách của mình, Alan Guth cung cấp một phương pháp loại suy giúp khám phá này trở thành có thể. Nếu bạn nghĩ đến việc khám phá các độ sâu của vũ trụ giống như khi bạn nhìn xuống từ một tòa nhà cao một trăm tầng lầu (với tầng lầu thứ một trăm tượng trưng cho hiện tại và đường phố tượng trưng cho khoảnh khắc xảy ra Big Bang), tại thời điểm xuất hiện sự khám phá của Wilson và Penzias hầu hết các thiên hà mà chúng ta khám phá được đều xuất hiện ở khoảng tầng lầu thứ sáu mươi, và hầu hết các đối tượng ở xa nhất – các chuẩn tinh – xuất hiện ở khoảng tầng lầu thứ hai mươi.

Vẫn không hiểu được cái gì tạo ra tiếng ồn này, Wilson và Penzias gọi cho Dicke tại đại học Princeton và mô tả với Dicke về rắc rối của mình, với hy vọng rằng Dicke có thể giúp họ tìm ra giải pháp. Dicke lập tức hiểu được hai chàng trai trẻ này đã tìm ra thứ gì. "À, các chàng trai, tôi có được tin sốt dẻo rồi", Dicke nói với các chàng trai khi ông gác máy.

Không lâu sau đó, tờ *Tập san vật lý học thiên thể* phát hành hai bài báo: một bởi Penzias và Wilson mô tả những gì họ trải qua với tiếng ồn, và một bởi nhóm các nhà nghiên cứu của Dicke giải thích về tiếng ồn này. Mặc dù trước đó Penzias và Wilson không hề có ý định tìm kiếm sự bức xạ cơ bản của vũ trụ, họ cũng không biết nó là gì khi họ tìm được nó, và họ cũng không mô tả hay diễn đạt được các đặc điểm của nó bằng văn viết, nhưng họ vẫn nhận được giải Nobel Vật lý năm 1978. Các nhà nghiên cứu của đại học Princeton chỉ nhận được sự cảm thông. Theo Dennis Overbye trong cuốn *Vũ trụ*, cả Penzias lẫn Wilson đều không hiểu được ý nghĩa của những gì họ đã tìm thấy mãi đến khi họ đọc được điều đó trong tờ *New York Times*.

Thật tình cờ, tạp âm từ sự bức xạ cơ bản của vũ trụ là thứ tất cả chúng ta đều có thể cảm nhận được. Bạn hãy mở truyền hình lên, chọn bất kỳ kênh nào không có tín hiệu, và khoảng 1% sự nhiễu khí quyển mà bạn nhìn thấy trên màn ảnh chính là tàn dư của vụ Big Bang này. Lần

tới bạn sẽ than phiền rằng chẳng có gì để xem trên một kênh truyền hình nào đó, bạn hãy nhớ rằng bạn luôn luôn có thể quan sát sự ra đời của vũ trụ ngay trên màn ảnh truyền hình.

* * *

Mặc dù mọi người gọi nó là Big Bang, nhiều sách vở khuyên chúng ta không nên xem đó là một vụ nổ theo ý nghĩa thông thường. Nói đúng ra, đó là sự giãn nở đột ngột ở một quy mô to lớn phi thường. Vậy thì cái gì tạo ra nó?

Người ta cho rằng có lẽ điểm kỳ dị này là di tích của một sự suy tàn vũ trụ trước đó – rằng chúng ta chỉ là một trong vô số những trường hợp suy tàn vũ trụ, giống như một chiếc bong bóng trong một chiếc máy bơm oxy. Một số người xem Big Bang là một "trường vô hướng" hoặc "năng lượng chân không". Dường như bạn không thể lấy được gì từ sự hư không, nhưng sự thật là đã từng có lúc có sự hư không và giờ đây chúng ta có được vũ trụ. Có thể vũ trụ của chúng ta chỉ là một phần nhỏ của nhiều vũ trụ khác lớn hơn, với nhiều kích cỡ khác nhau, và các vụ Big Bang vẫn liên tục diễn ra khắp không gian. Hoặc có thể không gian và thời gian có một vài hình thức hoàn toàn khác trước khi Big Bang xảy ra – những hình thức quá xa lạ nên chúng ta không thể hình dung được – và có thể là vụ Big Bang này tiêu biểu cho một thời kỳ chuyển tiếp, thời kỳ mà vũ trụ biến đổi từ một hình thức chúng ta không thể hiểu thành một hình thức chúng ta có thể hiểu. "Điều này rất giống với những gì nói đến trong các tôn giáo", tiến sĩ Andrei Linde, một nhà vũ trụ học ở Stanford, đã nói với tờ *New York Times* vào năm 2001.

Lý luận về Big Bang không nói đến vụ nổ này mà lại nói về những gì xảy ra sau vụ nổ. Không lâu sau đó, xin các bạn hãy nhớ rõ. Qua việc tính toán và xem xét cẩn thận những gì diễn ra trong các máy gia tốc phân tử, các nhà khoa học tin rằng họ có thể quay trở lại 10^{-43} giây sau vụ nổ, khi vũ trụ vẫn còn nhỏ đến mức bạn phải dùng kính hiển vi mới trông thấy nó. Chúng ta không cần phải quá ngạc nhiên với con số này, nhưng có lẽ chúng ta cũng cần nhớ rằng đây là một con số khá dài. Thế nên 10^{-43} là 0,0000000000000000000000000000000000000001, hay còn gọi là một phần của 10 triệu ngàn tỉ tỉ tỉ của một giây. [1]

Hầu hết những gì chúng ta biết, hoặc tin rằng mình biết, về những khoảnh khắc đầu tiên của vũ trụ đều nhờ bởi ý tưởng được gọi là học thuyết về sự phình ra của vũ trụ lần đầu tiên được giới thiệu vào năm 1979 bởi một nhà vật lý học phân tử, sau đó tại Stanford, giờ thì tại MIT, có tên là Alan Guth. Ông được 32 tuổi, theo sự thừa nhận của ông, trước đó ông chưa bao giờ tham gia nhiều thử nghiệm. Nếu không tình cờ tham gia bài diễn thuyết về Big Bang của Robert Dicke thì có lẽ ông chẳng bao giờ có được học thuyết tuyệt vời này. Bài diễn thuyết về Big Bang đã truyền cảm hứng cho Guth, khiến ông trở nên đam mê về đề tài vũ trụ học, và đặc biệt là sự hình thành của vũ trụ.

Kết quả cuối cùng là học thuyết về sự phình ra của vũ trụ, học thuyết này nói rằng một phần nhỏ của một khoảnh khắc sau sự hình thành vũ trụ, vũ trụ trải qua sự giãn nở đột ngột cực lớn. Nó phình ra – thực ra thì nó tự trải dài, nhân đôi kích cỡ sau mỗi 10^{-34} giây. Toàn bộ quá trình giãn nở có lẽ đã diễn ra trong 10^{-30} giây – một phần triệu triệu triệu triệu triệu của một giây – nhưng nó đã biến đổi vũ trụ từ một thứ bạn có thể cầm trên tay trở thành một thứ to hơn thế ít nhất 10.000.000.000.000.000.000.000.000 lần. Học thuyết về sự phình ra của vũ trụ giải thích được những gợn sóng và những cơn lốc xoáy trong vũ trụ. Nếu điều đó không xảy ra thì không một vật chất nào có thể tồn tại, kể cả những vì sao, khi ấy chỉ có khí trôi dạt và bóng đêm vô tận.

Theo học thuyết của Guth, trong khoảng thời gian một phần mười triệu triệu ngàn triệu ngàn triệu của giây sau khoảnh khắc vũ trụ hình thành, trọng lực xuất hiện. Sau một khoảng thời gian cực ngắn khác, nó kết hợp với lực điện từ và các lực hạt nhân khác – chất liệu hình thành nên vật chất. Những thứ này kết hợp với nhau trong khoảnh khắc bởi vô số các phần tử cơ bản – chất liệu của chất liệu. Từ không gì cả, đột nhiên xuất hiện vô số các hạt Photon, Proton, Electron, Neutron và vân vân – khoảng từ 10^{79} đến 10^{89} của mỗi loại, theo học thuyết Big Bang chuẩn.

Dĩ nhiên những con số như thế là những con số vô cùng lớn. Chỉ trong một khoảnh khắc chúng ta có được vũ trụ bao la này – ít nhất vũ trụ này cũng có đường kính là một trăm tỉ năm ánh sáng, theo học thuyết này, nhưng nó cũng có khả năng có kích cỡ vô hạn.

Điều phi thường ở đây là vũ trụ này lại rất thích hợp cho sự tồn tại của chúng ta. Nếu vũ trụ được hình thành hơi khác đi một chút – nếu trọng lực mạnh hơn hoặc yếu hơn, nếu sự phình ra của vũ trụ diễn ra nhanh hơn hoặc chậm hơn một chút – thì có lẽ các nguyên tố cấu thành bạn và tôi chẳng bao giờ xuất hiện. Nếu trọng lực mạnh hơn một chút, thì vũ trụ này đã sụp đổ như một túp lều cũ nát. Tuy nhiên nếu nó yếu hơn một chút, thì không gì có thể kết thành một khối, thì vũ trụ này mãi mãi là thứ rải rác hỗn độn.

Đây là một trong những lý do khiến một số chuyên gia tin rằng có thể đã có nhiều vụ nổ lớn khác, có thể là hàng triệu triệu vụ nổ như thế, trải dài bất tận, và rằng lý do khiến chúng ta tồn tại trên hành tinh này là do đây là hành tinh chúng ta *có thể* tồn tại. Như Edward P. Tryon của đại học Columbia đã từng nói, "Khi trả lời câu hỏi tại sao điều đó lại xảy ra, tôi thường đưa ra đề xuất đơn giản là vũ trụ của chúng ta chỉ là một trong những vụ nổ đã xảy ra liên tục hết lần này đến lần khác". Ngoài ra, Guth cũng nói, "Dù sự hình thành vũ trụ có thể rất mơ hồ, Tryon đã nhấn mạnh rằng không ai có thể đếm hết những thất bại trước đây của chúng ta".

Martin Rees, nhà thiên văn học của Hoàng gia Anh, tin rằng có nhiều vũ trụ khác nhau, có thể là vô số, mỗi vũ trụ có những đặc tính riêng, có những tổ hợp khác nhau, và rằng chúng ta chỉ đang sống trong một vũ trụ có khả năng kết nối mọi vật theo cách mà chúng ta có thể tồn tại được. Ông trình bày suy luận như sau: "Nếu có một cửa hàng trang phục cực lớn, bạn chẳng hề ngạc nhiên khi tìm thấy một bộ trang phục vừa vặn với mình. Nếu có nhiều vũ trụ, mỗi vũ trụ kiểm soát nhiều vũ trụ khác nhau, sẽ có một nơi thích hợp với đời sống của con người. Chúng ta đang ở tại nơi đó".

Rees xác nhận rằng có 6 thông số chi phối vũ trụ của chúng ta, và rằng chỉ cần một trong 6 thông số này thay đổi chút ít thì lập tức mọi vật bị tác động mạnh mẽ. Ví dụ, để vũ trụ tồn tại như hiện nay, nó đòi hỏi rằng lượng hydro được chuyển hoá thành heli theo một tỉ lệ vô cùng chính xác – 7 phần ngàn khối lượng của nó được chuyển hoá thành năng lượng. Chỉ cần con số này thay đổi chút ít – giả sử từ 0,007% thành 0,006% – thì không sự chuyển hoá nào có thể xảy ra: vũ trụ này chỉ chứa đầy hydro mà thôi, không còn gì khác cả. Giả sử giá trị này tăng cao chút ít – 0,008% – mọi mối quan hệ liên kết sẽ bị phá vỡ. Trong mọi trường hợp, với sự thay đổi dù rất nhỏ của 6 thông số này, vũ trụ của chúng ta sẽ không thể tồn tại.

Tôi có thể nói rằng *cho đến nay* thì mọi việc vẫn đang diễn ra rất tốt đẹp. Về lâu về dài, trọng lực có thể trở nên mạnh mẽ hơn một chút, và một ngày nào đó nó có thể tác động đến sự giãn nở của vũ trụ và khiến vũ trụ đổ sập vào chính nó, mãi đến khi vũ trụ bị ép thành một điểm kỳ dị khác, có thể toàn bộ quá trình hình thành vũ trụ lại tái xuất hiện. Mặt khác nó có thể trở nên quá yếu và vũ trụ sẽ không ngừng tách rời mãi mãi cho đến khi mọi đối tượng không còn có thể hấp dẫn lẫn nhau, khi đó vũ trụ trở thành tập hợp khí trơ, không có sự sống, nhưng vô cùng rộng lớn. Cũng có thể trọng lực không thay đổi, và nó cho phép sự sống này tiếp tục tồn tại đến vô hạn. (3 khả năng này được gọi là khả năng đóng, mở, và phẳng).

Vấn đề được đặt ra ở đây là: điều gì sẽ xảy ra nếu chúng ta vượt ra khỏi vũ trụ này, thò đầu ra khỏi tấm màn che? Đầu của bạn sẽ ở đâu nếu nó không còn tồn tại trong phạm vi của vũ trụ nữa? Bên ngoài vũ trụ này là gì? Câu trả lời ở đây, thật thất vọng, là bạn sẽ chẳng bao giờ có thể vượt ra ngoài vũ trụ này. Không phải vì bạn phải tốn một khoảng thời gian rất dài để làm việc này – dù rằng đúng thế – nhưng vì nếu ngay cả khi bạn di chuyển hướng ra bên ngoài theo một đường thẳng, đến vô hạn, bạn sẽ chẳng bao giờ đến được gờ rìa của vũ trụ, bạn sẽ chẳng bao giờ đến được biên giới của vũ trụ. Thay vì thế, bạn sẽ quay trở lại nơi bạn khởi đầu (khi ấy, có lẽ, bạn sẽ nản lòng và bỏ cuộc). Lý do ở đây là vũ trụ uốn cong, và xét từ một khía cạnh nào đó thì chúng ta không thể hình dung được chính xác vũ trụ ra sao, theo đúng với Thuyết Tương đối của Einstein. Hiện nay chúng ta có thể biết rằng mình không hề trôi dạt trong một chiếc

bong bóng khổng lồ liên tục nở rộng. Nói đúng ra, không gian tồn tại theo đường cong, điều này cho phép nó trở thành không bờ bến nhưng hữu hạn. Thậm chí không gian cũng không được xem là đang nở rộng, theo lời nhà vật lý học đã từng nhận giải Nobel, Steven Weinberg, đã nói, "Hệ mặt trời và các ngân hà không hề nở rộng, và không gian cũng không hề nở rộng". Nói đúng ra, các ngân hà không hề di chuyển tách xa nhau. Đây là một thử thách lớn đối với trực giác của nhân loại. Hoặc theo như nhà sinh học J. B. S. Haldane đã từng nói, "Vũ trụ không những kỳ quặc hơn những gì chúng ta có thể nghĩ, nó còn kỳ quặc hơn những gì chúng ta có thể tưởng tượng".

Một suy luận thường được trình bày nhằm giải thích về sự uốn cong của không gian là: chúng ta hình dung một người đến từ một vũ trụ phẳng, anh ta chưa bao giờ trông thấy bất kỳ một hình cầu nào, đây là lần đầu tiên anh ta đến trái đất. Dù anh ta có di chuyển bao xa trên trái đất, anh ta sẽ chẳng bao giờ tìm đến biên giới của trái đất. Anh ta thậm chí có thể di chuyển giáp vòng và quay trở lại điểm xuất phát của mình, và anh ta sẽ chẳng bao giờ giải thích được điều gì đã xảy ra. Vâng, chúng ta cũng đang ở trong một tình huống như thế trong không gian, và chúng ta cũng đang bối rối theo cùng một cách như thế.

Vì không có nơi nào để bạn tìm được gờ rìa của vũ trụ, ranh giới của vũ trụ, nên cũng chẳng có nơi nào để bạn có thể đứng tại trung tâm và nói rằng: "Đây là nơi mọi việc khởi đầu. Đây là điểm trung tâm của vũ trụ". Tất cả chúng ta đều đang đứng tại mọi trung tâm của nó. Thực ra, chúng ta không biết chắc được điều đó; chúng ta không thể chứng minh điều đó bằng toán học. Các nhà khoa học thừa nhận rằng chúng ta không thể là trung tâm của vũ trụ nhưng mọi đối tượng quan sát đều cảm thấy rằng mình đang ở trung tâm của vũ trụ. Tuy thế, chúng ta vẫn không biết chắc.

Đối với chúng ta, vũ trụ có độ rộng là hàng tỉ năm ánh sáng kể từ khi vũ trụ hình thành. Vũ trụ mà chúng ta có thể quan sát được và nói về nó có độ rộng một triệu triệu triệu triệu (1.000.000.000.000.000.000.000.000) dặm. Nhưng theo như hầu hết các học thuyết thì vũ trụ vẫn rộng hơn thế. Theo Rees, số năm ánh sáng để đi hết độ rộng của vũ trụ không phải có "mười con số 0, hay một trăm con số 0, mà là hàng triệu con số 0".

Trong suốt một khoảng thời gian dài, học thuyết về Big Bang luôn mang theo một lỗ hổng khiến nhiều người băn khoăn – nó không thể giải thích được tại sao chúng ta lại có mặt ở đây. Dù 98 phần trăm vật chất tồn tại đều được tạo ra bởi Big Bang, các vật chất gồm cả các loại khí nhẹ: heli, hydro, và liti mà chúng tôi đã đề cập đến trước đây. Nhưng không một loại khí nặng cần cho sự sống của chúng ta – cacbon, nitơ, oxy, và vân vân – xuất hiện qua vụ nổ này. Nhưng – và đây là điểm gây rắc rối – để có được những nguyên tố nặng này, bạn cần phải có nhiệt và năng lượng của Big Bang. Tuy nhiên khi Big Bang xảy ra nó vẫn không tạo ra được các nguyên tố nặng này. Thế thì chúng đến từ đâu?

Thật thú vị, người tìm ra được câu trả lời cho câu hỏi này lại là một nhà vũ trụ học luôn coi thường giá trị của học thuyết về Big Bang và luôn mỉa mai học thuyết này. Chúng ta sẽ nói về ông ta, nhưng trước khi chúng ta trả lời câu hỏi về việc chúng ta xuất hiện ở đây như thế nào, có lẽ chúng ta nên dành vài phút để nói về việc "ở đây" có nghĩa là gì.

---

[1] Đây là một khái niệm trong khoa học: Vì những con số rất lớn khiến chúng ta khó viết và gần như không thể đọc, các nhà khoa học dùng lối viết tắt có liên quan đến số "mũ" của 10, ví dụ, 10.000.000.000 được viết là 10^{10}, và 6.500.000 được viết là 6,5 x 10^6. Nguyên tắc này đặt trên cơ sở là phép nhân của hai con số mười: 10 x 10 (hay 100) trở thành 10^2; 10 x 10 x 10 (hay 1.000) là 10^3 và vân vân. Chữ số nhỏ viết bên trên biểu thị cho những con số 0 theo sau những con số chính thức được viết lớn. Ký hiệu "âm" giúp chúng ta có thể hình dung ngược lại, với con số nhỏ viết bên trên biểu thị cho con số thập phân (thế nên 10^{-4} là 0,0001). Dù tôi rất hoan nghênh cách viết này, nhưng tôi vẫn cảm thấy ngạc nhiên khi có ai đó có thể lập tức hiểu rằng "1,4 x 10^9 km^2" biểu thị cho 1,4 tỉ km vuông, và tôi cũng không kém phần ngạc nhiên khi họ thích chọn cách viết trước hơn cách viết sau. Vì nghĩ rằng đại đa số các độc giả đều không giỏi về toán học giống như mình, tôi sẽ cố gắng tránh cách viết phức tạp và khó hiểu này, dù

rằng có một vài trường hợp tôi không thể tránh được, trong những Chương nói về các thông số của vũ trụ.

2. HỆ MẶT TRỜI

Ngày nay các nhà thiên văn có thể làm được những việc kỳ diệu nhất. Nếu một ai đó đánh một que diêm trên mặt trăng, họ có thể lập tức nhận ra được ngọn lửa này. Bất kỳ một chuyển động nhỏ nhất nào của các vì sao xa xôi, họ có thể tìm ra được kích cỡ và đặc điểm và thậm chí cả khả năng tồn tại đời sống của các hành tinh rất xa này – những hành tinh ở khoảng cách xa đến mức chúng ta phải mất nửa triệu năm để đi bằng tàu không gian đến đó. Với kính thiên văn sóng vô tuyến, họ có thể ghi nhận được các chuỗi bức xạ cực nhỏ ở các hành tinh đó.

Tóm lại, gần như không có gì diễn ra trong vũ trụ mà các nhà thiên văn không thể tìm được khi họ muốn. Đây là lý do tại sao mãi đến năm 1978 không ai có thể biết được rằng sao Diêm vương (Pluto) có một mặt trăng xoay quanh nó. Vào mùa hè năm đó, một nhà thiên văn trẻ tuổi tên là James Christy tại đài thiên văn U.S Naval ở Flagstaff, Arizona, đang theo dõi các hình ảnh về sao Diêm vương (Pluto) như thường lệ thì anh ta nhận thấy rằng có một cái gì đó xuất hiện – một cái gì đó rất mờ và khó xác định, nhưng rõ ràng nó không phải là sao Diêm vương (Pluto). Khi tham khảo ý kiến của một đồng nghiệp tên là Robert Harrington, anh ta kết luận rằng những gì anh ta trông thấy chính là một mặt trăng. Và nó không giống bất kỳ mặt trăng nào khác. Có liên hệ mật thiết với sao Diêm vương (Pluto), nó là mặt trăng lớn nhất trong hệ mặt trời.

Đây thực sự là một khám phá vô cùng bất ngờ về sao Diêm vương (Pluto), trước đó người ta chưa bao giờ xem nó là một hành tinh mạnh. Vì trước đó khoảng không gian chiếm đóng của sao Diêm vương (Pluto) được xem là ngang bằng với khoảng không gian bị chiếm đóng bởi mặt trăng của chúng ta, điều đó có nghĩa là người ta xem sao Diêm vương (Pluto) nhỏ hơn so với bất kỳ hành tinh nào khác – thậm chí còn nhỏ hơn cả sao Thủy (Mercury). Thật vậy, bảy mặt trăng trong hệ mặt trời, kể cả mặt trăng của chúng ta, đều lớn hơn nó.

Lúc này câu hỏi được đặt ra là tại sao chúng ta phải mất một khoảng thời gian rất dài mới có thể tìm ra được mặt trăng này. Câu trả lời ở đây là một phần do hướng xoay của đài thiên văn, một phần do mục tiêu thiết kế của các phương tiện tại đài thiên văn, và một phần do đó là sao Diêm vương (Pluto). Theo lời nhà thiên văn Clark Chapman: "Hầu hết mọi người đều nghĩ rằng các nhà thiên văn thường quan sát bầu trời vào ban đêm. Điều đó không đúng. Hầu hết các kính thiên văn chúng ta có trên thế giới đều được thiết kế để quan sát những đối tượng cực nhỏ trên bầu trời ở khoảng cách rất xa nhằm tìm ra những chuẩn tinh hoặc nhằm tìm kiếm các lỗ đen hoặc quan sát các ngân hà ở rất xa. Mạng lưới kính thiên văn đã được thiết kế và xây dựng bởi quân đội".

Chúng ta đã bị ảo giác khi hình dung một giải pháp không thể tồn tại trong thiên văn học. Sao Diêm vương (Pluto) trong bức ảnh của Christy xuất hiện khá mờ nhạt và mặt trăng của nó không phát sáng như bạn nghĩ, nói đúng ra nó là một điểm mờ nhạt mơ hồ trên bức ảnh. Sự mờ nhạt như thế khiến chúng ta mất bảy năm để có thể bắt gặp lại hình ảnh này và xác định sự tồn tại của nó.

Một điều thú vị về khám phá của Christy là nó xảy ra tại Flagstaff, cũng tại nơi này vào năm 1930 sao Diêm vương (Pluto) đã được khám phá lần đầu tiên. Sự kiện quan trọng này có liên hệ mật thiết đến nhà thiên văn Percival Lowell. Lowell, xuất thân từ một trong những gia đình giàu có nhất ở Boston, có khả năng thiên phú về lĩnh vực thiên văn, người ta nhớ đến ông qua niềm tin của ông rằng sao Hỏa (Mars) bị bao phủ bởi các con kênh do người sao Hỏa xây dựng với mục đích dẫn nước đến khu vực khô nhưng có khả năng sản xuất gần đường xích đạo hơn.

Lowell tin chắc rằng, tại một nơi nào đó bên ngoài sao Hải vương (Neptune) tồn tại một hành tinh thứ chín chưa được khám phá được gọi là hành tinh X. Lowell thiết lập niềm tin này trên cơ sở là những biến động mà ông nhận thấy trong quỹ đạo của sao Thiên vương (Uranus) và sao Hải vương (Neptune), và ông đã trải qua những năm cuối đời nhằm khám phá hành tinh X này. Thật đáng tiếc, ông qua đời đột ngột vào năm 1916, có lẽ một phần kiệt sức vì quá trình nghiên cứu của mình, và mọi việc nghiên cứu đều bị dừng lại trong khi những người thừa kế

của Lowell tranh giành tài sản của ông. Tuy nhiên, vào năm 1929, những người chỉ huy đài thiên văn Lowell quyết định tiếp tục việc nghiên cứu này và thuê một nhà thiên văn trẻ đến từ Kansas tên là Clyde Tombaugh.

Tombaugh trước đó không hề được đào tạo chính thức về lĩnh vực thiên văn, nhưng anh ta là người rất siêng năng và sắc sảo, và sau một năm kiên nhẫn tìm kiếm anh ta bắt gặp sao Diêm vương, một điểm ánh sáng mờ trên nền trời lấp lánh. Đó là một khám phá kỳ diệu, và điều này cho thấy rằng sự tiên đoán của Lowell về sự tồn tại của một hành tinh nằm ngoài sao Hải vương (Neptune) là không đúng. Tombaugh có thể lập tức nhìn thấy hành tinh mới hoàn toàn không giống với quả khí cầu khổng lồ mà Lowell đã xác định trước đó, nhưng mọi nhận định của anh hoặc của bất kỳ ai về đặc điểm của hành tinh mới này đều nhanh chóng bị quên lãng vì mọi người quá hào hứng với khám phá mới này. Đây là hành tinh đầu tiên do người Mỹ khám phá. Nó được đặt tên là sao Diêm vương (Pluto). Sau khi qua đời Lowell nổi tiếng là một thiên tài bậc nhất, và không ai nghĩ đến Tombaugh, ngoại trừ các đồng nghiệp tỏ lòng kính trọng anh.

Ngày nay một số nhà vũ trụ học vẫn nghĩ rằng có thể có một hành tinh X ở đó – một hành tinh cực lớn, có lẽ to gấp mười lần so với sao Mộc (Jupiter), nhưng ở xa đến mức chúng ta không thể nhìn thấy. (Nó nhận được ít ánh nắng mặt trời đến mức nó gần như không hề phản chiếu ánh sáng). Ý tưởng ở đây là: nó không phải là một hành tinh bình thường như sao Mộc (Jupiter) hoặc sao Thổ (Saturn) – nó xa hơn rất nhiều; có thể nói nó cách xa chúng ta 4,5 triệu dặm – nhưng lại giống mặt trời hơn. Hầu hết các chòm sao trong vũ trụ đều mang tính nhị nguyên (hai ngôi), điều này làm cho mặt trời lẻ loi của chúng ta trở nên hơi kỳ quặc.

Về phần sao Diêm vương, không ai có thể biết chắc rằng nó to đến mức nào, hoặc cái gì cấu thành nó, bầu khí quyển của nó ra sao, hoặc thậm chí thực ra nó là thứ gì. Nhiều nhà vũ trụ học tin rằng nó hoàn toàn không phải là một hành tinh, mà chỉ là một vật thể lớn nhất được tìm thấy (cho đến nay) trong một phân mảnh của ngân hà được biết là vành đai Kuiper. Vành đai Kuiper thực ra là một học thuyết của nhà thiên văn có tên là F. C. Leonard vào năm 1930, nhưng tên gọi này (Kuiper) là để tôn vinh Gerard Kuiper, một nhà khoa học gốc Hà Lan làm việc tại Hoa Kỳ, ông đã khai triển học thuyết này. Vành đai Kuiper là nguồn tạo ra những gì chúng ta gọi là các sao chổi ngắn hạn – những sao chổi xuất hiện và biến mất khá đều đặn – trong số các sao chổi này thì sao chổi Halley nổi tiếng nhất. Những sao chổi lẩn khuất tồn tại lâu hơn (trong đó có sao chổi Hale-Bopp và Hyakutake) đến từ áng mây Oort xa hơn nhiều.

Rõ ràng sao Diêm vương không vận hành giống các hành tinh khác. Nó không những còi cọc và tối tăm, mà quá trình chuyển động của nó còn hay thay đổi đến mức không ai có thể nói cho bạn biết rằng sao Diêm vương sẽ xuất hiện ở đâu trong một thế kỷ sắp tới. Trong khi đó các hành tinh khác di chuyển theo một quỹ đạo tương đối cố định, quỹ đạo của sao Diêm vương nghiêng một góc 17 độ, giống như chiếc vành nón đội lệch trên đầu. Quỹ đạo của nó thay đổi bất thường đến mức trong một khoảng thời gian dài khi nó di chuyển quanh mặt trời, nó có thể xuất hiện gần với chúng ta hơn cả sao Hải vương (Neptune). Thực ra, trong suốt những năm 1980 và 1990, sao Hải vương là hành tinh cách xa hệ mặt trời nhất. Chỉ vào ngày 11 tháng Hai, 1999, sao Diêm vương mới quay trở lại quỹ đạo bên ngoài hệ mặt trời, nó sẽ ở đó trong suốt 228 năm sắp tới.

Vậy thì nếu sao Diêm vương là một hành tinh, rõ ràng nó là một hành tinh kỳ quặc. Nó rất nhỏ: chỉ bằng ¼ của 1% khối lượng trái đất. Nếu bạn đặt nó vào Hoa Kỳ, nó chỉ chiếm diện tích của khoảng bốn mươi bang miền Nam. Chỉ riêng điều này thôi cũng khiến nó trở thành bất thường; điều đó có nghĩa là hệ các hành tinh của chúng ta gồm có bốn hành tinh chứa đá, bốn hành tinh lớn chứa khí, và một quả cầu băng tuyết nhỏ. Hơn nữa, chúng ta có mọi lý do để tin rằng chúng ta sẽ sớm tìm được những quả cầu băng tuyết khác thậm chí còn lớn hơn trong khoảng không gian này. Khi ấy chúng ta *sẽ* gặp rắc rối. Sau khi Christy tìm được mặt trăng của sao Diêm vương, các nhà thiên văn bắt đầu quan tâm đến việc này nhiều hơn vì đến đầu tháng 12 năm 2002 họ đã tìm được hơn sáu trăm vật thể di chuyển quanh sao Hải vương. Trong số sáu trăm vật thể này có một cái được gọi là Varuna to bằng với mặt trăng của sao Diêm vương. Ngày nay các nhà thiên văn nghĩ rằng có thể có hàng triệu những vật thể giống như thế. Khó

khăn ở đây là, đại đa số những vật thể này quá tối. Chúng có suất phân chiếu (sự phản chiếu) khoảng 4 phần trăm, số còn lại tối như than – và dĩ nhiên những "hòn than" này cách xa chúng ta khoảng 4 tỉ dặm.

Và chính xác thì chúng ở cách chúng ta bao xa? Chúng ta gần như không thể hình dung được. Bạn biết đấy, không gian quá bao la. Chúng ta hãy hình dung rằng chúng ta sắp sửa tham gia một cuộc hành trình bằng tên lửa. Chúng ta sẽ không đi xa như thế – chúng ta chỉ đến biên của hệ mặt trời của chúng ta – nhưng chúng ta cần phải hiểu được rằng khoảng không gian này rộng lớn đến mức nào và rằng chúng ta chỉ có thể di chuyển được một khoảng cách nhỏ đến mức nào.

Đây là tin xấu, tôi e rằng thế, chúng ta sẽ không thể quay về nhà để dùng bữa tối. Thậm chí với tốc độ ánh sáng, chúng ta cũng phải mất tám giờ đồng hồ để đến được sao Diêm vương. Nhưng dĩ nhiên chúng ta không thể di chuyển với một vận tốc như thế. Chúng ta sẽ phải di chuyển bằng tàu không gian, và so với tốc độ ánh sáng thì tốc độ của tàu không gian được xếp vào loại khá ì ạch. Cho đến nay tốc độ di chuyển nhanh nhất mà con người có thể đạt được là tốc độ của tàu không gian *Voyager 1* và *Voyager 2*, chúng có thể bay với vận tốc khoảng 35 nghìn dặm trong một giờ.

Lý do tàu Voyager được bắn đi vào tháng Tám và tháng Chín 1977 là vì sao Mộc, sao Thổ, sao Thiên vương, và sao Hải vương chỉ xuất hiện thẳng hàng với nhau sau mỗi 175 năm. Điều này giúp hai tàu Voyager có thể vận dụng được kỹ thuật "trợ trọng lực" và có điểm đáp. Ngay cả như thế, chúng ta cũng mất chín năm để đến được sao Thiên vương, và mười hai năm để đến được quỹ đạo của sao Diêm vương. Tin tốt ở đây là, nếu chúng ta đợi mãi đến tháng Một năm 2006 (đây là lúc tàu không gian *New Horizons* của NASA bắt đầu cuộc hành trình hướng đến sao Diêm vương) thì chúng ta có thể tận dụng được nhiều kỹ thuật hiện đại, và đến đó trong khoảng mười năm – tuy thế tôi e rằng quá trình quay trở về trái đất từ sao Diêm vương sẽ mất nhiều thời gian hơn. Dù sao thì đó cũng sẽ là một chuyến đi dài.

Hệ mặt trời của chúng ta có thể là thứ sống động nhất trong suốt hàng triệu dặm, nhưng mọi thứ cấu thành nó mà chúng ta có thể nhìn thấy được – mặt trời, các hành tinh, các mặt trăng, hàng tỷ các tảng đá của các chòm sao, các sao chổi, và các mảnh vụn trôi dạt hỗn độn khác – lấp đầy một phần triệu không gian hiện hữu. Bạn nhận thấy rằng không tấm bản đồ nào có thể mô tả được những thứ tồn tại bên ngoài hệ mặt trời. Hầu hết các biểu đồ bạn trông thấy ở trường học đều mô tả các hành tinh xuất hiện hài hòa với nhau – thực ra khoảng cách giữa các hành tinh trong thực tế là thứ chúng ta không thể minh họa được. Sao Hải vương trong thực tế không chỉ xa hơn sao Mộc chút ít, nó nằm bên kia sao Mộc – cách xa chúng ta gấp năm lần so với sao Mộc, nó xa đến mức nó chỉ nhận được 3 phần trăm ánh sáng mặt trời so với sao Mộc.

Chính vì những khoảng cách quá lớn này nên chúng ta không thể vẽ hệ mặt trời theo đúng tỉ lệ thực, ngay cả khi bạn dùng nhiều trang giấy dán lại với nhau. Trong một biểu đồ về hệ mặt trời theo đúng tỉ lệ thực, nếu trái đất được thu nhỏ có đường kính bằng hạt đậu thì sao Mộc cách xa chúng ta hàng trăm mét và sao Diêm vương cách xa chúng ta một dặm rưỡi (và có kích thước bằng một con vi khuẩn, thế nên bạn sẽ chẳng bao giờ nhìn thấy nó). Cùng một tỉ lệ như thế, Proxima Centauri, ngôi sao gần chúng ta nhất, sẽ cách chúng ta mười nghìn dặm.

Thế nên hệ mặt trời của chúng ta quá bao la. Trước khi chúng ta đến được sao Diêm vương, chúng ta phải di chuyển đủ xa để có thể trông thấy mặt trời của chúng ta chỉ còn bằng đầu kim. Nó nhỏ hơn so với một ngôi sao sáng. Trong khoảng không gian bao la đó bạn có thể hiểu được rằng tại sao những vật thể quan trọng nhất – chẳng hạn như mặt trăng của sao Diêm vương – lại không được người ta chú ý đến. Mãi đến khi tàu *Voyager* khởi đầu cuộc viễn chinh của nó, sao Hải vương vẫn được xem là hành tinh có hai mặt trăng; Voyager đã tìm được thêm sáu mặt trăng khác nữa. Khi tôi còn bé, hệ mặt trời được xem là có ba mươi mặt trăng. Tổng số mặt trăng hiện nay, trong hệ mặt trời là "ít nhất chín mươi", khoảng một phần ba trong số này được khám phá trong vòng mười năm qua.

Dĩ nhiên, điểm cần ghi nhớ ở đây là, khi nói đến vũ trụ chúng ta không thực sự biết được thứ

gì thực sự đang tồn tại trong hệ mặt trời của chúng ta.

Lúc này chúng ta đang di chuyển nhanh để hướng đến sao Diêm vương. Nếu bạn kiểm tra lại lịch trình của mình, bạn sẽ nhận thấy rằng đây là một chuyến đi hướng về biên điểm của hệ mặt trời, và tôi e rằng chúng ta vẫn chưa đến được biên điểm của hệ mặt trời. Sao Diêm vương có thể là vật thể cuối cùng xuất hiện trong các biểu đồ tại nhà trường, nhưng hệ mặt trời vẫn chưa dừng lại ở đó. Thực ra, chúng ta không thể đến được biên điểm của hệ mặt trời trừ khi chúng ta băng qua dải mây Oort, một khu vực bao la tập hợp các sao chổi trôi dạt, và chúng ta không thể đến được dải mây Oort vì một lý do khác – tôi rất tiếc phải nói về điều này – phải mất mười nghìn năm chúng ta mới đến được đó.

Dĩ nhiên chúng ta chẳng hy vọng gì về một cuộc hành trình như thế. Một chuyến đi 240.000 dặm đến mặt trăng đã là một việc rất khó khăn đối với chúng ta. Cuộc hành trình hướng đến sao Hỏa, được kêu gọi lần đầu bởi Tổng thống Bush, đã bị hủy bỏ khi người ta ước tính nó ngốn mất 450 tỉ đô-la Mỹ và có thể gây thiệt mạng cho tất cả các thành viên trên tàu (ADN của họ sẽ bị xé toạc bởi những hạt năng lượng mặt trời rất cao).

Dựa vào những gì ngày nay chúng ta biết được và suy luận được, chúng ta chẳng mảy may hy vọng rằng loài người sẽ đến được biên của hệ mặt trời – chẳng bao giờ. Cho đến nay, ngay cả với kính thiên văn Hubble, chúng ta không thể khảo sát được dải mây Oort, thế nên chúng ta không thực sự biết được rằng nó có ở đó. Sự tồn tại của nó có lẽ chỉ dựa vào giả thuyết. [1]

Tất cả những gì chúng ta có thể nói về dải mây Oort là: nó khởi đầu từ đâu đó phía bên kia sao Diêm vương và trải dài khoảng hai năm ánh sáng trong vũ trụ. Đơn vị đo lường cơ bản trong hệ mặt trời là *Astronomical Unit*, hay còn gọi là AU, tượng trưng cho khoảng cách từ mặt trời đến trái đất. Sao Diêm vương cách chúng ta khoảng 40 AU, tâm điểm của dải mây Oort cách chúng ta khoảng năm mươi nghìn AU. Tóm lại, nó ở rất xa.

Nhưng giả sử rằng chúng ta đến được dải mây Oort. Điều đầu tiên chúng ta có thể nhận thấy là nó rất yên tĩnh. Lúc này chúng ta đang ở một nơi rất xa – xa đến mức mặt trời không còn là ngôi sao sáng nhất trên bầu trời nữa. Điều đáng nói ở đây là ngay cả ánh sáng lấp lánh từ xa của mặt trời cũng có thể giữ được các sao chổi này di chuyển theo đúng quỹ đạo của chúng. Đây không còn là sự liên kết mạnh mẽ, thế nên các sao chổi di chuyển khá chậm, ở tốc độ khoảng 220 dặm trong một giờ. Liên tục và liên tục, vài sao chổi thoát ra khỏi quỹ đạo của chúng do bởi bất kỳ sự gián đoạn nào về trọng lực, dù là rất nhỏ – chẳng hạn khi có một vì sao nào đó di chuyển ngang qua. Đôi khi chúng bị bắn vào khoảng không gian vô tận, không bao giờ quay trở lại, nhưng đôi khi chúng cũng rơi vào một quỹ đạo xa hơn và di chuyển quanh mặt trời. Trong một năm có khoảng ba hoặc bốn sao chổi trong số này, được biết là các sao chổi tồn tại lâu, băng ngang hệ mặt trời. Đôi khi các vì sao lạc này va chạm phải một thứ gì đó cứng rắn, chẳng hạn trái đất. Chúng rơi vào trung tâm của hệ mặt trời, chúng có thể rơi trúng bất kỳ nơi nào, Manson hoặc Iowa. Chúng phải mất một khoảng thời gian dài để đến được đó – ít nhất ba hoặc bốn triệu năm – thế nên chúng ta không cần quan tâm đến chúng và chúng ta sẽ đề cập đến chúng trong phần sau của câu chuyện.

Đó là hệ mặt trời của chúng ta. Và phía bên kia hệ mặt trời là gì? Không gì cả và rất nhiều, điều này tùy thuộc vào sự quan sát của bạn.

Tóm lại, không gì cả. Khoảng không gian hoàn hảo nhất do con người tạo ra vẫn không rộng bằng sự trống rỗng trong khoảng không gian giữa các vì sao. Người hàng xóm gần chúng ta nhất, Proxima Centauri, đây là một trong ba ngôi sao thuộc chòm sao Alpha Centauri, cách chúng ta 4,3 triệu năm ánh sáng, đây là một khoảng cách rất nhỏ trong vũ trụ học, tuy thế nó vẫn bằng một trăm triệu lần khoảng cách từ trái đất đến mặt trăng. Để đi hết khoảng cách này bằng tàu không gian, chúng ta phải mất ít nhất hai mươi lăm nghìn năm, và dù là bạn thực hiện chuyến đi này bạn vẫn chẳng đến được đâu cả ngoại trừ khoảng không gian vô tận. Để đến được sao Thiên lang (Sirius), chúng ta phải mất thêm 4,6 triệu năm ánh sáng nữa. Nếu bạn nhảy từ sao này đến sao kia để đến được trung tâm của dải ngân hà này, bạn phải mất một khoảng thời gian lâu hơn khoảng thời gian có sự sống tồn tại trên trái đất này.

Tôi xin phép lặp lại, không gian vô cùng rộng lớn. Khoảng cách trung bình giữa sao này với sao kia là 20 triệu triệu dặm. Thậm chí khi bạn di chuyển bằng tốc độ ánh sáng, những khoảng cách như thế này vẫn là một thách thức lớn. Dĩ nhiên, *có thể* là người ngoài hành tinh đã di chuyển hàng tỷ dặm để đến Arizona, nhưng điều đó dường như không thể xảy ra.

Tuy nhiên, theo thống kê thì khả năng xuất hiện người ngoài hành tinh là một giả thuyết tốt. Không ai biết được rằng trong dải ngân hà có bao nhiêu vì sao – chúng ta dự đoán khoảng 100 tỷ cho đến 400 tỷ – và dải ngân hà này chỉ là một trong 140 tỷ dải ngân hà trong vũ trụ, có một số dải ngân hà khác còn lớn hơn dải ngân hà của chúng ta. Vào những năm 1960, một Giáo sư tại Cornell tên là Frank Drake, ông rất quan tâm đến những con số phi thường này, đã trình bày một phương trình nổi tiếng để tính toán những thay đổi của đời sống văn minh trong vũ trụ dựa vào hàng loạt những khả năng khác nhau.

Theo phương trình của Drake, bạn chia con số những vì sao trong khu vực đã chọn nào đó của vũ trụ với con số những vì sao có khả năng là một hành tinh; bạn lấy kết quả đó chia cho con số những hành tinh có khả năng duy trì sự sống; rồi bạn lại lấy kết quả ấy chia cho con số những hành tinh đang duy trì sự sông; và vân vân. Sau mỗi lần chia, kết quả lập tức giảm thiểu – tuy nhiên dù bạn có làm gì thì kết quả cuối cùng cũng là hàng triệu.

Đây quả là một ý tưởng thú vị. Có thể chúng ta chỉ là một trong hàng triệu đời sống văn minh khác. Thật đáng tiếc, vũ trụ quá bao la, khoảng cách bình quân giữa hai nền văn minh này ít nhất cũng là hai trăm năm ánh sáng. Điều này có nghĩa là, ngay cả khi người ngoài hành tinh trông thấy chúng ta qua kính viễn vọng của họ, họ chỉ có thể trông thấy được ánh sáng của trái đất cách đây hai trăm năm. Thế nên họ không thể trông thấy bạn và tôi. Họ chỉ có thể trông thấy cuộc Cách mạng Pháp và Thomas Jefferson và những người đang mua bán tơ lụa – những người không biết được nguyên tử là gì, hoặc gen di truyền là gì. Hai trăm năm ánh sáng là một khoảng cách vượt quá khả năng của chúng ta.

Thế nên ngay cả khi loài người chúng ta không đơn độc, chúng ta vẫn phải sống một mình. Carl Sagan đã tính toán rằng con số các hành tinh tồn tại trong vũ trụ có thể lên đến 10 tỷ triệu – một con số ngoài sức tưởng tượng. Nhưng còn có một điều ngoài sức tưởng tượng nữa là khoảng không gian mà chúng xuất hiện rải rác. “Nếu chúng ta ngẫu nhiên xuất hiện trong vũ trụ”, Sagan viết, “khả năng bạn xuất hiện trên hoặc gần một hành tinh là ít hơn một phần tỷ triệu triệu”. (Đó là 10^{33}, hoặc một con số 1 và theo sau đó là ba mươi ba con số 0).

---

[1] Chúng ta cũng có thể gọi là dải mây Opik-Oort, đây là tên của một nhà thiên văn người Estonian là Ernst Opik, ông đã trình bày giả thuyết về sự tồn tại của nó vào năm 1932, và là tên của nhà thiên văn người Hà Lan là Jan Oort, ông đính chính lại những tính toán này vào năm 1950.

3. VŨ TRỤ CỦA EVANS

Khi bầu trời trong trẻo và mặt trăng không quá sáng, Robert Evans, một người vui tính và ít nói, kéo lê một chiếc kính viễn vọng đồ sộ lên ngôi nhà của mình ở dãy núi Blue thuộc Úc, cách Sydney khoảng năm mươi dặm hướng về phía Tây, và thực hiện một công việc phi thường, ông nhìn sâu vào trong quá khứ và tìm kiếm những vì sao chết.

Việc quan sát quá khứ dĩ nhiên là việc dễ dàng. Bạn hãy nhìn lên bầu trời đêm và những gì bạn trông thấy chính là lịch sử và tất cả những gì liên quan đến nó trong quá khứ – những vì sao bạn trông thấy hiện nay không phải là những gì đang thực sự diễn ra, đó là hình ảnh của chúng khi ánh sáng phát ra từ chúng trong quá khứ. Như tất cả chúng ta đều biết, sao Bắc Đẩu (North Star), người bạn đồng hành của chúng ta, có thể đã biến mất cách đây vài tháng hoặc mãi vào năm 1854 hoặc vào bất kỳ khoảng thời gian nào ở đầu thế kỷ mười bốn và tất cả những hình ảnh này vẫn chưa kịp đến với chúng ta. Điều tốt nhất chúng ta có thể nói là: cách đây 680 năm nó vẫn còn tỏa sáng. Các vì sao vẫn liên tục chết. Những gì Bob Evans có thể làm tốt hơn bất kỳ ai đã từng làm là: ghi nhận khoảnh khắc tàn lụi của các vì sao.

Vào ban ngày, Evans là mục sư tại nhà thờ Uniting, Úc, ông tìm hiểu lịch sử về xu hướng thay đổi tôn giáo trong suốt thế kỷ mười chín. Nhưng vào ban đêm, theo cách nói khiêm tốn của ông, ông là người khổng lồ của bầu trời. Ông săn đuổi các siêu tân tinh (sao băng).

Hiện tượng siêu tân tinh xảy ra khi một vì sao khổng lồ, một vì sao lớn hơn nhiều lần so với mặt trời của chúng ta, suy sụp và sau đó nổ tung, lập tức tạo ra nguồn năng lượng của một trăm tỷ mặt trời, tỏa sáng hơn tất cả mọi vì sao trong dải ngân hà của nó. “Nó giống như hàng triệu quả bom hydro phát nổ trong cùng một thời điểm”, Evans nói. Nếu có một vụ nổ siêu tân tinh xảy ra trong phạm vi năm trăm năm ánh sáng quanh chúng ta, có lẽ chúng ta đã biến mất, theo lời Evans. Nhưng vũ trụ quá bao la, và các siêu tân tinh thường xảy ra quá xa chúng ta nên không thể gây hại cho chúng ta. Thực ra, hầu hết các siêu tân tinh đều xảy ra ở một khoảng cách lớn ngoài tưởng tượng nên ánh sáng của chúng đến được với chúng ta chỉ là ánh sáng lấp lóe yếu ớt.

Để hiểu được việc này diễn ra như thế nào, bạn hãy hình dung một chiếc bàn ăn được trải khăn chỉnh tề, và một ai đó vất một nắm muối ngang qua mặt bàn. Các hạt muối văng tứ tung có thể được xem là một dải ngân hà. Bây giờ bạn hãy hình dung một nghìn năm trăm chiếc bàn khác giống như thế này – đủ để lấp đầy khu vực đậu xe của siêu thị Wal-Mart, hoặc đủ để tạo ra một đường thẳng dài hai dặm – mỗi chiếc bàn đều có một nắm muối bị vất ngang qua một cách ngẫu nhiên. Bây giờ bạn hãy đặt thêm một hạt muối lên bất kỳ chiếc bàn nào và để Bob Evans bước ngang qua chúng. Chỉ liếc sơ qua ông ta đã có thể nhận ra được nó. Hạt muối đó chính là siêu tân tinh.

Khả năng của Evans là một khả năng hiếm có đến mức Oliver Sacks, trong cuốn *Anthropologist on Mars*, đã dành riêng cho anh ta một phần trong chương nói về các nhà bác học tự kỷ – Oliver Sacks nói rằng “không ai nói rằng anh ta là người tự kỷ cả”. Evans, vẫn chưa bao giờ gặp Sacks, bật cười trước lời gợi ý rằng hoặc ông là người tự kỷ hoặc ông là một nhà bác học, nhưng ông không giải thích được tại sao mình có được khả năng đó.

“Dường như tôi có sở trường ghi nhớ được vị trí của các vì sao”, ông nói với tôi khi tôi đến thăm ông và vợ ông, Elaine, tại một ngôi nhà gỗ đẹp như tranh ở ven làng Hazelbrook. “Tôi chẳng giỏi về thứ gì khác cả”, ông tiếp lời, “Tôi không giỏi trong việc nhớ tên của người khác”.

“Hoặc nơi ông ấy đã để đồ đạc”, Elaine nói vọng lên từ nhà bếp.

Ông gật đầu chân thành và bật cười, sau đó ông hỏi tôi rằng tôi có muốn xem chiếc kính viễn vọng của ông không. Trước đó tôi đã hình dung rằng Evans có một đài thiên văn hẳn hoi ở sân sau nhà mình – loại đài thiên văn đặt ở đỉnh Wilson hoặc Palomar, với mái che và thiết bị điều chỉnh vị trí hiện đại. Thực ra, ông không dẫn tôi ra ngoài, mà dẫn tôi vào trong một chiếc nhà kho, tại đó ông lưu giữ các loại sách vở, tài liệu, và chiếc kính viễn vọng của mình – một chiếc

ống hình trụ màu trắng có kích cỡ và hình dạng giống như chiếc bồn nước nóng gia đình – nằm trên chiếc giá đỡ tự chế. Chỉ với công cụ thô sơ này, khi bầu trời trong trẻo và trăng không quá sáng, ông tìm kiếm được các siêu tân tinh.

Cụm từ *siêu tân tinh* được đặt ra vào những năm 1930 bởi một nhà vật lý học thiên thể kỳ quặc đáng nhớ tên là Fritz Zwicky. Chào đời ở Bulgaria và lớn lên ở Thụy Sĩ, Zwicky đến Học viện kỹ thuật California vào những năm 1920 và nổi tiếng là người có tính tình kỳ quặc. Dường như ông chẳng có vẻ gì là thông minh nổi bật, và nhiều đồng nghiệp của ông vẫn gọi ông là "anh hề phá bĩnh". Ông nổi tiếng là người hung hăng, thái độ của ông đáng sợ đến mức cộng tác viên thân cận của ông tên là Walter Baade không muốn ở một mình trong phòng với ông. Zwicky thường tố cáo Baade, vốn dĩ là người Tây Đức, là một thành viên của đảng quốc xã. Đã từng có lúc Zwicky đe dọa giết Baade, khi họ đang làm việc tại đài thiên văn trên đỉnh Wilson.

Nhưng Zwicky cũng có khả năng hiểu biết của một thiên tài. Vào đầu những năm 1930, ông tập trung vào vấn đề đã từng gây đau đầu cho các nhà thiên văn: những điểm sáng mới, những vì sao mới xuất hiện trên nền trời. Không chắc lắm, ông băn khoăn liệu có phải hạt nơtron – hạt hạ nguyên tử đã được khám phá tại Anh quốc bởi James Chadwick – xuất hiện tại trung tâm của mọi vật thể không. Ông khám phá ra rằng nếu một vì sao suy tàn và bị nén lại đến mức độ tìm thấy trong lõi các nguyên tử, kết quả là lõi này sẽ trở nên vô cùng rắn. Các nguyên tử sẽ bị nén lại với nhau, các electron của chúng bị ép vào nhân, hình thành các nơtron. Bạn sẽ có được một vì sao nơtron. Bạn hãy hình dung một triệu viên đạn đại bác bị ép vào nhau và nén lại thành kích cỡ của một viên bi. Lõi của một vì sao nơtron nặng đến mức chỉ một muỗng các chất liệu cấu thành lõi này cũng cân nặng ít nhất 200 triệu pound (1 pound bằng 16 ounce theo hệ đo lường của Anh Mỹ, bằng 0,454kg). Chỉ một muỗng thôi! Nhưng chúng ta có nhiều hơn thế. Zwicky khám phá ra rằng sau sự suy tàn của một vì sao như thế sẽ có một số năng lượng khổng lồ còn đọng lại – đủ để tạo ra một vụ nổ lớn nhất trong vũ trụ. Ông gọi những vụ nổ này là các siêu tân tinh. Chúng là những sự kiện lớn nhất trong sự tạo thành thế giới.

Ngày 15 tháng Một, 1934, tờ Physical Review phát hành một bản tóm tắt về những gì Zwicky và Baade đã thực hiện vào tháng trước tại Đại học Stanford. Dù rất ngắn gọn – một trang hai mươi bốn dòng – bản tóm tắt này chứa đựng nhiều thông tin mới về khoa học: nó cung cấp những thông tin về các siêu tân tinh và các vì sao nơtron; giải thích thuyết phục nét đặc trưng của chúng; tính toán chính xác sự bùng nổ của chúng; và, liên hệ các vụ nổ siêu tân tinh với quá trình tạo ra một hiện tượng bí ẩn được gọi là các tia vũ trụ xuất hiện khắp nơi trong vũ trụ. Có thể nói những ý tưởng này là một cuộc cách mạng trong thiên văn học. Khái niệm về các tia vũ trụ, dù được xem là hợp lý, đến nay vẫn chưa được kiểm định. Nhìn chung, bản tóm tắt này là, theo lời của nhà vật lý học thiên thể Kip S. Thorne, "một trong những tài liệu có khả năng dự đoán tốt nhất trong lịch sử vật lý học và thiên văn".

Thật thú vị, Zwicky lại hầu như không hiểu được tại sao những điều này lại xảy ra. Theo Thorne, "anh ta không hiểu hết về các quy luật vật lý để có thể chứng minh được những ý tưởng của mình". Tài năng của Zwicky là dành cho những ý tưởng lớn.

Zwicky cũng là người đầu tiên khám phá được rằng gần như không có đủ khối lượng hữu hình trong vũ trụ để có thể trói các dải ngân hà lại với nhau và rằng ắt hẳn phải có một lực hấp dẫn nào đó – những gì ngày nay chúng ta gọi là chất đen. Có một điều ông không nhận ra được là nếu một vì sao nơtron bị nén lại, nó sẽ nặng đến mức mà ánh sáng cũng không thể thoát ra khỏi lực hấp dẫn của nó. Bạn sẽ có một lỗ đen. Đáng tiếc là Zwicky thường bị các đồng nghiệp coi thường nên những ý tưởng của ông gần như không nhận được sự chú ý nào. Năm năm sau, khi Robert Oppenheimer chú ý đến các vì sao nơtron, ông chẳng quan tâm gì đến những khám phá và những ý tưởng trước đó của Zwicky. Những suy luận của Zwicky về chất đen không hề thu hút được bất kỳ sự chú ý nào trong suốt gần bốn mươi năm sau đó. Chúng ta chỉ có thể ghi nhận rằng ông đã thực hiện nhiều nỗ lực trong suốt khoảng thời gian này.

Thật lạ là chúng ta chỉ nhìn được một phần cực nhỏ trong vũ trụ khi chúng ta ngước mắt

nhìn bầu trời. Từ trái đất, bằng mắt thường chúng ta chỉ có thể trông thấy khoảng 6.000 vì sao trên bầu trời, và chỉ có 2.000 vì sao có thể được trông thấy từ bất kỳ vị trí nào. Với ống nhòm, bạn có thể trông thấy khoảng 50.000 vì sao, và với một chiếc kính viễn vọng nhỏ thì con số các vì sao bạn có thể trông thấy là 300.000. Với một chiếc kính viễn vọng loại lớn, chẳng hạn như thứ mà Evans sử dụng, bạn có thể trông thấy được các dải ngân hà, mỗi dải chứa hàng chục tỷ các vì sao. Rõ ràng đây là những con số rất lớn, nhưng dù con số lớn như thế hiện tượng siêu tân tinh lại là hiện tượng cực kỳ hiếm hoi. Một ngôi sao có thể tồn tại suốt hàng tỷ năm, nhưng khi nó chết thì quá trình suy tàn của nó diễn ra rất nhanh, và chỉ có một vài ngôi sao chết phát nổ. Hầu hết đều chết trong yên lặng, giống như một đống lửa tàn lụi. Trong một dải ngân hà điển hình, chứa một trăm tỷ ngôi sao, bình quân sau mỗi hai hoặc ba trăm năm thì có một vụ siêu tân tinh. Thế nên, việc tìm kiếm được siêu tân tinh cũng giống như việc đứng trên đài quan sát của tòa nhà Empire State Building với một chiếc kính viễn vọng và quan sát các cửa sổ quanh vùng Manhattan với hy vọng tìm kiếm một ai đó thắp nến mừng sinh nhật lần thứ hai mươi mốt của mình.

Vào khoảng thời gian Evans có một chiếc kính viễn vọng mười inch – loại có kích cỡ lớn dành cho dân nghiệp dư – ông đã tìm được hiện tượng hiếm hoi này của vũ trụ. Trong toàn lịch sử thiên văn học trước khi Evans bắt đầu tìm kiếm vào năm 1980, người ta chỉ tìm được có 60 siêu tân tinh. (Vào lúc tôi đến thăm ông, tháng Tám 2001), ông đã ghi nhận được ba mươi bốn khám phá của mình về siêu tân tinh, ba tháng sau, là cái thứ ba mươi lăm, và đầu năm 2003 là cái thứ ba mươi sáu).

Tuy nhiên, Evans có nhiều thuận lợi hơn người khác. Hầu hết những người quan sát, giống như hầu hết mọi người, đều sống ở Bắc bán cầu, thế nên ông có thể quan sát được bầu trời ở phạm vi rộng hơn. Ông cũng có một trí nhớ nhạy bén phi thường. Các loại kính viễn vọng lớn thường là những vật đồ sộ, người ta phải tốn nhiều thời gian để điều chỉnh vị trí của chúng. Evans có thể điều chỉnh chiếc kính viễn vọng mười sáu inch của mình giống như cách một pháo thủ điều chỉnh súng trong một cuộc chiến, ông không mất nhiều thời gian để làm việc này. Kết quả là, ông có thể quan sát khoảng bốn trăm dải ngân hà chỉ trong một buổi tối, trong khi loại kính viễn vọng chuyên nghiệp nếu may mắn có thể làm được việc này trong khoảng thời gian nhiều hơn thế năm mươi hoặc sáu mươi lần.

Việc tìm kiếm siêu tân tinh đôi khi gần như là việc vô vọng. Từ năm 1980 đến năm 1996, bình quân sau mỗi năm ông tìm được hai vụ siêu tân tinh – đây không phải là một tỷ lệ lớn cho hàng trăm buổi tối quan sát dò tìm. Có khi ông tìm được ba vụ siêu tân tinh chỉ trong khoảng mười lăm ngày, nhưng cũng có khi ông mất ba năm mà chẳng tìm được gì cả.

“Thực ra thì khoảng thời gian không tìm được thứ gì không phải là khoảng thời gian hoang phí”, ông nói, “Nó giúp các nhà thiên văn tính toán được tốc độ tiến triển của các ngân hà. Đó là một trong những lĩnh vực hiếm hoi, nơi mà sự vắng mặt của bằng chứng *chính là* bằng chứng”.

Trên chiếc bàn đặt cạnh chiếc kính viễn vọng là một đống các hình ảnh và tài liệu liên quan đến kết quả khảo sát của ông, và ông đã cho tôi xem vài thứ trong số chúng. Nếu bạn đã từng xem các loại sách báo thiên văn phổ biến, có lẽ bạn nên xem, bạn sẽ biết rằng chúng thường đầy ắp các hình ảnh nhiều màu sắc chói lọi của những tinh vân ở rất xa. Những hình ảnh của Evans hoàn toàn không giống thế. Chúng chỉ là những tấm hình trắng đen mờ mờ với những dấu chấm hào quang chiếu sáng. Có một tấm mô tả một chòm sao mờ đến mức tôi phải đặt sát mắt vào mới có thể xem được. Evans nói với tôi rằng đây là một ngôi sao trong chòm sao Eornax từ dải ngân hà có tên là NGC1365 (NGC là chữ viết tắt của cụm từ New General Catalogue, đây cũng là tên một cuốn sách thiên văn dày. Nó đã từng là một cuốn sách của một ai đó tại Dublin; ngày nay, khỏi cần phải nói, nó là cơ sở dữ liệu của thiên văn học). Suốt sáu mươi triệu năm im lặng, ánh sáng từ vì sao này liên tục di chuyển qua không gian mãi đến một đêm tháng Tám năm 2001 nó đến được trái đất với hình thức là một luồng hào quang, tỏa sáng ít nhất, trên nền trời đêm. Dĩ nhiên chính Robert Evans là người khám phá được nó.

Evans nói, “Tôi nghĩ rằng đó là một điều thật tuyệt. Ánh sáng di chuyển hàng triệu năm qua không gian và bạn phát hiện ra nó ngay tại khoảnh khắc nó đến được trái đất. Đây là giây phút thiêng liêng bạn cần chứng kiến”.

Siêu tân tinh xuất hiện ở nhiều dạng, có một dạng được gọi là *siêu tân tinh Ia*, loại này có ý nghĩa quan trọng trong thiên văn học vì nó luôn phát nổ theo cùng một cách giống nhau và có khối lượng như nhau. Vì lý do này, nó có thể được vận dụng trong vai trò là một ngọn nến chuẩn mực để đo lường tốc độ giãn nở của vũ trụ.

Năm 1987 Saul Perlmutter tại phòng thí nghiệm Lawrence Berkeley thuộc California, bắt tay vào việc khám phá một phương pháp có hệ thống hơn để tìm kiếm *siêu tân tinh Ia*. Perlmutter sáng chế ra một hệ thống thuận tiện hơn, hệ thống này vận dụng loại máy vi tính cao cấp – về cơ bản đó là một loại máy ảnh kỹ thuật số cực tốt. Nó tự động tìm kiếm các siêu tân tinh. Những chiếc kính viễn vọng được lắp đặt vào máy này có thể chụp được hàng ngàn bức ảnh và để máy vi tính dò tìm những dấu hiệu của một vụ nổ siêu tân tinh. Trong năm năm, với kỹ thuật mới này, Perlmutter và các đồng nghiệp tại Berkeley đã tìm được bốn mươi hai siêu tân tinh. Ngày nay, ngay cả những người nghiệp dư cũng có thể tìm được siêu tân tinh bằng cách vận dụng thiết bị này. "Với thiết bị này, bạn có thể ngắm ống kính lên bầu trời và đi xem truyền hình", Evans nói với vẻ nản lòng, "Nó khiến việc này chẳng còn chút lãng mạn gì".

Tôi hỏi ông rằng ông có chấp nhận kỹ thuật mới không. "Không", ông nói, "tôi thích cách làm của tôi hơn. Ngoài ra" – ông đưa mắt nhìn vào bức ảnh siêu tân tinh gần đây nhất của mình và mỉm cười – "một lúc nào đó tôi có thể đánh bại chúng".

Vấn đề đặt ra ở đây là "Điều gì sẽ xảy ra nếu có một ngôi sao phát nổ gần chúng ta?". Ngôi sao gần chúng ta nhất, như chúng ta đã thấy, là sao Alpha Centauri, cách chúng ta 4,3 năm ánh sáng. Tôi đã hình dung rằng nếu có một vụ nổ ở đó thì chúng ta sẽ mất 4,3 năm để trông thấy được ánh sáng phát ra từ vụ nổ đó trên bầu trời. Điều gì sẽ xảy ra nếu chúng ta có bốn năm và bốn tháng để quan sát sự diệt vong không thể tránh khỏi đang tiến về phía mình, biết rằng khi nó đến được trái đất nó sẽ làm chúng ta nổ tung? Mọi người sẽ vẫn đi đến nơi làm việc chứ? Các nông dân vẫn tiếp tục trồng trọt chứ?

Nhiều tuần sau, quay trở lại thành phố ở New Hampshire nơi tôi sống, tôi đặt câu hỏi này cho John Thorstensen, một nhà thiên văn tại Đại học Dartmouth. "Ô, không", ông nói và bật cười, "Sự kiện đó sẽ xảy ra với tốc độ ánh sáng, và sự phá hoại cũng diễn ra với tốc độ ánh sáng, thế nên khi bạn biết được điều đó thì đồng thời bạn cũng bị hủy diệt ngay tức thì. Nhưng đừng lo vì điều đó sẽ chẳng bao giờ xảy ra".

Để một vụ nổ siêu tân tinh có thể giết chết bạn, ông giải thích, bạn cần phải xuất hiện "gần nó đến mức vô lý" – có lẽ chỉ trong khoảng mười năm ánh sáng. "Khi vụ nổ xảy ra nó sẽ tạo ra nhiều bức xạ – các tia vũ trụ và vân vân". Những thứ này sẽ tạo ra cực quang phóng đại, làn khói mờ của thứ ánh sáng huyền ảo sẽ đầy ắp bầu trời. Đây không phải là điều tốt đẹp. Bất kỳ thứ gì đủ mạnh cũng có thể đẩy lùi quyển từ, lớp từ trường bên trên trái đất bảo vệ chúng ta tránh khỏi tia cực tím và các tia có hại khác. Nếu không có quyển từ, bất kỳ ai hứng chịu ánh nắng mặt trời đều bị nướng cháy như một chiếc bánh pizza.

Lý do tại sao chúng ta lại tin chắc rằng một sự kiện như thế sẽ chẳng bao giờ xảy ra là, Thorstensen nói, trước tiên chỉ có một ngôi sao đặc biệt mới có thể tạo ra một vụ siêu tân tinh. Một ngôi sao có khả năng tạo ra một vụ siêu tân tinh ít nhất cũng to hơn mặt trời của chúng ta mười hoặc hai mươi lần và "chẳng có thứ nào to lớn như thế xuất hiện gần chúng ta cả. Rất may là vũ trụ này vô cùng rộng lớn". Một ngôi sao như thế gần chúng ta nhất là sao Betelgeuse, nhưng nó cách chúng ta năm mươi nghìn năm ánh sáng.

Trong số các vụ siêu tân tinh được ghi nhận trong lịch sử, chỉ có vài vụ nổ siêu tân tinh xuất hiện đủ gần để chúng ta có thể quan sát được bằng mắt thường. Một trong số đó là vụ nổ vào năm 1054 tạo ra Tinh vân Crab. Một vụ nổ khác, vào năm 1604, tạo ra một ngôi sao đủ sáng để chúng ta có thể trông thấy bằng mắt thường suốt ba tuần lễ. Vụ nổ gần đây nhất vào năm 1987, khi một siêu tân tinh lóe sáng trên nền trời được gọi là Large Magellanic Cloud, nhưng nó chỉ được nhìn thấy từ Nam bán cầu – và nó hoàn toàn vô hại cho chúng ta với khoảng cách 169.000 năm ánh sáng.

Siêu tân tinh có ý nghĩa quan trọng với chúng ta vì một lý do khác nữa. Nếu không có chúng thì chúng ta đã không có mặt ở đây. Bạn sẽ quay lại vấn đề hóc búa mà chúng ta đã đề ra ở cuối Chương một – Big Bang đã tạo ra các loại khí nhẹ nhưng không tạo ra bất kỳ nguyên tố nặng nào. Những nguyên tố nặng đó xuất hiện sau, nhưng suốt một khoảng thời gian dài không ai có thể hiểu được chúng xuất hiện *như thế nào*. Vấn đề ở đây là bạn cần phải có một cái gì đó cực nóng – thậm chí nóng hơn cả lõi của những ngôi sao nóng nhất – để rèn cacbon và sắt và các nguyên tố khác, nếu không có những thứ này thì chúng ta không thể có được vật chất. Siêu tân tinh giúp chúng ta có được lời giải thích, và chính nhà thiên văn người Anh với bản tính lập dị chẳng kém gì Fritz Zwicky đã khám phá được điều này.

Ông là người ở vùng Yorkshire tên gọi Fred Hoyle. Hoyle, qua đời năm 2001, được mô tả trong lời cáo phó in trên tờ *Nature* là một "nhà thiên văn và nhà luận chiến" và rõ ràng ông là một người như thế. Theo bản cáo phó của tờ *Nature*, ông là người "không ngừng tranh luận trong suốt đời mình" và "nhúng danh tiếng của mình xuống bùn". Ví dụ, ông đã từng tuyên bố, mà không hề có bằng chứng, rằng Viện bảo tàng Lịch sử Tự nhiên là thứ giả dối. Ông cũng tin rằng trái đất này không chỉ dung dưỡng sự sống mà còn dung dưỡng nhiều chứng bệnh, chẳng hạn dịch cúm và dịch hạch, và đề nghị rằng loài người thỉnh thoảng cần phải cắm mũi xuống đất để ngăn sự xâm nhập của mầm bệnh.

Chính ông là người tạo ra cụm từ "Big Bang" trong khoảnh khắc khôi hài trên một đài phát thanh nọ vào năm 1952. Ông vạch ra rằng không gì trong những hiểu biết của chúng ta về vật lý có thể giải thích được tại sao vạn vật lại đột nhiên xuất hiện. Hoyle ủng hộ thuyết trạng thái ổn định cho rằng vũ trụ không ngừng giãn nở và liên tục tạo ra vật chất mới trên đường đi của nó. Hoyle cũng xác định rằng nếu các vì sao nổ tung chúng sẽ tạo ra một nhiệt lượng khổng lồ – 100 triệu độ hoặc hơn, đủ để phát ra các nguyên tố nặng hơn trong quá trình được gọi là tổng hợp hạch nhân. Vào năm 1957, làm việc với các đồng nghiệp, Hoyle trình bày phương thức hình thành của các nguyên tố nặng hơn trong các vụ nổ siêu tân tinh. Với công trình này, W. A. Fowler, một trong số những người cộng tác với ông, đã nhận được giải Nobel. Hoyle, thật hổ thẹn, lại không.

Theo học thuyết của Hoyle, một ngôi sao phát nổ sẽ phát ra một nhiệt lượng đủ để tạo ra tất cả những nguyên tố mới và bắn chúng vào vũ trụ, từ đó hình thành các tầng mây thuộc thể khí – môi trường của các vì sao – cuối cùng chúng có thể kết hợp thành một hệ mặt trời mới. Với những học thuyết mới này, cuối cùng chúng ta có thể có được hình ảnh đáng tin cậy về việc chúng ta đã xuất hiện như thế nào. Những gì ngày nay chúng ta nghĩ rằng mình hiểu biết là đây:

Cách đây khoảng 4,6 tỷ năm, một cơn lốc xoáy của khí và bụi có độ rộng khoảng 15 tỷ dặm tích tụ trong không gian và bắt đầu phát triển. Hầu như toàn bộ cơn lốc xoáy này – 99,9 phần trăm khối lượng hệ mặt trời – là nhằm tạo ra mặt trời. Từ những gì còn sót lại và trôi nổi bồng bềnh, hai hạt cực nhỏ trôi nổi đủ gần nhau tạo nên lực tĩnh điện. Đây là khoảnh khắc phôi thai của hành tinh chúng ta. Toàn hệ mặt trời đều được hình thành theo cách này. Các hạt bụi va chạm vào nhau hình thành những vật thể ngày càng lớn hơn. Cuối cùng các vật thể này phát triển đủ lớn để được gọi là các hành tinh. Khi những vật thể này liên tục va chạm nhau, chúng tách ra hoặc hợp lại với sự hoán vị ngẫu nhiên liên tục, nhưng trong mỗi vụ va chạm luôn có kẻ chiến thắng, và những kẻ chiến thắng sẽ phát triển lớn hơn, đủ lớn để chúng có thể di chuyển theo quỹ đạo riêng của chúng.

Tất cả đã xảy ra trong khoảng thời gian tương đối ngắn. Để phát triển thành một hành tinh nhỏ có đường kính vài trăm dặm, nó chỉ trải qua khoảng thời gian khoảng vài chục nghìn năm. Chỉ trong hai trăm triệu năm, có thể ít hơn thế, trái đất đã được hình thành, dù nó vẫn còn khá mềm và liên tục bị oanh tạc bởi các mảnh vụn trôi nổi quanh nó.

Lúc này, cách đây khoảng 4,5 tỷ năm, một vật thể có kích cỡ bằng sao Hỏa đã đâm sầm vào trái đất, vụ nổ này đủ mạnh để phá vỡ một phần của trái đất và hình thành nên người bạn đồng hành của trái đất chính là mặt trăng. Trong vòng vài tuần lễ, người ta nghĩ thế, các mảnh vỡ này kết hợp lại với nhau thành một đối tượng độc lập, và trong vòng một năm nó biến dạng thành một viên đá khổng lồ hình cầu làm bạn với trái đất của chúng ta. Người ta cho rằng hầu

hết các chất liệu trên mặt trăng đều có nguồn gốc từ lớp vỏ của trái đất, chứ không phải là lõi trái đất, đây là lý do tại sao mặt trăng có rất ít sắt trong khi chúng ta lại có rất nhiều. Học thuyết này thường được xem là một học thuyết mới mẻ được đề xuất gần đây, thật ra nó đã được đề xuất lần đầu tiên vào những năm 1940 bởi Reginald Daly của Đại học Havard. Điều mới mẻ duy nhất chính là, mãi đến gần đây người ta mới chú ý đến nó.

Khi trái đất vẫn còn bằng một phần ba kích cỡ hiện thời của nó, có lẽ nó mới bắt đầu hình thành khí quyển, hầu hết là cacbon dioxit, nitơ, metan, và lưu huỳnh (sulfur). Đời sống của chúng ta không liên hệ gì đến những chất này, nhưng chính từ những chất có hại này mà đời sống của chúng ta hình thành. Cacbon dioxit là loại khí gây hiệu ứng nhà kính mạnh. Đây là tin tốt vì khi ấy mặt trời đã điều chỉnh lại độ chiếu sáng của nó. Nếu chúng ta không có hiệu ứng nhà kính thì trái đất này đã bị đóng băng đến vĩnh viễn, và đời sống không thể tồn tại. Nhưng rốt cuộc thì đời sống đã xuất hiện.

Trong suốt 500 triệu năm sau đó, trái đất non trẻ tiếp tục bị bắn phá bởi các sao chổi, thiên thạch, và các mảnh vụn ngân hà khác, điều này tạo ra nước ở các đại dương và các thành phần cần thiết để hình thành sự sống. Đó là một môi trường kỳ quặc nhưng lại có thể dung dưỡng sự sống.

Bốn tỷ năm sau loài người bắt đầu tự hỏi rằng mọi việc đã xảy ra như thế nào.

Phần II - KÍCH CỠ TRÁI ĐẤT

"Tự nhiên và quy luật tự nhiên ẩn trong đêm tối; Thượng đế nói, hãy để Newton xuất hiện! Và tất cả được đưa ra ánh sáng". - *Giáo hoàng Alexander.*

4. KÍCH CỠ CỦA VẠN VẬT

Nếu bạn phải chọn một cuộc hành trình khám phá khoa học ít hấp dẫn nhất, bạn có thể làm cho mọi việc thêm tồi tệ bằng cách tham gia cuộc hành trình hướng về Peru được tổ chức bởi Hội khoa học Hoàng gia Pháp vào năm 1735. Dẫn đầu là nhà thủy học Pierre Bouguer và một nhà toán học quân sự Charles Marie de La Condamine, đó là một nhóm các nhà khoa học và thám hiểm tìm đến Peru với mục tiêu là lập lưới tam giác (đạc tam giác) để đo các khoảng cách của dãy Andes.

Họ muốn xác định độ tuổi của trái đất, nó to lớn cỡ nào, vị trí của nó trong không gian, và nó đã được hình thành như thế nào. Mục tiêu của nhóm là xác định chu vi của trái đất bằng cách đo lường chiều dài một Độ của Kinh tuyến (hoặc 1/360 của khoảng cách bao quanh trái đất) dọc theo một đường thẳng từ Yarouqui, gần Quito, đến phía bên kia của Cuenca, ngày nay đó là Ecuador, một khoảng cách độ chừng hai trăm dặm. [1]

Họ gần như lập tức gặp rắc rối. Tại Quito, các du khách bị các cư dân ở đây đuổi ra khỏi thị trấn bằng cách ném đá. Sau đó, bác sĩ của đoàn đã bị ám sát bởi có bất hòa với một phụ nữ. Chuyên gia thực vật học của đoàn bị loạn trí. Những người khác chết do sốt cao và té ngã. Thành viên lớn tuổi thứ ba trong đoàn, một người đàn ông tên là Jean Godin, bỏ đi cùng một cô gái mười ba tuổi và không trở về.

Đến một lúc đoàn phải hoãn công việc lại tám tháng trong khi La Condamine quay về Lima để tìm hiểu xem họ gặp rắc rối gì với giấy phép của họ. Cuối cùng ông và Bounger từ chối hợp tác cùng nhau. Dù nhóm các nhà khoa học này đi đến đâu họ cũng gặp phải sự nghi ngờ bởi các nhà cầm quyền, các nhà cầm quyền không tin rằng một nhóm các nhà khoa học Pháp phải lặn lội nửa vòng trái đất để đo lường thế giới. Điều đó hoàn toàn ngớ ngẩn. Hơn hai thế kỷ qua, đây vẫn còn là một câu hỏi hợp lý. Tại sao các nhà khoa học Pháp không đo lường tại Pháp mà phải đến mãi tận Andes?

Vấn đề ở đây một phần là do các nhà khoa học vào thế kỷ mười tám, đặc biệt là các nhà khoa học Pháp, hiếm khi thực hiện những việc đơn giản, một phần do một vấn đề thực tiễn là, vấn đề này đã từng xảy ra nhiều năm trước với nhà thiên văn học người Anh tên là Edmond Halley – trước khi Bouguer và La Condamine nghĩ đến việc tìm đến Nam Mỹ, họ chẳng có lý do nào để làm việc đó.

Halley là một người phi thường. Trong suốt khoảng thời gian dài làm việc hiệu quả, ông đã từng là một thuyền trưởng tàu biển, người chuyên vẽ bản đồ, Giáo sư địa lý tại Đại học Oxford, nhà thiên văn học, và là người phát minh ra thiết bị hình chuông cung cấp dưỡng khí cho thợ lặn. Ông viết nhiều về từ tính, thủy triều, và sự chuyển động của các hành tinh, và các tác động của thuốc phiện. Ông phát minh ra bản đồ thời tiết và bản thống kê, ông đề xuất các phương pháp để xác định độ tuổi của trái đất và khoảng cách từ trái đất đến mặt trời, thậm chí ông còn phát minh ra một phương pháp thực tiễn nhằm giữ cá được tươi trong mọi thời tiết. Điều ông không thực hiện, thật thú vị, là khám phá ngôi sao chổi được đặt tên theo ông. Ông chỉ nhận thấy rằng ngôi sao chổi mà ông trông thấy vào năm 1682 chẳng khác gì so với những ngôi sao chổi mà người khác đã nhìn thấy vào năm 1456, 1531, và 1607. Mãi đến năm 1758, mười sáu năm sau khi ông qua đời, ngôi sao chổi đó mới được đặt tên là Halley.

Với tất cả những thành tựu của mình, những đóng góp vĩ đại nhất của Halley đối với kiến thức nhân loại có lẽ chỉ nhằm cá cược với hai nhân vật cùng thời của ông: Robert Hooke, người đầu tiên mô tả tế bào, và Ngài Christopher Wren, người vừa là một nhà thiên văn vừa là một kiến trúc sư. Vào năm 1683, Halley, Hooke, và Wren đang dùng bữa tối tại London thì cuộc trò

chuyện của họ chuyển sang đề tài về sự chuyển động của các vật thể trong vũ trụ. Họ biết rằng các hành tinh có xu hướng di chuyển theo quỹ đạo có hình bầu dục (hình Elip) – "một đường cong đặc trưng", theo lời Richard Feynman – nhưng không ai hiểu được tại sao lại thế. Wren hào phóng treo giải thưởng bốn mươi siling (tương đương với một tuần lương) cho người có thể tìm ra câu trả lời.

Hooke, nổi tiếng là người hay quan tâm đến những việc chẳng liên quan gì đến mình, khẳng định rằng ông đã giải quyết được vấn đề nhưng từ chối chia sẻ nó. Thay vì thế ông ta muốn "giữ bí mật". Tuy nhiên, Halley quyết tâm tìm kiếm câu trả lời, ngay năm sau ông đến Cambridge và đòi gặp Giáo sư Toán học của trường Đại học này, Isaac Newton, với hy vọng rằng ông ấy có thể giúp mình trả lời câu hỏi.

Newton rõ ràng là một nhân vật kỳ quặc – thông minh vô hạn, nhưng cô độc, hay buồn rầu, dễ nổi giận, đa nghi, nổi tiếng là người quẫn trí (khi ngồi đu đưa đôi bàn chân trên giường vào buổi sáng, ông có thể ngồi như thế nhiều giờ liền, tập trung suy nghĩ), và có khả năng suy nghĩ về những điều phi thường nhất. Ông xây dựng phòng thí nghiệm riêng của mình, đầu tiên tại Đại học Cambridge, nhưng sau đó lại thực hiện những thử nghiệm kỳ quặc nhất. Đã từng có lúc ông đâm một cây kim – loại kim dùng để may da – vào hốc mắt của mình và ấn mạnh vào chỉ để thử xem điều gì sẽ xảy ra. Thật kỳ lạ, chẳng có gì xảy ra cả – ít nhất thì nó cũng chẳng để lại thương tích lâu dài. Một lần khác, ông đưa mắt nhìn thẳng lên mặt trời và cố gắng duy trì thật lâu, để xác định tác động của tia nắng lên thị giác của mình. Một lần nữa, ông không chịu bất kỳ tác hại lâu dài nào, dù rằng ông đã phải trải qua vài ngày trong phòng tối trước khi mắt ông trở lại trạng thái bình thường.

Tuy nhiên, cá tính và những niềm tin lập dị này lại là tâm hồn của một thiên tài vượt bậc. Khi còn là học sinh, vì không hài lòng với những giới hạn của môn toán học bình thường, ông đã phát minh ra một hình thức hoàn toàn mới, vi phân và tích phân, nhưng suốt hai mươi năm sau đó ông chẳng nói cho ai biết về điều này. Ông nghiên cứu về quang học, làm thay đổi suy nghĩ của chúng ta về ánh sáng, và thiết lập nền tảng cho quang phổ học, và một lần nữa suốt ba mươi năm sau ông mới chia sẻ những kết quả này.

Với tài năng vượt bậc như thế này, khoa học chỉ chiếm một phần trong sự quan tâm của ông. Ông dành ít nhất nửa thời gian làm việc để quan tâm đến thuật giả kim và những theo đuổi tín ngưỡng khó hiểu. Ông không chỉ quan tâm hời hợt, ông hiến trọn lòng mình cho tín ngưỡng, ông là một môn đồ bí mật của một phái dị giáo được gọi là Arianism, giáo lý của môn phái này là niềm tin rằng không có Chúa ba ngôi (hơi mỉa mai vì khi Newton còn học ở Đại học Cambridge thì ông vẫn còn là một tín đồ Thiên Chúa giáo). Ông dành nhiều thời gian để tìm hiểu về sự biến mất của Đền Solomon tại Jerusalem với niềm tin rằng việc này ẩn chứa những manh mối về toán học để có thể tính toán được thời điểm xuất hiện của Chúa Jesus thứ hai và ngày tận thế. Sự gắn bó của ông đối với thuật giả kim cũng không kém phần sôi nổi. Vào năm 1936, nhà kinh tế học John Maynard Keynes mua một hòm tài liệu của Newton tại một phiên đấu giá và ngạc nhiên khi khám phá ra rằng chúng chẳng nói gì về quang học hay sự chuyển động của các hành tinh, mà chỉ quan tâm đến việc biến các kim loại cơ bản thành các kim loại quý hiếm. Trong một lần nghiên cứu tóc của Newton vào những năm 1970, người ta phát hiện ra rằng nó có chứa thủy ngân – một nguyên tố chỉ tạo hứng thú cho những nhà giả kim và nhà sản xuất nhiệt kế – với mức độ cao hơn gấp bốn mươi lần so với bình thường.

Chúng ta không thể biết được Halley đã nhận được gì từ Newton trong lần đến thăm đột ngột vào tháng Tám năm 1684. Nhưng nhờ bởi lời kể từ bạn thân của Newon, Abraham DeMoivre, chúng ta có được một trong những cuộc đối thoại kinh điển nhất trong lịch sử khoa học:

Năm 1684 Tiến sĩ Halley tìm đến Đại học Cambridge và sau đó họ có cuộc trao đổi cùng nhau. Tiến sĩ Halley hỏi Newton rằng ông nghĩ rằng đường cong quỹ đạo của các hành tinh sẽ ra sao nếu lực hấp dẫn của mặt trời nghịch đảo với bình phương khoảng cách từ nó.

Đây là một lý thuyết toán học được gọi là quy luật bình phương nghịch đảo, đây là lý thuyết mà Halley thường vận dụng trong lời giải thích của mình, dù rằng ông không biết nó chính xác

đến mức nào.

Isaac lập tức trả lời rằng nó sẽ trở thành một hình bầu dục (elip). Tiến sĩ Halley, vừa ngạc nhiên vừa vui mừng, hỏi Newton rằng làm sao ông có thể biết được điều đó. "Tại sao?", Halley nói. "Tôi đã tính toán nó" Isaac đáp. Sau đó Halley yêu cầu được tham khảo phương thức tính toán của Isaac. Isaac tìm kiếm trong mớ tài liệu của mình nhưng không tìm ra.

Thật lạ – giống như khi một ai đó nói rằng mình đã tìm được phương pháp chữa bệnh ung thư nhưng lại không thể nhớ được rằng mình đã cất công thức này ở đâu. Bị Halley ép buộc, Newton đồng ý làm lại những tính toán của mình và thực hiện bài thuyết trình. Newton đã làm như lời hứa, nhưng lại còn làm nhiều hơn thế. Ông dành hai năm để viết ra kiệt tác của mình: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica hay Mathematical Principals of Natural Philosophy* (tạm dịch là: *Các nguyên lý toán học của triết học về tự nhiên*), hay còn gọi ngắn gọn là *Principia*.

Đôi khi trong lịch sử, suy nghĩ của con người có thể có được sự quan sát sắc bén đến mức chúng ta không thể nghĩ ra được thứ gì có thể khiến chúng ta phải kinh ngạc hơn. *Principia* là một trong những khoảnh khắc như thế. Nó lập tức làm Newton trở nên nổi tiếng. Trong suốt quãng đời còn lại, ông sống trong sự hoan hô và niềm vinh dự, trở thành người đầu tiên ở Anh quốc được phong tước Hầu về thành tựu khoa học của mình. Ngay cả nhà toán học vĩ đại người Đức, Gottfried von Leibniz, cũng nghĩ rằng sự đóng góp này của Newton vào lĩnh vực toán học ngang tầm với tất cả những thành tựu toán học mà nhân loại có được trước đó. "Gần như là một vị Thánh không bao giờ chết", Halley viết về tình cảm của mình dành cho Newton, mãi đến nay câu nói này vẫn được nhiều người nhắc đến.

Mặc dù *Principia* được gọi là "một trong những cuốn sách khó hiểu nhất" (Newton cố ý làm cho mọi việc thêm khó khăn để ông ta không bị làm phiền bởi "những người có kiến thức nông cạn" về toán học, theo lời ông nói), nó là ngọn hải đăng cho những ai có thể theo đuổi nó. Nó không những giải thích quỹ đạo của các thiên thể, mà còn xác định lực hấp dẫn đầu tiên khiến chúng chuyển động – trọng lực.

Cốt lõi của cuốn *Principia* là 3 định luật chuyển động của Newton (được phát biểu khá khô khan: vật chuyển động theo hướng nó bị tác động, nó sẽ liên tục di chuyển theo đường thẳng mãi đến khi có lực khác tác động, và mọi hành động đều có ngẫu lực và phản lực ngang bằng) và luật hấp dẫn vũ trụ của ông. Những lời này cho thấy rằng mọi đối tượng trong vũ trụ đều tác động một lực kéo lên mọi đối tượng khác. Dường như không phải thế, nhưng khi bạn ngồi ở đây thì đồng thời bạn cũng đang kéo mọi vật quanh mình – tường, trần nhà, bóng đèn – về phía mình với từ trường rất nhỏ (cực nhỏ) của bạn. Chính Newton là người xác định rằng lực kéo của bất kỳ hai vật nào, theo lời kể của Feynman, "đều tỷ lệ thuận với kích cỡ của mỗi đối tượng và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng". Nói cách khác, nếu bạn nhân đôi khoảng cách giữa hai vật, lực hấp dẫn giữa chúng sẽ bị yếu đi bốn lần. Điều này có thể được giải thích bằng công thức: $F = Gmm'/r^2$.

Dĩ nhiên hầu hết chúng ta đều chẳng bao giờ ứng dụng công thức này vào thực tiễn, nhưng ít nhất chúng ta cũng nhận thấy rằng nó vô cùng súc tích. Chỉ cần thực hiện vài phép nhân ngắn gọn và một phép chia đơn giản, và bạn lập tức biết được lực hấp dẫn của mình. Đó thực sự là quy luật tự nhiên đầu tiên của vũ trụ được đề xuất bởi con người, đây là lý do tại sao Newton lại được mọi người quý mến đến thế.

Quá trình hình thành cuốn *Principia* không phải là không có kịch tính. Với sự khiếp sợ của Halley, khi tác phẩm sắp hoàn tất, Newton và Hooke có cuộc tranh luận về ưu thế của quy luật bình phương nghịch đảo và Newton đã từ chối hoàn tất tập thứ ba là tập quan trọng, nếu không có tập thứ ba này thì tập một và hai sẽ mất hết ý nghĩa. Với khả năng thuyết phục tốt và sự hào phóng trong lời khen ngợi, cuối cùng Halley cũng xoay xở để có được tập thứ ba này từ vị Giáo sư có tính tình lập dị này.

Rắc rối vẫn chưa kết thúc ở đây. Trước đó Hội Hoàng gia đã hứa xuất bản tác phẩm này, nhưng giờ lại rút lời, viện cớ về những gút mắc về tài chính. Năm trước Hội Hoàng gia đã đầu tư vào cuốn *The History of Fishes*, và giờ họ e rằng thị trường sách về lĩnh vực toán học nhận

được ít sự quan tâm hơn. Halley, vốn không phải là người khá giả gì, đã bỏ tiền túi ra để phát hành cuốn sách này. Newton, theo thói quen của mình, không đóng góp xu nào. Rắc rối còn trở nên tồi tệ hơn, trước đó Halley đồng ý làm thư ký cho Hội Hoàng gia, nay họ thông báo rằng họ không thể trả lương cho ông theo đúng với mức lương đã thỏa thuận. Thay vì thế, ông sẽ được trả lương bằng những cuốn *The History of Fishes*.

Các định luật của Newton giải thích được nhiều điều – sóng thủy triều, sự chuyển động của các hành tinh, tại sao đạn đại bác lại đi theo đường cong trước khi rơi xuống đất, tại sao chúng ta không bị treo lơ lửng trên không trung giống như các hành tinh và xoay với vận tốc hàng trăm dặm một giờ [2] – phải mất một khoảng thời gian nhất định chúng ta mới có thể hiểu hết được những ngụ ý của chúng. Nhưng mọi người lập tức tranh luận về chúng.

Newton đề xuất ý tưởng rằng trái đất này không tròn lắm. Theo học thuyết của Newton, lực ly tâm của trái đất sẽ tạo ra mặt tương đối phẳng ở hai cực và sự phình ra ở đường xích đạo, điều này làm cho trái đất có hình hơi dẹt. Điều đó có nghĩa là độ dài của một Độ tại Italy không bằng với tại Scotland. Đặc biệt, độ dài này sẽ ngắn lại khi bạn di chuyển cách xa hai cực. Đây không phải là tin tốt cho những người vận dụng phương pháp đo đạc trái đất với giả định rằng trái đất là một hình cầu hoàn hảo.

Suốt nửa thế kỷ trước đó, người ta cố gắng khám phá kích cỡ của trái đất, hầu hết việc này đều được thực hiện bằng cách đo lường chính xác. Một trong những nỗ lực đầu tiên như thế được thực hiện bởi một nhà toán học người Anh có tên là Richard Norwood. Khi còn trẻ Norwood đã đến Bermuda bằng tàu lặn có mô hình dựa vào thiết bị của Halley, với hy vọng tìm được nhiều ngọc trai nơi đáy biển. Kế hoạch này thất bại vì không có ngọc trai và dù sao thì thiết bị của Norwood cũng không vận hành được. Nhưng Norwood không hề hoang phí thời gian trong trải nghiệm này. Vào đầu thế kỷ mười bảy Bermuda là một tên gọi nổi tiếng trong giới thủy thủ vì nó là một vị trí khó xác định. Vấn đề ở đây là đại dương quá lớn, Bermuda quá nhỏ, và các thiết bị hàng hải chưa phát triển tương xứng. Thậm chí khi đó người ta còn chưa thống nhất được với nhau về độ dài của một dặm biển. Norwood, tình yêu đầu tiên của anh dành cho lượng giác học và thế nên anh ta cũng quan tâm đến các góc, quyết định góp phần giúp việc đo đạc trong ngành hàng hải được thêm chính xác và cuối cùng anh ta quyết tâm tính toán độ dài chính xác của một Độ.

Khởi đầu chuyến đi xoay lưng về phía tòa tháp London, Norwood trải qua hai năm để vượt qua chặng đường dài 208 dặm hướng về phía Bắc đến York, anh ta tính toán tỉ mỉ chặng đường mình đã đi, cẩn thận điều chỉnh tương ứng với các khúc quanh, các đoạn dốc lồi và lõm. Bước cuối cùng là đo lường góc mặt trời tại York tại cùng thời điểm trong ngày và vào cùng ngày trong năm mà anh ta đã bắt đầu cuộc hành trình rời bỏ London. Từ đây, anh ta lập luận rằng mình có thể xác định được độ dài của một Độ kinh tuyến trái đất, và từ đó anh ta có thể tính ra được chu vi trái đất. Đó gần như là một tham vọng đến độ lố lăng – chỉ cần một sai số nhỏ đối với độ dài của một Độ cũng đủ để làm cho kết quả cuối cùng sai lạc nhiều dặm – nhưng thực ra, theo lời tuyên bố hùng hồn của Norwood, ông đã đo lường chính xác đến mức sai số tối đa chỉ có thể là sáu trăm yard (1 yard = 0,914 mét). Theo hệ mét, con số của ông đưa ra là 110,72 kilomet/độ hình cung.

Năm 1637, kiệt tác hàng hải của Norwood, cuốn *The Seamans Practice*, được phát hành và lập tức nhận được sự ủng hộ của mọi người. Nó được tái bản mười bảy lần và vẫn được xuất bản sau khi ông qua đời hai mươi lăm năm. Norwood quay lại Bermuda với gia đình mình, trở thành người trồng cây thành công và dành thời gian cho tình yêu đầu tiên của mình, môn lượng giác học. Ông sống ở đó suốt ba mươi tám năm.

Trong khi đó, tin tức về việc đo đạc được chu vi của trái đất lan truyền đến Pháp. Ở đó, nhà thiên văn học Jean Picard phát minh ra phương pháp đạc tam giác phức tạp và đầy ấn tượng, liên quan đến góc, đồng hồ quả lắc, và kính viễn vọng (để quan sát sự chuyển động của các mặt trăng, của sao Mộc). Sau hai năm đo lường theo phương pháp này, ông thông báo một kết quả chính xác hơn là 110,46 kilomet/độ hình cung. Đây là niềm tự hào của người Pháp, nhưng tất cả đều được đặt trên nền tảng là trái đất là một khối cầu hoàn hảo – đây là điều mà Newton nói rằng không đúng.

Mọi việc diễn ra phức tạp hơn, sau cái chết của Picard, nhóm hai cha con Giovanni và Jacques Cassini lặp lại những thử nghiệm của Picard trên một khu vực rộng hơn và đưa ra kết luận rằng trái đất phình to hơn tại hai cực so với tại xích đạo – nói cách khác, điều này cho thấy rằng Newton hoàn toàn sai. Điều này thúc đẩy Hội khoa học cử Bouguer và La Condamine đến Nam Mỹ để đo đạc lại.

Họ chọn dãy Andes vì họ cần phải đo đạc gần xích đạo, để xác định xem liệu có sự khác biệt nào của hình cung ở đó không, và vì họ lý luận rằng các ngọn núi sẽ giúp họ có được tầm nhìn tốt hơn. Thực ra các ngọn núi ở Peru dường như lúc nào cũng chìm trong mây mù nên họ thường phải chờ đợi hàng tuần mới có được một giờ đồng hồ điều nghiên quan sát rõ ràng. Trên hết, họ đã chọn một trong những địa hình hiểm trở nhất trên trái đất. Người Peru thường gọi địa hình của họ là *muy accidentado* – "nhiều tai nạn" – và rõ ràng đúng như vậy. Hai người Pháp này không những phải trèo lên những đỉnh núi thách thức nhất trên thế giới mà còn phải băng qua những dãy núi cao, lội sông, ngủ lại trong rừng rậm. Khi sắp sửa công bố kết quả công trình của mình, họ nhận được tin rằng một nhóm các nhà khoa học Pháp thứ hai, đo đạc ở vùng phía Bắc Scandinavia (trải qua gian nan không kém), đã khám phá ra rằng một Độ gần hai cực ngắn hơn nhiều so với một Độ gần xích đạo, đúng như những gì Newton đã nói. Trái đất phình to bốn mươi ba kilomet tại đường xích đạo so với tại hai cực.

Thế nên Bouguer và La Condamine đã trải qua gần một thập niên làm việc để tìm được một kết quả họ không hề mong đợi khi biết rằng họ không phải là người đầu tiên khám phá được điều này. Mệt mỏi, họ kết thúc cuộc điều nghiên của mình, sau đó, không cần phải nói, họ quay lại bờ biển và lên tàu về nhà.

Trong cuốn *Principia* của Newton, dường như ông muốn phỏng đoán rằng khi một con lắc được treo thẳng đứng gần một ngọn núi thì nó sẽ hơi nghiêng về phía ngọn núi, lúc này con lắc chịu lực hấp dẫn của cả trái đất lẫn ngọn núi. Đây là một sự việc khá kỳ lạ. Nếu bạn đo được chính xác độ lệch của con lắc và có được khối lượng của ngọn núi, bạn có thể lập tức tính toán được lực hấp dẫn chung – có nghĩa là, giá trị cơ bản của trọng lực, viết tắt là G – và đồng thời bạn cũng tính được khối lượng của trái đất.

Bouguer và La Condamine đã thử làm việc này trên đỉnh Chimborazo của Peru, nhưng họ đã thất bại vì những khó khăn trong kỹ thuật và bởi sự bất hòa giữa họ, vì vậy nên khái niệm này bị lãng quên suốt năm mươi năm sau đó mãi đến khi được gợi lại ở Anh quốc bởi Nevil Maskelyne, nhà thiên văn học của Hoàng gia. Trong cuốn sách nổi tiếng *Longitude* của Dava Sobel, Maskelyne được mô tả là người ngờ nghệch và quê mùa vì không đánh giá đúng tài năng của thợ đồng hồ John Harrison, và có lẽ thế, nhưng chúng ta mang ơn ông vì ông là người thành công trong việc xác định trọng lượng của trái đất. Maskelyne nhận thấy rằng điều cốt lõi ở đây là cần phải tìm được một ngọn núi có kích cỡ cân đối để đo lường khối lượng của nó.

Với sự hối thúc của ông, Hội Hoàng gia đồng ý thu xếp cho ông một chuyến đi đến các hòn đảo của Anh quốc để tìm kiếm một ngọn núi theo ý muốn. Maskelyne có quen biết một người – nhà thiên văn học và cũng là người chuyên vẽ bản đồ Charles Mason. Maskelyne và Mason đã là bạn của nhau suốt mười một năm trong khi họ cùng tham gia một dự án nhằm đo đạc một sự kiện thiên văn quan trọng: sự chuyển động của sao Kim (Venus) khi băng ngang mặt trời. Trước đó vài năm Edmond Halley đã đề xuất rằng nếu bạn đo lường một trong những chuyển động này từ những điểm đã chọn trên trái đất, bạn có thể vận dụng nguyên tắc đạc tam giác để khám phá khoảng cách đến mặt trời, và từ đó xác định được khoảng cách đến tất cả những vật thể khác trong hệ mặt trời.

Thật không may, những chuyển động của sao Kim, như họ biết, là những chuyển động bất thường. Chúng xuất hiện cách nhau tám năm, nhưng rồi sau đó chúng không xuất hiện suốt hàng chục năm, vào thời Halley không có sự chuyển động nào của sao Kim [3]. Khi sự chuyển động xuất hiện vào năm 1761, gần hai thập kỷ sau cái chết của Halley, thế giới khoa học đã sẵn sàng – thật thế, sẵn sàng hơn để đón nhận những sự kiện thiên văn.

Với thiên hướng thích đối đầu với thử thách, các nhà khoa học lên đường để tìm đến hàng trăm địa điểm trên toàn cầu – Siberi, Trung Quốc, Nam Phi, Indonesia, và các khu rừng thuộc Wisconsin, vân vân. Pháp đề cử ba mươi hai nhà khoa học, Anh đề cử mười tám, và các nhà khoa học khác từ Thụy Điển, Nga, Ý, Đức, Ailen, vân vân.

Đó là cuộc viễn chinh khoa học quốc tế đầu tiên trong lịch sử, và gần như đi đến đâu cũng gặp rắc rối. Nhiều nhà khoa học bị cướp đi bởi chiến tranh, bệnh tật, hoặc đắm tàu. Những người còn lại đến được đích nhưng các trang thiết bị của họ bị hư hỏng do bởi sức nóng của vùng nhiệt đới. Một lần nữa, người Pháp dường như là những người kém may mắn nhất.

Guillaume Le Gentil là người kém may mắn, những trải nghiệm của ông được tóm tắt trong cuốn *Corning of Age in the Milky Way* của Timothy Ferris. Le Gentil khởi hành từ nước Pháp, đến Ấn Độ để quan sát sự chuyển động của sao Kim, nhưng mãi đến khi sự chuyển động xuất hiện ông vẫn đang lênh đênh trên biển cùng con tàu ngụp lặn.

Không nản lòng, Le Gentil tiếp tục tìm đến Ấn Độ để chờ đợi sự chuyển động tiếp theo của sao Kim vào năm 1769. Với tám năm chuẩn bị, ông xây dựng đài quan sát hạng nhất, kiểm tra kỹ mọi thiết bị, và sẵn sàng trong trạng thái tốt nhất. Vào sáng ngày 4 tháng Sáu, 1769, ông thức giấc để chào đón một ngày tốt đẹp, nhưng, khi sao Kim bắt đầu chuyển động, một đám mây lướt qua che khuất bầu trời và ở mãi đó trong suốt khoảng thời gian sao Kim chuyển động: ba giờ, mười bốn phút, bảy giây.

Xui xẻo, Le Gentil thu dọn hành lý và lên đường đến cảng gần nhất, nhưng trên đường đi ông mắc bệnh lỵ và phải trì hoãn mọi việc gần một năm trời. Dù sức khỏe chưa hồi phục, ông vẫn lên tàu. Con tàu này suýt bị nhấn chìm bởi một cơn bão ngoài khơi châu Phi. Khi ông về đến nhà, mười một năm rưỡi đã trôi qua kể từ khi ông rời quê nhà, và chẳng gặt hái được gì cả, ông phát hiện ra rằng người thân của ông cứ ngỡ ông đã chết nên họ đang ra sức tranh giành tài sản của ông.

Đồng thời, những thất vọng mà mười tám nhà khoa học người Anh phải trải qua có phần kém khốc liệt hơn. Mason kết hợp với chuyên viên vẽ bản đồ địa chính tên là Jeremiah Dixon, có vẻ như họ khá hòa hợp với nhau. Nhiệm vụ của họ là đến Sumatra và ghi lại biểu đồ chuyển động của sao Kim ở đó, nhưng sau một đêm trên biển tàu của họ bị tấn công bởi một tàu chiến của Pháp. (Mặc dù các nhà khoa học trên thế giới hòa hợp với nhau, nhưng các quốc gia lại không). Mason và Dixon gửi một bức điện tín cho Hội Hoàng gia với lời nhận xét rằng chuyến đi này quá nguy hiểm và tự hỏi liệu họ có nên trì hoãn mọi việc lại không. Họ nhận được lời khiển trách gay gắt và lạnh lùng từ phía Hội Hoàng gia với lưu ý rằng họ đã được trả lương để làm việc này, rằng quốc gia và Hội khoa học đang trông chờ nơi họ, và rằng thất bại của họ sẽ dẫn đến sự mất uy tín không thể cứu vãn. Cố kiềm chế, họ tiếp tục lên đường, nhưng trên đường đi họ nhận được tin báo rằng Sumatra đã rơi vào tay của người Pháp và thế nên họ quyết định quan sát sự chuyển động của sao Kim từ Mũi Good Hope. Trên đường quay về họ ghé qua vỉa St. Helena, tại đây họ gặp Maskelyne, người đã không gặp may trong quá trình quan sát do bởi sự cản trở của một đám mây lớn. Mason và Kaskelyne kết bạn và cùng nhau trải qua nhiều tuần lễ để vẽ bản đồ về các dòng thủy triều.

Chẳng bao lâu sau, Maskelyne quay về Anh quốc, tại đây ông trở thành nhà thiên văn học của Hoàng gia, và Mason và Dixon – lúc này đã dày dạn hơn – trải qua bốn năm khảo sát đường đi của các luồng thủy triều suốt 244 dặm ở vùng hoang vu nguy hiểm thuộc Hoa Kỳ.

Quay trở lại châu Âu, Maskelyne và các đối tác ở Đức và Pháp bị buộc phải thừa nhận rằng công tác đo lường sự chuyển động của sao Kim vào năm 1761 hoàn toàn là một thất bại. Thật trớ trêu, một trong những rắc rối ở đây là có quá nhiều kết quả quan sát khác nhau, tạo ra nhiều mâu thuẫn không thể giải quyết. Thay vì vậy, biểu đồ thành công về sự chuyển động của sao Kim lại được thiết lập bởi một người không mấy nổi tiếng, một sĩ quan hải quân sinh tại Yorkshire tên là James Cook, ông đã quan sát sự chuyển động của sao Kim vào năm 1769 từ một đỉnh đồi đầy nắng ở Tahiti. Khi ông quay về, lúc này đã có đủ thông tin để nhà thiên văn học người Pháp tên là Joseph Lalande tính toán được rằng khoảng cách trung bình từ trái đất

đến mặt trời là hơn 150 triệu kilomet. (Hai lần chuyển động khác tiếp theo của sao Kim trong thế kỷ mười chín đã cho phép các nhà thiên văn có được con số chính xác là 149,59 triệu kilomet, từ đó trở đi người ta xem đây là con số chuẩn mực. Khoảng cách chính xác, như chúng ta biết ngày nay, là 149,597870691 triệu kilomet). Cuối cùng thì trái đất cũng đã có được một vị trí xác định trong không gian.

Về phần Mason và Dixon, họ quay về Anh quốc với danh hiệu là người hùng khoa học và vì một số lý do nào đó, họ đã cắt đứt tình bạn với nhau. Cuốn *Dictionary of National Biography* kể về Dixon có đoạn nói rằng ông ta được xem là "đã được sinh ra trong một mỏ than", và rằng ông qua đời tại Durham vào năm 1777. Ngoài tên tuổi và sự hợp tác lâu dài với Mason, chúng ta không biết gì khác về ông.

Về phần Mason, chúng ta biết rằng vào năm 1772, với chỉ thị của Maskelyne, Mason nhận nhiệm vụ tìm kiếm một đỉnh núi thích hợp cho thử nghiệm về độ lệch của trọng lực, ngọn núi thích hợp họ tìm được là một ngọn núi ở vùng cao nguyên Scotland, ngay bên trên Loch Tay, có tên gọi là Schiehallion. Tuy nhiên, không có tài liệu nào nói về mùa Hè mà ông đã trải qua tại đó để thực hiện thử nghiệm này. Động tác tiếp theo của ông là năm 1786, đột ngột và bí ẩn, ông xuất hiện tại Philadelphia cùng vợ và tám đứa con, với vẻ khá túng thiếu. Ông không quay về Hoa Kỳ kể từ khi hoàn tất cuộc điều nghiên của mình tại đó mười tám năm về trước. Vài tuần sau ông qua đời.

Vì Mason từ chối thực hiện cuộc thử nghiệm ở ngọn núi này, Maskelyne đích thân thực hiện. Vì vậy suốt bốn tháng mùa Hè 1774, Maskelyne sống trong một túp lều ở một thung lũng xa xôi thuộc Scotland và hướng dẫn nhóm các nhà khoa học thực hiện hàng trăm tính toán từ mọi góc độ. Để tìm được khối lượng của ngọn núi này từ những thông số này họ cần phải thực hiện nhiều tính toán khô khan, nhân vật chính đảm đương việc tính toán này là một nhà toán học tên Charles Hutton. Nhóm các nhà khoa học này đã thành lập được một biểu đồ với các thông số cụ thể.

Ngoại suy từ các phép đo Schiehallion, Hutton tính toán được khối lượng của trái đất là 5.000 triệu triệu tấn, từ kết quả này ông có thể suy đoán hợp lý về khối lượng của mọi vật thể chính trong hệ mặt trời, kể cả mặt trời. Thế nên từ thử nghiệm này chúng ta biết được khối lượng của trái đất, mặt trời, mặt trăng, và những hành tinh khác, kể cả mặt trăng *của chúng*, và đường đồng mức của chúng – một kết quả không tệ cho một Mùa hè làm việc cật lực.

Tuy nhiên, không phải ai cũng hài lòng với những kết quả này. Sự thiếu sót của thử nghiệm Schiehallion là: nó không thể có được con số thật sự chính xác nếu không có được tỷ trọng chính xác của ngọn núi. Để thuận tiện, Hutton mặc định rằng ngọn núi này có cùng một tỷ trọng giống như loại đá thông thường, khoảng 2,5 lần so với nước, nhưng đây gần như chỉ là sự ước chừng tương đối.

Một người không mấy nổi tiếng quan tâm đến vấn đề này là một mục sư tên John Michell, ông sống tại ngôi làng hẻo lánh Thornhill thuộc Yorkshire. Dù hoàn cảnh khó khăn và xa xôi, Michell là một trong những nhà lý luận khoa học vĩ đại nhất của thế kỷ mười tám và nhận được nhiều sự quý mến.

Ông nhận biết được sự dao động của các trận động đất, tiến hành nhiều nghiên cứu độc đáo về từ trường và trọng lực, và, khá phi thường, hình dung được khả năng về các lỗ đen (trước bất kỳ ai hai trăm năm) – điều mà ngay cả Newton cũng không làm được. Khi nhạc sĩ William Herschel, sinh tại Đức, xác định được sự đam mê của mình đối với thiên văn học, chính Michell là người hướng dẫn ông cách chế tạo kính viễn vọng. [4]

Nhưng trong số tất cả những đóng góp của Michell, không gì tài tình hay có ý nghĩa hơn một cỗ máy mà ông đã thiết kế và xây dựng để đo lường khối lượng của trái đất. Thật đáng tiếc, ông qua đời trước khi ông có thể thực hiện các thử nghiệm này, và cả ý tưởng này lẫn cỗ máy này đều được chuyển giao cho một nhà khoa học lỗi lạc tại London tên là Henry Cavendish.

Chúng ta có thể nói Cavendish là một cuốn sách kinh điển do bởi sự uyên bác của ông. Được sinh ra trong một gia đình giàu có – ông nội của ông là Công tước của Devonshire và Kent – ông là nhà khoa học người Anh tài năng nhất trong thời đại của mình, nhưng đồng thời ông cũng là người lạ lùng nhất. Theo lời của một trong vài người viết tiểu sử về ông, ông là người rất nhút nhát đến mức "luôn bị ám ảnh bởi bệnh tật". Đối với ông thì bất kỳ sự tiếp xúc nào với con người cũng khiến ông cảm thấy lo lắng.

Một dạo nọ ông vừa mở cửa ra thì bắt gặp ngay một người hâm mộ gốc người Áo, người này vừa mới từ Vienna đến đây, đang đứng trên bậc thềm. Người này bắt đầu nói những lời cảm phục dành cho Cavendish với giọng xúc động. Chỉ trong chốc lát Cavendish nhận được những lời ca tụng cứ như thể chúng là một luồng gió mạnh tạt vào mặt và sau đó, vì không thể chịu đựng thêm được nữa, ông lẻn trốn ra khỏi nhà, để cửa mở toang.

Dù đôi khi ông cũng đánh bạo giao thiệp cùng mọi người – ông đặc biệt thường tham gia các buổi hội họp khoa học hàng tuần được tổ chức bởi nhà tự nhiên học nổi tiếng là Ngài Joseph Banks – mọi người vẫn nhận định rằng Cavendish là người rất khó gần. Những ai muốn tìm hiểu quan điểm của ông đều được khuyên là hãy đi thơ thẩn trong khu phố của ông rồi giả vờ như tình cờ gặp ông và hỏi chuyện. Nếu lời nói của họ có giá trị về mặt khoa học thì họ có thể nhận được một câu trả lời trệu trạo, nhưng thường thì họ sẽ nhận được giọng điệu the thé tức giận (giọng nói của ông có tần số khá cao), và Cavendish lập tức tìm cách lẩn trốn để tìm một nơi nào đó yên tĩnh hơn.

Tài sản và hoàn cảnh của ông giúp ông có thể biến ngôi nhà của mình ở Clapham thành một phòng thí nghiệm lớn, ông bố trí phòng thí nghiệm này thành nhiều khu vực riêng biệt – điện, nhiệt, trọng lực, khí, bất kỳ lĩnh vực nào liên quan đến khoa học. Suốt nửa cuối thế kỷ mười tám, ông tập trung nghiên cứu về các đề tài cơ bản – đặc biệt là khí và điện. Tại Hoa Kỳ, Benjamin Franklin dành cả đời để cố thả một chiếc diều trong một cơn bão điện từ. Tại Pháp, một nhà hóa học tên là Pilatre de Rozier kiểm tra khả năng bốc cháy của hydro bằng cách ngậm hydro vào miệng và phun qua ngọn lửa đang bốc cháy, chứng minh được rằng hydro là chất dễ cháy và có khả năng phát nổ và rằng lông mày không nhất thiết phải xuất hiện trên gương mặt con người. Về phần Cavendish, ông tiến hành những thử nghiệm với điện, ông tự lấy mình làm vật thí nghiệm, đưa dòng điện vào cơ thể để tìm hiểu tác động của nó đối với con người, có những lúc ông phải ngã lăn ra bất tỉnh vì bị điện giật.

Trong suốt đời mình, Cavendish đã thực hiện nhiều khám phá nổi bật – ông là người đầu tiên có thể tách hydro và là người đầu tiên kết hợp hydro với oxy để tạo ra nước – nhưng hầu hết mọi thử nghiệm của ông ta đều không có sự kết hợp của người lạ. Tiếp tục khiến các đồng nghiệp khoa học thêm cáu tiết, ông thường nói bóng gió về những kết quả của những thử nghiệm của mình, những kết quả mà ông chưa bao giờ nói với ai. Với sự bí ẩn của mình, ông không những giống Newton mà còn tỏ ra lập dị hơn cả Newton. Những thử nghiệm của ông về tính dẫn điện luôn xuất hiện trước thời đại cả một thế kỷ, nhưng đáng tiếc là chúng ta chỉ khám phá được những thử nghiệm của ông sau khi một thế kỷ đã trôi qua. Thật ra, chúng ta không biết được những khám phá vĩ đại của ông mãi đến cuối thế kỷ mười chín, khi nhà vật lý học James Clerk Maxwell nhận nhiệm vụ biên tập các tài liệu của Cavendish.

Ngoài ra, dù không nói với bất kỳ ai, Cavendish cũng khám phá hoặc đề cập đến định luật bảo toàn năng lượng, quy luật Ohm, định luật Dalton về áp suất từng phần, định luật Richter về tỷ lệ nghịch đảo, định luật khí Charles, và các nguyên tắc truyền điện. Đây chỉ là một phần trong những khám phá của ông. Theo nhà sử học khoa học J. G. Crowther, ông cũng tiên đoán được "kết quả của Kelvin và G. H. Darwin về tác động của sự ma sát thủy triều đối với việc làm chậm đi vòng xoay của trái đất, và khám phá của Larmor, được phát hành năm 1915, về tác động của sự làm nguội không khí cục bộ... kết quả của Pickering về việc đông lạnh các hỗn hợp, và kết quả của Rooseboom về sự cân bằng nhiều pha". Cuối cùng, ông để lại các manh mối trực tiếp dẫn đến khám phá về nhóm các nguyên tố được gọi là khí hiếm (khí trơ), trong số này có một vài khí rất khó xác định, mãi đến năm 1962 chúng ta mới có thể xác định được loại khí cuối cùng trong nhóm này. Nhưng điều thú vị ở đây chính là thử nghiệm cuối cùng của Cavendish vào cuối mùa Hè năm 1797, lúc này ông đã được sáu mươi bảy tuổi, ông chuyển

sang quan tâm đến các thùng trang thiết bị do John Michell để lại cho mình.

Khi được lắp ráp lại với nhau, các dụng cụ của Michell trông giống như một cỗ máy truyền trọng của thế kỷ mười tám. Nó kết hợp trọng lực, đối trọng, con lắc, trục, và dây xoắn. Ở giữa cỗ máy có hai quả bóng chì, mỗi quả nặng 350 pound (1 pound = 0,454kg theo hệ đo lường của Anh Mỹ), chúng được treo cạnh hai quả cầu nhỏ hơn. Ý tưởng ở đây là nhằm đo lường độ lệch trọng lực của hai quả cầu này bởi những quả cầu lớn hơn, điều này giúp chúng ta đo được hằng số hấp dẫn, và từ đó chúng ta có thể suy ra được trọng lượng (nói cho đúng là khối lượng) của trái đất. [5]

Vì trọng lực (lực hấp dẫn) giữ cho các hành tinh di chuyển theo quỹ đạo và khiến vật chất rơi xuống, chúng ta nghĩ rằng nó là một lực rất lớn, nhưng thực ra không phải thế. Nó chỉ mạnh khi nó là tập hợp lớn, khi một vật thể khổng lồ, chẳng hạn mặt trời, tác động đến một vật thể khổng lồ khác, chẳng hạn trái đất. Ở mức độ cơ bản, trọng lực hoàn toàn chẳng mạnh mẽ gì. Mỗi khi bạn nhặt cuốn sách lên khỏi mặt bàn hoặc nhặt một đồng xu lên khỏi sàn nhà, bạn dễ dàng vượt qua được sức hút của trái đất này. Những gì Cavendish cố gắng thực hiện là nhằm đo lường trọng lực ở mức độ nhỏ nhất.

Sự tinh vi chính là bí quyết ở đây. Trong căn phòng chứa bộ dụng cụ đo lường này không tồn tại bất kỳ sự nhiễu loạn nào dù nhỏ nhất, thế nên Cavendish đứng ở phòng kế bên và quan sát thử nghiệm này qua một chiếc kính viễn vọng. Công việc này được thực hiện vô cùng chính xác và có liên quan đến mười bảy thông số có mối quan hệ nhạy cảm với nhau, phải mất gần một năm trời ông mới hoàn tất xong công việc này. Khi hoàn tất những tính toán của mình, Cavendish thông báo rằng trái đất cân nặng hơn 13.000.000.000.000.000.000.000 pound, hoặc sáu tỷ triệu tấn theo hệ mét (1 tấn theo hệ mét = 1.000 kilogam hoặc = 2.205 pound).

Ngày nay, các nhà khoa học có được các loại máy tự động chính xác đến mức họ có thể xác định được trọng lượng của một con vi khuẩn và nhạy đến mức có thể phát hiện được cử chỉ ngáp của một người đứng cách xa bảy mươi lăm fut (đơn vị đo lường của Anh, 1 fut = 0,3048 mét), nhưng họ vẫn chưa cải tiến được những số đo của Cavendish vào năm 1797. Ước lượng tốt nhất hiện nay về trọng lượng của trái đất là 5,9725 tỷ triệu tấn theo hệ mét, chỉ chênh lệch 1 phần trăm so với khám phá của Cavendish. Thật thú vị, tất cả những điều này đều chứng thực những tiên đoán của Newton trước khám phá của Cavendish 110 năm mà không cần bất kỳ bằng chứng thực nghiệm nào.

Vì vậy, vào cuối thế kỷ mười tám các nhà khoa học đã biết được chính xác hình dạng và kích cỡ của trái đất và khoảng cách của nó từ mặt trời và các hành tinh; và lúc này Cavendish, thậm chí không cần rời khỏi nhà, đã giúp họ có được trọng lượng của trái đất. Thế nên bạn có thể nghĩ rằng việc xác định độ tuổi của trái đất sẽ là việc tương đối dễ. Xét cho cùng thì những nguyên vật liệu cần thiết đang nằm ngay dưới chân họ. Nhưng không. Loài người đã phải tách nguyên tử và phát minh ra truyền hình, nylon, và cà phê uống liền trước khi họ có thể xác định được độ tuổi của hành tinh này.

Để tìm hiểu tại sao, chúng ta phải tìm đến miền Bắc Scotland và bắt đầu với một người thông minh và vui tính, rất ít người biết đến ông ta, chính ông là người đã phát minh ra môn khoa học được gọi là địa chất học.

---

[1] Đạc tam giác, phương pháp đo đạc họ đã chọn, là một kỹ thuật phổ biến dựa vào đặc điểm địa lý rằng nếu bạn biết được chiều dài của một cạnh hình tam giác và độ của hai góc, bạn có thể tìm ra được chiều dài của hai cạnh còn lại mà không cần rời khỏi ghế. Giả sử, ví dụ, rằng bạn và tôi muốn biết khoảng cách từ trái đất đến mặt trăng. Vận dụng phương pháp đạc tam giác, điều đầu tiên chúng ta cần phải làm là đặt ra một khoảng cách nhất định giữa hai chúng ta, giả sử bạn ở Paris còn tôi ở Moscow và cả hai chúng ta cùng nhìn lên mặt trăng tại cùng một thời điểm. Lúc này nếu bạn hình dung một đường thẳng nối ba điểm này với nhau - bạn, tôi, và mặt trăng - thì nó sẽ hình thành nên một hình tam giác. Chúng ta đo lường khoảng cách giữa bạn và tôi và hai góc của chúng ta, và rồi chúng ta có thể dễ dàng tính toán tất cả những thông số còn lại. (Vì 3 góc của một hình tam giác cộng lại luôn luôn là 180 độ, nếu bạn

biết giá trị tổng 2 góc thì bạn có thể lập tức tính toán được giá trị của góc thứ ba; và khi bạn biết được hình dạng chính xác của một tam giác và độ dài của một cạnh thì bạn có thể xác định được độ dài của hai cạnh còn lại). Thực ra đây là phương pháp đo đạc được sử dụng bởi nhà thiên văn Hy Lạp Hypparchus của Nicaea vào năm 150 trước Công nguyên, để tìm ra khoảng cách từ trái đất đến mặt trăng. Khi đo lường trên mặt đất, các nguyên tắc của phương pháp đạc tam giác cũng giống vậy, ngoại trừ một việc là hình tam giác này không hướng lên không trung mà được đặt trên một tấm bản đồ. Khi có được giá trị về khoảng cách một độ của Kinh tuyến, họ có thể xác định được chu vi của trái đất.

[2] Tốc độ xoay tròn của bạn phụ thuộc vào vị trí của bạn. Tốc độ xoay tròn của trái đất dao động từ hơn 1.000 dặm một giờ tại đường Xích đạo đến 0 dặm một giờ tại hai cực.

[3] Sự chuyển động sắp tới của sao Kim sẽ diễn ra vào ngày 8 tháng Tám năm 2004, tiếp theo là vào năm 2012. Suốt thế kỷ hai mươi nó không hề chuyển động.

[4] Vào năm 1781 Herschel trở thành người đầu tiên trong kỷ nguyên hiện đại khám phá được một hành tinh, ông muốn đặt tên cho nó theo tên Hoàng đế Anh là George, nhưng đã bị bác bỏ. Thay vì thế nó trở thành sao Uranus (Thiên vương).

[5] Đối với các nhà vật lý học, khối lượng và trọng lượng là hai phạm trù khác nhau. Khối lượng của bạn không thay đổi dù bạn xuất hiện ở đâu, nhưng trọng lượng của bạn thay đổi tùy thuộc vào việc bạn xuất hiện cách bao xa từ tâm của những vật thể khổng lổ chẳng hạn như trái đất của chúng ta. Khi bạn xuất hiện ở mặt trăng, trọng lượng của bạn sẽ nhẹ hơn nhiều nhưng khối lượng của bạn không đổi. Trên trái đất, vì mọi lý do thực tiễn, khối lượng và trọng lượng là một, vì thế hai từ ngữ này có thể được dùng đồng nghĩa với nhau, ít nhất điều này cũng đúng khi bạn bước ra khỏi phòng học.

5. NGƯỜI PHÁ ĐÁ

Vào thời điểm Henry Cavendish đang hoàn tất những thử nghiệm của mình tại London, cách đó bốn trăm dặm tại Edinburgh là sự qua đời của James Hutton. Dĩ nhiên đấy là tin xấu về Hutton, nhưng lại là tin tốt cho ngành khoa học vì nó dọn đường cho một người có tên là John Playfair viết lại công trình của Hutton mà không phải bối rối gì.

Hutton được mô tả là một người cực kỳ thông minh và sâu sắc, sôi nổi, và vui tính. Thật đáng tiếc, ông không để lại những quan điểm của mình ở hình thức bất kỳ ai có thể hiểu được. Sau đây là một phần trong kiệt tác của ông vào năm 1795, *A Theory of the Earth with Proofs and Illustrations,* thảo luận về... một điều gì đó:

Thế giới mà chúng ta đang ở được cấu thành từ các chất liệu, không phải của trái đất mới hình thành trước đây, mà là của trái đất sắp sửa hình thành trong tương lai, chúng ta xem nó là một trái đất thứ ba, và trái đất này xuất hiện trước cả khi mặt đất nổi cao hơn mặt biển, trong khi mặt đất hiện nay của chúng ta vẫn thấp hơn mực nước biển.

Dù gần như đơn thương độc mã, và khá thông minh, ông đã tạo ra môn địa chất học và thay đổi hiểu biết của chúng ta về trái đất. Hutton sinh năm 1726 trong một gia đình giàu có ở Scotland, ông học ngành y, nhưng nhận thấy rằng đây không phải sở thích của mình nên đã chuyển sang làm việc nông trại. Chán nản việc nông trại, năm 1768 ông chuyển đến Edinburgh, tại đây ông thành lập việc kinh doanh thành công trong việc sản xuất muối amoniac từ muội than, và dành thời gian theo đuổi nghiên cứu khoa học. Lúc bấy giờ Edinburgh là trung tâm của nền văn minh, và Hutton sống một đời sống sung sướng ở đó. Ông trở thành người dẫn đầu của một hội được gọi là Oyster Club, tại đây vào buổi tối ông thường xuyên gặp gỡ trao đổi với nhà kinh tế học Adam Smith, nhà hóa học Joseph Black, và nhà triết học David Hume, đôi khi ông cũng gặp gỡ trao đổi cùng Benjamin Franklin và James Watt.

Vào ban ngày Hutton dành thời gian quan tâm đến gần như mọi lĩnh vực, từ khoáng vật học cho đến siêu hình học. Ông tiến hành các thử nghiệm với hóa học, khám phá phương pháp khai thác mỏ và xây dựng kênh, nghiên cứu các quặng múi, đầu tư vào lĩnh vực di truyền học, thu gom hóa thạch, và đề xuất các học thuyết về mưa, thành phần không khí, và các quy luật chuyển động. Nhưng ông đặc biệt quan tâm đến địa chất học.

Trong số những vấn đề thu hút sự chú ý của mọi người ở thời đại đó có một vấn đề gây bối rối cho mọi người suốt một khoảng thời gian dài – vấn đề đó là, tại sao vỏ sò và các hóa thạch biển khác lại xuất hiện trên các đỉnh núi. Làm sao chúng có thể đến được đó? Những người nghĩ rằng họ có câu trả lời cho vấn đề này được chia làm hai phe đối kháng nhau. Một bên được gọi là nhóm Neptunist, họ tin rằng mọi thứ trên trái đất, kể cả vỏ sò trên đỉnh núi, đều có thể được giải thích bởi sự nâng lên và hạ xuống của mực nước biển. Họ tin rằng núi, đồi, và các nét đặc trưng khác xưa như trái đất, đều chỉ bị thay đổi khi nước tác động mạnh đến chúng trong suốt thời kỳ lũ lụt toàn cầu.

Đối chọi với họ là nhóm Plutonist, họ cho rằng núi lửa và các trận động đất liên tục làm thay đổi bề mặt của trái đất và rõ ràng chẳng liên quan gì đến các đại dương. Nhóm Plutonist cũng nêu ra những câu hỏi khó trả lời về việc lượng nước lũ lụt đó đã biến đi đâu. Nếu đã từng có lúc nước biển dâng lên đủ để che lấp dãy Alps, vậy thì sau đó, chẳng hạn như ngày nay, lượng nước đó đã biến đi đâu? Họ tin rằng lòng đất sở hữu một sức mạnh phi thường. Tuy nhiên, họ không thể giải thích thuyết phục được tại sao vỏ sò lại xuất hiện trên đỉnh núi.

Hutton có nhiều hiểu biết phi thường về vấn đề này. Khi khảo sát nông trại của mình, ông có thể nhận thấy rằng đất được tạo ra bởi sự phong hoá của đá và rằng các thành phần của đất liên tục bị cuốn đi bởi các dòng chảy rồi lắng đọng lại tại một nơi khác. Ông nhận thấy rằng nếu quá trình này xuất hiện liên tục thì trái đất sẽ bị mài mòn nhẵn bóng. Tuy nhiên dù ông đến đâu ông cũng gặp đồi núi. Rõ ràng nhất định phải có một quá trình nào đó tồn tại song song với quá trình xói mòn, một hình thức tái tạo và đắp cao, tạo ra đồi núi, giúp vòng tuần hoàn này liên tục diễn ra. Các hóa thạch biển trên đỉnh núi, ông xác định, không phải được hình

thành bởi các cơn lũ lụt, mà là được nâng cao đồng thời cùng với núi. Ông cũng suy luận rằng chính nhiệt trong lòng đất đã tạo ra các lục địa mới và hình thành nên các dãy núi. Chẳng có gì quá đáng khi nói rằng các nhà địa chất không nắm bắt được hoàn toàn những ý tưởng này trong suốt hai trăm năm sau. Trên hết các học thuyết của Hutton nói rằng quá trình biến đổi này của trái đất đòi hỏi một lượng thời gian khổng lồ, lâu dài hơn chúng ta tưởng tượng rất nhiều. Đến lúc này chúng ta đã có được đủ hiểu biết để thay đổi suy nghĩ của mình về trái đất.

Năm 1785, Hutton mô tả những ý tưởng của mình trong một tài liệu dài, tài liệu này đã được đọc to trong các cuộc họp liên tiếp của Hội Hoàng gia Edinburgh. Nó gần như chẳng thu hút được sự chú ý gì. Thật khó có thể hiểu được tại sao lại thế. Sau đây là một phần nội dung tài liệu mà ông đã trình bày trước các khán thính giả:

Trong một trường hợp, nguyên nhân hình thành ở đây là trong vật thể bị tách rời; vì, sau khi vật thể bị kích thích bởi nhiệt, nó phản ứng với vật chất của vật thể, những vực thẳm tạo thành các mạch hình thành. Trong một trường hợp khác, nguyên nhân ở đây không có quan hệ gì với vật thể này. Đã có sự nứt gãy; nhưng nguyên nhân vẫn chưa được xác định; và dường như nó không tồn tại trong mạch.

Không cần phải nói, hầu như chẳng ai trong số các khán thính giả mảy may hiểu được những gì ông đang nói. Được bạn bè khuyến khích mở rộng các học thuyết của mình, với hy vọng rằng ông sẽ giải thích rõ ràng hơn, Hutton dành ra mười năm để chuẩn bị cho tác phẩm lớn của mình, tác phẩm này được chia làm hai tập phát hành năm 1795.

Tổng số trang của hai tập sách lên đến gần một nghìn trang và, thật lạ, tệ hơn những gì bạn bè của ông lo lắng. Chưa kể những thứ khác, gần một nửa tác phẩm này là những đoạn trích dẫn bằng tiếng Pháp, loại tiếng Pháp nguyên thủy. Tập thứ ba của cuốn sách này không hấp dẫn đến mức nó không được phát hành mãi đến năm 1899, hơn một thế kỷ sau khi Hutton qua đời, và tập thứ tư lẫn tập CUỐI hoàn toàn không được phát hành. *Học thuyết trái đất* của Hutton xứng đáng được bình chọn là cuốn sách khoa học quan trọng ít được đọc nhất. Ngay cả Charles Lyell, nhà địa chất học vĩ đại nhất của thế kỷ sau và là người đã đọc gần như mọi thứ, cũng phải thú nhận rằng ông không thể hiểu được nó.

May mắn là Hutton còn có một người bạn là Giáo sư toán học của Đại học Edinburgh tên là John Playfair, ông không những có thể viết văn tốt mà còn – nhờ bởi trải qua nhiều năm sát cánh cùng Hutton – có thể thực sự hiểu được những gì Hutton muốn nói. Năm 1802, hai năm sau khi Hutton qua đời, Playfair trình bày một tiểu luận đơn giản về những nguyên lý của Hutton, có tiêu đề là *Minh họa về Học thuyết trái đất của Hutton*. Cuốn sách này nhận được sự quan tâm của những người quan tâm đến địa chất học.

Mùa Đông năm 1807, mười ba vĩ nhân có chung mục đích tụ họp tại Hội quán Fremasons, Long Acre, Covent Garden, để thành lập Hội địa chất. Họ quyết định hội họp một lần mỗi tháng để trao đổi về những khái niệm địa chất học qua một buổi dạ tiệc. Trong một thập niên, con số các hội viên gia tăng lên đến bốn trăm người – tất cả đều là những người lịch lãm, dĩ nhiên – và Hội địa chất này có nguy cơ lấn át Hội Hoàng gia vốn xưa nay được xem là đứng đầu trong lĩnh vực khoa học tại đây.

Các hội viên gặp nhau hai lần mỗi tháng từ tháng Mười một mãi đến tháng Sáu, sau khi tất cả đã trải qua mùa Hè nghiên cứu ngoài trời. Đây không phải là những người quan tâm đến các khoáng sản chỉ vì lợi ích kinh tế, bạn biết đấy, họ cũng chẳng quan tâm nhiều đến danh vọng, họ chỉ là những người lịch lãm có tiền của và thời gian để theo đuổi sở thích ở mức độ khá chuyên nghiệp. Vào năm 1830, tổng số hội viên lên đến 745, và thế giới sẽ không bao giờ có được Hội khoa học nào có số thành viên đông đảo như thế.

Ngày nay chúng ta khó có thể hình dung được điều đó, nhưng địa chất học đã tạo ra sự thú vị cho thế kỷ mười chín như thế đấy, theo cách mà trước đó lẫn về sau sẽ chẳng bao giờ có được ngành khoa học nào giống như thế. Năm 1839, khi Roderick Murchison phát hành cuốn The Silurian System, một công trình nghiên cứu nặng nề và khô khan về một loại đá được gọi là đất

truyền xám, nó lập tức trở thành một trong những cuốn sách bán chạy nhất, suốt bốn ấn bản liên tục, dù giá của nó lên đến tám ghinê và, theo phong cách của Hutton, không thể đọc được. Và khi, năm 1841, Charles Lyell đến Hoa Kỳ để tham gia giảng dạy tại Boston, một lượng khán thính giả lên đến ba ngàn người đã tụ họp tại Học viện Lowell để nghe những mô tả mê hoặc của ông về zeolit biển (một loại khoáng chất) và những nguy cơ địa chấn ở Campania.

Trong thế giới tư duy đương đại, đặc biệt là ở Anh, những người có học thức mạo muội tìm đến khu vực này để thực hiện một việc mà họ gọi là "đập đá". Đó là một công việc nghiêm túc, và họ thường ăn mặc chỉnh tề, nón rộng vành và trang phục màu tối, ngoại trừ William Buckland của Oxford, với thói quen làm việc với áo choàng.

Khu khai thác này thu hút nhiều nhân vật phi thường, ít ra thì cũng có Murchison như chúng tôi đã đề cập trước đây, ông trải qua khoảng ba mươi năm đầu đời để tìm hiểu về loài cáo, sau đó ông lại quan tâm tìm hiểu về các loài chim! Rồi thì ông tỏ ra hứng thú trong việc nghiên cứu các loại đá và nhanh chóng trở thành một chuyên gia trong lĩnh vực địa chất học.

Tiếp đến là Tiến sĩ James Parkinson, trước đó ông cũng là một nhà xã hội học và là tác giả của nhiều cuốn sách mỏng hấp dẫn với tựa đề chẳng hạn như *Revolution without Bloodshed*. Vào năm 1794, ông bị lôi kéo tham gia vào một âm mưu nghe có vẻ điên cuồng được gọi là "the Pop-gun Plot", trong âm mưu này họ vạch kế hoạch ám sát Vua George III bằng một mũi tên tẩm độc bắn vào cổ khi vua đang ngồi trong rạp hát. Parkinson thay đổi ý định trước khi Hội đồng Privy còng tay kẻ thủ lĩnh, dẫn độ đến Úc và tuyên án. Với lối sống thủ cựu, ông quan tâm nhiều đến địa chất học và trở thành một trong những thành viên sáng lập Hội địa chất học và là tác giả của một chuyên đề địa chất học quan trọng, *Organic Remains of a Former World*, chuyên đề này được tái bản liên tục suốt nửa thế kỷ. Sau đó ông không bao giờ tạo ra bất kỳ rắc rối nào nữa. Tuy nhiên, ngày nay chúng ta nhớ đến ông vì nghiên cứu đột phá của ông về chứng bệnh được gọi là "liệt rung", hay còn gọi là hội chứng Parkinson. (Parkinson còn nổi tiếng bởi một sự kiện khác. Năm 1785, ông trở thành người duy nhất trong lịch sử giành quyền sở hữu Viện bảo tàng lịch sử tự nhiên qua một cuộc xổ số. Viện bảo tàng này, tại khu Leicester ở London, đã được thành lập bởi Ngài Ashton Lever. Parkinson giữ viện bảo tàng này mãi đến năm 1805, lúc này ông không còn giữ được nó nữa và bán nó đi).

Không có cá tính đặc biệt nhưng lại có ảnh hưởng to lớn so với bất kỳ ai chính là Charles Lyell. Lyell được chào đời vào năm Hutton qua đời chỉ cách đó bảy mươi dặm, tại làng Kinnordy. Mặc dù là người Scotland, ông trưởng thành ở miền Nam xa xôi của Anh quốc, tại vùng New Forest của Hampshire, vì mẹ ông tin rằng người Scotland là người hay say xỉn và tắc trách. Cũng giống như hầu hết các nhà khoa học điển hình của thế kỷ mười chín, Lyell là người thông minh xuất thân từ một gia đình giàu có. Cha ông, cũng tên là Charles, là người truyền cảm hứng giúp ông có được sự quan tâm đặc biệt dành cho lịch sử tự nhiên, nhưng tại Oxford, nơi ông bị mê hoặc bởi William Buckland, chàng trai trẻ Lyell bắt đầu hiến cả đời mình cho địa chất học.

Buckland là người khá lập dị nhưng cũng khá duyên dáng. Ông đã đóng góp vài thành tựu to lớn cho khoa học, nhưng ông được mọi người nhớ đến bởi tính tình lập dị của mình. Ông ta nổi tiếng vì nuôi trong vườn nhà mình một bầy thú hoang dã nguy hiểm, và vì sở thích ăn uống của mình, ông có thể ăn thịt mọi loài động vật. Tùy thuộc vào ý thích và những gì sẵn có, khách đến nhà Buckland có thể được phục vụ heo nướng, thịt chuột, nhím rô ti, hoặc sên Đông Nam Á hấp. Buckland cảm thấy tất cả những món này đều ngon miệng, ngoại trừ món chuột chũi vườn, thứ mà ông cho rằng rất ghê tởm. Ông còn là người lão luyện về sỏi phân – phân hóa thạch – và ông đã có một chiếc bàn hoàn toàn làm từ thứ sỏi quý hiếm này.

Ngay cả khi tham gia những cuộc hội họp khoa học, thái độ của ông cũng rất kỳ quặc. Charles Darwin nghĩ rằng Buckland là một anh hề – theo nguyên văn mà Charles Darwin đã dùng – nhưng Lyell lại nhận thấy rằng Buckland là người thú vị và tỏ ra yêu mến ông, họ đã cùng nhau tham gia chuyến du lịch vòng quanh Scotland vào năm 1824. Chẳng bao lâu sau chuyến du lịch này, Lyell quyết định từ bỏ nghề luật học của mình để dành toàn thời gian cho môn địa chất học.

Lyell bị cận thị nặng, điều này khiến ông thường xuyên cảm thấy bực bội. Một đặc điểm khác biệt nữa nơi ông chính là thói quen, khi suy nghĩ miên man ông thường nằm dài lên hai chiếc ghế hoặc "gục đầu lên mặt ghế, trong khi chân vẫn đang đứng" (theo lời kể của bạn ông là Darwin). Khi chìm đắm trong suy nghĩ ông thường trượt dài trên mặt ghế cho đến lúc hai mông của ông chạm xuống sàn nhà. Nghề nghiệp duy nhất trong đời ông là: Giáo sư địa chất học tại Đại học King ở London từ năm 1831 đến 1833. Cũng trong khoảng thời gian này ông phát hành cuốn *Principles of Geology*, phát hành thành ba tập giữa năm 1830 và 1833, xét nhiều góc độ thì cuốn sách này củng cố và mô tả chi tiết những suy nghĩ đã được đề cập đến lần đầu tiên bởi Hutton ở thế hệ trước. (Mặc dù Lyell chưa bao giờ đọc sách của Hutton).

Giữa thời của Hutton và thời của Lyell xuất hiện sự tranh luận mới về địa chất học. Cuộc tranh luận này diễn ra giữa nhóm người theo thuyết tai biến và nhóm người theo thuyết đồng nhất. Những người theo thuyết tai biến tin rằng trái đất được định hình bởi những biến cố lớn về địa chất – chủ yếu là lũ lụt. Những người theo thuyết tai biến đặc biệt ủng hộ những mục sư chẳng hạn như Buckland vì điều đó giúp họ kết hợp cơn đại hồng thủy trong Kinh thánh với những thảo luận khoa học nghiêm túc. Ngược lại, những người theo thuyết đồng nhất lại tin rằng những thay đổi trên trái đất diễn ra chầm chậm theo thời gian, qua một khoảng thời gian cực dài. So với Lyell thì dường như Hutton mới quả thực là cha đẻ của khái niệm này, nhưng sách của Lyell lại được nhiều người đọc nhất, và thế nên ông trở thành một nhân vật nổi tiếng trong suy nghĩ của mọi người, đôi khi người ta xem ông là cha đẻ của tư duy địa chất học hiện đại.

Lyell tin rằng những thay đổi của trái đất diễn ra đều đặn và cố định – rằng mọi việc đã từng diễn ra trong quá khứ trên trái đất có thể được giải thích qua những sự kiện hiện đang diễn ra ngày nay. Lyell và đồng môn của mình không phải là người theo thuyết tai biến, họ căm ghét nó. Những người theo thuyết tai biến tin rằng sự tuyệt chủng là một phần gắn liền với một chủng loài, rằng động vật liên tục bị xóa bỏ và được thay thế bằng một chủng loài mới – một niềm tin mà nhà tự nhiên học T. H. Huxley chế giễu và ví với "một loạt các ván bài mà ở đó, sau mỗi ván, người chơi lật đổ bàn rồi lại yêu cầu một cỗ bài mới". Giải thích những điều chưa biết theo cách đó thì quá dễ. "Chưa bao giờ có một học thuyết nào nhằm cổ xúy sự biếng nhác, và mài cùn sự ham biết của con người như thế", Lyell châm biếm.

Sơ sót của Lyell không phải là không đáng kể. Ông không giải thích thuyết phục về sự hình thành của các dãy núi và bỏ qua những dòng sông băng – đây là một tác nhân tạo ra sự thay đổi. Ông không chấp nhận ý tưởng của Louis Agassiz về kỷ băng hà – ông tùy tiện gọi đó là "sự ướp lạnh quả địa cầu" – và tin rằng động vật có vú "sẽ được tìm thấy ở những lớp hóa thạch cổ xưa nhất". Ông phản đối khái niệm cho rằng động vật và thực vật bị hủy diệt đột ngột, và tin rằng mọi nhóm động vật chính – loài có vú, loài bò sát, cá, và vân vân – đã cùng tồn tại từ thủa khai sinh thời gian. Về những khía Cạnh này, cuối cùng ông có thể chứng minh là sai lạc.

Tuy nhiên chúng ta gần như không thể cường điệu về ảnh hưởng của Lyell. Cuốn *The Principles of Geology* được tái bản mười hai lần trong khi Lyell còn sống và nó chứa đựng những học thuyết hình thành tư duy địa chất học mãi cho đến thế kỷ hai mươi. Darwin viết, "Giá trị tuyệt vời của cuốn *The Principles of Geology* là nó thay đổi toàn bộ suy nghĩ của chúng ta, và từ đó, khi chúng ta trông thấy một thứ gì đó mà Lyell chưa bao giờ trông thấy, tuy vậy chúng ta có thể quan sát một phần đối tượng qua đôi mắt của ông". Tóm lại, Darwin nghĩ rằng Lyell gần như là một vị Thánh, cũng giống như nhiều người trong thế hệ của ông đã từng nghĩ thế. Một bằng chứng cho thấy rõ sức mạnh của Lyell là vào những năm 1980 khi các nhà địa chất học đã phải từ bỏ một phần học thuyết của ông để điều chỉnh ăn khớp với các học thuyết về sự tuyệt chủng, điều này suýt giết chết họ. Nhưng đó là một chương khác.

Trong khi ấy, địa chất học liên quan đến việc phân loại, và không phải mọi việc đều diễn ra êm đẹp. Từ miệng hầm mỏ các nhà địa chất học cố gắng phân loại đá theo thời kỳ mà chúng hình thành, nhưng thường xuất hiện sự bất đồng ý kiến về sự phân loại này – họ thường xuyên tranh cãi về loại đá thuộc kỷ devon. Vấn đề nảy sinh khi Linh mục Adam Sedgwick của Cambridge khẳng định về lớp đá thuộc kỷ cambri mà Roderick Murchison lại tin rằng nó thuộc kỷ silua. Sự tranh cãi này diễn ra sôi nổi suốt nhiều năm và phát triển đến đỉnh điểm. "Hắn là

một con chó dơ bẩn", Murchison viết cho một người bạn trong một cơn tức giận. Cuối cùng cuộc chiến này cũng chấm dứt vào năm 1879 với sự xuất hiện của một kỷ mới, kỷ ocdovic, giữa hai kỷ này.

Vì người Anh là người chủ động trong suốt những năm đầu tiên, các tên tuổi người Anh chiếm ưu thế nổi bật trong bảng từ vựng địa chất học. *Devonian* (kỷ devon) rõ ràng xuất nguồn từ tên của Hạt Devon ở Anh quốc. *Cambrian* (kỷ cambri) xuất nguồn từ tên tiếng La mã của sứ Wales, trong khi *Ordovician* (kỷ ocdovic) và *Silurian* (kỷ silua) khiến người ta nghĩ đến các bộ tộc thuộc xứ Wales là Ordovices và Silures. Nhưng với sự xuất hiện của địa chất học ở nhiều nơi khác, các tên tuổi lớn bắt đầu xuất hiện ở mọi nơi. *Jurassic* (kỷ jura) đề cập đến núi Jura ở biên giới Pháp và Thụy Sĩ. *Permian* (kỷ pecmi) khiến chúng ta nhớ đến một tỉnh trước đây của Nga là Perm ở dãy Ural. Còn Cretaceous (kỷ creta, hay còn gọi là kỷ phấn trắng, xuất nguồn từ tiếng La Tinh "chalk" có nghĩa là đá phấn) là do nhà địa chất học người Bỉ với cái tên đầy ngạo mạn, J. J. d'Omalius d'Halloy, khám phá.

Khởi đầu, lịch sử địa chất học được chia thành bốn thời kỳ: chính, phụ, thứ ba, và thứ tư. Hệ phân chia như thế này quá ngắn gọn nên không thể tồn tại lâu. Về sau các nhà địa chất học phân chia lịch sử này thành nhiều thời kỳ hơn.

Lyell, trong cuốn *The Principles of Geology* của mình, giới thiệu các đơn vị phụ để nói về giai đoạn kể từ sau kỷ khủng long, trong số chúng có kỷ pleitoxen ("gần đây nhất"), plioxen ("gần đây hơn"), kỷ mioxen ("tương đối gần đây"), và kỷ oligoxen ("hơi gần đây").

Ngày nay, và nói chung, trước tiên lịch sử địa chất học được chia thành bốn giai đoạn được gọi là bốn thời: thời tiền sử (Precambrian), thời cổ sinh (Paleozoic), thời trung sinh (Mesozoic), và thời cận sinh (Cenozoic). Bốn thời kỳ này được chia thành mười đến hai mươi phân nhóm, thường được gọi là các giai đoạn trong các thời kỳ, hay còn gọi là kỷ. Hầu hết những kỷ này đều được chúng ta biết đến: kỷ creta, kỷ jura, kỷ triat, kỷ silua, và vân vân. [1]

Sau đó là các kỷ của Lyell – kỷ pleitoxen, kỷ mioxen, vân vân – chỉ được áp dụng gần đây nhất, cuối cùng chúng ta có nhiều phân đoạn được biết là các giai đoạn. Hầu hết các giai đoạn này đều được đặt tên theo các địa danh, và tên của chúng nghe khá vụng về: Illinoian, Desmoinesian, Croixian, Kimmeridgian, vân vân, giống như các mạch máu. Tổng cộng, theo John McPhee, con số này lên đến "hàng trăm". Rất may, trừ khi bạn theo đuổi ngành địa chất học, bạn gần như sẽ không bao giờ nghe lại những tên gọi này.

Vấn đề càng thêm rắc rối khi các giai đoạn hay các thời kỳ ở vùng Bắc Mỹ lại có tên gọi khác so với tên các thời kỳ ở châu Âu và thường bị lược bỏ kịp thời. Thế nên thời kỳ Cincinnatian ở Bắc Mỹ gần tương xứng với thời kỳ Ashgillian ở châu Âu, hơi sớm hơn một chút so với thời kỳ Caradocian.

Đồng thời, tất cả những thay đổi này truyền từ sách này sang sách khác và từ người này sang người khác, từ đó một số chuyên gia mô tả bảy giai đoạn gần đây, trong khi những người khác lại hài lòng với bốn giai đoạn. Đồng thời, trong một số sách, bạn sẽ nhận thấy rằng thời kỳ thứ ba và thời kỳ thứ tư được lược bỏ và thay vào đó là các giai đoạn với độ dài khác nhau được gọi là Palaeogene và Neogene. Những người khác lại chia thời tiền sử thành hai giai đoạn, giai đoạn rất xa xưa là Archean và giai đoạn gần đây hơn là Proterozoic. Đôi khi bạn cũng nhận thấy từ ngữ Phanerozoic được sử dụng để mô tả khoảng thời gian bao hàm thời cổ sinh (Paleozoic), thời trung sinh (Mesozoic), và thời cận sinh (Cenozoic).

Hơn nữa, tất cả những điều này đều chỉ được áp dụng cho đơn vị thời gian. Đá được chia làm các đơn vị khá độc lập là hệ, nhóm, và giai đoạn. Người ta cũng phân loại đá thành cuối và đầu (đề cập đến thời gian) và trên và dưới (đề cập đến lớp đá). Việc này sẽ gây bối rối cho những ai không phải là chuyên gia, nhưng đối với các nhà địa chất thì đây lại là niềm đam mê của họ.

Ít nhất ngày nay chúng ta có thể đặt những kỹ thuật xác định niên đại phức tạp lên bàn. Trong suốt thế kỷ mười chín các nhà địa chất chẳng suy luận được gì hơn ngoại trừ việc phỏng đoán. Vấn đề khiến họ bực dọc khi ấy là, dù họ có thể sắp xếp vị trí của các loại đá và hóa thạch theo đúng thứ tự thời gian, nhưng họ không biết là chính xác thì chúng thuộc thời kỳ nào. Khi

Buckland nghiên cứu độ tuổi của bộ xương một con thằn lằn cá, ông chẳng thể làm gì khác hơn là đoán rằng nó đã sống đâu đó giữa "mười nghìn, hoặc hơn mười nghìn lần của mười nghìn" năm trước đó.

Dù không có phương pháp đáng tin cậy nào trong việc xác định thời gian, không ít người vẫn cố gắng làm việc này. Nỗ lực tiên phong là vào năm 1650 khi tổng giám mục James Ussher của nhà thờ Ireland đã có cuộc nghiên cứu cẩn thận về Kinh thánh và các tài liệu lịch sử khác, trong một tập sách dày được gọi là *Annals of the Old Testament*, các tài liệu này nói rằng trái đất đã được tạo ra vào giữa trưa ngày 23 tháng Mười, năm 4004 trước Công nguyên, đây là một xác nhận gây buồn cười cho các nhà sử học và các chuyên gia suốt từ đó. [2]

Tiện đây, có một câu chuyện kể – câu chuyện này được nhắc đến trong nhiều cuốn sách lớn – rằng những quan điểm của Ussher đã chiếm ưu thế vượt trội trong lĩnh vực khoa học thế kỷ mười chín, và rằng chính Lyell đã làm thay đổi điều này. Stephen Jay Gould, trong tờ *Time's Arrow*, trích dẫn một ví dụ điển hình từ một cuốn sách nổi tiếng suốt những năm 1980: "Mãi đến khi Lyell phát hành cuốn sách của mình, hầu hết các nhà tư duy đều chấp nhận ý tưởng rằng trái đất này khá non trẻ". Thực ra không phải thế. Theo lời Martin J. S. Rudwick diễn đạt, "Không nhà địa chất học nghiêm túc nào có thể biện hộ cho thời gian hữu hạn được trình bày trong Kinh thánh nói về việc 'Chúa sáng tạo ra thế giới'". Ngay cả Linh mục Buckland, là người sùng đạo của thế kỷ mười chín, cũng nói rằng trong Kinh thánh không hề có đoạn nào nói rằng Chúa trời đã tạo ra Thiên đường và Trái đất "trong ngày đầu tiên", nhưng chỉ nói rằng "vào khoảnh khắc đầu tiên". Khoảnh khắc đầu tiên đó, ông lý luận, có thể "đã xuất hiện cách đây hàng triệu triệu năm". Mọi người đều đồng ý rằng trái đất này rất cổ xưa. Vấn đề ở đây đơn giản là nó cổ xưa đến mức nào.

Một trong những nỗ lực nhằm xác định độ tuổi của trái đất được thực hiện bởi một nhân vật đáng tin cậy là Edmond Halley, vào năm 1715 ông đề xuất rằng nếu bạn xác định được lượng muối gia tăng ở các đại dương qua mỗi năm, bạn sẽ xác định được độ tuổi của trái đất. Điều này nghe có vẻ rất hợp lý, nhưng đáng tiếc là không ai biết được mỗi năm lượng muối ở các đại dương tăng bao nhiêu.

Nỗ lực đầu tiên nhằm xác định độ tuổi của trái đất được thực hiện bởi một người Pháp tên là Comte de Buffon vào những năm 1770. Trước đó người ta biết rằng trái đất tỏa ra một lượng nhiệt đáng kể – bất kỳ ai đã từng bước xuống hầm mỏ đều xác định được điều này – nhưng không có cách nào để ước lượng được nhiệt lượng này. Thử nghiệm của Buffon là nung nóng các quả cầu mãi đến khi chúng nóng bừng lên và sau đó ước lượng nhiệt lượng tỏa ra bằng cách chạm vào chúng khi chúng nguội. Từ thử nghiệm này, ông đoán rằng trái đất có độ tuổi từ 75.000 đến 168.000 năm tuổi. Dĩ nhiên đây là một nhận định không mấy thuyết phục, nhưng một khái niệm cơ bản, và Buffon nhận thấy rằng vì nhận định này mà ông có khả năng bị rút phép thông công (cấm không được giao thiệp với công chúng). Là một người có suy nghĩ thực tế, ông lập tức cáo lỗi về suy nghĩ thiếu chín chắn này của mình, sau đó ông lại tiếp tục lặp lại những nhận định này trong các tác phẩm của mình.

Vào giữa thế kỷ mười chín, hầu hết những người có học thức đều nghĩ rằng trái đất này ít nhất cũng có hàng triệu năm tuổi, thậm chí có thể là vài chục triệu năm tuổi, nhưng cũng có thể là hơn thế. Vì vậy mọi người tỏ ra ngạc nhiên khi, vào năm 1859 trong tác phẩm *On the Origin of Species*, Charles Darwin thông báo rằng quá trình biến đổi địa chất tạo ra khu vực Weald, một khu vực thuộc miền Nam nước Anh trải dài đến Kent, Surrey, và Sussex, đã diễn ra và hoàn tất, theo tính toán của ông, trong khoảng thời gian 306.662.400 năm. [3] Sự xác nhận này tạo ra nhiều tranh cãi đến độ Darwin phải rút khỏi nội dung sách trong lần tái bản thứ ba. Tuy nhiên, những rắc rối của nó vẫn còn đọng lại. Darwin và các đồng nghiệp địa chất của mình nghĩ rằng trái đất này rất cổ xưa, nhưng không ai có thể tìm được phương cách chứng minh được điều này.

Đáng tiếc cho Darwin, vấn đề này tạo ra sự chú ý của Tướng Kevin (dù rõ ràng ông là người cao quý, khi ấy ông vẫn còn là một William Thomson bình thường; ông không được xếp vào hàng quý tộc mãi đến năm 1892, khi ông đã được sáu mươi tám tuổi và gần kết thúc sự nghiệp của mình, nhưng tôi xin phép vẫn dùng tên này cho thuận tiện). Kelvin là một trong những

nhân vật phi thường nhất của thế kỷ mười chín – thực ra là của bất kỳ thế kỷ nào. Nhà khoa học Đức Hermann von Helmholtz, vốn là người rất thông minh, đã viết rằng Kelvin khi ấy là người "thông minh và sáng suốt bậc nhất, với suy nghĩ sắc bén và linh động" so với bất kỳ ai ông đã từng gặp gỡ. "Tôi cảm thấy mình trở thành một gã khờ khi ở cạnh ông ta", ông nói, với vẻ hơi thất vọng.

Chúng ta có thể hiểu được tình cảm này, vì Kelvin thực sự là một trong những nhân vật vĩ đại nhất. Ông sinh năm 1824 tại Belfast, là con trai của một Giáo sư toán học làm việc cho Học viện Hoàng gia về sau chuyển đến Glasgow. Tại đó Kelvin cho thấy rằng mình là một người phi thường đến mức trường Đại học Glasgow nhận ông ta vào học ngay khi ông mới được mười tuổi. Khi lên hai mươi tuổi, ông đã trải qua nhiều khóa học ở London và Paris, tốt nghiệp trường Đại học Cambridge (tại đây ông giành giải nhất trong cuộc thi chèo xuồng và kiến thức toán học, đồng thời ông cũng tham gia hội âm nhạc của trường), được bầu chọn là ủy viên của Peterhouse, và đã viết (bằng tiếng Anh và tiếng Pháp) hàng chục tài liệu toán học với sự sáng tạo độc đáo đến không ngờ đến mức ông phải cho in ẩn danh vì e gây bối rối cho các bậc đàn anh. Ở độ tuổi hai mươi hai, ông quay lại Đại học Glasgow để nhận chức vị Giáo sư Khoa học tự nhiên, ông nắm giữ vị trí này suốt năm mươi năm sau đó.

Trong suốt sự nghiệp lâu dài của mình (ông sống mãi đến năm 1907 và qua đời ở độ tuổi tám mươi ba), ông đã viết 661 tài liệu, sở hữu 69 bằng sáng chế độc quyền (từ đây ông trở nên giàu có vô cùng), và nổi danh trong hầu hết mọi lĩnh vực khoa học. Trên hết, ông đề xuất phương pháp trực tiếp dẫn đến sự phát minh ra tủ lạnh, phát minh ra các thiết bị biến thế giúp điện tín được gửi qua các đại dương, thực hiện vô số những cải thiện khác nhau trong ngành hàng hải và đóng tàu, từ phát minh ra la bàn đi biển cho đến máy thông dò độ sâu đầu tiên. Và những thứ này chỉ là một phần trong rất nhiều những phát minh thực tiễn khác của ông.

Học thuyết của ông, trong điện từ học, nhiệt động lực học, và học thuyết về sóng ánh sáng, xứng đáng là một cuộc cách mạng. [4] Ông chỉ có một thiếu sót duy nhất là: không xác định được độ tuổi chính xác của trái đất. Ông dành cả nửa đời để tìm hiểu về vấn đề này, nhưng cuối cùng vẫn chẳng có được kết quả chính xác nào. Nỗ lực đầu tiên của ông, vào năm 1862, được trình bày trên một tạp chí nổi tiếng *Macmillan's*, đề xuất rằng trái đất có độ tuổi là 98 triệu năm, nhưng lại cẩn thận lưu ý rằng con số này có thể dao động từ 20 triệu năm đến 400 triệu năm. Với sự thận trọng vốn có, ông biết rằng những tính toán của mình có thể sai lạc.

Theo thời gian Kelvin nhận thấy rằng những nhận định của mình vẫn chưa được chính xác. Ông tiếp tục sửa lại những nhận định của mình, từ tối đa là 400 triệu năm xuống còn 100 triệu năm, rồi còn 50 triệu năm, và cuối cùng, vào năm 1897, còn vỏn vẹn 24 triệu năm. Kelvin không hề ngoan cố. Chỉ đơn giản là vì chẳng có gì trong vật lý học có thể giải thích được tại sao một vật thể to lớn như mặt trời lại có thể liên tục bốc cháy suốt hơn mười triệu năm mà không hề cạn kiệt nhiên liệu. Thế nên người ta cho rằng mặt trời và những hành tinh của nó tương đối, nhưng chắc chắn, trẻ.

Vấn đề ở đây là, gần như mọi bằng chứng hóa thạch đều mâu thuẫn với kết luận này, và thật bất ngờ khi trong thế kỷ thứ mười chín người ta lại tìm được nhiều bằng chứng hóa thạch như thế.

---

[1] Ở đây không có bài kiểm tra dành cho bạn, nhưng nếu bạn muốn ghi nhớ chúng thì bạn có thể nhớ đến lời khuyên hữu ích của John Wilford, bạn hãy xem các thời đại (thời tiền sử, thời cổ sinh, thời trung sinh, và thời cận sinh) như các mùa trong năm và các kỷ (triat, jura,...) như các tháng trong năm.

[2] Mặc dù hầu như mọi sách vở đều nói về ông, vẫn có sự lệch lạc đối với các thông tin về Ussher. Một số sách nói rằng ông đã thực hiện lời công bố chính thức của mình vào năm 1650, một số sách khác lại nói rằng vào năm 1654, lại có những sách khác nói rằng vào năm 1664. Nhiều sách trích dẫn rằng trái đất được cho là hình thành vào ngày 26 tháng mười. Ít nhất cũng có một cuốn sách gọi tên ông là "Usher". Vấn đề này được tìm hiểu chính thức trong cuốn Eight Little Piggies của Stephen Jay Gould.

[3] Darwin thích một con số chính xác. Trong một tác phẩm sau đó, ông thông báo rằng bình quân một hecta đất ở Anh có 53.767 các loại giun, sâu, và trùng sinh sống.

[4] Đặc biệt ông xác định Quy luật thứ hai của Nhiệt động lực học. Một cuộc thảo luận về các quy luật này được trình bày trong một cuốn sách riêng, nhưng ở đây tôi xin trình bày tóm tắt nội dung các quy luật này qua lời nói của nhà hóa học P. W. Atkins: quy luật thứ hai nói rằng luôn luôn có một lượng năng lượng hoang phí nhất định. Quy luật thứ nhất nói rằng bạn không thể tạo ra năng lượng và quy luật thứ ba nói rằng bạn không thể giảm nhiệt độ xuống hoàn toàn bằng 0 độ; luôn luôn tồn tại phần thặng dư. Theo lời Dennis Overbye, ba quy luật cơ bản này có thể được phát biểu theo cách hài hước là (1) bạn không thể chiến thắng, (2) thậm chí bạn còn không thể gián đoạn, và (3) bạn không thể thoát ra khỏi trò chơi này.

6. KHOA HỌC TRONG NHỮNG CHIẾC RĂNG VÀ XƯƠNG HÀM

Năm 1787, một người nọ ở New Jersey – chính xác là ai thì dường như giờ đây chúng ta không thể xác định được – tìm được phần xương đùi khổng lồ nhô lên từ một bờ suối tại vùng Woodbury Creek. Phần xương đùi này rõ ràng chẳng thuộc loài động vật nào vẫn còn đang sống. Từ những gì chúng ta biết được chút ít vào ngày nay, chúng ta nghĩ rằng nó thuộc loài harrosaur, một loài khủng long mỏ vịt lớn. Khi ấy, không ai biết đến khủng long cả.

Phần xương đùi này được gửi đến cho Tiến sĩ Caspar Wistar, nhà phân tích hàng đầu của Mỹ, chính ông là người đã mô tả nó tại cuộc họp Hội khoa học Hoa Kỳ tại Philadelphia vào mùa Thu năm đó. Thật đáng tiếc, Wistar không thể hoàn toàn xác định được ý nghĩa của phần xương này và chỉ có được kết luận tẻ nhạt rằng nó là một loại xương phi thường. Vì thế ông đã bỏ qua cơ hội, trước mọi nhà khoa học khác nửa thế kỷ, để trở thành nhà khám phá khủng long. Thật thế, phần xương này chẳng có được sự quan tâm lớn lao nào nên nó đã bị cất vào nhà kho và cuối cùng hoàn toàn biến mất. Thế nên phần xương khủng long được tìm thấy lần đầu tiên cũng là phần xương khủng long đầu tiên bị đánh mất.

Chính phần xương bị đánh mất này lại tạo ra không ít bối rối khi nó xuất hiện trong các câu chuyện phiếm về một loài vật to lớn cổ xưa. Nguyên nhân của các câu chuyện phiếm này là do lời xác nhận lạ lùng của nhà tự nhiên học người Pháp tên là Comte de Buffon – ông là người có liên quan đến các quả cầu được nung nóng trong chương trước – ông khẳng định rằng các động vật ở Tân thế giới này thua xa về mọi mặt so với các động vật tồn tại ở Cựu thế giới. Buffon đã viết trong cuốn sách dày và giá trị của mình, cuốn *Histoire Naturelle*, rằng: châu Mỹ là vùng đất có nguồn nước tù đọng, là vùng đất không màu mỡ, và điều này khiến các loài vật to lớn bị suy nhược và kém phát triển thể chất do bởi "hơi ẩm độc hại" từ các đầm lầy và các khu rừng thiếu ánh nắng. Trong một môi trường như thế, ngay cả người bản xứ Anh-điêng cũng thiếu sự rắn rỏi. "Họ không có râu hoặc lông trên cơ thể", Buffon nói, "và thiếu sự sôi nổi của con cái". Cơ quan sinh sản của họ "nhỏ và yếu ớt".

Những quan sát của Buffon nhận được sự ủng hộ mạnh mẽ của các tác giả khác, đặc biệt là những người có quan điểm không mấy phức tạp vì đã quá quen thuộc với đất nước này. Một người Hà Lan tên là Comeille de Pauw đã loan báo trong cuốn sách nổi tiếng của mình *Recherches Philosophiques sur Les Americains* rằng nam giới ở châu Mỹ không những yếu ớt về khả năng sinh sản mà còn "thiếu nam tính đến mức trong vú họ có sữa". Những suy nghĩ như thế tồn tại khá lâu và được lặp di lặp lại ở châu Âu mãi đến gần cuối thế kỷ mười chín.

Chẳng có gì ngạc nhiên, những lời phỉ báng như thế đã gặp phải sự phản đối phẫn nộ ở châu Mỹ. Thomas Jefferson trình bày lời phản đối của mình trong cuốn *Notes on the State of Virginia*, và thuyết phục bạn của mình tại vùng New Hampshire là Tướng John Sullivan gửi hai mươi lính đến cánh rừng Bắc Mỹ, tìm một con nai sừng tấm để gửi đến cho Buffon làm bằng chứng cho thấy sự mạnh mẽ và oai phong của động vật châu Mỹ. Họ mất hai tuần lễ để tìm được một con vật như ý. Con nai này, khi bị bắn, không may bị gãy mất cặp sừng oai phong của nó, nhưng Sullivan đã cho gửi kèm theo cặp sừng của một con nai đực khác để thay thế. Dù sao thì, ở nước Pháp có ai biết được điều này?

Trong khi đó ở Philadelphia – thành phố Wistar – các nhà tự nhiên học đã bắt đầu lắp ghép các mảnh xương của một sinh vật to lớn như một con về sau được xác định khá chính xác là loài voi mamut. Mảnh xương đầu tiên trong bộ xương này được tìm thấy tại nơi được gọi là Big Bone Lick ở Kentucky, nhưng sau đó các mảnh xương khác xuất hiện khắp nơi. Điều này cho thấy rằng, châu Mỹ đã từng là nơi trú ẩn của một loài sinh vật to lớn – điều này rõ ràng bác bỏ những lý lẽ ngớ ngẩn của Buffon ở xứ Gôloa.

Trong quá trình chứng minh kích cỡ và đặc tính của sinh vật lạ này, các nhà tự nhiên học châu Mỹ dường như đã đi quá xa. Họ đánh giá quá cao kích cỡ của nó gấp sáu lần và xác định

nó có móng vuốt đáng sợ. Đặc biệt, họ tự thuyết phục mình rằng sinh vật này có sự "nhanh nhẹn và hung dữ của loài cọp", và mô tả nó trong các bức họa khi nó đang vồ mồi với dáng uyển chuyển của một con mèo. Khi người ta phát hiện ra những chiếc răng, nó được gắn vào đầu con vật ở những vị trí mà họ có thể nghĩ ra được. Một chuyên gia phục chế nọ đã gắn những chiếc răng này chĩa xuống từ hàm trên, giúp nó có vẻ hung hăng theo trí tưởng tượng của họ. Một nhà phục chế khác lại gắn những chiếc răng này theo vòng cung hướng về sau với quan điểm rằng sinh vật này là loài sống dưới nước và khi nó ngủ thì nó gắn chặt bộ răng của mình, giống như một chiếc neo, vào một gốc cây. Tuy nhiên, có một suy đoán chính xác về sinh vật lạ này là nó dường như đã tuyệt chủng – Buffon xác định được bằng chứng về sự thoái hóa của nó.

Buffon qua đời năm 1788, nhưng sự tranh cãi vẫn tiếp diễn. Năm 1795, một bộ xương được đưa đến Paris, tại đây nó được một chuyên gia cổ sinh vật học khảo sát, đây là một chàng trai trẻ thuộc dòng giống quý tộc tên là Georges Cuvier. Cuvier khiến mọi người phải ngạc nhiên bởi khả năng sắp xếp các đoạn xương thành một hình dáng hợp lý. Người ta kể rằng ông có thể mô tả hình dáng và bản tính của một con vật chỉ qua một chiếc răng hoặc một mảnh xương hàm, và còn có thể xác định được chủng loài lẫn giới tính của nó. Khi biết rằng không ai ở châu Mỹ nghĩ đến việc viết một bản mô tả chính thức về sinh vật này, Cuvier quyết định làm việc này, và từ đó ông chính thức trở thành người khám phá đầu tiên về việc này. Ông đặt tên cho tài liệu này là *Mastodon*.

Được truyền cảm hứng qua các cuộc tranh luận, năm 1796 Cuvier viết bài thuyết trình *Note on the Species of Living and Fossil Elephants*, trong bài thuyết trình này lần đầu tiên ông trình bày học thuyết chính thức về sự tuyệt chủng. Ông tin rằng trái đất không ngừng trải qua những tai biến toàn cầu, qua những tai biến này một số loài động vật bị xóa sổ khỏi trái đất. Đối với những người mộ đạo, kể cả Cuvier, ý tưởng này khiến họ cảm thấy khó chịu vì nó cho thấy sự tùy tiện của Thượng đế. Chúa trời tạo ra các loài vật để làm gì trong khi lại tẩy trừ chúng? Ý tưởng này mâu thuẫn với niềm tin về Great Chain of Being, niềm tin này nói rằng thế giới được xếp đặt cẩn thận và rằng mọi loài vật trên trái đất đều có nơi để sống và đóng một vai trò quan trọng riêng. Jefferson không thể chịu được tư tưởng cho rằng toàn bộ chủng loài động vật nào đó có thể hoàn toàn biến mất. Thế nên khi người ta nói với ông rằng có thể có giá trị về mặt khoa học và chính trị trong việc gởi đi một đoàn thám hiểm nội địa châu Mỹ thì ông ta nắm ngay lấy ý tưởng này, với hy vọng rằng các nhà thám hiểm gan dạ sẽ tìm được một đàn voi răng mấu khỏe mạnh và các sinh vật quá khổ. Thư ký riêng của Jefferson và một người bạn tin cậy của ông là Meriwether Lewis đã được chọn làm người dẫn đầu và là nhà tự nhiên học chính của cuộc viễn chinh này. Người được chọn làm cố vấn cho ông không ai khác hơn là Caspar Wistar.

Cũng trong năm đó – thực ra là cũng trong tháng đó – Cuvier nổi danh thuộc dòng giống quý tộc đã đề xuất học thuyết về sự tuyệt chủng của mình tại Paris, ở bờ bên kia của kênh đào nước Anh là một nhóm người Anh không mấy tiếng tăm đang tìm hiểu về giá trị của các hóa thạch. William Smith là người giám sát xây dựng kênh Somerset Coal. Tối ngày 5 tháng 1 năm 1796, ông đang ngồi tại một quán trọ ở Somerset thì ông tìm ra một khái niệm mới, chính khái niệm này về sau giúp ông trở nên nổi tiếng. Để hiểu được các loại đá, chúng ta cần phải có sự tương quan, một cơ sở để bạn có thể nói rằng đá Cacbon thuộc kỷ devon trẻ hơn các loại đá thuộc kỷ cambri từ xứ Wales. Sự sáng suốt của Smith ở đây là ông ta hiểu được rằng câu trả lời là ở các mẫu hóa thạch. Mỗi thay đổi nơi vỉa (địa tầng) đá đều dẫn đến việc một số loại hóa thạch nào đó biến mất trong khi các loại hóa thạch khác tiếp tục xuất hiện. Qua sự nhận biết được loại hóa thạch nào xuất hiện tại vỉa nào, bạn có thể xác định được độ tuổi tương đối của đá dù chúng xuất hiện ở đâu. Với những hiểu biết của mình, Smith lập tức bắt tay vào việc vẽ một biểu đồ về các vỉa đá của Anh quốc, biểu đồ này được phát hành sau nhiều thử nghiệm vào năm 1815 và trở thành cơ sở của địa chất học hiện đại. (Toàn bộ câu chuyện này được trình bày trong tác phẩm nổi tiếng của Simon Winchester, cuốn *The Map That Changed the World*).

Thật đáng tiếc, sau khi có được những hiểu biết này, không hiểu sao Smith lại không quan

tâm đến việc tìm hiểu xem tại sao đá lại sắp xếp theo trật tự như thế. Ông nói, "Tôi đã không còn bối rối về nguồn gốc của các vỉa đá và tôi cảm thấy hài lòng với chính mình về việc này".

Khám phá của Smith về các vỉa đá tạo ra tình trạng khó xử liên quan đến vấn đề tuyệt chủng. Trước tiên, nó xác nhận rằng Thượng đế đã xóa bỏ các chủng loài động vật không phải là đôi khi mà là rất thường xuyên. Điều này khiến Người trở thành một nhân vật bất cẩn và nhận được sự thù địch từ các giống loài động vật. Nó cũng khiến chúng ta khó có thể giải thích được tại sao một số chủng loài bị tuyệt chủng trong khi các loài động vật khác vẫn tồn tại suốt nhiều thiên niên kỷ. Rõ ràng trong quá khứ đã xảy ra nhiều sự tuyệt chủng chứ không phải chỉ riêng cơn Đại hồng thủy được đề cập đến trong Kinh thánh. Cuvier giải quyết vấn đề để thỏa mãn sự hiếu kỳ của mình bằng cách đề xuất rằng quyển đầu của kinh Cựu ước (Genesis) chỉ áp dụng cho cơn lũ lụt gần đây nhất.

Thế nên vào những năm đầu của thế kỷ mười chín, các hóa thạch mang ý nghĩa quan trọng mà không ai có thể chối bỏ, điều này càng cho thấy rằng việc Wistar không nhận ra được ý nghĩa của xương khủng long là một điều vô cùng đáng tiếc. Vào thời điểm đó, đột nhiên các mảnh xương xuất hiện khắp mọi nơi. Nhiều cơ hội khác xuất hiện với người Mỹ để khẳng định sự khám phá về khủng long nhưng tất cả đều bị bỏ phí. Năm 1806, cuộc thám hiểm của Lewis và Clark đã ghé qua thung lũng Hell ở Montana, (chính tại nơi đây về sau những người săn tìm xương khủng long đã vấp phải xương của chúng) và thậm chí họ còn kiểm tra xem xương khủng long in hằn vào đá như thế nào, nhưng cuối cùng họ thất bại vì chẳng thể kết luận được điều gì cả. Các mảnh xương khác và các dấu chân hóa thạch đã được tìm thấy ở thung lũng sông Connecticut thuộc New England sau khi một cậu bé nông dân tên là Plinus Moody phát hiện các đường rãnh kỳ lạ để lại trên gờ đá tại South Hadley, Massachusetts. Một vài bộ trong số các bộ xương này vẫn còn tồn tại đến ngày nay – đặc biệt là xương của một con khủng long Anchisaurus, hiện nó là bộ sưu tập của viện bảo tàng Peabody tại Yale. Được tìm thấy năm 1818, chúng là các mảnh xương khủng long đầu tiên được khảo sát và bảo tồn, nhưng đáng tiếc là không ai nhận ra được ý nghĩa của chúng mãi đến năm 1855. Cũng trong năm đó, 1818, Caspar Wistar qua đời, nhưng tên tuổi của ông vẫn được lưu danh khi một nhà thực vật học tên là Thomas Nuttall đặt tên cho một loài dây leo theo tên ông. Ngày nay một số nhà thực vật học thuần túy vẫn khăng khăng rằng nó cần phải được gọi là *wistaria*.

* * *

Tuy nhiên, lúc này làn sóng cổ sinh vật học đã lan tràn đến Anh quốc. Năm 1812, tại Lyme Regis, trên bờ biển Dorset, một đứa bé tên gọi Mary Anning – mười một, mười hai, hoặc mười ba tuổi, tùy thuộc vào việc bạn đọc sách nào – tìm thấy một con quái vật biển hóa thạch, dài mười bảy foot (đơn vị đo chiều dài Anh, 1 foot = 0,3048m) và ngày nay được biết là loài thằn lằn cá (ngư long), bị hằn trong một vách đá dọc theo kênh đào Anh.

Đó là điểm khởi đầu cho một công việc phi thường. Anning đã trải qua ba mươi lăm năm sưu tập các mẫu hóa thạch, cô bán các mẫu hóa thạch này cho các du khách. Cô cũng là người đầu tiên tìm thấy vết tích của thằn lằn đầu rắn (xà đầu long), một loài quái vật biển khác, kể cả thằn lằn ngón cánh. Mặc dù xét cho cùng thì các sinh vật này hoàn toàn không phải là loài khủng long, điều đó cũng chẳng hề hấn gì vì khi ấy không ai biết được khủng long là gì.

Anning không chỉ giỏi về việc tìm kiếm các hóa thạch – dù không ai sánh bằng cô ấy trong việc này – mà còn có thể khai thác chúng mà không gây bất kỳ thiệt hại gì cho chúng. Nếu bạn có cơ hội tham quan đại sảnh trưng bày loài bò sát biển cổ tại Viện bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở London, bạn sẽ cảm nhận được nét đẹp của những gì cô ấy đã làm việc tích cực để có được bằng các công cụ hết sức thô sơ và trong điều kiện làm việc khắc nghiệt nhất. Chỉ riêng con thằn lằn đầu rắn (xà đầu long) cũng khiến cô phải mất mười năm khai quật trong sự kiên nhẫn. Dù không được đào tạo chuyên nghiệp, Anning vẫn có thể cung cấp các hình ảnh và thông tin mô tả chi tiết chính xác cho các học giả. Nhưng dù rất giỏi trong lĩnh vực này, những khám phá quan trọng xuất hiện rất hiếm hoi và cô đã trải qua cả đời trong sự nghèo túng.

Thật khó có thể tìm được người nào nổi bật hơn Mary Anning trong lĩnh vực cổ sinh vật học, nhưng thực ra còn có một nhân vật nổi bật khác. Tên ông ta là Gideon Algernon Mantell và là

một bác sĩ địa phương ở Sussex.

Mantell là một người có nhiều thiếu sót – kiêu ngạo, chỉ quan tâm đến mình, khinh khỉnh, không quan tâm đến gia đình – nhưng chưa từng có ai tận tụy với cổ sinh vật học như ông. Ông cũng may mắn có được một người vợ tinh ý và tận tụy như thế. Năm 1822, trong khi ông đang gọi điện cho một bệnh nhân ở vùng ngoại ô Sussex, Bà Mantell đi dạo trên một con đường mòn gần đó và trong đống đá sắp được dùng để lấp một hốc sâu bà tìm thấy một vật khá lạ – một viên đá màu nâu với dáng cong, kích cỡ bằng quả óc chó nhỏ. Biết rằng chồng mình quan tâm nhiều đến các mẩu hóa thạch, và nghĩ rằng đây có thể là một mẩu hóa thạch, bà đem về cho ông. Mantell lập tức nhận ra đây là một chiếc răng hóa thạch, và sau một lúc nghiên cứu ông có thể khẳng định đó là răng của một loài động vật ăn cỏ, giống bò sát, cực lớn – dài hàng chục foot (đơn vị đo chiều dài Anh, 1 foot = 0,3048m) - và xuất hiện từ kỷ phấn trắng (kỷ creta). Ông đã nói đúng về mọi mặt, nhưng đây chỉ là những kết luận trơ trẽn vì trước đó chẳng ai nhìn thấy hay có thể hình dung ra bất kỳ thứ gì như thế.

Biết rằng những khám phá của mình có thể làm thay đổi mọi hiểu biết về quá khứ, và được người bạn là Linh mục William Buckland khuyên không nên quá hấp tấp, Mantell dành ba năm khó nhọc để tìm kiếm bằng chứng nhằm chứng minh những kết luận của mình. Ông gửi chiếc răng này đến cho Cuvier ở Paris để hỏi xin ý kiến, nhưng người Pháp vĩ đại này đã bác bỏ nó vì cho rằng đó là chiếc răng của một con hà mã. (Về sau Cuvier đã cáo lỗi cùng Mantell vì sơ sót này). Một hôm nọ, trong khi đang nghiên cứu tại viện bảo tàng Hunterian ở London, Mantell trao đổi cùng một đồng nghiệp, người này nói với ông rằng chiếc răng này trông giống như chiếc răng của loài vật mà mình vừa nghiên cứu, loài cự đà Nam Mỹ. Họ đem ra so sánh thì thấy rằng chúng tương đương với nhau. Và thế nên sinh vật mà Mantell vừa khám phá là một con thằn lằn răng giông *Iguanodon*.

Mantell chuẩn bị một bản thuyết trình để gửi đến Hội Hoàng gia. Thật đáng tiếc là trước đó người ta đã tìm được một con khủng long khác tại một mỏ đá ở Oxfordshire và nó đã được chính thức mô tả – bởi Linh mục Buckland, chính là người đã khuyên Mantell không nên làm việc quá hấp tấp. Đó là con khủng long Megalosaurus, đây là cái tên mà bạn ông là Tiến sĩ James Parkinson đã đề cập với Buckland (Parkinson là người khám phá hội chứng Parkinson). Buckland, chúng ta có thể nhớ lại, trước đó là một nhà địa chất, và ông đã trình bày nó trong tác phẩm của mình nói về loài khủng long Megalosaurus. Trong bản báo cáo của mình, ông nhấn mạnh rằng răng của loài động vật này không hề gắn trực tiếp với xương hàm giống như ở loài thằn lằn mà lại được gắn vào các hốc giống như ở loài cá sấu. Dù hiểu rõ điều này, Buckland vẫn không biết được ý nghĩa của nó: khủng long Megalosaurus hoàn toàn là loài sinh vật mới. Vì vậy dù bản báo cáo của ông chỉ trình bày một vài hiểu biết, nó vẫn là bản báo cáo về khủng long được phát hành đầu tiên, lẽ ra niềm vinh dự này phải thuộc về Mantell mới phải.

Không hề biết rằng sự thất vọng sẽ còn tiếp tục đeo đẳng mình, Mantell tiếp tục tìm kiếm các mẩu hóa thạch – ông tìm được một bộ xương khổng lồ của khủng long Hylaeosaurus vào năm 1833 – và mua các mẩu xương khác từ các công nhân mỏ đá và các nông dân mãi đến khi ông ta có được bộ sưu tập hóa thạch lớn nhất ở Anh quốc. Mantell là một bác sĩ xuất sắc và cũng là người săn tìm hóa thạch tài ba nhất, nhưng ông không thể nuôi dưỡng được cả hai tài năng này của mình. Khi máu đam mê sưu tập của ông nổi lên, ông bỏ qua mọi bận tâm về y khoa của mình. Chẳng bao lâu sau các mẩu hóa thạch được chất đầy trong nhà ông ở Brighton và tiêu tốn gần hết tổng số thu nhập của ông. Phần thu nhập còn lại ông dành để mua bảo hiểm và xuất bản các tác phẩm của mình. Cuốn *Illustrations of the Geology of Sussex*, xuất bản năm 1827, chỉ bán được năm mươi bản và khiến ông mất hết 300 bảng Anh – một khoản tiền lớn vào thời điểm đó.

Trong cơn tuyệt vọng Mantell lóe lên ý tưởng biến ngôi nhà của mình thành một viện bảo tàng và thu tiền vé tham quan, sau đó ông muộn màng nhận ra rằng một hành động hám lợi như thế sẽ đốt cháy danh tiếng của ông vốn là người quyền quý xưa nay, đó là chưa nói đến vai trò là nhà khoa học của ông, và vì vậy ông để mọi người vào tham quan miễn phí. Hàng trăm người kéo đến, hết tuần lễ này sang tuần lễ khác, quấy nhiễu công việc và đời sống gia đình của ông. Cuối cùng ông buộc phải bán hầu hết những gì mình sưu tập được để trả nợ. Chẳng bao

lâu sau, vợ ông rời bỏ ông, dẫn theo bốn đứa con.

Thật lạ, dường như rắc rối của ông chỉ mới bắt đầu.

Tại quận Sydenham thuộc Nam London, tại nơi được gọi là công viên Crystal Palace, có một cuộc triển lãm lạ: mô hình khủng long với kích cỡ thật. Ngày nay ít người đến đó tham quan, nhưng đã từng có lúc đó là một trong những điểm thu hút khách tham quan nhiều nhất ở London – thực ra, theo lời Richard Fortey, đó là công viên mô hình đầu tiên của thế giới. Hầu hết những mô hình này không hoàn toàn giống thật. Ngón chân của con thằn lằn răng giông đã được gắn vào mũi của nó, và nó đứng trên bốn chân vững chắc, điều này làm nó trông có vẻ vụng về như một con chó quá khổ. (Thực tế, loài thằn lằn răng giông chỉ có hai chân). Ngày nay khi trông thấy những mô hình kỳ quặc này chắc bạn không nghĩ rằng chúng đã từng khiến người ta hoảng sợ, nhưng chúng đã từng khiến người ta hoảng sợ đấy. Có lẽ không gì trong lịch sử tự nhiên có thể khiến người ta hoảng sợ bằng những sinh vật cổ đại được gọi là khủng long.

Vào thời điểm xây dựng các mô hình này, Sydenham vẫn còn là vùng ven của London và công viên rộng rãi của nó được xem là nơi lý tưởng để tái dựng cung điện Crystal, công trình kiến trúc thép và thủy tinh đã từng là tâm điểm của cuộc triển lãm Great Exhibition năm 1851, và từ đây một công viên mới ra đời với tên gọi là Crystal Palace. Những con khủng long, được xây dựng bằng bê tông, là một trong những yếu tố thu hút khách tham quan. Vào ngày cuối cùng của năm 1853 một cuộc liên hoan dành cho hai mươi nhà khoa học lỗi lạc nhất được tổ chức bên trong một con thằn lằn răng giông vẫn chưa được hoàn tất. Gideon Mantell, người đã khám phá và xác định được thằn lằn răng giông, không có mặt trong số hai mươi nhà khoa học này. Người ngồi ở đầu bàn là nhà cổ sinh vật học trẻ nổi tiếng. Tên ông là Richard Owen và cho đến thời điểm này ông đã dành nhiều năm để biến cuộc sống của Gideon Mantell thành địa ngục.

Owen lớn lên ở Lancaster, thuộc miền Bắc nước Anh, tại đây ông được đào tạo chuyên ngành y khoa. Ông là người có tài phẫu thuật và rất tận tụy với những nghiên cứu của mình, đôi khi ông (trái phép) mượn các chi, các cơ quan, và các phần của các tử thi về nhà để nghiên cứu trong thời gian rảnh rỗi. Một dạo nọ trong khi đang mang một bao tải trong đó chứa đầu của một thủy thủ người da đen mà ông mới vừa cắt rời thì ông bị trượt chân trên phố, té nhào vào cánh cửa đang mở của một ngôi nhà nọ, khiến chiếc đầu người này lăn lông lốc trên sàn nhà.

Năm 1825, khi mới hai mươi mốt tuổi, Owen chuyển đến London và sau đó được nhận vào Đại học Y dược Hoàng gia để giúp sắp xếp các mẫu xét nghiệm theo trật tự. Hầu hết các mẫu xét nghiệm này đều được để lại cho Học viện bởi John Hunter, ông là một chuyên gia phẫu thuật tài ba và là người không mệt mỏi trong việc nghiên cứu y khoa, nhưng các mẫu xét nghiệm này chưa bao giờ được phân loại và sắp xếp trật tự vì các tài liệu giải thích ý nghĩa của các mẫu xét nghiệm này đã bị đánh mất sau khi Hunter qua đời.

Owen nhanh chóng khẳng định được khả năng sắp xếp và suy luận của mình. Đồng thời ông cũng thể hiện được rằng mình là một chuyên gia phẫu thuật vô song với khả năng tái dựng ngang tầm với Cuvier ở Paris. Ông trở thành một chuyên gia phẫu thuật động vật, ông giành được quyền ưu tiên có được xác của những con vật chết tại vườn sinh thái London, và ông luôn mang những thứ này về nhà để nghiên cứu. Một lần nọ vợ ông quay về nhà thì nhận thấy xác một con tê giác đang nằm sóng soài ở hành lang trước. Ông nhanh chóng trở thành chuyên gia phẫu thuật hàng đầu đối với mọi loài động vật còn tồn tại hay đã tuyệt chủng – từ rái mỏ vịt, thú lông nhím, và các loại thú có túi mới được khám phá, cho đến chim cưu và các loài chim khổng lồ tuyệt chủng được gọi là *moas*, loài này đã từng xuất hiện ở New Zealand mãi đến khi bị săn bắn đến tuyệt chủng bởi người Maori. Ông là người đầu tiên mô tả loài chim thủy tổ sau cuộc khám phá ở Bavaria năm 1861 và là người đầu tiên chính thức viết về loài chim cưu. Tổng cộng ông đã viết hơn sáu trăm luận án về phẫu thuật, đây là một con số khá lớn.

Nhưng người ta nhớ đến Owen qua công việc của ông đối với loài khủng long. Ông phát minh ra từ ngữ *dinosauria* vào năm 1841. Nó có nghĩa là "thằn lằn khủng khiếp" và đây là một cái tên không thích hợp đến mức kỳ lạ. Khủng long, như ngày nay chúng ta đã biết, hoàn toàn chẳng

kinh khủng chút nào – một số loài không lớn hơn loài thỏ và có lẽ cực kỳ nhút nhát – và có một điều rất rõ ràng là chúng không thuộc loài thằn lằn, loài thằn lằn là loài cổ xưa hơn rất nhiều (cách đây ba mươi triệu năm). Ngoài ra, một sai sót có thể thông cảm (vì khi ấy những khám phá về loài này rất hiếm hoi) là khủng long không chỉ có một giống mà gồm có hai giống: chim hóa thạch và bò sát hóa thạch.

Owen không phải là người hấp dẫn, cả về ngoại hình lẫn cá tính. Một bức ảnh của ông khi ông đang ở độ tuổi trung niên cho thấy rằng ông là người khá hốc hác và có vẻ dữ tợn, giống như một nhân vật phản diện trong kịch mêlô thuộc triều đại Victoria, với mái tóc dài thả rũ và đôi mắt lồi – một gương mặt có thể gây hoảng sợ cho các em bé. Về tính cách, ông là người lãnh đạm và độc đoán, và ông cũng là người thiếu thận trọng trong quá trình tìm cách đạt được tham vọng của mình. Ông là người duy nhất bị Charles Darwin căm ghét. Thậm chí con của Owen (về sau tự sát) cũng nhận xét về cha mình là một "người có trái tim lạnh giá đến mức đáng thương".

Năm 1857, nhà tự nhiên học T. H. Huxley đang đọc ấn bản mới của *Danh mục y khoa của Churchill* thì ông nhận thấy rằng Owen được xếp hàng Giáo sư của khoa giải phẫu và khoa chức năng sinh lý tại học viện Government School of Mines, Huxley cảm thấy ngạc nhiên với vị trí này của Owen. Khi tìm hiểu xem tại sao Churchill lại có nhầm lẫn cơ bản như thế, ông được thông báo rằng những thông tin mà ông đang có được là do chính Tiến sĩ Owen cung cấp. Một số người tố cáo Owen về việc mượn các mẫu xét nghiệm, Owen thậm chí còn có cuộc tranh cãi gay gắt với nha sĩ của Nữ hoàng về một học thuyết có liên quan đến chức năng sinh lý của răng.

Ông không ngại quấy rầy những người mình không thích. Ngay từ khi mới theo đuổi sự nghiệp này ông đã dùng ảnh hưởng của mình tại Hội đồng vật học để bỏ phiếu chống lại một chàng trai trẻ tên là Robert Grant chỉ với tội danh là đã thực hiện lời hứa nhân danh một nhà giải phẫu. Grant ngạc nhiên khi biết rằng mình đột nhiên bị cấm không được tiếp cận với các mẫu vật giải phẫu mà ông cần phải tiến hành nghiên cứu. Vì không thể theo đuổi sự nghiệp của mình, ông mất hết nhuệ khí và sống một đời cơ cực.

Nhưng không ai chịu nhiều đau khổ bởi sự thiếu tử tế của Owen bằng Gideon Mantell bất hạnh. Sau khi mất vợ, con, sự nghiệp y tế, và hầu hết các sưu tập hóa thạch của mình, Mantell chuyển đến sống ở London. Ở đó vào năm 1841 – năm định mệnh mà Owen có được danh tiếng lẫy lừng nhất về việc đặt tên và xác định các loài khủng long – Mantell gặp tai nạn khủng khiếp. Trong khi di chuyển qua vùng Clapham Common trên một chiếc xe ngựa, không biết vì sao ông bị trượt ngã và bị kéo lê trên mặt đất bởi những con ngựa chạy nhanh vì hoảng sợ. Tai nạn này khiến ông bị què quặt với cơn đau đớn kinh niên và bị chấn thương cột sống nghiêm trọng đến mức không thể chữa trị.

Lợi dụng sự không may của Mantell, Owen rắp tâm xóa tên Mantell khỏi danh sách những người góp phần cho môn cổ sinh vật học, đổi tên các chủng loài mà trước đây Mantell đã đặt tên và khẳng định rằng đó là những chủng loài do chính mình khám phá. Mantell vẫn tiếp tục thực hiện các nghiên cứu chính thức nhưng Owen dùng ảnh hưởng của mình tại Hội Hoàng gia để bác bỏ mọi tài liệu của Mantell. Năm 1852, vì không thể chịu được thêm bất kỳ sự đau đớn hoặc ngược đãi nào, Mantell tự kết liễu đời mình. Cột sống biến dạng của ông được tách rời và gửi đến Đại học Y dược Hoàng gia, tại đây – thật trớ trêu – nó chịu sự trông nom bảo quản của Richard Owen, giám đốc bảo tàng Hunterian Museum của trường.

Nhưng sự lăng mạ vẫn chưa kết thúc. Sau cái chết của Mantell một bản cáo phó nghiệt ngã xuất hiện trong tờ *Literary Gazette*. Trong bản cáo phó này Mantell được mô tả là một nhà giải phẫu xoàng xĩnh với những đóng góp nhỏ nhoi đối với bộ môn cổ sinh vật học. Bản cáo phó này còn lấy khám phá của Mantell về loài thằn lằn răng giông để gán cho Cuvier và Owen, kể cả nhiều khám phá khác. Mặc dù bản cáo phó này không để tên người viết, nhưng văn phong rõ ràng là của Owen và không ai trong thế giới khoa học tự nhiên nghi ngờ về thân phận của tác giả.

Tuy nhiên, đến lúc này Owen bắt đầu phải trả giá cho những tội lỗi của mình. Sự suy thoái của ông bắt đầu khi một hội đồng của Hội Hoàng gia – hội đồng mà ông làm chủ tọa – quyết

định tưởng thưởng ông bằng danh hiệu cao quý nhất, Huy chương Hoàng gia, về một luận án mà ông đã viết về một động vật thân mềm đã bị tuyệt chủng được gọi là con tên đá. "Tuy nhiên", theo lời Deborah Cadbury trong cuốn sách lịch sử nổi tiếng của cô, *Terrible Lizard*, "bản thuyết trình này không phải là nguyên bản". Mọi việc hóa ra là, con tên đá được khám phá trước đó bốn năm bởi một nhà tự nhiên học nghiệp dư tên Chaning Pearce, và khám phá này trước đó đã được trình bày đầy đủ tại cuộc họp của Hội địa chất. Owen cũng đã có mặt tại cuộc họp đó, nhưng lại giả vờ như là mình chưa bao giờ tham gia cuộc họp đó. Sự thật là ông đã sao chép lại khám phá của Chaning Pearce và đặt lại tên cho con tên đá là *Belemnites owenii* gắn liền với tên tuổi của mình. Sau sự kiện này, mặc dù Owen vẫn được phép giữ Huy chương Hoàng gia, đây là vết nhơ mãi mãi trong thanh danh của ông, ngay cả trong lòng những người ủng hộ ông.

Cuối cùng Huxley đã buộc Owen phải trả giá cho những gì Owen đã làm với nhiều người khác: Huxley buộc Owen phải rút lui khỏi Hội Sinh vật học và Hội Hoàng gia. Kết quả cuối cùng Huxley trở thành Giáo sư mới tại Đại học Y dược Hoàng gia.

Owen về sau không thực hiện bất kỳ nghiên cứu quan trọng nào, nhưng nửa sự nghiệp về sau của ông được dành cho một theo đuổi mà tất cả chúng ta đều chịu ơn ông. Năm 1856 ông trở thành người đứng đầu của bộ phận Lịch sử tự nhiên tại Bảo tàng Anh quốc, trong cương vị này ông góp phần tạo dựng Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở London.

Trước thời Owen, các bảo tàng thường được thiết kế chủ yếu để phục vụ việc nghiên cứu. Vào những ngày đầu thành lập Bảo tàng Anh quốc, du khách đến tham quan phải viết một đơn xin và trải qua một cuộc phỏng vấn ngắn gọn để xác định xem họ có được phép vào tham quan không. Sau đó họ phải quay trở lại lần nữa để nhận vé – vé này dùng để xác nhận rằng họ đã vượt qua cuộc phỏng vấn – và cuối cùng họ quay lại lần thứ ba để tham quan các hiện vật của bảo tàng. Thậm chí khi ấy họ phải tham quan theo từng nhóm và không được nấn ná ở đó quá lâu. Kế hoạch của Owen là chào đón tất cả mọi người, thậm chí ông còn khuyến khích các công nhân đến tham quan vào buổi tối, và dành toàn bộ không gian của bảo tàng để trưng bày. Ông thậm chí còn đề xuất, rất cơ bản, dán nhãn vào các hiện vật để khách tham quan tiện theo dõi. Trong việc này, khá bất ngờ, ông bị T. H. Huxley phản đối, Huxley tin rằng bảo tàng chỉ nên là nơi chủ yếu dành để nghiên cứu. Qua việc biến Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên thành một học viện dành cho mọi người, Owen đã thay đổi hoàn toàn hình ảnh của các bảo tàng từ đó.

Tuy nhiên, nhìn chung hành động vị tha này của ông vẫn không giúp ông giảm bớt thái độ thù nghịch riêng tư. Một trong những hành động chính thức cuối cùng của ông là phản đối lời đề nghị dựng tượng đài tưởng niệm Charles Darwin. Sự phản đối của ông thất bại. Ngày nay tượng đài của Owen có thể được nhìn thấy từ cửa chính của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên, trong khi tượng đài của Darwin và T. H. Huxley lại hơi bị che khuất bởi cửa hàng thức uống của Bảo tàng.

Chúng ta có thể suy nghĩ hợp lý rằng thái độ ganh đua nhỏ nhen của Richard Owen là bước trầm lạc của bộ môn cổ sinh vật học thế kỷ mười chín, nhưng thực ra điều tệ hại hơn nữa sắp xuất hiện, lần này nó đến từ bên kia đại dương. Ở châu Mỹ vào những thập niên cuối thế kỷ mười chín xuất hiện sự đua tranh thậm chí còn khốc liệt hơn. Sự đua tranh này diễn ra giữa hai người xa lạ, Edward Drinker Cope và Othniel Charles Marsh.

Họ có nhiều điểm chung. Cả hai đều ganh đua, ích kỷ, hay tranh cãi, hay ghen tỵ, đa nghi, và luôn sống cùng sự bực tức. Họ đã thay đổi thế giới cổ sinh vật học.

Họ bắt đầu là bạn của nhau và là người ngưỡng mộ nhau, thậm chí họ còn đặt tên của nhau cho những hóa thạch mà họ khám phá được, và trải qua một tuần lễ vui vẻ bên nhau vào năm 1868. Tuy nhiên, sau đó mâu thuẫn bắt đầu xuất hiện giữa họ – không ai biết rõ điều này – và ngay năm sau họ phát sinh thái độ thù địch dành cho nhau, sự thù địch này tồn tại suốt ba mươi năm sau. Chúng ta có thể nói rằng trong thế giới khoa học tự nhiên chưa từng có hai người nào khác lại tỏ thái độ khinh miệt lẫn nhau như thế.

Marsh, lớn hơn Cope tám tuổi, là người ham đọc sách và ít tiếp xúc với mọi người, với bộ râu được cắt tỉa gọn gàng và dáng vẻ sang trọng, ông dành ít thời gian để tìm kiếm nhưng hiếm khi tỏ ra giỏi giang trong việc này. Trong lần đến cánh đồng khủng long nổi tiếng Como Bluff, thuộc Wyoming, ông vẫn không thể tìm được các mẩu xương ở đó, theo lời của một nhà sử học nọ thì "xương khủng long xuất hiện mọi nơi giống như những khúc gỗ". Nhưng ông có khả năng mua gần như bất kỳ thứ gì ông muốn. Dù ông xuất thân từ một gia đình giản dị – cha ông là nông dân ở vùng nông thôn phía Bắc New York – chú ông là người cực kỳ giàu có và là nhà tài phiệt vô cùng khoan dung George Peabody. Khi Marsh thể hiện sự thích thú đối với lịch sử tự nhiên, Peabody cho xây dựng một bảo tàng tại Yale và cung cấp tài chính để Marsh trang bị cho bảo tàng, từ đó Marsh có thể mua gần như bất kỳ thứ gì mình thích.

Cope được sinh ra trong sự may mắn – cha ông là một thương gia giàu có ở Philadelphia – và thích phiêu lưu mạo hiểm hơn so với Marsh. Mùa Hè năm 1876 tại Montana, trong khi George Armstrong Custer và quân đội của ông đang bị bao vây tại Little Big Horn, khi ấy Cope đang săn tìm các mẩu xương gần đó. Khi được thông báo rằng đây không phải là thời điểm thích hợp để tìm kiếm kho báu từ vùng đất của người Anh-điêng, Cope suy nghĩ một lúc rồi quyết định tiếp tục công việc. Ông đã có một mùa thu hoạch khá tốt. Có lúc ông phải đối mặt với nhóm người Anh-điêng, nhưng ông đã xoay xở chiến thắng họ bằng cách liên tục chuyển động hàm răng giả của mình.

Suốt khoảng thời gian mười năm, sự thù hằn giữa Marsh và Cope chủ yếu diễn ra trong im lặng, nhưng vào năm 1877 nó bắt đầu bùng nổ. Vào năm đó một giáo viên vùng Colorado tên là Arthur Lakes tìm được các mẩu xương gần Morrison trong khi ông đang cuốc bộ với một người bạn. Biết rằng các mẩu xương này xuất nguồn từ một loài "thằn lằn khổng lồ", Lakes cẩn thận gửi vài mẩu đến cho cả Marsh và Cope. Cope vui mừng gửi cho Lakes một trăm Đô-la và yêu cầu Lakes đừng nói với bất kỳ ai về khám phá của mình, đặc biệt là Marsh. Bối rối, lúc này Lakes yêu cầu Marsh chuyển các mẩu xương sang cho Cope. Marsh đã làm thế, nhưng đây là sự lăng mạ mà ông không bao giờ quên.

Đó cũng là sự khởi đầu của cuộc chiến giữa hai người, cuộc chiến này về sau leo thang đến mức cay đắng, nham hiểm, và lố lăng. Đôi khi họ chia làm hai nhóm để ném đá vào nhau. Đã từng có lúc Cope bị bắt quả tang khi đang dùng xà beng nạy các thùng vật liệu của Marsh. Họ lăng mạ nhau trên sách báo và khinh rẻ kết quả làm việc của nhau. Hiếm khi nào – có lẽ chưa bao giờ – khoa học lại có sự hiềm khích mạnh mẽ như thế. Trong suốt nhiều năm tiếp theo, hai người này đã nâng con số các chủng loài khủng long được tìm thấy từ 9 lên đến gần 150. Gần như mọi loài khủng long mà một người bình thường có thể gọi tên – stegosaurus, brontosaurus, diplodocus, triceratops – đều được tìm thấy bởi một trong hai người này. [1] Thật đáng tiếc, họ làm việc quá vội và và khinh suất đến mức họ thường không nhận ra rằng một khám phá mới là thứ mà người ta đã từng biết đến. Họ đã từng "khám phá" loài khủng long được gọi là *Uintatheres anceps* không ít hơn hai mươi hai lần. Phải mất nhiều năm người ta mới có thể phân loại được mớ hỗn độn mà họ đã khám phá. Mãi đến nay vẫn còn một số không thể phân loại được.

Trong hai người này, di sản khoa học của Cope có phần ý nghĩa và phong phú hơn nhiều. Trong sự nghiệp siêng năng của mình, ông đã viết khoảng 1.400 bài thuyết trình và mô tả gần 1.300 chủng loài hóa thạch mới (mọi loài, không chỉ riêng gì khủng long) – hơn gấp đôi so với năng suất của Marsh trong cả hai trường hợp. Lẽ ra Cope có thể làm được nhiều hơn thế, nhưng đáng tiếc là ông từ bỏ sự nghiệp quá sớm. Khi được thừa kế một gia tài lớn vào năm 1875, ông đầu tư thiếu cân nhắc vào việc khai thác bạc và cuối cùng mất hết mọi thứ. Ông sống những năm cuối đời trong một căn phòng lẻ loi trong ngôi nhà ván ở Philadelphia, trong phòng chất đầy sách vở, tài liệu, và các mẩu xương. Marsh, ngược lại, trải qua những ngày cuối đời tại một biệt thự sang trọng ở New Haven. Cope qua đời năm 1897, hai năm sau Marsh qua đời.

Trong những năm cuối đời, Cope mắc phải một nỗi ám ảnh thú vị khác. Ông muốn được mọi người công nhận là mẫu vật của loài người *Homo sapiens* – có nghĩa là, cấu trúc xương của ông sẽ là bộ xương chuẩn mực chính thức của loài người. Thường thì, mẫu vật của một chủng loài được mặc định là bộ xương đầu tiên được khám phá, nhưng vì không có bộ xương đầu tiên nào

của *Homo sapiens* tồn tại, mẫu vật này bị bỏ trống, và Cope muốn mình trở thành mẫu vật này. Đây là một mong muốn kỳ quặc và kiêu căng, nhưng không ai có thể nghĩ ra bất kỳ cơ sở nào để phản đối nó. Với kết quả đó, Cope hiến xương của mình cho Học viện Wistar, một Hội khoa học ở Philadelphia thuộc sự quản lý của hậu duệ của Caspa Wistar. Thật không may, sau khi xương của Cope được chuẩn bị và lắp ráp, người ta nhận thấy rằng nó có dấu hiệu mắc phải bệnh giang mai, đây là đặc điểm mà không ai muốn bảo tồn trong vai trò là mẫu vật của loài người. Thế nên lời thỉnh cầu và bộ xương của Cope được âm thầm cất vào tủ. Ngày nay chúng ta vẫn chưa có mẫu vật của loài người hiện đại.

Về phần các nhân vật khác trong vở kịch này, Owen qua đời năm 1892, vài năm trước khi Cope hoặc Marsh qua đời. Buckland sống những năm cuối đời trong tình trạng quẫn trí và được đưa đến bệnh viện tâm thần ở Clapham, không xa nơi Mantell gặp tai nạn dẫn đến tình trạng què quặt. Cột sống biến dạng của Mantell vẫn được trưng bày tại bảo tàng Hunerian Museum suốt gần một thế kỷ trước khi bị hủy diệt bởi một quả bom của Đức trong một trận oanh tạc. Những gì còn lại trong bộ sưu tập của Mantell sau khi ông qua đời được truyền lại cho con cái của ông và hầu hết những thứ này đều được đưa đến New Zealand bởi con trai ông là Walter, Walter di cư đến đó vào năm 1840. Walter trở thành một người New Zealand vĩ đại, cuối cùng giành được chức Bộ trưởng Bộ nội vụ. Năm 1865 ông hiến những mẫu vật quý giá trong bộ sưu tập của cha mình, gồm cả chiếc răng của con thằn lằn răng giông nổi tiếng, cho bảo tàng Colonial Museum (ngày nay là bảo tàng New Zealand) ở Wellington, và chúng được bảo quản ở đây mãi đến ngày nay. Chiếc răng của con thằn lằn răng giông – được cho là chiếc răng quan trọng nhất trong bộ môn cổ sinh vật học – hiện không còn được trưng bày nữa.

Dĩ nhiên việc săn tìm khủng long vẫn không kết thúc bởi sự qua đời của những người săn tìm hóa thạch nổi tiếng của thế kỷ mười chín. Thật thế, dường như mọi việc chỉ mới bắt đầu. Năm 1898, năm rơi vào giữa hai cái chết của Cope và Marsh, một vật quý giá hơn bất kỳ thứ gì đã được tìm ra trước đó đã được tìm thấy – thật thế – tại một nơi được gọi là Bone Cabin Quarry, chỉ cách vài dặm từ khu săn bắn của Marsh tại Como Bluff, Wyoming. Ở đó, hàng trăm mẩu xương hóa thạch được tìm thấy tại các ngọn đồi. Thực ra, chúng rất nhiều, nhiều đến mức người ta có thể dùng nó để dựng lên được một căn phòng. Chỉ trong hai mùa, 100.000 pound (đơn vị đo lường của Anh Mỹ, 1 pound = 0,454 kg) xương hóa thạch được khai quật từ khu vực này, và hàng chục ngàn pound khác được khám phá sau mỗi mười năm sau đó.

Kết quả cuối cùng là, vào cuối thế kỷ mười chín các nhà cổ sinh vật học đã có được hàng chục tấn xương hóa thạch, vấn đề ở đây là họ vẫn chưa biết được những mẩu xương này cổ đến mức nào. Tệ hơn nữa, độ tuổi của trái đất mà người ta công nhận vẫn không thể giúp họ xác định được các niên kỷ, thời đại và kỷ nguyên của quá khứ. Nếu trái đất chỉ có hai mươi triệu năm tuổi, theo sự quả quyết của Lord Kenvin, thì toàn bộ trình tự của các sinh vật cổ ắt hẳn đã xuất hiện và biến mất tại cùng thời điểm biến đổi của địa chất. Điều này không thuyết phục.

Các nhà khoa học khác ngoại trừ Kevin tập trung tìm hiểu về vấn đề này để rồi cuối cùng chỉ dừng lại với sự hoài nghi. Samuel Haughton, một nhà địa chất nổi tiếng tại Đại học Trinity ở Dublin, đã công bố độ tuổi tương đối của trái đất là khoảng 2.300 triệu năm – đây là điều mà trước đó chưa ai nghĩ đến. Khi mọi người tỏ ý nghi ngờ, ông tính toán lại các số liệu và đưa ra kết quả là 153 triệu năm. John Joly, cũng của Đại học Trinity, quyết định vận dụng ý tưởng của Edmond Halley về lượng muối ở các đại dương, nhưng phương pháp của ông được đặt trên các cơ sở còn quá nhiều sai lạc nên ông chẳng đi được đến đâu cả. Ông tính toán rằng trái đất có độ tuổi là 89 triệu năm – độ tuổi gần bằng với độ tuổi mà Kelvin đã tính toán nhưng đáng tiếc đó vẫn chưa phải là con số thật.

Với sự bối rối này vào cuối thế kỷ mười chín, tùy thuộc vào việc bạn tham khảo tài liệu nào, bạn có thể nhận thấy rằng người ta đã tính toán rằng khoảng thời gian giữa sự tồn tại của chúng ta và sự khởi đầu của đời sống phức hợp ở kỷ cambri là 3 triệu, 18 triệu, 600 triệu, 794 triệu, hoặc 2,4 tỷ năm. Vào khoảng năm 1910, một trong những nhận định nhận được sự ủng hộ nhiều nhất, bởi một người Mỹ tên là George Becker, cho rằng độ tuổi của trái đất là 55 triệu năm.

Khi vấn đề ngày càng trở nên quá phức tạp, một cậu trai hiền lành và thông minh ở New Zealand tên là Ernest Rutherford đã trình bày những bằng chứng khá thuyết phục cho thấy rằng trái đất có độ tuổi ít nhất là hàng trăm triệu năm, hoặc có thể nhiều hơn thế.

Đáng chú ý, bằng chứng của anh được đặt trên cơ sở là thuật giả kim – tự nhiên, thanh thoát, đáng tin, đậm tính khoa học, và hoàn toàn không huyền bí, nhưng là thuật giả kim. Hóa ra Newton hoàn toàn chẳng hề sai lạc. Và dĩ nhiên mọi việc đã diễn biến ra sao lại là một câu chuyện khác.

---

[1] Ngoại trừ loài khủng long Tyrannosaurus rex, được khám phá bởi Barnum Brown năm 1902.

7. VẬT CHẤT CƠ BẢN

Hóa học trong vai trò là một môn khoa học nghiêm túc và quan trọng thường được xác định là ra đời từ năm 1661, khi Robert Boyle của Oxford xuất bản cuốn *The Sceptical Chymist* – tác phẩm đầu tiên phân biệt giữa nhà hóa học và nhà giả kim – nhưng đó là sự quá độ diễn ra chầm chậm. Vào thế kỷ mười tám các học giả vẫn cảm thấy thoải mái khi người ta gọi mình là nhà hóa học hoặc nhà giả kim – chẳng hạn như học giả người Đức Johann Becher, ông là người đã tạo ra tác phẩm vô song nói về khoáng vật học, *Physica Subterranea*.

Có lẽ ví dụ tốt nhất điển hình cho sự ngẫu nhiên của môn hóa học vào những ngày đầu chính là khám phá của một người Đức tên là Hennig Brand năm 1675. Brand tin chắc rằng vàng có thể được chưng cất từ nước tiểu của con người. (Sự giống nhau về màu sắc có lẽ là một yếu tố khiến ông có kết luận này). Ông thu gom năm mươi thùng nước tiểu của con người, ông cất giữ chúng trong kho suốt nhiều tháng. Qua nhiều quá trình bí hiểm, trước tiên ông biến nước tiểu thành thứ bột nhão độc hại và sau đó ông biến nó thành một chất giống như sáp có màu trong mờ. Dĩ nhiên đây vẫn chưa phải là vàng, nhưng một điều thú vị và kỳ lạ đã xuất hiện. Sau một khoảng thời gian, chất này bắt đầu lấp lánh. Hơn nữa, khi đem phơi ra ngoài, nó thường tự bốc cháy.

Tiềm năng thương mại của chất này – sau đó được gọi là phosphorus (photpho), từ này xuất nguồn từ tiếng Hy Lạp và La Tinh có nghĩa là "phát sáng" – được các thương gia chú ý đến, nhưng những khó khăn trong quá trình sản xuất khiến nó trở nên quá đắt tiền nên không thể khai thác. Một aoxơ (tương đương 28,35 gam) photpho được bán với giá sáu ghinê (tiền vàng của nước Anh xưa, tương đương 21 silinh) – có lẽ khoảng năm trăm đô-la của ngày nay – hoặc mắc hơn vàng.

Đầu tiên, những người lính được kêu gọi để cung cấp nguyên liệu thô, nhưng điều đó vẫn không có lợi gì cho quá trình sản xuất. Vào những năm 1750, một nhà hóa học người Thụy Điển tên là Karl (hoặc Carl) Scheele phát minh ra phương pháp sản xuất photpho với số lượng lớn mà không cần có nước tiểu. Chính vì điều này mà Thụy Điển đã trở thành, mãi đến nay, nhà sản xuất diêm quẹt hàng đầu.

Scheele vừa là người phi thường vừa là người kém may mắn bậc nhất. Là một dược sĩ nghèo với rất ít công cụ tiên tiến, ông khám phá ra tám nguyên tố – chlorine (clo), fluorine (flo), manganese (mangan), barium (bari), molybdenum, (molypden), tungsten (vonfram), nitrogen (nitơ), và oxygen (oxy) – và chẳng nhận được bất kỳ bằng khen ngợi nào về việc này. Ông không trình bày những khám phá của mình trước công chúng mãi đến khi có một ai đó có được những khám phá tương tự. Ông cũng khám phá được nhiều hợp chất hữu ích khác, trong số chúng có amonia (amoniac), glycerin (glyxerin), và tannic acid (axit tanic), và là người đầu tiên nhận ra được tiềm năng thương mại của clo với tác dụng tẩy trắng – tất cả những thứ này đều là bước đột phá giúp người khác trở nên giàu sụ.

Một trong những đặc điểm kỳ lạ của Scheele là ông luôn khăng khăng nếm thử tất cả những chất liệu mà ông đang nghiên cứu, gồm cả thủy ngân, axit xyanhhydric (đây là một trong những khám phá của ông), và axit clohydric – một hợp chất nổi tiếng là độc hại mà 150 năm sau Erwin Schrodinger chọn nó làm độc tố cho thử nghiệm của mình (xin xem thêm phần cuối Chương 9). Cuối cùng sự liều lĩnh của Scheele đã khiến ông phải trả giá. Năm 1786, ở độ tuổi bốn mươi ba, người ta phát hiện ông nằm chết ngay trên ghế làm việc của mình, trong phòng chất đầy những chất hóa học độc hại, tất cả những chất này đều đã góp phần tạo ra cái chết của ông.

Nếu cả thế giới này đều nói tiếng Thụy Điển thì Scheele đã được hoan nghênh trên toàn cầu. Thay vì nhận được sự ca ngợi từ các nhà hóa học nổi tiếng, hầu hết những lời ca ngợi này đều đến từ các quốc gia nói tiếng Anh. Scheele khám phá oxy vào năm 1772, nhưng vì nhiều lý do phức tạp đáng tiếc nên bản thuyết trình của ông không được phát hành đúng lúc. Thay vì vậy, sự ca ngợi lại dành cho Joseph Priestley, người đã tự mình khám phá oxy, nhưng muộn hơn,

vào mùa Hè năm 1774. Thậm chí đáng chú ý hơn nữa chính là việc Sheele không nhận được sự hoan nghênh dành cho khám phá về chlorine (clo) của mình. Gần như mọi sách giáo khoa đều cho rằng clo là một khám phá của Humphry Davy, thực ra Humphry đã tự mình khám phá được clo, nhưng muộn hơn Scheele ba mươi sáu *năm*.

Dù hóa học đã bước một chặng đường dài trong thế kỷ này, tạo ra sự khác biệt giữa Newton và Boyle với Scheele và Priestley và Henry Cavendish, nó vẫn còn một chặng dài phía trước. Vào những năm kết thúc thế kỷ mười tám các nhà khoa học khắp nơi tìm kiếm, và đôi khi họ tin rằng họ đã thực sự tìm được, những thứ chưa xuất hiện: khí hư, axit khử photpho, florizin, calxes (tro để lại sau khi nấu kim loại), và, trên hết, phlogiston, đây là chất được xem là nhân tố chủ yếu trong sự cháy. Ngoài ra, người ta nghĩ rằng đâu đó cũng tồn tại một chất bí ẩn được gọi là *elan vital*, chất có thể làm vật vô tri hồi sinh. Không ai biết được tinh chất siêu nhiên này nằm ở đâu, nhưng dường như có hai khả năng có thể xảy ra: bạn có thể làm nó trở nên sống động bằng cách kích điện cho nó (một khái niệm mà Mary Shelley đã tận dụng để tạo ra hiệu ứng tối đa trong cuốn tiểu thuyết *Frankenstein*), và nó tồn tại trong một số vật chất nhất định nào đó – đây là lý do tại sao chúng ta có hai nhánh hóa học: hữu cơ (đối với những chất được xem là sở hữu tinh chất này), và vô cơ (đối với những chất được xem là không sở hữu tinh chất này).

Chúng ta cần có ai đó thông thái để tạo ra một cuộc cách mạng trong hóa học, đưa hóa học đến với một thời kỳ hiện đại, và chính người Pháp đã tạo ra một người như thế. Tên ông ta là Antoine-Laurent Lavoisier. Sinh năm 1743, Lavoisier là một thành viên của tầng lớp quý tộc thứ yếu (cha ông đã mua danh hiệu này cho gia đình). Năm 1768, ông làm việc cho một cơ quan bị mọi người khinh miệt được gọi là Ferme Générale (hay còn gọi là General Farm), cơ quan này thu thuế và lệ phí nhân danh chính phủ. Dù Lavoisier là một người hòa nhã và công bằng, cơ quan mà ông làm việc lại không thế. Là vì, nó thu thuế không chỉ người giàu mà cả người nghèo, và thường thu thuế khá tùy tiện, về phần Lavoisier, sự hấp dẫn của cơ quan này là nó cung cấp cho ông vật chất để theo đuổi niềm đam mê khoa học của mình. Ở thời điểm thịnh vượng, ông có thể kiếm được 150.000 livrơ một năm – tương đương 20 triệu đô-la của ngày nay.

Ba năm sau khi tham gia công việc này, ông kết hôn với cô con gái mười bốn tuổi của một trong những ông chủ của mình. Cuộc hôn nhân này là sự kết hợp của cả con tim và tâm hồn. Bà Lavoisier có sự thông minh sâu sắc và chẳng bao lâu sau bà có thể làm việc hiệu quả bên chồng. Dù đời sống bận rộn, họ vẫn sắp xếp để có được năm tiếng đồng hồ cho khoa học mỗi ngày – hai tiếng vào buổi sáng và ba tiếng vào buổi tối – kể cả toàn ngày Chủ nhật, đây là ngày họ gọi là *jour de bonheur* (ngày hạnh phúc) của mình. Đồng thời Lavoisier cũng tìm được thời gian để làm ủy viên hội đồng kiểm soát thuốc súng, giám sát việc xây dựng bức tường vây quanh Paris để ngăn những kẻ buôn lậu, giúp thành lập hệ đo lường mét, và là đồng tác giả của cuốn *Méthode de Nomenclature Chimique*, đây là cuốn sách cơ sở để xác định tên của các nguyên tố hóa học.

Là một thành viên hàng đầu của Hội khoa học Académie Royale des Sciences, ông cũng được yêu cầu quan tâm đến tất cả những lĩnh vực quan trọng – thuật thôi miên, cải cách nhà tù, sự hô hấp của côn trùng, nguồn nước cho Paris. Chính vì khả năng đó vào năm 1780 mà Lavoisier có thể thực hiện vài lời phê bình tùy tiện về một học thuyết mới về sự cháy được đề xuất đến Hội khoa học bởi một nhà khoa học trẻ đầy triển vọng. Thực ra học thuyết này sai lạc, nhưng nhà khoa học trẻ này không bao giờ tha thứ cho Lavoisier. Tên của nhà khoa học trẻ này là Jean-Paul Marat.

Điều mà Lavoisier không bao giờ làm là việc khám phá ra các nguyên tố. Tại thời điểm mà dường như bất kỳ ai có được một chiếc cốc bêse (loại cốc dùng trong phòng thí nghiệm), một ngọn lửa, và một vài thứ bột nào đó cũng có thể khám phá được một điều gì đó mới mẻ – và khi hai phần ba các nguyên tố đã được khám phá – Lavoisier vẫn không khám phá được bất kỳ nguyên tố nào. Trong khi đó ông sở hữu đến mười ba ngàn chiếc cốc bêse – một con số gần như lố bịch – trong phòng thí nghiệm riêng của mình.

Thay vì vậy, ông nghiên cứu về những khám phá của người khác. Ông phủ nhận các loại khí

cháy. Ông xác định tính chất của oxy và hydro và trao cho chúng những cái tên hiện đại. Tóm lại, ông giúp đem lại sự mạch lạc, rõ ràng, và trật tự cho hóa học.

Suốt nhiều năm, ông và bà Lavoisier luôn bận rộn với việc nghiên cứu tỉ mỉ để tìm ra các số đo chính xác nhất. Ví dụ, họ xác định được rằng một vật bị gỉ sét không hề giảm trọng lượng mà lại tăng trọng lượng – đây là một khám phá quan trọng. Vì một lý do nào đó, khi nó gỉ sét thì nó hấp thụ các phần tử cơ bản từ không khí. Đó là sự hiểu biết đầu tiên rằng vật chất có thể bị biến đổi như không thể bị loại trừ. Nếu bạn đốt cháy một cuốn sách, vật chất của nó có thể bị biến đổi thành tro và khói, nhưng tổng trọng lượng của nó trong không gian vẫn không thay đổi. Đây được gọi là định luật bảo toàn trọng lượng, và nó là một khái niệm có khả năng tạo ra một cuộc cách mạng. Thật đáng tiếc, nó xuất hiện đồng thời với một cuộc cách mạng khác – cuộc cách mạng Pháp – và vì điều này mà Lavoisier rơi vào bế tắc hoàn toàn.

Ông không những là thành viên của cơ quan Ferme Générale vốn luôn chịu sự căm ghét của mọi người, mà ông còn là người hăng hái xây dựng bức tường bao quanh Paris – một dinh thự đáng ghét đến mức nó trở thành điểm tấn công đầu tiên của các công dân nổi loạn. Lợi dụng tình huống này, năm 1791 Marat, lúc này là người lãnh đạo hội National Assembly, cáo buộc Lavoisier và đề nghị treo cổ ông. Chẳng bao lâu sau đó Ferme Générale bị sụp đổ. Ít lâu sau sự kiện này Marat bị ám sát trong bể bơi bởi một phụ nữ trẻ nọ tên là Charlotte Corday, nhưng lúc này đã quá muộn cho Lavoisier.

Năm 1793, triều đại Terror, vốn dĩ rất hà khắc, phát triển sang một giai đoạn mới. Vào tháng Mười, Marie Antoinette bị xử chém đầu. Ngay tháng sau, khi Lavoisier và vợ đang khẩn trương tìm cách trốn chạy đến Scotland thì ông bị bắt. Vào tháng Năm, ông và ba mươi mốt đồng nghiệp bị kết án trước tòa án Revolutionary Tribunal (trong phòng xử án có tượng đài của Marat). Tám người được tha bổng, nhưng Lavoisier và những người còn lại bị đưa đến Place de la Revolution (ngày nay là Place de la Concorde), một khu vực tập hợp các máy chém của Pháp. Lavoisier tận mắt trông thấy cha vợ bị chém đầu, sau đó ông bước lên và chấp nhận số phận của mình. Gần ba tháng sau, ngày 27 tháng Bảy, Robespierre bị kết liễu theo cùng một cách như thế và tại cùng một nơi, và triều đại Terror lập tức sụp đổ.

Một trăm năm sau khi Lavoisier qua đời, tượng đài của ông được dựng lên giữa Paris và được mọi người nhiệt liệt hoan nghênh mãi đến khi có một người nào đó khẳng định rằng nó trông chẳng giống ông chút nào. Khi được thẩm vấn, người thợ điêu khắc thú nhận rằng ông đã dùng chiếc đầu của nhà toán học kiêm triết học Marquis de Condorcet – khi ấy ông đang thừa một chiếc – với hy vọng rằng không ai nhận ra hoặc nếu có nhận ra thì cũng chẳng bận tâm. Có lẽ ông đã đúng với về sau. Tượng đài nửa-Lavoisier-nửa-Condorcet vẫn được phép tồn tại suốt nửa thế kỷ mãi đến khi Đệ nhị thế chiến diễn ra thì, một sáng nọ, nó bị phá hủy để làm chiến hào.

Đầu những năm 1800 ở Anh quốc xuất hiện trào lưu hít nitrous oxide (một loại khí gây mê thuộc kali nitrat), sau khi người ta khám phá rằng nó có thể "tạo cảm giác hứng thú cao độ". Suốt nửa thế kỷ sau đó nó được chọn là loại ma túy của giới trẻ.

Mãi đến năm 1846 vẫn không ai tìm được ứng dụng thực tiễn của nitrous oxide, trong vai trò là thuốc gây mê. Có trời mới biết được rằng có bao nhiêu chục nghìn người đã phải chịu đau đớn không cần thiết từ dao mổ vì trước đó không ai nghĩ đến ứng dụng thực tiễn của chất này.

Tôi nhắc đến điều này để chỉ ra rằng hóa học, đã bước một chặng đường dài suốt thế kỷ mười tám, đã đánh mất ý nghĩa của nó trong những thập niên đầu thế kỷ mười chín, giống như tình trạng của địa chất học vào những năm đầu thế kỷ hai mươi. Sở dĩ như thế một phần là do sự hạn hẹp của trang thiết bị – ví dụ, chúng ta không có máy ly tâm mãi đến nửa sau thế kỷ mười chín, điều này tạo ra sự hạn chế đối với các thử nghiệm – và một phần do vấn đề xã hội. Nhìn chung, khi ấy hóa học là một môn khoa học dành cho các thương gia, dành cho những người làm việc với than đá, bồ tạt (kali cacbonat), và thuốc nhuộm, chứ không phải dành cho những người cao sang quyền quý, những người cao sang thường quan tâm đến địa chất học,

lịch sử tự nhiên, và vật lý học. (Điều này ít đúng hơn tại châu Âu so với tại Anh quốc, nhưng chỉ hơi khác biệt đôi chút). Có lẽ chúng ta có thể nói rằng một trong những thành tựu quan trọng nhất ở thế kỷ này, chuyển động Brownian (khám phá này xác lập bản chất hoạt động của các phân tử) đã được khám phá không phải bởi một nhà hóa học mà bởi một nhà thực vật học người Scotland, Robert Brown. (Năm 1827, Brown xác định rằng các hạt phấn hoa cực nhỏ tồn tại lơ lửng trong nước vẫn không ngừng chuyển động bất luận ông để chúng lắng đọng bao lâu. Nguyên nhân của sự chuyển động không ngừng này – được gọi là sự chuyển động của các phân tử có thể nhìn thấy được – là một câu chuyện dài).

Mọi việc có thể đã trở nên tồi tệ hơn nếu không có sự xuất hiện của một nhân vật tên là Count von Rumford, ông, dù sống đời sống vương giả, được sinh ở Woburn, Massachusetts, năm 1753, với tên gọi giản dị là Benjamin Thompson. Thompson là người sôi nổi và có hoài bão, "đẹp người tốt nết", đôi khi tỏ ra khá dũng cảm và thông minh vượt trội. Khi mười chín tuổi ông kết hôn với một quả phụ giàu có lớn hơn ông mười bốn tuổi, nhưng khi cuộc cách mạng bùng nổ ở các thuộc địa ông luôn ở sát cánh với những bầy tôi trung thành, thực ra họ là gián điệp. Vào năm 1776 định mệnh, đối mặt với nguy cơ bị bắt giữ "vì thiếu nhiệt tình ủng hộ quyền tự do", ông rời bỏ vợ con và lẩn trốn trước khi đám đông những người chống Hoàng gia trang bị các thùng hắc ín nóng và tên bắn tấn công.

Đầu tiên ông trốn chạy đến Anh quốc và sau đó đến Đức, tại đây ông đóng vai trò là cố vấn quân sự cho chính quyền Bavaria, uy tín của ông được củng cố và đến năm 1791 ông được mệnh danh là Count von Rumford của Đế chế Holy Roman. Trong khi ở Munich, ông cũng thiết kế và thành lập công viên nổi tiếng được gọi là English Garden.

Giữa những biến cố này, ông vẫn tìm được thời gian để tiến hành nhiều thử nghiệm khoa học. Ông trở thành người tiên phong trong lĩnh vực nhiệt động lực học và là người đầu tiên giải thích sáng tỏ những nguyên tắc của sự đối lưu của chất lỏng và sự tuần hoàn của hải lưu. Ông cũng phát minh nhiều thiết bị hữu ích, gồm có dụng cụ lọc cà phê, trang phục lót giữ ấm, và lò sưởi Rumford. Năm 1805, suốt khoảng thời gian lưu trú tại Pháp, ông theo đuổi và kết hôn với bà Lavoisier, góa phụ của Antoine-Laurent. Cuộc hôn nhân này không thành công và họ nhanh chóng chia tay. Rumford tiếp tục ở Pháp và qua đời ở đó vào năm 1814, nhận được sự quý mến của mọi người ngoại trừ những người vợ trước của mình.

Nhưng điều tôi muốn đề cập đến ở đây là vào năm 1799, suốt khoảng thời gian xảy ra nhiều biến cố ở London, ông đã thành lập Học viện Royal Institution, đây là một trong những tổ chức khuyến học tồn tại ở Anh quốc vào cuối thế kỷ mười tám và đầu thế kỷ mười chín. Ở thời điểm này nó là tổ chức duy nhất khuyến khích sự phát triển của môn hóa học vốn còn non trẻ, việc này là nhờ bởi nhà khoa học trẻ Humphry Davy, ông được chỉ định làm Giáo sư hóa học của Học viện này ngay sau khi nó được thành lập và ông nhanh chóng nổi tiếng là một giảng viên xuất sắc và là nhà triết học thực nghiệm tài ba.

Ngay sau khi đảm nhận vị trí này, Davy bắt đầu khám phá hết nguyên tố mới này đến nguyên tố mới khác – kali, natri, magie, canxi, stronti, và nhôm {*aluminum* hay còn gọi là *aluminium*, tùy thuộc vào hệ tiếng Anh bạn sử dụng [1]}. Sở dĩ ông khám phá được nhiều nguyên tố mới như thế là vì ông phát minh được một kỹ thuật tài tình ứng dụng điện vào việc nung chảy vật chất – sự điện phân. Tổng cộng ông đã khám phá được hàng chục nguyên tố, một phần năm tổng số nguyên tố vào thời của ông. Lẽ ra Davy có thể phát triển xa hơn, nhưng đáng tiếc là khi còn trẻ ông đã có một đam mê nông nổi trong việc lạm dụng nitrous oxide (một loại khí gây tê). Ông nghiện khí này đến mức một ngày ông phải hít nó ba đến bốn lần. Cuối cùng, năm 1829, người ta cho rằng chính khí này đã giết chết ông.

Rất may là ở nơi khác còn có nhiều công trình nghiêm túc được tiến hành. Năm 1808, một tín đồ phái giáo hữu (Quây-cơ) nghiêm khắc tên là John Dalton trở thành người đầu tiên khám phá bản chất của một nguyên tử (quá trình này sẽ được thảo luận chi tiết ở các chương sau), và vào năm 1811 một người Ý với một cái tên rất hoa mỹ là Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro, Bá tước vùng Quarequa và Cerreto, thực hiện một khám phá có ý nghĩa quan trọng về lâu về dài – ông khám phá ra rằng, hai khối lượng bằng nhau của bất kỳ loại khí nào, nếu được giữ ở cùng nhiệt độ và cùng áp suất, sẽ chứa cùng số phân tử như nhau.

Có hai điều đáng chú ý trong nguyên tắc này của Avogadro, theo chúng ta biết. Thứ nhất, nó giúp chúng ta có cơ sở để đo lường chính xác kích cỡ và trọng lượng của các nguyên tử. Vận dụng toán học Avogadro, cuối cùng các nhà hóa học đã có thể xác định, ví dụ, được rằng một nguyên tử điển hình có đường kính 0,00000008 centimet, đây là một kích cỡ cực nhỏ. Và thứ hai, gần như không ai biết được nguyên tắc đơn giản lý thú này của Avogadro trong suốt năm mươi năm sau đó. [2]

Sở dĩ như thế một phần là do Avogadro vốn là người ít gần gũi – ông làm việc một mình, hiếm khi tiếp xúc với đồng nghiệp, phát hành vài tài liệu, và không hề tham gia bất kỳ cuộc hội họp nào – nhưng cũng do bởi khi ấy không có cuộc hội họp nào và cũng chỉ có vài tập san nói về hóa học. Đây là điều khá kỳ lạ. Cuộc Cách mạng Công nghiệp xuất hiện phần lớn là do sự phát triển của hóa học, tuy thế suốt nhiều thập niên không một tổ chức hóa học chính thức nào tồn tại.

Hội Hóa học ở London không được thành lập mãi đến năm 1841 và vẫn không xuất bản bất kỳ tập san đều đặn nào mãi đến năm 1848, đến thời điểm này thì hầu hết các Hội nghiên cứu ở Anh quốc – Địa chất học, Địa lý học, Động vật học, Hội các nhà tự nhiên và thực vật học – đã xuất hiện trước đó ít nhất hai mươi năm. Học viện Hóa học vẫn không xuất hiện mãi đến năm 1877, một năm sau khi thành lập Hội Hóa học Hoa Kỳ. Vì hóa học phát triển khá chậm, tin tức về những khám phá quan trọng của Avogadro năm 1811 vẫn chưa được phổ biến mãi đến Đại hội Hóa học quốc tế được tổ chức ở Karlsruhe vào năm 1860.

Vì hóa học phát triển rời rạc, nên những quy ước chung cũng chậm phát triển. Mãi đến nửa sau thế kỷ mười chín, công thức H_2O_2 vẫn có nghĩa là nước đối với nhà hóa học này nhưng lại có nghĩa là hydro peroxyt (thuốc sát trùng) đối với một nhà hóa học khác. C_2H_4 có thể được xem là etylen hoặc mêtan. Khi ấy chưa có bất kỳ một phân tử nào được trình bày thống nhất ở mọi nơi.

Các nhà hóa học cũng dùng nhiều biểu tượng, ký hiệu, và chữ viết tắt khiến người đọc bối rối, thường tự mình phát minh ra. J. J. Berzelius của Thụy Điển đã tạo ra một hệ đo lường thực tiễn bằng cách mặc định rằng các nguyên tố cần được viết tắt theo từ gốc Hy Lạp hoặc La Tinh của chúng, đây là lý do tại sao sắt lại được viết tắt là Fe (từ tiếng La Tinh *ferrum*) và bạc là Ag (từ tiếng La Tinh *argentum*). Nhiều chữ viết tắt khác theo tên tiếng Anh của chúng (N cho nitơ, O cho oxy, H cho hydro, và vân vân) cũng phản ảnh được gốc tiếng La Tinh trong tiếng Anh. Để biểu thị cho số nguyên tử trong một phân tử, Berzelius dùng ký hiệu viết bên trên, chẳng hạn H^2O. Về sau, chẳng vì lý do gì cả, người ta có xu hướng viết con số này thấp xuống dưới: H_2O.

Dù đã được sắp xếp theo trật tự, hóa học vào nửa cuối thế kỷ mười chín vẫn còn là một mớ hỗn độn, đây là lý do tại sao mọi người cảm thấy hài lòng với sự xuất hiện nổi bật vào năm 1869 của một Giáo sư lập dị với vẻ ngoài kỳ quặc tại Đại học St. Petersburg tên là Dmitri Ivanovich Mendeleyev.

Mendeleyev (đôi khi cũng được viết là Mendeleev hoặc Mendeléef) sinh năm 1834 tại Tobolsk, viễn Tây Siberia, trong một gia đình giàu có đông con và có học – thực ra thì lịch sử vẫn không xác định được gia đình này có bao nhiêu thành viên: một số nguồn nói rằng gia đình này có mười bốn người con, một số khác lại nói rằng mười bảy. Dù sao thì tất cả đều đồng ý rằng Dmitri là con út trong gia đình. Vận may không phải lúc nào cũng mỉm cười với gia đình Mendeleyev. Khi Dmitri còn bé, cha ông, hiệu trưởng của một trường học địa phương, bị mù và mẹ ông phải ra ngoài làm việc. Rõ ràng bà là một phụ nữ phi thường, cuối cùng bà trở thành giám đốc của một nhà máy chế biến thủy tinh thành công. Mọi việc diễn ra tốt đẹp mãi đến năm 1848, khi nhà máy gặp hỏa hoạn và gia đình Mendeleyev phải sống cơ cực. Quyết tâm cho đứa con út được học hành tốt, Bà Mendeleyev bất khuất dắt theo Dmitri đi nhờ xe suốt chặng đường bốn nghìn dặm đến St. Petersburg – đó là chặng đường tương đương với chặng đường từ London đến Equatorial Guinea – và gửi ông theo học tại Học viện Pedagogy. Vì quá mệt mỏi, chẳng bao lâu sau bà qua đời.

Mendeleyev học hành nghiêm túc để hoàn tất khóa học và cuối cùng tìm được một vị trí tại

trường Đại học địa phương, ở đó ông là người rất thạo việc nhưng vẫn chưa phải là một nhà hóa học nổi bật, người ta nhớ đến ông qua mái tóc dài và bộ râu rậm (ông chỉ cắt tóc và cạo râu một lần mỗi năm) hơn là qua tài năng của ông tại phòng thí nghiệm.

Tuy nhiên, năm 1869, ở độ tuổi ba mươi lăm, ông bắt đầu chơi đùa với việc sắp xếp các nguyên tố. Vào thời điểm này, các nguyên tố thường được phân nhóm theo hai cách – hoặc qua trọng lượng nguyên tử của chúng (vận dụng nguyên tắc của Avogadro) hoặc qua đặc điểm chung của chúng (ví dụ hoặc chúng là kim loại, hoặc chúng là khí). Bước đột phá của Mendeleyev là ông có thể nhận ra được rằng hai cách này có thể kết hợp cùng nhau trong một bảng duy nhất.

Điều này thường xảy ra trong khoa học, thực ra thì nguyên tắc này đã được tiên đoán trước đó ba năm bởi một nhà hóa học không chuyên ở Anh quốc tên là John Mewlands. Ông đề xuất rằng khi các yếu tố được sắp xếp theo trọng lượng thì chúng dường như lặp lại một số đặc tính nào đó – để hài hòa với nhau – tại tám điểm dọc theo bảng sắp xếp này. Newland gọi đây là Quy tắc Octaves và ví sự sắp xếp này với nhóm tám phím trên bàn phím đàn piano. Có lẽ đã có một điều gì đó rất ý nghĩa trong cách trình bày của Newlands, nhưng về cơ bản thì ý tưởng này được xem là ngớ ngẩn và bị mọi người coi thường. Khi hội họp, các khán giả khôi hài đôi khi hỏi ông rằng ông có thể lấy các nguyên tố ra để chơi thành một giai điệu được không. Vì nản lòng, Newlands từ bỏ ý tưởng này và sau đó hoàn toàn biến mất.

Mendeleyev vận dụng cách tiếp cận hơi khác, ông đặt các nguyên tố theo nhóm bảy, nhưng về cơ bản thì ông đã vận dụng cùng một nguyên tắc như thế. Đột nhiên ý tưởng này xuất hiện vô cùng sâu sắc. Vì các đặc điểm của các nguyên tố tự lặp lại theo định kỳ, nên phát minh này được gọi là bảng tuần hoàn.

Người ta cho rằng Mendeleyev đã được truyền cảm hứng từ cách chơi bài được gọi là paxiên ở Bắc Mỹ, trong loại bài này các quân bài được xếp theo trật tự các hoa hàng ngang và con số hàng dọc. Vận dụng khái niệm tương tự, ông sắp xếp các nguyên tố theo hàng ngang được gọi là các chu kỳ và theo hàng dọc được gọi là các nhóm. Điều này lập tức thể hiện các mối quan hệ giữa chúng khi chúng ta đọc theo hàng ngang và hàng dọc. Đặc biệt, các cột dọc là tập hợp các nguyên tố có các đặc tính giống nhau. Theo cách đó, đồng được đặt bên trên bạc và bạc được đặt bên trên vàng vì đặc tính chung của chúng là kim loại, trong khi heli, neon, và agon lại nằm chung một cột với đặc tính chung là chất khí. (Yếu tố quyết định thực sự trong trật tự này là hóa trị của chúng, nếu bạn muốn tìm hiểu chi tiết thì bạn phải tham gia một lớp học chính thức về hóa học). Các hàng ngang, nhìn chung, là các nguyên tố được sắp xếp theo thứ tự số proton có trong nhân của chúng tăng dần – đây được gọi là số nguyên tử.

Cấu trúc nguyên tử và ý nghĩa của hạt proton sẽ được trình bày ở chương sau, thế nên lúc này chúng ta chỉ quan tâm đến nguyên tắc sắp xếp: hydro chỉ có một proton, thế nên nó có số nguyên tử là một và xuất hiện trước tiên trong bảng; urani có chín mươi hai proton, thế nên nó được xếp gần cuối và có số nguyên tử là chín mươi hai. Về khía cạnh này, theo lời Philip Ball, hóa học thực ra chỉ là một môn học về việc tính toán. (Tiện đây xin nói rõ, chúng ta không nên nhầm lẫn giữa số nguyên tử với trọng lượng nguyên tử, số nguyên tử là số proton cộng với số nơtron của một nguyên tố). Vẫn còn nhiều điều chúng ta chưa biết hoặc chưa hiểu. Hydro là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ, tuy thế không ai khám phá được nó suốt ba mươi năm sau. Heli, nguyên tố nhiều thứ hai trong vũ trụ, mới được khám phá trước đó một năm, không phải trên trái đất mà là trên mặt trời, nó được tìm thấy ở đó qua một chiếc kính quang phổ suốt khoảng thời gian nhật thực diễn ra, đây là lý do tại sao tên của nó thể hiện sự kính trọng dành cho thần Mặt trời của Hy Lạp là Helios. Người ta vẫn không phân lập được nó mãi đến năm 1895. Khi đó, nhờ bởi phát minh của Mendeleyev, hóa học đã có một chỗ đứng vững chắc.

Đối với hầu hết chúng ta, bảng tuần hoàn là thứ đẹp đẽ trong ý niệm trừu tượng, nhưng đối với các nhà hóa học thì nó đã giúp thiết lập trật tự và sự rõ ràng cơ bản cho hóa học. "Chẳng còn gì để nghi ngờ, Bảng Tuần Hoàn các chất Hóa học là biểu đồ thanh nhã nhất mà con người đã từng nghĩ ra", Robert E. Krebs đã viết trong cuốn *The History and Use of Our Earth's Chemical Elements*, và bạn có thể tìm thấy những tình cảm như thế trong hầu hết các sách hóa học.

Ngày nay chúng ta có "khoảng chừng 120" nguyên tố khác nhau – chín mươi hai nguyên tố xuất hiện trong tự nhiên cộng với vài chục nguyên tố được tạo ra trong phòng thí nghiệm. Con số thực sự thường gây tranh cãi vì các nguyên tố tổng hợp nặng chỉ tồn tại trong một phần triệu giây, và các nhà hóa học đôi khi tranh luận về việc liệu chúng có thực sự tồn tại hay không. Vào thời của Mendeleyev người ta chỉ biết đến sáu mươi ba nguyên tố, một phần trong sự thông thái của Mendeleyev là ông đã nhận ra được rằng các nguyên tố được tìm ra khi ấy không thể tạo thành một bức tranh đầy đủ, rằng nhiều mảnh của bức tranh đang bị thiếu khuyết. Bảng tuần hoàn của ông đã tiên đoán, với sự chính xác cao, được những nơi các nguyên tố mới sẽ chèn vào khi chúng được tìm thấy.

Tiện đây xin nói thêm, cho đến nay không ai có thể biết được rằng con số nguyên tố tối đa là bao nhiêu, mặc dù bất kỳ nguyên tố nào có trọng lượng nguyên tử vượt quá 168 cũng được xem là "hoàn toàn do trí tưởng tượng", nhưng những gì chúng ta có thể chắc chắn là: bất kỳ nguyên tố nào được khám phá cũng sẽ được lắp đặt vừa vặn vào bảng tuần hoàn của Mendeleyev.

Thế kỷ mười chín cũng xuất hiện một hiện tượng gây ngạc nhiên cho các nhà hóa học. Hiện tượng này xuất hiện năm 1896 khi Henri Becquerel ở Paris sơ ý đặt một gói muối urani lên trên bản phim đã được bao bọc trong ngăn kéo. Sau đó khi ông lấy bản phim ra, ông ngạc nhiên khi nhận thấy rằng muối urani đã đốt cháy và để lại một vết hằn trên bản phim, cứ như thể bản phim đã bị phơi ra ngoài ánh sáng. Muối urani đã phát ra một loại tia nào đó.

Nghĩ đến ý nghĩa của những gì ông đã khám phá, Becquerel đã thực hiện một việc rất lạ: ông giao vấn đề này cho một sinh viên tốt nghiệp tìm hiểu. May mắn thay người sinh viên này là người mới nhập cư từ Ba Lan tên là Marie Curie. Khi làm việc với chồng mình, Pierre, Curie nhận thấy rằng một số loại đá liên tục tỏa ra nhiều năng lượng và không hề thay đổi cường độ. Những gì cô và chồng mình không thể biết – những gì không ai có thể biết mãi đến khi Einstein giải thích vào thập niên sau – là: các loại đá này không ngừng tự chuyển đổi khối lượng thành năng lượng theo một cách thức vô cùng mạnh mẽ. Marie Curie đặt tên cho hiện tượng này là hiệu ứng "phóng xạ". Trong quá trình làm việc, hai vợ chồng Curie cũng khám phá được hai nguyên tố mới – poloni và radi. Năm 1903, gia đình Curie và Becquerel đồng nhận giải Nobel Vật lý. (Marie Curie nhận thêm một giải Nobel khác về môn Hóa học vào năm 1911, cô là người duy nhất nhận được cả giải Nobel Vật lý lẫn Hóa học).

Tại Đại học McGill ở Montreal, chàng trai trẻ xuất thân từ New Zealand tên là Ernest Rutherford tỏ ra rất hứng thú với các chất phóng xạ mới. Cùng với một đồng nghiệp tên là Frederick Soddy, ông đã khám phá được rằng một số năng lượng khổng lồ tiềm ẩn trong một lượng nhỏ các chất này, và rằng sự phân rã phóng xạ của các chất này chính là nguyên nhân tạo ra hơi ấm của trái đất. Họ cũng khám phá được rằng các nguyên tố phóng xạ phân rã thành nhiều nguyên tố khác – rằng, ví dụ, hôm nay bạn có một nguyên tử urani và hôm sau bạn lại có một nguyên tử chì. Điều này thực sự phi thường. Đó là thuật giả kim, thuần túy và đơn giản; trước đó không ai có thể hình dung được rằng một việc như thế lại có thể xảy ra một cách tự nhiên như thế.

Vốn là người thực tế, Rutherford là người đầu tiên nhận thấy rằng họ có thể ứng dụng khám phá này vào thực tiễn. Ông nhận thấy rằng trong bất kỳ mẫu chất phóng xạ nào, thời lượng để nửa đầu của quá trình phân rã diễn ra luôn không đổi, và rằng tốc độ phân rã không đổi này có thể được ứng dụng trong vai trò là một loại đồng hồ. Qua việc tính toán lùi và xác định tốc độ phân rã, bạn có thể tìm ra được tuổi của nó. Ông kiểm tra một mẫu uranit (quặng mỏ đen bóng, gốc chính của uranium), và khám phá rằng nó có độ tuổi là 700 triệu năm – cổ hơn rất nhiều so với độ tuổi mà người ta định gán cho trái đất.

Mùa Xuân năm 1904, Rutherford đến London để thuyết trình tại Học viện Hoàng gia – tổ chức uy nghiêm được thành lập bởi Bá tước von Rumford 105 năm trước. Rutherford ở đó để nói về học thuyết phóng xạ phân rã mới, đây là một phần khám phá mà ông tìm được từ uranit. Rutherford trình bày khám phá của mình với thái độ lịch thiệp – vì Kelvin cũng đang có mặt tại

khán phòng – Rutherford biết rằng trước đó chính Kelvin cũng đã đề xuất rằng sự khám phá về những nguồn nhiệt khác có thể phủ nhận những tính toán của mình. Nhờ bởi năng lực phóng xạ, trái đất có thể – rõ ràng – già hơn nhiều so với hai mươi bốn triệu năm theo như những tính toán của Kelvin.

Kelvin tươi cười trước sự trình bày với thái độ tôn trọng của Rutherford, nhưng thực ra ông vẫn không chấp nhận khám phá này. Ông không bao giờ chấp nhận những con số của Rutherford và mãi đến khi qua đời ông vẫn tin rằng những tính toán của mình về độ tuổi của trái đất vẫn là đóng góp sắc sảo và quan trọng đối với nền khoa học – hơn cả những đóng góp của ông trong lĩnh vực nhiệt động lực học.

Với các cuộc cách mạng trong khoa học, những khám phá mới của Rutherford vẫn không được hoàn toàn chấp nhận. Vào những năm 1930 John Joly của Dublin vẫn khăng khăng rằng độ tuổi của trái đất không vượt quá con số tám mươi chín triệu năm, và ông giữ quan điểm này của mình mãi đến khi qua đời. Những người khác bắt đầu e rằng Lutherford đã cho họ quá nhiều thời gian. Nhưng ngay cả với việc tính toán thời gian đặt trên cơ sở là sự phóng xạ, chúng ta cũng phải tốn vài chục năm để có thể xác định được một triệu năm tuổi của trái đất. Khoa học vẫn đi đúng hướng, nhưng chẳng đi đến đâu cả.

Kelvin qua đời năm 1907. Cũng trong năm đó Dmitri Mendeleyev qua đời. Giống như Kelvin, công việc của ông đòi hỏi một lượng thời gian dài hơn nhiều so với thời gian còn lại trong đời ông. Khi về già, Mendeleyev, càng thêm lập dị – ông phản đối sự tồn tại của sự bức xạ hay electron hay bất cứ thứ gì mới mẻ – và rất khó tính. Vào những năm cuối đời ông chỉ quanh quẩn ở các phòng thí nghiệm và các hội trường tại châu Âu. Vào năm 1955, nguyên tố thứ 101 được đặt tên là mendelevium để tỏ lòng tôn kính dành cho ông. “Rất thích hợp”, Paul Strathern nói, “nó là một nguyên tố dễ thay đổi”.

Sự bức xạ, dĩ nhiên, vẫn liên tục diễn ra, theo cách mà không ai mong đợi. Đầu những năm 1900 Pierre Curie bắt đầu mắc phải các dấu hiệu rõ ràng của chứng bệnh do bức xạ gây ra – các cơn đau xuất hiện dai dẳng trong xương tủy và cảm giác khó chịu kinh niên – rõ ràng các triệu chứng này đã phát triển đến mức đáng ngại. Chúng ta sẽ chẳng bao giờ biết được chính xác vì vào năm 1906 ông qua đời bởi một tai nạn giao thông trong khi đang băng qua một con phố ở Paris.

Marie Curie (vợ của Pierre Curie) dành những năm còn lại trong đời để tìm hiểu về lĩnh vực này, giúp thành lập Học viện Radium lừng danh của Đại học Paris vào năm 1914. Dù nhận được hai giải Nobel, bà vẫn không được bầu chọn là một thành viên của viện Hàn lâm Khoa học, chủ yếu vì sau cái chết của Pierre bà nảy sinh tình cảm với một nhà vật lý học đã có gia đình khiến người Pháp cảm thấy bị xúc phạm – hoặc ít ra cũng là sự xúc phạm đối với người quản lý viện Hàn lâm, đây lại là một vấn đề khác.

Suốt một khoảng thời gian dài người ta vẫn tin rằng bất kỳ thứ gì có năng lực phóng xạ đều là thứ có ích. Suốt nhiều năm trời, các nhà sản xuất kem đánh răng và thuốc nhuận tràng đã cho thêm chất thori phóng xạ vào sản phẩm của họ, và ít nhất mãi đến cuối những năm 1920 khách sạn Glen Springs ở Finger Lakes thuộc New York (và rõ ràng là cả những khách sạn khác) vẫn tự hào về hiệu ứng chữa bệnh bằng “suối khoáng chất phóng xạ” của mình. Chất phóng xạ vẫn không bị cấm trong quá trình sản xuất mãi đến năm 1938. Lúc này đã quá muộn đối với Bà Curie, qua đời do bệnh bạch cầu vào năm 1934. Thực ra, chất phóng xạ rất độc hại và tồn tại lâu dài đến mức ngày nay những tài liệu của bà từ những năm 1890 – thậm chí cả những cuốn sách dạy nấu ăn của bà – là thứ nguy hiểm khi chạm vào. Các tài liệu của bà được giữ trong những hộp kín, và người nào muốn xem chúng đều phải mặc trang phục bảo hộ hợp lý.

Nhờ bởi những công việc tận tụy và nguy hiểm (dù không ý thức được) của các nhà khoa học nguyên tử, vào những năm đầu thế kỷ hai mươi người ta đã biết được rõ rằng trái đất rất cổ xưa, dù mãi năm mươi năm sau người ta mới xác định được cụ thể nó cổ xưa đến mức nào. Nhìn chung, khoa học đã sẵn sàng cho một thời đại mới – thời đại nguyên tử.

———

[1] Sự lẫn lộn giữa aluminum/aluminium xuất nguồn từ sự do dự của Davy. Khi lần đầu tiên ông khám phá nguyên tố này vào năm 1808, ông gọi nó là *alumium*. Vì một vài lý do nào đó, bốn năm sau ông nghĩ rằng nên gọi nó là *aluminum*. Người Mỹ rất nghiêm túc trong việc đón nhận những từ ngữ mới, nhưng nhiều người Anh không thích *aluminum*, họ nói rằng nó phá vỡ cấu trúc -ium trong các từ sodium, calcium, và strontium, vì vậy họ thêm vào một nguyên âm và một âm tiết thành ra là *aluminium*.

[2] Nguyên tắc này dẫn đến sự chấp nhận con số Avogadro, một đơn vị đo lường cơ bản trong hóa học, được đặt tên theo Avogadro sau khi ông qua đời một khoảng thời gian dài. Đó là con số phân tử được tìm thấy trong 2,016 gam khí hydro (hoặc một lượng tương đương của bất kỳ khí nào khác). Giá trị của nó là $6{,}0221367 \times 10^{23}$, một con số vô cùng lớn. Các sinh viên hóa học thường giải trí bằng cách tính toán xem con số này lớn đến mức nào, thế nên tôi có thể nói rằng nó tương đương với số hạt bắp cần có để bao phủ toàn bộ diện tích của Hoa Kỳ với độ dày chín dặm, hoặc số tách nước của Thái Bình Dương, hoặc số lon nước uống đủ để bao phủ bề mặt trái đất với dộ dày 200 dặm. Nó là một con số cực lớn.

Phần III - THỜI ĐẠI MỚI

"Một nhà vật lý học là người tập hợp những suy nghĩ của nguyên tử về nguyên tử". - *Khuyết danh.*

8. VŨ TRỤ CỦA EINSTEIN

Khi thế kỷ mười chín sắp kết thúc, các nhà khoa học có thể cảm thấy hài lòng rằng họ đã khám phá được hầu hết những bí ẩn của thế giới vật chất: điện, từ trường, khí, quang học, âm học, động học, và cơ học thống kê, vân vân. Người ta đã khám phá được tia X, tia catôt, electron, và năng lực phóng xạ; họ cũng phát minh được các đơn vị đo ohm, watt, kenvin, jun, ampere, và éc (erg).

Nếu một vật có thể dao động, kích thích, xáo trộn, chưng cất, kết hợp, cân đo, thì họ đã có thể làm được tất cả những việc này, và họ đã xác định được những định luật chung rất quan trọng, đầy sức thuyết phục, và trang nghiêm đến mức ngày nay chúng ta thường viết những định luật này bằng chữ viết hoa: Học thuyết Điện từ trường Ánh sáng, Định luật Tỷ lệ thuận nghịch của Richter, Định luật khí của Charles, Định luật tổng Khối lượng, Định luật Zeroth, Khái niệm về Hóa trị, và vân vân. Cả thế giới reo vang khi được trang bị bằng các thiết bị và phương tiện vận hành hiệu quả. Nhiều nhà thông thái tin rằng chẳng còn nhiều điều để khoa học khám phá.

Năm 1875, khi chàng trai trẻ người Đức ở vùng Kiel tên là Max Planck đang do dự về việc theo đuổi toán học hay vật lý học, anh được mọi người khuyến khích đừng theo đuổi vật lý học vì mọi bước đột phá trong vật lý học đã được thực hiện. Người ta khẳng định với anh rằng thế kỷ sắp đến sẽ chỉ là sự thống nhất và cải tiến, sẽ chẳng có bất kỳ cuộc cách mạng nào trong vật lý học. Planck không nghe theo họ. Anh quyết định nghiên cứu về vật lý học lý thuyết và dành mọi tâm huyết cho việc nghiên cứu entrôpi, quy trình cốt lõi của nhiệt động lực học, đây là lĩnh vực dường như đầy hứa hẹn đối với chàng trai trẻ nhiều tham vọng này. [1] Năm 1891 ông trình bày những kết quả nghiên cứu của mình và thất vọng khi biết rằng trước đó nghiên cứu quan trọng về entrôpi đã được thực hiện bởi một học giả tại Đại học Yale tên là J. Willard Gibbs.

Gibbs có lẽ là người thông minh nhất mà hầu hết mọi người đều biết đến. Khiêm tốn đến mức không ai biết đến, ông trải qua gần trọn đời mình ở nhà và khu trường sở của Đại học Yale tại New Haven thuộc Connecticut, ngoại trừ ba năm học tập ở châu Âu. Suốt mười năm đầu làm việc tại Đại học Yale, ông thậm chí còn không quan tâm đến việc nhận lương. (Ông có những khoản thu nhập riêng). Từ năm 1871, khi ông vào trường trong vai trò là một Giáo sư cho đến khi ông qua đời vào năm 1903, bình quân các bài giảng của ông chỉ thu hút một sinh viên tham gia. Sách của ông đặc biệt khó hiểu và chứa nhiều thành ngữ riêng mà nhiều người nhận thấy rằng không thể hiểu được. Nhưng chôn vùi theo những công thức bí mật của ông là những hiểu biết vô cùng sắc sảo.

Từ 1875 đến 1878, Gibbs trình bày nhiều bài thuyết trình, được sưu tập thành cuốn *Equilibrium of Heterogeneous Substances*, khiến mọi người phải sửng sốt vì sự giải thích sáng tỏ về các nguyên tắc nhiệt động lực của gần như là mọi thứ – "các loại khí, các chất hỗn hợp, các bề mặt, các chất rắn, những thay đổi pha... những phản ứng hóa học, các tế bào điện hóa học, sự đóng cặn, và sự thẩm thấu", William H. Cropper trích dẫn. Về cơ bản, những gì Gibbs đã thực hiện đều cho thấy rằng nhiệt động lực học không chỉ đơn giản áp dụng cho nhiệt và năng lượng mà còn được áp dụng cho các phản ứng hóa học ở mức độ nguyên tử. Cuốn *Equilibrium* của Gibbs đã được gọi là "*các nguyên lý cơ bản* của nhiệt động lực học", nhưng Gibbs xuất bản những khám phá quan trọng này trên tập san *Transactions of the Connecticut Academy of Arts*, đây là một tập san được xem là vô danh ngay tại Connecticut, chính vì vậy Planck không biết đến những khám phá này mãi đến khi quá muộn.

Không nản lòng – có thể nói là bất khuất – Planck chuyển sang tập trung vào một đề tài khác.

[2] Chúng tôi sẽ nói về việc này sau, trước tiên chúng tôi đề cập ngắn gọn (nhưng có liên quan!) về Cleveland, thuộc Ohio, và một tổ chức được gọi là Hội khoa học ứng dụng. Tại đó, vào những năm 1880, một nhà vật lý học trung niên tên là Albert Michelson, kết hợp cùng một người bạn của mình là nhà hóa học Edward Morley, tiến hành nhiều thử nghiệm dẫn đến những kết quả đầy bất ngờ.

Những gì Michelson và Morley đã thực hiện, hoàn toàn không chủ ý, đã hủy hoại niềm tin lâu đời về thứ được gọi là ête ánh sáng, thinh không – chất bền vững, không màu, không trọng lượng, không ma sát, được xem là tỏa khắp trong vũ trụ. Được đề xuất bởi Descartes, được xác nhận bởi Newton, và được tôn kính bởi hầu hết mọi người, thinh không nắm giữ vị trí trung tâm của vật lý học thế kỷ mười chín trong vai trò là phương pháp để giải thích cách truyền đi của ánh sáng qua không gian. Vào những năm 1800 nó cần phải tồn tại vì lúc này ánh sáng và hiện tượng điện từ được xem là các bước sóng, hay còn gọi là sự dao động. Sự dao động nhất định phải xảy ra *trong* một thứ gì đó; thế nên nhất định cần phải có thinh không. Cuối năm 1909, nhà vật lý học người Anh tên là J. J. Thomson khẳng định: "*Thinh không* không phải là một tác phẩm kỳ dị của một triết gia tự biện nào đó, nó cần thiết cho chúng ta giống như không khí mà chúng ta hít thở vậy" – bốn năm sau người ta khẳng định rằng nó không hề tồn tại. Tóm lại, mọi người đã quá quen thuộc với khái niệm về sự tồn tại của thinh không.

Sinh năm 1852 tại vùng biên giới Đức – Ba Lan trong một gia đình thương gia người Do Thái nghèo, Albert Michelson đến Hoa Kỳ cùng gia đình khi còn bé và lớn lên trong một túp lều nhỏ tại vùng khai thác mỏ ở California, tại đây cha ông buôn bán thực phẩm khô. Quá nghèo nên không thể theo học Đại học, ông tìm đến Washington D.C., và lang thang trước cổng Nhà Trắng, từ đó ông có thể tình cờ gặp Tổng thống Ulysses S. Grant khi Tổng thống đang đi dạo như thường lệ. Qua những lần gặp gỡ này, Michelson có thể lấy lòng vị Tổng thống này và cho đến một ngày Tổng thống Grant đồng ý đảm bảo rằng ông sẽ có được một chỗ ở miễn phí tại Học viện Hải quân Hoa Kỳ. Chính tại nơi này Michelson đã nghiên cứu vật lý học.

Mười năm sau, lúc này Michelson đã là một Giáo sư tại Case School ở Cleveland, ông quan tâm nhiều đến việc đo lường thứ được gọi là lực cản của thinh không – một hình thức gió ngược được tạo ra bằng cách di chuyển một vật trong không gian. Một trong những dự đoán của các định luật Newton là: tốc độ của ánh sáng khi nó di chuyển qua thinh không sẽ thay đổi tùy thuộc vào việc người quan sát di chuyển tiến gần đến nó hay di chuyển tránh xa nó, nhưng trước đó không ai tìm ra được phương pháp để đo lường điều này. Michelson có ý tưởng rằng, nửa năm trái đất di chuyển hướng đến gần mặt trời và nửa năm còn lại nó di chuyển hướng ra xa mặt trời, và ông lý luận rằng nếu bạn đo lường cẩn thận sự khác biệt giữa hai mùa trái nghịch nhau và so sánh khoảng thời gian di chuyển của ánh sáng giữa hai mùa, bạn sẽ có được câu trả lời.

Michelson trao đổi với Alexander Graham Bell, người mới phát minh ra điện thoại, và yêu cầu Bell cung cấp quỹ để xây dựng thiết bị do Michelson sáng chế gọi là dụng cụ đo giao thoa, dụng cụ này có thể đo lường được tốc độ của ánh sáng với độ chính xác cao. Sau đó, được sự trợ giúp của Morley, Michelson dành hai năm cho việc này. Đây là công việc tỉ mỉ và khó khăn, đã từng có lúc công việc phải được hoãn lại vì sự kiệt sức của Michelson, nhưng vào năm 1887 họ đã có được những kết quả của mình. Chúng hoàn toàn không phải là những gì hai nhà khoa học này mong đợi tìm thấy.

Theo những gì nhà vật lý học thiên thể Kip S. Thorne đã viết: "Tốc độ của ánh sáng hóa ra lại không đổi ở *mọi* hướng và *mọi* mùa". Đó là dấu vết đầu tiên trong suốt hai trăm năm – thật vậy, chính xác là hai trăm năm – các quy luật của Newton trở thành sai lạc. Kết luận của Michelson-Morley trở thành, theo lời William H. Cropper, "có lẽ là kết luận có khả năng phủ nhận lớn nhất trong lịch sử về khoa học". Michelson được trao giải Nobel vật lý về công trình này – ông là người Mỹ đầu tiên nhận được vinh dự này – nhưng điều này không tồn tại sau hai mươi năm. Trong khoảng thời gian đó, những thử nghiệm của Michelson-Morley vẫn khiến người ta cảm thấy khó chịu, giống như một thứ mùi ẩm mốc, trong suy nghĩ của những nhà khoa học.

Đáng chú ý, và dù với những khám phá của mình, khi thế kỷ hai mươi xuất hiện Michelson là một trong những người tin rằng khoa học sắp đi đến điểm cuối, và chỉ cần gọt dũa đôi chút.

Thực ra, dĩ nhiên, thế giới sắp sửa bước vào một kỷ nguyên khoa học mới mà nhiều người sẽ không hiểu được và không ai có thể hiểu được mọi việc. Các nhà khoa học sắp sửa nhận thấy rằng mình đang trôi dạt giữa thế giới của các hạt và các phản hạt, nơi mà mọi thứ đến rồi lại đi trong một khoảng thời gian cực ngắn, nơi mà mọi thứ đều trở thành xa lạ. Khoa học đang chuyển từ thế giới vật lý học vĩ mô, nơi mà vật chất có thể được nhìn thấy, cầm nắm, và đong đo, sang thế giới vật lý học vi mô, nơi mà mọi sự kiện xảy ra cực nhanh đến mức khó có thể hình dung được. Chúng ta sắp sửa bước vào thời đại lượng tử, và người đầu tiên đưa chúng ta đến cánh cửa này chính là nhà khoa học kém may mắn Max Planck.

Vào năm 1900, lúc này ông là nhà vật lý học lý thuyết tại Đại học Berlin và đang ở độ tuổi bốn mươi hai, Planck công bố một "thuyết lượng tử" mới, công bố này xác định rằng năng lượng không phải là thứ tồn tại liên tục giống như một dòng nước mà sẽ tập trung vào các bó riêng lẻ, được gọi là các lượng tử. Đây là một khái niệm mới lạ, và là một khái niệm tốt. Trong khoảng thời gian ngắn nó giúp người ta có được giải pháp cho những bối rối từ những thử nghiệm của Michelson-Morley, nó chứng minh được rằng ánh sáng hoàn toàn không nhất thiết phải là một dải sóng. Về lâu về dài nó đã thiết lập được cơ sở cho toàn bộ vật lý học hiện đại. Xét về mọi phương diện, nó là manh mối đầu tiên giúp thế giới thay đổi.

Nhưng sự kiện tạo bước ngoặt – sự mở màn cho thời đại mới – xuất hiện vào năm 1905, khi ấy trên tập san vật lý Đức *Annalen der Physik* xuất hiện một loạt các bài thuyết trình của tác giả là một viên chức Thụy Sĩ trẻ tuổi, ông hoàn toàn không theo học Đại học, không hề đến phòng thí nghiệm, và chỉ sử dụng văn phòng làm việc ở Bern, tại đó ông được thuê mướn trong vai trò là một nhân viên kỹ thuật hạng ba.

Ông tên là Albert Einstein, và trong năm có nhiều sự kiện như thế ông đã trình bày trên tập san *Annalen der Physik* năm bài thuyết trình, trong số này có ba bài, theo C. P. Snow, "thuộc về những bài thuyết trình vĩ đại nhất trong lịch sử vật lý học" – một khảo sát hiệu ứng quang điện bằng cách vận dụng thuyết lượng tử mới của Planck, một nói về sự hoạt động của các hạt nhỏ trong thể vẩn (ngày nay được gọi là sự chuyển động Brownian), và vạch ra Thuyết Tương đối lừng danh.

Bài thuyết trình đầu tiên đem lại cho tác giả một giải Nobel và giải thích bản chất của ánh sáng (và cũng giúp người ta phát minh ra truyền hình, và nhiều thứ khác). [3] Bài thuyết trình thứ hai cung cấp bằng chứng cho thấy rằng nguyên tử thực sự tồn tại, thật lạ, đây lại là một sự việc gây nhiều tranh cãi. Bài thuyết trình thứ ba làm thay đổi thế giới này.

Einstein sinh năm 1879 tại Ulm, miền Nam nước Đức, nhưng lại lớn lên ở Munich. Tuổi thơ của ông gần như chẳng hứa hẹn điều gì lớn lao. Điều đáng chú ý là mãi đến khi ba tuổi ông mới bắt đầu tập nói. Vào những năm 1890, cha ông gặp thất bại trong việc kinh doanh ngành điện, gia đình chuyển đến sống tại Milan, nhưng Albert, lúc này mới là một cậu thiếu niên, đến Thụy Sĩ để tiếp tục việc học – nhưng ông thi trượt Đại học trong lần thử sức đầu tiên. Năm 1896 ông từ bỏ quốc tịch Đức để tránh bị cưỡng bách tòng quân và tham gia khóa học kéo dài bốn năm tại Học viện Zurich Polytechnic, khóa học này nhằm đào tạo các giáo viên khoa học tại các trường trung học. Ông là một học sinh thông minh nhưng không nổi bật.

Năm 1900 ông tốt nghiệp và chỉ vài tháng sau ông bắt đầu gửi các bài thuyết trình của mình cho tập san *Annalen der Physik*. Bài thuyết trình đầu tiên của ông, nói về chất lỏng trong ống nghiệm, xuất hiện trong cùng một tờ báo trình bày thuyết lượng tử của Planck. Từ năm 1902 đến 1904 ông trình bày một loạt các bài thuyết trình về cơ học thống kê chỉ để biết được rằng trước đó Willard Gibbs ở Connecticut đã thực hiện trình bày cùng một vấn đề như thế trong cuốn *Elementary Principles of Statistical Mechanics* xuất bản năm 1901.

Cũng trong thời gian đó ông phải lòng một cô bạn học sinh, một cô gái người Hungari tên là Mileva Maric. Năm 1901 họ có một đứa con ngoài giá thú, một cô con gái, họ âm thầm đem cho đứa bé làm con nuôi. Einstein không bao giờ gặp lại đứa con này. Hai năm sau, ông và Maric kết hôn. Giữa những sự kiện này, năm 1902, Einstein làm việc tại cơ quan cấp bằng sáng chế của Thụy Sĩ, ông làm việc ở đó liên tục bảy năm. Ông thích công việc này: nó có đủ sự kích thích

để giúp tâm trí ông luôn bận rộn, nhưng nó vẫn không đủ sức khiến ông sao lãng trong việc nghiên cứu vật lý học. Đây là nền tảng giúp ông tạo ra Thuyết Tương đối lừng danh vào năm 1905.

Được gọi là "Thuyết điện động lực của vật thể chuyển động", nó là một trong những bản thuyết trình khoa học phi thường nhất trong lịch sử, nó xứng đáng được như thế. Nó không có lời chú thích hay đoạn trích dẫn nào, nó gần như không liên hệ đến toán học, nó không đề cập đến bất kỳ tài liệu nào xuất hiện trước nó, và nó chỉ hàm ơn sự trợ giúp của một người duy nhất, một đồng nghiệp tại phòng cấp bằng sáng chế tên là Michele Besso. Theo những gì C. P. Snow đã viết thì, cứ như thể Einstein "đã có được những kết luận này chỉ bằng cách suy nghĩ, một mình, không nghe ý kiến của bất kỳ ai. Thật ngạc nhiên, đó chính là những gì ông ta đã thực hiện".

Công thức nổi tiếng của ông, $E = mc^2$, không xuất hiện trong bản thuyết trình, nhưng nó đã xuất hiện trong phần bổ sung ngắn gọn sau đó vài tháng. Bạn có thể nhớ lại những ngày mình còn đến trường, E trong công thức này là năng lượng (energy), m là khối lượng (mass), và c^2 là tốc độ ánh sáng bình phương.

Chúng ta có thể phát biểu ngắn gọn là, khối lượng và năng lượng có sự tương quan. Chúng là hai hình thức của cùng một đối tượng: năng lượng là vật chất được giải phóng; vật chất là tập hợp năng lượng tích tụ. Vì c^2 (bình phương tốc độ ánh sáng, tốc độ ánh sáng nhân với tốc độ ánh sáng) là một con số vô cùng lớn, thế nên phương trình này muốn nói rằng có một số năng lượng khổng lồ – một lượng thực sự lớn – tiềm ẩn trong mọi vật chất. [4]

Có thể bạn không cảm thấy khỏe lắm, nhưng nếu bạn là một người lớn trung bình bạn có thể sở hữu một số năng lượng không ít hơn 7×10^{18} Jun năng lượng tiềm tàng – đủ để nổ tung với một lực tương đương ba mươi quả bom hydro lớn. Mọi đối tượng đều sở hữu hình thức năng lượng này tiềm ẩn trong nó. Chỉ có điều là chúng ta không giỏi trong việc khai thác nó. Ngay cả một quả bom uranium – thứ mạnh mẽ nhất mà chúng ta đã tạo ra – cũng chỉ giải phóng được ít hơn một phần trăm năng lượng thực sự của nó.

Ngoài ra, học thuyết của Einstein còn giải thích được quá trình hoạt động của sự bức xạ: cách thức mà một lượng uranium có thể tạo ra một dòng suối năng lượng liên tục mà không hề tan chảy như băng tuyết. (Nó có thể làm được điều đó bằng cách chuyển hóa khối lượng thành năng lượng theo cách vô cùng hiệu quả theo công thức $E = mc^2$). Nó giải thích được tại sao các vì sao lại có thể bốc cháy suốt hàng tỷ năm mà không tiêu hết năng lượng của chúng. (Như trên). Nhanh gọn, dứt khoát, trong một công thức đơn giản, Einstein đem lại cho các nhà địa chất và các nhà thiên văn thành quả của hàng triệu năm. Trên hết, thuyết này cũng cho thấy rằng tốc độ của ánh sáng là bất biến và cao nhất. Không gì có thể di chuyển nhanh hơn ánh sáng. Nó đem lại ánh sáng (theo đúng nghĩa đen) cho hiểu biết của chúng ta về bản chất của vũ trụ. Nó cũng giải quyết vấn đề thinh không phát sáng bằng cách cho thấy rõ rằng nó không tồn tại. Einstein cho chúng ta thấy rằng vũ trụ không cần có sự tồn tại của thinh không.

Theo thói quen, các nhà vật lý học không quá chú ý đến những lời thông báo của một thư ký văn phòng như thế này, và vì vậy, dù báo chí đưa tin liên tục các bài thuyết trình của Einstein chỉ thu hút được rất ít sự chú ý. Sau khi giải quyết được nhiều bí ẩn sâu sắc nhất của vũ trụ, Einstein nộp đơn xin giảng dạy tại một trường Đại học nọ và bị khước từ, và tiếp theo ông nộp đơn xin giảng dạy tại một trường trung học và cũng bị khước từ. Thế nên ông quay lại công việc cũ của mình trong vai trò là một thư ký hạng ba, nhưng dĩ nhiên ông vẫn không ngừng suy nghĩ. Ông vẫn chưa dừng lại ở đó.

Một lần nọ, khi thi sĩ Paul Valéry hỏi Einstein rằng ông có mang theo bên mình một cuốn sổ để ghi chép những ý tưởng của mình không, Einstein nhìn Valéry với vẻ ngạc nhiên. "Ô, cái đó không cần thiết", ông đáp, "Hiếm khi nào tôi dùng sổ lắm". Tôi không cần phải nói rằng khi ông ta có một ý tưởng nào đó thì nó thường là một ý tưởng tốt. Theo Boorse, Motz, và Weaver thì, "là sự sáng tạo của một cá nhân, rõ ràng nó là thành tựu thông minh nhất của nhân loại".

Năm 1907, hoặc đâu đó trong khoảng thời gian này, Albert Einstein trông thấy một công nhân té ngã từ trên mái nhà và ông bắt đầu suy nghĩ về trọng lực. Các bạn biết đấy, giống như các câu chuyện ca ngợi khác, câu chuyện này dường như cũng không đích xác. Theo lời Einstein, ông đang ngồi trên một chiếc ghế thì vấn đề trọng lực xuất hiện trong tâm trí ông.

Thật vậy, những gì xảy ra với Einstein cũng gần như là điểm khởi đầu để giải quyết vấn đề trọng lực, vì trước đó, ngay từ đầu, ông đã nhận thấy rằng còn có một thiếu khuyết đối với học thuyết đặc biệt của ông, thiếu khuyết đó chính là trọng lực. Điều "đặc biệt" đối với học thuyết đặc biệt này là, nó xử lý những vật di chuyển trong trạng thái không bị cản trở. Nhưng điều gì xảy ra khi một vật đang di chuyển – trên hết là ánh sáng – nhưng lại gặp sự trở ngại chẳng hạn như trọng lực? Đây là câu hỏi ám ảnh ông suốt gần một thập kỷ sau và dẫn đến sự xuất hiện của bản thuyết trình vào năm 1917 có tiêu đề là "Cosmological Considerations on the General Theory of Relativity" (Những suy xét trong vũ trụ học về Thuyết Tương đối tổng quát). Thuyết Tương đối đặc biệt của năm 1905 là một tác phẩm quan trọng và sâu sắc, dĩ nhiên, nhưng theo lời C. P. Snow thì, nếu Einstein không nghĩ đến nó thì người khác cũng sẽ nghĩ ra, có lẽ chỉ trong vòng năm năm; nó là một ý tưởng sẵn sàng xuất hiện. Nhưng Thuyết Tương đối tổng quát này lại là thứ hoàn toàn khác. "Nếu không có nó", Snow viết vào năm 1979, "có lẽ mãi đến ngày nay chúng ta vẫn đang chờ đợi nó xuất hiện".

Với chiếc tẩu, thái độ ân cần và khiêm tốn, và mái tóc bị nhiễm điện, Einstein là một nhân vật quá tuyệt vời nên không thể mãi mãi bị che mờ, và vào năm 1919, chiến tranh kết thúc, thế giới đột nhiên khám phá ra ông. Gần như ngay lập tức các Học Thuyết Tương đối của ông trở nên nổi tiếng đến mức một người bình thường mãi mãi không bao giờ có được. Theo những gì David Bodanis vạch ra trong cuốn sách nổi tiếng của mình, cuốn $E = mc^2$, tờ *New York Times* quyết định thực hiện một cuộc phỏng vấn và cử phóng viên Henry Crouch thực hiện cuộc phỏng vấn này.

Crouch rõ ràng là người thiếu sâu sắc, và ông gần như đã hiểu mọi việc một cách sai lạc. Một trong những sai lạc lớn nhất trong bản tường thuật của ông là sự xác nhận rằng Einstein đã tìm một nhà xuất bản đủ liều lĩnh dám xuất bản một cuốn sách mà chỉ có mười hai người "trên thế giới có thể hiểu được". Chẳng có cuốn sách nào như thế cả, chẳng có nhà xuất bản nào như thế cả, và cũng chẳng có con số mười hai người am hiểu như thế, nhưng dù sao việc này cũng tạo ra nhiều trở ngại. Chẳng bao lâu sau, con số những người có thể hiểu được Thuyết Tương đối giảm xuống đến mức không ai có thể hình dung được.

Khi một nhà báo hỏi nhà thiên văn học người Anh, Ngài Arthur Eddington, rằng ông có phải là một trong ba người duy nhất trên thế giới có thể hiểu được các Thuyết Tương đối của Einstein không, Eddington suy nghĩ một lúc rồi đáp: "Tôi đang cố nghĩ xem ai là người thứ ba có thể hiểu được các Thuyết Tương đối này". Thực ra, vấn đề ở đây không phải là do các Thuyết Tương đối này liên quan đến quá nhiều công thức khác nhau, hay liên quan đến các phép biến đổi của Lorentz, hoặc gồm nhiều định đề toán học phức tạp (dù rằng Einstein phải nhờ sự trợ giúp của chúng), mà vấn đề ở đây là nó hoàn toàn không thể cảm nhận được bằng trực giác.

Về cơ bản, những gì Thuyết Tương đối phát biểu là: không gian và thời gian không hoàn toàn tuyệt đối mà chỉ mang tính tương đối đối với cả đối tượng quan sát lẫn đối tượng được quan sát, và các đối tượng di chuyển càng nhanh thì những tác động này càng được thể hiện rõ rệt. Chúng ta không bao giờ có thể di chuyển với vận tốc ánh sáng, và chúng ta càng di chuyển nhanh thì những lệch lạc này càng xuất hiện rõ ràng, đối với người quan sát bên ngoài.

Gần như ngay lập tức, các nhà khoa học cố gắng tìm cách để giúp mọi người có thể thấu hiểu và vận dụng được các Thuyết Tương đối này. Một trong những nỗ lực thành công nhất – ít ra cũng về phương diện thương mại – là cuốn *The ABC of Relativity* của tác giả Bertrand Russell vốn là nhà toán học kiêm triết gia. Trong cuốn sách này, Russell mượn một hình ảnh đã được vận dụng nhiều lần trong lịch sử. Ông yêu cầu độc giả hình dung một đoàn xe lửa dài một trăm yard (1 yard = 0,914 met) di chuyển với tốc độ bằng sáu mươi phần trăm tốc độ ánh sáng. Đối với một người đang đứng tại sân ga để quan sát, đoàn tàu dường như chỉ dài 7,312 met và mọi thứ trên nó dường bị nén lại. Nếu chúng ta có thể nghe được các hành khách trên đoàn xe lửa

này trò chuyện, giọng nói của họ sẽ trở thành âm thanh líu nhíu và "nhão", giống như một bản nhạc được phát với tốc độ quá chậm, và sự chuyển động của họ dường như rất chậm. Ngay cả những chiếc đồng hồ trên đoàn xe lửa cũng dường như chạy với vận tốc bằng bốn phần năm vận tốc bình thường của chúng.

Tuy nhiên – vấn đề là ở đây – những người trên đoàn xe lửa lại không có cảm giác lệch lạc này. Với họ, mọi thứ trên đoàn xe lửa đều dường như khá bình thường. Họ chỉ nhận thấy rằng chúng ta, những người đứng tại sân ga, có vẻ như bị nén nhỏ lại và di chuyển chậm lại. Bạn thấy đấy, tất cả đều tùy thuộc vào vị trí của bạn trong mối quan hệ với đối tượng chuyển động.

Thực ra thì hiệu ứng này xảy ra mỗi khi bạn di chuyển. Bạn hãy bay xuyên Hoa Kỳ, và bạn sẽ bước xuống từ máy bay, lúc này bạn trẻ hơn một phần rất nhỏ của giây so với những người bạn đã bỏ lại phía sau. Ngay cả khi bạn bước ngang qua phòng bạn cũng sẽ thay đổi trải nghiệm về thời gian và không gian của mình. Người ta tính toán được rằng một quả bóng chày được ném với vận tốc một trăm dặm một giờ sẽ tăng thêm 0,000000000002 gam trọng lượng. Thế nên hiệu ứng của Thuyết Tương đối là có thật và đã được đo lường. Vấn đề ở đây là những thay đổi như thế quá nhỏ nên không thể tạo ra bất kỳ sự khác biệt nào để chúng ta có thể cảm nhận được bằng trực giác. Nhưng đối với các đối tượng khác trong vũ trụ – ánh sáng, trọng lực, và chính vũ trụ – thì vấn đề này lại tác động mạnh đến chúng.

Thế nên nếu những ý tưởng về sự tương đối ở đây có vẻ khó hiểu, đó chỉ là do chúng ta không cảm nhận được những tương tác này trong đời sống bình thường. Tuy nhiên, quay lại với Bodanis, tất cả chúng ta đều chịu tác động của một hình thức tương đối khác – ví dụ với âm thanh. Nếu bạn ngồi tại một công viên và một ai đó đang chơi nhạc ồn ào, bạn biết rằng nếu bạn di chuyển cách xa nơi này thì âm thanh dường như trở nên êm ả hơn. Sở dĩ như thế không phải là vì âm thanh thực sự trở nên êm ả hơn, dĩ nhiên, mà chỉ đơn giản vì vị trí của bạn trong mối quan hệ với nó đã thay đổi.

Thuyết Tương đối khó cảm nhận bằng trực giác nhất và thử thách nhất chính là ý tưởng rằng thời gian là một phần của không gian. Chúng ta có xu hướng cho rằng thời gian là thứ vĩnh cữu, tuyệt đối, bất biến – không gì có thể tác động đến nó. Thực ra, theo Einstein, thời gian có thể thay đổi và liên tục thay đổi. Thậm chí nó còn có hình dạng. Nó gắn liền – "có quan hệ chặt chẽ", theo lời Stephen Hawking – với ba chiều của không gian trong một phạm trù nghe có vẻ kỳ lạ là không-thời gian.

Không-thời gian thường được giải thích bằng cách yêu cầu bạn hình dung một thứ gì đó phẳng nhưng mềm dẻo – chẳng hạn một tấm đệm, hoặc một tấm cao su được kéo căng ra – trên đó là một vật nặng tròn, chẳng hạn một quả bóng sắt. Trọng lượng của hòn bi sắt khiến mặt phẳng này căng ra và trũng xuống. Điều này có thể so sánh tương tự với tác động của một vật khổng lồ chẳng hạn như mặt trời (quả bóng sắt) đối với không-thời gian (tấm đệm hoặc tấm cao su): nó kéo căng, bẻ cong, và làm oằn không-thời gian. Lúc này nếu bạn lăn một quả bóng nhỏ hơn ngang qua chất liệu này (tấm đệm hoặc tấm cao su), nó cố gắng di chuyển theo một đường thẳng theo đúng các định luật chuyển động của Newton, nhưng khi nó đến gần đối tượng lớn hơn này và gần con dốc của vùng trũng, nó lăn xuống, bị hút thẳng vào vật lớn hơn này. Đây là trọng lực – một sản phẩm được tạo ra bởi sự uốn cong của không-thời gian.

Mọi đối tượng có khối lượng đều tạo ra sự cong oằn trong kết cấu vũ trụ. Thế nên vũ trụ, theo Dennis Overbye, là "một tấm đệm trũng khổng lồ". Trọng lực ở đây không còn là một sản phẩm – "không phải là một 'lực' mà là một sản phẩm phụ trong quá trình bẻ cong không-thời gian", theo lời nhà vật lý học Michio Kaku, "Xét một khía cạnh nào đó, trọng lực không còn tồn tại; những gì làm di chuyển các hành tinh và các vì sao chính là sự vặn xoắn của không gian và thời gian".

Dĩ nhiên cách giải thích như thế này chỉ có thể đưa chúng ta đến được đây vì nó không kết hợp được tác động của thời gian.

Nhưng khi đó suy nghĩ của chúng ta chỉ có thể đưa chúng ta đến được đó vì chúng ta gần như không thể hình dung một phạm trù gồm có ba phần không gian với một phần thời gian, tất cả đan xen với nhau giống như những sợi chỉ trong khung cửi. Trong mọi trường hợp, tôi nghĩ

chúng ta có thể đồng ý rằng đây là một suy nghĩ vô cùng lớn đối với một chàng trai trẻ đang nhìn ra cửa sổ từ một văn phòng tại thủ đô Thụy Sĩ.

Trong số nhiều thành tựu khác nhau, Thuyết Tương đối tổng quát của Einstein đề xuất rằng vũ trụ ắt hẳn hoặc liên tục nở rộng hoặc liên tục co lại. Nhưng Einstein không phải là một nhà thiên văn, và ông chấp nhận hiểu biết hiện thời cho rằng vũ trụ là cố định và vĩnh cữu. Hơi mâu thuẫn với chính mình, ông đưa vào các phương trình của mình thứ được gọi là hằng số vũ trụ, hằng số này tùy tiện làm đối trọng với hiệu ứng của trọng lực, đóng vai trò là nút tạm ngưng trong toán học. Các sách nói về lịch sử khoa học đều thứ lỗi cho Einstein về sai sót này, nhưng thực ra đây là một thiếu sót khá lớn trong khoa học và ông biết điều đó. Ông gọi đó là "điều ngớ ngẩn lớn nhất trong đời tôi".

Rất trùng hợp, tại thời điểm Einstein đang đưa hằng số vũ trụ vào học thuyết của mình, tại đài thiên văn Lowell thuộc Arizona, một nhà thiên văn tên gọi Vesto Slipher (thực ra quê ông ở Indiana) đang đọc các tài liệu phổ ký về các vì sao ở rất xa và khám phá được rằng chúng dường như đang di chuyển ngày càng xa chúng ta hơn. Vũ trụ không hề tĩnh tại. Những vì sao mà Slipher quan sát thể hiện các dấu hiệu biến đổi âm Doppler [5] – cơ chế giống như sự thay đổi âm *yee* sang âm *yummm* mà xe hơi thường tạo ra khi chúng chạy vụt qua đường đua. Hiện tượng này cũng được áp dụng cho ánh sáng, và trong trường hợp các dải ngân hà đang lùi xa thì nó có màu đỏ (vì khi ánh sáng di chuyển hướng xa chúng ta thì nó chuyển sang màu đỏ; khi nó di chuyển hướng về chúng ta thì nó có màu xanh biển).

Slipher là người đầu tiên nhận thấy hiệu ứng này đối với ánh sáng và ông ý thức được ý nghĩa quan trọng của nó đối với sự hiểu biết về sự chuyển động của vũ trụ. Đáng tiếc là không ai hiểu được hết giá trị của việc này. Đài thiên văn Lowell, bạn có thể nhớ lại, được xây dựng từ sự ám ảnh của Percival Lowell về các con kênh trên sao Hỏa, được xây dựng vào những năm 1910, là thành tựu nổi bật của thiên văn học. Slipher không hiểu được Thuyết Tương đối của Einstein, và thế giới, tương tự, cũng không hiểu được Slipher. Thế nên khám phá của ông không tạo ra ảnh hưởng gì.

Thay vì thế, niềm vinh dự này lại chuyển sang cho Edwin Hubble. Hubble sinh năm 1889, mười năm sau Einstein, tại thị trấn nhỏ Missouri ở vùng ven Ozarks, ông lớn lên ở đó và ở Wheaton, Illinois, ngoại ô Chicago. Cha ông là ủy viên bảo hiểm thành công, thế nên đời sống của ông luôn sung túc, và Edwin cũng được thừa hưởng nhiều tài sản lớn. Ông là người mạnh khỏe, có năng khiếu thể thao, duyên dáng, thông minh, và ngoại hình đẹp – "vô cùng đẹp trai" theo sự mô tả của William H. Cropper, "một thanh niên đẹp trai" theo lời một người hâm mộ khác. Theo những mô tả về ông, ông cũng sống một đời dũng cảm – cứu người chết đuối, dẫn đầu một đoàn quân chiến thắng tại các chiến trường ở Pháp, là tay chơi quyền anh nổi tiếng với những cú đấm có thể hạ đo ván đối phương. Đúng vậy. Vì tài năng của mình, Hubble cũng là người hay nói dối.

Điều này khá kỳ quặc, vì đời sống của Hubble ngay từ nhỏ đã gắn liền với sự xuất chúng đôi khi huy hoàng đến mức lố lăng. Tại cuộc hội thao các trường trung học năm 1906, ông giành chiến thắng trong môn nhảy sào, đẩy tạ, ném đĩa, quăng búa, nhảy cao và nhảy cao tại chỗ, và chạy tiếp sức đồng đội. Cũng trong năm đó ông thiết lập kỷ lục nhảy cao tại Illinois.

Trong vai trò là nhà nghiên cứu ông cũng tài giỏi không kém, và ông dễ dàng được nhận vào nghiên cứu vật lý và thiên văn tại Đại học Chicago (rất ngẫu nhiên, lúc này Albert Michelson là trưởng bộ phận này). Tại đây ông được bầu chọn là một trong những nhà nghiên cứu Rhodes tại Oxford. Ba năm sống tại Anh rõ ràng đã thay đổi suy nghĩ của ông, vì khi ông quay về Wheaton vào năm 1913 ông có thói quen mặc áo choàng ê-cốt, ngậm tẩu, và giọng nói đặc biệt trang nghiêm. Dù rằng sau đó ông khẳng định rằng mình đã trải qua gần hai mươi năm tại Kentucky, thực ra ông đã làm việc trong vai trò là giáo viên trung học và huấn luyện viên bóng rổ tại New Albany, Indiana, trước khi có được bằng Tiến sĩ và phục vụ quân ngũ ngắn hạn. (Ông đến Pháp một tháng trước khi có thỏa thuận ngừng bắn và gần như ông chưa bao giờ nghe thấy tiếng súng nổ trong sự tức giận).

Năm 1919, ở độ tuổi ba mươi, ông chuyển đến California và đảm nhận vị trí tại đài thiên văn trên đỉnh Wilson gần Los Angeles. Ngay lập tức, ông trở thành nhà thiên văn học nổi tiếng của thế kỷ hai mươi.

Chúng ta cũng nên ngừng lại một chút để nói về những hạn hẹp đối với hiểu biết của con người về vũ trụ vào thời điểm đó. Ngày nay các nhà thiên văn tin rằng có lẽ có khoảng 140 tỷ dải ngân hà trong vũ trụ mà chúng ta có thể nhìn thấy được. Đó là một con số khổng lồ, lớn hơn nhiều so với những gì bạn nghĩ. Nếu các dải ngân hà là các hạt đậu bị đóng băng, nó sẽ đủ để lấp đầy một hội trường rộng – chẳng hạn như Hội trường Royal Albert. (Một nhà vật lý học thiên thể tên là Bruce Gregory đã tính toán được điều này). Vào năm 1919, khi Hubble lần đầu tiên đặt mắt mình vào thị kính, con số các dải ngân hà này chỉ là một: dải ngân hà Milky Way. Tất cả những thứ còn lại đều được cho rằng hoặc là một phần của Milky Way hoặc là một trong nhiều đám khí ngoại biên. Hubble nhanh chóng chứng minh được rằng suy nghĩ đó là sai lạc.

Trong suốt một thập niên sau đó, Hubble xử lý hai trong số những vấn đề cơ bản nhất về vũ trụ: nó bao nhiêu tuổi, và nó to lớn đến mức nào? Để trả lời được hai câu hỏi này thì chúng ta nhất định phải hiểu hai việc – các dải ngân hà cách chúng ta bao xa và chúng di chuyển xa dần chúng ta với tốc độ bao nhiêu. Ánh sáng đỏ cho thấy rằng các dải ngân hà đang di chuyển xa dần chúng ta, nhưng nó không cho chúng ta biết được rằng chúng cách chúng ta bao xa. Để biết được điều đó chúng ta cần có thứ được gọi là "những ngọn nến chuẩn" – các vì sao có ánh sáng dễ dàng tính toán chính xác và được vận dụng trong vai trò là các điểm chuẩn để đo lường độ sáng (và cả khoảng cách tương đối) của các vì sao khác.

Vận may của Hubble đến sau khi một phụ nữ tài ba tên gọi Henrietta Swan Leavitt tìm được cách để thực hiện điều đó. Leavitt làm việc tại đài thiên văn Đại học Havard trong vai trò là chuyên gia tính toán, theo chúng tôi biết. Các chuyên gia tính toán dành cả đời để nghiên cứu các hình ảnh của các vì sao và thực hiện công việc tính toán – đây là tên gọi cho nghề nghiệp của họ. Đây là một công việc khá vất vả, nhưng vào những ngày đó thì đây là công việc có khả năng giúp một phụ nữ có thể trở thành một nhà thiên văn thực sự tại Havard.

Một chuyên gia tính toán của Havard, Annie Jump Cannon, đã vận dụng sự quen thuộc nhuần nhuyễn của mình đối với các vì sao để tạo ra một hệ thống phân loại các vì sao, phương pháp này có giá trị thực tiễn cao đến mức ngày nay nó vẫn được vận dụng. Đóng góp của Leavitt thậm chí còn sâu sắc hơn. Cô nhận thấy rằng một loại sao được gọi là các sao Cepheid (sau chòm sao Cepheus, nơi nó được nhận diện lần đầu tiên) liên tục dao động với sự nhịp nhàng – một hình thức nhịp (tim) đập của các vì sao. Sao Polaris (sao Bắc cực) là một vì sao loại Cepheid.

Ngày nay chúng ta biết rằng sở dĩ các sao Cepheid dao động nhịp nhàng như thế là vì chúng là những vì sao khá già cỗi đã vượt qua "thời kỳ chính của chúng", theo cách nói của các nhà thiên văn, và trở thành những vì sao khổng lồ màu đỏ. Hóa học về các vì sao khổng lồ màu đỏ có ý nghĩa quan trọng đối với những cân nhắc của chúng ta ở đây (nó đòi hỏi sự hiểu biết về các đặc tính của các nguyên tử heli được ion hóa, và nhiều yếu tố khác), nhưng ở đây đơn giản nó có ý nghĩa là, chúng đốt cháy nhiên liệu còn lại của chúng theo cách có thể tạo ra được ánh sáng có cường độ mạnh và rất nhịp nhàng. Tài năng của Leavitt ở đây là qua việc so sánh độ sáng biểu kiến của các vì sao Cepheids tại những điểm khác nhau trên bầu trời cô có thể xác định được vị trí của chúng trong mối quan hệ với nhau. Chúng có thể được vận dụng trong vai trò là "các ngọn nến chuẩn" – cụm từ mà cô nghĩ ra và vẫn được sử dụng đến ngày nay. Phương pháp này không những giúp chúng ta xác định được các khoảng cách tương đối mà còn giúp chúng ta xác định được các khoảng cách chính xác, đây là lần đầu tiên có người tìm được phương pháp tiện dụng để đo lường vũ trụ bao la này.

(Khi nói đến những việc này, có lẽ chúng ta cũng nên lưu ý rằng vào thời điểm đó Leavitt và Cannon chỉ đề cập đến những đặc tính cơ bản của vũ trụ từ những dấu vết mờ mờ trên những hình ảnh chụp được về vũ trụ; nhà thiên văn học của Havard, William H. Pickering, dĩ nhiên ông có thể quan sát vũ trụ bằng loại kính thiên văn hạng nhất bất cứ lúc nào ông muốn, đã phát triển học thuyết phôi thai của mình cho rằng những vết đen trên mặt trăng được tạo ra bởi vố số các côn trùng di trú theo mùa).

Kết hợp tiêu chuẩn so sánh vũ trụ của Leavitt với khám phá về sự thay đổi ánh sáng sang màu đỏ của Vesto Slipper, lúc này Edwin Hubble bắt đầu đo lường các điểm đã chọn trong không gian bằng một tư duy mới. Năm 1923 ông cho thấy rằng luồng khí mỏng ở chòm sao Andromeda được gọi là M31 hoàn toàn không phải là đám mây khí mà là ánh sáng của các vì sao, một dải ngân hà độc lập, có bề rộng khoảng một trăm nghìn năm ánh sáng và cách xa chúng ta ít nhất chín trăm nghìn năm ánh sáng. Vũ trụ này to lớn hơn nhiều – rất nhiều – so với những gì bất kỳ ai có thể hình dung. Năm 1924 ông trình bày một bản thuyết trình có khả năng tạo bước ngoặt, "Cepheids in Spiral Nebulae", trong đó ông nói rằng vũ trụ không chỉ gồm có dải ngân hà Milky Way mà còn có nhiều dải ngân hà độc lập khác, đại đa số chúng lớn hơn so với Milky Way và cách chúng ta rất xa.

Chỉ khám phá này thôi cũng đủ để đem lại danh tiếng cho Hubble, nhưng lúc này ông lại chuyển sang tìm hiểu xem vũ trụ này to lớn đến mức nào, và ông đã thực hiện một khám phá thậm chí còn tạo ấn tượng lớn hơn. Hubble bắt đầu đo lường các quang phổ của các dải ngân hà ở xa – công việc mà trước đó Slipher đã thực hiện tại Arizona. Sử dụng kính thiên văn hiện đại tại đỉnh Wilson và những suy luận sắc sảo, ông khám phá được rằng mọi dải ngân hà trên bầu trời (ngoại trừ dải ngân hà của chúng ta) đang di chuyển hướng ra xa chúng ta. Hơn nữa, tốc độ và khoảng cách của chúng tương ứng với khoảng cách: chúng càng di chuyển xa thì chúng càng di chuyển nhanh.

Đây là điều đáng ngạc nhiên. Vũ trụ liên tục nở rộng, rất nhanh và hướng về mọi hướng. Chúng ta có thể hình dung rằng ắt hẳn chúng đã di chuyển xuất phát từ một điểm trung tâm nào đó. Khác xa với trạng thái vĩnh cửu và cố định mà trước đó mọi người luôn tin chắc, đây là một vũ trụ có điểm khởi đầu. Thế nên nó có thể có điểm kết thúc.

Theo ghi chú của Stephen Hawking, điều băn khoăn của chúng ta ở đây là trước đó chưa ai hình dung được sự nở rộng của vũ trụ. Một vũ trụ tĩnh tại, theo Newton và mọi nhà thiên văn học trước đó, trở thành một khái niệm hoàn toàn sai lạc. Ngoài ra còn có một vấn đề là: nếu mọi vì sao bốc cháy đến vô hạn trong một vũ trụ bất động thì chúng đã khiến cho toàn vũ trụ này trở nên vô cùng nóng bức – rõ ràng là quá nóng để chúng ta có thể tồn tại. Một vũ trụ liên tục chuyển động, liên tục nở rộng, giúp chúng ta giải quyết được triệt để đa số những vấn đề này.

Hubble tỏ ra giỏi hơn nhiều trong vai trò là chuyên gia quan sát so với vai trò là nhà tư tưởng và ông không lập tức đánh giá cao ý nghĩa của những gì mình đã khám phá. Một phần là do ông hoàn toàn không biết gì về Thuyết Tương đối Tổng quát của Einstein. Đây là điều khá kỳ lạ, vì lúc này Einstein và Thuyết Tương đối của ông đã nổi tiếng khắp thế giới. Hơn nữa, vào năm 1929 Albert Michelson – lúc này đã ở tuổi xế chiều nhưng vẫn còn là một trong những nhà khoa học xuất chúng và được yêu mến nhất – đã chọn vị trí tại đỉnh Wilson để đo lường vận tốc của ánh sáng bằng dụng cụ đo giao thoa đáng tin cậy của mình, và ắt hẳn ông đã đề cập với Hubble về ứng dụng của Thuyết Tương đối của Einstein vào những khám phá của ông.

Nói gì thì nói, Hubble đã không tận dụng được Thuyết Tương đối của Einstein khi có cơ hội. Thay vì thế, người làm được việc này lại là một linh mục kiêm nhà nghiên cứu người Bỉ (với bằng Tiến sĩ do MIT cấp) tên là Georges Lemaitre. Ông kết hợp hai nguồn kiến thức quan trọng này trong "thuyết pháo hoa" của mình, thuyết này đề xuất rằng vũ trụ khởi đầu là một điểm hình học, "hạt nhân nguyên sinh", hạt nhân này nổ bùng lên và tạo thành các thiên thể chuyển động trên bầu trời mãi đến nay. Đó là một ý tưởng cơ sở cho khái niệm về Big Bang hiện đại nhưng ngoài ra Lemaitre dường như chẳng nói thêm bất kỳ điều gì khác. Thế giới này cần thêm vài thập niên nữa, sau đó là khám phá vô tình về sự bức xạ nền của vũ trụ bởi Penzias và Wilson tại New Jersey (đã trình bày ở phần trước) trước khi có sự xuất hiện của học thuyết thú vị về Big Bang.

Năm 1936 Hubble xuất bản cuốn sách nổi tiếng, *The Realm of the Nebulae*, cuốn sách này giải thích theo phong cách vui nhộn về những khám phá đáng kể của ông. Cuối cùng, trong cuốn sách này ông khẳng định rằng trước đó ông đã tìm hiểu Thuyết Tương đối của Einstein – ở một mức độ nào đó: ông dành bốn trang trong số hai trăm trang của cuốn sách để nói về việc này.

Hubble qua đời do bởi triệu chứng tim mạch vào năm 1953. Điều kỳ quặc cuối cùng đang chờ đợi ông. Vì những lý do bị che giấu trong sự bí ẩn, vợ không chấp nhận tổ chức đám tang và không bao giờ tiết lộ về việc bà ấy đã làm gì với thi thể của ông. Nửa thế kỷ sau người ta vẫn không biết nơi ở của nhà thiên văn học vĩ đại nhất của thế kỷ này. Để tưởng niệm Hubble bạn hãy nhìn lên bầu trời và hãy đến tham quan đài thiên văn Hubble Space Telescope, được xây dựng năm 1990 và đặt tên theo ông để tỏ lòng kính trọng ông.

---

[1] Đặc biệt entrôpi là phép đo lường sự bừa bộn hoặc sự mất trật tự của một hệ thống. Darrell Ebbing, trong cuốn *General Chemistry*, đề nghị chúng ta hãy hình dung một cỗ bài. Một cỗ bài mới được lấy ra từ một chiếc hộp, được sắp xếp theo thứ tự từ quân ách (ace) đến quân già (king), có thể được xem là đang ở tình trạng có trật tự. Bạn hãy xáo các quân bài này và bạn đặt chúng trong tình trạng mất trật tự. Entrôpi là một phương pháp để đo lường xem nó mất trật tự đến mức nào và xác định khả năng có thể xảy ra với những bước xáo trộn tiếp theo. Dĩ nhiên, nếu bạn muốn có được những hiểu biết tốt hơn thì bạn cần phải biết các khái niệm khác chẳng hạn như sự bất biến nhiệt, khoảng cách lưới, và các mối quan hệ hóa học lượng pháp, nhưng đây chỉ là một ý tưởng khái quát.

[2] Planck là người kém may mắn trong đời. Người vợ đầu tiên của ông qua đời khi còn rất trẻ vào năm 1909, và con trai nhỏ của ông bị thiệt mạng trong cuộc Chiến tranh thế giới lần thứ nhất, ông cũng có hai đứa con gái song sinh mà ông rất yêu quý. Một người qua đời trong khi đang sinh đẻ. Cô con gái còn lại chăm sóc em bé và đem lòng yêu thương người anh rể. Họ kết hôn và hai năm sau cô ấy qua đời cũng trong khi đang sinh đẻ. Năm 1944, khi Planck được tám mươi lăm tuổi, một quả bom của phe Đồng minh rơi trúng nhà ông khiến ông mất hết mọi thứ - các bản thuyết trình, sách vở, tài liệu, sổ nhật ký, tất cả tài sản. Một năm sau, người con trai còn lại duy nhất của ông bị bắt giữ trong một âm mưu ám sát Hitler và bị hành quyết.

[3] Einstein được kính trọng, có phần không cụ thể, "về sự phục vụ dành cho vật lý học lý thuyết". Ông đã phải đợi mười sáu năm, mãi đến năm 1921, mới được tặng giải Nobel - một khoảng thời gian khá dài, nhưng vẫn chưa là gì so với Frederick Reines, ông khám phá ra nơtrinô vào năm 1957 nhưng không nhận được giải Nobel mãi đến năm 1995, sau ba mươi tám năm, hoặc so với Ernst Ruska, ông phát minh ra kính hiển vi điện tử vào năm 1932 và nhận giải Nobel năm 1986, hơn nửa thế kỷ trôi qua. Vì giải Nobel không bao giờ được trao tặng sau khi tác giả qua đời, nên yếu tố tuổi thọ cũng đóng vai trò quan trọng không kém gì yếu tố tài năng của người nhận giải.

[4] Tại sao *c* lại là ký tự tượng trưng cho tốc độ ánh sáng lại là một việc bí ẩn. Nhưng David Bodanis đề xuất rằng có lẽ nó xuất nguồn từ tiếng La Tinh *celeritas*, có nghĩa là sự nhanh lẹ. Ấn bản từ điển *Oxtord English Dictionary*, được biên soạn mười năm trước khi học thuyết này ra đời, xác nhận *c* là ký tự tượng trưng cho nhiều thứ, từ *carbon* cho đến *cricket*, nhưng không đề cập đến việc nó là ký tự tượng trưng cho tốc độ ánh sáng.

[5] Được đặt tên theo Joham Christian Doppler, một nhà vật lý người Áo, ông là người đầu tiên nhận ra hiệu ứng này vào năm 1842. Nói ngắn gọn, khi một vật chuyển động hướng về phía một vật tĩnh tại thì các sóng âm của nó bị dồn nén lại khi chúng va phải bất kỳ thiết bị nào nhận chúng (chẳng hạn như tai bạn), cũng giống như khi một vật nào đó bị đẩy mạnh từ phía sau hướng về phía một vật bất động. Người nghe cảm nhận âm thanh bị dồn nén này giống như loại âm thanh được đưa lên tần số cao (tiếng *yee*). Khi nguồn âm này kết thúc, các sóng âm bị kéo dài ra, khiến cao độ bị kéo xuống đột ngột (tiếng *yummm*).

9. NGUYÊN TỬ PHI THƯỜNG

Trong khi Einstein và Hubble tỏ ra rất hiệu quả trong việc làm sáng tỏ những khúc mắc về vũ trụ, các nhà khoa học khác lại cố gắng tìm hiểu một cái gì đó gần gũi hơn nhưng thực ra lại rất xa xôi: nguyên tử bé nhỏ nhưng vô cùng bí ẩn.

Nhà vật lý học nổi tiếng Richard Feynman đã từng nhận xét rằng nếu bạn phải gói gọn lịch sử khoa học trong một câu nói duy nhất, câu nói đó sẽ là "Mọi đối tượng đều được cấu thành bởi nguyên tử". Chúng xuất hiện khắp mọi nơi và chúng cấu thành mọi thứ. Bạn hãy nhìn quanh mình. Tất cả đều là nguyên tử. Không chỉ những vật rắn chẳng hạn như tường nhà và bàn ghế, mà còn cả không khí quanh bạn. Và chúng xuất hiện với số lượng mà bạn không bao giờ có thể hình dung được.

Chỉnh hợp cơ bản của nguyên tử là phân tử. Một phân tử là tập hợp nhiều hơn một nguyên tử vận hành cùng với nhau trong sự sắp xếp tương đối ổn định: bạn thêm hai nguyên tử hydro vào một nguyên tử oxy và bạn sẽ có một phân tử nước. Các nhà hóa học thường dùng cụm từ "phân tử" hơn là "nguyên tố", giống như các nhà văn thường dùng từ ngữ hơn mẫu tự, thế nên số lượng các phân tử là vô cùng lớn. Ở độ cao bằng không so với mực nước biển, ở nhiệt độ 32 độ F, một centimet khối không khí (có nghĩa là, một khoảng không gian có kích cỡ bằng một hạt đường) chứa đựng 45 tỷ tỷ phân tử. Và chúng xuất hiện ở mọi ngóc ngách quanh bạn. Bạn thử nghĩ xem có bao nhiêu centimet khối trên thế gian này – bạn cần có bao nhiêu hạt đường để lấp đầy khoảng không gian đó.

Rồi bạn hãy nghĩ xem cần có bao nhiêu hạt đường để cấu thành cả vũ trụ này. Tóm lại, nguyên tử vô cùng nhiều.

Chúng cũng bền bỉ vô cùng. Mỗi nguyên tử bạn có được đều đã di chuyển qua các vì sao và đã là một phần của hàng triệu cơ quan của chúng trước khi đến với bạn. Chúng ta sở hữu rất nhiều nguyên tử, và chúng ta đã được tái sinh từ cái chết rất nhiều lần, những nguyên tử cấu thành chúng ta đã từng được sinh ra và mất đi vô số lần – có lẽ những nguyên tử cấu thành chúng ta đã từng có lúc là những nguyên tử cấu thành Shakespeare.

Thế nên tất cả chúng ta đều là sự tái sinh – dù chúng ta có đời sống ngắn ngủi. Khi chúng ta chết đi, những nguyên tử của chúng ta sẽ phân hủy và tìm kiếm ứng dụng mới của chúng ở một nơi nào đó – chúng sẽ trở thành một phần của chiếc lá kia, một phần của một người khác, một phần của giọt sương mai. Tuy nhiên, các nguyên tử tiếp tục tồn tại đến mãi mãi, dù rằng chúng tồn tại ở hình thức khác. Không ai có thể biết được một nguyên tử có thể tồn tại bao lâu, nhưng theo Martin Rees thì có lẽ nó có thể tồn tại khoảng 10^{35} năm – một con số lớn đến mức tôi phải diễn đạt nó bằng ký hiệu.

Trên hết, nguyên tử rất nhỏ bé – cực kỳ nhỏ. Một sợi tóc có thể chứa nửa triệu nguyên tử. Với kích cỡ như thế, một người có thể chứa đựng một con số nguyên tử mà chúng ta không thể hình dung được, nhưng dĩ nhiên chúng ta sẽ cố gắng tìm hiểu.

Chúng ta hãy bắt đầu với một milimet, một đoạn thẳng ngắn như thế này: -. Bây giờ chúng ta hãy hình dung rằng đường thẳng này được chia thành một ngàn lần có độ rộng bằng nhau. Mỗi đơn vị này được gọi là một micromet. Đây là kích cỡ của vi sinh vật, chúng ta chỉ nhìn thấy chúng qua kính hiển vi. Ví dụ, một vi sinh vật điển hình có độ rộng hai micro, 0,002 milimet, đây là một kích cỡ rất nhỏ. Nếu bạn muốn nhìn thấy nó bằng mắt thường khi nó đang bơi trong một giọt nước, bạn sẽ phải phóng đại kích cỡ giọt nước này mãi đến khi nó có đường kính bốn mươi foot (1 foot = 0,3948 mét). Tuy nhiên, nếu bạn muốn nhìn thấy một nguyên tử trong cùng một giọt nước đó, bạn sẽ phải phóng đại kích cỡ giọt nước này mãi đến khi nó có đường kính mười lăm *dặm*.

Nói cách khác, nguyên tử tồn tại ở kích cỡ cực kỳ nhỏ bé. Kích cỡ của nó là một phần triệu của một milimet. Kích cỡ của nó nhỏ đến mức chúng ta không thể hình dung được, nhưng bạn có thể hình dung rằng nếu một nguyên tử có độ rộng là một milimet thì độ dày của một tờ giấy

sẽ bằng với độ cao của tòa nhà Empire State.

Dĩ nhiên chính sự phong phú và cực kỳ bền bỉ của nguyên tử giúp chúng trở nên hữu ích đến thế, và chính sự nhỏ bé của chúng khiến chúng ta khó có thể nhận ra và thấu hiểu được. Chúng ta có thể mô tả nguyên tử qua ba yếu tố – nhỏ, nhiều, và rất bền vững – và người đầu tiên xác định được rằng mọi đối tượng được cấu thành từ nguyên tử không phải là Antoine–Laurent Lavoisier, như bạn vẫn thường nghĩ, hay Henry Cavendish hay Humphry Davy, mà là một người Anh chỉ được học hành chút ít tên là John Dalton, chúng ta đã gặp người này ở Chương nói về hóa học.

Dalton sinh năm 1766 tại vùng ven quận Lake gần Cockermouth trong một gia đình nghèo nhưng rất mộ đạo, họ là tín đồ phái Quây–cơ. (Bốn năm sau thi sĩ William Wordsworth cũng chào đời tại Cockermouth). Ông là một học sinh thông minh nổi bật – thông minh đến mức khi mới mười hai tuổi ông đã được giao nhiệm vụ phụ trách giảng dạy tại trường tiểu học địa phương. Có thể điều này cho chúng ta thấy sự sớm phát triển của Dalton, nhưng cũng có thể không: chúng ta biết được qua nhật ký của ông rằng tại thời điểm này ông đã đọc cuốn *Principia* của Newton được viết bằng tiếng La Tinh và những tác phẩm tự nhiên kinh điển khác. Khi được mười lăm tuổi, vẫn trong vai trò là một giảng viên, ông nhận một công việc tại thị trấn Kendal lân cận, và mười năm sau ông chuyển đến Manchester, ông ở đó suốt năm mươi năm còn lại của đời mình. Tại Manchester ông trở thành một cơn lốc trí tuệ, ông xuất bản sách và các bài thuyết trình về nhiều đề tài khác nhau, từ khí tượng học cho đến sách ngữ pháp. Chứng mù màu, đây là triệu chứng ông phải gánh chịu, được gọi là chứng Daltonism trong suốt một khoảng thời gian dài để tỏ lòng biết ơn về những nghiên cứu của ông. Nhưng chính cuốn sách kinh điển được gọi là *A New System of Chemical Philosophy*, được xuất bản năm 1808, đã đem lại danh tiếng cho ông.

Trong đó, trong một chương ngắn khoảng năm trang (cuốn sách dày hơn chín trăm trang), chúng ta có thể bắt gặp khái niệm đầu tiên về nguyên tử. Hiểu biết đơn giản của Dalton là: thành phần cấu tạo nên mọi vật chất là thứ cực kỳ nhỏ bé, là những hạt không thể nào nhỏ hơn được. "Chúng ta có thể tạo ra một hành tinh mới trong hệ mặt trời hoặc tiêu diệt một hành tinh đang tồn tại, việc này tương ứng với việc tạo ra hoặc tiêu diệt một hạt của hydro", ông viết.

Ý tưởng về nguyên tử và từ ngữ "nguyên tử" hoàn toàn không hề mới mẻ. Cả hai đã được phát triển bởi người Hy Lạp cổ đại. Đóng góp của Dalton là: xác định kích cỡ tương đối và đặc điểm của nguyên tử. Ví dụ, ông biết rằng hydro là nguyên tố nhẹ nhất, thế nên ông gán cho nó trọng lượng nguyên tử là một. Ông cũng tin rằng nước gồm có bảy nguyên tử oxy và một nguyên tử hydro, và thế nên ông gán cho oxy trọng lượng nguyên tử là bảy. Bằng cách đó ông có thể xác định được trọng lượng tương đối của các nguyên tố đã biết. Không phải lúc nào ông cũng tỏ ra chính xác – thực ra trọng lượng nguyên tử của oxy là mười sáu, chứ không phải là bảy – nhưng nguyên tắc này khá đúng đắn và thiết lập cơ sở cho hóa học hiện đại và phần lớn các môn khoa học hiện đại khác.

Tác phẩm này giúp Dalton trở nên nổi tiếng – dù không quá sôi nổi. Năm 1826, nhà hóa học người Pháp P. J. Pelletier đến Manchester để gặp Dalton. Pelletier nghĩ rằng mình sẽ gặp gỡ Dalton tại một học viện đồ sộ nào đó, thế nên ông tỏ ra vô cùng ngạc nhiên khi bắt gặp Dalton đang giảng dạy số học cho các học sinh tại một ngôi trường nhỏ. Theo lời nhà nghiên cứu lịch sử khoa học E. J. Holmyard, Pelletier tỏ ra bối rối khi trông thấy nhân vật vĩ đại này, ông lắp bắp:

"Đây là ngài Dalton đáng kính đây sao?", vì ông không thể tin vào mắt mình rằng đây là nhà hóa học lừng danh của châu Âu, đang giảng dạy bốn quy tắc cơ bản cho các học sinh. "Vâng", Dalton trả lời đơn giản. "Mời anh ngồi trong khi tôi sửa lại bài cho cậu học sinh này".

Dù Dalton cố tránh né mọi bằng danh dự, ông được bầu chọn vào Hội Hoàng gia dù rằng ông không muốn, nhận rất nhiều huy chương, và nhận số tiền trợ cấp lớn từ chính phủ. Khi ông qua đời vào năm 1844, bốn mươi nghìn người đến dự tang lễ, và đám rước lễ là một đoàn người kéo dài hai dặm. Trong cuốn *Dictionary of National Biography*, người ta nói về ông rất nhiều,

chỉ có Darwin và Lyell có thể so sánh với ông trong số những nhà khoa học lừng danh thế kỷ mười chín.

Suốt một thế kỷ sau khi Dalton trình bày những đề xuất của mình, nó vẫn tồn tại trong vai trò là một giả thuyết, và một vài nhà khoa học lỗi lạc – đáng ghi nhận là nhà vật lý học người Viennese tên là Ernst Mach, người ta đặt tên ông cho tốc độ âm thanh – đã nghi ngờ về sự tồn tại của nguyên tử. "Nguyên tử không thể được cảm nhận bằng trực giác... chúng là thứ do suy nghĩ tạo ra", ông viết. Sự tồn tại của nguyên tử bị nghi ngờ tại các quốc gia nói tiếng Đức đến mức người ta xem nó là một trong những nhân tố dẫn đến sự tự sát của nhà vật lý học lý thuyết vĩ đại rất say mê nghiên cứu nguyên tử, Ludwig Boltzmann, vào năm 1906.

Chính Einstein là người đã cung cấp những chứng cớ rành rành về sự tồn tại của nguyên tử qua bài thuyết trình về sự chuyển động Brownian vào năm 1905, nhưng điều này dường như chẳng thu hút sự chú ý của ai và bất luận thế nào Einstein vẫn tiếp tục công việc của mình với Thuyết Tương đối tổng quát. Thế nên vị anh hùng thực sự đầu tiên của thời đại nguyên tử, nếu không phải là nhân vật quan trọng nhất trong bối cảnh này, chính là Ernest Rutherford.

Rutherford sinh năm 1871 tại New Zealand trong một gia đình đông con di cư từ Scotland. Vì lớn lên tại khu vực hẻo lánh của một đất nước xa xôi, ông ít được tiếp cận với thế giới khoa học, nhưng vào năm 1895 ông giành được học bổng đưa ông đến Phòng thí nghiệm Cavendish tại Đại học Cambridge.

Các nhà vật lý học thường tỏ sự khinh miệt đối với các nhà khoa học thuộc các lĩnh vực khác. Khi vợ của nhà vật lý học vĩ đại người Áo Wolfgang Pauli ly hôn với ông để đến với một nhà hóa học nọ, ông sống trong sự bối rối với sự hoài nghi. "Nếu cô ấy đến với một gã đấu bò thì tôi còn có thể hiểu được", ông nói với một người bạn, "Nhưng đằng này lại là một nhà hóa học.".

Đó là tình cảm mà Rutherford có thể hiểu được. "Khoa học hoặc là vật lý học hoặc là việc đưa thư", đã từng có lúc ông nói thế, câu nói này được nhắc đến nhiều lần kể từ đó. Vì vậy có sự mỉa mai khi ông giành giải Nobel vào năm 1908, đó là giải Nobel hóa học, chứ không phải vật lý học.

Rutherford là người may mắn – may mắn để trở thành một thiên tài, nhưng ông thậm chí còn may mắn hơn khi sống trong một thời đại mà vật lý học và hóa học tồn tại tương hợp cùng nhau. Chưa bao giờ vật lý học và hóa học lại có được mối quan hệ hỗ tương tốt đến thế.

Với những thành công của mình, Rutherford không phải là người đặc biệt thông minh hay là người cực kỳ thành thạo trong toán học. Trong các bài giảng dạy của mình, ông thường nhầm lẫn các phương trình và phải tạm ngưng giữa chừng và yêu cầu các sinh viên tự tìm hiểu. Theo lời một đồng nghiệp lâu dài của ông, James Chadwick, người khám phá nơtron, thì ông thậm chí cũng không giỏi giang lắm trong các thử nghiệm. Đơn giản ông là người vừa kiên trì vừa sẵn sàng tiếp thu cái mới. Chính sự sắc sảo và táo bạo của ông là yếu tố bổ khuyết cho sự thông minh của ông. Tâm trí ông, theo lời một nhà viết tiểu sử nọ, "luôn hướng về những điều mới mẻ, luôn nhìn về phía trước, và điều đó giúp ông vượt xa những người khác". Khi đối mặt với những khó khăn, ông sẵn sàng làm việc cật lực hơn và kiên trì hơn so với hầu hết mọi người và sẵn sàng lắng nghe những lời giải thích khác thường. Những đột phát của ông xuất nguồn từ việc ông sẵn sàng trải qua nhiều giờ đồng hồ buồn tẻ ngồi tại màn hình để đếm những điểm lấp lánh của các hạt alpha – một công việc mà lẽ ra ông có thể thuê người khác làm hộ. Ông là người đầu tiên – thực sự là người đầu tiên – nhận thấy rằng sức mạnh cố hữu trong nguyên tử có thể, nếu được khai thác, tạo thành những quả bom đủ mạnh để "khiến thế giới biến mất sau làn khói".

Nhưng danh tiếng vẫn đang chờ đợi ông vào năm 1895 khi ông đến Đại học Cavendish. [1] Đó là giai đoạn xảy ra nhiều sự kiện quan trọng trong khoa học. Vào năm ông đến Cambridge, Wilhelm Roentgen khám phá tia X tại Đại học Wurzburg ở Đức, và trong năm sau Henri Becquerel khám phá năng lực phóng xạ. Và chính Đại học Cavendish cũng trải qua một khoảng thời gian dài thịnh vượng. Năm 1897, J. J. Thomson và các đồng nghiệp khám phá electron tại đây, năm 1911 C. T. R. Wilson sáng chế máy dò hạt đầu tiên ở đó (chúng ta sẽ tìm hiểu ở phần

sau), và năm 1932 James Chadwick khám phá nơtron ở đó. Ngoài ra, về sau James Watson và Francis Crick khám phá cấu trúc DNA tại Đại học Cavendish vào năm 1953.

Đầu tiên Rutherford làm việc với sóng radio (sóng vô tuyến), và với một vài lĩnh vực khác – ông tìm được cách truyền tín hiệu âm thanh qua khoảng cách một dặm, đây là một thành tựu rất tốt tại thời điểm này – nhưng lại bỏ cuộc khi ông được một đồng nghiệp lớn tuổi hơn khuyến cáo rằng không có nhiều triển vọng cho sóng vô tuyến. Tuy nhiên, nhìn chung Rutherford không phát triển mạnh tại Cavendish. Sau ba năm ở đó, vì cảm thấy rằng mình dậm chân tại chỗ, ông đảm nhận một vị trí tại Đại học McGill ở Montreal, và ở đó ông bắt đầu hướng thẳng đến sự thành công. Trước khi ông nhận được giải Nobel (vì "những khám phá về sự phân rã của các nguyên tố, và hóa học về các chất phóng xạ", theo trích dẫn chính thức), ông đã chuyển đến Đại học Manchester, và chính tại đây ông thực hiện công việc quan trọng nhất của mình: xác định cấu trúc và bản chất của nguyên tử.

Đầu thế kỷ hai mươi, người ta biết rằng nguyên tử được cấu thành bởi nhiều phần – khám phá của Thomson về electron đã xác minh được điều đó – nhưng người ta vẫn không biết rằng một nguyên tử được cấu thành bởi bao nhiêu phần hoặc chúng kết hợp với nhau như thế nào và chúng có hình dạng ra sao. Một số nhà vật lý học cho rằng nguyên tử có thể có hình khối, vì hình khối có thể gắn kết với nhau chặt chẽ mà không bỏ phí không gian. Tuy nhiên, quan điểm chung cho rằng một nguyên tử có hình dạng giống một chiếc bánh bao nhân nho hoặc bánh putđinh có nhân: một vật rắn, nặng, mang điện tích dương nhưng bên trong có các electron mang điện tích âm, giống như nho trong bánh bao nhân nho.

Năm 1910, Rutherford (với sự trợ giúp của học trò Hans Geiger, người này về sau phát minh máy dò phóng xạ mang tên mình) bắn các nguyên tử heli đã được ion hóa, còn gọi là hạt alpha, vào một tấm kim loại vàng. Rutherford vô cùng ngạc nhiên, một số hạt bị bật ngược trở lại. Cứ như thể, ông nói, ông đã bắn một chiếc vỏ sò rộng mười lăm inch vào một tờ giấy và nó bật ngược trở lại vào lòng ông. Không ai nghĩ rằng điều này có thể xảy ra. Sau khi suy nghĩ cẩn thận ông nhận thấy rằng chỉ có thể có một lời giải thích duy nhất: các hạt bị bật ngược trở lại là những hạt va chạm phải một cái gì đó nhỏ và rắn tại lõi của nguyên tử, trong khi các hạt khác lại không bị ngăn cản. Rutherford nhận thấy rằng, một nguyên tử gần như không chứa bất kỳ không gian nào, với những hạt nhân rất dày đặc tại lõi. Đây là một khám phá đầy phấn khởi, nhưng nó lại làm nảy sinh một vấn đề quan trọng. Theo những quy tắc vật lý thời bấy giờ thì nguyên tử không hề tồn tại.

Chúng ta hãy tạm ngừng một chút và tìm hiểu về cấu trúc của nguyên tử theo như những gì hiện nay chúng ta đã biết. Mỗi nguyên tử đều được cấu thành bởi ba loại hạt cơ bản: hạt proton, hạt mang điện tích dương; hạt electron, hạt mang điện tích âm; và hạt nơtron, hạt không mang điện tích. Hạt proton và nơtron được xếp bên trong các lõi, trong khi hạt electron lại bao bọc bên ngoài. Số hạt proton là yếu tố giúp chúng ta nhận dạng đặc tính hóa học của một nguyên tử. Nguyên tử có một hạt proton là nguyên tử của hyđrô, nguyên tử có hai hạt proton là nguyên tử của heli, nguyên tử có ba hạt proton là nguyên tử của liti, và vân vân. Mỗi khi bạn thêm vào một hạt proton thì bạn tạo được một nguyên tô mới. (Vì số hạt proton trong một nguyên tử luôn được cân bằng bởi số hạt electron tương ứng, chính vì thế đôi khi bạn sẽ nhận thấy rằng người ta dùng số hạt electron để định nghĩa về nguyên tố).

Hạt nơtron không ảnh hưởng gì đến việc nhận dạng nguyên tử, nhưng chúng có thể làm tăng khối lượng của nguyên tử. Số hạt nơtron thường bằng với số hạt proton, nhưng chúng có thể ít hơn hoặc nhiều hơn đôi chút. Bạn hãy thêm vào một hoặc hai hạt nơtron và bạn sẽ có được chất đồng vị.

Hạt nơtron và proton chiếm cứ tại nhân của nguyên tử. Nhân của nguyên tử rất nhỏ bé – chỉ một phần triệu của một phần tỷ tổng thể tích của nguyên tử – nhưng lại rất nặng vì nó chứa hầu hết khối lượng của nguvên tử. Theo lời Cropper, nếu một nguyên tử được phóng to thành kích cỡ của một ngôi nhà thờ, thì hạt nhân của nó cũng chỉ có kích cỡ bằng một con ruồi – nhưng là một con ruồi nặng hơn ngồi nhà thờ nhiều nghìn lần. Chính khoảng không gian thừa

thãi của nguyên tử là yếu tố khiến Rutherford phải đau đầu vào năm 1910.

Ngày nay chúng ta vẫn cảm thấy ngạc nhiên với khái niệm rằng nguyên tử gần như là một khoảng không gian rỗng, và rằng sự bền vững mà chúng ta cảm nhận được quanh mình chỉ là một ảo tưởng. Khi hai vật va đập vào nhau trong thế giới thực – quả bóng bida thường được dùng làm minh họa – thực ra chúng không va đập vào nhau. "Nói đúng ra", theo lời giải thích của Timothy Ferris, "từ trường âm của hai quả bóng đẩy nhau... nếu không có điện tích của chúng thì chúng có thể, giống như các dải ngân hà, di chuyển xuyên qua nhau một cách vô hại". Khi bạn ngồi trên một chiếc ghế, bạn không thực sự ngồi lên nó, nhưng thực ra bạn đang bay lơ lửng trên mặt ghế, cách mặt ghế một angstrom (một angstrom bằng một phần một trăm triệu xentimet), các hạt electron của bạn và các hạt electron của nó không ngừng đẩy nhau.

Hầu hết mọi người đều nghĩ rằng một nguyên tử gồm có một hoặc hai hạt electron di chuyển quanh một hạt nhân, giống như các hành tinh di chuyển quanh mặt trời. Ý niệm này được tạo ra vào năm 1904, gần như chỉ dựa vào sự phỏng đoán, bởi một nhà vật lý học người Nhật Bản tên là Hantaro Nagaoka. Ý niệm đó hoàn toàn sai lạc, nhưng nó lại tồn tại bền bỉ. Theo lời Isaac Asimov, nó truyền cảm hứng cho các tác giả phim khoa học viễn tưởng tạo ra các câu chuyện về thế giới này trong thế giới nọ, trong các câu chuyện này nguyên tử trở thành các hệ mặt trời cực nhỏ hoặc hệ mặt trời của chúng ta trở thành một hạt bụi trong một không gian cực lớn. Thậm chí ngày nay tổ chức CERN (the European Organization for Nuclear Research) vẫn sử dụng hình ảnh của Nagaoka làm biểu trưng trên website của họ. Thực ra, theo những gì các nhà vật lý học khám phá được ngay sau đó, hạt electron hoàn toàn không di chuyển giống như các hành tinh di chuyển theo quỹ đạo, nhưng chúng di chuyển giống như những cách quạt xoay tròn, có thể lấp đầy mọi không gian của nguyên tử trong cùng một lúc (nhưng sự khác biệt cốt lõi ở đây là: các cánh quạt chỉ *dường như* xuất hiện mọi nơi trong cùng một lúc, trong khi đó các hạt electron lại *thực sự* xuất hiện mọi nơi trong cùng một lúc).

Không cần phải nói, vào năm 1910 và suốt nhiều năm sau đó người ta chỉ hiểu biết được rất ít về những điều này. Khám phá của Rutherford làm lộ ra một số vấn đề quan trọng, nhất là việc hạt electron không thể di chuyển theo quỹ đạo mà lại không đâm sầm vào nhau. Học thuyết điện động lực khi ấy cho rằng một hạt electron khi chuyển động sẽ nhanh chóng cạn kiệt năng lượng – chỉ trong tích tắc – và di chuyển hướng vào hạt nhân, tạo ra những hậu quả nghiêm trọng cho cả hai. Ngoài ra còn có một vấn đề khác: làm thế nào để các hạt proton với điện tích dương có thể liên kết lại với nhau mà không nổ bùng tách rời nhau và phá hủy phần còn lại của nguyên tử. Rõ ràng những gì đang diễn ra trong thế giới cực nhỏ đó hoàn toàn không chịu ảnh hưởng bởi những quy luật ứng dụng cho thế giới vĩ mô của chúng ta.

Khi các nhà vật lý bắt đầu nghiên cứu sâu về lĩnh vực nguyên tử này, họ nhận thấy rằng nó chẳng khác gì so với những gì chúng ta biết, nhưng nó khác so với những gì chúng ta tưởng tượng. "Vì cách thức hoạt động của nguyên tử rất khác thường", Richard Feynman đã từng nhận xét, "nên chúng ta khó có thể tìm hiểu và nó dường như là sự kỳ lạ và bí ẩn đối với mọi người, cả nhà vật lý tập sự lẫn nhà vật lý giàu kinh nghiệm". Khi Feynman đưa ra nhận xét này, trước đó các nhà vật lý đã trải qua nửa thế kỷ để làm quen với cách thức hoạt động kỳ lạ của nguyên tử. Thế nên chúng ta có thể hình dung được sự ngạc nhiên của Rutherford và các đồng nghiệp vào những năm 1910 khi mọi khám phá của họ trở thành những việc hoàn toàn mới mẻ.

Một trong số những người làm việc cùng Rutherford là một thanh niên nhã nhặn người Đan Mạch tên là Niels Bohr. Năm 1913, trong khi đang bối rối về cấu trúc của nguyên tử, Bohr nảy sinh một ý tưởng thú vị đến mức ông phải hủy tuần trăng mật của mình để viết thành một bài thuyết trình tạo bước ngoặt cho khoa học. Vì các nhà vật lý không thể nhìn thấy thứ gì nhỏ như nguyên tử, họ phải tìm hiểu cấu trúc nguyên tử bằng cách khảo sát phản ứng của nó khi họ tác động đến nó, chẳng hạn như cách Rutherford đã bắn các hạt alpha vào tấm kim loại. Đôi khi, chẳng gì phải ngạc nhiên, kết quả của các thử nghiệm này khiến họ phải bối rối. Một trong những bối rối đó chính là việc họ phải dành nhiều thời gian để đọc các bước sóng quang phổ của hydro. Những thử nghiệm như thế này cho thấy rằng các nguyên tử hydro phát ra năng

lượng ở một số bước sóng nhất định nào đó. Không ai có thể hiểu được tại sao lại thế.

Trong khi đang bối rối về vấn đề này thì Bohr đột nhiên khám phá được một giải pháp và lập tức viết thành bài thuyết trình nổi tiếng của mình. Được gọi là "On the Constitutions of Atoms and Molecules" (Kết cấu của nguyên tử và phân tử), bài thuyết trình này giải thích tại sao các hạt electron có thể không rơi ra khỏi nhân nguyên tử bằng cách đề xuất rằng chúng chỉ có thể di chuyển theo một số quỹ đạo xác định nào đó. Theo học thuyết mới này, một electron di chuyển giữa các quỹ đạo sẽ biến mất khỏi quỹ đạo này và lập tức xuất hiện ở một quỹ đạo khác mà *không hề dừng lại ở khoảng không gian giữa hai quỹ đạo này*. Ý tưởng này – "bước đột phá" – dĩ nhiên hoàn toàn mới lạ, nó quá tốt khiến người ta không thể tin rằng đó là sự thật. Nó không những giữ cho các electron không di chuyển theo đường xoắn ốc hướng vào hạt nhân, mà còn giải thích được các bước sóng gây bối rối của hydro. Các hạt electron chỉ xuất hiện tại một số quỹ đạo nhất định nào đó vì chúng chỉ tồn tại ở một số quỹ đạo nhất định nào đó. Đó là sự hiểu biết khiến người ta phải sững sờ, và nó đã đem về cho Bohr giải Nobel vật lý năm 1922, chỉ một năm sau Einstein nhận được giải Nobel của mình.

Trong khi ấy Rutherford kiên trì, lúc này đã quay lại Đại học Cambridge trong vai trò là người kế vị trưởng Phòng thí nghiệm Cavendish, phát minh ra một mô hình có thể giải thích được tại sao các hạt nhân lại không nở lớn. Ông nhận thấy rằng ắt hẳn chúng phải được bù đắp bởi một loại hạt trung hòa nào đó, loại hạt mà ông gọi là hạt nơtron. Ý tưởng này đơn giản và hấp dẫn, nhưng không dễ gì chứng minh. Người cộng tác của Rutherford, James Chadwick, đã trải qua mười một năm miệt mài để tìm kiếm các hạt nơtron trước khi thành công vào năm 1932. Ông cũng nhận được giải Nobel vật lý vào năm 1935. Theo lời Boorse và các đồng nghiệp của ông đã vạch ra trong cuốn lịch sử khoa học của họ, sự chậm trễ của khám phá này có lẽ là điều tốt vì việc kiểm soát được hạt nơtron là điều thiết yếu cho sự phát triển bom nguyên tử. (Vì hạt nơtron không có điện tích, chúng không bị đẩy bởi từ trường tại nhân nguyên tử, thế nên nó có thể được bắn vào trong nhân nguyên tử, chuẩn bị sẵn sàng cho quy trình hủy diệt được gọi là sự phân hạt nhân). Nếu hạt nơtron được khám phá vào những năm 1920, họ ghi chú, thì "rất có thể bom nguyên tử đã được khai thác lần đầu tiên tại châu Âu, chắc chắn bởi người Đức".

Có thể nói, người châu Âu đã có trong tay họ toàn bộ hiểu biết về sự vận hành của electron. Vấn đề chính họ gặp phải ở đây là, đôi khi electron vận hành như một loại hạt đôi khi nó lại vận hành như một loại sóng. Sự đối ngẫu không thể xảy ra như thế này đã khiến các nhà vật lý phải điên đầu. Suốt một thập niên sau đó, họ đã phải suy nghĩ rất nhiều và đưa ra nhiều giả thuyết khác nhau. Tại Pháp, Hoàng tử Louis–Victor de Broglie, dòng giống của một gia đình Công tước, phát hiện ra rằng sự dị thường trong cách vận hành của electron biến mất khi chúng ta xem chúng là một loại sóng. Khám phá này đã thu hút sự chú ý của một người Áo tên là Erwin Schrodinger, người đã thực hiện nhiều cải tiến khéo léo và phát minh ra một phương pháp hữu ích được gọi là cơ học sóng. Gần như đồng thời, nhà vật lý người Đức, Werner Heisenberg, phát minh ra một học thuyết được gọi là cơ học ma trận. Học thuyết này phức tạp về mặt toán học đến mức hầu như không ai có thể thực sự hiểu được nó, kể cả chính Heisenberg ("Thậm chí tôi cũng không biết ma trận là gì", đã có lúc Heisenberg nói với một người bạn bằng giọng đầy thất vọng), nhưng dường như nó có thể giải quyết được một số vấn đề nhất định mà sóng của Schrodinger không thể giải thích được.

Kết quả cuối cùng là vật lý học có hai giả thuyết, dựa vào những lập luận mâu thuẫn nhau. Đây là một hoàn cảnh không thể chấp nhận được.

Cuối cùng, vào năm 1926, Heisenberg tìm ra được một thỏa hiệp được mọi người ủng hộ, thiết lập một môn học mới được gọi là cơ học lượng tử. Cốt lõi của nguyên lý thiếu sự cụ thể này của Heisenberg phát biểu rằng electron là một loại hạt nhưng hạt này có thể được mô tả bằng sóng. Sự thiếu cụ thể xoay quanh học thuyết này là: chúng ta có thể biết được đường đi của electron khi nó di chuyển qua một khoảng không gian hoặc chúng ta có thể biết được nó ở đâu dựa vào một khoảng cách nào đó, nhưng rốt cuộc chúng ta không biết được cả hai yếu tố này. Bất kỳ nỗ lực nào nhằm đo lường yếu tố này cũng không thể không mâu thuẫn với yếu tố còn lại. Vấn đề ở đây không đơn giản như việc tìm kiếm các thiết bị chính xác hơn; đây là một

đặc tính bất biến của vũ trụ.

Trong thực tế điều này có nghĩa là bạn không bao giờ có thể tiên đoán được vị trí chính xác của một electron tại bất kỳ thời điểm nào. Bạn chỉ có thể có được khả năng xuất hiện tổng quát của electron. Xét từ một khía cạnh nào đó, theo lời Dennis Overbye, một electron không hề tồn tại mãi đến khi nó được quan sát. Hoặc, nói cách khác, mãi đến khi được quan sát thì một electron mới được xem là "xuất hiện mọi nơi trong cùng một lúc hoặc chẳng tồn tại ở đâu cả".

Nếu điều này khiến bạn bối rối, bạn có thể cảm thấy yên tâm hơn khi biết rằng chính các nhà vật lý học cũng bối rối về việc này. Overbye viết, "Bohr đã từng nhận xét rằng ai không cảm thấy bối rối trong lần đầu tiên nghe nói về thuyết lượng tử thì người đó không thể hiểu được ý nghĩa của nó". Heisenberg, khi được hỏi rằng mọi người nên mường tượng một nguyên tử theo cách nào, đã đáp lời: "Đừng cố gắng".

Thế nên nguyên tử hóa ra lại là thứ rất khác so với hình ảnh mà hầu hết mọi người đã tạo ra. Electron không xoay quanh hạt nhân giống như một hành tinh xoay quanh mặt trời của nó, thay vì thế nó là thứ không có hình dạng nhất định giống như một đám mây. "Vỏ" của một nguyên tử không cứng và sáng bóng như các hình minh họa mà chúng ta thường gặp, mà chỉ đơn giản là phần ngoài cùng của những đám mây electron mờ nhạt, về cơ bản, chính đám mây này cũng chỉ là một khu vực đánh dấu sự xuất hiện của electron. Thế nên một nguyên tử, nếu bạn có thể nhìn thấy, sẽ trông giống như một quả bóng tennis mờ nhạt hơn là một quả bóng kim loại có đường nét rõ ràng (nhưng thực ra nó có thể không giống thứ nào trong hai thứ này mà có thể giống bất kỳ thứ gì bạn đã từng trông thấy; xét cho cùng thì chúng ta đang tìm hiểu một thế giới rất khác biệt so với thế giới mà chúng ta đang nhìn thấy quanh mình).

Dường như không có điểm dừng cho sự kỳ lạ. Theo lời James Trefil thì, đây là lần đầu tiên các nhà khoa học chạm trán với "một lĩnh vực của vũ trụ mà trí não của chúng ta không đủ sức thấu hiểu". Hoặc theo lời Feynman thì, "thế giới vi mô vận hành hoàn toàn khác biệt với thế giới vĩ mô". Khi các nhà vật lý nghiên cứu sâu hơn, họ nhận thấy rằng họ đã khám phá được một thế giới mà ở đó *không chỉ* các electron có thể nhảy từ quỹ đạo này sang quỹ đạo khác mà không cần phải băng qua khoảng không gian giữa hai quỹ đạo này, *mà kể cả* vật chất cũng tự nhiên xuất hiện không từ một nguyên nhân nào cả – "miễn là", theo lời Alan Lightman của MIT, "nó lại biến mất ngay lập tức".

Có lẽ sự thiếu chắc chắn thú vị nhất của thuyết lượng tử chính là ý tưởng này, xuất nguồn từ nguyên tắc loại trừ của Wolfgang Pauli vào năm 1925: các hạt bên trong nguyên tử tồn tại theo cặp, thậm chí khi bị rách rời nhau ở khoảng cách đáng kể, vẫn có thể lập tức "biết" được hạt còn lại đang làm gì. Theo thuyết lượng tử thì các hạt này có một phẩm chất được gọi là sự xoay tròn, khi bạn xác định được sự xoay tròn của một hạt, thì hạt theo cặp của nó, bất luận đang xuất hiện ở đâu, sẽ lập tức xoay tròn theo hướng đối nghịch với cùng một vận tốc như thế.

Theo lời của tác giả khoa học Lawrence Joseph, điều này cũng giống như khi bạn có hai quả bóng giống hệt nhau, một ở Ohio và một ở Fiji, và ngay khi bắn quả bóng tại Ohio sang Fiji thì ngay lập tức quả bóng còn lại ở Fiji cũng di chuyển theo hướng ngược lại với cùng một vận tốc như thế. Đáng ghi nhận là, hiện tượng này đã được chứng minh vào năm 1997 khi các nhà vật lý tại Đại học Geneva bắn các hạt photon theo hướng trái nghịch nhau và chứng minh được rằng sự tác động đến hạt này sẽ kích thích phản ứng tức thì nơi hạt còn lại.

Để minh họa cho bản chất không thể cảm nhận bằng trực giác của thế giới lượng tử, Schrodinger đề xuất một thử nghiệm nổi tiếng bằng tư duy: bạn hình dung một con mèo được đặt trong một chiếc hộp, trong chiếc hộp này có một nguyên tử của một chất phóng xạ được đặt trong một chiếc lọ nhỏ chứa axit clohydric. Nếu nguyên tử này phát tán trong một giờ đồng hồ, nó sẽ tạo ra cơ cấu nổ làm vỡ chiếc lọ và làm tổn thương con mèo. Nếu không, con mèo có thể sống. Nhưng chúng ta không thể biết được trường hợp nào sẽ xảy ra, thế nên về mặt khoa học chúng ta không có chọn lựa, chúng ta chỉ có thể xem như con mèo này có 100 phần trăm sống sót và 100 phần trăm chết trong cùng một lúc. Điều này có nghĩa là, theo lời Stephen Hawking, chúng ta không thể "tiên đoán được chính xác những sự kiện tương lai nếu thậm chí chúng ta còn không thể đo lường được chính xác trạng thái hiện tại của vũ trụ!".

Do bởi những việc kỳ quặc này, nhiều nhà vật lý không thích thuyết lượng tử, hoặc ít ra thì họ cũng không nắm bắt được một số khía cạnh của thuyết lượng tử, kể cả Einstein. Điều này hơi có vẻ mỉa mai vì chính ông, trong năm 1905 đáng nhớ, là người đã giải thích khá thuyết phục về việc photon (lượng tử ánh sáng) đôi khi vận hành giống như các hạt và đôi khi lại vận hành giống như các bước sóng – đây là ý niệm cốt lõi của vật lý học mới mẻ. "Thuyết lượng tử xứng đáng để chúng ta quan tâm đến", ông nhận xét với thái độ lịch sự, nhưng thực ra ông không thích nó. "Thượng đế không chơi trò súc sắc", ông nói. [2]

Einstein không thể chịu được ý niệm rằng Thượng đế có thể tạo ra một vũ trụ mà trong đó tồn tại một thứ gì đó mãi mãi không ai có thể hiểu được. Hơn nữa, ý tưởng về việc hai đối tượng cách xa nhau hàng ngàn tỷ dặm có thể tác động lẫn nhau tức thì là sự xúc phạm đối với Thuyết Tương đối đặc biệt. Rõ ràng điều này cho thấy rằng không gì có thể tác động đến vận tốc ánh sáng tuy thế các nhà vật lý học lại khẳng định rằng ở mức độ hạ nguyên tử thì đây là điều có thể. (Không ai giải thích được tại sao các hạt lại làm được điều này. Các nhà khoa học đã quan tâm nhiều đến vấn đề này, theo lời nhà vật lý học Yakir Aharanov, "bằng cách chẳng nghĩ gì về nó").

Trên hết, vật lý học lượng tử tạo ra sự hỗn độn mà trước đó chưa hề tồn tại. Đột nhiên bạn cần phải có hai quy luật để giải thích sự vận hành của vũ trụ – thuyết lượng tử cho thế giới vi mô và Thuyết Tương đối cho thế giới vĩ mô. Trọng lực trong Thuyết Tương đối giải thích thuyết phục tại sao các hành tinh lại di chuyển theo quỹ đạo quanh mặt trời hoặc tại sao các dải ngân hà lại có xu hướng chụm lại với nhau, nhưng hóa ra lại chẳng tác động gì đến thế giới vi mô ở mức độ hạt. Để giải thích được tại sao các nguyên tử lại được gắn kết với nhau, chúng ta cần đến những lực khác, và vào những năm 1930 chúng ta khám phá được hai lực mới: lực nguyên tử mạnh và lực nguyên tử yếu. Lực mạnh liên kết các nguyên tử lại với nhau; nó cho phép các proton bám sát vào hạt nhân. Lực yếu liên quan đến nhiều tác động linh tinh khác, chủ yếu giúp kiểm soát tốc độ của một vài hình thức phân rã phóng xạ.

Lực nguyên tử yếu, dù được gọi là "yếu", mạnh hơn trọng lực mười tỷ tỷ tỷ lần, và lực nguyên tử mạnh còn mạnh hơn thế rất nhiều lần – nhưng tác động của chúng chỉ xuất hiện trong khoảng cách cực nhỏ. Lực này chỉ xuất hiện trong phạm vi 1/100.000 đường kính của nguyên tử. Đó là lý do tại sao nhân nguyên tử lại rắn và dày đặc đến thế và tại sao các nguyên tố có hạt nhân lớn thường thiếu bền vững: lực hạt nhân mạnh không thể giữ được tất cả hạt proton.

Kết luận cuối cùng của việc này là, vật lý học dừng lại với hai quy luật – một cho thế giới cực nhỏ, một cho vũ trụ ở phạm vi lớn – dẫn đến những đời sống rất khác nhau. Einstein cũng không thích điều đó. Ông dành phần còn lại của đời mình để tìm cách kết hợp hai quy luật này bằng một học thuyết thống nhất hai quy luật này, nhưng ông luôn thất bại. Đã có nhiều lúc ông nghĩ rằng mình đã tìm được nó, nhưng cuối cùng ông luôn phải thất vọng. Khi sắp qua đời ông sống cách ly khỏi mọi người trong tình trạng đáng thương. Snow viết, "Gần như mọi đồng nghiệp của ông đều nghĩ, hiện vẫn nghĩ, rằng ông đã hoang phí nửa sau đời mình".

Tuy nhiên, tại nơi khác, sự tiến triển đang được thực hiện. Giữa những năm 1940 các nhà khoa học đã có thể hiểu được nguyên tử ở một mức độ vô cùng sâu sắc – những hiểu biết sâu sắc của họ được minh họa qua hai quả bom nguyên tử đã được cho nổ tại Nhật Bản năm 1945.

Tại thời điểm này chúng ta có thể thông cảm cho các nhà khoa học khi họ nghĩ rằng họ đã chinh phục được nguyên tử. Thực ra, vẫn còn đó rất nhiều yếu tố phức tạp nơi thế giới vật lý nguyên tử này. Nhưng trước khi chúng ta đến với câu chuyện dài đó, chúng ta cần phải khảo sát sơ qua nhiều yếu tố khác liên quan đến khoa học và sự xác định cuối cùng về độ tuổi của trái đất.

---

[1] Đặt tên theo William Cavendish, Công tước thứ bảy của Devonshire, là nhà toán học thiên tài và là Nam tước trong triều đại Nữ hoàng Victoria. Năm 1870, ông tặng cho trường Đại học này 6.300 bảng để xây dựng phòng thí nghiệm.

[2] Câu nói chính xác của ông là: "Khó có thể nhìn trộm những quân bài của Thượng đế.

Nhưng việc Người chơi trò súc sắc và dùng phương pháp *ngoại cảm*... là điều tôi hoàn toàn không thể tin được chút nào”.

10. KHAI THÁC CHÌ

Cuối những năm 1940, một sinh viên tốt nghiệp Đại học Chicago tên là Clair Patterson vận dụng một phương pháp mới đo lường chất đồng vị than chì nhằm cố xác định độ tuổi cụ thể của trái đất. Chẳng may mọi vật mẫu của anh ta đều bị nhiễm bẩn. Hầu hết đều chứa mức độ than chì cao hơn mong đợi đến hai trăm lần. Nhiều năm trôi qua trước khi Patterson khám phá được lý do của việc này có liên quan mật thiết với nhà phát minh đáng tiếc Thomas Midgley.

Nguyên Midgley là một kỹ sư, và thế giới này lẽ ra đã là một nơi an toàn nếu ông mãi mãi là một kỹ sư. Thay vì thế, ông lại quan tâm nhiều đến việc ứng dụng hóa học vào công nghiệp. Năm 1921, trong khi làm việc cho tập đoàn General Motors Research Corporation tại Dayton, Ohio, ông khám phá được một hợp chất được gọi là chì tetraethyl, và rằng nó có thể giúp giảm thiểu đáng kể độ rung của động cơ (sự rơ máy móc).

Dù chì nổi tiếng là chất nguy hại, vào những năm đầu thế kỷ hai mươi nó xuất hiện trong hầu hết các sản phẩm tiêu thụ. Thức ăn được đóng hộp trong những lon thiếc được hàn bằng chì. Nước thường được chứa trong các bồn được hàn bằng chì. Chì được phun lên trái cây để trừ sâu. Thậm chí chì cũng là một phần của tuýp kem chải răng. Dường như không có sản phẩm nào không hàm chứa chì. Tuy nhiên, không gì chứa nhiều chì bằng dầu hỏa.

Chì là độc tố thần kinh. Khi tiêu thụ quá nhiều chì, hệ thần kinh của bạn có thể bị tác hại nghiêm trọng. Các triệu chứng khi tiếp xúc quá nhiều với chì gồm có mù mắt, mất ngủ, suy thận, giảm thính giác, ung thư, tê liệt, và co giật. Thậm chí chì có thể gây ảo giác, hôn mê, và tử vong.

Mặt khác, chì là chất dễ khai thác và đem lại nhiều ích lợi cho công nghiệp – và chì tetraethyl thực sự có thể giúp giảm thiểu độ rơ của máy móc. Thế nên vào năm 1923 ba tập đoàn lớn nhất của Hoa Kỳ, General Motors, Du Pont, và Standard Oil, đã thành lập một xí nghiệp chung được gọi là Ethyl Gasoline Corporation (về sau được rút gọn thành Ethyl Corporation) với mục tiêu khai thác chì tetraethyl để cung cấp cho nhu cầu của thế giới.

Gần như ngay lập tức các công nhân sản xuất bắt đầu thể hiện dáng đi lảo đảo và những phản ứng bất thường cho thấy sự ngộ độc chì. Cũng gần như ngay lập tức, xí nghiệp Ethyl Corporation thảo ra một chính sách mới nhằm trấn an mọi người đồng thời kiên quyết duy trì hoạt động suốt nhiều thập niên sau đó. Theo những gì Sharon Bertsch McGrayne viết trong cuốn sách lịch sử hóa học công nghiệp của mình, cuốn *Prometheans in the Lab*, khi các công nhân tại một nhà máy nọ mắc triệu chứng ảo giác, người phát ngôn của xí nghiệp đã nói bằng giọng ôn hòa với các phóng viên rằng: "Có lẽ họ mệt mỏi do làm việc quá siêng năng". Tổng cộng ít nhất mười lăm công nhân đã thiệt mạng vào những ngày đầu sản xuất xăng dầu tẩm chì, và vô số các công nhân khác ngã bệnh, thường là bệnh nghiêm trọng; chúng ta không thể xác định được con số các công nhân chịu tác hại do rò rỉ xăng dầu và ngộ độc vì xí nghiệp này luôn tìm cách bưng bít thông tin trước báo chí. Tuy nhiên, đôi khi việc bưng bít thông tin là điều không thể, đáng ghi nhận là vào năm 1924 chỉ trong vài ngày đã có năm công nhân sản xuất thiệt mạng và ba mươi lăm công nhân khác bị tàn phế vĩnh viễn do ngạt khí.

Khi lời đồn đãi xoay quanh sự nguy hiểm của sản phẩm mới này gia tăng, người phát minh ra chì tetraethyl, Thomas Midgley, quyết định giao một bản thuyết trình cho các phóng viên nhằm trấn an sự lo lắng của họ. Khi ông nói đến cam kết của xí nghiệp về sự an toàn, ông tưới chì tetraethyl lên hai bàn tay mình, sau đó đưa một chiếc cốc chứa đầy chì tetraethyl lên sát mũi trong sáu mươi giây đồng hồ, khẳng định rằng ông có thể thực hiện việc này hàng ngày mà không hề chịu bất kỳ tác hại nào. Thực ra, Midgley biết rõ về sự độc hại của chì: trước đó chính ông đã ngã bệnh nghiêm trọng do tiếp xúc quá nhiều với chì, và lúc này, ngoại trừ khi cam đoan với các nhà báo, ông không bao giờ tiếp xúc với nó.

Phấn chấn bởi thành công về xăng dầu tẩm chì, lúc này Midgley tập trung vào một vấn đề kỹ

thuật khác. Tủ lạnh vào những năm 1920 thường rất nguy hiểm vì chúng sử dụng một loại khí độc hại đôi khi bị rò rỉ. Một vụ rò rỉ tủ lạnh tại một bệnh viện ở Cleveland, Ohio, năm 1929, đã giết chết hơn một trăm người. Midgley bắt tay vào việc tạo ra một loại khí ổn định hơn, không gây cháy, không mài mòn kim loại, và an toàn cho việc hô hấp. Với tài năng bẩm sinh, ông phát minh ra *chlorofluorocarbons*, hay còn gọi là CFCs.

CFCs được sản xuất lần đầu vào những năm 1930 và được ứng dụng trong mọi việc, từ máy điều hòa xe hơi cho đến chất khử mùi cơ thể trước khi người ta biết được, sau nửa thế kỷ, rằng chúng phá hủy tầng Ozon của bầu khí quyển, về sau bạn sẽ hiểu được rằng đây không phải là điều tốt.

Ozon là một hình thức của oxy, mỗi phân tử của nó chứa ba nguyên tử oxy thay vì hai. Sự kỳ quặc của nó là: ở mặt đất nó là chất gây ô nhiễm, trong khi ở tầng bình lưu nó lại rất có ích, vì nó ngăn được sự bức xạ của tia cực tím. Tuy nhiên, Ozon có lợi không xuất hiện nhiều. Nếu được trải đều ở tầng bình lưu, nó chỉ là lớp đệm dày khoảng một phần tám inch. Thế nên nó rất dễ bị phá vỡ, và nguy cơ này sẽ nhanh chóng trở thành thảm kịch.

CFCs cũng không tồn tại nhiều – chúng chỉ chiếm một phần tỷ bầu khí quyển, nhưng chúng lại vô cùng nguy hại. Một pound (0,454kg) CFCs có thể hủy diệt bảy mươi nghìn pound Ozon. CFCs cũng tồn tại trong suốt một khoảng thời gian dài – bình quân khoảng một thế kỷ. Chúng cũng có khả năng giữ nhiệt hiệu quả. Một phân tử CFC có khả năng giữ nhiệt hiệu quả gấp mười nghìn lần trong việc tạo ra hiệu ứng nhà kính so với một nguyên tử cacbon dioxit. Tóm lại, CFCs có thể được xem là phát minh tệ hại nhất của thế kỷ hai mươi.

Midgley không bao giờ biết được điều này vì ông đã qua đời rất lâu trước khi người ta nhận ra được những tác hại ghê gớm của CFCs. Chính cái chết của ông ta cũng là việc đáng nhớ. Sau khi mắc chứng bại liệt, Midgley phát minh ra một cỗ máy vận hành bằng các ròng rọc có thể tự động đưa ông lên giường hoặc đưa ông ra khỏi giường. Năm 1944, ông bị mắc kẹt bởi cỗ máy này và bị treo lơ lửng trên không trung, ông đã bị chết ngạt do sự cố này.

Nếu bạn quan tâm đến việc tìm hiểu tuổi tác của các vật thể thì Đại học Chicago của những năm 1940 là nơi bạn cần đến. Lúc này Willard Libby đang phát minh ra một dụng cụ xác định niên đại vận hành bằng carbon phóng xạ, cho phép các nhà khoa học có thể đọc được chính xác độ tuổi của các mẩu xương hóa thạch, đây là điều mà trước đó họ chưa bao giờ có được. Cho đến thời điểm này, niên đại đáng tin cậy cổ xưa nhất là triều đại đầu tiên ở Ai Cập từ khoảng năm 3000 trước Công nguyên. Ví dụ, không ai có thể tự tin phát biểu rằng người Cro–Magnon đã trang trí các hang động Lascaux ở Pháp vào thời điểm nào.

Ý tưởng của Libby hữu ích đến mức ông được trao giải Nobel vào năm 1960. Ý tưởng này được đặt trên cơ sở là mọi động vật sống đều mang trong mình đồng vị cacbon được gọi là cacbon–14, nguyên tố này bắt đầu phân rã ngay sau khi chúng chết đi. Cacbon–14 có chu kỳ bán phân rã – có nghĩa là, một nửa khoảng thời gian để bất kỳ vật chất nào biến mất [1] – trong khoảng 5.600 năm, thế nên qua việc tính toán xem nó đã phân rã được bao lâu, Libby có thể có được độ tuổi của đối tượng cần xác định – dù chỉ một chừng mực nào đó. Sau tám chu kỳ bán phân rã, chỉ 1/256 lượng cacbon phóng xạ nguyên thủy còn tồn tại, đây là một lượng quá nhỏ nên khó có thể đo lường chính xác, thế nên phương pháp xác định niên đại bằng cacbon phóng xạ chỉ hữu hiệu đối với các đối tượng có độ tuổi khoảng dưới bốn mươi nghìn năm.

Thật lạ, khi kỹ thuật này trở nên phổ biến, người ta bắt đầu nhận ra được những thiếu sót của nó. Người ta phát hiện ra rằng một trong những thành phần cơ sở nơi công thức của Libby, được gọi là hằng số phân rã, sai lệch khoảng 3 phần trăm. Tuy nhiên, lúc này trên toàn thế giới người ta bắt đầu thực hiện hàng ngàn tính toán khác nhau. Thay vì xác định lại hằng số chính xác, các nhà khoa học quyết định giữ lại hằng số thiếu chính xác này. “Thế nên”, Tim Flannery viết, “mọi niên đại cacbon phóng xạ thô mà bạn đọc được ngày nay đều nhỏ hơn con số thực khoảng 3 phần trăm”. Rắc rối không dừng lại ở đó. Người ta cũng nhanh chóng phát hiện ra rằng các mẫu cacbon–14 có thể dễ dàng bị nhiễm bẩn bởi những nguồn khác – các mẩu thực vật cực nhỏ, ví dụ, đã bị trộn lẫn trong cacbon–14 và không được nhận biết. Đối với các mẫu

gần đây hơn – dưới hai mươi nghìn năm – chỉ bị nhiễm bẩn ở mức độ thấp, nhưng các mẫu cổ hơn có thể bị nhiễm bẩn nghiêm trọng vì người ta chỉ đếm được rất ít nguyên tử. Theo lời Flannery, ở trường hợp thứ nhất, nhầm lẫn này có thể so với việc nhầm lẫn một đô–la trong khi đếm một nghìn đô–la; ở trường hợp thứ hai, nhầm lẫn này có thể so với việc nhầm lẫn một đô–la khi bạn chỉ đếm hai đô–la.

Phương pháp của Libby cũng được đặt trên cơ sở là giả định rằng lượng cacbon–14 trong khí quyển, và tỷ lệ thẩm thấu của nó bởi các động vật sống, là không thay đổi theo thời gian. Thực ra không phải thế. Ngày nay chúng ta biết rằng lượng cacbon–14 trong khí quyển có thể xuất hiện đa dạng tùy thuộc vào việc từ trường của trái đất làm lệch các tia vũ trụ ở mức nào, và rằng lượng cacbon–14 có thể thay đổi đáng kể theo thời gian. Điều này có nghĩa là người ta khó có thể xác định được chính xác một số niên đại cacbon–14.

Cuối cùng, và có lẽ hơi bất ngờ, các niên đại này có thể bị phủ nhận bởi những yếu tố ngoại vi dường như chẳng liên hệ gì – chẳng hạn như chế độ ăn uống của những loài vật có mẫu xương đang được xét nghiệm. Một trường hợp gần đây có liên quan đến sự tranh luận dai dẳng về việc liệu bệnh giang mai xuất hiện từ Tân thế giới hay Cựu thế giới. Các nhà khảo cổ sinh học tại Hull, miền Bắc nước Anh, đã khám phá được rằng các nhà sư tại một nghĩa trang tu viện đã mắc chứng giang mai, nhưng kết luận ban đầu rằng họ đã mắc chứng bệnh này trước cuộc hành trình của Columbus đã bị nghi ngờ bởi người ta nhận thấy rằng họ đã ăn rất nhiều cá, điều này khiến xương của họ trở nên có vẻ cổ hơn so với bình thường. Các nhà sư này có thể mắc chứng giang mai, nhưng làm sao họ lại mắc chứng bệnh này, và họ mắc phải nó vào lúc nào, vấn đề này vẫn chưa được giải quyết xác đáng.

Do những hiểu biết còn hạn hẹp về cacbon–14, các nhà khoa học lập ra các phương pháp khác nhằm xác định độ tuổi của các vật chất cổ đại, trong số các phương pháp này gồm có phương pháp nhiệt phát quang, phương pháp này giúp đo lường lượng electron bị mắc kẹt trong đất sét, và phương pháp cộng hưởng electron, phương pháp này vận dụng sóng điện từ để bắn vào mẫu vật và đo lường sự dao động của các electron. Nhưng ngay cả phương pháp tốt nhất trong số này cũng chỉ xác định được niên đại của các đối tượng có độ tuổi dưới 200.000 năm, và chúng hoàn toàn không thể xác định được niên đại của những vật chất vô cơ chẳng hạn như đá, dĩ nhiên đây là điều bạn cần biết nếu bạn muốn xác định độ tuổi của trái đất.

Dường như mọi người trên thế giới đều từ bỏ việc xác định độ tuổi của đá. Nếu không có sự quyết tâm của một Giáo sư người Anh tên là Arthur Holmes, thì có lẽ vấn đề này đã hoàn toàn bị bỏ ngỏ.

Holmes xứng đáng là một vị anh hùng khi vượt qua mọi chướng ngại để có được những thành tựu vang dội của mình. Vào những năm 1920, khi Holmes đang bước vào giai đoạn thịnh vượng nhất trong nghề nghiệp của mình, khi ấy địa chất học đã trở thành lỗi thời – vật lý là môn nghiên cứu thời thượng vào thời điểm này – và không được tài trợ nhiều, đặc biệt tại Anh, nơi địa chất học chào đời. Tại Đại học Durham, Holmes làm việc ở bộ môn địa chất suốt nhiều năm trời. Ông thường mượn hoặc tự chế tạo các trang thiết bị để theo đuổi phương pháp xác định niên đại của đá. Đã từng có lúc toàn bộ những tính toán của ông phải bị trì hoãn suốt năm trong khi ông chờ đợi nhà trường cung cấp cho ông một chiếc máy tính đơn giản. Đôi khi, ông phải dừng hoàn toàn công việc nghiên cứu để kiếm đủ tiền trang trải cho gia đình mình – đã có lúc ông trông coi một cửa hàng bán đồ cổ tại Newcastle – và đôi khi ông thậm chí còn không có được 5 bảng Anh để chi trả lệ phí thành viên hàng năm của Hội Địa chất.

Kỹ thuật mà Holmes vận dụng trong công trình của mình rất dễ hiểu về mặt lý thuyết và nảy sinh trực tiếp từ quá trình làm việc, đầu tiên là lý thuyết của Ernest Rutherford vào năm 1904, ông phát biểu rằng một số nguyên tử phân rã từ nguyên tố này trở thành nguyên tố khác với một tốc độ có thể dự đoán được và bạn có thể vận dụng chúng để làm đồng hồ đo thời gian. Nếu bạn biết phải mất bao lâu để kali–40 phân rã thành agon–40, và bạn đo lường được lượng của mỗi mẫu vật, bạn có thể tính toán được độ tuổi của đối tượng mình cần biết. Holmes có thể đo lường được tốc độ phân rã của urani thành chì, từ đó ông có thể tính toán được độ tuổi của các loại đá, và thế nên – ông hy vọng – có thể tính toán được độ tuổi của trái đất.

Nhưng có nhiều khó khăn về kỹ thuật buộc ông phải vượt qua. Holmes cũng cần có – hoặc ít ra ông cũng rất vui khi có được – một bộ dụng cụ có thể giúp ông chọn ra những mẫu vật nguyên chất nhất từ các mẫu vật bị nhiễm bẩn, và như chúng ta đã biết ông cũng cần có một chiếc máy tính đơn giản. Năm 1946 ông có thể tự tin công bố rằng trái đất có độ tuổi ít nhất là ba tỷ năm hoặc hơn thế. Thật đáng tiếc, lúc này ông lại phải đối mặt với một trở ngại lớn khác trong việc chấp nhận: sự bảo thủ của các đồng nghiệp khoa học. Dù tỏ ra rất vui khi ca ngợi phương pháp luận của ông, nhiều nhà khoa học vẫn khăng khăng rằng ông vẫn chưa tìm ra được độ tuổi của trái đất mà chỉ tìm ra được độ tuổi của các vật chất hình thành nên trái đất.

Cũng trong khoảng thời gian này Harrison Brown của Đại học Chicago đã phát minh ra một phương pháp mới để tính toán các đồng vị của chì trong các loại đá do lửa tạo thành (các loại đá được tạo ra qua quá trình nung nóng, đối nghịch với lớp trầm tích như cát, sạn, bùn...). Biết rằng công việc này có thể vô cùng gian nan, ông giao nó cho chàng trai trẻ Clair Patterson giải quyết. Ông hứa với Patterson rằng việc xác định tuổi của trái đất bằng phương pháp mới của ông sẽ là "việc dễ như bỡn". Thực ra, phải mất nhiều năm mới có thể làm được việc này.

Patterson bắt đầu đề án này vào năm 1948. Suốt bảy năm ròng, đầu tiên tại Đại học Chicago và sau đó tại Viện Kỹ thuật California (nơi ông chuyển đến vào năm 1952), ông làm việc trong phòng thí nghiệm vô trùng, tính toán rất tỷ mỉ các tỷ số của chì và urani với các mẫu đá đã được chọn lọc cẩn thận.

Vấn đề quan trọng trong việc tính toán độ tuổi của trái đất là: bạn cần có các loại đá thực sự cổ, chứa chì–urani–các loại thủy tinh xưa như trái đất – bất cứ thứ gì trẻ hơn đều nhất định sẽ khiến bạn xác định sai lệch độ tuổi của trái đất – nhưng các loại đá thực sự cổ lại rất hiếm hoi trên trái đất. Vào cuối những năm 1940 không ai có thể hiểu được tại sao lại thế. Thật vậy, chúng ta bước vào thời đại không gian trước khi có ai đó có thể giải thích được các mẩu đá cổ của trái đất đã đi đâu. (Câu trả lời ở đây là sự kiến tạo địa tầng mà chúng ta sẽ tìm hiểu sau). Trong khi đó, Patterson phải tính toán mọi việc với rất ít nguyên vật liệu cần thiết. Cuối cùng, và thật tài tình, ông có thể vượt qua được sự khan hiếm về đá bằng cách sử dụng loại đá từ bên kia trái đất. Ông chuyển sang nghiên cứu các thiên thạch.

Giả định của ông – rất hợp lý – là nhiều thiên thạch còn sót lại trên trái đất vào những ngày đầu hình thành hệ mặt trời. Khi xác định được độ tuổi của các thiên thạch thì đồng thời bạn cũng có được độ tuổi (gần đúng) của trái đất.

Tuy nhiên, không gì có thể xảy ra quá dễ dàng. Thiên thạch không có nhiều và chẳng dễ gì khai thác được thiên thạch. Hơn nữa, kỹ thuật đo lường của Brown trở nên quá cầu kỳ và cần phải được cải tiến. Trên hết, có một rắc rối ở đây là: các mẫu vật của Patterson không hiểu vì sao luôn bị nhiễm bẩn bởi một lượng lớn chì khí quyển mỗi khi chúng được phơi ra ngoài không khí. Chính điều này buộc ông phải xây dựng phòng thí nghiệm vô trùng – đây là phòng thí nghiệm vô trùng đầu tiên trên thế giới.

Patterson phải mất bảy năm làm việc kiên nhẫn mới có thể tập hợp được các mẫu vật thích hợp cho vệc xét nghiệm cuối cùng. Mùa Xuân năm 1953 ông đến phòng thí nghiệm quốc gia Argonne tại Illinois, tại đây ông dành thời gian để làm việc cùng máy ghi quang phổ lớn tân tiến nhất, chiếc máy này có thể dò tìm và đo lường được lượng urani và chì lẫn trong các loại thủy tinh cổ. Khi tìm được kết quả của mình, Patterson hào hứng đến mức ông lập tức lái xe quay thẳng về quê hương của mình tại Iowa và nhờ mẹ đưa mình đến bệnh viện để kiểm tra sức khỏe vì ông nghĩ rằng mình đang mắc chứng đau tim.

Chẳng bao lâu sau, tại cuộc hội họp ở Wisconsin, Patterson công bố độ tuổi dứt khoát của trái đất là 4.550 triệu năm (dao động 70 triệu năm) – "một con số không thay đổi suốt năm mươi năm sau đó", theo lời thán phục của McGrayne. Sau hai trăm năm cố gắng của con người, cuối cùng trái đất cũng có được độ tuổi của mình.

Công việc chính đã được thực hiện, lúc này Patteson tập trung vào nghiên cứu chì trong khí quyển. Ông ngạc nhiên khi nhận thấy rằng những hiểu biết nhỏ bé của con người về tác động

của chì đến sức khỏe con người hóa ra lại hoàn toàn sai lạc – và chẳng hề ngạc nhiên về kết quả này, ông khám phá, khi quá trình suốt bốn mươi năm nghiên cứu về tác động của chì luôn được tài trợ bởi các công ty sản xuất các chất phụ gia chì.

Trong quá trình nghiên cứu như thế, một bác sĩ không hề có chuyên môn về bệnh học đã trải qua một chương trình đào tạo năm năm, trong chương trình này những người tình nguyện đã phải hít hoặc nuốt chì với hàm lượng cao. Sau đó nước tiểu và phân của họ được đưa đi xét nghiệm. Thật đáng tiếc, vì vị bác sĩ này dường như không biết, chì không hề được thải ra ngoài. Nói đúng ra, nó tích tụ trong xương và máu – đó là yếu tố khiến nó trở nên nguy hại đến thế – và người ta không hề xét nghiệm xương và máu. Kết quả là, chì được xác định là vô hại với sức khỏe con người.

Patterson nhanh chóng xác định được rằng chúng ta có nhiều chì trong khí quyển, và rằng 90 phần trăm lượng chì này xuất nguồn từ khí thải của các động cơ ô tô, nhưng ông không thể chứng minh được điều đó. Lúc này ông cần có một phương cách để so sánh mức độ chì trong khí quyển hiện tại với mức độ chì trong khí quyển vào thời điểm trước năm 1923, khi chì tetraethyl được giới thiệu lần đầu. Ông khám phá ra rằng lõi của các tảng băng có thể giúp ông tìm được câu trả lời.

Chúng ta biết rằng mưa tuyết tại những nơi chẳng hạn như Greenland tích lũy thành nhiều lớp qua mỗi năm (vì nhiệt độ của các mùa thay đổi dẫn đến sự thay đổi về màu sắc của tuyết). Bằng cách tính toán các lớp băng tuyết này và đo lường lượng chì trong mỗi lớp, ông có thể xác định được mức độ chì trên toàn cầu cách đó vài trăm năm, thậm chí vài nghìn năm. Khái niệm này trở thành cơ sở cho việc nghiên cứu lõi của băng tuyết, đây cũng là nền tảng cho môn khí hậu học hiện đại.

Patterson khám phá được rằng: trước năm 1923 gần như không có chì trong khí quyển, và rằng từ thời điểm đó trở đi mật độ chì trong khí quyển tăng nhanh đến mức nguy hiểm. Lúc này ông bắt đầu tìm cách tách chì ra khỏi xăng dầu. Cuối cùng, ông trở thành người mạnh mẽ phản đối nền công nghiệp sản xuất chì.

Đây hóa ra lại là chiến dịch tệ hại nhất cho Patterson. Ethyl là một tập đoàn hùng mạnh toàn cầu với nhiều đối tác ở khắp mọi nơi. (Các giám đốc của công ty này là Thẩm phán Lewis Powell và Gilbert Grosvenor của Hội Địa lý quốc gia). Patterson đột nhiên nhận thấy rằng sự tài trợ cho công trình nghiên cứu của ông bị cắt giảm. Học viện American Petrolium đã hủy một hợp đồng nghiên cứu với ông, tổ chức United States Public Health Service cũng thế.

Khi Patterson có khả năng mắc nợ nần cao, các ủy viên quản trị của nhà trường liên tục chịu áp lực bởi nền công nghiệp sản xuất chì buộc họ phải sa thải ông. Theo lời Jamie Lincoln Kitman, viết trong cuốn *The Nation* năm 2000, ban quản trị tập đoàn Ethyl đề nghị giao cho Patterson một vị trí quan trọng tại Caltech "nếu Patterson bị tống cổ". Thật lố bịch, ông bị sa thải khỏi National Research Council (vốn là tổ chức có trách nhiệm nghiên cứu tác hại của chì trong khí quyển) dù rằng rõ ràng lúc này ông là chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực này.

Với lòng tin tuyệt vời, Patterson không bao giờ nao núng hay chịu khuất phục. Cuối cùng những nỗ lực của ông đã dẫn đến sự thành lập tổ chức Clean Air Act vào năm 1970, và dẫn đến sự xóa bỏ việc kinh doanh xăng dầu có pha chì tại Hoa Kỳ vào năm 1986. Gần như ngay lập tức mức độ chì trong máu của người Mỹ giảm xuống 80 phần trăm. Nhưng vì chì luôn tồn tại trong khí quyển, thế hệ của chúng ta ngày nay có lượng chì trong máu cao gấp 625 lần so với thế hệ cách đây một thế kỷ. Lượng chì trong khí quyển cũng tiếp tục gia tăng, khá hợp pháp, khoảng một trăm nghìn tấn trong một năm, hầu hết xuất nguồn từ việc khai thác mỏ, luyện kim, và các hoạt động công nghiệp. Hoa Kỳ cũng đã cấm pha chì vào các loại sơn nội thất, "bốn mươi bốn năm sau hầu hết châu Âu", theo lời McGrayne.

Về phía tập đoàn Ethyl, nó vẫn phát triển mạnh, dù GM, Standard Oil, và Du Pont không còn sát cánh với nó nữa. (Họ bán chúng cho một công ty được gọi là Albemarle Paper vào năm 1962). Theo McGrayne, cuối tháng Hai 2001 Ethyl tiếp tục khẳng định rằng "các nghiên cứu cho thấy xăng dầu tẩm chì không gây hại cho sức khỏe con người và môi trường". Trên website của Ethyl, lịch sử công ty không hề đề cập đến chì – hay nói đúng ra là không đề cập

đến Thomas Midgley – nhưng chỉ đề cập đến sản phẩm gốc có chứa "tổng hợp các chất hóa học".

Dù Ethyl không còn sản xuất xăng dầu tẩm chì nữa, theo bản kê khai công ty năm 2001, chì tetraethyl (Ethyl gọi là TEL) vẫn chiếm 25,1 triệu đô–la vào năm 2000 (trong tổng số 795 triệu đô–la), tăng hơn con số 24,1 triệu đô–la vào năm 1999, nhưng lại giảm so với con số 117 triệu đô–la vào năm 1998. Bản báo cáo của công ty nêu rõ quyết tâm "khai thác TEL khi ứng dụng của nó đang giảm dần trên thế giới". Ethyl mua bán TEL qua một bản hợp đồng với công ty Associated Octel của Anh.

Thomas Midgley còn để lại cho chúng ta một tai họa khác, chlorofluorocarbons, chúng đã bị cấm vào năm 1974 tại Hoa Kỳ, nhưng chúng vẫn có khả năng gây hại cho tầng Ozon khi bạn thải chúng vào khí quyển (chúng tồn tại trong các chất khử mùi cơ thể và keo xịt tóc của bạn, ví dụ). Tệ hơn thế, chúng ta vẫn thải một lượng CFCs đáng kể vào khí quyển mỗi năm. Theo Wayne Biddle, 60 triệu pound chất liệu này, trị giá khoảng 1,5 triệu đô–la, vẫn tồn tại trên thị trường mỗi năm. Vậy thì ai là người tạo ra nó? Chúng ta – có thể nói thế, nhiều tập đoàn lớn của chúng ta vẫn đang tạo ra nó tại các đất nước khác nhau. Nó sẽ không bị cấm tại các quốc gia thuộc Thế giới thứ ba mãi đến năm 2010.

Clair Patterson qua đời năm 1995. Ông không giành được giải Nobel nào cho công trình của mình. Chưa có nhà địa chất nào giành được giải Nobel cả. Càng lạ hơn khi biết rằng ông cũng chẳng có được danh tiếng gì hoặc thậm chí không nhận được sự chú ý của mọi người suốt nửa thế kỷ làm việc trong sự kiên trì vì ích lợi của nhân loại. Chúng ta có thể nói rằng ông là nhà địa chất có ảnh hưởng lớn nhất của thế kỷ hai mươi. Tuy nhiên, có ai đã từng nghe nói đến Clair Patterson chưa? Hầu hết các sách giáo khoa nói về địa chất học đều không nhắc đến ông. Hai phần trăm sách phổ biến nói về lịch sử xác định độ tuổi trái đất viết sai tên ông. Đầu năm 2001, một nhà phê bình sách trong tờ *Nature* đã có sự nhầm lẫn khiến chúng ta phải sững sờ khi xem Patterson là một phụ nữ.

Dù gì đi nữa, nhờ bởi công trình của Clair Patterson vào năm 1953 mà cuối cùng trái đất cũng có được độ tuổi xác định của nó. Vấn đề duy nhất ở đây là trái đất lại già hơn cả vũ trụ chứa đựng nó.

---

[1] Nếu bạn băn khoăn tại sao các nguyên tử lại có 50 phần trăm chết đi và 50 phần trăm vẫn tồn tại cho chu kỳ kế tiếp, câu trả lời ở đây là: chu kỳ bán phân rã thực ra chỉ là một quy ước thống kê. Bạn hãy hình dung mình có một mẫu vật chất nào đó với chu kỳ bán phân rã trong 30 giây. Điều này không có nghĩa là mọi nguyên tử trong mẫu vật chất này sẽ tồn tại trong khoảng thời gian chính xác 30 giây hay 60 giây hay 90 giây hay 120 giây. Thực ra mỗi nguyên tử này sẽ tồn tại theo khoảng thời gian ngẫu nhiên tùy tiện không liên quan gì đến con số 30; nó có thể tồn tại trong 2 giây hoặc nó có thể tồn tại suốt nhiều năm, nhiều thập niên, nhiều thế kỷ. Không ai có thể biết trước điều này. Nhưng chúng ta có thể nói rằng nhìn chung một nửa số nguyên tử này sẽ biến mất sau mỗi 30 giây. Đó là tốc độ trung bình nói cách khác, và bạn có thể áp dụng nó cho bất kỳ mẫu vật chất nào. Ví dụ, một số người đã từng xác định được rằng các đồng xu có chu kỳ bán phân rã là khoảng 30 năm.

11. HẠT QUARK CỦA MUSTER MARK

Năm 1911, một nhà khoa học Anh tên là C. T. R. Wilson nghiên cứu về cấu trúc mây bằng cách thường xuyên tìm đến đỉnh Ben Nevis, một dãy núi nổi tiếng ẩm ướt ở Scotland, ông nhận thấy rằng ắt hẳn phải có một phương cách nào đó dễ dàng hơn cho việc nghiên cứu cấu trúc mây. Quay về phòng thí nghiệm Cavendish tại Cambridge, ông xây dựng một phòng chứa đầy mây nhân tạo – một thiết bị đơn giản mà ở đó ông có thể làm mát và làm ẩm không khí, tạo ra một mô hình mây hợp lý trong điều kiện thí nghiệm.

Thiết bị này vận hành rất tốt, ngoài ra nó còn đem lại một ích lợi bất ngờ khác. Khi ông bơm các hạt alpha vào phòng để tạo mây nhân tạo, nó tạo ra một vệt dài dễ thấy – giống như vệt khói để lại phía sau máy bay loại lớn khi nó đang bay. Trước đó ông đã phát minh ra máy dò tìm hạt. Nó cung cấp những bằng chứng cụ thể cho thấy rằng hạt hạ nguyên tử thực sự có tồn tại.

Cuối cùng hai nhà khoa học khác của Cavendish đã phát minh ra một thiết bị rọi proton, trong khi tại California thì Ernest Lawrence phát minh ra máy gia tốc (thiết bị làm cho các hạt của nguyên tử chuyển động với tốc độ rất cao), còn gọi là máy đập vỡ nguyên tử. Tất cả các thiết bị này đều vận hành – cho đến nay vẫn thế – dựa vào cùng một nguyên tắc: làm hạt proton di chuyển với vận tốc cực lớn dọc theo một đường ray (đôi khi được gọi là chu kỳ hoặc tuyến), sau đó cho nó va đập mạnh vào một hạt khác và quan sát xem điều gì xảy ra. Đó là lý do tại sao nó được gọi là máy đập vỡ nguyên tử. Việc này có vẻ không khoa học lắm, nhưng nhìn chung nó rất hiệu quả.

Khi các nhà vật lý học xây dựng những cỗ máy lớn hơn với tham vọng lớn hơn, họ bắt đầu đặt tên cho các hạt bằng ký tự mà không kèm theo bất kỳ con số nào: muon, pion, hyperon, meson, K–meson, Higgs boson, baryon, tachyon. Ngay cả các nhà vật lý học cũng cảm thấy khó chịu với việc này. Enrico Fermi đã trả lời một học sinh nọ khi anh ta hỏi ông về tên của các hạt, “Chàng trai trẻ ạ, nếu tôi có thể nhớ được tên của các hạt này thì có lẽ tôi đã là một nhà thực vật học”.

Ngày nay các máy gia tốc có những cái tên khá oai vệ: Super Proton Synchrotron, Large Electron Positron Collider, Large Hadron Collider, Relativistic Heavy Ion Collider. Vận dụng lượng năng lượng cực lớn, chúng có thể đẩy các hạt di chuyển với vận tốc cực lớn: một electron có thể hoàn tất bốn mươi bảy vòng quanh một đường ray dài bốn dặm trong một giây. Người ta e rằng với sự nhiệt tình của mình, các nhà khoa học có thể vô tình tạo ra một lỗ đen hay một cái gì đó được gọi là “các hạt lạ”, các hạt này có thể, về mặt lý thuyết, tương tác với các hạt hạ nguyên tử và phát triển đến mức không thể kiểm soát được. Nếu hiện giờ bạn đang đọc được điều này, có nghĩa là điều đó vẫn chưa hề xảy ra.

Việc khám phá các hạt đòi hỏi phải có sự tập trung cao độ. Chúng không những cực nhỏ và cực nhanh mà còn rất phù du. Các hạt có thể xuất hiện và biến mất trong khoảng thời gian 0,000000000000000000000001 giây (10^{-24}). Ngay cả hạt chậm chạp nhất trong số này cũng chỉ tồn tại không quá 0,0000001 giây (10^{-7}).

Một số hạt tồn tại cực ngắn đến mức chúng ta không thể xác định được sự tồn tại của chúng. Mỗi giây trái đất nhận 10.000 nghìn tỷ nghìn tỷ hạt nơtrinô cực nhỏ không có trọng lượng (chủ yếu được bắn ra từ các nguyên tử nhiệt của mặt trời), nhưng chúng ta không thể cảm nhận được sự tồn tại của chúng. Để có được vài hạt nơtrinô, các nhà khoa học cần có các hồ nước chứa được 12,5 triệu galông (1 galông = 4,454 lít) nước nặng (loại nước có mật độ đơteri cân bằng) trong một không gian bên dưới mặt đất (thường là các mỏ dầu), nơi mà chúng không bị nhiễu bởi các loại phóng xạ khác.

Rất hiếm khi, một hạt nơtrinô chuyển động va đập vào một hạt nhân nguyên tử trong nước và tạo ra một luồng năng lượng nhỏ. Các nhà khoa học đo lường luồng năng lượng này và từ đó lần ra manh mối về những đặc điểm cơ bản của vũ trụ. Năm 1998, một quan sát viên người

Nhật Bản xác định rằng hạt nơtrinô thực sự có trọng lượng, nhưng không lớn – chỉ bằng khoảng một phần mười triệu trọng lượng của electron.

Ngày nay chúng ta tốn khá nhiều tiền để nghiên cứu các hạt. Có mối quan hệ trái nghịch trong vật lý hiện đại khi chúng ta phải vận dụng các loại máy móc lớn và hiện đại để nghiên cứu về thế giới nhỏ bé của các hạt. CERN (the European Organization for Nuclear Research), tổ chức nghiên cứu hạt nhân châu Âu, giống như một thành phố nhỏ. Trải dài ở vùng biên giới giữa Pháp và Thụy Sĩ, tổ chức này có đến ba nghìn nhân viên với diện tích nhiều dặm vuông. CERN sở hữu lượng nam châm có trọng lượng lớn hơn trọng lượng của tháp Eiffel và đường hầm dài mười sáu dặm.

Theo lời James Trefil thì việc phá vỡ một nguyên tử là việc dễ dàng, mỗi khi bạn bật công tắc một chiếc đèn huỳnh quang thì đồng thời bạn cũng phá vỡ các nguyên tử. Tuy nhiên, việc phá vỡ hạt nhân nguyên tử lại đòi hỏi nhiều tiền bạc và chúng ta cần phải có một nguồn điện cực mạnh, ở mức độ vi lượng (hạt quác) – những hạt cấu thành các hạt –chúng ta cần có nhiều hơn thế: dòng điện hàng nghìn tỷ vôn và ngân sách của một quốc gia nhỏ tại châu Mỹ. Cỗ máy Large Hadron Collider của CERN, bắt đầu vận hành vào năm 2005, sẽ phát ra dòng điện mười bốn nghìn tỷ vôn và người ta phải tốn mất 1,5 tỷ đô–la mới có thể tạo ra nó. [1]

Nhưng những con số này vẫn chẳng là gì khi đem so với những thành tựu mà chúng ta đã đạt được. Các cỗ máy này có thể giúp các nhà khoa học thông dò "bản chất cơ bản của vũ trụ" bằng cách tái tạo các điều kiện hình thành vũ trụ trong khoảnh khắc một phần mười nghìn tỷ giây đầu tiên. Người ta bắn các hạt dọc theo một đường ray dài năm mươi hai dặm, tạo ra nguồn năng lượng chín mươi chín nghìn tỷ vôn. Đây là một kế hoạch vĩ đại nhất, nhưng nó sẽ ngốn mất 8 tỷ đô–la (về sau con số này được nâng lên là 10 tỷ đô–la) và hàng trăm triệu đô–la để bảo trì hệ thống hàng năm.

Có lẽ đây là ví dụ điển hình nhất trong lịch sử về việc đổ tiền vào một chiếc lỗ trong lòng đất, quốc hội Hoa Kỳ đã dành 2 tỷ đô–la cho dự án này, sau đó lại hủy bỏ nó vào năm 1993 sau khi mười bốn dặm đường hầm đã được đào xong. Thế nên ngày nay Texas sở hữu đường hầm đắt tiền nhất trên thế giới.

Tóm lại, vật lý vi lượng là một môn khoa học vô cùng tốn kém – nhưng nó là một công trình đem lại nhiều ích lợi cho nhân loại. Ngày nay chúng ta có hơn 150 loại hạt, người ta cho rằng con số này có thể lên đến 250, nhưng đáng tiếc, theo lời Richard Feynman, "khó có thể xác định được mối quan hệ của tất cả các loại hạt này, và thiên nhiên cần chúng để làm gì, hoặc đâu là mối quan hệ giữa hạt này với hạt khác". Chắc chắn mỗi khi chúng ta mở một chiếc hộp ra, chúng ta sẽ nhận thấy rằng bên trong đó còn có một chiếc hộp khác. Một số người cho rằng còn có những hạt được gọi là tachyon, hạt này có thể di chuyển nhanh hơn cả vận tốc ánh sáng. Một số khác lại ra sức tìm kiếm hạt graviton – trung tâm của trọng lực. Chúng ta không thể nói trước được rằng khi nào chúng ta sẽ dừng lại ở hạt nhỏ nhất. Carl Sagan trong cuốn *Cosmos* trình bày khả năng rằng nếu bạn du lịch vào trong một electron, bạn có thể nhận thấy rằng nó chứa đựng cả một vũ trụ riêng của nó, điều này khiến chúng ta nhớ đến các câu chuyện khoa học viễn tưởng vào thập niên năm mươi. "Trong đó, được tập hợp thành các dải ngân hà và các kết cấu nhỏ hơn, là vô số các hạt cơ bản nhỏ hơn nhiều, đây chính là các vũ trụ, bên trong các vũ trụ này còn có vô số các vũ trụ khác, đến bất tận. Khi chúng ta di chuyển hướng ra ngoài cũng thế".

Đối với hầu hết chúng ta thì đó là một thế giới vượt qua sự hiểu biết của mình. Thậm chí ngày nay để có thể hiểu được những lời giảng về vật lý vi lượng cũng đã là một việc khó khăn, ví dụ: "Hạt pion và kháng pion tích điện phân rã lần lượt thành một hạt muon kết hợp với hạt kháng nơtrinô và một hạt kháng muon kết hợp với hạt nơtrinô với thời gian tồn tại trung bình là $2{,}603 \times 10^{-8}$ giây, hạt pion trung tính phân rã thành hai hạt photon với thời gian tồn tại trung bình là $0{,}8 \times 10^{-16}$ giây, và hạt muon và hạt kháng muon phân rã lần lượt thành...". Cứ thế, nó liên tục phân rã – và điều này được trích từ một cuốn sách dành cho độc giả không chuyên của một trong các nhà giải thích mạch lạc nhất, Steven Weinberg.

Vào những năm 1960, trong một nỗ lực nhằm đem lại sự đơn giản cho vật chất, nhà vật lý học của Caltech, Murray Gell–Mann, đã phát minh ra một loại hạt mới, về cơ bản, theo lời Steven Weinberg, "để" kiểm soát các loại hạt cơ bản" – một thuật ngữ chung mà các nhà khoa học muốn nói đến proton, nơtron, và các hạt khác chịu sự kiểm soát của lực hạt nhân mạnh. Lý luận của Gell–Mann là: mọi hạt cơ bản đều được cấu thành từ những hạt nhỏ hơn, ngay cả những hạt cơ bản hơn thế. Đồng nghiệp của ông, Richard Feynman, muốn gọi các hạt cơ bản mới này là *parton*, nhưng bị bác bỏ. Thay vì thế người ta gọi chúng là hạt *quark* (hạt quác).

Gell–Mann lấy tên gọi này từ một dòng trong cuốn *Finnegans Wake*: "Three quarks for Muster Mark!" (Một số nhà vật lý học gọi chúng là *storks*, chứ không phải *larks*, dù rằng *larks* có cách phát âm giống với *quarks* hơn). Sự đơn giản cơ bản của hạt quark không tồn tại lâu. Khi người ta hiểu rõ hơn về chúng, họ cần phải chia nhỏ chúng hơn nữa. Dù hạt quác quá nhỏ nên không thể có màu sắc hay mùi vị hay bất kỳ đặc điểm vật chất nào để chúng ta nhận diện, chúng vẫn được cấu thành bởi sáu phạm trù – trên, dưới, lạ, đẹp, đỉnh, và đáy – các nhà vật lý học lại xem đây là "hương vị" của chúng, rồi họ còn phân loại các "hương vị" này thành đỏ, xanh dương, và xanh lá.

Cuối cùng toàn bộ những sự kiện này tạo ra thứ được gọi là Mô hình chuẩn, mô hình này thực sự là hành trang thiết yếu để bạn tham quan thế giới hạ nguyên tử. Mô hình chuẩn gồm có sáu hạt quark, sáu hạt lepton, năm hạt boson và một hạt thứ sáu được mặc nhiên công nhận, hạt Higgs boson (được đặt tên theo nhà khoa học người Scotland, Peter Higgs), kết hợp với ba trong số bốn lực vật lý: lực nguyên tử mạnh, lực nguyên tử yếu, và lực điện từ.

Về cơ bản sự sắp đặt này là: cơ sở của vật chất là hạt quark; các hạt quark được nối kết với nhau bởi các hạt được gọi là hạt gluon; và hạt quark kết hợp với hạt gluon hình thành nên hạt proton và hạt nơtron, chất liệu hình thành nhân nguyên tử. Hạt lepton cấu thành hạt electron và hạt nơtrinô. Hạt quark kết hợp với hạt lepton được gọi là hạt fermion. Hạt boson (đặt tên theo nhà vật lý học Ấn Độ S. N. Bose) là các hạt tạo ra và mang lực, nó được cấu thành bởi hạt photon và hạt gluon. Hạt Higgs boson có thể tồn tại hoặc không tồn tại; nó được xem là hạt có trọng lượng.

Như bạn có thể thấy, nó quá rườm rà, nhưng đó là mô hình đơn giản nhất có thể giải thích được tất cả những gì xảy ra trong thế giới hạt. Hầu hết các nhà vật lý học đều cảm thấy, theo lời Leon Lederman trong phim tài liệu PBS 1985, rằng Mô hình chuẩn này thiếu sự tao nhã và sự đơn giản. "Nó quá phức tạp. Nó vận dụng quá nhiều thông số chuyên môn", Lederman nói. "Chúng ta thực sự không thể hiểu được tại sao Đấng tạo hóa lại phải mở hai mươi cánh cửa để thiết lập hai mươi thông số nhằm tạo ra vũ trụ như chúng ta biết". Vật lý học thực ra chỉ là môn học nghiên cứu để tìm ra sự đơn giản cuối cùng, nhưng đến nay tất cả những gì chúng ta biết được chỉ là một mớ hỗn độn – hoặc theo lời Lederman: "Chúng ta có cảm giác rằng bức tranh này không đẹp".

Mô hình chuẩn này không những vụng về mà còn thiếu sót: nó chẳng nói gì đến trọng lực. Khi bạn tìm hiểu về Mô hình chuẩn này, bạn sẽ chẳng tìm được lời giải thích nào về việc tại sao khi bạn đặt một chiếc nón lên bàn mà nó không bay lơ lửng lên trần nhà. Đồng thời nó cũng không thể giải thích được trọng lượng. Để giúp các hạt này có trọng lượng chúng ta phải vận dụng hạt Higgs boson do ước lượng mà có; vấn đề hạt Higgs boson có thực sự tồn tại hay không lại là vấn đề dành cho vật lý học thế kỷ hai mươi mốt. Theo lời nhận xét vui của Feynman: "Chúng ta bị mắc kẹt bởi một học thuyết, và chúng ta không biết được rằng nó đúng hay sai, nhưng chúng ta thực sự biết rằng nó *hơi* sai, hoặc ít nhất là không được hoàn hảo".

Trong quá trình nỗ lực nhằm liên kết mọi việc lại với nhau, các nhà vật lý học cho ra đời học thuyết Siêu chuỗi. Học thuyết này xác định rằng tất cả các hạt nhỏ bé như hạt quark và hạt lepton mà trước đây chúng ta xem là các hạt thực ra là các "chuỗi" – các dải năng lượng dao động trong mười một chiều, gồm có ba chiều như chúng ta đã biết cộng với thời gian và bảy chiều khác, vâng, mà chúng ta chưa từng biết đến. Các chuỗi này cực nhỏ – đủ nhỏ để được xem là hạt.

Qua việc giới thiệu thêm các chiều mới, học thuyết Siêu chuỗi giúp các nhà vật lý có thể kết

hợp các quy luật lượng tử với các quy luật của trọng lực thành một gói tương đối gọn, nhưng điều đó cũng có nghĩa là những gì các nhà khoa học nói về học thuyết này đều là những điều xa lạ và khiến bạn lo lắng giống như khi bạn tiếp chuyện cùng một người xa lạ tại ghế đá công viên. Ví dụ, sau đây là những lời nhà vật lý học Michio Kaku giải thích về kết cấu của vũ trụ dựa vào học thuyết Siêu chuỗi này: "Chuỗi giống lai gồm có một chuỗi đóng có hai loại dao động, ngược chiều và xuôi chiều kim đồng hồ, hai loại này được xử lý khác nhau. Loại dao động xuôi chiều kim đồng hồ tồn tại trong không gian hai mươi sáu chiều, trong số này có mười sáu chiều đã bị nén lại với nhau (Chúng ta nhớ lại rằng trong không gian năm chiều của Kaluza, chiều thứ năm bị nén khi bị quấn thành một vòng tròn)". Những lời giải thích của ông khó hiểu như thế, kéo dài 350 trang.

Học thuyết Siêu chuỗi làm phát sinh thứ được gọi là "học thuyết M", học thuyết này sáp nhập các bề mặt được gọi là các màng. Tôi e rằng đây là điểm dừng trên xa lộ kiến thức mà hầu hết chúng ta đều phải xuống xe. Sau đây là câu văn từ tờ *New York Times*, giải thích "đơn giản" với các độc giả về việc này: "Quá trình xung đột này đã xuất nguồn từ quá khứ vô tận với các màng rỗng xuất hiện song song với nhau trong không gian cong năm chiều... Hai màng, hình thành nên các bức tường của chiều thứ năm, có thể đã vọt ra khỏi cõi hư không ở hình thức dao động lượng tử trong quá khứ thậm chí còn xa xôi hơn nữa và sau đó trôi dạt xa rời nhau". Không hề biện luận. Cũng không thể hiểu nổi.

Vật chất trong vật lý học đã đạt đến mức, theo lời Paul Davies trong cuốn *Nature*, "người không chuyên khoa học không thế nào phân biệt được đâu là điều huyền bí và đâu là điều lập dị". Mùa Thu năm 2002, hai nhà vật lý học người Pháp, hai anh em song sinh Igor và Grickha Bogdanov, giới thiệu một học thuyết về tỷ trọng trong đó có nêu các khái niệm về "thời gian ảo" và "điều kiện Kubo–Schwinger–Martin", và ngụ ý mô tả trạng thái hư không của vũ trụ trước khi xuất hiện Big Bang – khoảng thời gian được cho là không ai có thể biết tới (vì nó xảy ra trước khi vật chất được hình thành).

Gần như ngay lập tức, bài thuyết trình của Bogdanov kích thích sự tranh luận giữa các nhà vật lý học về việc liệu đó là một câu chuyện nhảm nhí, hay là một tác phẩm của một thiên tài, hay chỉ là trò chơi khăm. "Về mặt khoa học, rõ ràng nó gần như hoàn toàn vô nghĩa", nhà vật lý học Peter Woit của Đại học Columbia nói với tờ *New York Times*, "nhưng ngày nay nó được xem chẳng khác gì các tài liệu khoa học khác".

Karl Popper, người mà Steven Weinberg đã gọi là "người đứng đầu trong các triết gia khoa học", đã từng đề xuất rằng có thể không có học thuyết cuối cùng nào cho vật lý học – rằng, nói đúng ra, mọi lời giải thích có thể đòi hỏi sự giải thích xa hơn nữa, tạo ra "một chuỗi vô hạn các nguyên tắc ngày càng cơ bản hơn". Có khả năng những kiến thức như thế có thể vượt ngoài tầm hiểu biết của chúng ta. "Đáng tiếc, cho đến nay", Weinberg viết trong cuốn *Dreams of a Final Theory*, "dường như chúng ta không thể đến được điểm cuối cùng của nguồn tri thức".

Rõ ràng đây là một lĩnh vực sẽ có nhiều tư duy mới, và các tư duy này sẽ vượt ra khỏi tầm hiểu biết của hầu hết chúng ta.

Trong khi các nhà khoa học vào các thập niên giữa thế kỷ hai mươi tìm hiểu thế giới vi mô với sự bối rối, các nhà thiên văn vẫn háo hức tìm hiểu vũ trụ vĩ mô.

Trong lần vừa rồi chúng ta gặp Edwin Hubble, ông đã xác định được rằng gần như tất cả các dải ngân hà trong tầm quan sát của chúng ta đều đang di chuyển xa dần chúng ta, và rằng tốc độ và khoảng cách của chúng rất tương xứng: chúng càng di chuyển cách xa chúng ta thì chúng càng di chuyển với tốc độ lớn hơn. Hubble nhận thấy rằng điều này có thể được diễn đạt bằng một phương trình đơn giản, $H_o = v/d$ (H_o là hằng số, v là vận tốc của dải ngân hà đang bay, và d là khoảng cách giữa nó với chúng ta). Từ đó H_o được gọi là hằng số Hubble và toàn phương trình được gọi là quy luật Hubble. Vận dụng công thức này, Hubble tính toán được rằng vũ trụ có độ tuổi khoảng hai tỷ năm, con số này nghe có vẻ vụng về vì thậm chí trước những năm 1920 người ta đã xác định được rằng đa số các đối tượng trong vũ trụ – đặc biệt là trái đất – đều có độ tuổi lớn hơn thế. Việc cải tiến con số này vẫn đang là công việc của ngành vũ trụ học.

Dường như điều bất biến đối với hằng số Hubble chính là lượng người phản đối giá trị mà nó đưa ra. Năm 1956, các nhà thiên văn khám phá rằng các biến số Cepheid thường thay đổi nhiều hơn so với những gì họ đã nghĩ trước đó; chúng xuất hiện ở hai dạng thức, chứ không phải một. Điều này cho phép họ tính toán lại và xác định lại độ tuổi của vũ trụ là từ 7 đến 20 tỷ năm – không chính xác lắm, nhưng ít nhất cũng không đủ già để chứa đựng kết cấu của trái đất.

Những năm sau đó xuất hiện cuộc tranh cãi dai dẳng giữa Allan Sandage, người thừa kế Hubble tại Đỉnh Wilson, và Gérard de Vaucouleurs, một chiêm tinh gia gốc Pháp tại Đại học Texas. Sandage, sau nhiều năm tính toán cẩn thận, đã xác định được giá trị của hằng số Hubble là 50, dẫn đến kết quả độ tuổi của vũ trụ là 20 tỷ năm. De Vaucouleurs lại khẳng định rằng hằng số Hubble là 100. [2] Điều này có nghĩa là vũ trụ có độ tuổi bằng một nửa con số Sandage đưa ra – mười tỷ năm. Mọi việc càng thêm rắc rối khi vào năm 1994 một nhóm các nhà khoa học từ các Đài thiên văn Carnegie tại California, vận dụng các thông số từ kính viễn vọng Hubble, đề xuất rằng vũ trụ có thể chỉ có độ tuổi là tám tỷ năm – độ tuổi mà ngay cả họ cũng thừa nhận rằng trẻ hơn so với một số vì sao trong vũ trụ. Tháng Hai 2003, một nhóm các nhà khoa học từ NASA và Trung tâm Goddard Space Flight tại Maryland, vận dụng một loại vệ tinh mới được gọi là Wilkinsn Microwave Anistropy Probe, khẳng định rằng độ tuổi của vũ trụ là 13,7 tỷ năm, dao động một trăm triệu năm. Mọi việc dừng lại ở đó, ít nhất là trong một khoảng thời gian ngắn.

Khó khăn trong việc đưa ra quyết định cuối cùng ở đây là: có nhiều giả thuyết được đặt ra. Hãy hình dung bạn đang đứng giữa cánh đồng trong đêm và cố gắng xác định xem khoảng cách từ đây đến hai bóng đèn xa tít kia là bao nhiêu. Vận dụng các công cụ đơn giản của thiên văn học bạn có thể dễ dàng xác định được rằng hai bóng đèn này có độ sáng bằng nhau và rằng một bóng, giả sử, cách xa bạn khoảng cách dài gấp rưỡi lần khoảng cách của bóng đèn còn lại. Nhưng điều bạn không thể khẳng định được ở đây là: liệu bóng đèn gần hơn có phải là một chiếc bóng đèn 58 watt cách xa bạn 112 foot hay nó là một chiếc bóng đèn 61 watt cách xa bạn 119 foot và 8 inch. Trên hết, bạn phải xét đến những lệch lạc bởi sự thay đổi của khí quyển trái đất, bởi lớp bụi thiên hà, tác động của ánh sáng từ những ngôi sao lân cận, và nhiều yếu tố khác. Kết quả cuối cùng là những tính toán của bạn nhất định phải dựa vào nhiều giả định đan xen với nhau, bất kỳ giả định nào cũng có thể tạo ra sự bất đồng. Kết quả là, các nhà thiên văn đôi khi buộc (hoặc sẵn sàng) phải dựa vào những bằng chứng hiếm hoi để đưa ra kết luận của mình. Trong vũ trụ học, theo lời Geoffrey Carr, chúng ta có "hàng núi học thuyết xây dựng trên một đụn cát nhỏ". Hoặc theo lời Martin Rees: "Sự hài lòng hiện tại của chúng ta {đối với những hiểu biết hiện tại} có thể phản ánh sự ít ỏi của các dữ liệu thay vì phản ánh sự xuất sắc của học thuyết này".

Sự thiếu chắc chắn này được áp dụng cho hầu hết mọi thứ, kể cả các khoảng cách trong vũ trụ. Theo Donald Goldsmith thì, khi các nhà thiên văn nói rằng dải ngân hà M87 cách chúng ta 60 triệu năm–ánh–sáng, thì điều này có nghĩa là họ muốn nói rằng nó cách chúng ta từ 40 triệu đến 90 triệu năm–ánh–sáng. Vì vũ trụ này cực lớn nên các khoảng ước lượng cũng cực lớn. Lời dự đoán tốt nhất hiện nay về độ tuổi của vũ trụ có lẽ là con số từ 12 đến 13,5 tỷ năm, nhưng chúng ta còn một khoảng thời gian dài phía trước để có thể đi đến sự nhất trí hoàn toàn.

Một giả thuyết thú vị gần đây nhất đề xuất rằng vũ trụ không quá rộng lớn như chúng ta nghĩ, rằng khi chúng ta quan sát khoảng cách của các dải ngân hà có thể chúng ta chỉ trông thấy những hình ảnh phản chiếu, những "bóng ma", được tạo ra bởi sự khúc xạ ánh sáng.

Sự thật là vẫn còn có rất nhiều điều, thậm chí là những điều rất cơ bản, mà chúng ta chưa hề biết đến – đặc biệt là việc vũ trụ được cấu thành bởi chất liệu gì. Khi các nhà khoa học tính toán lượng vật chất cần thiết để gắn kết mọi thiên thể lại với nhau, họ luôn gặp phải ngõ cụt. Dường như là hết 90 phần trăm vũ trụ, thậm chí 99 phần trăm, được cấu thành bởi thứ được gọi là "chất đen" của Fritz Zwicky – chất liệu mà chúng ta không thể nhìn thấy được. Hơi khó chịu khi nghĩ rằng chúng ta sống trong một vũ trụ mà chúng ta chỉ nhìn thấy một phần nhỏ của nó. Ít nhất thì chúng ta cũng xác định được hai thủ phạm chính: người ta cho rằng chúng hoặc là các WIMP (Weakly Interacting Massive Particle, người ta xem đây là các vệt vật chất không thể nhìn thấy còn sót lại sau Big Bang), hoặc là các MACHO (Massive Compact Halo Objects –

đây là một tên gọi khác của các lỗ đen, các ngôi sao lùn, và các ngôi sao rất mờ nhạt khác).

Các nhà vật lý hạt thường thích lời giải thích về các WIMP hơn, các nhà vật lý học thiên thể lại thích lời giải thích về các MACHO hơn. Đã có lúc MACHO chiếm ưu thế, nhưng vì người ta không tìm đủ các MACHO nên mọi người dành nhiều tình cảm cho WIMP nhưng có một điều là chưa ai tìm thấy bất kỳ một WIMP nào. Vì chúng tương tác yếu, cứ cho rằng chúng thực sự tồn tại thì vẫn khó có thể dò tìm được chúng. Các tia vũ trụ sẽ tạo ra nhiều sự nhiễu. Thế nên các nhà khoa học phải tìm kiếm dưới lòng đất. Ở độ sâu một kilomet dưới lòng đất thì sức mạnh của các tia vũ trụ chỉ còn bằng một phần triệu so với sức mạnh của chúng trên mặt đất. Nhưng ngay cả khi chúng ta tìm kiếm được tất cả những thứ này, "hai phần ba vũ trụ vẫn bị thất lạc". Hiện nay chúng ta gọi phần thất lạc này là DUNNOS (Dark Unknown Nonreflective Nondetectable Objects Somewhere).

Các bằng chứng gần đây cho thấy rằng các dải ngân hà không những đang di chuyển xa dần chúng ta mà chúng còn di chuyển với vận tốc nhanh dần. Điều này trái ngược với mọi mong đợi. Dường như vũ trụ không những được lấp đầy bởi chất đen mà còn được lấp đầy bởi năng lượng đen. Đôi khi các nhà khoa học cũng gọi nó là năng lượng chân không hay một cách gọi kỳ quặc khác là tinh chất. Dù nó là gì, nó vẫn tạo ra sự nở rộng mà không ai có thể tính toán được. Giả thuyết ở đây là, vũ trụ trống rỗng hoàn toàn không trống rỗng – có các hạt vật chất và phản vật chất liên tục xuất hiện rồi lập tức biến mất – và các hạt này không ngừng đẩy vũ trụ hướng ra ngoài với vận tốc tăng dần. Không chắc chắn lắm, thứ duy nhất có thể giải quyết tất cả những việc này chính là hằng số vũ trụ của Einstein – phần toán học mà ông trình bày trong Thuyết Tương đối để ngăn cản sự nở rộng của vũ trụ, và gọi đây là "điều ngớ ngẩn nhất trong đời tôi". Giờ đây điều này dường như cho thấy rằng ông đã hoàn toàn đúng.

Kết quả cuối cùng là, chúng ta sống trong một vũ trụ có độ tuổi mà chúng ta không thể tính toán được, chúng ta được vây quanh bởi các vì sao mà chúng ta không thể xác định được khoảng cách của chúng, vũ trụ này tràn ngập loại vật chất mà chúng ta không thể xác định được, vũ trụ này vận hành theo các quy luật vật lý mà chúng ta không thể hiểu được những đặc tính của chúng.

Và với sự bối rối như thế, chúng ta quay lại với Hành tinh Trái đất và tìm hiểu xem chúng ta thực sự có thể hiểu được điều gì – dù rằng lúc này có lẽ bạn chẳng ngạc nhiên khi nghe nói rằng chúng ta không thể hiểu được hết mọi điều về trái đất và rằng suốt khoảng thời gian dài qua chúng ta không hiểu được những gì hiện chúng ta đã hiểu.

---

[1] Có những ứng dụng thực tiễn khác đối với nỗ lực tốn nhiều tiền của như thế này. World Wide Web là một trong những ứng dụng của CERN. Nó được phát minh bởi một nhà khoa học của CERN, Tim Berners–Lee, năm 1989.

[2] Rõ ràng bạn băn khoăn về ý nghĩa của "hằng số có giá trị 50" hoặc "hằng số có giá trị 100". Câu trả lời ở đây liên quan đến các đơn vị đo lường thiên văn học. Ngoại trừ khi đàm luận, các nhà thiên văn không sử dụng năm–ánh–sáng. Họ sử dụng một khoảng cách được gọi là *parsec* (hình thức rút gọn của *parallax* và *second*), dựa vào đơn vị đo lường vũ trụ được gọi là *stellar parallax* tương đương với 3,26 năm–ánh–sáng. Những phạm vi thực sự lớn được đo lường bằng *megaparsec*: một triệu *parsec*. Hằng số này được biểu diễn bằng kilomet/giây/megaparsec. Thế nên khi các nhà thiên văn nói đến "hằng số" Hubble là 50", họ muốn nói đến "50 kilomet/giây/megaparsec". Đối với hầu hết chúng ta thì đơn vị đo lường này rõ ràng chẳng có ý nghĩa gì.

12. TRÁI ĐẤT CHUYỂN ĐỘNG

Một trong những hoạt động chuyên môn cuối cùng trước khi qua đời năm 1955, Albert Einstein viết một lời tựa ngắn nhưng rất sinh động cho một cuốn sách nọ của một nhà địa chất tên là Charles Hapgood với tựa đề *Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science*. Cuốn sách của Hapgood là sự đánh đố hoàn toàn những ý tưởng cho rằng các lục địa đang di chuyển. Với giọng điệu mời gọi, Hapgood nhận xét rằng vài người cả tin đã nhận thấy "sự tương ứng rõ ràng về hình dạng giữa các lục địa". Ông tiếp tục, dường như là "Nam Mỹ có thể sáp nhập với châu Phi, và vân vân... Người ta còn khẳng định rằng kết cấu đá ở hai bờ Đại Tây Dương khá giống nhau".

Hapgood mạnh mẽ bác bỏ bất kỳ ý niệm nào tương tự thế, ông lưu ý rằng nhà địa chất K. E. Caster và J. C. Mendes đã nghiên cứu trực tiếp kỹ lưỡng hai bên bờ Đại Tây Dương và xác nhận rằng không có bất kỳ sự tương quan nào tồn tại giữa chúng. Có trời mới biết hai quý ông này đã quan sát được những gì, vì thực ra nhiều kết cấu đá ở hai bên bờ Đại Tây Dương *giống hệt nhau* – không phải là khá giống nhau mà là hoàn toàn như nhau.

Đây không phải ý tưởng thu hút sự chú ý của Hapgood, hoặc nhiều nhà địa chất khác vào thời điểm này. Học thuyết mà Hapgood nói đến là học thuyết đã đề xuất lần đầu vào năm 1908 bởi một nhà địa chất học không chuyên người Mỹ tên là Frank Bursley Taylor. Taylor xuất thân từ một gia đình giàu có và đầy đủ điều kiện để theo đuổi niềm đam mê khoa học của mình. Ông là một trong những người bị hấp dẫn bởi sự giống nhau về hình dạng giữa bờ biển châu Phi và bờ biển Nam Mỹ, và từ sự quan sát này ông phát triển ý tưởng rằng các lục địa đã từng có lúc trôi dạt trên bề mặt trái đất. Ông đề xuất – tiên đoán – rằng sự cọ xát chèn ép giữa các lục địa đã tạo ra các dãy núi. Tuy nhiên, ông lại không tìm ra được bằng chứng cho ý tưởng này, và giả thuyết này được xem là quá lập dị nên không nhận được nhiều sự chú ý.

Tuy nhiên, tại Đức ý tưởng của Taylor lại được đón nhận, và được đánh giá cao, bởi một nhà lý luận tên là Alfred Wegener, một nhà khí tượng học tại Đại học Marburg. Wegener khám phá nhiều vật hóa thạch dị thường không phù hợp hoàn toàn với mô hình chuẩn về lịch sử trái đất và ông nhận thấy rằng nếu giải thích theo cách thông thường thì rất ít trong số các vật hóa thạch này có ý nghĩa. Động vật hóa thạch liên tục cho thấy rằng hai bờ đại dương này quá rộng nên chúng không thể bơi từ bờ bên này sang bờ bên kia được, ông tự hỏi, làm sao thú có túi lại có thể di chuyển từ Nam Mỹ đến châu Úc được? Làm sao loài ốc sên giống hệt nhau có thể xuất hiện cùng một lúc tại Scandinavia và New England? Và làm thế nào người ta có thể giải thích được các vỉa than và các tàn dư vùng bán nhiệt đới tại những khu vực băng giá chẳng hạn như Spitsbergen, cách miền Bắc Na Uy bốn trăm dặm, nếu chúng không di chuyển đến đó từ một khu vực ấm hơn?

Wegener phát triển giả thuyết rằng các lục địa trên thế giới đã từng có lúc sáp nhập với nhau thành một vùng đất duy nhất mà ông gọi là Pangaea, tại đây quần thể thực vật và động vật có thể hòa trộn với nhau, trước khi các lục địa tách rời nhau và trôi dạt đến vị trí hiện tại của chúng. Ông trình bày những điều này trong cuốn *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, hay còn gọi là *The Origin of Continents and Oceans*, cuốn sách này được xuất bản tại Đức năm 1912 và – dù sự xuất hiện của Chiến tranh thế giới I trong thời gian này – xuất bản tại Anh ba năm sau đó.

Do bởi chiến tranh, thoạt tiên giả thuyết của Wegener không thu hút sự chú ý, nhưng năm 1920, khi ông bổ sung và tái bản tác phẩm này, nó nhanh chóng trở thành một đề tài quan trọng được mọi người nhắc đến. Mọi người đồng ý rằng các lục địa đã di chuyển – nhưng di chuyển theo hướng lên và xuống, chứ không di chuyển sang hai bên. Quá trình di chuyển theo đường thẳng đứng, được gọi là sự đẳng tĩnh, là cơ sở lý luận cho địa chất học suốt nhiều thế hệ, dù rằng không ai có được các giả thuyết tốt để giải thích tại sao và điều đó đã xảy ra như thế nào. Một lý luận, hiện vẫn được trình bày trong các sách giáo khoa, được gọi là giả thuyết quả táo nướng của nhà khoa học người Áo, Austrian Eduard Suess, trước khi bước vào thế kỷ hai mươi mốt. Giả thuyết này cho rằng trái đất bị nung chảy đã nguội dần, điều này tạo ra các nếp

nhăn giống như một quả táo được nướng lên, tạo ra các lưu vực đại dương và các dãy núi. Đừng bận tâm đến việc James Hutton trước đó đã đề xuất rằng bất kỳ kết cấu tĩnh nào cuối cùng cũng tạo ra dạng hình cầu trơn nhẵn vì sự sói mòn sẽ san bằng những khu vực lồi và lấp đầy những khu vực lõm. Cũng có một vấn đề khác, được chứng minh bởi Rutherford và Soddy vào đầu thế kỷ này, là các nguyên tố của trái đất sở hữu nhiệt lượng khổng lồ – đủ lớn để tạo ra hiện tượng nguội dần và teo tóp như những gì Suess đề xuất. Và dẫu sao thì, nếu giả thuyết của Suess là đúng đắn thì các dãy núi sẽ được phân phối đều trên bề mặt trái đất, rõ ràng điều này không đúng, và có độ tuổi gần bằng nhau; tuy nhiên đầu những năm 1900 người ta đã tìm được các bằng chứng cho thấy rằng một vài dãy núi, chẳng hạn dãy Urals và Appalachians, có độ tuổi già hơn các dãy núi khác, chẳng hạn dãy Alps và Rockies, đến hàng trăm triệu năm. Rõ ràng đã đến lúc chúng ta cần phải có một giả thuyết mới. Thật đáng tiếc, các nhà địa chất không mong rằng Alfred Wegener chính là người tạo ra nó. Wegener không có kiến thức nền về địa chất học. Ông là nhà khí tượng học, ơn Chúa! Một nhà khí tượng học – một nhà khí tượng học *người Đức*. Đây là những thiếu sót không thể bù đắp được.

Thế nên các nhà địa chất học tìm mọi cách để bác bỏ bằng chứng của ông và coi thường những đề xuất của ông. Xoay quanh vấn đề sự phân bổ các hóa thạch, họ đặt ra giả thuyết về những "cây cầu đất" xa xưa ở những nơi cần thiết. Khi một con ngựa cổ tên là *Hipparion* được khám phá là đã sống ở Pháp và Florida trong cùng một thời điểm, một cây cầu đất được vẽ băng qua Đại Tây Dương để nối liền hai điểm này. Khi người ta khám phá rằng loài heo vòi cổ đã tồn tại đồng thời tại Nam Mỹ và Đông Nam Á, họ vẽ một chiếc cầu nối liền hai khu vực này. Sau đó các bản đồ biển thời tiền sử gần như luôn gắn liền với giả thuyết về những cây cầu đất – từ Bắc Mỹ đến châu Âu, từ Brazil đến châu Phi, từ Đông Nam Á đến Úc, từ Úc đến Nam Cực. Những cây cầu này không những thường xuất hiện ở nơi cần thiết để chuyển các động vật sống từ vùng này sang vùng khác, mà sau đó còn biến mất không để lại dấu vết gì. Dĩ nhiên, không ai ủng hộ giả thuyết này – không gì có thể sai lạc hơn thế – tuy nhiên nó lại là giả thuyết chính thống trong địa chất học suốt nửa thế kỷ sau đó.

Ngay cả những cây cầu đất cũng chẳng giải thích được điều gì. Một loài bọ ba thùy nổi tiếng tại châu Âu cũng được khám phá là đã sống tại Newfoundland – nhưng chỉ một phía của hòn đảo này. Không ai có thể giải thích thuyết phục được tại sao nó có thể di chuyển hàng nghìn dặm để tìm đến hòn đảo này nhưng sau đó lại không thể tìm đường để xuất hiện trên toàn hòn đảo có bề rộng chỉ 200 dặm này. Thậm chí còn kỳ quặc hơn là, một chủng loài bọ ba thùy khác được tìm thấy ở châu Âu và Bắc Thái Bình Dương nhưng chúng lại không xuất hiện giữa hai khu vực này. Tuy nhiên, cuối năm 1964 khi cuốn *Encyclopaedia Britannica* thảo luận về các giả thuyết xung đột nhau, chính giả thuyết của Wegener được xem là đầy "những giả thuyết khó khăn nghiêm trọng".

Rõ ràng Wegener đã phạm sai lầm. Ông khẳng định rằng Greenland đang trôi dạt về phía Tây với tốc độ một dặm/năm, điều này rõ ràng vô lý. (Thực ra chỉ nửa inch/năm). Trên hết, ông không thể đưa ra bất kỳ bằng chứng thuyết phục nào về việc những vùng đất rộng lớn này đã di chuyển như thế nào. Để có thể tin vào giả thuyết của ông, bạn cần phải chấp nhận rằng các lục địa khổng lồ vì một lý do nào đó bị đẩy mạnh qua lớp vỏ cứng của trái đất, giống như chiếc lưỡi cày bị đẩy đi dưới mặt đất, mà không để lại đường xoi nào trên đường đi. Khi ấy không gì có thể giải thích được đâu là động cơ tạo ra sự chuyển động quy mô này.

Chính Arthur Holmes, nhà địa chất học người Anh đã xác định được độ tuổi của trái đất, đã đề xuất một phương pháp hợp lý. Holmes là nhà khoa học đầu tiên hiểu được rằng sự ấm dần do chất phóng xạ có thể tạo ra dòng đối lưu bên trong trái đất. Theo học thuyết của ông, các dòng đối lưu này có thể có đủ sức để đẩy trượt các lục địa trên bề mặt trái đất. Trong cuốn *Principles of Physical Geology* nổi tiếng của ông, được phát hành lần đầu năm 1944, ông trình bày giả thuyết về sự trôi dạt các lục địa, giả thuyết này vẫn có sức thuyết phục cao nhất mãi đến nay. Giả thuyết này của ông đã bị chỉ trích mạnh mẽ, đặc biệt tại Hoa Kỳ. Một nhà phê bình nọ xác nhận rằng Holmes đã trình bày các lý luận của mình rất rõ ràng và thuyết phục đến mức các sinh viên có thể thực sự tin rằng đó là điều đúng đắn.

Tuy nhiên, tại nơi khác một giả thuyết mới có liên quan đến việc này xuất hiện. Năm 1950,

một cuộc bầu chọn tại cuộc họp hàng năm của Hội Khoa học Anh cho thấy rằng một nửa các nhà khoa học thời ấy ủng hộ giả thuyết về sự trôi dạt của các lục địa. (Sau đó Hapgood tuyên dương Holmes, xem ông là nhân vật tiêu biểu cho các nhà địa chất lỗi lạc người Anh). Thật lạ, chính Holmes đôi khi cũng do dự với niềm tin của mình. Năm 1953 ông thú nhận: "Tôi chưa bao giờ thành công trong việc tránh xa những thành kiến chống lại giả thuyết về sự trôi dạt của các lục địa".

Giả thuyết về sự trôi dạt của các lục địa không phải là hoàn toàn không được sự ủng hộ tại Hoa Kỳ. Reginald Daly của Đại học Havard đã ủng hộ nó, nhưng ông, bạn có thể nhớ lại, chính là người đã đề xuất rằng mặt trăng đã được hình thành bởi sự va chạm trong vũ trụ, và những ý tưởng của ông đã được xem là rất thú vị, thậm chí rất đáng giá, nhưng vẫn không nhận được sự nhìn nhận xác đáng. Và thế nên hầu hết các học viện tại châu Mỹ đều tin rằng các lục địa đã và đang ở cùng một vị trí, và chúng sẽ mãi mãi ở tại vị trí này.

Thật thú vị, trước đó nhiều năm các nhà địa chất của các công ty dầu hỏa đã biết rằng nếu bạn muốn tìm kiếm dầu hỏa thì bạn phải thừa nhận sự chuyển dịch của bề mặt trái đất xuất nguồn từ kiến thức về kiến tạo địa tầng. Nhưng họ vẫn không trình bày những điều này thành một bài thuyết trình chính thức; họ chỉ chú tâm tìm kiếm dầu hỏa.

Có một vấn đề quan trọng đối với các học thuyết về trái đất mà trước đó không ai quyết tâm, hoặc thậm chí không ai có ý định giải quyết nó. Vấn đề ở đây là: tất cả trầm tích đã biến đi đâu? Mỗi năm các dòng sông cuốn đi một lượng phù sa khổng lồ – 500 triệu tấn canxi, chẳng hạn – ra biển. Nếu chúng ta nhân con số này với số năm đã trôi qua, nó sẽ tạo ra một con số vô cùng lớn: khoảng mười hai dặm trầm tích dưới đáy biển – hoặc nói cách khác, lẽ ra đáy biển đã cao hơn bờ. Các nhà khoa học xử lý nghịch lý này bằng cách dễ dàng nhất: họ phớt lờ nó. Nhưng cuối cùng đến một lúc nào đó họ không thể phớt lờ nó được nữa.

Vào Thế chiến thứ hai, một nhà khoáng vật học của Đại học Princeton tên là Harry Hess được giao nhiệm vụ phụ trách tàu chiến *USS Cape Johnson*. Tàu được trang bị máy dò độ sâu được gọi là máy dò sâu, máy này được thiết kế để hoạt động ven bờ, nhưng Hess nhận thấy rằng nó có thể được vận dụng cho các mục tiêu khoa học khá tốt và ông không bao giờ tắt nó đi, thậm chí khi tàu ra giữa biển hoặc đang tham gia chiến đấu. Những khám phá của ông thật đáng kinh ngạc. Nếu đáy đại dương rất cổ, như mọi người vẫn thường nghĩ, thì ắt hẳn nó phải bị bao phủ bởi một lớp phù sa rất dày, giống như lớp bùn ở đáy sông hoặc hồ. Nhưng những hiểu biết của Hess cho thấy rằng đáy đại dương chẳng tạo ra thứ gì ngoại trừ lớp trầm tích mỏng. Nó bị gồ ghề bởi các hẻm núi, các đường rãnh, và các kẽ nứt, và lấm chấm bởi các ngọn núi lửa được gọi là các *guyot*, gọi theo tên nhà địa chất học trước đó của Đại học Princeton tên là Arnold Guyot. Điều này thật đáng ngạc nhiên, nhưng Hess phải tham gia cuộc chiến, và ông hoãn việc này lại về sau.

Sau cuộc chiến, Hess quay lại Đại học Princeton và tiếp tục việc giảng dạy, nhưng những bí ẩn dưới lòng đại dương vẫn tiếp tục ám ảnh tâm trí ông. Trong khi đó, suốt những năm 1950 các nhà hải dương học tiếp tục thực hiện nhiều khảo sát công phu về đáy đại dương. Trong quá trình tìm hiểu, họ khám phá một điều còn đáng ngạc nhiên hơn: dãy núi to lớn nhất trên trái đất hầu hết đều nằm dưới lòng nước biển. Nó trải dài dọc theo đáy đại dương trên thế giới, khá giống với mũi khâu trên quả bóng chày.

Nếu bạn xuất phát từ Iceland, bạn có thể lần theo nó mãi đến giữa Đại Tây Dương, vòng quanh Nam Phi, băng qua Ấn Độ Dương, bên dưới châu Úc; từ đó nó băng qua Thái Bình Dương trước khi hướng thẳng đến bờ biển phía Tây của Hoa Kỳ. Đôi khi các đỉnh cao của nó nhô lên khỏi mặt nước giống như một hòn đảo hoặc quần đảo – quần đảo Azores và Canaries ở Đại Tây Dương, đảo Hawaii ở Thái Bình Dương, ví dụ – nhưng hầu hết nó được chôn vùi dưới hàng nghìn mét nước biển. Tổng chiều dài các nhánh của nó lên đến 46.600 dặm.

Trước đó người ta hiểu biết rất ít về việc này. Khi họ thiết lập dây cáp dưới lòng đại dương vào thế kỷ mười chín, họ mới biết rằng có những điều bất thường đó dưới lòng biển giữa Đại Tây Dương mà họ không giải thích được. Giữa lòng Đại Tây Dương có một hẻm núi – một kẽ

nứt – có độ rộng hàng chục dặm và chiều dài 12 nghìn dặm. Điều này dường như cho thấy rằng trái đất đã bị nứt tại đường nối này, giống như quả hạch bật ra khỏi lớp vỏ cứng của nó. Đây là một ý niệm ngớ ngẩn, nhưng không ai có thể phủ nhận bằng chứng của nó.

Sau đó vào năm 1960 các nghiên cứu cho thấy rằng đáy đại dương khá trẻ tại khu vực giữa Đại Tây Dương nhưng lại già dần khi bạn di chuyển về phía Đông hoặc Tây. Harry Hess tìm hiểu vấn đề này và nhận thấy rằng việc này chỉ có thể có một ý nghĩa duy nhất: lớp vỏ mới của đại dương đã được hình thành hoặc từ bên này hoặc từ bên kia của vết nứt này, sau đó nó bị đẩy xa dần vết nứt này và lớp vỏ mới lại được hình thành sau đó. Đáy Đại Tây Dương gồm hai vành đai lớn, một đẩy lớp vỏ cứng về phía Bắc Mỹ, và một đẩy lớp vỏ cứng về phía châu Âu. Quá trình này được gọi là quá trình dàn trải đáy biển.

Khi lớp vỏ cứng này di chuyển đến điểm cuối tại ranh giới tiếp giáp với các lục địa, nó chìm vào trong lòng đất qua quá trình được gọi là sự giảm trừ. Điều đó giải thích được vấn đề trầm tích đã biến đi đâu. Nó quay trở về với lòng đất. Điều đó cũng giải thích được tại sao đáy đại dương khắp mọi nơi lại tương đối trẻ. Đáy đại dương ở mọi khu vực đều có độ tuổi dưới 175 triệu năm, điều này khiến người ta bối rối vì đá ở các lục địa thường có độ tuổi hàng tỷ năm. Lúc này Hess có thể hiểu được tại sao. Các loại đá dưới đáy đại dương chỉ tồn tại trong khoảng thời gian nó di chuyển đến bờ biển. Đó là một học thuyết tuyệt vời có thể giải thích được nhiều điều. Hess trình bày các ý tưởng của mình trong một bản thuyết trình quan trọng, cả thế giới dường như chẳng hề quan tâm đến bản thuyết trình này. Có những lúc thế giới không sẵn sàng để đón nhận một ý tưởng tốt nào đó.

Trong khi đó, hai nhà nghiên cứu, làm việc độc lập, có được những khám phá khiến mọi người phải sửng sốt. Năm 1906, một nhà vật lý học người Pháp tên là Bernard Brunhes đã khám phá rằng từ trường của trái đất liên tục tự đảo ngược, và rằng sự đảo nghịch này hoàn toàn cố định nơi một số loại đá. Đặc biệt, các hạt của các quặng sắt bên trong các loại đá này cho thấy các cực từ xuất hiện ở đâu tại khoảng thời gian chúng hình thành. Thực ra thì chúng "nhớ" được nơi tồn tại của các cực từ tại thời điểm chúng hình thành. Suốt nhiều năm trời, đây chỉ là một điều kỳ lạ không hơn không kém, nhưng vào những năm 1950 Patrick Blackett của Đại học London và S. K. Runcorn của Đại học Newcastle đã nghiên cứu về các cơ cấu từ đóng băng trong các loại đá tại Anh và họ vô cùng ngạc nhiên khi nhận thấy rằng chúng cho thấy rằng tại một thời điểm nào đó trong quá khứ xa xôi nước Anh đã xoay tròn trên trục của nó và di chuyển hướng về phía Bắc, giống như thể một con tàu thoát ra khỏi sự níu kéo của dây neo. Ngoài ra, họ còn khám phá rằng nếu bạn đặt bản đồ từ trường của châu Âu dọc theo bản đồ từ trường của châu Mỹ tại cùng một giai đoạn, chúng sẽ vừa khớp với nhau giống như một mảnh giấy bị xé làm hai. Thật kỳ diệu.

Những khám phá của họ cũng bị phớt lờ.

Năm 1963, hai người từ Đại học Cambridge, một nhà địa vật lý tên là Drummond Matthews và một sinh viên tốt nghiệp tên là Fred Vine, vận dụng các nghiên cứu về từ trường của đáy Đại Tây Dương, họ chứng minh thuyết phục rằng các đáy đại dương đang "dàn trải" theo đúng phương cách mà Hess đã nói, và rằng các lục địa cũng đang di chuyển. Một nhà địa chất học kém may mắn người Canada tên là Lawrence Morley cũng đưa ra kết luận như thế tại cùng thời điểm, nhưng lại không tìm được ai để xuất bản bài thuyết trình của mình. Thật nhục nhã, biên tập viên của tờ *Journal of Geophysical Research* nói với ông rằng: "Những suy xét như thế chỉ có thể được trình bày tại các tiệc rượu, nhưng đó không phải là thứ cần được xuất bản dưới sự che chở của khoa học". Sau đó một nhà địa chất đã mô tả nó "có lẽ là tài liệu quan trọng nhất trong môn khoa học nghiên cứu trái đất không được công bố".

Dù sao thì, lớp vỏ cứng chuyển động là một ý tưởng cần phải được thừa nhận. Một hội nghị chuyên đề của các nhân vật quan trọng nhất trong lĩnh vực này đã được tổ chức tại London dưới sự đỡ đầu của Hội Khoa học Hoàng gia năm 1964, và thật bất ngờ, dường như mọi người đều thay đổi chính kiến của mình. Trái đất, hội nghị thừa nhận, là một thể khảm gồm nhiều mảng cấu thành, sự chèn ép xô đẩy giữa các mảng này tạo ra sự dịch chuyển bề mặt trái đất.

Cụm từ "lục địa trôi dạt" bị loại bỏ khi người ta nhận thấy rằng toàn bộ lớp vỏ trái đất

chuyển động chứ không chỉ riêng các lục địa, nhưng phải mất một khoảng thời gian nhất định người ta mới tìm được tên gọi thích hợp cho từng mảng cấu thành lớp vỏ trái đất. Thoạt tiên người ta gọi chúng là "khối vỏ" hoặc đôi khi là "đá lát". Mãi đến cuối 1968, với sự xuất hiện của bài báo của ba nhà địa chấn học trên tờ *Journal of Geophysical Reasearch*, các khối này mới có được tên gọi nhất định tồn tại đến nay: các phiến đá. Bài báo này cũng gọi môn khoa học mới này là kiến tạo địa tầng học.

Những ý tưởng cũ kỹ chỉ qua đời sau một khoảng thời gian dài, và không ai tỏ ra vội vã trong việc đón nhận học thuyết mới này. Những năm 1970, một trong số các sách giáo khoa về địa chất phổ biến nhất và có ảnh hưởng sâu rộng nhất, cuốn *The Earth* của Harold Jeffreys đáng kính, khẳng định rằng kiến tạo địa tầng học là điều không thể có trong tự nhiên, ngay trong lần xuất bản đầu tiên vào năm 1924 nó cũng nói thế. Nó cũng phủ nhận sự đối lưu và sự dàn trải đáy biển. Và trong cuốn *Basin and Range*, xuất bản năm 1980, John McPhee nhấn mạnh rằng ngay cả một nhà địa chất học tám mươi tuổi người Hoa Kỳ cũng không thể tin vào môn kiến tạo địa tầng học.

Ngày nay chúng ta biết rằng bề mặt trái đất được cấu thành bởi 8–12 phiến đá lớn (tùy thuộc vào việc bạn định nghĩa như thế nào là "lớn") và khoảng 20 phiến đá nhỏ, và tất cả chúng đều dịch chuyển theo các hướng khác nhau với tốc độ khác nhau. Một vài phiến đá thực sự lớn và gần như không dịch chuyển, một số khác nhỏ hơn nhưng dịch chuyển rõ ràng hơn. Chúng chỉ có mối quan hệ ngẫu nhiên với khối lượng mặt đất đặt trên chúng. Ví dụ, phiến đá Bắc Mỹ lớn hơn nhiều so với châu Mỹ. Nó phác họa đường nét của bờ biển phía Tây châu Mỹ (đây là lý do tại sao khu vực này thường xảy ra động đất, do bởi sự va chạm giữa các phiến đá này). Iceland bị tách rời ở giữa, điều này khiến nó (xét về kiến tạo địa tầng) một nửa thuộc châu Mỹ và nửa còn lại thuộc châu Âu. Trong khi đó, New Zealand là một phần của Ấn Độ Dương rộng lớn dù rằng xét về mặt địa lý thì nó không hề thuộc Ấn Độ Dương.

Mối quan hệ giữa các vùng đất hiện đại với các vùng đất trong quá khứ trở nên phức tạp hơn nhiều so với những gì người ta có thể hình dung. Hóa ra là, Kazakhstan đã từng có lúc gắn liền với Na Uy và New England. Một góc nhỏ của Stalen Island đã từng thuộc châu Âu. Một phần của Newfoundland cũng thế. Bạn hãy nhặt lấy một viên đá cuội từ bãi biển Massachusetts, hiện nay họ hàng của nó xuất hiện tại châu Phi. Vùng cao nguyên Scotland và hầu hết vùng Scandinavia trước đây thuộc châu Mỹ. Người ta cũng nghĩ rằng một phần dãy Shackleton của Antarctica có thể đã từng thuộc dãy Appalachians thuộc miền Đông Hoa Kỳ. Tóm lại, các loại đá đã dịch chuyển.

Sự xáo trộn liên tục giúp các phiến đá không bị nóng chảy và hòa quyện thành một khối bất động. Giả sử mọi việc tiếp tục diễn ra như hiện tại, Đại Tây Dương sẽ tiếp tục dàn trải, đến một lúc nào đó nó sẽ lớn hơn cả Thái Bình Dương. Phần lớn bang California sẽ trôi dạt, tách rời Hoa Kỳ và trở nên giống như vùng Madagascar của Thái Bình Dương. Châu Phi sẽ dịch chuyển về phía Bắc hướng đến châu Âu, đẩy Địa Trung Hải ra khỏi vị trí hiện tại và đẩy dãy Himalaya từ Paris đến Calcutta. Châu Úc sẽ sáp nhập với các hòn đảo phía Bắc và nối liền với các eo đất của châu Á. Đây là những kết quả trong tương lai, chứ không phải là những sự kiện có thể xảy ra trong tương lai. Khi chúng ta đang ngồi đây, các lục địa vẫn không ngừng trôi dạt, giống như những chiếc lá trên mặt hồ. Nhờ bởi hệ thống định vị toàn cầu, chúng ta có thể nhận thấy rằng châu Âu và Bắc Mỹ đang tách rời nhau với vận tốc của chiếc móng tay khi nó dài thêm – xấp xỉ hai yard (1 yard = 0,914 mét) trong một đời người. Nếu bạn có thể chờ đợi đến khi ấy, bạn có đủ thời gian để cưỡi ngựa từ Los Angeles đến San Francisco. Do đời sống của chúng ta quá ngắn ngủi nên chúng ta không thể chứng kiến những thay đổi như thế. Bạn hãy quan sát quả địa cầu, những gì bạn trông thấy chỉ là hình ảnh cực ngắn của các lục địa trong khoảng thời gian bằng một phần mười của 1% lịch sử trái đất.

Chỉ có trái đất là hành tinh đá diễn ra quá trình kiến tạo địa chất, tại sao lại thế thì lại là vấn đề hơi bí ẩn. Đây không phải vấn đề kích cỡ hay tỷ trọng – sao Kim (Venus) có kích cỡ và tỷ trọng gần bằng trái đất nhưng nó vẫn không có quá trình kiến tạo địa chất. Người ta nghĩ rằng – dù đây chỉ là một suy nghĩ – quá trình kiến tạo địa chất là một phần quan trọng của sự hình thành kết cấu trái đất. Theo lời nhà vật lý học James Trefil, "Thật khó có thể tin được rằng sự

vận động liên tục của kiến tạo địa tầng lại không ảnh hưởng đến đời sống trên trái đất". Ông đề xuất rằng những thay đổi do kiến tạo địa tầng – chẳng hạn sự thay đổi về khí hậu – đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển đời sống thông minh. Các nhà khoa học khác lại tin rằng sự trôi dạt của các lục địa có thể đã tạo ra một vài sự kiện dẫn đến sự diệt vong trái đất. Tháng Mười năm 2002, Tony Dickson của Đại học Cambridge ở Anh quốc cho ra đời một bản tường thuật, được phát hành trên tờ *Science*, khẳng định rằng nhất định có mối liên hệ giữa lịch sử các loại đá và lịch sử đời sống con người. Ông cho rằng thành phần hóa học của nước biển đã thay đổi đột ngột và mạnh mẽ trong khoảng thời gian nửa tỷ năm qua và rằng những thay đổi này thường tương quan với những sự kiện quan trọng trong lịch sử sinh vật học – sự bột phát của các sinh vật cực nhỏ đã tạo ra các vách đá phấn tại bờ biển miền Nam nước Anh, sự xuất hiện đột ngột của các loài có vỏ cứng tại kỷ Cambri, và vân vân. Không ai có thể xác định được thứ gì khiến thành phần hóa học của nước biển thay đổi đột ngột như thế, nhưng có khả năng sự đóng và mở các hẻm núi (kẽ nứt) dưới lòng biển chính là thủ phạm.

Xét mọi mặt, kiến tạo địa tầng học không những giải thích được sự dịch chuyển bề mặt trái đất – ví dụ, vùng *Hipparion* cổ xưa dịch chuyển từ Pháp đến Florida như thế nào – mà còn giải thích được nhiều cơ cấu bên trong lòng đất. Động đất, sự hình thành các quần đảo, chu kỳ cacbon, vị trí của các dãy núi, tuổi băng, nguồn gốc của sự sống – gần như tất cả đều chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi học thuyết mới này. Các nhà địa chất học, theo lời McPhee, cảm thấy bị choáng váng khi nhận thấy rằng "toàn bộ trái đất đột nhiên trở nên vô cùng ý nghĩa".

Nhưng chỉ đến một chừng mực nào đó. Sự phân bổ của các lục địa trước đây ít gọn gàng hơn nhiều so với những gì hầu hết mọi người thường nghĩ. Dù các sách giáo khoa trình bày với vẻ khá tự tin về các vùng đất cổ tiêu biểu với những tên gọi chẳng hạn như Laurasia, Gondwana, Rodinia, và Pangaea, đôi khi những vùng đất này được đặt trên cơ sở là những kết luận không còn hợp thời. Theo lời George Gaylord Simpson trong cuốn *Fossils and the History of Life*, các chủng loài thực vật và động vật ở thế giới cổ đại thường xuất hiện tùy tiện, chúng xuất hiện tại những nơi lẽ ra chúng không nên xuất hiện.

Nét phác thảo về Gondwana, một lục địa lớn nối liền châu Úc, châu Phi, Nam Cực, và Nam Mỹ, được đặt trên cơ sở là sự phân bổ của loài dương xỉ cổ được gọi là *Glossopteris*. Tuy nhiên, về sau *Glossopteris* được tìm thấy tại hầu hết các khu vực trên thế giới chẳng liên hệ gì đến Gondwana. Gần như không ai để tâm đến sự thiếu nhất quán này. Tương tự, một loài bò sát thuộc kỷ triat tên là *Lystrosaurus* đã được tìm thấy ở Nam Cực trải dài đến châu Á, hỗ trợ ý tưởng về mối quan hệ trước đây giữa hai vùng đất này, nhưng chúng lại không xuất hiện tại Nam Mỹ hoặc châu Úc, đây là hai khu vực mà người ta tin rằng đã từng có lúc là hai phần của cùng một lục địa.

Cũng có nhiều đặc điểm khác nơi bề mặt trái đất mà kiến tạo học không thể giải thích được. Hãy lấy ví dụ về vùng Denver. Mọi người đều biết rằng Denver là vùng đất cao hơn mực nước biển một dặm, nhưng sự dâng cao của nó chỉ mới xuất hiện tương đối gần đây. Khi loài khủng long còn tồn tại trên trái đất, khi ấy Denver chỉ là một phần của đáy đại dương, với độ sâu nhiều nghìn foot. Tuy nhiên các loại đá làm nền móng cho Denver không bị đứt gãy hay biến dạng theo cách mà người ta hình dung khi Denver bị chèn ép bởi các phiến đá kiến tạo địa tầng, và dù sao thì Denver cũng ở quá xa biên của các phiến đá nên không thể chịu ảnh hưởng từ sự dịch chuyển của chúng. Điều này cũng giống như khi bạn đẩy mạnh vào biên bên này của tấm thảm với hy vọng rằng sẽ tạo ra nếp gãy khúc ở biên bên kia của nó. Bí ẩn suốt hàng triệu năm qua, dường như là Denver đã nhô cao lên, giống như ổ bánh mì nướng. Điều này cũng đúng với hầu hết khu vực Nam Phi, một phần của nó với bề rộng hàng nghìn dặm đã nhô cao lên gần một dặm trong 100 triệu năm qua mà không hề liên quan gì đến các hoạt động kiến tạo địa tầng. Trong khi đó châu Úc lại có xu hướng nghiêng đi và lún xuống. Suốt 100 triệu năm qua nó đã trôi dạt về phía Bắc hướng đến châu Á, vùng biên phía Bắc của nó đã lún xuống khoảng sáu trăm foot. Dường như Indonesia đang lún xuống chầm chậm và kéo theo châu Úc. Các học thuyết về kiến tạo địa tầng học không thể giải thích được các hiện tượng này.

Alfred Wegerner không còn sống để nhận thấy rằng những ý tưởng của mình được xác nhận. Trong cuộc viễn chinh hướng về Greenland năm 1930, ông lên đường một mình, vào sinh nhật lần thứ năm mươi. Ông không bao giờ quay lại. Vài ngày sau người ta tìm được ông, bị đóng băng đến chết dưới lớp băng tuyết. Ông được chôn cất ngay tại đó.

Einstein cũng không sống đủ lâu để nhận thấy rằng ông đã đặt cược sai. Thật thế, ông qua đời tại Princeton, New Jersey, vào năm 1955 trước khi các học thuyết của Charles Hapgood về sự trôi dạt của các lục địa được xuất bản.

Một nhân vật quan trọng khác trong quá trình xuất hiện của học thuyết về sự kiến tạo địa tầng, Harry Hess, cũng xuất thân từ Princeton tại thời điểm đó và trải qua cả đời nghiên cứu ở đó. Một trong những học trò của ông là chàng trai trẻ thông minh Walter Alvarez, cuối cùng người này đã thay đổi thế giới khoa học theo chiều hướng hoàn toàn khác.

Về phần bộ môn địa chất học, những biến động của nó cũng chỉ mới bắt đầu, và chính chàng trai trẻ Alvarez là người phát động những thay đổi này.

Phần IV - HÀNH TINH NGUY HIỂM

"Lịch sử của mọi khu vực trên trái đất, giống như đời sống của một người lính, là chuỗi dài chán nản cùng với những lo sợ". - *Nhà địa chất học người Anh, Derek V. Ager.*

13. PĂNG!

Suốt một khoảng thời gian dài người ta biết rằng có một điều gì đó kỳ quặc ẩn bên dưới mặt đất vùng Manson, Iowa. Năm 1912, một người khoan giếng để cung cấp nước cho thành phố đã kể lại rằng mình đã tìm thấy nhiều loại đá biến dạng dưới lòng đất – "các mảnh đá giống như pha lê với chất nền tan chảy", theo những mô tả trong một bản mô tả chính thức. Nguồn nước ở đây cũng khác lạ. Nó không có muối khoáng, giống như nước mưa. Trước đó loại nước không chứa muối khoáng chưa từng được tìm thấy tại Iowa.

Dù các loại đá và nguồn nước khác lạ của Manson là điều khiến người ta tò mò, mãi bốn mươi mốt năm sau mới có một nhóm các nhà khoa học từ Đại học Iowa chính thức tìm hiểu về vấn đề này. Năm 1953, sau khi đào nhiều hố sâu để thử nghiệm, các nhà địa chất học xác định rằng khu vực này thực sự kỳ dị và sở hữu các loại đá cổ biến dạng.

Sự chấn động tại Manson không phải xuất nguồn từ bên trong lòng đất, mà là xuất nguồn từ cách đó 100 triệu dặm. Tại một khoảng thời gian nào đó trong quá khứ xa xôi, khi Manson còn xuất hiện ven bờ một đại dương cạn, do là một khối đá có bề rộng khoảng một dặm rưỡi, cân nặng mười tỷ tấn và di chuyển ở vận tốc gấp hai trăm lần vận tốc âm thanh và đâm sầm vào trái đất với sức mạnh và sự đột ngột mà chúng ta khó có thể hình dung được. Nơi hiện nay Manson tồn tại trở thành một chiếc hố sâu ba dặm và có chiều rộng hơn hai mươi dặm. Loại đá vôi giúp Iowa có được nguồn nước chứa nhiều muối khoáng đã bị phá hủy hoàn toàn và được thay thế bằng một loại đá nền khiến người khoan giếng này phải sửng sốt vào năm 1912.

Sự va chạm của Manson là sự va chạm lớn nhất từng xảy ra tại lục địa Hoa Kỳ. Chiếc hố mà nó để lại rộng đến mức bạn chỉ có thể trông thấy bờ bên kia vào những ngày thời tiết tốt. Suốt 2,5 triệu năm qua chiếc hố này đã được lấp đầy và phẳng như mặt bàn. Dĩ nhiên đây là lý do tại sao không ai nghe nói đến chiếc hố Manson.

Đối với hầu hết những người sống tại Manson thì sự kiện lớn nhất đã từng xảy ra tại đây là cơn lốc xoáy tại Main Streat vào năm 1979, phá hủy khu thương mại này. Một trong những thuận lợi của sự bằng phẳng này là bạn có thể trông thấy nguy hiểm từ xa. Gần như toàn bộ người dân thị trấn đều chứng kiến hình ảnh nó tiến gần về phía Main Street và trải qua nửa giờ đồng hồ quan sát cơn lốc xoáy này đang hướng về phía họ, với hy vọng rằng nó sẽ đổi hướng, sau đó phải tháo chạy khi nó không hề đổi hướng. Ngày nay, mỗi khi đến tháng Sáu người dân Manson lại tổ chức một sự kiện kéo dài một tuần lễ được gọi là Crater Days nhằm giúp mọi người quên đi kỷ niệm đáng tiếc đó. Rõ ràng sự kiện này chẳng liên hệ gì đến chiếc hố mà chúng tôi đã trình bày. Không ai có thể xác định được vị trí của vụ va chạm mà họ không thể nhìn thấy.

"Đôi khi cũng có người đến đây và hỏi rằng họ nên đi về hướng nào để tham quan chiếc hố đó và chúng tôi phải nói với họ rằng chẳng có gì để xem cả", Anna Schlapkohl, người quản lý thư viện của thị trấn, nói, "Sau đó họ bỏ đi với vẻ thất vọng". Tuy nhiên, hầu hết mọi người, kể cả hầu hết người dân Iowa, chưa bao giờ nghe nói đến chiếc hố Manson. Ngay cả các nhà địa chất học cũng chỉ ghi chú vài dòng về sự kiện này. Nhưng trong khoảng thời gian ngắn vào thập niên 1980, Manson là nơi thú vị nhất trên trái đất trong mắt các nhà địa chất học.

Câu chuyện bắt đầu vào đầu thập niên 1950 khi một nhà địa chất học trẻ tuổi tên là Eugene Shoemaker đến thăm chiếc hố sao băng ở Arizona. Ngày nay hố sao băng này là chứng tích va chạm nổi tiếng nhất trên trái đất và là điểm thu hút khách du lịch nổi tiếng. Tuy nhiên vào những năm 1950 nó không hề thu hút khách du lịch và vẫn thường được gọi là hố Barringer sau khi một kỹ sư địa chất giàu có tên là Daniel M. Barringer đặt cược vào nó năm 1903.

Barringer tin rằng chiếc hố này đã được hình thành bởi một ngôi sao băng nặng mười triệu tấn, chứa nhiều sắt và niken, và ông tin chắc rằng mình sẽ giàu sụ khi khai thác được lượng sắt và niken này. Vì không biết được rằng ngôi sao băng này và mọi thứ trong nó sẽ bị bốc hơi ngay khi va chạm, ông đã hoang phí nhiều tiền của và hai mươi sáu năm đào bới và tìm kiếm mà chẳng thu được thứ gì cả.

Xét theo các tiêu chuẩn ngày nay, việc nghiên cứu vào đầu những năm 1900 là quá thô sơ, có thể nói như thế. Tiên phong là G. K. Gilbert của Đại học Columbia, ông lập mô hình về các tác động của các vụ va chạm bằng cách ném mạnh các viên bi vào những chiếc chảo đựng yến mạch. (Vì một lý do nào đó, Gilbert tiến hành các thử nghiệm này không phải tại một phòng thí nghiệm mà là tại một phòng khách sạn). Từ thử nghiệm này, Gilbert kết luận rằng những chiếc hố trên mặt trăng được hình thành từ các vụ va chạm – đây là một khái niệm khá cơ bản vào thời ấy – nhưng những chiếc hố trên trái đất lại không phải thế. Hầu hết các nhà khoa học khi ấy đều phủ nhận kết luận này. Họ cho rằng những chiếc hố trên mặt trăng là bằng chứng về các núi lửa cổ đại.

Trước thời của Shoemaker, người ta thường quan niệm rằng hố sao băng này đã hình thành bởi một vụ nổ hơi nước dưới lòng đất. Shoemaker không biết gì về các vụ nổ hơi nước dưới lòng đất – ông không thể biết: chúng không tồn tại – nhưng ông thực sự biết rõ mọi khu vực xảy ra các vụ nổ. Một trong những việc đầu tiên của ông sau khi tốt nghiệp Đại học là nghiên cứu về các vành đai của các vụ nổ tại khu vực thử nghiệm hạt nhân Yucca Flats ở Nevada. Ông kết luận, giống như Barringer vào thời trước đó, rằng tại chiếc hố sao băng này không có bằng chứng nào cho thấy hoạt động của núi lửa, nhưng ở đó xuất hiện các chất liệu khác – silic dioxit nguyên chất và manhetit – đây là bằng chứng về sự va chạm từ không gian bên ngoài. Rất thích thú với việc này, ông dành thời gian nhàn rỗi để nghiên cứu vấn đề này.

Trước tiên ông làm việc cùng đồng nghiệp Eleanor Helin và sau đó là cùng vợ mình, Carolyn, và người cộng tác David Levy, ông bắt đầu nghiên cứu một cách có hệ thống về hệ mặt trời. Họ phải dành một tuần lễ mỗi tháng tại đài thiên văn ở California để quan sát các vật thể, chủ yếu là các hành tinh nhỏ với quỹ đạo cắt ngang quỹ đạo của trái đất.

“Khi chúng tôi mới bắt đầu, chúng tôi chỉ khám phá được hơn một chục các hành tinh nhỏ”, Shoemaker nhớ lại sau đó vài năm trong một cuộc phỏng vấn truyền hình. “Các nhà thiên văn của thế kỷ hai mươi mốt dường như không quan tâm đến hệ mặt trời”, ông nói. “Họ chỉ chú ý đến các vì sao và các dải ngân hà”.

Những khám phá của Shoemaker và các đồng nghiệp của mình là điều mà không ai có thể hình dung được.

Các hành tinh nhỏ, như hầu hết mọi người đều biết, là những vật thể bằng đá di chuyển theo quỹ đạo khó có thể xác định được trong vành đai giữa sao Hỏa và sao Mộc. Trong các hình minh họa, chúng được trình bày rối tung như mớ bòng bong, nhưng hệ mặt trời của chúng ta là khoảng không gian lớn và bình quân các hành tinh nhỏ này cách xa nhau khoảng một triệu dặm. Không ai biết được chính xác có bao nhiêu hành tinh nhỏ như thế này trong không gian, nhưng người ta cho rằng con số này ít hơn một tỷ. Chúng được xem là các hành tinh gần như không bao giờ va chạm vào nhau, vì lực hút của sao Mộc luôn giữ chúng tách xa nhau.

Khi các hành tinh nhỏ này được khám phá lần đầu tiên vào những năm 1800 – cái đầu tiên được khám phá vào ngày đầu tiên của thế kỷ mới bởi Giuseppi Piazzi – chúng được xem là các hành tinh, và hai hành tinh nhỏ đầu tiên được đặt tên là Ceres và Pallas. Nhà thiên văn học William Herschel xác định rằng kích cỡ của chúng nhỏ hơn nhiều so với kích cỡ của các hành tinh thực sự. Ông gọi chúng là các vật thể không gian, ngày nay người ta thường gọi chúng là các hành tinh nhỏ.

Việc tìm kiếm các hành tinh nhỏ này trở nên phổ biến vào đầu thế kỷ mười chín, và đến cuối thế kỷ mười chín người ta tìm được khoảng một nghìn hành tinh như thế. Vấn đề ở đây là không ai có được những ghi nhận một cách có hệ thống về chúng. Đầu những năm 1900, người ta không thể phân biệt được đâu là hành tinh cũ và đâu là hành tinh mới được khám phá. Lúc này, vật lý học thiên thể cũng phát triển mạnh nên các nhà thiên văn học thường tập trung

nghiên cứu về các hành tinh nhỏ này. Chỉ một vài nhà thiên văn học, đáng ghi nhận là Gerard Kuiper, nhà thiên văn học người Hà Lan mà vành đai các sao chổi Kuiper được đặt tên theo tên ông, quan tâm đến hệ mặt trời. Nhờ bởi nghiên cứu của ông tại đài thiên văn McDonald ở Texas, sau đó là nghiên cứu của các nhà khoa học khác tại trung tâm Minor Planet ở Cincinnati và công trình Spacewatch ở Arizona, chúng ta có được danh sách cụ thể về các hành tinh nhỏ này. Mãi đến cuối thế kỷ hai mươi chỉ còn lại một hành tinh nhỏ nằm ngoài khả năng hiểu biết của chúng ta – một vật thể không gian được gọi là 719 Albert. Lần cuối cùng gần đó nhất họ trông thấy nó là vào tháng Mười 1911, mãi đến gần đây nó mới xuất hiện vào năm 2000 sau khi biến mất suốt tám mươi chín năm.

Đến tháng Bảy 2001, hai mươi sáu nghìn hành tinh nhỏ đã được xác định và được đặt tên cụ thể, con số các hành tinh nhỏ còn lại lên đến hàng triệu, rõ ràng việc này chỉ mới bắt đầu.

Xét từ một khía cạnh nào đó thì việc này cũng trở thành vô nghĩa. Việc xác định một hành tinh nhỏ không thể giúp nó trở nên an toàn. Ngay cả khi chúng ta xác định được mọi hành tinh nhỏ trong hệ mặt trời, không ai có thể nói rằng liệu chúng có thể va chạm vào chúng ta hay không. Chúng ta không thể dự đoán được liệu những thiên thể này có đâm sầm vào trái đất chúng ta hay không. Chúng trôi dạt trong không gian và không ai có thể đoán biết được sự vận hành của chúng.

Bạn hãy hình dung quỹ đạo của trái đất là đường cao tốc, chúng ta là chiếc xe duy nhất di chuyển trong đó, nhưng trên con đường này có thể xuất hiện người đi bộ băng qua đường vào bất kỳ lúc nào, họ không biết cách quan sát trước khi băng qua đường. Ít nhất 90 phần trăm những người bộ hành này là những người hoàn toàn xa lạ với chúng ta. Chúng ta không biết họ sống ở đâu, họ thường di chuyển lúc mấy giờ, họ có thường xuyên băng qua đường không. Chúng ta biết rất ít về họ và thông tin chúng ta có được luôn mơ hồ, bất kỳ lúc nào họ cũng có thể băng qua đường trong khi chúng ta đang di chuyển với vận tốc sáu mươi sáu nghìn dặm một giờ. Theo lời Steven Ostro của đài thiên văn Jet Propulsion thì, "Giả sử có một chiếc nút nào đó bạn có thể nhấn và để thắp sáng mọi vật thể băng qua trái đất có đường kính lớn hơn mười mét, con số các vật thể này có thể lên đến hơn 100 triệu". Tóm lại, bạn có thể không trông thấy hàng nghìn ngôi sao ở xa, nhưng bạn có thể trông thấy hàng triệu triệu các ngôi sao ở khoảng cách gần hơn và những vật thể chuyển động ngẫu nhiên – "tất cả những thứ này đều có khả năng va chạm với trái đất, và chúng di chuyển theo những hướng khác nhau với vận tốc khác nhau trên bầu trời".

Nhưng chúng ta không thể nhìn thấy chúng. Nhìn chung người ta nghĩ – suy nghĩ thực ra cũng chỉ là sự ước chừng, dựa vào phương pháp ngoại suy từ mật độ các hố trên mặt trăng – rằng có khoảng hai nghìn hành tinh nhỏ như thế này có khả năng cắt ngang quỹ đạo trái đất của chúng ta, đe dọa sự tồn tại của con người trên trái đất này, nhưng chúng ta gần như không thể theo dõi được chúng.

Mãi đến năm 1991 chúng ta mới xác định được cái đầu tiên trong số chúng, sau khi nó đã vụt bay mất. Được đặt tên là 1991 BA, nó di chuyển cắt ngang chúng ta, cách chúng ta khoảng 106.000 dặm – đây là một khoảng cách nhỏ trong vũ trụ, có thể ví như một viên đạn đi qua ống tay áo nhưng lại không chạm vào cánh tay. Hai năm sau, một vật thể khác hơi lớn hơn một chút di chuyển cách chúng ta chỉ 90.000 dặm – đây là khoảng cách gần nhất được ghi nhận cho đến nay. Và chúng ta cũng chỉ nhận ra nó khi nó đã băng qua chúng ta mà không hề nhận được bất kỳ lời cảnh báo nào. Theo Timothy Ferris, viết trong tờ *New Yorker*, những chuyển động như thế có lẽ xảy ra hai hoặc ba lần một tuần mà chúng ta không hề hay biết.

Kính viễn vọng đặt tại trái đất không thể phát hiện được những vật thể có đường kính một trăm yard (1 yard = 0,914 mét) mãi đến khi nó chỉ còn cách trái đất chỉ vài ngày, và sự phát hiện này cũng chỉ là may mắn vì con số những người đang nghiên cứu về các vật thể này rất khiêm tốn. Chúng ta có thể so sánh con số những người trên thế giới thực sự đang nghiên cứu về các hành tinh nhỏ này còn ít hơn số nhân viên của một nhà hàng McDonald điển hình.

Trong khi Eugene Shoemaker đang cố gắng làm mọi người quan tâm đến những nguy cơ

tiềm ẩn trong hệ mặt trời, một khám phá mới được thực hiện tại Ý bởi một nhà địa chất trẻ đến từ đài thiên văn Lamont Doherty tại Đại học Columbia. Đầu thập niên 1970, trong khi Walter Alvarez đang nghiên cứu ngoài trời tại hẻm núi Bottaccione Gorge, gần thị trấn Umbrian của Gubbio, ông tỏ ra rất ngạc nhiên đối với lớp đất sét mỏng màu đỏ xuất hiện giữa hai lớp đá vôi cổ – một từ kỷ creta và một từ kỷ tertiary. Các nhà địa chất học thường gọi đây là đường biên giới KT [1], và nó đánh dấu khoảng thời gian cách đây sáu mươi lăm triệu năm, khi loài khủng long và một nửa các loài khác đột nhiên biến mất. Alvarez băn khoăn về ý nghĩa của lớp đất sét mỏng này, chỉ dày một phần tư inch, ông cho rằng ắt hẳn nó có liên quan mật thiết đến lịch sử của trái đất.

Lúc này người ta quy ước rằng sự tuyệt chủng của loài khủng long đã xảy ra tại cùng thời điểm mà Charles Lyell đã xác định trước đó một thế kỷ – rằng loài khủng long đã bị tuyệt chủng cách đây hàng triệu năm. Nhưng sự mỏng manh của lớp đất sét này rõ ràng cho thấy rằng tại Umbria, nếu không còn nơi khác, đã có một điều gì đó rất đột ngột đã xảy ra. Đáng tiếc là vào thập niên 1970 không ai kiểm tra để xác định xem mất bao lâu lớp trầm tích này mới xuất hiện.

Lẽ ra Alvarez đã bỏ dở vấn đề ở đây, nhưng may mắn là ông có được sự trợ giúp của một người – cha ông, Luis. Luis Alvarez là nhà vật lý nguyên tử lừng danh, ông giành giải Nobel vật lý trong thập niên trước đó. Trước đó ông luôn tỏ ra coi thường sự quan tâm của con trai mình dành cho các loại đá, nhưng vấn đề này đã gợi sự thích thú nơi ông. Ông nhận thấy rằng câu trả lời ở đây có thể gắn liền với bụi trong không gian.

Mỗi năm trái đất nhận khoảng ba mươi nghìn tấn bụi không gian, đây là một lượng khá lớn nếu bạn thu gom thành một đống, nhưng lại trở nên vô cùng nhỏ khi được trải rộng trên toàn bề mặt trái đất. Được phân tán qua lớp bụi này là các nguyên tố lạ hiếm thấy trên trái đất. Trong số các nguyên tố lạ này có iridi, nguyên tố này tồn tại trong không gian nhiều gấp một nghìn lần so với ở lớp vỏ trái đất (vì, người ta cho rằng, hầu hết iridi trên trái đất đều chìm vào lõi của trái đất khi trái đất còn non trẻ).

Alvarez biết rằng trước đó một đồng nghiệp của mình tại phòng thí nghiệm Lawrence Berkeley tại California, Frank Asaro, đã phát minh một kỹ thuật đo lường rất chính xác các thành phần hóa học của các loại đất sét, kỹ thuật này vận dụng một quá trình được gọi là phân tích sự hoạt hóa nơtron. Kỹ thuật này liên quan đến việc dùng các hạt nơtron bắn vào các mẫu vật trong một lò phản ứng hạt nhân nhỏ và cẩn thận đếm các tia gama phát ra; đây là một công việc vô cùng tỉ mỉ. Trước đó Asaro đã vận dụng kỹ thuật này để phân tích các mẫu đồ gốm, nhưng Alvarez lý luận rằng nếu ông đo lường được lượng các nguyên tố lạ trong các mẫu đất của con trai mình và so sánh số liệu đó với tốc độ lắng đọng hàng năm của nó, ông sẽ biết được rằng mất bao lâu chúng mới hình thành. Một buổi chiều tháng Mười năm 1977, Luis và Walter Alvarez ghé thăm Asaro và nhờ Asaro thực hiện các bước kiểm tra hộ họ.

Đó là lời yêu cầu khá táo bạo. Họ yêu cầu Asaro dành ra vài tháng khó nhọc để đo lường chính xác các mẫu đất này. Rõ ràng không ai có thể nghĩ rằng nghiên cứu của họ có thể đem lại những bước đột phá lớn.

“Vâng, họ rất có duyên, rất thuyết phục”, Asaro nhớ lại trong một cuộc phỏng vấn năm 2002. “Và dường như đó là một thử thách thú vị, thế nên tôi đồng ý thử. Đáng tiếc rằng khi ấy tôi còn nhiều việc đang dở dang, thế nên mãi tám tháng sau tôi mới có thể bắt đầu. Ngày 21 tháng Sáu năm 1978, lúc 1 giờ 45 phút chiều, chúng tôi đặt một mẫu đất vào máy dò. Nó vận hành suốt 224 phút và chúng tôi có thể nhận thấy rằng chúng tôi sắp sửa có những kết quả thú vị, thế nên chúng tôi dừng nó lại và bắt đầu quan sát”.

Kết quả thật bất ngờ, thực ra thoạt tiên cả ba nhà khoa học này cứ ngỡ rằng họ đã đi sai hướng. Lượng iridi trong mẫu đất của Alvarez nhiều hơn gấp ba trăm lần so với mức độ bình thường – nhiều hơn xa so với những gì họ mong đợi. Vài tháng sau Asaro và đồng nghiệp của mình là Helen Michel làm việc suốt ba mươi giờ đồng hồ (“Một khi bạn đã bắt đầu bạn không thể dừng lại”, Asaro giải thích) để phân tích các mẫu đất này, họ luôn luôn có cùng một kết quả như nhau. Các thử nghiệm trên các mẫu đất khác – từ Đan Mạch, Tây Ban Nha, Pháp, New

Zealand, Antarctica – cho thấy rằng trầm tích iridi xuất hiện trên toàn thế giới và với một lượng lớn hơn mức bình thường đến năm trăm lần. Rõ ràng đã có một sự kiện nào đó rất lớn và đột ngột, và có lẽ đó là một biến động vô cùng lớn giống như cơn đại hồng thủy, đã xảy ra trên trái đất.

Sau khi suy xét cẩn thận, cha con Alvarez kết luận rằng lời giải thích hợp lý nhất – hợp lý đối với họ – là: trái đất đã từng bị tấn công bởi một hành tinh nhỏ hoặc một sao chổi nào đó.

Ý tưởng rằng trái đất đã bị va chạm hết lần này đến lần khác không phải là một ý tưởng mới mẻ gì. Năm 1942, một nhà vật lý học thiên thể tên là Ralph B. Baldwin đã đề xuất một khả năng như thế trong tạp chí *Popular Astronomy*. (Ông xuất bản trên tạp chí này vì không một nhà xuất bản khoa học nào khác chấp nhận in nó). Và ít nhất hai trăm nhà khoa học nổi tiếng khác, chẳng hạn nhà thiên văn học Ernst Opik và nhà hóa học nhận giải Nobel tên là Harold Urey, đã nhiều lần lên tiếng ủng hộ ý tưởng này. Thậm chí các nhà cổ sinh vật học cũng chẳng lạ gì với ý tưởng này. Năm 1956 một Giáo sư tại Đại học Oregon State, M. W. de Laubenfels, viết trong tờ *Journal of Paleontology*, đã tiên đoán được ý tưởng này qua đề xuất rằng có lẽ loài khủng long đã chết qua một vụ va chạm giữa trái đất và một vật thể từ không gian bên ngoài, và năm 1970 chủ tịch tổ chức American Paleontological Society, Dewey J. McLaren, đề xuất tại cuộc họp hàng năm về khả năng đã từng xuất hiện một vụ va chạm giữa trái đất và vật thể từ không gian.

Dường như để khẳng định rằng đây là một ý tưởng không hề mới lạ, năm 1979 một xưởng phim tại Hollywood phát hành một bộ phim có tựa đề *Sao băng* ("Có đường kính khoảng năm dặm... Di chuyển với tốc độ 30.000 mét/giờ – và không có nơi nào để ẩn nấp!") với các diễn viên Henry Fonda, Natalie Wood, Karl Malden, và một viên đá rất lớn.

Thế nên, trong tuần lễ đầu tiên của năm 1980, tại cuộc họp của tổ chức American Association for the Advancement of Science, hai cha con nhà Alvarez công bố kết luận của họ rằng sự tuyệt chủng của loài khủng long không diễn ra suốt hàng triệu năm như người ta vẫn nghĩ, rằng sự tuyệt chủng này diễn ra đột ngột trong một vụ nổ duy nhất, rằng mọi người không nên bất ngờ về kết luận này.

Nhưng nó đã khiến mọi người sửng sốt. Mọi nơi, đặc biệt trong giới cổ sinh vật học, đều xem đó là một ý tưởng kỳ quặc.

"Các bạn hãy nhớ rằng", Asaro nhắc nhở, "chúng ta không chuyên trong lĩnh vực này. Walter là nhà địa chất chuyên về cổ từ học, Luis là nhà vật lý và tôi là nhà hóa học nguyên tử. Và giờ đây chúng ta nói với các nhà cổ sinh vật học rằng chúng ta đã giải quyết được vấn đề đã từng khiến họ đau đầu suốt một thế kỷ". Luis Alvarez nói khôi hài: "Chúng ta bị bắt quả tang khi đang hành nghề địa chất mà không có giấy phép".

Nhưng cũng có một điều gì đó mâu thuẫn cơ bản trong giả thuyết về sự va chạm này. Niềm tin rằng quá trình hình thành đời sống trên cạn là quá trình diễn ra chầm chậm đã là một niềm tin cơ bản trong lịch sử tự nhiên kể từ thời của Lyell. Vào thập niên 1980, thuyết tai biến đã trở thành lạc hậu đến mức trở thành vô lý. Đối với hầu hết các nhà địa chất thì ý tưởng về sự va chạm tạo ra sự hủy diệt này, theo lời Eugene Shoemaker, là một ý tưởng "trái ngược với niềm tin khoa học".

Điều đó cũng chẳng ích gì khi Luis Alvarez tỏ ra khinh miệt các nhà cổ sinh vật học và những đóng góp của họ đối với kiến thức khoa học. "Họ không phải là những nhà khoa học giỏi. Họ giống nhân viên đưa thư hơn", ông viết trong tờ *New York Times*.

Những người phản đối giả thuyết của Alvarez đưa ra nhiều lời giải thích khác nhau về lớp trầm tích iridi – ví dụ, đó là kết quả của những lần phun trào núi lửa tại Ấn Độ Dương được gọi là Deccan Traps – và trên hết họ khẳng định rằng không có bằng chứng nào cho thấy loài khủng long biến mất một cách đột ngột cả. Một trong những người phản đối mạnh mẽ nhất ở đây là Charles Officer của Đại học Dartmouth. Ông khẳng định trong một cuộc phỏng vấn của báo chí rằng iridi đã được hình thành bởi các hoạt động núi lửa dù rằng ông chẳng có bằng chứng nào cho ý tưởng này. Cuối năm 1988 hơn một nửa các nhà cổ sinh vật học Hoa Kỳ thực hiện một cuộc khảo sát nọ và họ tiếp tục tin rằng sự tuyệt chủng của loài khủng long không hề liên quan

gì đến các vụ va chạm từ không gian vũ trụ.

Có một bằng chứng ủng hộ giả thuyết của Alvarez: khu vực xảy ra sự va chạm. Về phần Shoemaker, cô con dâu của ông giảng dạy tại Đại học Iowa, thế nên ông rất quen thuộc với chiếc hố Manson qua những nghiên cứu của mình. Nhờ có ông mà lúc này mọi người bắt đầu quan tâm nhiều đến Iowa.

Địa chất học là môn học có nhiều biến tấu tùy theo từng khu vực. Tại Iowa, một bang có địa hình phẳng và có kết cấu địa tầng tương đối ổn định, ở đó không có các đỉnh núi cao hay các dòng sông băng khắc nghiệt, cũng không có lớp trầm tích của dầu hỏa hay các kim loại quý hiếm, cũng không có dấu hiệu gì về dòng nham thạch.

Ray Anderson và Brian Witzke trải qua cả đời làm việc tại đây giữa các đống giấy tờ, tài liệu, tạp chí, biểu đồ, và các mẫu đá nặng nề. Văn phòng làm việc của họ là nơi mà nếu bạn muốn tìm một thứ gì đó – một chiếc ghế, một tách cà phê, một chiếc điện thoại– bạn sẽ phải dọn dẹp mớ tài liệu hỗn độn này sang một bên.

“Đột nhiên chúng tôi trở thành trung tâm của mọi việc”, Anderson nói, hồi tưởng lại những gì đã qua, khi tôi gặp ông và Witzke tại văn phòng của họ vào một buổi sáng tháng Sáu mưa dầm ảm đạm. “Đó là khoảng thời gian tuyệt vời”.

Tôi hỏi họ về Eugene Shoemaker, người đã được mọi người tôn kính. “Ông là người tuyệt vời”, Witzke lập tức đáp. “Nếu không có ông ấy, có lẽ chúng tôi chẳng bao giờ giải quyết được vấn đề. Ngay cả khi có sự hỗ trợ của ông ấy, chúng tôi cũng phải mất hai năm để chuẩn bị mọi thứ và bắt tay vào việc. Việc khoan cắt là việc rất tốn kém – khoảng ba mươi lăm đô–la cho một foot (0,3048 m) vào thời ấy, vào thời điểm này chi phí còn cao hơn thế, và chúng tôi cần phải xuống sâu ba nghìn foot”.

“Đôi khi còn nhiều hơn thế”, Anderson nói thêm.

“Đôi khi còn nhiều hơn thế”, Witzke đồng ý. “Và tại nhiều khu vực khác nhau. Thế nên đó là công việc tốn nhiều tiền của. Rõ ràng nhiều hơn ngân sách của chúng tôi”.

Thế nên sự cộng tác giữa Iowa Geological Survey và U. S. Geological Survey được hình thành.

“Ít nhất chúng tôi cũng *nghĩ* rằng đó là một sự cộng tác”, Anderson nói, kèm với nụ cười buồn.

“Đó là bài học cho chúng tôi”, Witzke tiếp tục. “Thực ra giai đoạn đó xuất hiện nhiều điều tồi tệ trong khoa học – người ta vội vã đi đến các kết luận mà không hề thẩm định kỹ càng”. Một trong những kết luận quá vội vã này được trình bày tại cuộc họp hàng năm của tổ chức American Geophysical Union vào năm 1985, khi Glenn Izett và C. L. Pillmore của U. S. Geological Survey thông báo rằng chiếc hố Manson có liên quan mật thiết đến sự tuyệt chủng của loài khủng long. Lời công bố này thu hút nhiều sự quan tâm của báo chí nhưng đáng tiếc đó lại là một kết luận quá hấp tấp. Một cuộc điều nghiên cẩn thận về các dữ liệu liên quan cho thấy rằng chiếc hố Manson không những quá nhỏ mà còn xuất hiện trước khi loài khủng long tuyệt chủng đến chín triệu năm.

Anderson và Witzke biết rằng mình đã thất bại trong việc này khi họ xuất hiện tại một cuộc hội nghị tại Nam Dakota và nhận thấy mọi người tìm đến họ với vẻ cảm thông và nói rằng: “Chúng tôi nghe nói các anh đã thất bại trong vụ chiếc hố Manson”. Đó là lần đầu tiên họ biết rằng trước đó Izett và các nhà khoa học của U. S. Geological Survey vừa mới công bố các con số chính xác hơn cho thấy rằng chiếc hố Manson không thể là chiếc hố tạo ra sự tuyệt chủng của loài khủng long.

“Thật choáng váng”, Anderson nhớ lại. “Tôi muốn nói là, trước đó chúng tôi là những nhân vật quan trọng nhưng rồi đột nhiên chúng tôi chẳng là gì cả. Nhưng điều tệ hơn nữa là: những người mà chúng tôi xem là những người cộng tác với mình lại chẳng hề quan tâm đến việc chia sẻ với chúng tôi những khám phá mới của họ”.

“Tại sao không?”

Anderson nhún vai. “Ai mà biết được! Dù sao điều này cũng cho thấy rằng khoa học là một trò chơi chẳng có gì hấp dẫn khi bạn đến một giai đoạn nào đó”.

Việc khám phá chuyển sang một nơi khác. Tình cờ vào năm 1990 một trong số các nhà nghiên cứu, Alan Hildebrand của Đại học Arizona, gặp gỡ một phóng viên của tờ *Houston Chronicle*, phóng viên này tình cờ biết đến một vành đai không thể giải thích được, vành đai này có đường kính 120 dặm và độ sâu 30 dặm, dưới vùng Yucatan Peninsula của Mexico tại Chicxulub, gần thành phố Progreso, khoảng 60 dặm hướng về phía nam của New Orleans. Trước đó vành đai này đã được khám phá bởi Pemex, một công ty dầu hỏa của Mexico, vào năm 1952 – rất ngẫu nhiên, đây cũng là năm mà Eugene Shoemaker lần đầu tiên đến thăm chiếc hố sao băng tại Aiona – nhưng các nhà địa chất học của công ty xác định rằng đó là vành đai núi lửa, rất hợp với suy nghĩ chung của thời điểm đó. Hildebrand tìm đến khu vực này và lập tức khẳng định rằng họ đã tìm được chiếc hố họ muốn tìm. Đầu năm 1991, gần như mọi người đều cảm thấy hài lòng khi Chicxulub chính thức được công nhận là khu vực xảy ra vụ va chạm giữa trái đất và vật thể không gian.

Tuy nhiên, nhiều người vẫn không hiểu được hậu quả của cú va chạm này. Theo lời Stephen Jay Gould thuật lại trong một bài tiểu luận của mình: “Tôi nhớ rằng thoạt tiên tôi rất nghi ngờ về tác động của một sự kiện như thế... [Tại sao một vật thể có đường kính chỉ sáu dặm lại có thể tạo ra một chiếc hố có đường kính tám nghìn dặm được?]”

Một cuộc xét nghiệm về giả thuyết này xuất hiện khi Shoemaker và Levy khám phá rằng sao chổi Shoemaker–Levy 9 đang tiến thẳng về phía sao Mộc. Lần đầu tiên trong lịch sử, con người có thể chứng kiến một vụ va chạm trong vũ trụ – nhờ bởi kính thiên văn hiện đại của Hubble. Theo lời Curtis Peeles thì hầu hết các nhà thiên văn học đều cho rằng sao chổi này không phải là một khối cầu mà là một chuỗi gồm hai mươi mảnh. Một nhà khoa học nọ đã viết, “Tôi nghĩ rằng sao Mộc sẽ nuốt chửng loạt sao chổi này và chẳng hề bị suy suyển gì đáng kể”. Một tuần lễ trước vụ va chạm này, tờ *Nature* xuất bản một bài báo tiên đoán rằng vụ va chạm này sẽ diễn ra nhẹ nhàng giống như một cơn mưa sao băng.

Những va chạm này bắt đầu diễn ra từ ngày 16 tháng Bảy, 1994, tiếp diễn suốt một tuần lễ và mạnh mẽ hơn nhiều so với những gì mà bất kỳ ai – ngoại trừ Eugene Shoemaker – mong đợi. Một mảnh của loạt sao chổi này, được đặt tên là Nucleus G, lao thẳng vào sao Mộc với một lực khoảng sáu triệu megaton – mạnh gấp bảy mươi lăm lần so với tổng mọi loại vũ khí hạt nhân mà chúng ta có. Nucleus G chỉ có kích cỡ bằng một ngọn núi nhỏ, nhưng vết thương mà nó tạo ra trên bề mặt sao Mộc có kích cỡ bằng trái đất. Đây là một đòn đánh mạnh vào những ai phản đối học thuyết của Alvarez.

Luis Alvarez không bao giờ biết đến những khám phá về chiếc hố Chicxulub hay sao chổi Shoemaker–Levy, vì ông qua đời trước đó vào năm 1988. Shoemaker cũng sớm qua đời. Tại lễ kỷ niệm lần thứ ba về vụ va chạm Shoemaker–Levy, ông và vợ mình vẫn đang ở vùng rừng núi nước Úc, năm nào họ cũng đến đó để tìm kiếm những khu vực đã từng xảy ra những vụ va chạm từ vũ trụ. Tại sa mạc Tanami – được xem là một trong những nơi hoang vắng nhất thế giới – họ bắt gặp một chiếc xe tải đang tiến về phía họ. Shoemaker bị giết ngay lập tức, vợ ông bị thương tích nặng. Một phần tro từ xương cốt của ông được mang lên mặt trăng bằng tàu không gian Lunar Prospector. Phần còn lại được rải quanh chiếc hố sao băng.

Anderson và Witzke không còn cho rằng chiếc hố này đã giết chết loài khủng long, “nhưng chúng ta vẫn còn chiếc hố do sự va chạm từ vũ trụ lớn nhất và được bảo tồn gần như nguyên vẹn”, Anderson nói. “Hố Chicxulub được chôn vùi dưới hai hoặc ba km đá vôi và phần lớn bị chôn vùi dưới nước biển, điều này khiến chúng ta gặp khó khăn trong việc nghiên cứu nó. Trong khi hố Manson lại rất dễ tiếp cận. Chính vì nó bị chôn vùi nên nó gần như ở tình trạng nguyên thủy”.

Tôi hỏi họ rằng ngày nay nếu có một tảng đá tương tự như thế sắp va chạm vào trái đất thì

liệu chúng ta có nhận được lời cảnh báo nào không.

"0, có lẽ là không", Anderson nói với vẻ phấn khởi. "Mắt thường của chúng ta không thể trông thấy được nó mãi đến khi nó nóng lên, và nó không thể nóng lên mãi đến khi nó tiếp cận với bầu khí quyển của trái đất, khi ấy khoảnh khắc nó sắp đâm sầm vào trái đất là một giây đồng hồ. Ở đây chúng ta đang nói đến một vật thể di chuyển với vận tốc nhanh hơn vận tốc của một đầu đạn gấp hàng chục lần. Trừ khi một ai đó trông thấy nó qua kính viễn vọng, và không ai có để đảm bảo được điều này, nó sẽ bất ngờ đâm sầm vào trái đất".

Một hành tinh nhỏ hoặc một sao chổi di chuyển ở vận tốc lớn sẽ tiếp cận với bầu khí quyển của trái đất với tốc độ nhanh đến mức không khí bên dưới nó không kịp dạt sang hai bên và sẽ bị nén lại, giống như chiếc ống bơm xe đạp. Như các bạn đều biết, không khí bị nén sẽ trở nên vô cùng nóng, và nhiệt độ của nó có thể lên đến khoảng 60.000 Kelvin, nói cách khác, nhiệt độ này cao gấp mười lần nhiệt độ bề mặt của mặt trời. Ngay khi nó tiếp cận với bầu khí quyển của trái đất, mọi thứ trên đường đi của nó – con người, nhà cửa, xe cộ – sẽ bị đè bẹp và biến mất giống như tờ giấy bóng biến mất trong ngọn lửa.

Chỉ một giây sau khi tiếp cận bầu khí quyển trái đất, thiên thạch này sẽ va mạnh vào bề mặt trái đất. Chính thiên thạch này cũng bị bốc hơi ngay lập tức, nhưng cú va chạm này sẽ làm nổ tung một nghìn kilomet khối đá, đất, và các loại khí cực nóng. Mọi loài vật sống trong bán kính 150 dặm nếu không bị giết chết bởi nhiệt độ cao thì cũng bị giết chết bởi vụ nổ này. Bức xạ xuất hiện ở dạng một làn sóng di chuyển với tốc độ ánh sáng, hất tung mọi thứ.

Đối với những đối tượng ngoài khu vực bị hủy diệt tức thì này, dấu hiệu đầu tiên mà họ nhận thấy về thảm họa này là một tia chớp cực sáng – sáng nhất so với bất kỳ thứ gì họ đã nhìn thấy – sau đó một hoặc hai phút là bóng đêm bao phủ mọi thứ, che kín bầu trời, bóng đêm này di chuyển với tốc độ hàng nghìn dặm/giờ.

Trong vòng vài phút, toàn bộ khu vực từ Denver đến Detroit và khu vực đã từng là Chicago, St. Louis, Kansas City, và Twin Cities – nói ngắn gọn là toàn bộ khu vực trung tâm phía Bắc Hoa Kỳ – gần như mọi thứ đều bị san bằng hoặc bốc cháy, và gần như mọi vật sống đều bị diệt vong. Những người sống cách đó một nghìn dặm sẽ bị hất văng lên hoặc bị xô ngã bởi một cơn bão mạnh. Sự tàn phá của vụ nổ này sẽ giảm dần tại các khu vực cách xa tâm chấn động hơn một nghìn dặm.

Nhưng đó chỉ là sóng xung kích. Chúng ta chỉ có thể phỏng đoán về những thiệt hại mà nó gây ra. Sự va chạm này có thể tạo ra hàng loạt các vụ động đất liên tục. Núi lửa trên toàn thế giới sẽ sôi ùng ục và phun trào. Sóng địa chấn xuất hiện và gây thiệt hại cho các bờ biển trên toàn cầu. Trong khoảng thời gian một giờ đồng hồ, một đám mây đen sẽ bao phủ cả hành tinh này, các tảng đá bốc cháy và các mảnh vụn bay tứ tung, gây ra nhiều vụ hỏa hoạn trên trái đất. Ít nhất một tỷ rưỡi người trên hành tinh này sẽ chết ngay trong ngày đầu tiên. Sự nhiễu loạn ở tầng điện ly sẽ phá hủy hệ thống liên lạc toàn cầu, thế nên những người sống sót sẽ chẳng biết điều gì đang xảy ra. Một nhà bình luận nọ đã diễn đạt rằng, việc tẩu thoát đồng nghĩa với việc "chọn một cái chết diễn ra chậm hơn. Dù bạn có cố gắng chạy đến đâu thì bạn cũng có rất ít cơ may sống sót, vì lúc này khả năng dung dưỡng sự sống của trái đất đã bị giảm thiểu".

Lượng tro bụi trong không khí từ vụ va chạm này sẽ che kín bầu trời suốt nhiều tháng, thậm chí nhiều năm. Năm 2001 các nhà nghiên cứu của học viện kỹ thuật California phân tích các chất đồng vị heli từ lớp trầm tích còn sót lại sau vụ va chạm KT và kết luận rằng nó đã tác hại đến khí hậu của trái đất suốt mười nghìn năm. Đây rõ ràng là bằng chứng ủng hộ khái niệm rằng sự tuyệt chủng của loài khủng long đã diễn ra rất đột ngột. Chúng ta chỉ có thể phỏng đoán rằng liệu con người có thể đương đầu với một thảm họa như thế hay không.

Và, xin hãy ghi nhớ rằng rất có khả năng điều này sẽ xuất hiện mà không hề có bất kỳ lời cảnh báo nào từ vũ trụ.

Nhưng giả sử chúng ta có thể phát hiện một thiên thể nào đó đang tiến gần đến chúng ta. Chúng ta sẽ làm gì? Mọi người đều nghĩ rằng chúng ta sẽ dùng tên lửa bắn nát nó thành nhiều mảnh trên không trung. Tuy nhiên, ý tưởng này cũng gặp phải vài rắc rối. Trước tiên, theo lời

John S. Lewis, các tên lửa của chúng ta được thiết kế không phù hợp với các mục tiêu như thế. Chúng không có đủ sức mạnh để thoát ra khỏi trọng lực của trái đất và, dù chúng có thể thoát ra khỏi trọng lực của trái đất, không có kỹ thuật nào có thể điều khiển chúng qua khoảng cách hàng chục triệu dặm trong không gian. Tệ hơn thế, chúng ta không còn tên lửa nào đủ mạnh để đưa con người vượt xa hơn mặt trăng. Tên lửa gần đây nhất có thể đưa con người vượt xa hơn mặt trăng, *Saturn 5*, đã về hưu cách đây nhiều năm và vẫn chưa được thay thế bằng loại tên lửa khác. Chúng ta cũng không thể nhanh chóng xây dựng một tên lửa mới vì, thật ngạc nhiên, các kế hoạch dành cho tên lửa Saturn đã bị NASA gạt bỏ.

Ngay cả khi chúng ta có thể tìm cách dùng tên lửa bắn phá thiên thể này và làm nổ tung nó thành nhiều mảnh, có khả năng chúng ta sẽ biến nó thành một loạt các tảng đá lớn liên tục oanh tạc trái đất theo cách mà sao chổi Shoemaker–Levy đã oanh tạc sao Mộc – nhưng sự khác biệt ở đây là lúc này các tảng đá sẽ tạo ra năng lực phóng xạ cực lớn. Tom Gehrels, một chuyên gia săn tìm các thiên thể tại Đại học Arizona, nghĩ rằng dù chúng ta có nhận được lời cảnh báo trước một năm thì có lẽ chúng ta cũng không kịp có được những hành động thích đáng. Tuy nhiên, khả năng rất lớn là chúng ta không thể trông thấy bất kỳ vật thể nào – ngay cả sao chổi – mãi đến khi nó chỉ còn cách chúng ta sáu tháng, lúc này mọi việc đã trở thành quá trễ. Sao chổi Shoemaker–Levy 9 đã di chuyển quanh sao Mộc từ năm 1929, nhưng nửa thế kỷ sau chúng ta mới có thể phát hiện ra nó.

Dù chúng ta có biết được rằng một vật thể nào đó đang hướng về phía mình, chúng ta cũng không khẳng định được rằng liệu nó có đâm vào chúng ta hay không mãi đến khi nó chỉ còn cách chúng ta vài tuần lễ.

“Một sự kiện giống như cú va chạm Manson có thường xảy ra không?” tôi hỏi Anderson và Witzke.

“Bình quân là một lần sau mỗi một triệu năm”, Witzke nói.

“Và hãy nhớ rằng”, Anderson tiếp lời, “Đây là một sự kiện tương đối không quan trọng. Bạn có biết rằng vụ nổ Manson đã khiến bao nhiêu loài bị tuyệt chủng không?”.

“Tôi không biết”, tôi đáp.

“Không loài nào cả”, Anderson nói, với vẻ hài lòng. “Không loài nào cả”.

Dĩ nhiên, Witzke và Anderson cùng tiếp lời, sẽ có sự thiệt hại nghiêm trọng cho trái đất như đã mô tả, sẽ có sự hủy diệt trong bán kính hàng trăm dặm. Nhưng khi làn khói bụi biến mất thì mọi loài vẫn còn sống sót với số lượng đủ để duy trì nòi giống.

Dường như tin tốt ở đây là rất khó có thể hủy diệt toàn bộ một chủng loài nào đó. Tin xấu ở đây là: chúng ta không thể hoàn toàn hy vọng vào tin tốt. Tệ hơn thế, chúng ta không cần phải ngước nhìn bầu trời để tìm kiếm những thảm họa. Như những gì chúng ta sắp sửa thấy, chính trái đất luôn mang bên nó rất nhiều tiềm năng của các thảm họa.

---

[1] Người ta thường viết là KT hơn so với CT vì C là ký tự tắt của *Cambrian*. Tùy vào việc bạn tin vào nguồn nào, K là ký tự xuất nguồn từ tiếng Hy Lạp *kreta* hoặc tiếng Đức *kreide*. Cả hai đều có nghĩa là “phấn”, từ Cretaceous cũng có nghĩa là “phấn”.

14. NGỌN LỬA BÊN TRONG

Mùa hè 1971, một nhà địa chất trẻ tên là Mike Voorhies bắt tay vào tìm kiếm tại các nông trại đầy cỏ ở đông Nebraska, gần thành phố nhỏ Orchard, nơi ông trưởng thành. Khi băng qua một khe núi gần như dựng đứng, ông bắt gặp một tia phản chiếu ẩn bên trong bụi rậm trên cao khiến ông rất tò mò, thế rồi ông quyết định trèo lên để xem đó là thứ gì. Thứ ông tìm thấy là một chiếc sọ của một con tê giác nhỏ gần như còn nguyên vẹn, nó đã được rửa sạch bởi các cơn mưa to trước đó.

Hóa ra là, cách đó vài yard (1 yard = 0,914 mét) là một trong những tầng hóa thạch lớn nhất đã từng được khám phá tại Bắc Mỹ, một chiếc hố khô trở thành nơi chôn vùi rất nhiều các loài vật khác nhau – tê giác, ngựa vằn, hươu răng cong, lạc đà, rùa. Tất cả đều chết do một cơn tai biến bí ẩn nào đó cách đây khoảng hai triệu năm tại khoảng thời gian được địa chất học gọi là Miocene. Vào những ngày đó, Nebraska còn tọa lạc tại vùng đồng bằng rộng lớn và nóng bức giống như vùng Serengeti của châu Phi ngày nay. Người ta tìm thấy xác các động vật bị chôn vùi dưới lớp tro núi lửa dày đến ba mét. Điều khiến họ bối rối ở đây là, tại thời điểm đó và cả trước đó chưa bao giờ có núi lửa ở Nebraska.

Ngày nay, khu vực mà Voorhies đã khám phá được gọi là Ashfall Fossil Beds State Park, tại đây có viện bảo tàng nổi tiếng trưng bày các vật mẫu liên quan đến địa chất học của Nebraska và lịch sử của các tầng hóa thạch. Ngoài ra còn có một phòng thí nghiệm với các bức tường được làm bằng thủy tinh giúp du khách có thể quan sát các nhà cổ sinh vật học làm sạch các mẩu xương hóa thạch. Một lần nọ trong khi làm việc tại đây tôi bắt gặp một người tóc hoa râm với bộ đồ làm việc màu xanh dương, tôi nhận ra ông ta là Mike Voorhies trong một bộ phim tài liệu của đài truyền hình BBC. Tại Ashfall Fossil Beds State Park người ta không đón tiếp nhiều khách khứa, và Voorhies có vẻ rất vui khi đưa tôi tham quan vòng quanh khu vực này. Ông dẫn tôi đến khe núi mà ông đã có được những khám phá quan trọng.

"Đây không phải là nơi thích hợp để tìm kiếm các loại xương cổ", ông nói với vẻ hào hứng. "Nhưng khi ấy tôi cũng có ý định tìm kiếm xương cổ đâu! Tôi chỉ nghĩ đến việc vẽ một tấm bản đồ địa chất của miền Đông Nebraska vào thời điểm ấy. Nếu tôi không băng qua khe núi này hoặc nếu các cơn mưa không rửa sạch chiếc xương sọ đó, thì có lẽ tôi đã bước ngang qua nó và chẳng tìm thấy gì".

Thoạt tiên người ta nghĩ rằng các động vật đã bị chôn sống, và Voorhies đã nói khá nhiều trong tờ *National Geographic* vào năm 1981. "Bài báo đó gọi khu vực này là 'Pompeii của động vật thời tiền sử'", ông nói với tôi, "đây là điều đáng tiếc vì ngay sau đó chúng tôi nhận thấy rằng các động vật này hoàn toàn không qua đời đột ngột. Tất cả chúng đều mắc chứng sưng phổi, bạn sẽ mắc chứng bệnh này nếu bạn hít phải quá nhiều tro mài – và ắt hẳn chúng đã hít phải rất nhiều thứ này vì lớp tro này trải dài suốt nhiều dặm với độ dày vài chục centimet". Ông nhặt lên một tảng tro bụi có màu xám, trông giống như đất sét và bóp vụn nó trên tay mình. Nó là dạng bột nhưng cũng có sạn. "Nó là thứ có hại khi hít phải", ông tiếp lời, "vì nó rất mịn nhưng đồng thời cũng rất sắc. Chúng đã đến hố nước này, có lẽ để tìm cách trốn chạy, và đã chết trong đau đớn. Lớp tro bụi này đã tàn phá mọi thứ. Nó đã chôn vùi lớp cỏ và bao phủ mọi chiếc lá và biến nước sạch thành thứ bùn quánh màu xám không thể uống được. Hoàn toàn không dễ chịu chút nào".

Bộ phim tài liệu của đài BBC cho rằng lớp bụi dày như thế ở Nebraska là điều bất ngờ. Thực ra, trước đó rất lâu người ta đã khám phá được các lớp trầm tích tro bụi khổng lồ tại Nebraska. Người ta đã khai thác chúng suốt một thế kỷ để tạo ra các loại bột vệ sinh gia dụng chẳng hạn Comet và Ajax. Nhưng thật lạ là khi ấy chẳng ai băn khoăn về nguồn gốc của các lớp trầm tích này.

"Tôi thấy ngượng khi nói với bạn", Voorhies mỉm cười, "rằng lần đầu tiên tôi nghĩ đến điều đó là khi một biên tập viên của tờ *National Geographic* hỏi tôi về nguồn gốc của các lớp trầm tích đó và tôi đã phải thú nhận rằng tôi không biết. Chẳng ai biết cả".

Voorhies gửi các mẫu vật đến các đồng nghiệp tại Hoa Kỳ và hỏi xem liệu họ có biết gì về chúng không. Vài tháng sau một nhà địa chất học tên là Bill Bonnichsen từ viện nghiên cứu Idaho Geological Survey nói với ông rằng lớp tro bụi này hoàn toàn giống với lớp trầm tích núi lửa tại một nơi được gọi là Bruneau–Jarbidge ở tây nam Idaho. Sự kiện đã giết chết các động vật tại Nebraska là một vụ nổ núi lửa với quy mô nằm ngoài khả năng tưởng tượng của bất kỳ ai – đủ lớn để đẩy lớp tro bụi dày 3 mét đi xa hàng nghìn dặm, mãi đến tận miền đông Nebraska. Hóa ra là dưới mặt đất của miền tây Hoa Kỳ có một vạc macma khổng lồ, nó phun trào sau mỗi xấp xỉ 600.000 năm, tạo ra biến động to lớn. Sự phun trào gần đây nhất của nó là cách đây khoảng 600.000 năm. Trung tâm điểm nóng bỏng của nó vẫn còn ở đó. Ngày nay chúng ta gọi nó là Yellowstone National Park.

Thật lạ là chúng ta biết rất ít về những gì đang diễn ra ngay dưới chân mình. Cũng khá lạ khi biết rằng Ford đã chế tạo xe hơi và môn bóng chày đã được chơi tại các giải thế giới suốt một khoảng thời gian dài rồi sau đó chúng ta mới biết được rằng trái đất có lõi. Và dĩ nhiên mãi đến gần đây, cách đây chưa đến một thế hệ, chúng ta mới biết rằng các lục địa không ngừng trôi dạt. Richard Feynman viết, "Thật lạ khi chúng ta biết rằng sự phân bổ của các vật thể trong hệ mặt trời là sự phân bổ tốt hơn nhiều so với sự phân bổ bên trong trái đất".

Khoảng cách từ bề mặt đất đến lõi trái đất là 3.959 dặm, đây là khoảng cách không quá xa. Người ta tính toán rằng nếu bạn khoan một cái giếng hướng thẳng đến lõi của trái đất và thả một viên gạch vào trong đó, chỉ sau bốn mươi lăm phút là viên gạch có thể chạm đến đáy giếng này (dù rằng lúc đó nó không còn trọng lượng). Nhưng khả năng của con người trong việc này khá khiêm tốn. Chỉ một hoặc hai mỏ vàng ở Nam Phi có chiều sâu khoảng hai dặm, nhưng hầu hết các mỏ trên trái đất đều có độ sâu không quá một phần tư dặm. Nếu hành tinh này là một quả táo thì điều này có nghĩa là chúng ta vẫn chưa xuyên qua được lớp vỏ bên ngoài của quả táo này.

Cách đây chưa đến một thế kỷ, kiến thức của các nhà khoa học thành thạo nhất về lòng đất vẫn không nhiều hơn kiến thức của một người thợ mỏ – cụ thể là, bạn có thể đào xuyên qua lớp đất một đoạn và sau đó bạn gặp phải lớp đá, và mọi việc dừng lại ở đó. Sau đó vào năm 1906, một nhà địa chất học người Ireland tên là R. D. Oldham, trong khi kiểm tra các thông số từ máy ghi địa chấn tại Guatemala, phát hiện rằng một vài loại sóng có thể thâm nhập vào lõi trái đất và sau đó nảy ngược trở lại với góc độ nào đó, cứ như thể chúng đã gặp phải một loại chướng ngại vật nào đó. Từ khám phá này ông suy luận rằng trái đất của chúng ta có lõi. Ba năm sau, một nhà nghiên cứu địa chấn tên là Andrija Mohorovicic đang nghiên cứu các biểu đồ từ trận động đất ở Zagreb thì ông phát hiện điều kỳ quặc tương tự, nhưng ở mức độ nông hơn. Ông khám phá được sự dội sóng xảy ra giữa lớp vỏ cứng và bề mặt của trái đất, lớp vỏ mềm.

Chúng ta bắt đầu có ý niệm mơ hồ về kết cấu trong lòng đất – dù rằng chỉ là những ý niệm rất mơ hồ. Mãi đến năm 1936 nhà khoa học người Đan Mạch tên là Inge Lehmann, trong khi đang đọc các kết quả từ máy ghi địa chấn, khám phá rằng trái đất có hai nhân – một nhân bên trong mà ngày nay chúng ta tin rằng nó là nhân cứng, và một nhân bên ngoài (đây là nhân mà Oldham đã khám phá) được xem là mềm nhão hơn và là trung tâm của từ trường.

Tại khoảng thời gian Lehmann đang cải tiến lại những hiểu biết cơ bản của chúng ta về lòng đất bằng cách nghiên cứu các loại sóng địa chấn qua các cơn động đất, hai nhà địa chất học tại Caltech ở California nghĩ ra một phương cách để so sánh cơn động đất này với cơn động đất sắp sửa xảy ra. Họ là Charles Richter và Beno Gutenberg, dù vì một lý do thiếu công bằng nào đó, phương cách của họ lập tức trở nên nổi tiếng và người ta chỉ biết rằng đó là phương cách đo lường của Richter.

Phương cách đo lường của Richter luôn bị những người thiếu kiến thức khoa học hiểu sai. Dĩ nhiên phương cách đo lường này là một ý tưởng chứ không phải là một cỗ máy, nó dựa trên cơ sở là độ rung của mặt đất qua các cơn động đất. Nó gia tăng theo hàm mũ, thế nên một cơn động đất 7,3 độ Richter sẽ mạnh hơn một cơn động đất 6,3 độ Richter năm mươi lần, và mạnh hơn cơn động đất 5,3 độ Richter đến 2.500 lần.

Về mặt lý thuyết thì không có giới hạn trần đối với độ mạnh của các cơn động đất – đồng thời cũng không có giới hạn sàn. Phương cách đo lường của Richter chỉ để đo lường độ mạnh chứ không nói gì về thiệt hại của các cơn động đất. Ví dụ, một cơn động đất mạnh xảy ra sâu bên trong lòng đất, giả sử bốn trăm dặm, có thể chẳng gây ra bất kỳ thiệt hại nào trên bề mặt trái đất, trong khi một cơn động đất yếu hơn xảy ra dưới mặt đất chỉ bốn dặm có thể gây thiệt hại nặng nề cho bề mặt trái đất. Thiệt hại này cũng tùy thuộc vào bản chất của tầng đất cái, thời gian kéo dài của cơn động đất, tần số của dư chấn, và kết cấu vật chất của khu vực bị tác hại. Tóm lại, các cơn động đất đáng sợ nhất không nhất thiết phải là các cơn động đất mạnh mẽ nhất dù rằng sức mạnh đóng vai trò quan trọng.

Cơn động đất mạnh nhất kể từ khi phương pháp đo lường Richter ra đời (tùy vào nguồn tin bạn tín nhiệm) hoặc là cơn động đất tại Alaska vào tháng Ba 1964 có cường độ 9,2 độ Richter, hoặc là cơn động đất tại Thái Bình Dương thuộc bờ biển Chile vào năm 1960, thoạt tiên người ta đo được 8,6 độ Richter nhưng về sau các nhà khoa học (kể cả Hội địa chất Hoa Kỳ) xác định lại là 9,5 độ Richter. Như những gì bạn có thể thấy ở đây, việc đo lường cường độ của các cơn địa chấn không phải lúc nào cũng chính xác, đặc biệt khi chúng xuất hiện ở những khu vực xa xôi. Dù sao thì cả hai cơn động đất này đều rất mạnh. Cơn động đất vào năm 1960 không những gây thiệt hại trên diện rộng tại vùng bờ biển Nam Mỹ, mà còn tạo ra cơn sóng thần cuồn cuộn suốt sáu dặm ven bờ Thái Bình Dương và tấn công khu đô thị Hilo thuộc Hawaii, phá huỷ năm trăm tòa nhà và giết chết sáu mươi người. Sóng thần cũng xuất hiện tại Nhật Bản và Philippines khiến nhiều người khác thiệt mạng.

Tuy nhiên cơn động đất khắc nghiệt nhất được ghi nhận trong lịch sử có lẽ là cơn động đất đã tấn công – và phá nát – Libson thuộc Bồ Đào Nha vào ngày Các Thánh (ngày 1 tháng Mười Một), 1755. Trước mười giờ sáng, thành phố này bị tấn công từ hai phía bởi một cơn địa chấn 9,0 độ Richter, rung chuyển dữ dội suốt bảy phút. Sự chấn động mạnh đến mức có thể tạo ra các cơn sóng cao mười lăm mét tại các bến cảng trong thành phố. Khi sự rung chuyển chấm dứt, những người sống sót chỉ có ba phút để lấy lại bình tĩnh trước khi đợt rung chuyển thứ hai xuất hiện mạnh mẽ không kém đợt thứ nhất. Đợt rung chuyển thứ ba kéo dài suốt hai giờ đồng hồ. Cuối cùng, sáu mươi nghìn người chết và gần như mọi tòa nhà trải dài trong phạm vi nhiều dặm đều đổ nát. Cơn động đất tại San Francisco vào năm 1906 với cường độ 7,8 độ Richter đã kéo dài gần ba mươi giây đồng hồ.

Động đất là sự kiện xảy ra khá thường xuyên. Mỗi ngày bình quân trên thế giới có hai trận động đất có cường độ trên dưới 2,0 độ Richter – chỉ cần như thế cũng đủ khiến mọi người phải hoảng sợ. Dù động đất có xu hướng tập trung tại một số khu vực nào đó – đáng ghi nhận là khu vực vành đai lửa của Thái Bình Dương – chúng vẫn có thể xảy ra bất kỳ nơi nào. Tại Hoa Kỳ, chỉ Florida, đông Texas, và giữa vùng phía Tây có thể gần như hoàn toàn tránh được thảm họa động đất. Trong hai trăm năm qua, New England đã trải qua hai trận động đất với cường độ lớn hơn 6,0 độ Richter. Tháng Tư 2002, khu vực này trải qua cơn địa chấn 5,1 độ Richter gần hồ Champlain tại ranh giới New York và Vermont, gánh chịu nhiều thiệt hại nghiêm trọng.

Các loại địa chấn thường thấy nhất là loại xuất hiện khi hai tầng đá gặp nhau. Khi hai tầng đá gặp nhau, chúng tạo ra các cơn địa chấn dữ dội mãi đến khi một trong hai tầng nhường lối. Nhìn chung, khoảng thời gian va chạm càng kéo dài thì áp lực dồn nén càng mạnh và phạm vi chịu ảnh hưởng càng rộng. Điều này đặc biệt gây lo lắng cho Tokyo. Bill McGuire, một chuyên gia tại Đại học London, mô tả Tokyo là "thành phố chờ chết". Tokyo nằm trên ranh giới của 3 tầng đá kiến tạo địa tầng tại một đất nước nổi tiếng với các trận động đất kinh hoàng. Năm 1995, như bạn có thể nhớ, thành phố Kobe, cách Tokyo ba trăm dặm hướng về phía Tây, bị một cơn dư chấn 7,2 độ Richter tấn công, 6.394 người thiệt mạng. Thiệt hại về vật chất lên đến 99 tỷ đô–la Mỹ. Nhưng sẽ chẳng là gì nếu đem so với những thiệt hại đang chờ đợi Tokyo.

Tokyo đã hứng chịu một trong những cơn địa chấn nặng nề nhất của thời hiện đại. Ngày 1 tháng Chín, 1923, ngay sau giữa trưa, thành phố này bị một cơn địa chấn được đặt tên là Great Kanto tấn công – mạnh hơn gấp mười lần so với cơn địa chấn xảy ra tại Kobe. Hai trăm nghìn người thiệt mạng. Từ đó trở đi, Tokyo bình yên đến mức kỳ lạ, thế nên có thể nói rằng sự căng

thẳng đang hình thành bên dưới thành phố này suốt tám mươi năm qua. Cuối cùng nó cũng phải bùng nổ. Dân số của Tokyo vào năm 1923 vào khoảng ba triệu người. Hiện nay dân số của nó là xấp xỉ ba mươi triệu người. Không ai có thể đoán trước rằng bao nhiêu người sẽ phải thiệt mạng trong cơn địa chấn nhất định sẽ xảy ra, nhưng thiệt hại về kinh tế có thể lên đến 7 nghìn tỷ đô–la Mỹ.

Có một loại địa chấn khác có thể xảy ra bất kỳ nơi nào, loại này được gọi là địa chấn trong lòng các phiến đá kiến tạo địa tầng. Loại địa chấn này xảy ra cách xa gờ rìa của các phiến đá, điều này càng khiến chúng ta khó có thể dự đoán hơn. Và vì chúng xuất nguồn từ sâu bên trong các phiến đá, chúng có khả năng ảnh hưởng đến một khu vực rất lớn. Loại địa chấn này đã từng tấn công Hoa Kỳ liên tục ba lần tại New Madrid thuộc Missouri vào mùa Đông năm 1811–1812. Cơn địa chấn bắt đầu từ lúc giữa đêm 16 tháng Mười Hai khi người ta bị đánh thức bởi tiếng kêu hoảng loạn của các gia súc (sự hoảng loạn của các động vật trước khi các cơn địa chấn xuất hiện không phải là truyện thần thoại, dù rằng chúng ta không hiểu lắm về việc này) sau đó là tiếng đổ vỡ sâu trong lòng đất. Cư dân địa phương có thể nhận thấy mặt đất trồi sụt tạo ra các đợt sóng cao gần một mét và tạo ra các khe nứt sâu vài mét. Mùi lưu huỳnh nặng tràn ngập bầu khí quyển. Sự rung lắc kéo dài bốn phút gây thiệt hại nghiêm trọng về tài sản. Một trong số những người chứng kiến có họa sĩ John James Audubon khi ông tình cờ xuất hiện tại khu vực này. Cơn địa chấn phá đổ các ngôi nhà tại Cincinnati trong phạm vi bốn trăm dặm và, theo một bản ghi nhận nọ, làm đắm tàu bè tại các bến cảng bờ biển phía Đông và... thậm chí phá đổ giàn giáo quanh tòa nhà Washington, D.C". Ngày 23 tháng Một và 4 tháng Hai lại xuất hiện thêm vài cơn địa chấn với cường độ lớn như thế. Từ đó trở đi New Madrid hoàn toàn yên lặng – nhưng không có gì phải ngạc nhiên, vì những sự kiện như thế chưa bao giờ xảy ra hai lần tại cùng một nơi. Theo chúng ta biết, chúng xuất hiện ngẫu nhiên giống như hiện tượng sét đánh vậy. Nơi sắp sửa chịu sự tấn công của loại địa chấn này có thể là Chicago hoặc Paris hoặc Kinshasa. Không ai có thể đoán biết trước. Và đâu là nguyên nhân tạo ra sự đổ gãy bên trong các phiến đá này? Một cái gì đó sâu thẳm trong lòng đất. Chúng ta không biết được điều đó.

Trước thập niên 1960, các nhà khoa học cảm thấy không hài lòng với những hiểu biết nhỏ nhoi của mình về lòng đất và họ quyết định phải làm một điều gì đó về việc này. Đặc biệt, họ dự định khoan một cái hố xuyên qua đáy biển (lớp vỏ trên bề mặt quá dày) để tìm hiểu về lòng đất. Họ cho rằng nếu họ có thể hiểu được bản chất của các loại đá trong lòng đất, họ có thể hiểu được những tương tác của chúng, từ đó họ có thể dự đoán được các cơn địa chấn và những sự kiện không mong đợi khác.

Dự án này được đặt tên là Mohole. Họ hy vọng đưa chiếc máy khoan xuống độ sâu 14.000 foot nước của Thái Bình Dương ngoài khơi Mexico và từ đó khoan sâu xuống thêm 17.000 foot. Mọi nỗ lực đều thất bại. Họ chỉ có thể khoan sâu xuống 600 foot. Năm 1966, vì tức giận với kinh phí gia tăng mà không đạt được kết quả nào, quốc hội Hoa Kỳ quyết định hủy bỏ dự án này.

Bốn năm sau, các nhà khoa học Liên Xô cũ quyết định thử vận may trên đất liền. Họ chọn một điểm tại bán đảo Kola của Nga, gần biên giới Finnish, và bắt tay vào việc với hy vọng khoan được một cái hố sâu mười lăm kilomet. Công việc diễn ra khó khăn hơn mong đợi, nhưng họ vẫn kiên trì bền bỉ. Khi họ bỏ cuộc, sau mười chín năm cố gắng, họ đã khoan được một chiếc hố có độ sâu 12.262 mét. Biết rằng lớp vỏ của trái đất chỉ chiếm 0,3 phần trăm khối lượng của trái đất và rằng chiếc hố Kola thậm chí còn chưa vượt qua được một phần ba độ dày của lớp vỏ trái đất, chúng ta biết rằng mình không thể chinh phục được lòng đất.

Thật thú vị, dù chiếc hố này có độ sâu khá khiêm tốn, gần như mọi điều về nó đều khiến chúng ta phải ngạc nhiên. Các nghiên cứu về sóng địa chấn đã giúp các nhà khoa học có thể xác định rằng họ đã tìm đến được loại đá trầm tích ở độ sâu 4.700 mét, sau khi tiếp cận với đá granit ở độ sâu 2.300 mét và bazan ở độ sâu lớn hơn 2.300 mét. Hơn nữa, nhiệt độ ở đó cao hơn nhiều so với những gì họ mong đợi, với nhiệt độ tại độ sâu 10.000 mét lên đến 180 độ C, gần gấp hai lần con số mong đợi. Đáng ngạc nhiên nhất là loại đá tại độ sâu này bão hòa với nước – đây là điều trước đó không ai nghĩ đến.

Vì chúng ta không quan sát được lòng đất, chúng ta phải vận dụng các kỹ thuật khác, các kỹ thuật này gần như luôn liên quan đến việc ghi nhận các hình thức biến tấu của sóng địa chấn khi chúng di chuyển qua lòng đất. Chúng ta cũng tìm hiểu được đôi chút về vỏ trái đất qua các ống kimbeclit, kim cương được hình thành tại các ống này. Những gì xảy ra tại độ sâu đó trong lòng đất là: một vụ nổ bắn mạnh nham thạch lên bề mặt trái đất với tốc độ siêu âm. Đó là một sự kiện ngẫu nhiên. Trong khi bạn đang đọc sách này, ống kimbeclit có thể phát nổ ngay tại sân sau nhà bạn. Vì xuất nguồn từ độ sâu như thế – khoảng 120 dặm – các ống kimbeclit tạo ra tất cả những vật chất mà chúng ta thường không tìm thấy trên bề mặt hoặc gần bề mặt trái đất: một loại đá được gọi là peridotit, các loại thủy tinh olivin, và – khá hiếm hoi, tại 1/100 ống kimbeclit – kim cương. Nhiều cacbon xuất hiện cùng với những gì được phóng ra từ các ống kimbeclit, nhưng hầu hết đều bốc hơi hoặc biến thành than chì. Rất hiếm khi nó được bắn ra với tốc độ hợp lý và nguội đủ nhanh để trở thành kim cương. Chính các ống kimbeclit là yếu tố biến Nam Phi thành quốc gia có mỏ kim cương lớn nhất thế giới, nhưng có thể có những mỏ kim cương khác lớn hơn thế mà cho đến nay chúng ta vẫn chưa khám phá được. Các nhà địa chất học biết rằng tại đâu đó quanh vùng đông bắc Indiana có bằng chứng cho thấy sự tồn tại của một mỏ kim cương khổng lồ. Các loại kim cương từ hai mươi cara trở lên được tìm thấy tại các khu vực rải rác quanh đây. Nhưng vẫn chưa ai thực sự tìm được nguồn tạo ra nó. Theo lời John McPhee, có thể nó bị chôn vùi đâu đó giống như chiếc hố Manson tại Iowa, hoặc bên dưới Ngũ đại hồ.

Thế thì chúng ta có thể biết gì về lòng đất? Rất ít. Các nhà khoa học thường đồng lòng rằng thế giới dưới chân chúng ta được cấu thành bởi bốn lớp – đá bên ngoài lớp vỏ, lớp vỏ nóng, đá sệt (loại đá dẻo bao quanh lõi trái đất), và đá cứng bên trong lõi trái đất [1]. Chúng ta biết rằng bề mặt trái đất chủ yếu gồm có silicat (hợp chất không tan của silic dioxit), chất này tương đối nhẹ và không đủ nặng để tạo ra khối lượng lớn của trái đất. Thế nên ắt hẳn phải có một chất liệu nào đó nặng hơn ẩn bên trong lòng đất. Chúng ta biết rằng để có thể phát ra từ trường thì lòng đất phải có một vành đai các chất kim loại ở trạng thái lỏng. Nhìn chung các nhà khoa học đều đồng ý với khái niệm này. Gần như mọi điều khác – các lớp này tương tác với nhau như thế nào, điều gì khiến chúng vận hành theo cách đó, chúng sẽ vận hành ra sao tại một thời điểm nào đó trong tương lai – lại là điều chúng ta khá mơ hồ hoặc rất mơ hồ.

Ngay cả những gì chúng ta có thể quan sát được (lớp vỏ trái đất) cũng là vấn đề khiến mọi người tranh cãi quyết liệt. Gần như mọi sách địa chất học đều nói rằng lớp vỏ trái đất dưới lòng đại dương dày ba đến sáu dặm, khoảng hai mươi lăm dặm trên đất liền, và từ bốn mươi đến sáu mươi dặm tại các dãy núi lớn, nhưng có nhiều biến đổi khác nhau so với sự khái quát này. Ví dụ, lớp vỏ trái đất tại dãy núi Sierra Nevada chỉ dày khoảng chín đến hai mươi lăm dặm, và không ai biết được tại sao lại thế. Theo các quy luật của địa vật lý thì Sierra Nevada nhất định phải bị sụt lún, giống như vùng cát lún. (Một số nhà khoa học nghĩ rằng khu vực này có thể sẽ sụt lún như thế).

Lớp vỏ của trái đất hình thành như thế nào và hình thành khi nào là vấn đề tạo ra sự phân chia các nhà địa chất học thành hai nhóm – một nhóm cho rằng điều đó xảy ra đột ngột tại giai đoạn đầu hình thành trái đất và một nhóm cho rằng điều đó xảy ra chầm chậm sau đó khá lâu. Vào thập niên 1960 Richard Armstrong của Đại học Yale đề xuất học thuyết về sự xuất hiện đột ngột, và trải qua cả đời để đấu tranh với những ai phản đối ý tưởng này của mình, ông qua đời do chứng ung thư vào năm 1991.

Bề mặt trái đất và một phần của lớp vỏ ngoài được gọi là thạch quyển, lớp này lần lượt trượt trên lớp đá mềm hơn được gọi là suy quyển, nhưng những từ ngữ này chưa bao giờ giúp người ta cảm thấy hoàn toàn thỏa đáng. Sự chuyển động này không chỉ diễn ra theo hướng trượt ngang mà còn chuyển động theo hướng lên xuống, khi các phiến đá nâng lên và hạ xuống qua quá trình nổi sóng được gọi là sự đối lưu. Sự đối lưu là quá trình được khám phá lần đầu bởi nhà khoa học lập dị Count von Rumford vào cuối thế kỷ mười tám. Sáu năm sau một người Anh tên là Osmond Fisher tự tin tiên đoán rằng lòng đất có thể có đủ chất lỏng để các vật chất trong

đó có thể chuyển động, nhưng phải mất một thời gian dài ý tưởng này mới nhận được sự ủng hộ.

Vào khoảng năm 1970, khi các nhà địa vật lý khám phá những hỗn độn diễn ra trong lòng đất, ý tưởng của ông trở thành trung tâm của sự chú ý.

Quá trình đối lưu này diễn ra ở độ sâu bao nhiêu đã trở thành vấn đề gây tranh cãi kể từ đó. Một số người cho rằng nó diễn ra ở độ sâu bốn trăm dặm, một số khác lại cho rằng hai nghìn dặm. Theo Donald Trefil thì vấn đề ở đây là, "Chúng ta có hai bộ dữ liệu, từ hai kỹ thuật khác nhau, và hai kỹ thuật này không tương thích với nhau". Các nhà địa hóa học cho rằng một số nguyên tố trên bề mặt trái đất không thể xuất nguồn từ lớp vỏ ngoài này, và rằng ắt hẳn chúng đã xuất nguồn từ sâu bên trong lòng đất. Thế nên ít nhất thì các vật chất ở lớp vỏ trên và lớp vỏ dưới cũng có lúc bị hòa trộn. Các nhà nghiên cứu địa chấn khẳng định rằng chẳng có bằng chứng nào ủng hộ một luận điểm như thế.

Thế nên chúng ta chỉ có thể nói rằng tại một điểm nào đó khi chúng ta hướng về tâm trái đất, chúng ta sẽ rời bỏ suy quyển và lao thẳng vào lớp vỏ trái đất. Dù chiếm 82 phần trăm khối lượng trái đất và 65 phần trăm trọng lượng trái đất, lớp vỏ này không thu hút nhiều sự chú ý của các nhà khoa học, vì những gì tạo sự hứng thú nơi họ là những gì thường xảy ra hoặc sâu bên trong lòng đất (chẳng hạn từ trường) hoặc gần bề mặt trái đất hơn (chẳng hạn các cơn địa chấn). Chúng ta biết rằng tại độ sâu khoảng một trăm dặm thì lớp vỏ trái đất phần lớn chứa một loại đá được gọi là periđotit, nhưng chúng ta chẳng biết thứ gì xuất hiện ở độ sâu hơn thế. Theo tờ *Nature*, dường như đó không phải periđotit. Chúng ta không thể biết nhiều hơn thế.

Bên dưới lớp vỏ trái đất là hai lõi – một lõi rắn bên trong và một lõi mềm bên ngoài. Dĩ nhiên, những hiểu biết của chúng ta về bản chất của hai lõi này chỉ mang tính gián tiếp, nhưng các nhà khoa học có thể đưa ra các nhận định khá hợp lý. Họ biết rằng áp suất tại tâm trái đất đủ lớn – hơn ba triệu lần so với áp suất trên bề mặt – để biến mọi loại đá trở thành thể rắn. Họ cũng biết được từ lịch sử trái đất (và từ nhiều nguồn khác) rằng lõi trong của trái đất có khả năng giữ nhiệt rất tốt. Người ta cho rằng trong bốn tỷ năm qua nhiệt độ tại lõi trái đất chỉ giảm xuống không quá 200 độ F. Không ai biết chính xác nhiệt độ tại tâm trái đất, nhưng họ dự đoán rằng nó dao động từ 7.000 độ F đến 13.000 độ F – nóng bằng bề mặt của mặt trời.

Chúng ta hiểu biết rất ít về lõi ngoài, dù mọi người đều đồng ý rằng nó ở dạng sệt lỏng và nó là trung tâm tạo ra từ trường. Giả thuyết này do E. C. Bullard của Đại học Cambridge vào năm 1949 phát biểu rằng lõi ngoài của trái đất xoay tròn và biến nó thành một động cơ điện, tạo ra từ trường của trái đất. Chúng ta không biết chính xác điều gì đang xảy ra, nhưng chúng ta có thể nói rằng từ trường có liên quan mật thiết đến quá trình chuyển động xoay tròn của lõi trái đất với chất sệt lỏng của nó. Các vật thể không có lõi sệt lỏng – chẳng hạn mặt trăng và sao Hỏa – không có từ trường.

Chúng ta biết rằng từ trường của trái đất liên tục thay đổi cường độ: suốt thời kỳ khủng long còn tồn tại, từ trường có cường độ lớn gấp ba lần so với ngày nay. Chúng ta cũng biết rằng nó tự nghịch đảo sau bình quân mỗi 500.000 năm. Quá trình nghịch đảo diễn ra gần đây nhất cách đây khoảng 750.000 năm. Đôi khi nó không thay đổi suốt hàng triệu năm – có lẽ 37 triệu năm là khoảng thời gian tồn tại dài nhất của nó – và đôi khi nó thay đổi chỉ sau 20.000 năm. Tổng cộng, suốt 100 triệu năm qua nó đã tự nghịch đảo khoảng hai trăm lần, và chúng ta không biết tại sao lại thế. Đây được xem là "vấn đề lớn nhất chưa được đáp lời trong địa chất học".

Có thể ngày nay chúng ta đang trải qua quá trình nghịch đảo của nó. Từ trường của trái đất đã giảm khoảng 6 phần trăm chỉ trong một trăm năm qua. Bất kỳ sự suy giảm nào nơi từ trường cũng là một tin xấu, vì từ trường, ngoài việc giúp các vật dụng ở yên vị trí cần thiết và giúp la bàn của chúng ta chỉ đúng hướng, đóng vai trò vô cùng quan trọng đối với sự tồn tại của chúng ta. Không gian đầy ắp các tia vũ trụ nguy hại, nếu không có sự bảo vệ của từ trường thì chúng sẽ xé toạc thể xác của chúng ta, nghiền DNA của chúng ta thành nhiều mảnh. Khi từ trường vận hành, các tia vũ trụ này bị xua tan khỏi bề mặt trái đất và bị đẩy đến hai khu vực trên không trung được gọi là các vành đai Van Allen. Chúng cũng tương tác với các vật chất tại bầu khí quyển tầng trên để tạo ra một màng lưới được gọi là cực quang.

Một phần lớn trong sự ngu muội của chúng ta là, chúng ta có rất ít sự phối hợp giữa những gì đang xảy ra trên mặt đất và những gì đang xảy ra trong lòng đất. Theo Shawna Vogel: "Các nhà địa chất học và các nhà địa vật lý hiếm khi nào cộng tác để giải quyết cùng một vấn đề".

Có lẽ minh họa tốt nhất cho những hiểu biết thiếu sót của chúng ta về thế giới trong lòng đất chính là sự phun trào núi lửa tại đỉnh St. Helens tại Washington vào năm 1980.

Khi ấy bốn mươi tám bang bên dưới của Hoa Kỳ không chứng kiến bất kỳ sự phun trào núi lửa nào suốt sáu mươi lăm năm trước đó. Thế nên các nhà nghiên cứu núi lửa chỉ tập trung tìm hiểu về các núi lửa tại Hawaii thay vì lưu tâm đến đỉnh St. Helens.

Đỉnh St. Helens bắt đầu có dấu hiệu phun trào vào ngày 20 tháng Ba. Chỉ trong một tuần lễ sau nó bắt đầu thực sự phun macma, dù chỉ với một lượng nhỏ, một trăm lần trong một ngày, và liên tục rung chuyển với các cơn địa chấn. Mọi người được sơ tán đến nơi được cho là an toàn cách đó tám dặm. Khi đỉnh Helens bắt đầu có dấu hiệu phun trào, nó trở thành điểm thu hút khách du lịch trên thế giới. Các tờ báo cho rằng đó là nơi tốt nhất để thưởng ngoạn. Các phóng viên truyền hình không ngừng dùng trực thăng bay qua đỉnh núi, thậm chí còn có người tự mình leo lên đỉnh núi để quan sát. Chỉ trong một ngày, hơn bảy mươi trực thăng và khí cầu lượn quanh đỉnh núi. Nhưng nhiều ngày trôi qua và dường như mọi dấu hiệu đều không cho thấy sự nguy hiểm đến mức nghiêm trọng nào, mọi người bắt đầu trở nên sốt ruột, và quan điểm chung của họ là đỉnh St. Helens sẽ không phun trào.

Ngày 19 tháng Tư sườn phía Bắc của ngọn núi này phình to rõ rệt. Đáng ghi nhận là, không ai trong giới chức năng cho rằng đây là dấu hiệu của một thảm họa thiên nhiên. Các nhà nghiên cứu địa chấn kiên quyết đưa ra những kết luận dựa vào những hiểu biết của họ về các núi lửa ở Hawaii (các núi lửa ở Hawaii không phun trào từ sườn núi). Chỉ có một người tin rằng một điều rất tệ sẽ xảy ra, đó là Jack Hyde, một Giáo sư địa chất tại một trường Đại học ở Tacoma. Ông vạch ra rằng đỉnh Helens không có miệng phun giống như các núi lửa tại Hawaii, thế nên bất kỳ áp lực nào từ bên trong cũng có thể bùng nổ dữ dội. Tuy nhiên, Hyde không phải là một thành viên chính thức của hội đồng các quan chức chịu trách nhiệm về việc này và những ghi nhận của ông gần như chẳng thu hút bất kỳ sự chú ý nào.

Lúc 8:32 sáng Chủ Nhật, ngày 18 tháng Năm, sườn phía Bắc của ngọn núi lửa này sụp đổ, tạo ra một trận mưa bụi và đá lăn theo dốc núi với tốc độ 150 km/giờ. Đó là vụ lở đất lớn nhất trong lịch sử và mang theo đủ loại chất liệu để có thể chôn vùi toàn bộ Manhattan dưới độ sâu bốn trăm foot (120 mét). Một phút sau, nó bùng nổ với sức mạnh gấp năm trăm lần so với quả bom nguyên tử được ném xuống Hiroshima, phun ra một đám mây nóng kinh người di chuyển với vận tốc 650 dặm/giờ. Nhiều người tại khu vực được xem là an toàn đã bị tác hại. Năm mươi bảy người thiệt mạng. Hai mươi ba người mất tích. Nếu hôm ấy không phải là ngày Chủ Nhật thì thiệt hại có lẽ đã lớn hơn nhiều. Ngay cả những người sống cách đó mười tám dặm cũng phải thiệt mạng.

Người may mắn nhất hôm ấy là một sinh viên vừa tốt nghiệp tên là Harry Glicken. Anh giữ nhiệm vụ quan sát núi lửa tại một đài quan sát cách đó 5,7 dặm, nhưng vì anh có cuộc phỏng vấn vào ngày 18 tháng Năm tại California, thế nên anh ta đã rời khỏi khu vực này một ngày trước khi thảm họa xuất hiện. Thay vào đó là David Johnston. Johnston là người đầu tiên ghi nhận sự bùng nổ của núi lửa, chỉ một lát sau ông qua đời. Không ai tìm được thi thể của ông. Sự may mắn của Glicken chỉ là tạm thời. Mười một năm sau ông là một trong số mười một nhà khoa học và nhà báo bị mắc kẹt trong lớp tro, bụi, khí, và dung nham tại đỉnh Unzen ở Nhật Bản khi người ta lại hiểu sai về một núi lửa khác.

Các nhà địa chấn học có thể là, hoặc có thể không phải là, các nhà khoa học tỏ ra tệ hại nhất khi đưa ra những lời tiên đoán, nhưng rõ ràng họ là những người tệ hại nhất trong việc ý thức được những sai lạc nơi sự tiên đoán của mình. Hai năm sau thảm họa Unzen, một nhóm các nhà nghiên cứu núi lửa khác, dẫn đầu là Stanley Williams của Đại học Arizona, xuất hiện tại một núi lửa đang hoạt động được gọi là Galeras ở Colombia. Dù trong khoảng thời gian gần đó nhiều nhà khoa học đã thiệt mạng trong khi đang nghiên cứu núi lửa, chỉ hai trong số mười sáu thành viên của nhóm này đội nón an toàn hoặc mang thiết bị bảo vệ. Ngọn núi này đã phun

trào, giết chết sáu trong số nhóm nhà khoa học này cùng với ba du khách theo chân họ, và gây thương tích nghiêm trọng cho nhiều người khác, kể cả Williams.

Trong cuốn Surviving Galeras, Williams nói rằng ông chỉ có thể "lắc đầu trong sự băn khoăn" khi sau đó ông được biết rằng trước đó các đồng nghiệp đã có nhận định rằng ông quá coi thường các dấu hiệu quan trọng và hành xử quá khinh suất. "Chỉ trích sau khi việc đã rồi là điều quá dễ dàng", ông viết.

Quay trở lại Washington. Đỉnh St. Helens phá hủy cả một khu rừng với diện tích 230 dặm vuông. Lượng cây cối trong khu rừng này có thể dùng để xây dựng 150.000 ngôi nhà (một số bản báo cho rằng 300.000) đã bị thổi bay. Thiệt hại lên đến 2,7 tỷ đô–la Mỹ. Chỉ trong mười phút, một cột khói và tro bụi khổng lồ bay lên độ cao sáu mươi nghìn foot. Một máy bay dân dụng loại lớn cách đó ba mươi dặm thuật lại rằng họ đã bị các mảnh đá tấn công ào ạt.

Chín mươi phút sau vụ nổ, tro bụi bắt đầu rơi xuống Yakima thuộc Washington, đây là một cộng đồng gồm năm mươi nghìn người sống cách đó khoảng tám mươi dặm. Như bạn có thể hình dung, tro bụi đã biến ngày thành đêm và nhấn chìm mọi thứ. Hệ thống liên lạc, điện, nước, và giao thông trong thành phố hoàn toàn phải ngưng trệ.

Bạn có thể nhận thấy rằng, đây là sự phun trào núi lửa đã được cảnh báo trước hai tháng. Thế nhưng Yakima lại không có bộ phận nào chuyên nghiên cứu về núi lửa. Suốt ba ngày, Yakima bị tê liệt và cách ly khỏi thế giới, hệ thống sân bay đóng cửa, mọi con đường đều tắc nghẽn. Toàn thành phố này hứng chịu năm phần tám lượng tro bụi sau sự phun trào của đỉnh St. Helens.

---

[1] Nếu bạn muốn tìm hiểu chi tiết hơn về lòng đất thì sau đây là các giá trị của các lớp cấu thành trái đất, ở đây chỉ là những con số bình quân: 0 đến 40 km là độ dày của bề mặt, 40 đến 400 km là độ dày của lớp vỏ trên, 400 đến 650 km là độ dày của phần giáp ranh giữa lớp vỏ trên và lớp vỏ dưới, 650 đến 2.700 km là độ dày của lớp vỏ dưới, 2.700 đến 2.890 km là độ dày của lớp "D", 2.890 đến 5.150 km là độ dày của lõi ngoài, và 5.150 đến 6.378 là độ dày của lõi trong.

15. VẺ ĐẸP NGUY HIỂM

Vào những năm 1960, trong khi đang nghiên cứu lịch sử núi lửa tại công viên quốc gia Yellowstone, Bob Christiansen của Viện nghiên cứu địa chất Hoa Kỳ đã phải sửng sốt trước một điều kỳ quặc chưa từng xảy ra trước đó: ông không thể tìm được núi lửa của công viên này. Trước đó rất lâu người ta đã xác dịnh rằng nguồn gốc Yellowstone là một núi lửa – đây là nguyên nhân tạo ra các mạch nước phun và hơi nước liên tục bốc lên tại đây. Nhưng Christiansen không thể tìm thấy núi lửa nào tại đây cả. Đặc biệt, thứ ông tìm được lại là một kết cấu được gọi là canđêra (hõm chảo).

Hầu hết chúng ta, khi nghĩ về núi lửa, đều cho rằng núi lửa là một ngọn núi hình nón chẳng hạn như núi Fuji hoặc Kilimanjaro, được tạo ra bởi quá trình phun trào nham thạch tạo thành một ngọn núi cân đối. Việc này hình thành rất nhanh. Năm 1943, tại Parícutin thuộc Mexico, một nông dân hoảng hốt khi trông thấy khói bốc lên từ một phần nông trại của mình. Chỉ một tuần lễ sau tại đó xuất hiện một ngọn núi cao năm trăm foot. Hai năm sau độ cao của nó đạt một nghìn bốn trăm foot với đường kính hơn nửa dặm. Tổng cộng có mười nghìn ngọn núi lửa có thể dễ dàng trông thấy như thế này trên trái đất (trong đó có vài trăm đã tắt). Nhưng còn có một loại núi lửa thứ hai không hề có hình nón như chúng ta thường nghĩ. Đó là loại được gọi là canđêra, hõm chảo. Rõ ràng Yellowstone là loại thứ hai này, nhưng Christiansen vẫn chưa tìm được miệng của nó.

Cũng trong khoảng thời gian này, NASA quyết định kiểm tra các loại máy chụp được đặt ở vị trí rất cao so với mực nước biển bằng cách chụp các bức ảnh về công viên Yellowstone, sau đó các bức ảnh này được gửi đến cho những người lãnh đạo công viên này với suy nghĩ rằng họ sẽ có một trung tâm thu hút khách du lịch bậc nhất trên thế giới. Ngay khi Christiansen xem các bức ảnh này, ông hiểu được tại sao mình lại không tìm được miệng núi lửa: gần như toàn bộ công viên – 2,2 triệu hécta – chính là miệng núi lửa. Vụ nổ núi lửa trước đó đã để lại một chiếc hố có đường kính hơn bốn mươi dặm – quá lớn nên không thể trông thấy từ vị trí thấp. Tại thời điểm nào đó trong quá khứ, ắt hẳn Yellowstone đã bùng nổ dữ dội vượt ngoài tầm hiểu biết của con người.

Hóa ra là Yellowstone là một siêu núi lửa. Nó tọa lạc trên một điểm nóng khổng lồ, nó là nguồn đá chảy xuất nguồn từ ít nhất 125 dặm dưới mặt đất. Nhiệt từ nguồn đá chảy này tạo ra tất cả các suối nước nóng cũng như lớp bùn nhão nóng ở đây. Bên dưới bề mặt tại khu vực này là một lớp dung nham trải rộng bốn mươi lăm dặm – gần bằng chiều rộng của công viên này – và dày tám dặm tại điểm dày nhất. Bạn hãy hình dung một đống thuốc nổ TNT với kích cỡ đảo Rhode và chiều cao tám dặm. Nếu nó phát nổ, một cơn tai biến cực lớn ngoài sức tưởng tượng sẽ xảy ra. Theo Giáo sư Bill McGuire của Đại học London, khi nó bùng nổ thì những người sống cách xa nó một trăm dặm không thể trốn chạy được. Những hậu quả tiếp theo có thể còn thê thảm hơn.

Không ai có thể chắc chắn về Yellowstone, nhưng có hai điều chắc chắn về nó: lớp vỏ trái đất tại Yellowstone rất mỏng và thế giới bên dưới đó rất nóng. Nhưng liệu lớp vỏ trái đất tại đây mỏng là do nhiệt độ tại đây nóng bỏng hay là do lớp vỏ trái đất tại đây mỏng, đây là vấn đề vẫn đang được tranh luận.

Kể từ lần phun trào đầu tiên của nó cách đây 16,5 triệu năm, nó đã phát nổ hàng trăm lần. Vụ nổ gần đây nhất của nó có cường độ lớn gấp một nghìn lần so với cường độ của vụ nổ tại đỉnh St. Helens; vụ nổ trước đó mạnh gấp 280 lần, và vụ nổ trước đó nữa mạnh đến mức không ai có thể ước đoán được cường độ của nó. Người ta cho rằng ít nhất nó cũng mạnh gấp hai mươi lăm nghìn lần so với vụ nổ tại đỉnh St. Helens.

Chúng ta hoàn toàn chẳng có gì có thể đem so được với nó. Vụ nổ lớn nhất trong thời hiện đại là vụ nổ diễn ra tại Krakatau ở Indonesia vào tháng Tám 1883, vụ nổ này tạo ra tiếng rền trên toàn thế giới kéo dài suốt chín ngày và khiến nước biển Manche phải tràn bờ. Nhưng nếu bạn hình dung cường độ của vụ nổ này bằng quả bóng chơi gôn thì vụ nổ lớn nhất của

Yellowstone sẽ có kích cỡ to bằng một quả cầu mà bạn có thể nấp phía sau được. Với tỷ lệ này, vụ nổ tại đỉnh St. Helens chỉ bằng hạt đậu.

Vụ nổ Yellowstone cách đây hai triệu năm đã tạo ra một lượng tro bụi đủ để chôn vùi bang New York dưới độ sâu sáu mươi bảy foot hoặc bang California dưới độ sâu hai mươi foot. Đây chính là lớp tro bụi tạo ra tầng hóa thạch của Mike Voorhies tại Đông Nebraska. Vụ nổ đó đã xảy ra tại khu vực hiện nay có tên là Idaho, nhưng suốt nhiều triệu năm qua, với tốc độ dịch chuyển một inch/năm, vị trí địa lý trên lớp vỏ trái đất đã thay đổi, thế nên ngày nay nó thuộc vùng Tây Bắc của Wyoming. (Điểm nóng của nó vẫn ở nguyên chỗ cũ, giống như một ngọn đuốc hướng thẳng lên trần nhà). Nó để lại các đồng bằng thích hợp cho việc trồng khoai tây giống như tại Idaho.

Lượng tro bụi rơi xuống từ vụ nổ gần đây nhất của Yellowstone đã bao phủ toàn bộ hoặc phần lớn mười sáu bang phía Tây (kể cả một phần Canada và Mexico) – gần như toàn bộ khu vực phía Tây của Hoa Kỳ. Đây được xem là giỏ bánh mì của Hoa Kỳ, một nửa sản lượng ngũ cốc trên thế giới được tạo ra từ khu vực này. Và chúng ta cần nhớ rằng, lượng tro bụi này không phải là cơn mưa tuyết tan chảy vào mùa xuân. Hàng nghìn công nhân đã trải qua tám tháng để dọn dẹp 1,8 triệu tấn gạch vữa đổ nát từ mười sáu hécta của Trung tâm Thương mại Thế giới tại New York. Bạn hãy hình dung xem phải mất bao lâu người ta mới dọn dẹp xong Kansas.

Đó là chưa nói đến những biến đổi về khí hậu. Sự phun trào siêu núi lửa đáng ghi nhận gần đây nhất là tại Toba, miền Bắc Sumatra, cách đây bảy mươi bốn nghìn năm. Chúng ta chỉ có thể nói rằng đó là sự phun trào núi lửa cực lớn. Lõi băng tuyết tại đảo băng cho thấy rằng vụ nổ Toba khiến cả thế giới trải qua "mùa đông núi lửa" suốt sáu năm và không ai biết được mùa màng khi ấy bị tác hại nghiêm trọng đến mức nào. Người ta cho rằng sự kiện này đã đưa con người đến bờ vực của sự tuyệt chủng, khiến dân số thế giới chỉ còn vài nghìn người. Điều đó có nghĩa là toàn bộ chủng người hiện đại đều được sinh ra từ một lượng dân số rất nhỏ, điều này giúp chúng ta giải thích được sự thiếu đa dạng về gen di truyền. Có một vài bằng chứng cho thấy suốt hai mươi nghìn năm sau đó dân số thế giới cũng chỉ dừng lại ở con số vài nghìn người. Dĩ nhiên, sở dĩ như thế là do loài người phải trải qua một khoảng thời gian dài để hồi phục sau vụ nổ núi lửa này.

Năm 1973, một sự kiện kỳ quặc xảy ra: nước ở hồ Yellowstone, tại trung tâm của công viên Yellowstone, bắt đầu tràn bờ phía Nam, trong khi bờ phía Bắc lại cạn khô nước. Các nhà địa chất học vội vã tìm hiểu và khám phá rằng phần lớn diện tích công viên đã phình ra đến mức đáng ngại. Năm 1984, toàn khu vực trung tâm của công viên này – nhiều chục dặm vuông – có độ cao so với mực nước biển cao hơn ba foot so với độ cao của nó vào năm 1924. Sau đó, năm 1985, toàn khu vực trung tâm của công viên này lún xuống tám inch. Dường như hiện nay nó lại đang tiếp tục phình to.

Các nhà địa chất học nhận thấy rằng chỉ có một yếu tố có thể gây ra việc này – macma dưới lòng đất. Yellowstone không còn là nơi xuất hiện của một siêu núi lửa cổ; thay vì thế hiện nay nó là nơi xuất hiện một núi lửa đang hoạt động. Cũng trong khoảng thời gian này họ xác định được chu kỳ phun trào bình quân của núi lửa Yellowstone là sau mỗi 600.000 năm. Lần phun trào gần đây nhất của nó là cách đây 630.000 năm. Có lẽ Yellowstone sắp sửa phun trào.

Có thể bạn không thích, nhưng hiện tại bạn đang đứng trên ngọn núi lửa đang hoạt động lớn nhất thế giới", Paul Doss, nhà địa chất học của công viên quốc gia Yellowstone, nói sau khi rời khỏi chiếc Harley–Davidson to kềnh càng và bắt tay tôi khi chúng tôi gặp nhau tại văn phòng quản lý công viên quốc gia Yellowstone vào một buổi sáng tháng Sáu. Doss là người địa phương tại Indiana, ông là người hòa nhã, mềm mỏng, và rất sâu sắc. Ông có bộ râu xám và mái tóc cột kiểu đuôi ngựa. Trông ông giống như một nhạc công hơn là một nhân viên của chính phủ. Thực ra, ông là nhạc công chơi kèn acmônica. Nhưng ông chắc rằng ông biết và yêu địa chất học. "Và tôi có được nơi làm việc tốt nhất thế giới", ông nói. Ông đồng ý cho tôi theo chân ông suốt một ngày để chứng kiến những gì một nhà địa chất học thường thực hiện. Nhiệm vụ đầu tiên của ngày hôm nay là tổ chức cuộc trao đổi giới thiệu với một nhóm du

khách mới.

Yellowstone là nơi có vẻ đẹp phi thường, với các ngọn núi oai vệ, các dòng thác đổ, thế giới quanh đây hoàn toàn hoang dại với cái hồ tự nhiên phản chiếu bầu trời trong xanh. "Nếu bạn là một nhà địa chất học thì chẳng nơi nào có thể tốt hơn nơi này", Doss nói. "Bạn có những viên đá tại Beartooth Gap có độ tuổi gần ba tỷ năm –ba phần tư độ tuổi của trái đất – và bạn có các suối khoáng chất" – ông chỉ tay về phía các suối nước nóng chứa lưu huỳnh – "Tôi chưa bao giờ trông thấy nơi nào thuận tiện cho việc nghiên cứu địa chất tốt hơn nơi này".

"Có nghĩa là ông thích nó?", tôi nói.

"Không, tôi yêu nó", ông đáp lời với vẻ thành thực. "Mùa Đông ở đây rất khắc nghiệt và lương bổng không nhiều, nhưng khi tôi yêu nó thì tôi mãi mãi yêu nó".

Tôi hỏi ông nguyên nhân khiến Yellowstone phát nổ.

"Không biết. Không ai biết cả. Núi lửa là thứ rất kỳ lạ. Chúng ta thực sự không thể hiểu được chúng. Núi Vesuvius tại Italy là một núi lửa hoạt động suốt ba trăm năm mãi đến khi nó phun trào vào năm 1944 và từ đó trở đi nó ngủ yên. Một số nhà nghiên cứu núi lửa cho rằng nó đang nghỉ ngơi để phục hồi lại sức khỏe, chuẩn bị cho một vụ nổ lớn hơn, điều này khiến chúng ta lo ngại vì có đến hai triệu người sống quanh khu vực đó. Không ai biết trước điều gì sẽ xảy ra".

"Nếu Yellowstone sắp sửa bùng nổ thì ông có thể nhận được lời cảnh báo nào không?".

Ông nhún vai. "Không ai có mặt trong vụ nổ gần đây nhất của nó, thế nên không ai có thể nhận ra được đâu là dấu hiệu cảnh báo của nó".

"Thế thì nó có thể bùng nổ bất cứ lúc nào sao?".

Ông gật đầu với vẻ trầm ngâm. "Vấn đề ở đây là", ông giải thích, "gần như mọi dấu hiệu cảnh cáo đã xuất hiện tại đây. Động đất thường là dấu hiệu báo trước của sự phun trào núi lửa, nhưng công viên này đã xảy ra rất nhiều vụ động đất – 1.260 trận động đất trong năm qua. Hầu hết các trận động đất này đều quá nhỏ nên chúng ta không thể cảm nhận được, tuy nhiên đó chỉ là những cơn động đất mà chưa hề thấy núi lửa phun trào".

Sự thay đổi nơi các mạch nước phun cũng là manh mối để nhận biết, ông nói, nhưng điều này khá mơ hồ. Trước kia mạch nước phun nổi tiếng nhất tại công viên này là mạch nước phun Excelsior. Nó đã từng phun đều đặn với độ cao ba trăm foot, nhưng vào năm 1888 nó ngừng phun. Sau đó vào năm 1985 nó lại tiếp tục phun, dù rằng độ cao của nó lúc này chỉ là tám mươi foot. "Chúng ta khó có thể đưa ra kết luận nào từ những thay đổi tại đây".

Việc sơ tán công viên Yellowstone sẽ không phải là việc dễ dàng. Công viên chào đón ba triệu du khách mỗi năm, thời điểm đông du khách nhất là ba tháng mùa hè. Đường sá tại công viên này rất ít và được thiết kế hẹp, một phần để hạn chế tốc độ lưu thông, một phần để bảo tồn phong cảnh tự nhiên. Vào mùa hè, bạn phải mất nửa ngày mới có thể băng ngang công viên này và nhiều giờ đồng hồ để đến được bất kỳ nơi nào bạn muốn trong công viên.

Mùa thu năm 2000, những người đại diện từ Viện địa chất Hoa Kỳ, và các viện sĩ khác, gặp gỡ và thành lập cái được gọi là Đài quan sát núi lửa Yellowstone. Trước đó chúng ta đã có bốn đài quan sát như thế – tại Hawaii, California, Alaska, và Washington – nhưng thật lạ là chúng ta lại không có đài quan sát nào tại khu vực núi lửa lớn nhất thế giới này. Đài quan sát núi lửa Yellowstone không phải là thứ hữu hình, thay vì thế nó là một ý tưởng – sự thỏa hiệp hợp tác nỗ lực nhằm nghiên cứu và phân tích sự đa dạng về địa chất của công viên Yellowstone. Một trong những nhiệm vụ đầu tiên của nó, Doss bảo tôi, là thảo ra "sơ đồ các trận động đất và các núi lửa" – phác họa phương thức hành động khi có biến cố xảy ra.

"Chúng ta vẫn chưa có kế hoạch gì cho việc này sao?" tôi nói.

"Chưa. Tôi e rằng chưa. Nhưng chúng ta sẽ sớm có".

"Điều đó không muộn màng sao?"

Ông mỉm cười. “Chúng ta hãy nói rằng điều đó không quá sớm”.

Khi ý tưởng này hình thành, ba người – Christiansen tại công viên Menlo, California, Giáo sư Robert B. Smith tại Đại học Utah, và Doss của công viên Yellowstone – sẽ đánh giá mức độ nguy hiểm và nguy cơ tiềm năng của các biến động và đưa ra lời khuyên cho ban quản lý công viên. Ban quản lý công viên sẽ đưa ra quyết định về việc sơ tán công viên. Đối với các khu vực lân cận, họ vẫn chưa có kế hoạch gì. Nếu Yellowstone phát nổ, bạn sẽ tự xoay xở một khi bạn rời khỏi cổng công viên.

Dĩ nhiên có thể hàng chục nghìn năm nữa ngày đó mới xuất hiện. Doss nghĩ rằng ngày đó có thể hoàn toàn không xuất hiện. “Chỉ dựa vào quá khứ để tiên đoán tương lai vẫn chưa đủ”, ông nói, “Có một số bằng chứng cho thấy rằng hầu hết lượng macma bên dưới đang nguội dần và kết tinh”.

Trong khi chờ đợi, chúng ta còn có nhiều nguy cơ khác tại và quanh khu vực Yellowstone, chẳng hạn như những gì diễn ra vào ngày 17 tháng Tám, 1959, tại nơi được gọi là hồ Hebgen ngay bên ngoài công viên. Vào lúc 23 giờ 40 phút ngày 17 tháng Tám, 1959, hồ Hebgen chịu một cơn địa chấn thảm khốc. Cơn địa chấn có cường độ 7,5 độ Richter, xuất hiện đột ngột và làm đổ sập toàn bộ một sườn núi. Đó là thời điểm có nhiều người đến đây nghỉ hè, tuy nhiên rất may là vẫn không nhiều người như ngày nay. Tám mươi triệu tấn đá, di chuyển với vận tốc hơn một trăm dặm/giờ, đổ xuống từ sườn núi. Tám mươi người cắm trại thiệt mạng, mười chín người trong số họ bị chôn vùi sâu đến mức không ai có thể tìm được thi thể của họ. Sự tàn phá diễn ra cực nhanh nhưng không kém phần đau lòng. Ba anh em nọ cùng ngủ trong một túp lều thoát chết. Nhưng cha mẹ họ, ngủ tại một lều gần đó, đã bị cuốn đi và bị chôn vùi dưới lớp đất đá khổng lồ.

“Một trận động đất lớn – tôi nhấn mạnh là lớn – nhất định sẽ xảy ra”, Doss nói với tôi. “Bạn có thể tin vào điều đó. Đây là khu vực thường xuyên xảy ra động đất nhất thế giới”.

Dù đã xảy ra nhiều cơn địa chấn tại đây, mãi đến những năm 1970 Yellowstone mới có được các máy đo địa chấn.

Nếu bạn muốn hiểu rõ sự uy nghiêm và khốc liệt của những gì diễn ra trong lòng đất, bạn có thể nghĩ đến Tetons, dãy núi tọa lạc ngay phía nam của công viên quốc gia Yellowstone. Cách đây chín triệu năm, dãy Tetons không tồn tại. Vùng đất quanh Jackson Hole chỉ là vùng đồng bằng đầy cỏ dại. Nhưng sau đó trong lòng đất xuất hiện sự đứt đoạn dài bốn mươi dặm, và từ đó trở đi, khoảng một lần mỗi một trăm năm, dãy Tetons trải qua một trận động đất lớn, đủ mạnh để xốc nó cao hơn bình thường sáu foot. Chính sự giằng xốc liên tục này suốt nhiều niên kỷ đã khiến nó có độ cao bảy nghìn foot như hiện tại.

Theo Robert B. Smith và Lee J. Siegel trong cuốn Windows into the Earth, một cuốn sách lịch sử địa chất về khu vực này, trận động đất lớn tại Tetons gần đây nhất xảy ra cách đây từ năm đến bảy nghìn năm. Tóm lại, Tetons là khu vực quá hạn động đất lâu nhất trên hành tinh này.

Các vụ nổ thủy nhiệt cũng có nguy cơ to lớn. Chúng có thể xảy ra bất kỳ lúc nào, khá nhiều ở mọi nơi, và không thể dự đoán trước. “Anh có biết rằng tại Yellowstone có nhiều mạch nước phun và suối nước nóng hơn so với tất cả các mạch nước phun và suối nước nóng khác trên thế giới cộng lại?”. Doss hỏi tôi.

“Tôi không biết?”.

Ông gật đầu. “Tổng cộng có đến mười nghìn, và không ai biết khi nào các miệng phun mới sẽ xuất hiện”. Chúng tôi lái xe đến một nơi được gọi là hồ Duck, rộng hàng trăm yard. “Trông nó có vẻ hoàn toàn vô hại”, ông nói. “Nó chỉ là một cái hồ lớn. Nhưng trước đây nó không hề xuất hiện. Cách nay khoảng mười lăm nghìn năm, nhiều nghìn tấn đất đá và nước cực nóng tại đây đã bắn ra với vận tốc gấp năm lần vận tốc âm thanh. Anh có thể hình dung mọi việc sẽ thế nào nếu điều này xảy ra ngay tại bãi đậu xe Old Faithful hoặc tại một điểm thu hút đông du khách nào đó”, ông tỏ vẻ buồn.

“Không có lời cảnh báo nào sao?”.

“Có lẽ không. Vụ nổ lớn gần đây nhất tại công viên này xuất hiện tại mạch nước phun Pork Chop vào năm 1989. Nó để lại một cái hố có đường kính năm mét – không lớn, nhưng đủ lớn để giết chết bạn khi bạn có mặt gần đó. Rất may khi ấy không ai đứng gần nên không có ai bị thương tích gì, nhưng điều đó đã xảy ra mà không có bất kỳ dấu hiệu báo trước nào. Trong quá khứ xa xôi đã có những vụ nổ có thể tạo ra những cái hố có đường kính hơn một dặm. Và không ai có thể biết trước nó sẽ xảy ra tại đâu và tại thời điểm nào. Bạn chỉ có thể hy vọng rằng bạn không xuất hiện gần đó khi nó xảy ra”.

Sạt lở đất cũng là một hiện tượng nguy hiểm. Đã có một vụ sạt lở đất lớn tại hẻm núi Gardiner vào năm 1999, nhưng rất may – không ai bị thương. Cuối buổi chiều, Doss và tôi dừng lại tại một nơi xuất hiện một tảng đá nhô lên giữa một con đường trong công viên. Tôi có thể trông thấy rõ các vết nứt trên mặt đất quanh đó. “Nó có thể lăn bất kỳ lúc nào”, Doss nói với vẻ trầm ngâm.

Khi chúng tôi quay lại xe của ông để quay về Mammoth Hot Springs, Doss nói: “Nhưng vấn đề là, hầu như những sự kiện xấu chẳng bao giờ xảy ra. Đá không rơi. Địa chấn không xuất hiện. Các miệng phun mới không đột ngột phát nổ. Dù không ổn định, thật lạ là mọi việc vẫn dường như rất bình yên”.

“Giống như trái đất vậy”, tôi bình luận.

“Chính xác”, ông đồng ý.

Phần V - SỰ SỐNG

"Tôi càng tìm hiểu vũ trụ, tôi càng nhận thấy rõ ràng ắt hẳn vũ trụ đã biết trước rằng chúng ta sẽ xuất hiện". - *Freeman Dyson.*

14. HÀNH TINH ĐƠN ĐỘC

Chẳng dễ gì bạn có được sự sống của ngày hôm nay. Trong toàn vũ trụ này, theo những gì chúng ta biết, chỉ có một nơi duy nhất, một nơi xa xôi và kín đáo của ngân hà được gọi là Trái đất, chỉ nơi này có thể duy trì sự sống của bạn, dù rằng khá miễn cưỡng.

Khoảng cách từ đáy đại dương sâu nhất cho đến đỉnh núi cao nhất, phạm vi nuôi dưỡng gần như mọi sự sống, chỉ hơn một chục dặm – không nhiều khi đem so với sự bao la của vũ trụ này.

Cách đây 400 triệu năm, chúng ta là loài vật sống dưới nước đã có một quyết định khá mạo hiểm khi rời bỏ đại dương để trở thành một loài sống trên đất liền và hít thở oxy. Kết quả là, hơn 99,5 phần trăm khoảng không gian có thể tồn tại được trên thế giới, theo một sự đánh giá nọ, trở thành nơi chúng ta không thể tồn tại được.

Điều này không đơn giản như việc chúng ta không thể hô hấp dưới nước, vấn đề ở đây là chúng ta không thể chịu được áp suất dưới nước. Vì nước có tỷ trọng lớn gấp 1.300 lần so với không khí, thế nên áp suất dưới nước gia tăng đột ngột khi bạn tăng độ sâu – bạn xuống sâu mười mét thì áp suất gia tăng một Atmofe. Trên đất liền, nếu bạn ở độ cao năm trăm foot ví dụ tòa nhà Cologne hoặc đài kỷ niệm Washington thì áp suất chỉ thay đổi ở mức độ mà chúng ta dường như không thể nhận thấy. Nếu không có sự trợ giúp, người lặn sâu nhất và vẫn còn sống để quay về chính là một người Ý tên là Umberto Pelizzari, vào năm 1992, đã lặn xuống độ sâu 236 foot, chỉ ở lại đó trong khoảnh khắc và sau đó lập tức bắn mình lên mặt nước. Thế nên dù cố gắng hết sức, chúng ta vẫn khó có thể nói rằng mình là người rất quen thuộc với thế giới dưới lòng nước.

Dĩ nhiên các sinh vật khác có thể xoay xở tốt ở độ sâu lớn hơn và áp suất cao hơn, dù rằng tại sao một số loài có thể làm được điều đó vẫn còn là điều bí ẩn với chúng ta. Điểm sâu nhất trong lòng đại dương là Mariana Trench tại Thái Bình Dương. Tại đó, với độ sâu khoảng bảy dặm, áp suất lên đến mười sáu nghìn pound/inch vuông. Đã từng có lúc chúng ta có thể đưa con người xuống độ sâu đó trong một chiếc tàu ngầm kiên cố, tuy nhiên đó là lãnh địa của loài giáp xác, một loài giáp xác giống như loài tôm nhưng trong suốt, chúng tồn tại mà không có gì bảo vệ cả. Đương nhiên hầu hết các đại dương khác đều cạn hơn thế nhiều, nhưng dù rằng với độ sâu trung bình là hai dặm rưỡi thì áp suất đè lên chúng ta có thể tương đương với trọng lượng của mười bốn chiếc xe tải chất đầy xi–măng.

Gần như mọi người, kể cả tác giả của vài cuốn sách nổi tiếng về lĩnh vực hải dương học, đều cho rằng thể xác con người sẽ bị đè bẹp dưới áp lực kinh khủng nơi đáy đại dương. Thực ra, sự thực dường như không phải thế. Vì cơ thể chúng ta được cấu thành chủ yếu từ nước, và nước dường như là thứ "không thể bị nén", theo lời của Frances Ashcroft của Đại học Oxford, "thể xác chúng ta vẫn nguyên vẹn khi xuất hiện tại độ sâu của đại dương. Thể xác chúng ta thực sự có bị đè nén, nhưng không ai biết rằng ở mức độ nào có thể gây tử vong. Mãi đến gần đây người ta vẫn cho rằng bất kỳ ai lặn xuống độ sâu một trăm mét nhất định sẽ tử vong và phổi của họ sẽ nổ tung hoặc xương lồng ngực sẽ bị bẻ nát, nhưng những người bơi lặn tự do vẫn cho thấy rằng họ hoàn toàn bình an ở độ sâu này. Theo Ashcroft thì, dường như "loài người giống loài cá voi và cá heo hơn chúng ta thường nghĩ".

Tuy nhiên, còn có nhiều điều khác có thể xảy ra. Vào những ngày người ta thường trang bị đồ lặn – loại trang phục nối liền với mặt nước bằng những ống vòi dài – người thợ lặn đôi khi gặp phải hiện tượng được gọi là "bị ép chặt". Hiện tượng này xảy ra khi các máy bơm trên bề mặt bị trục trặc, dẫn đến tình trạng mất áp suất "tất cả những gì còn lại trong bộ đồ lặn chỉ là xương và các mẩu thịt của họ", nhà nghiên cứu sinh vật học J. B. S. Haldane viết vào năm 1947.

(Thật bất ngờ, chiếc mũ lặn đầu tiên, được thiết kế năm 1823 bởi một người Anh tên là Charles Deane, không phải dùng để lặn mà là để chữa lửa. Nó được gọi là "nón chữa lửa", nhưng vì được làm bằng kim loại nên nó bị nóng lên trong quá trình chữa lửa và cũng quá cồng kềnh. Sau đó Deane phát hiện ra rằng các lính cứu hỏa không thích dùng chiếc nón này. Để phát minh của mình không bị hoang phí, Deane thử dùng nó dưới nước và nhận thấy rằng nó rất hữu ích trong công tác cứu hộ dưới nước).

Tuy nhiên, điều đáng sợ nhất thường xảy ra với con người khi họ xuống nước là hiện tượng "khí ép". Tám mươi phần trăm không khí chúng ta hít vào là nitơ. Khi cơ thể con người chịu áp suất lớn, lượng nitơ đó chuyển hóa thành các bong bóng nhỏ di trú vào máu và các mô. Nếu áp suất thay đổi đột ngột, những bong bóng bị giữ trong cơ thể sẽ sủi bọt giống như một chai rượu vang vừa mới khui, gây cản trở cho các mạch máu nhỏ, giảm thiểu lượng oxy trong máu, khiến nạn nhân phải gập người trong đau đớn – chúng ta gọi đó là hiện tượng "khí ép".

Hiện tượng này đã xảy ra với con người từ rất lâu nhưng mãi đến thế kỷ mười chín người ta mới chú ý đến nó khi nó xảy ra khá thường xuyên với các thợ lặn. Hiện tượng này khiến nhiều người phải hoang mang. Đôi khi các thợ lặn lên giường ngủ với trạng thái khỏe mạnh để rồi sáng hôm sau họ nhận thấy rằng mình đã bị bại liệt; thậm chí họ tử vong ngay trên giường ngủ.

Ngoài việc tuyệt đối tránh môi trường có áp suất cao, chúng ta chỉ có hai giải pháp đáng tin cậy để tránh hiện tượng này. Giải pháp thứ nhất là giảm thiểu khoảng thời gian chịu áp suất cao. Thợ lặn không ở dưới nước quá lâu phòng khi nitơ di trú vào các mô. Giải pháp thứ hai là tránh không trồi lên mặt nước quá nhanh. Điều này giúp chúng ta giảm thiểu được tác hại của các bong bóng nitơ.

Chúng ta có được những hiểu biết về lĩnh vực này là nhờ bởi đội thợ lặn gồm hai cha con John Scott và J. B. S. Haldane. Dù là một người Anh khá trí thức, hai cha con Haldane nổi tiếng là người lập dị. Người cha sinh năm 1860 trong một gia đình quý tộc Anh (anh của ông là Tử tước Haldane) nhưng lại trải qua hầu như cả đời hành nghề khoa học tại Oxford. Ông nổi tiếng là người đãng trí. Một dạo nọ, vợ ông bảo ông hãy lên lầu thay quần áo để đi dự dạ tiệc, thế nhưng chờ đợi mãi vẫn không thấy ông bước xuống, cuối cùng vợ ông phải bước lên lầu và phát hiện ông đang nằm ngủ trên giường trong trang phục ngủ.

Haldane cố gắng khám phá các phương cách để các thợ lặn có thể trồi lên mặt nước mà không gặp phải sự cố "khí ép". Để tìm hiểu chính xác tại sao sự rò rỉ cacbon monoxit lại giết chết các thợ mỏ, ông đã tự chuốc độc chính mình, cẩn thận theo dõi đo lường những thay đổi nơi cơ thể của chính mình, ông chỉ bỏ cuộc khi ông sắp sửa rơi vào trạng thái bại liệt toàn thân.

Con trai của Haldane là Jack, thế hệ sau gọi là J. B. S, ngay từ khi còn bé đã tỏ ra rất quan tâm đến công việc của bố mình. Khi ở độ tuổi thiếu niên, J. B. S. đã cùng cha thực hiện các thử nghiệm quan trọng, hai người kiểm nghiệm các loại khí và mặt nạ phòng hơi độc.

Dù J. B. S. Haldane chưa bao giờ nhận học vị nào trong khoa học (ông nghiên cứu tại Oxford), ông trở thành nhà khoa học xuất sắc tại Cambridge. Nhà nghiên cứu sinh vật học Peter Medawar gọi ông là "người thông minh nhất tôi từng biết". Trong số nhiều thành tựu khác nhau, J. B. S. Haldane đóng vai trò quan trọng trong việc kết hợp thuyết tiến hóa của Darwin với công trình gen di truyền của Gregor Mendel để tạo ra bộ môn di truyền học hiện đại.

Có lẽ là một trong số những nhân vật độc đáo nhất, J. B. S. Haldane nhận thấy cuộc Chiến tranh Thế giới I là "một trải nghiệm thú vị" và thẳng thắn xác nhận rằng ông "thích cơ hội giết người". Chính ông cũng đã từng hai lần bị thương tích. Sau cuộc chiến tranh này ông trở thành nhân vật dành được sự yêu mến trong lĩnh vực khoa học và đã viết hai mươi ba cuốn sách (và hơn bốn trăm bài thuyết trình khoa học). Sách của ông hiện vẫn được yêu chuộng trên toàn thế giới dù rằng không dễ gì tìm được chúng. Ông cũng là người nhiệt tình theo chủ nghĩa Mác.

Trong khi đó ông vẫn không từ bỏ sự quan tâm dành cho các thợ mỏ và sự nhiễm độc, J. B. S. Haldane bị ám ảnh bởi việc cứu lấy các thủy thủ tàu ngầm tránh khỏi nguy cơ "khí ép". Trong một thử nghiệm nọ, J. B. S. Haldane đóng vai một thủy thủ trồi lên từ lòng nước để tìm hiểu xem điều gì xảy ra với chính mình. Kết quả là vết trám răng của ông phát nổ. "Gần như mọi thử

nghiệm", Norton viết, "đều khiến một ai đó bị tai biến ngập máu, xuất huyết, hoặc nôn mửa".

Một dạo nọ, trong khi tự chuốc độc chính mình với độ oxy cao, Haldane ngã ra ngất xỉu và bị tổn thương cột sống nghiêm trọng. Các chấn thương phổi luôn xảy ra với ông. Nguy cơ thủng màng tai rất lớn, nhưng, theo lời khẳng định của Haldane trong một bài tiểu luận nọ, "màng tai thường tự lành; và nếu có một lỗ thủng nào đó trong màng tai không tự lành, dù nạn nhân có thể bị điếc, anh ta có thể thổi khói thuốc lá qua lỗ tai nếu muốn, đây cũng là một thành tựu thú vị đấy chứ".

Trái đất không phải là nơi hoàn toàn tốt cho khả năng dung dưỡng sự sống, dù rằng nó là nơi duy nhất. Chỉ một phần nhỏ bề mặt của hành tinh này đủ khô ráo để chúng ta có thể sống trên đó, phần rất lớn còn lại luôn quá nóng hoặc quá lạnh hoặc quá khô hoặc quá trũng hoặc quá cao nên chúng ta không thể tận dụng được. Phải thừa nhận rằng, sở dĩ như thế một phần là do lỗi của chính chúng ta. Về mặt thích nghi, con người tỏ ra khá yếu kém. Giống như hầu hết các động vật khác, chúng ta không thích những nơi quá nóng, nhưng vì chúng ta dễ dàng đổ mồ hôi và dễ dàng kiệt sức nên chúng ta dễ dàng bị tổn hại. Trong những hoàn cảnh tệ nhất – tại sa mạc nóng bức – hầu hết mọi người đều mê sảng và đột quỵ, thậm chí tử vong. Chúng ta cũng không thích những nơi quá lạnh. Giống như mọi động vật có vú, loài người tỏ ra rất giỏi trong việc giải nhiệt nhưng – vì chúng ta gần như không có lông – chúng ta lại không giỏi trong việc giữ nhiệt. Ngay cả khi thời tiết khá ấm áp thì bạn cũng phải dùng một nửa số calo của mình để giữ ấm cơ thể. Dĩ nhiên, chúng ta có thể khắc phục những nhược điểm này bằng cách mặc áo ấm và vận dụng các phương tiện khác, nhưng dù có như thế thì diện tích bề mặt trái đất mà chúng ta có thể sống trên đó cũng vẫn rất khiêm tốn: chỉ 12 phần trăm so với toàn bộ diện tích đất liền, và chỉ 4 phần trăm so với toàn bộ bề mặt trái đất kể cả các đại dương.

Tuy nhiên nếu bạn quan sát ở góc độ rộng lớn hơn, bạn hãy quan sát hệ mặt trời của chúng ta, bạn sẽ nhận thấy rằng không nơi nào khác có thể thuận lợi cho sự sống của con người hơn hành tinh này.

Đến nay các nhà khoa học không gian đã khám phá được khoảng bảy mươi hành tinh bên ngoài hệ mặt trời, trong số khoảng mười tỷ triệu hành tinh trong vũ trụ này, thế nên chúng ta không thể khẳng định rằng chỉ có trái đất mới có khả năng dung dưỡng sự sống, nhưng dường như nếu bạn muốn có được một hành tinh có khả năng dung dưỡng sự sống thì có lẽ bạn phải là người rất may mắn mới có thể tìm kiếm được, và đời sống của bạn càng tiến bộ thì khả năng may mắn của bạn càng cao. Nhiều nhà quan sát đã xác định được khoảng hai mươi điều may mắn đặc biệt hữu ích mà chúng ta có được khi xuất hiện trên trái đất, nhưng đây chỉ là một cuộc khảo sát tương đối sơ sài nên chúng tôi sẽ nêu ra đây bốn điều may mắn chính. Chúng là:

Vị trí tuyệt vời. Thật huyền bí, trái đất của chúng ta xuất hiện tại một khoảng cách hợp lý từ một ngôi sao có kích cỡ đủ lớn để tỏa ra nhiều năng lượng nhưng lại không quá lớn để không tự hủy quá nhanh (mặt trời). Có một điều kỳ lạ trong vật lý học là: một ngôi sao càng lớn thì nó càng nhanh tàn lụi. Nếu mặt trời của chúng ta có kích cỡ lớn hơn gấp mười lần thì nó đã tự hủy sau mười triệu năm tồn tại thay vì là mười tỷ năm, và nếu thế thì loài người đã biến mất từ rất lâu. Quỹ đạo của trái đất cũng khá hoàn hảo. Nếu quỹ đạo của trái đất gần mặt trời hơn thì mọi thứ trên trái đất đều nóng chảy và biến mất. Nếu quỹ đạo của trái đất xa mặt trời hơn thì mọi thứ trên trái đất đã bị đóng băng.

Năm 1978, một nhà vật lý học thiên thể tên là Michael Hart đã thực hiện một số tính toán và kết luận rằng nếu quỹ đạo của trái đất xa mặt trời hơn 1 phần trăm hoặc gần mặt trời hơn 5 phần trăm thì nó đã trở thành nơi không có sự sống, về sau người ta tính toán lại con số này là "xa mặt trời hơn 15 phần trăm và gần mặt trời hơn 5 phần trăm" – nhưng đó vẫn luôn là vành đai hẹp.

Để đánh giá đúng độ hẹp của nó, bạn chỉ cần quan sát sao Kim. Khoảng cách từ sao Kim đến mặt trời chỉ ngắn hơn khoảng cách từ trái đất đến mặt trời hai mươi lăm triệu dặm. Hơi ấm của mặt trời đến sao Kim sớm hơn khi đến trái đất chỉ hai phút, về kích cỡ và kết cấu thì sao Kim rất giống với trái đất, nhưng chính sự khác biệt nhỏ về khoảng cách quỹ đạo đã tạo ra

những khác biệt to lớn như thế. Người ta xác định rằng khi hệ mặt trời mới hình thành thì nhiệt độ ở sao Kim chỉ lớn hơn nhiệt độ ở trái đất đôi chút và có lẽ khi ấy tại sao Kim cũng có các đại dương. Nhưng chính sự khác biệt đôi chút về nhiệt độ đó khiến sao Kim không thể giữ được lượng nước trên bề mặt của nó, hậu quả là khí hậu tại sao Kim vô cùng thảm khốc. Khi nước tại sao Kim bốc hơi, các nguyên tử hydro lan tỏa vào không gian, và các nguyên tử oxy kết hợp với cacbon để hình thành nên một bầu khí quyển dày đặc khí CO2. Không khí tại sao Kim trở nên vô cùng ngột ngạt. Dù trước đây người ta hy vọng rằng sao Kim có thể nuôi dưỡng được sự sống bên dưới những đám mây dày đặc của nó, ngày nay chúng ta biết rằng đó là một môi trường quá khắc nghiệt nên không thể nuôi dưỡng bất kỳ sự sống nào chúng ta có thể nghĩ ra. Nhiệt độ bề mặt sao Kim lên đến 470 độ C (xấp xỉ 900 độ F), nhiệt độ này có thể nung chảy chì, áp suất không khí tại sao Kim lớn gấp chín mươi lần so với áp suất tại trái đất, không ai có thể tồn tại ở áp suất này. Chúng ta thiếu kỹ thuật để tạo ra các trang phục hoặc các tàu không gian có thể giúp chúng ta đến thăm bề mặt sao Kim. Hiểu biết của chúng ta về bề mặt sao Kim là nhờ bởi những hình ảnh và dữ liệu do hệ thống ra–đa từ tàu thăm dò vũ trụ của Liên Xô cũ được phóng thẳng đến sao Kim, xuyên qua các đám mây dày đặc, vào năm 1972 và chỉ tồn tại một giờ đồng hồ trước khi hư hỏng hoàn toàn.

Đó là những gì sẽ xảy ra nếu quỹ đạo của trái đất gần mặt trời hơn hai phút. Nếu quỹ đạo của trái đất cách xa mặt trời hơn thì nhiệt độ trên trái đất sẽ trở nên quá lạnh, chẳng hạn như nhiệt độ tại bề mặt sao Hỏa. Sao Hỏa cũng từng có lúc là nơi thích hợp để dung dưỡng sự sống, nhưng cuối cùng vẫn không thể duy trì được bầu khí quyển thích hợp và trở nên quá lạnh.

Một hành tinh thích hợp. Nhiều nhà địa vật lý khi được yêu cầu trình bày những ưu điểm của trái đất có thể dung dưỡng được sự sống thường khẳng định rằng nếu không có lớp mác–ma sùng sục trong lòng đất thì loài người chúng ta đã không thể tồn tại trên hành tinh này. Mác–ma trong lòng đất tạo ra khí thải có thể giúp hình thành bầu khí quyển và giúp chúng ta có được từ trường bảo vệ chúng ta tránh được sự bức xạ của các tia vũ trụ. Nó cũng giúp chúng ta có được kiến tạo địa tầng liên tục tái tạo bề mặt trái đất. Nếu bề mặt trái đất hoàn toàn phẳng, thì có lẽ toàn bộ bề mặt này đã chìm sâu bốn kilômét dưới nước.

Ngoài việc có được cấu tạo bên trong lòng đất hợp lý chúng ta cũng có được các nguyên tố thích hợp với tỷ lệ cân xứng. Cụ thể là, chúng ta được cấu thành bởi các chất liệu hoàn toàn hợp lý, về sau chúng ta sẽ thảo luận sâu hơn về vấn đề này.

Hành tinh song sinh. Không nhiều người nghĩ rằng mặt trăng là hành tinh đồng hành với trái đất của chúng ta, nhưng quả thực mặt trăng là bạn đồng hành với trái đất của chúng ta. Hầu hết các mặt trăng của các hành tinh khác đều có kích cỡ khá nhỏ so với hành tinh kiểm soát nó. Ví dụ, các mặt trăng Phobos và Deimos của sao Hỏa chỉ có đường kính khoảng mười kilômét. Tuy nhiên, mặt trăng của chúng ta có đường kính lớn hơn một phần tư đường kính trái đất, điều này khiến trái đất của chúng ta trở thành hành tinh duy nhất có mặt trăng với kích cỡ khá lớn so với nó (ngoại trừ sao Diêm Vương, vì sao Diêm Vương có kích cỡ quá nhỏ), và chính sự khác biệt này giúp chúng ta tồn tại.

Nếu không có ảnh hưởng đều đặn của mặt trăng, trái đất sẽ chao đảo như con gụ, không ai biết khi ấy khí hậu và thời tiết ở trái đất sẽ thay đổi ra sao. Lực hấp dẫn liên tục của mặt trăng giúp trái đất luôn xoay tròn với vận tốc và góc độ ổn định, điều này tạo ra sự bền vững cần thiết cho sự sống lâu dài trên trái đất. Điều này sẽ không diễn ra mãi mãi. Mặt trăng đang di chuyển cách xa chúng ta với tốc độ 1,5 inch mỗi năm. Trong hai tỷ năm sắp tới, mặt trăng sẽ tách xa chúng ta đến mức nó không thể giúp trái đất có được sự bình ổn như ngày nay và khi ấy chúng ta sẽ phải đối mặt với một số hậu quả nhất định.

Suốt một khoảng thời gian dài, các nhà thiên văn học cho rằng mặt trăng và trái đất được hình thành cùng một lúc hoặc rằng trái đất đã kéo mặt trăng lại khi nó di chuyển ngang qua. Ngày nay chúng ta tin rằng, như bạn có thể nhớ lại ở một chương trước đây, cách đây khoảng 4,5 tỷ năm một vật thể có kích cỡ bằng sao Hỏa đã đâm sầm vào trái đất, các mảnh vỡ bắn ra từ trái đất đã hội tụ và cấu thành mặt trăng. Đây rõ ràng là điều rất tốt cho chúng ta – nhưng điều quan trọng là việc này đã xảy ra từ rất lâu. Nếu việc này mới xảy ra vào năm 1896 hoặc vào thứ Tư tuần vừa rồi thì rõ ràng chúng ta phải đối mặt với bốn khó khăn quan trọng:

Thời gian. Vũ trụ không ngừng thay đổi, và sự tồn tại của chúng ta trong vũ trụ là một kỳ công. Nếu hàng loạt những sự kiện và biến cố trong suốt 4,6 tỷ năm qua không xảy ra đúng cách và đúng lúc – ví dụ, nếu loài khủng long không bị tẩy sạch bởi một thiên thạch nọ – thì có lẽ hiện giờ bạn chỉ là một sinh vật dài sáu inch, với râu tóc bờm xờm và có đuôi, và đang đọc điều này trong một hang động.

Chúng ta không thể khẳng định vì chúng ta không có gì để so sánh với sự tồn tại của chính mình nhưng, như những gì chúng ta sẽ đọc được trong những trang còn lại, chúng ta rất may mắn khi xuất hiện trên trái đất này.

Bây giờ chúng ta hãy nói ngắn gọn về các nguyên tố cấu thành chúng ta.

Có chín mươi hai nguyên tố tự nhiên xuất hiện trên trái đất, cộng với khoảng hai mươi nguyên tố khác được tạo ra trong các phòng thí nghiệm. Chỉ vài nguyên tố trong số này được xếp vào loại xa lạ với hầu hết mọi người. Ví dụ, astatine (nguyên tố phóng xạ nhân tạo) không được nghiên cứu thực tế. Nó có tên gọi và vị trí nhất định trong bảng tuần hoàn hóa học (kế bên poloni của Marie Curie), nhưng nó chỉ dừng lại ở đó. Vấn đề ở đây không phải là do người ta không quan tâm đến nó, mà là do nó quá hiếm hoi. Chúng ta không có nhiều astatine. Tuy nhiên nguyên tố hiếm hoi nhất dường như là franxi, nó hiếm đến mức mà người ta cho rằng trên toàn hành tinh này, tại một thời điểm nào đó, chỉ có hơn hai mươi nguyên tử franxi. Tổng cộng chỉ có khoảng ba mươi nguyên tố tự nhiên xuất hiện phổ biến trên trái đất, và chỉ nửa tá nguyên tố đóng vai trò quan trọng hàng đầu với sự sống.

Như bạn có thể nghĩ đến, oxy là nguyên tố quan trọng nhất với chúng ta, chiếm dưới 50 phần trăm lớp vỏ của trái đất, nhưng chúng ta sẽ phải ngạc nhiên với các nguyên tố còn lại. Ví dụ, ai có thể nghĩ rằng silic là nguyên tố phổ biến thứ hai sau oxy hoặc ai có thể nghĩ rằng titan là nguyên tố có số lượng nhiều thứ mười trên trái đất? Số lượng các nguyên tố dường như không liên quan gì đến ứng dụng của chúng trong đời sống con người. Trên trái đất có nhiều nguyên tố xeri hơn nguyên tố đồng, nhiều neođim và lantan hơn coban hoặc nitơ. Thiếc chỉ xếp hàng năm mươi, hiếm hoi tương đương prazeodim, samari, gadoli, và đyprosi.

Số lượng các nguyên tố cũng ít liên quan đến quá trình tìm kiếm của con người. Nhôm là nguyên tố nhiều thứ tư trên trái đất, chiếm gần một phần mười tất cả những gì nằm dưới chân bạn, nhưng mãi đến thế kỷ mười chín nó mới được khám phá bởi Humphry Davy, và suốt khoảng thời gian dài sau đó nó vẫn được xem là một nguyên tố quý hiếm.

Số lượng các nguyên tố cũng không liên hệ gì đến tầm quan trọng của nó. Cacbon chỉ đứng ở hàng thứ mười lăm, chiếm 0,048 phần trăm lớp vỏ của trái đất, nhưng chúng ta sẽ không tồn tại nếu không có nó. Theo những gì Paul Davies đã viết: “Nếu không có cacbon, đời sống của chúng ta không thể xuất hiện. Có lẽ bất kỳ đời sống nào cũng không thể hình thành”. Tuy nhiên cacbon không có nhiều ngay cả nơi con người dù con người là động vật cần có nó nhất. Trong số 200 nguyên tử cấu thành cơ thể bạn, trong đó có 126 nguyên tử hydro, 51 oxy, và chỉ có 19 cacbon. [1]

Các nguyên tố khác không đóng vai trò cấu thành sự sống nhưng lại quan trọng trong việc duy trì sự sống. Chúng ta cần có sắt để tạo ra hemoglobin, nếu không có sắt chúng ta sẽ chết. Coban cần thiết cho việc tạo ra vitamin B12. Kali và một ít natri sẽ tốt cho hệ thần kinh của bạn. Molypđen, mangan, và vanađi giúp các enzim của bạn vận hành đều đặn. Kẽm giúp oxy hóa cồn.

Chúng ta đã tiến hóa để có thể tận dụng hoặc chịu đựng được những thứ này – chúng ta không thể tồn tại nếu không có chúng – nhưng ngay cả khi đã tiến hóa chúng ta vẫn sống trong sự chấp nhận hạn hẹp. Selen cần thiết cho mọi chúng ta, nhưng nếu bạn hấp thụ lượng selen nhiều hơn so với cần thiết thì đó sẽ là việc cuối cùng bạn thực hiện trong cuộc đời này. Mức độ chịu đựng hoặc yêu cầu của các cơ quan trong cơ thể phụ thuộc vào khả năng tiến hóa. Cừu và các loài vật khác có thể cùng nhau gặm cỏ nhưng thực ra nhu cầu về khoáng chất ở chúng rất đa dạng. Các loại gia súc hiện nay cần một lượng đồng khá lớn vì chúng đã tiến hóa từ châu Âu

và châu Phi, lượng đồng tại khu vực này khá cao. Ngược lại, cừu tiến hóa từ các khu vực thuộc Asia Minor vốn là khu vực có lượng đồng khá thấp. Và chẳng có gì ngạc nhiên khi biết rằng khả năng chịu đựng hoặc nhu cầu của chúng ta về các khoáng chất tương xứng với lượng các chất này có tại lớp vỏ trái đất. Không ai biết liệu một lượng nhỏ asen (thạch tín) có cần thiết cho sự sống của chúng ta hay không. Một số nhà khoa học nói rằng có, một số khác lại nói rằng không. Chúng ta chỉ có thể chắc chắn rằng một lượng lớn asen sẽ giết chết chúng ta.

Các tính chất của các nguyên tố này có thể khiến chúng ta phải ngạc nhiên khi chúng được kết hợp với nhau. Oxy và hydro, ví dụ, là hai nguyên tố nổi tiếng dễ cháy, nhưng khi được kết hợp với nhau thì chúng tạo thành nước với đặc tính khó cháy. (Bản thân oxy là chất không dễ cháy; nó chỉ khuyến khích sự cháy của các chất khác). Kỳ quặc hơn nữa là sự kết hợp giữa natri, một trong số những nguyên tố ít bền vững nhất, với clo, một trong số những nguyên tố độc hại nhất. Bạn hãy bỏ một mảnh nhỏ natri nguyên chất vào nước bình thường và nó sẽ phát nổ với sức mạnh có thể giết chết người. Clo thậm chí còn nguy hiểm hơn thế. Dù hữu ích với lượng nhỏ trong việc giết chết các vi sinh vật (bạn ngửi thấy mùi clo trong các loại chất tẩy), với lượng lớn hơn nó có thể giết chết người. Clo là một trong những khí độc hại được dùng trong cuộc Chiến tranh Thế giới I. Và, như những ai đã từng bơi lội thường bị đỏ mắt tại các hồ bơi công cộng đã biết, ngay cả khi với lượng clo cực loãng thì cơ thể con người vẫn không hoan nghênh. Tuy nhiên khi bạn kết hợp hai nguyên tố nguy hại này lại với nhau bạn sẽ có được Natri Clorua – một loại muối bột thông dụng.

Nhìn chung, nếu một nguyên tố không tìm được phương cách tự nhiên để thẩm thấu vào cơ thể bạn – giả sử nếu nó không hòa tan trong nước được – chúng ta có xu hướng không chịu được nó. Chì khiến chúng ta bị ngộ độc vì chúng ta không tiếp xúc với nó mãi đến khi chúng ta đưa nó vào các loại thức ăn đóng hộp. Khi các nguyên tố không xuất hiện tự nhiên trên trái đất, chúng ta không có khả năng chịu đựng được chúng, và thế nên chúng trở nên cực kỳ độc hại với chúng ta, chẳng hạn pluton. Chúng ta hoàn toàn không thể chịu đựng được pluton.

Tôi đã đưa bạn đi suốt chặng đường dài để đến được đây: phần lớn lý do tại sao trái đất lại trở thành nơi lý tưởng cho sự sống là do chúng ta đã tiến hóa để hòa hợp với các điều kiện của nó. Điều khiến chúng ta ngạc nhiên không phải là do nó thích hợp cho sự sống mà là do nó thích hợp cho sự sống *của chúng ta*. Có thể những thứ vô cùng thích hợp với chúng ta – mặt trời, mặt trăng, cacbon, mácma – có vẻ quý giá chỉ đơn giản vì chúng ta nhờ có chúng thì chúng ta mới có thể tồn tại.

Các thế giới khác có thể nuôi dưỡng sự sống nhờ bởi các hồ thủy ngân và các đám mây amoniac của chúng. Những người đến từ các hành tinh khác có thể phải ngạc nhiên khi nhận thấy rằng chúng ta đang sống trong bầu khí quyển có quá nhiều nitơ, oxy, hoặc bất kỳ thứ gì khác. Chúng ta thậm chí còn không thể chiêu đãi họ bữa ăn trưa vì mọi loại thực phẩm của chúng ta đều chứa mangan, selen, đồng, và các nguyên tố khác – và tất cả những thứ này có thể khiến họ bị ngộ độc. Trong ánh mắt họ thì trái đất là một nơi chẳng hề lý tưởng chút nào.

Thế nên dường như những sự kiện và điều kiện dẫn đến sự sống trên trái đất có thể không quá phi thường như chúng ta nghĩ. Tuy nhiên, chúng vẫn có đủ phi thường, và có một điều chắc chắn là: chúng sẽ luôn phi thường mãi đến khi chúng ta tìm được một hành tinh khác tốt hơn.

---

[1] Bốn nguyên tử còn lại là 3 nitơ và nguyên tử còn lại có thể là một trong ba nguyên tố kia.

17. TẦNG ĐỐI LƯU

Chúng ta quý trọng bầu khí quyển này. Nó giúp chúng ta luôn được ấm áp. Nếu không có nó, trái đất sẽ trở thành một quả cầu băng tuyết không một bóng người với nhiệt độ bình quân là âm 60 độ F. Ngoài ra, bầu khí quyển này có thể hấp thụ hoặc giảm thiểu tác hại của các tia vũ trụ, tia cực tím, và những tác hại tương tự. Nhìn chung, lớp khí đệm của bầu khí quyển có khả năng bảo vệ tương đương lớp bê-tông dày mười lăm foot, và nếu không có nó thì các tác hại từ không gian bên ngoài có thể cắt chúng ta thành nhiều mảnh nhỏ. Ngay cả những hạt mưa cũng có thể khiến chúng ta bất tỉnh nếu không đi qua lớp khí đệm có khả năng giảm thiểu tốc độ rơi của chúng.

Điều nổi bật nhất đối với bầu khí quyển của chúng ta là: nó không có nhiều. Nó trải dài với độ dày khoảng 120 dặm, nếu chúng ta quan sát từ trái đất thì rõ ràng đây là độ dày đáng kể, nhưng nếu bạn giảm kích cỡ của trái đất bằng quả địa cầu để bàn thì nó chỉ có độ dày bằng vài lớp véc–ni.

Khoa học chia bầu khí quyển thành bốn lớp không đồng đều: tầng đối lưu, tầng bình lưu, tầng giữa, và tầng điện ly (ngày nay thường gọi là thượng tầng). Tầng đối lưu là phần gần gũi với chúng ta. Chỉ có nó mới chứa đủ hơi ấm và oxy giúp chúng ta sống và hoạt động hiệu quả, dù rằng khi bạn lên cao thì nó không còn thích hợp với sự sống nữa. Từ mặt đất hướng lên, tầng đối lưu có độ dày khoảng mười dặm tại xích đạo và khoảng sáu đến bảy dặm tại vùng ôn đới.

Bên trên tầng đôi lưu là tầng bình lưu. Khi bạn trông thấy một đám mây bão trải dài với hình chiếc đe, đó là lúc bạn đang trông thấy ranh giới giữa tầng đối lưu và tầng bình lưu. Ranh giới này được gọi là vùng đỉnh của tầng đối lưu và được khám phá năm 1902 bởi một người Pháp khi ông đang ở trên một khinh khí cầu, Léon–Philippe Teisserenc de Bort. Đỉnh tầng đối lưu không cách xa chúng ta lắm, một chiếc thang máy hiện đại của các tòa nhà cao tầng có thể đưa chúng ta đến đó trong vòng hai mươi phút, dù rằng người ra sẽ khuyên bạn không nên tham gia chuyến đi này. Việc gia tăng độ cao đột ngột mà không có thiết bị điều áp ít nhất cũng khiến bạn bị sưng phổi và bị tác hại não bộ. Khi cửa thang máy được mở ra, những người bên trong nhất định sẽ tử vong hoặc trong tình trạng nguy kịch. Dù chúng ta có được trang bị thiết bị điều áp thì đây cũng là một chuyến đi chẳng hề dễ chịu chút nào. Ở độ cao sáu dặm nhiệt độ ở đó có thể lên đến 70 độ F, và bạn sẽ phải cần đến thiết bị cung cấp oxy.

Sau khi bạn rời khỏi tầng đối lưu, nhiệt độ sẽ ấm dần, lên đến 40 độ F, nhờ bởi hiệu ứng hấp thụ của khí ozon (de Bort khám phá khí ozon trong một thử nghiệm táo bạo vào năm 1902). Sau đó nhiệt độ giảm xuống còn âm 130 độ F tại tầng giữa của khí quyển trước khi tăng vọt lên 2.700 độ F hoặc hơn tại thượng tầng khí quyển, tại đây nhiệt độ giữa ban ngày và ban đêm có thể chênh lệch hàng nghìn độ. Nhiệt độ thực ra cũng chỉ là sự đo lường hoạt động của các phân tử. Ở độ cao bằng mực nước biển, các phân tử không khí rất dày đặc nên một phân tử chỉ có thể di chuyển một khoảng cách cực nhỏ – khoảng ba phần triệu inch – trước khi va đập vào nhau. Vì có hàng nghìn tỷ các phân tử không ngừng va đập vào nhau nên có nhiều nhiệt lượng được phát ra. Nhưng tại độ cao của thượng tầng khí quyển, cách mặt đất hơn năm mươi dặm, không khí loãng đến mức hai phân tử không khí xuất hiện cách nhau hàng dặm và gần như không thể va đập vào nhau. Thế nên mặc dù mỗi phân tử khí ở đây rất ấm, có rất ít sự va đập giữa chúng nên cũng có rất ít nhiệt lượng được phát ra. Đây là tin tốt cho các vệ tinh và các tàu không gian vì nếu nhiệt độ ở đây cao hơn thì mọi thiết bị không gian nhân tạo đều bị nổ tung.

Dù thế, các tàu không gian phải cẩn thận khi ở không gian bên ngoài, đặc biệt là trong chuyến quay về trái đất, chẳng hạn như tàu con thoi *Columbia* đã cho thấy bi kịch xảy ra vào tháng Hai 2003. Dù không khí ở đây rất loãng, nếu tàu không gian chúi xuống với một góc quá hẹp – hơn sáu độ – hoặc quá nhanh thì nó có thể va đập mạnh vào các phân tử với bản chất dễ cháy này. Ngược lại, nếu tàu không gian bay về trái đất và tiếp xúc với thượng tầng khí quyển với góc quá rộng, nó sẽ bật nảy lên và quay ngược lại không trung, giống như một viên sỏi nảy lên trên mặt nước.

"Thậm chí trong hoàn cảnh tốt nhất", người leo núi Peter Habeler đã viết về trạng thái trên đỉnh Everest, "mỗi bước đi ở độ cao như thế đòi hỏi bạn phải rất cố gắng. Bạn phải lê chân từng bước một, bạn luôn gặp nguy cơ kiệt sức, điều này có thể dẫn đến việc bạn phải trả giá bằng mạng sống của mình". Trong cuốn *The Other Side of Everest*, nhà làm phim người Anh tên là Matt Dickinsn đã mô tả những gì Howard Somervell, trong một cuộc thám hiểm đỉnh Everest, cảm nhận, "nhận thấy khí quản bị ép chặt, ngạt thở nghiêm trọng, và với nỗ lực tuyệt vời Somervell cố gắng bật ho để đẩy lùi sự tắc nghẽn này". Sở dĩ Somervell bị ngạt thở như thế là do nước nhầy ở thanh quản.

Con người có thể tử vong ở độ cao hơn 25.000 foot – đây là giới hạn mà các nhà leo núi thường gọi là Ranh giới của Thần chết – nhưng nhiều người vẫn kiệt sức hoặc ngã bệnh nghiêm trọng khi mới lên đến độ cao 15.000 foot. Sự nhạy cảm không liên hệ gì với sự khỏe mạnh.

Giới hạn chịu đựng độ cao của con người có lẽ là 5.500 mét, tương đương 18.000 foot, nhưng ngay cả những người đã quen với độ cao cũng khó có thể chịu đựng được những độ cao như thế trong khoảng thời gian dài. Frances Ashcroft, trong cuốn *Life at the Extremes*, lưu ý rằng có những mỏ lưu huỳnh xuất hiện ở độ cao 5.800 mét, nhưng các thợ mỏ vẫn thích tuột xuống 460 mét sau mỗi chiều làm việc và leo lên trở lại vào sáng hôm sau, họ không thích liên tục sống ở độ cao đó. Những người đã quen sống ở độ cao như thế thường đã trải qua hàng nghìn năm tiến hóa để có được lá phổi và bộ ngực lớn hơn mức bình thường. Hơn nữa, ở độ cao hơn 5.500 mét thì ngay cả một phụ nữ đã thích nghi tốt với nó cũng không thể cung cấp đủ oxy cho bào thai để bào thai có thể phát triển hoàn thiện.

Vào những năm 1780 khi người ta tạo ra các khinh khí cầu thử nghiệm tại châu Âu, họ cảm thấy ngạc nhiên khi nhận thấy rằng càng lên cao nhiệt độ càng giảm. Nhiệt độ giảm khoảng 3 độ F tương ứng với mỗi một nghìn foot độ cao. Theo lập luận đúng là: bạn càng tiến gần nguồn nhiệt thì bạn càng cảm thấy nóng hơn. Một lời giải thích ở đây là: bạn không thực sự tiến gần về phía mặt trời. Mặt trời cách xa chúng ta chín mươi ba triệu dặm. Việc di chuyển vài nghìn foot về phía mặt trời cũng giống như việc bước thêm một bước hướng về phía một vụ cháy rừng xảy ra ở Úc trong khi bạn đang đứng ở Ohio, và bạn mong đợi rằng mình sẽ ngửi thấy mùi khói. Lời giải thích này lại đưa chúng ta quay trở lại với vấn đề về mật độ của các phân tử trong bầu khí quyển. Ánh nắng mặt trời tiếp năng lượng cho các nguyên tử. Nó giúp các nguyên tử không khí di chuyển linh hoạt hơn, và trong trạng thái sinh động này chúng va chạm vào nhau, tạo ra nhiệt. Khi bạn cảm thấy mặt trời nóng hơn trên lưng mình vào ngày hè, đó là do quá trình va chạm tạo nhiệt này. Bạn càng lên cao thì mật độ các nguyên tử càng giảm, và thế nên quá trình va chạm ít xảy ra và nhiệt cũng ít được tạo ra.

Không khí là thứ thường khiến người ta bị nhầm lẫn. Ngay khi ở độ cao ngang bằng mực nước biển, chúng ta thường nghĩ rằng không khí là thứ không có trọng lượng. Nhưng khi không khí chuyển động, chẳng hạn một cơn bão hoặc một cơn gió mạnh, bạn sẽ lập tức nhận thấy rằng nó có trọng lượng đáng kể. Tổng cộng quanh chúng ta có đến 5.200 triệu triệu tấn không khí – 25 triệu tấn trong mỗi dặm vuông – một lượng không phải là không lớn. Khi hàng triệu tấn không khí di chuyển với vận tốc ba mươi hoặc bốn mươi dặm/giờ, chẳng có gì phải ngạc nhiên khi trông thấy các ngọn cây nghiêng ngả hoặc các ngôi nhà bị tốc mái. Theo lời Anthony Smith thì, điều kiện thời tiết bình thường có thể chứa đến 750 triệu tấn khí lạnh bị đè chặt bên dưới một tỷ tấn không khí ấm hơn.

Rõ ràng trong thế giới bên trên chúng ta không hề thiếu năng lượng chút nào. Sấm sét trong một cơn giông bão có năng lượng tương đương lượng điện đủ để dùng cho toàn nước Mỹ trong suốt bốn ngày. Các đám mây bão có thể đạt độ cao từ sáu đến mười dặm và chứa các luồng gió hướng lên và hướng xuống di chuyển với vận tốc hàng trăm dặm/giờ. Các luồng gió này di chuyển cạnh nhau, đây là lý do khiến các phi công không muốn bay trong điều kiện thời tiết như thế này. Tóm lại, các hạt của mây bị nhiễm điện. Vì một số lý do nào đó mà chúng ta vẫn chưa hiểu hết được các hạt bên trên thường mang điện tích dương và thường bị cuốn đi bởi các luồng khí bên trên đám mây. Các hạt nặng hơn lắng lại bên dưới, mang điện tích âm. Các hạt mang điện tích âm này bị hút về phía mặt đất mang điện tích âm, và thật may mắn cho bất

kỳ thứ gì xuất hiện trên đường đi của chúng. Ánh chớp của tiếng sét di chuyển với vận tốc 270.000 dặm/giờ và có thể đốt nóng không khí quanh nó lên đến 50.000 độ F, nóng hơn nhiều lần so với nhiệt độ bề mặt của mặt trời. Tại bất kỳ thời điểm nào, chúng ta có khoảng 1.800 cơn bão sấm sét đang diễn ra quanh trái đất – khoảng 40.000 cơn bão/ngày. Suốt ngày lẫn đêm, mỗi giây đồng hồ có một trăm cơn bão sấm sét tấn công trái đất. Bầu trời là khoảng không gian không ngừng hoạt động.

Hầu hết những hiểu biết của chúng ta chỉ mới xuất hiện trong khoảng thời gian rất gần đây. Các tia nước, thường xuất hiện ở độ cao 30.000 đến 35.000 foot, có thể di chuyển với vận tốc 180 dặm/giờ và ảnh hưởng đến thời tiết trên toàn thế giới, tuy nhiên không ai nghĩ đến sự tồn tại của chúng mãi đến khi các phi công đâm sầm vào chúng trong cuộc Chiến tranh Thế giới II. Thậm chí ngày nay sự hiểu biết của chúng ta về các hiện tượng diễn ra trong bầu khí quyển cũng còn rất hời hợt. Một loại sóng chuyển động không đều được gọi là sự nhiễu loạn của khí quyển thường tấn công các chuyến bay. Có khoảng hai mươi tai nạn như thế được ghi nhận mỗi năm. Chúng không liên hệ gì đến cấu trúc của các đám mây hay bất kỳ thứ gì khác có thể nhận ra được bằng mắt thường hoặc bằng hệ thống ra–đa. Chúng là những lỗ thủng không khí xuất hiện trong bầu trời. Trong một tai nạn điển hình, một máy bay di chuyển từ Singapore đến Sydney đang bay trên không phận Úc trong điều kiện bay hoàn toàn bình thường, đột nhiên nó rơi xuống ba trăm foot – đủ để hất văng những hành khách không thắt dây an toàn lên trần máy bay. Hai mươi người bị thương tích, một người bị thương nặng. Không ai biết đâu là nguyên nhân tạo ra các lỗ thủng không khí như thế này.

Quá trình không khí di chuyển quanh bầu khí quyển được gọi là sự đối lưu. Không khí nóng ẩm từ khu vực xích đạo dâng lên cao mãi đến khi nó đến được vùng đỉnh của tầng đối lưu và toả rộng ra. Khi nó di chuyển hướng xa vùng xích đạo và mát dần, nó lắng chìm xuống. Khi nó đến vùng đáy của tầng đối lưu, một phần của nó tìm đến khu vực có áp suất thấp để lấp đầy khu vực đó và quay trở lại vùng xích đạo, hoàn tất chu kỳ của nó.

Tại vùng xích đạo quá trình đối lưu thường diễn ra ổn định và thời tiết thường ít thay đổi, nhưng tại vùng ôn đới thì thời tiết thường thay đổi theo mùa, mang tính cục bộ, và tùy tiện, điều này dẫn đến quá trình xung đột bất tận giữa luồng không khí có áp suất cao và luồng không khí có áp suất thấp. Luồng không khí có áp suất thấp được tạo ra bởi luồng không khí đang dâng lên, luồng không khí này mang theo các phân tử nước vào bầu trời, hình thành các đám mây và cuối cùng tạo ra các cơn mưa. Luồng không khí ấm có thể mang theo nhiều hơi nước hơn so với luồng không khí lạnh, đây là lý do tại sao các cơn bão nhiệt đới vào mùa hè lại thường là các cơn bão khốc liệt nhất. Thế nên các khu vực có áp suất thấp thường có nhiều mây và mưa, còn các khu vực có áp suất cao nhiều nắng và thời tiết ổn định. Khi hai luồng không khí này tiếp xúc với nhau, chúng ta dễ dàng nhận ra chúng qua các đám mây. Ví dụ, các đám mây tầng – loại mây không có hình dáng nhất định khiến chúng ta có cảm giác bầu trời u ám – xuất hiện khi hơi nước bốc lên không vượt qua được luồng không khí ổn định bên trên, thế nên chúng tỏa rộng ra, trông như khói bay lên và đụng phải trần nhà. Thật thế, nếu bạn quan sát một người hút thuốc lá, bạn có thể hình dung được mọi việc diễn ra như thế nào khi bạn quan sát khói thuốc lá bay lên. Trước tiên, nó bay thẳng lên trên, sau đó nó lan rộng ra thành một lớp khuếch tán gợn sóng. Chiếc máy tính tốt nhất trên thế giới, sau khi đo lường các thay đổi trong không gian, vẫn không thể cho bạn biết rằng luồng khói này sẽ hình thành theo hình thức nào, thế nên bạn có thể hiểu được các khó khăn mà các nhà khí tượng học phải đối mặt trong khi họ cố gắng đưa ra các dự báo về thời tiết trên thế giới.

Những gì chúng ta biết được ngày nay là: do hơi nóng từ mặt trời được phân bố không đều nên những khác biệt về áp suất không khí xuất hiện trên trái đất. Không khí không chịu được trạng thái này, thế nên nó di chuyển vòng quanh để cân bằng áp suất trên trái đất. Gió chỉ là luồng không khí di chuyển từ nơi này đến nơi khác để cân bằng áp suất. Khí luôn di chuyển từ nơi có áp suất cao đến nơi có áp suất thấp, sự chênh lệch áp suất càng lớn thì tốc độ gió càng cao.

Tốc độ gió, giống như hầu hết những hiện tượng tích lũy, phát triển theo cấp số nhân, thế

nên một luồng gió di chuyển với vận tốc hai trăm dặm/giờ không phải mạnh hơn mười lần so với luồng gió di chuyển với vận tốc hai mươi dặm/giờ, mà là mạnh hơn gấp một trăm lần – thế nên nó có khả năng tàn phá mạnh hơn nhiều. Một cơn bão nhiệt đới có thể liên tục tạo ra đủ năng lượng để một quốc gia cỡ trung (chẳng hạn Anh hoặc Pháp) dùng trong một năm.

Người đầu tiên chú ý đến xung lực của bầu khí quyển trong quá trình nó hướng đến trạng thái thăng bằng là Edmond Halley và người đầu tiên khảo sát tỉ mỉ nó là Briton George Hadley vào thế kỷ mười tám, ông nhận thấy rằng luồng khí hướng lên và luồng khí hướng xuống thường tạo ra các "ngăn" (từ đó được gọi là "ngăn Hadley"). Dù chuyên môn là một luật sư, Hadley lại rất quan tâm đến thời tiết (xét cho cùng thì ông cũng là một người Anh) đồng thời ông đề xuất mối tương quan giữa các "ngăn", sự xoay tròn của trái đất, và những biến tấu cụ thể của không khí. Tuy nhiên, chính Giáo sư kiêm kỹ sư tại học viện Ecole Polytechnique tại Paris, Gustave–Gaspard de Coriolis, đã khám phá chi tiết các mối tương quan này vào năm 1835, thế nên chúng ta gọi đó là hiệu ứng Coriolis. (Chính Coriolis đã tạo ra dụng cụ làm lạnh bằng nước, ngày nay chúng ta gọi là dụng cụ Corios). Trái đất xoay tròn với vận tốc 1.041 dặm/ giờ tại đường xích đạo, tốc độ này càng giảm khi bạn càng hướng gần hai cực, ví dụ tại London hoặc Paris thì tốc độ này giảm xuống còn 600 dặm/giờ. Nếu bạn đứng tại đường xích đạo thì sự xoay tròn của trái đất khiến bạn di chuyển một chặng đường khá dài – khoảng 40.000 kilomet – trước khi bạn quay trở lại vị trí cũ. Tuy nhiên, nếu bạn đứng bên cực Bắc, bạn chỉ di chuyển vài foot để hoàn tất một vòng, tuy nhiên trong cả hai trường hợp bạn đều phải mất 24 tiếng đồng hồ để hoàn tất một vòng như thế. Thế nên, chúng ta có thể nói rằng bạn càng ở gần đường xích đạo thì bạn càng di chuyển ở tốc độ nhanh.

Hiệu ứng Coriolis giải thích tại sao bất kỳ thứ gì di chuyển qua không khí theo đường thẳng hướng đến chiều xoay của trái đất thường có xu hướng ngả sang phải ở Bắc bán cầu và ngả sang trái ở Nam bán cầu khi trái đất xoay tròn bên dưới nó. Bạn hãy hình dung bạn đang đứng tại tâm của một chiếc đĩa lớn đang xoay và ném một quả bóng cho một người đang đứng tại mép của chiếc đĩa này. Khi quả bóng đến được mép của chiếc đĩa, người chộp bóng đã di chuyển đến một vị trí mới và quả bóng lướt qua phía sau anh ta. Từ góc độ của anh ta, anh ta có cảm giác như thể quả bóng di chuyển theo đường cong hướng ra phía sau anh ta. Đó là hiệu ứng Coriolis. Hiệu ứng Coriolis cũng giải thích tại sao các khẩu súng của thủy quân cần phải chỉnh sang trái hoặc sang phải nếu muốn bắn trúng mục tiêu; một viên đạn đại bác bắn đi mười lăm dặm sẽ có độ lệch khoảng một trăm yard (1 yard = 0,914 mét).

* * *

Dù thời tiết đóng vai trò quan trọng trong thực tiễn, thật bất ngờ khi biết rằng khí tượng học vẫn chưa phải là một môn khoa học chính thức mãi đến cuối thế kỷ mười tám.

Sở dĩ như thế một phần là do môn khí tượng học đòi hỏi sự đo lường chính xác về nhiệt độ, và nhiệt kế là loại dụng cụ khó chế tạo hơn so với bạn nghĩ. Để nhiệt kế có thể đo lường chính xác thì chúng ta cần phải có một ống thủy tinh có bề mặt lõi rất phẳng, và đó không phải việc dễ làm. Người đầu tiên khắc phục được khó khăn này là Daniel Gabriel Fahrenheit, một chuyên gia chế biến dụng cụ người Hà Lan, ông tạo ra một nhiệt kế chính xác vào năm 1717. Tuy nhiên, vì một số lý do nào đó ông chia độ ống đo nhiệt này theo chuẩn nước đóng băng ở 32 độ và sôi ở 212 độ. Vì cách chia độ kỳ quặc này khiến nhiều người bối rối, vào năm 1742 Anders Celsius, một nhà thiên văn học người Thụy Điển, sáng chế ra một hệ thống chia độ mới. Chứng minh rằng hiếm khi nào các nhà phát minh có thể giúp vấn đề hoàn toàn hợp lý và chính xác, Celsius chia độ lại theo hệ thống: nước sôi ở không độ và đóng băng ở một trăm độ, nhưng chẳng bao lâu sau ông đảo ngược lại.

Người được xem là cha đẻ của khí tượng học hiện đại là một dược sĩ người Anh tên là Luke Howard, ông nổi tiếng ngay từ đầu thế kỷ mười chín. Ngày nay người ta nhớ đến Howard chủ yếu về việc ông đã đặt tên cho các loại mây vào năm 1803. Dù ông là một thành viên tích cực và được tôn trọng tại Hội Linnaean và vận dụng các phương châm của Linnaean trong các hoạt động của mình, Howard lại chọn Hội Askesian vốn là một Hội ít tiếng tăm hơn để công bố hệ thống phân loại mới của mình. (Hội Askesian, như bạn có thể nhớ lại ở một chương trước đây, là một tổ chức có những thành viên hiến mình cho việc theo đuổi oxit nitrat, thế nên chúng ta

chỉ có thể hy vọng rằng họ chỉ quan tâm chút ít đến những phát kiến quan trọng của Howard).

Howard phân loại mây thành ba nhóm: mây tầng là những đám mây có nhiều lớp, mây tích là những đám mây mịn, và mây ti là những đám mây mỏng mượt như lông tơ ở trên cao, loại mây này thường là dấu hiệu cho thấy thời tiết sắp trở lạnh. Sau đó ông còn thêm vào nhóm thứ tư là loại mây mưa hay còn gọi là mây dông. Điểm đặc biệt nơi hệ phân loại cơ bản của Howard là nó có thể kết hợp lẫn nhau để mô tả mọi hình dáng và kích cỡ của các đám mây – mây ti tầng, mây tích mưa, và vân vân. Phát kiến này lập tức trở thành bước đột phá không chỉ tại Anh quốc. Thi sĩ Johann von Goethe ở Đức lấy cảm hứng từ hệ phân loại này để sáng tác bốn bài thơ tặng Howard.

Hệ phân loại của Howard được bổ sung suốt nhiều năm sau đó, đến mức bộ sách giáo khoa về khí tượng học *International Cloud Atlas* phải được chia thành hai tập, nhưng thật lạ là sự phân loại mây của Howard vẫn không được phổ biến với những người không chuyên ngành khí tượng học. Một tập bản đồ mỏng hơn nhiều được xuất bản năm 1896 đã chia mây thành chín loại cơ bản. Đây là cơ sở dẫn đến thành ngữ "chín tầng mây".

Một đám mây tích mùa hè có chiều rộng hàng trăm yard chỉ chứa khoảng hai mươi lăm đến ba mươi ga–lông nước – "đủ để đổ đầy bồn tắm", theo lời James Trefil. Bạn có thể hình dung được điều này khi bạn đi xuyên qua một đám sương mù – sương mù thực ra chỉ là một đám mây không thể bay cao. Trefil nói, "Nếu bạn bước đi 100 yard xuyên qua một đám sương mù điển hình, bạn chỉ đi xuyên qua nửa inch vuông nước – không đủ để bạn hớp một ngụm nước". Tóm lại, các đám mây không phải là nguồn nước lớn. Tại bất kỳ khoảnh khắc nào, chỉ khoảng 0,035% nước của trái đất được tích lũy nơi các đám mây bồng bềnh trên bầu trời.

Quá trình hoạt động của nước thay đổi tùy theo nơi mà nó rơi xuống. Nếu nó rơi xuống đất màu mỡ, nó sẽ thấm xuống đất hoặc bốc hơi ngược trở lên trong vài tiếng đồng hồ hoặc vài ngày. Tuy nhiên, nếu nó thấm sâu xuống mạch nước ngầm, có thể phải sau vài năm nó mới quay trở lại với bầu trời – thậm chí hàng nghìn năm nếu nó thực sự thấm quá sâu. Khi bạn ngắm nhìn mặt hồ, điều này có nghĩa là bạn đang ngắm nhìn các phần tử nước đã tồn tại ở đó suốt hàng chục năm. Nước tại các đại dương thường tồn tại ở đó suốt hàng trăm năm. Nhìn chung khoảng 60% nước mưa quay trở lại bầu khí quyển trong vòng một hoặc hai ngày. Khi đã bốc hơi, nó trải qua hơn một tuần lễ – Drury nói rằng mười hai ngày – trên bầu trời trước khi rơi xuống mặt đất.

Quá trình bốc hơi diễn ra khá nhanh, như bạn có thể quan sát sự tồn tại của một vũng nước trong một ngày hè. Ngay cả Địa Trung Hải cũng sẽ cạn khô trong một nghìn năm nếu nó không được bổ sung nước liên tục. Một sự kiện như thế đã xảy ra cách đây khoảng sáu triệu năm và tạo ra hiện tượng mà khoa học gọi là Messinian Salinity Crisis. Khi ấy sự vận động của các lục địa đã đóng chặt eo biển Gibraltar. Thực ra khi Địa Trung Hải khô, lượng nước bốc hơi của nó tạo thành các cơn mưa nước ngọt rơi xuống các biển khác, làm giảm độ mặn của các biển này, khiến các biển này đủ loãng để đóng băng với diện tích lớn hơn so với thường lệ. Khu vực đóng băng rộng lớn đẩy lùi nhiệt của mặt trời vì thế trái đất phải trải qua kỷ băng hà.

Theo những gì chúng ta biết, chúng ta có thể khẳng định rằng chỉ cần một thay đổi nho nhỏ nơi trái đất cũng có thể tạo ra những hậu quả nghiêm trọng vượt khỏi trí tưởng tượng của chúng ta. Một sự kiện như thế, như chúng ta sẽ thấy ở những chương sau, có thể đã tạo ra chúng ta.

Đại dương thực sự là nhà máy điện cung cấp năng lượng cho các hoạt động diễn ra trên bề mặt trái đất. Thật thế, các nhà khí tượng học xem đại dương và bầu khí quyển là hai bộ phận trong cùng một hệ thống, đây là lý do tại sao chúng ta cần phải chú ý đến chúng. Nước là yếu tố kỳ diệu có thể giữ nhiệt và giải nhiệt. Mỗi ngày, dòng nước ấm từ vịnh Mehico qua Đại Tây Dương đến châu Âu mang theo một lượng nhiệt tương đương với lượng than đá của cả thế giới trong suốt mười năm, chính vì thế mà Anh quốc và Ireland có mùa đông ôn hòa hơn so với Canada và Nga.

Nhưng nước cũng ấm lên rất chậm, đây là lý do tại sao nước tại các hồ thiên nhiên và các hồ bơi nhân tạo lại mát lạnh ngay khi thời tiết rất nóng. Vì lý do đó nên thường có sự chậm trễ nơi các lời dự báo về giai đoạn giao mùa. Thế nên mùa xuân có thể chính thức bắt đầu nơi Bắc bán cầu vào tháng Ba, nhưng mãi đến tháng Tư hầu hết các khu vực khác trên thế giới mới bước vào mùa xuân.

Các đại dương trên thế giới không hoàn toàn giống nhau. Sự khác biệt giữa chúng về nhiệt độ, độ mặn, độ sâu, tỷ trọng, và vân vân có ảnh hưởng to lớn đến cách chúng truyền nhiệt đi khắp nơi, từ đó điều này ảnh hưởng đến khí hậu. Ví dụ, Đại Tây Dương có độ mặn lớn hơn so với Thái Bình Dương, và đây cũng là điều tốt. Nước càng mặn thì tỷ trọng của nó càng lớn, nước nặng hơn luôn chìm xuống bên dưới. Nếu không có lượng muối lớn hơn thì các dòng nước từ Đại Tây Dương sẽ chảy ngược lên Bắc cực, làm ấm Nam cực nhưng lại lấy đi hơi ấm quý báu của châu Âu. Tác nhân chính đem lại hơi ấm cho trái đất được biết là *sự tuần hoàn nhiệt*. Sự tuần hoàn nhiệt xuất nguồn từ những dòng nước rất sâu bên dưới bề mặt – quá trình này được khám phá bởi nhà khoa học thám hiểm Count von Rumford vào năm 1797 [1]. Những gì xảy ra ở đây là: các dòng nước trên bề mặt, khi chúng đến vùng lân cận châu Âu, trở nên dày đặc và lắng sâu xuống dưới và bắt đầu chảy ngược về Nam bán cầu. Khi chúng đến Nam cực, chúng nhập vào các dòng chảy quanh Nam cực và trôi ra Thái Bình Dương. Quá trình này diễn ra rất chậm – có thể mất 1.500 năm để nước di chuyển từ bắc Đại Tây Dương đến giữa Thái Bình Dương – nhưng lượng nhiệt và lượng nước ở đây rất lớn, và tác động của nó đối với khí hậu là vô cùng.

(Về việc một giọt nước phải mất bao lâu để di chuyển từ biển này sang biển khác, câu trả lời ở đây là: các nhà khoa học có thể đo lường các hợp chất trong nước chẳng hạn như cloruafloruacacbon và xác định xem nó tồn tại bao lâu trong không khí. Qua việc so sánh các kết quả đo lường ở các độ sâu và vị trí địa lý khác nhau họ có thể lập biểu đồ hợp lý về sự vận động của nước).

Sự tuần hoàn nước không chỉ lưu chuyển nhiệt mà còn giúp trộn đều các chất dinh dưỡng khi dòng nước lên và xuống, giúp các sinh vật biển tồn tại. Đáng tiếc là dường như sự tuần hoàn này cũng rất dễ thay đổi. Theo sự mô phỏng của máy tính, chỉ cần có sự thay đổi đổi chút về độ mặn của nước biển – chẳng hạn khi các tảng băng ở đảo băng tan chảy – cũng có thể tác hại nghiêm trọng đến quá trình tuần hoàn nước.

Có một điều kỳ quặc là ngày nay mặt trời tỏa ánh sáng với cường độ lớn hơn 25% so với khi hệ mặt trời mới hình thành. Điều này khiến trái đất của chúng ta nóng hơn. Thật thế, theo lời nhà địa chất Aubrey Manning thì, "Sự thay đổi đáng kể này đã tác động mạnh đến trái đất và ngày nay chúng ta có thể nhận thấy rõ tác hại ghê gớm này".

Vậy thì cái gì giúp trái đất được mát mẻ?

Chính là sự sống. Hàng nghìn tỷ sinh vật nhỏ bé ở đại dương mà chúng ta dường như chưa bao giờ nghe nói đến – trùng có lỗ và gai vôi và tảo vôi – giữ lại lượng cacbon trong khí quyển, ở hình thức cacbon dioxit, khi chất này rơi xuống cùng nước mưa và sử dụng nó (kết hợp với các chất khác) để tạo thành lớp vỏ cứng của mình. Qua việc tích lũy cacbon trong lớp vỏ cứng, chúng giúp cacbon không bốc hơi ngược trở lại bầu khí quyển, nếu cacbon bốc hơi ngược lại bầu khí quyển thì nó sẽ trở thành nguyên nhân chính tạo ra hiệu ứng nhà kính. Cuối cùng, tất cả các sinh vật nhỏ bé này chết đi và lắng xuống đáy biển, tại đây chúng hình thành nên đá vôi. Nhìn chung, lượng cacbon hình thành nên đá vôi ở trái đất lớn hơn khoảng hai mươi nghìn lần so với lượng cacbon tồn tại trong bầu khí quyển. Cuối cùng hầu hết đá vôi đó sẽ tạo thành các núi lửa, cacbon sẽ quay trở lại bầu khí quyển và rơi xuống trái đất theo cơn mưa, đây là vòng tuần hoàn dài hạn của cacbon. Quá trình này diễn ra rất lâu – khoảng nửa triệu năm đối với một nguyên tử cacbon.

Đáng tiếc là nhân loại không quan tâm nhiều đến sự tuần hoàn cacbon và họ đã và đang nâng cao mật độ cacbon trong không khí. Người ta tính toán rằng kể từ năm 1850 chúng ta đã thải ra khoảng một trăm tỷ tấn cacbon vào không khí, mỗi năm lượng cacbon chúng ta thải vào không khí tăng lên khoảng bảy tỷ tấn. Nhìn chung, đó không phải là một lượng lớn. Thiên nhiên

– chủ yếu qua sự phun trào núi lửa và sự phân rã thực vật – thải ra khoảng 200 tỷ tấn cacbon dioxit vào bầu khí quyển mỗi năm, gần ba mươi lần so với lượng cacbon con người thải ra qua xe cộ và các nhà máy. Nhưng bạn chỉ cần nhìn đám sương mù lơ lửng trong thành phố của chúng ta để cảm nhận được sự khác biệt do con người tạo ra ở đây.

Cho đến nay, đại dương và rừng của trái đất (có khả năng điều tiết lượng lớn cacbon) đã giúp chúng ta tránh được hậu quả do chính chúng ta tạo ra. Điều chúng ta lo sợ ở đây là sự ấm dần lên của trái đất. Khi không thể thích nghi, nhiều loài thực vật và cây cối sẽ chết, thải ra lượng cacbon lưu trữ của chúng và khiến vấn đề thêm tồi tệ. Thảm họa này đã từng xảy ra trong quá khứ xa xôi dù rằng không có sự can thiệp của con người. Lần cuối cùng gần đây nhất thảm họa này xảy ra cách đây sáu mươi nghìn năm.

---

[1] Thuật ngữ này có nhiều ý nghĩa khác nhau tùy cách hiểu của từng người. Tháng Mười Một 2002, Carl Wunsch của MIT trình bày một báo cáo trong cuốn *Science*, "Sự tuần hoàn nhiệt là gì?", trong đó ông nói rằng thuật ngữ này được sử dụng để nói về ít nhất bảy hiện tượng khác nhau (sự tuần hoàn ở mức độ biển thẳm, sự tuần hoàn chịu sự chi phối của mật độ hoặc cường độ, và vân vân).

18. ĐẠI DƯƠNG

Bạn hãy hình dung mình đang cố gắng sống trong một thế giới đầy đihyđrô oxyt, một hợp chất không mùi không vị với đặc tính không ngừng thay đổi, thường thì nó tốt cho sự sống nhưng đôi khi nó có khả năng gây chết người. Tùy vào trạng thái của nó, nó có thể nung nóng bạn hoặc khiến bạn bị đóng băng. Khi xuất hiện một vài phân tử hữu cơ nào đó nó có thể hình thành cacbon axit, loại axit này có thể làm cây trụi lá và lột da các bức tượng. Với một lượng lớn, nó có thể phá hủy một tòa lâu dài. Ngay cả người đã quen sống với nó, nó vẫn là một hợp chất đầy nguy hiểm. Chúng ta gọi nó là nước.

Nước xuất hiện mọi nơi. Một củ khoai tây chứa 80% nước, một con bò chứa 74% nước, một con vi khuẩn chứa 75%. Một quả cà chua 95%, gần như hoàn toàn là nước. Ngay cả cơ thể con người cũng chứa 65% nước, khiến chúng ta trở thành một sinh vật lỏng hơn là rắn. Nước là chất liệu kỳ lạ. Nó không có hình dáng nhất định và trong suốt, tuy nhiên chúng ta cần có nó. Nó không có vị nhưng chúng ta thích nếm nó. Và dù chúng ta biết rằng nó nguy hiểm và khiến hàng chục nghìn người chết đuối mỗi năm, chúng ta không thể không có nó.

Vì nước có mặt gần như mọi nơi nên chúng ta thường quên đi sự tồn tại của nó. Chúng ta gần như không thể dựa vào các đặc tính của nước để đưa ra những dự đoán về các đặc tính của các chất lỏng khác, và ngược lại. Hầu hết các chất lỏng khi đóng băng đều co lại khoảng 10 phần trăm. Nước cũng vậy, nhưng chỉ ở chừng mực nào đó. Nếu không có băng tuyết giữ nhiệt lại, hơi ấm của trái đất sẽ phát tán, khiến trái đất trở nên lạnh lẽo hơn và có nhiều băng tuyết hơn.

Mọi người đều biết rằng công thức hóa học của nước là H_2O, điều này có nghĩa là nó chứa một nguyên tử oxy lớn với hai nguyên tử hydro nhỏ hơn bám vào đó. Các nguyên tử hydro bám chặt vào nguyên tử oxy, nhưng cũng tạo ra liên kết nguyên tử với các phân tử nước khác. Bản chất của một nguyên tử nước là: nó liên tục nhảy nhót từ phân tử này sang phân tử khác, giống như điệu nhảy cadri, theo nhận xét dí dỏm của Robert Kunzig. Một cốc nước có vẻ tĩnh lặng, nhưng mọi phân tử nước trong đó không ngừng nhảy nhót hàng tỷ lần trong một giây. Thế nên các phân tử nước có thể hình thành các vũng nước hoặc hồ nước, bạn có thể phá tan sự liên kết của chúng khi bạn nhảy mạnh xuống hồ nước. Tại bất kỳ khoảnh khắc nào, chỉ có 15 phần trăm các phân tử nước thực sự tiếp xúc với nhau.

Xét một khía cạnh nào đó, mối liên hệ giữa các phân tử nước rất bền vững – đó là lý do tại sao chúng có thể di chuyển hướng lên cao khi được bơm qua ống và cũng là lý do tại sao mặt nước luôn căng. Các phân tử nước trên bề mặt gắn chặt vào các phân tử nước bên dưới chứ không gắn chặt vào các phân tử không khí bên trên. Điều này giúp mặt nước đủ mạnh để nâng đỡ trọng lượng của các loài côn trùng di chuyển trên đó.

Nếu không có nước, cơ thể con người nhanh chóng phân rã. Nước là thứ thiết yếu trong đời sống chúng ta và chúng ta dễ dàng quên đi rằng có một phần nhỏ nước trên trái đất rất độc hại với chúng ta do bởi độ mặn của nó.

Chúng ta cần có muối để sống, nhưng chỉ một lượng rất nhỏ, và nước biển chứa lượng muối nhiều hơn so với nhu cầu của chúng ta – khoảng bảy mươi lần. Một lít nước biển chứa khoảng 2,5 muỗng nhỏ muối – loại muối thông thường mà chúng ta thường cho vào thực phẩm – nhưng lại chứa một lượng lớn các nguyên tố khác, các chất khác, và các chất rắn hòa tan khác, chúng ta gọi đó là các loại muối. Thành phần của các loại muối và khoáng chất này trong các mô của chúng ta rất giống với nước biển – chúng ta đổ mồ hôi và khóc ra nước biển, theo lời Margulis và Sagan – nhưng thật lạ là chúng ta không thể uống nước biển. Bạn hãy đưa vào cơ thể nhiều muối, và rồi quá trình trao đổi chất trong cơ thể bạn sẽ bị tác hại nghiêm trọng. Khi bạn đưa vào cơ thể một lượng muối vượt mức cho phép, các phân tử nước trong các tế bào sẽ bị thải ra khỏi cơ thể, điều này khiến các tế bào bị mất nước, thiếu nước để có thể vận hành bình thường. Nói ngắn gọn, chúng bị khử nước. Trong các trường hợp nghiêm trọng, sự khử nước sẽ dẫn đến sự ngập máu, bất tỉnh, và hệ thần kinh bị tác hại nghiêm trọng. Trong khi đó, các tế bào máu làm việc quá tải đưa muối đến thận, điều này dẫn đến tình trạng kiệt sức và tử

vong. Nếu thận không hoạt động bạn sẽ chết. Đó là lý do tại sao chúng ta không uống nước biển.

Trên trái đất có 320 triệu dặm vuông nước biển và lượng nước biển này sẽ không thay đổi. Hệ thống này là hệ thống khép kín. Nước mà bạn uống ngày nay là loại nước đã vận hành theo sự tuần hoàn nước kể từ khi trái đất còn rất trẻ. Cách đây khoảng 3,8 tỷ năm, đại dương có lượng nước không khác lượng nước ngày nay.

Thế giới nước được gọi là thủy quyển và bị áp đảo bởi đại dương. Chín mươi bảy phần trăm lượng nước trên trái đất là nước biển, phần lớn thuộc Thái Bình Dương, Thái Bình Dương bao phủ một nửa hành tinh này và rộng lớn hơn đất liền trên trái đất. Thái Bình Dương chứa một nửa lượng nước biển trên trái đất (chính xác là 51,6%); Đại Tây Dương chứa 23,6% và Ấn Độ Dương chứa 21,2%; 3,6% còn lại thuộc về các biển nhỏ khác. Độ sâu trung bình của đại dương là 2,4 dặm, riêng độ sâu trung bình của Thái Bình Dương lớn hơn khoảng một nghìn foot so với độ sâu trung bình của Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương. Tổng cộng 60% bề mặt trái đất là đại dương có độ sâu hơn một dặm. Theo lời Philip Ball, chúng ta nên gọi hành tinh của chúng ta là Nước chứ không phải Đất.

Trong số 3 phần trăm lượng nước còn lại của trái đất, hầu hết tồn tại ở dạng băng tuyết. Chỉ một phần rất nhỏ – 0, 036% – tồn tại ở các hồ, sông, hồ nhân tạo, và một phần cực nhỏ – 0,001% – tồn tại ở hình thức là các đám mây hoặc hơi nước. Gần 90 phần trăm băng tuyết trên trái đất tồn tại ở Nam cực, và hầu hết thuộc Đảo băng. Bạn hãy tìm đến Nam cực và bạn sẽ đứng trên lớp băng tuyết có độ dày hai dặm, tại Bắc cực thì lớp băng tuyết này chỉ có độ dày mười lăm foot. Nam cực có sáu triệu dặm vuông băng tuyết – đủ để nâng mực nước của đại dương lên cao hơn hai trăm foot nếu nó tan chảy. Nhưng nếu tất cả nước đang tồn tại trong bầu khí quyển ở dạng hơi nước rơi xuống trái đất, khắp mọi nơi, thì nước đại dương chỉ dâng cao khoảng một inch.

Thật bất ngờ, mực nước biển là một khái niệm hoàn toàn do ước lượng mà có. Mực nước của các đại dương hoàn toàn không bằng nhau. Thủy triều, gió, lực Coriolis, và các hiệu ứng khác làm thay đổi mực nước đáng kể giữa đại dương này với đại dương khác kể cả trong cùng một đại dương. Mực nước ở bờ tây Thái Bình Dương cao hơn khoảng 1,5 foot so với phần còn lại của nó – sở dĩ như thế là do lực ly tâm được tạo ra khi trái đất xoay tròn.

Mãi đến thế kỷ mười chín, hầu hết kiến thức của chúng ta về đại dương được đặt trên nền tảng là những gì trôi dạt vào bờ biển hoặc bị mắc kẹt trong lưới đánh cá và hầu hết sách vở viết về đề tài này đều dựa vào các giai thoại và các giả thiết hơn là dựa vào các bằng chứng khoa học. Vào những năm 1830, nhà tự nhiên học người Anh tên gọi Edward Forbes tiến hành nghiên cứu đáy biển tại Đại Tây Dương và Địa Trung Hải và xác định rằng hoàn toàn không có sự sống ở độ sâu hơn 2.000 foot. Dường như đó là một kết luận rất hợp lý. Ở độ sâu đó không có ánh sáng, không có đời sống thực vật và áp suất nước ở độ sâu đó cực lớn. Thế nên người ta vô cùng ngạc nhiên khi, vào năm 1860, một trong số các sợi cáp vượt Đại Tây Dương ở độ sâu hơn hai dặm được kéo lên để sửa chữa, và người ta nhận thấy rằng nó bị bao phủ bởi lớp san hô, trai sò và các sinh vật vỏ cứng khác.

Cuộc điều nghiên thực sự có tổ chức đầu tiên được tiến hành vào năm 1872, một đoàn thám hiểm đến từ Viện bảo tàng Anh, Hội hoàng gia Anh, và Chính phủ Anh lên boong chiếc tàu chiến *HMS Challenger*. Suốt 3,5 năm sau đó, họ di chuyển khắp thế giới, thu thập các mẫu nước, đánh bắt các loại cá, kéo lưới vét để thu gom trầm tích. Rõ ràng đây là một công việc khá thê lương. Đoàn thám hiểm gồm 240 thành viên, một phần tư trong số này bỏ cuộc giữa chừng, tám người chết hoặc mất trí. Nhưng họ đã vượt qua gần 70.000 dặm biển, thu thập hơn 4.700 chủng loài sinh vật biển mới có được đủ thông tin để viết ra một bản báo cáo gồm 50 tập (họ mất 19 năm để hoàn tất bản báo cáo này), và giúp thế giới có được một môn khoa học mới: *hải dương học*. Qua việc đo lường độ sâu, họ cũng khám phá được rằng dường như giữa Đại Tây Dương có các dãy núi chìm sâu dưới đáy, điều này khiến một vài nhà nghiên cứu nghĩ rằng họ đã tìm thấy lục địa Atlantis chìm sâu dưới biển.

Vì các tổ chức dường như không quan tâm đến các đại dương, các thông tin chúng ta có được

về đại dương chủ yếu nhờ bởi các nhà nghiên cứu không chuyên. Việc tìm hiểu lòng đại dương trong thời hiện đại được thực hiện tiên phong bởi Charles William Beebe và Otis Barton vào năm 1930. Dù họ là đôi bạn thân, Beebe luôn nhận được nhiều sự chú ý hơn. Sinh năm 1877 trong một gia đình giàu có tại New York, Beebe nghiên cứu động vật học tại Đại học Columbia, sau đó ông trở thành người nuôi thú – đặc biệt là chim – tại Hội đồng vật học New York. Chán nản công việc này, ông dành 25 năm sau đó để chu du thám hiểm khắp châu Á và Nam Mỹ. Ông viết nhiều cuốn sách nổi tiếng chẳng hạn *Edge of the Jungle và Jungle Days*, đồng thời ông cũng viết về thế giới hoang dã và điểu cầm học.

Giữa những năm 1920, trong chuyến chu du tại quần đảo Galápagos, ông tìm thấy niềm vui cùng thế giới dưới lòng biển. Không lâu sau đó ông kết hợp cùng Barton. Barton là người xuất thân từ một gia đình thậm chí còn giàu có hơn, cũng đã từng nghiên cứu tại Đại học Columbia và cũng thích phiêu lưu mạo hiểm. Dù rằng Beebe nhận được nhiều sự chú ý hơn, thực ra chính Barton là người đã thiết kế chiếc tiềm thủy cầu đầu tiên và đầu tư 12.000 đô-la Mỹ cho công việc này. Chiếc tiềm thủy cầu này có kích thước tương đối nhỏ, được làm từ tấm thép dày 1,5 inch với hai cửa sổ nhỏ có bu–li bằng thạch anh dày 3 inch. Nó chứa được hai người nhưng với điều kiện họ sẵn sàng thích nghi với việc sống trong không gian rất hẹp. Quả cầu này không có khả năng tự chuyển động – nó được nối liền với một sợi cáp dài – và có hệ thống cung cấp dưỡng khí rất thô sơ: họ dùng các thùng chứa hỗn hợp hyđroxyt natri với hyđroxyt canxi để trung hòa lượng cacbon đioxyt của chính mình, và họ mở một thùng nhỏ chứa canxi clorua để hút ẩm.

Nhưng chiếc tiềm thủy cầu nhỏ bé này đã thực sự làm đươc việc mà nó cần phải làm. Trong lần lặn đầu tiên, vào tháng Sáu năm 1930 tại Bahamas, Barton và Beebe đã lập kỷ lục thế giới khi lặn đến độ sâu 600 foot. Năm 1934, họ đưa kỷ lục này lên đến 3.028 foot. Barton tự tin rằng thiết bị này có thể tồn tại an toàn ở độ sâu 4.500 foot, dù áp lực đè lên các chốt cửa và các đinh ri-vê rất lớn và họ có thể cảm nhận rõ điều này trong quá trình lặn sâu dưới đáy biển. Dù đạt đến độ sâu nào, rõ ràng đây là một công trình đầy mạo hiểm và dũng cảm. Tại độ sâu 3.000 foot, ô cửa sổ nhỏ của họ chịu áp lực 19 tấn/inch vuông. Điều tồi tệ nhất có thể xảy ra bất kỳ lúc nào. Tuy nhiên, điều họ quan tâm nhất là việc kéo quả cầu nhỏ nặng hai tấn này từ đáy đại dương lên boong tàu khi họ hoàn tất công việc. Dây cáp có thể đứt bất kỳ lúc nào, nếu điều đó xảy ra thì không ai có thể cứu được họ.

Dù họ bắt gặp nhiều sinh vật mà trước đó chưa ai từng trông thấy, sự giới hạn về tầm nhìn và việc không ai trong số họ là nhà hải dương học chính thức đã khiến họ gặp khó khăn trong việc mô tả chi tiết những khám phá của mình để có thể thu hút sự chú ý cần có của các nhà khoa học. Quả cầu này không có thiết bị chiếu sáng bên ngoài, họ chỉ có thể dùng một chiếc bóng đèn 250 watt rọi ra từ cửa sổ, nhưng ánh sáng gần như không thể xuyên qua làn nước ở độ sâu 500 foot, và họ chỉ có thể quan sát lòng biển qua 3 inch thạch anh. Cuối cùng, tất cả những gì họ có thể nói là "có rất nhiều sinh vật lạ ở đó". Trong lần lặn vào năm 1934, Beebe phải hốt hoảng khi trông thấy một con rắn khổng lồ "dài hơn 20 foot và rất to". Vì những báo cáo của họ tương đối mơ hồ nên chúng không có được sự quan tâm của các viện sĩ.

Sau lần lặn phá kỷ lục vào năm 1934, Beebe không còn thích công việc này nữa và ông chuyển sang quan tâm đến các lĩnh vực khác, nhưng Barton vẫn kiên trì. Khi được hỏi về Barton, Beebe luôn nói rằng Barton thực sự là bộ não của toàn hệ thống nhưng Barton dường như không thể thoát ra khỏi bóng tối. Barton cũng viết về các cuộc phiêu lưu dưới lòng biển và thậm chí còn lấn sân sang điện ảnh Hollywood với bộ phim *Titans of the Deep* nói về một chiếc tiềm thủy cầu với nhiều sự kiện thú vị khi đối mặt với các sinh vật lạ khổng lồ dưới lòng biển sâu. Ông thậm chí còn quảng cáo cho thuốc lá Camel ("Camel giúp tôi vượt mọi nỗi lo sợ"). Năm 1948 ông nâng kỷ lục của mình lên 50% với độ sâu 4.500 foot tại Thái Bình Dương gần California, nhưng thế giới dường như cố ý không quan tâm đến ông. Một tờ báo nọ bình luận về *Titans of the Deep* đã thực sự nghĩ rằng nhân vật chính của bộ phim này là Beebe. Ngày nay, phải may mắn lắm Barton mới được người ta đề cập đến.

Dù sao ông cũng sắp bị che mờ bởi một nhóm gồm hai cha con đến từ Switzerland, nhóm này gồm Auguste và Jacques Piccard, họ thiết kế một thiết bị thăm dò mới được gọi là

bathyscaphe (tàu lặn dùng để thăm dò biển sâu). Được đặt tên thánh là *Trieste* theo tên một thành phố tại Italia nơi nó được lắp đặt, thiết bị mới này có thể chuyển động độc lập. Năm 1954, nó lặn sâu 13.287 foot, gần bằng 6 lần độ sâu kỷ lục của Barton trước đó sáu năm. Nhưng thiết bị lặn này đòi hỏi nhiều chi phí tốn kém, và gia đình Piccard dần dần rơi vào tình trạng khánh kiệt.

Năm 1958, họ có một thỏa thuận với Hải quân Hoa Kỳ, họ trao quyền sở hữu thiết bị này cho Hải quân Hoa Kỳ nhưng vẫn giữ lại quyền kiểm soát nó. Lúc này đã có nhiều vốn liếng, gia đình Possard sửa sang lại thiết bị, giúp nó có lớp vỏ thép dày 5 inch và giảm kích cỡ các cửa sổ với đường kính chỉ 2 inch – chỉ là những chiếc lỗ nhỏ đủ để nhìn qua. Nhưng lúc này nó đã đủ mạnh để chịu được áp lực khổng lồ dưới đáy biển, và vào tháng Một năm 1960 Jacques Piccard và Lieutenant Don Walsh của Hải quân Hoa Kỳ cùng thiết bị này lặn xuống đáy vực sâu nhất của đại dương, vực Mariana Trench, cách Guam khoảng 250 dặm về tây Thái Bình Dương. Họ mất gần bốn tiếng đồng hồ để rơi xuống độ sâu 35.820 foot, khoảng 7 dặm. Dù áp suất tại độ sâu đó gần bằng 17.000 pound/inch, họ ngạc nhiên khi trông thấy rằng loài cá bẹt (giống cá bơn) sống ở đáy biển. Họ không có thiết bị chụp ảnh, thế nên chẳng có bằng chứng cụ thể nào về sự kiện này.

Sau hai mươi phút ở điểm sâu nhất trên thế giới, họ quay về bề mặt. Đó là lần duy nhất con người đạt đến độ sâu như thế.

Bốn mươi năm sau, vấn đề đặt ra ở đây là: Tại sao kể từ đó không ai quay trở lại độ sâu này? Trước tiên là, Trung tướng Hải quân G. Rickover phản đối việc đầu tư cho các sự kiện như thế này. Ông cho rằng việc khám phá đáy đại dương là việc hoang phí nguồn tài nguyên và chỉ rõ rằng Hải quân không phải là viện nghiên cứu. Hơn nữa, Hoa Kỳ đang tập trung vào việc chinh phục không gian với quyết tâm đưa con người lên mặt trăng, điều này khiến cho việc khảo sát đáy biển trở thành việc không quan trọng và lỗi thời. Nhưng điều quan trọng nhất là cuộc viễn chinh của *Trieste* không đem lại nhiều kết quả đáng kể. Theo lời một Sĩ quan Hải quân vài năm sau đó thì: "Chúng ta chẳng thu được kết quả nào đáng kể. Tại sao chúng ta lại phải tiếp tục làm việc đó?". Tóm lại, chúng ta đã phải tốn nhiều chi phí để vượt một chặng đường dài chỉ để tìm thấy một con cá bơn! Ngày nay, nếu chúng ta lặp lại một sự kiện như thế có lẽ chúng ta phải tốn ít nhất 100 triệu đô-la.

Khi các nhà nghiên cứu đáy biển nhận thấy rằng Hải quân không quan tâm đến chương trình khám phá này, họ phản đối kịch liệt. Để xoa dịu một phần vấn đề, Hải quân cấp quỹ cho việc chế tạo một tàu lặn hiện đại hơn và việc này được giao cho Viện Hải dương học của Massachusetts. Chiếc tàu lặn mới này được đặt tên là *Alvin*, một phần để tôn vinh nhà hải dương học Allyn C. Vine, nó thực sự là một chiếc tàu ngầm nhỏ có thể di chuyển hoàn toàn tự động, dù nó không thể lặn sâu như *Trieste*. Chỉ có một rắc rối duy nhất: các nhà thiết kế không tìm được người có thể thực hiện lắp ráp nó. Theo lời William J. Broad trong cuốn *The Universe Below:* "Không một công ty lớn nào như General Dynamics (đây là công ty đã lắp ráp các tàu ngầm cho Hải quân) muốn thực hiện một dự án bị đánh giá thấp bởi Vụ tàu thủy và Trung tướng Hải quân Rickover (ông vốn là người bảo trợ Hải quân)". Cuối cùng, công ty General Mills, vốn là công ty thực phẩm chuyên sản xuất các loại máy chế biến sản phẩm ngũ cốc, đảm nhận việc này.

Dường như không ai biết rõ sau đó mọi việc diễn ra thế nào. Mãi đến những năm 1950, tấm bản đồ hải dương học tốt nhất thời bấy giờ là sự lắp ghép các thông tin có được từ nhiều cuộc khảo sát đại dương từ năm 1929 trở về sau. Hải quân có tấm bản đồ chính xác nhất có thể hướng dẫn các tàu ngầm vượt qua được các vực sâu dưới lòng biển, nhưng họ không muốn những thông tin quý báu như thế rơi vào tay Liên Xô, thế nên họ phân nó thành nhiều phần khác nhau. Từ đó các viện sĩ phải làm việc với các kiến thức lỗi thời và sơ sài cùng các ước đoán. Thậm chí ngày nay kiến thức của chúng ta về đáy đại dương vẫn còn rất hạn hẹp. Nếu bạn dùng kính viễn vọng để quan sát mặt trăng bạn sẽ trông thấy các miệng núi lửa lớn – Fracastorious, Blancanus, Zach, Planck, vân vân – nếu chúng nằm dưới đáy đại dương thì có lẽ bạn chẳng bao giờ nhìn thấy. Bản đồ của chúng ta về sao Hỏa tốt hơn so với bản đồ của chúng ta về đáy biển.

Ở bề mặt, các kỹ thuật khám phá cũng là điều đặc biệt. Năm 1994, ba mươi bốn nghìn chiếc găng tay dùng chơi khúc côn cầu đã bị cuốn phăng khỏi một chiếc tàu chở hàng của Triều Tiên trong một cơn bão tại Thái Bình Dương. Chúng trôi dạt khắp nơi, từ Vancouver đến Việt Nam, giúp các nhà hải dương học xác định được đường đi cùa các dòng chảy chính xác hơn so với trước đó.

Ngày nay *Alvin* đã được hơn bốn mươi tuổi, nhưng nó vẫn là tàu lặn nghiên cứu hạng nhất của Hoa Kỳ. Ngày nay chúng ta vẫn không có tàu lặn nào có để đến được độ sâu của vực Mariana và chỉ có năm chiếc, kế cả *Alvin*, có thể đạt đến độ sâu của "biển thẳm" – đáy đại dương – bao phủ hơn nửa bề mặt hành tinh này. Ngày nay chúng ta phải tốn 25.000 đô–la/ngày để vận hành một chiếc tàu lặn. Kiến thức của chúng ta về đại dương có thể sánh với sự hiểu biết của năm người tìm hiểu một chiếc máy kéo trong đêm tối. Theo lời Robert Kunzig, chúng ta chỉ khám phá được một phần triệu hoặc một phần tỷ bóng tối của đại dương. "Có thể ít hơn thế. Có thể ít hơn nhiều".

Nhưng các nhà hải dương học làm việc rất cần cù, và họ đã thực hiện những khám phá quan trọng với những nguồn lực rất giới hạn – kể cả, năm 1977, một trong số những khám phá về sinh vật học quan trọng nhất của thế kỷ hai mươi. Vào năm đó Alvin tìm được rất nhiều sinh vật lớn sống quanh các miệng núi lửa dưới biển sâu tại quần đảo Galápagos – loài trùn ống dài hơn 10 foot, những con trai có bề ngang 1 foot, rất nhiều tôm và sò lớn. Chúng tồn tại nhờ bởi các vi khuẩn có được nguồn năng lượng từ hydro sunfua – đây là hợp chất nổi tiếng độc hại đối với các sinh vật sống trên bề mặt – liên tục chảy ra từ các miệng núi lửa này. Đó là một thế giới không có ánh mặt trời, oxy, hay bất kỳ thứ gì có liên hệ đến đời sống. Đây là một quần thể sống không phụ thuộc vào sự quang hợp mà chỉ phụ thuộc vào sự hóa tổng hợp, đây là một chỉnh hợp mà các nhà sinh vật học cho rằng hoàn toàn phi lý và không thể tin được.

Một lượng nhiệt và năng lượng rất lớn tuôn ra từ các miệng núi lửa này. Tổng cộng hai mươi miệng núi lửa như thế này tạo ra năng lượng ngang bằng với một trạm năng lượng loại lớn và sự chênh lệch nhiệt độ ở đây rất lớn. Nhiệt độ tại dòng chảy ra có thể lên đến 760 độ F, trong khi cách đó vài foot nhiệt độ nước có thể chỉ lớn hơn nhiệt độ đóng băng một vài độ. Một loại trùn được gọi là alvinellid sống ngay tại miệng núi lửa, với sự chênh lệch nhiệt độ nước là 140 độ (so giữa dòng nước trên đầu và dòng nước ở đuôi của nó). Trước khám phá này, người ta nghĩ rằng không một sinh vật nào có thể tồn tại với sự chênh lệch nhiệt độ quá 130 độ. Khám phá này đã thay đổi hiểu biết của chúng ta về sự sống.

Nó cũng giải thích được một trong những băn khoăn lớn nhất của chúng ta về hải dương học: tại sao nước ở các đại dương không mặn hơn theo thời gian. Các đại dương có đủ muối để chôn vùi toàn bộ đất liền dưới độ sâu 500 foot. Mỗi ngày có hàng triệu ga–lông nước bốc hơi từ đại dương, thế nên theo đúng nguyên lý thì lẽ ra độ mặn của các đại dương phải tăng lên theo thời gian, nhưng thực tế lại không phải thế. Suốt một khoảng thời gian dài, không ai có thể hiểu được tại sao lại thế.

Khám phá của *Alvin* về các miệng núi lửa dưới lòng biển giúp chúng ta có được câu trả lời. Các nhà địa vật lý xác định rằng các miệng núi lửa này hoạt động giống như các thiết bị lọc trên tàu đánh cá. Khi nước thấm vào lớp vỏ cứng của trái đất, muối được gạn lọc lại, và cuối cùng nước sạch được đẩy ngược trở lại qua các miệng núi lửa này. Quá trình này diễn ra khá chậm – có thể mất 10 triệu năm để lọc sạch một đại dương.

Thật lạ là chúng ta ít quan tâm đến thế giới dưới lòng biển. Thậm chí những sinh vật biển lớn nhất cũng trở nên xa lạ với chúng ta – kể cả loài mạnh mẽ nhất, cá voi xanh, một sinh vật có kích cỡ khổng lồ xứng đáng được gọi là "thủy quái" (theo lời David Attenborough) với "chiếc lưỡi có trọng lượng bằng một con voi, quả tim có kích cỡ bằng một chiếc xe hơi và các mạch máu lớn đến mức bạn có thể bơi trong đó". Đó là loài vật to lớn nhất trên trái đất, lớn hơn cả loài khủng long to lớn nhất. Tuy thế đời sống của cá voi xanh lại là điều bí ẩn với chúng ta. Chúng ta không biết được chúng sống ở đâu, sinh sản ở đâu, vân vân, dù chúng nhất định phải ngoi lên bề mặt để hô hấp.

Đối với những động vật không cần ngoi lên bề mặt, sự hiểu biết của chúng ta về chúng thậm

chí còn mơ hồ hơn, chẳng hạn loài mực ống khổng lồ. Dù không thể so với cá voi xanh, chúng vẫn được xem là loài sinh vật lớn, với đôi mắt có kích cỡ bằng quả bóng đá và các xúc tu có thể vươn dài sáu mươi foot. Với trọng lượng một tấn, chúng là loài không xương lớn nhất trên trái đất. Nếu bạn thả một con mực loại này xuống hồ bơi gia đình, sẽ chẳng còn chỗ cho bất cứ thứ gì. Tuy nhiên chưa có nhà khoa học nào – chưa một ai, theo chúng tôi được biết – đã từng trông thấy một con mực loại này còn sống. Các nhà động vật học đã dành cả đời để bắt lấy một con, hoặc chỉ cần trông thấy chúng khi chúng còn sống, nhưng tất cả đều thất bại. Chúng ta chỉ trông thấy chúng khi chúng bị sóng đánh dạt vào bờ – đặc biệt tại các bờ biển của hòn đảo phía nam New Zealand (không biết vì lý do nào). Chúng phải tồn tại với số lượng lớn vì chúng là khẩu phần ăn chính của cá voi. [1]

Theo một ước đoán nọ, có thể có đến ba mươi triệu chủng loài động vật sống trong lòng biển, hầu hết vẫn chưa được chúng ta khám phá. Đầu những năm 1960, trong một lần giăng lưới vét dọc theo thềm lục địa ở độ sâu dưới một dặm, Woods Hole, Howard Sandler và Robert Hessler đã đánh bắt được hơn 25.000 sinh vật – trùn, sao biển, vân vân – đại diện cho 365 loài, ở độ sâu ba dặm, họ tìm thấy 3.700 sinh vật đại diện cho gần 200 loài. Nhưng lưới vét chỉ bắt được các loài di chuyển chậm. Cuối những năm 1960, một nhà sinh vật học tên là John Isaacs có ý tưởng đưa máy chụp ảnh xuống đáy cùng với bả mồi, ý tưởng này giúp ông có được hình ảnh một đàn cá mút đá myxin dày đặc, đây là một sinh vật cổ có hình dáng giống con lươn, cùng 390 loài sinh vật biển lượn lờ quanh đó. Thật thú vị, đại đa số các sinh vật này chính là loài được tìm thấy tại các miệng núi lửa cách đó hàng nghìn dặm. Trong đó có các loài trai và sò, chúng ta không thể biết được làm cách nào chúng có thể vượt qua được một chặng đường dài như thế. Ngày nay chúng ta cho rằng các ấu trùng của một số sinh vật có thể trôi dạt theo dòng nước mãi đến khi chúng tìm được nguồn thức ăn thích hợp.

* * *

Thế thì tại sao, nếu đại dương bao la đến thế, lại nói rằng chúng ta đang lạm dụng đại dương? Các đại dương trên thế giới phong phú như chúng ta nghĩ. Tổng cộng chỉ có ít hơn một phần mười đại dương được xem là có khả năng tái tạo tự nhiên. Hầu hết các loài dưới nước đều thích các dòng nước cạn, ấm, có ánh sáng và nhiều chất hữu cơ. Đá ngầm và san hô chỉ chiếm dưới 1% thể tích đại dương nhưng lại là nơi cư trú của 25% các loài cá.

Tại các nơi khác, đại dương không phong phú đến thế. Ví dụ Australia. Với 20.000 dặm bờ biển. Với gần chín triệu dặm vuông nước gần bờ, Australia có nhiều biển hơn so với bất kỳ quốc gia nào khác, tuy nhiên, theo lời Tim Flannery, Australia không thuộc năm mươi quốc gia có tiềm năng đánh bắt hải sản lớn nhất thế giới. Thực ra, Australia là quốc gia nhập khẩu hải sản với lượng lớn. Sở dĩ như thế là vì lòng biển của Australia, giống như đất liền của nó, phần lớn là sa mạc. (Ngoại trừ khu vực Great Barrier Reef ngoài khơi Queensland là khu vực rất phong phú).

Thậm chí tại những nơi đời sống phát triển thịnh vượng, mọi việc thường cực kỳ nhạy cảm và dễ thay đổi. Vào những năm 1970, các ngư dân từ Australia và New Zealand khám phá một đàn cá nhỏ sống ở độ sâu khoảng nửa dặm tại thềm lục địa của họ. Người ta gọi đây là loài cá cam, loại cá này là nguồn thực phẩm rất ngon, và chúng tồn tại với số lượng lớn. Lập tức người ta tìm cách khai thác triệt để nguồn thực phẩm này. Sau đó các nhà hải dương học đưa ra những lời cảnh báo về việc này. Loài cá cam có tuổi thọ lớn (có thể lên đến 150 năm) và chậm sinh sản, bất kỳ con cá cam nào có thể trở thành thực phẩm của bạn cũng đã được sinh ra từ thời Nữ hoàng Victoria. Sở dĩ như thế là vì nguồn dinh dưỡng ở đây rất nghèo nàn, một số chỉ sinh sản được duy nhất một con trong đời mình. Rõ ràng chủng loài cá này không thể chịu được sự can thiệp của con người. Đáng tiếc là khi chúng ta nhận ra được điều này thì số lượng chủng loài cá này đã trở nên cạn kiệt.

Tuy nhiên tại những nơi khác việc lạm dụng đại dương lại là việc cố ý chứ không phải do sơ xuất. Nhiều ngư dân "cắt vây" cá mập – có nghĩa là, cắt lấy vây của chúng, sau đó ném xác chúng trở lại đại dương. Năm 1998, tại Viễn Đông vây cá mập được bán với giá hơn 250 đô–la Mỹ/pound. Một chén súp vây cá mập được bán tại Tokyo với giá 100 đô–la Mỹ. Tổ chức World Wildlife Fund ước đoán vào năm 1994 con số cá mập bị giết chết lên đến 40–70 triệu con.

Tính đến năm 1995, khoảng 37.000 tàu đánh cá cỡ lớn cùng khoảng một triệu tàu đánh cá loại nhỏ đã đánh bắt một lượng cá nhiều gấp hai lần so với lượng cá họ đã đánh bắt chỉ trước đó 25 năm. Các tàu đánh cá bằng lưới rà ngày nay có thể không to bằng các tàu tuần tra nhưng lại kéo theo những chiếc lưới có thể tóm được hàng chục máy bay phản lực loại lớn. Một số tàu còn trang bị trực thăng để xác định vị trí của các đàn cá lớn.

Theo lời một nhà phê bình nọ, "Chúng ta vẫn đang ở thời kỳ Trung cổ. Chúng ta chỉ biết ném lưới xuống biển và chờ xem mình có thể tóm được gì". Có khoảng hai mươi hai triệu tấn các loại cá không mong đợi được ném ngược trở lại đại dương mỗi năm, chủ yếu là xác cá. Mỗi pound tôm được đánh bắt tương ứng với khoảng bốn pound cá và các sinh vật khác bị hủy hoại.

Các khu vực rộng lớn của đáy biển Bắc bị đánh lưới rà sạch sẽ khoảng bảy lần/năm, đây là mức độ lạm dụng mà không một hệ sinh thái nào có thể chịu được. Ít nhất có hai phần ba các chủng loài cá ở biển Bắc đang bị khai thác cạn kiệt. Ở Đại Tây Dương mọi việc vẫn không khá hơn. Cá bơn Halibut đã từng có lúc rất dồi dào tại New England, khi ấy người ta có thể bắt được hai mươi nghìn pound/ngày. Ngày nay cá bơn Halibut đã hoàn toàn biến mất khỏi bờ biển phía bắc của Bắc Mỹ.

Tuy nhiên, không gì có thể sánh với số mệnh của loài cá tuyết. Cuối thế kỷ XV, nhà thám hiểm John Cabot phát hiện loài cá tuyết với số lượng lớn tại bờ biển phía đông Bắc Mỹ. Năm 1960, số lượng cá tuyết tại bắc Đại Tây Dương chỉ còn khoảng 1,6 triệu tấn. Năm 1990 con số này còn 22.000 tấn. Xét từ góc độ kinh doanh, cá tuyết đã tuyệt chủng. Mark Kurlansky viết trong cuốn lịch sử nổi tiếng của ông, cuốn *Cod*: "Các ngư dân đã đánh bắt sạch sẽ". Năm 1992, việc đánh bắt cá tuyết đã hoàn toàn chấm dứt tại Grand Bank, nhưng theo một báo cáo vừa qua của tờ Nature thì lượng cá tuyết vẫn chưa hồi phục.

Tại các ngư trường ngoài khơi Rhode Island của New England, đã từng có lúc chỉ trong một mẻ lưới người ta có thể bắt được hai mươi pound tôm hùm, thậm chí có thể là ba mươi pound. Nếu không có sự can thiệp của chúng ta, tôm hùm có thể sống hàng chục năm – người ta cho rằng tuổi thọ tối đa của chúng có thể lên đến bảy mươi năm – và không ngừng gia tăng kích cỡ và số lượng. Ngày nay, chúng ta chỉ bắt được vài con tôm hùm có trọng lượng hơn hai pound. Theo tờ *New York Times* thì, "Các nhà sinh vật học ước đoán rằng 90 phần trăm tôm hùm bị đánh bắt chỉ một năm sau khi chúng có được kích cỡ hợp pháp tối thiểu ở độ tuổi lên sáu". Dù giảm đánh bắt, các ngư dân tại New England vẫn tiếp tục nhận được sự ưu đãi về thuế liên bang trong việc này, thậm chí còn khuyến khích họ sắm những chiếc tàu lớn hơn để đánh bắt tôm hiệu quả hơn.

Nhìn chung chúng ta biết rất ít về hệ sinh thái lớn nhất trên trái đất này. Như chúng ta sẽ thấy ở các trang sau, khi chúng ta nói về sự sống thì vẫn còn đó nhiều điều chúng ta không biết đến, nhất là về vấn đề "sự sống bắt đầu từ đâu".

---

[1] Phần không thể tiêu hóa được của loài mực khổng lồ này, đặc biệt là những chiếc vòi của chúng, được tích lũy lại trong dạ dày của cá voi xanh cùng một loại chất được gọi là "long diên hương", chất này được sử dụng làm thuốc hãm trong các loại nước hoa. Nếu bạn dùng loại nước hoa Channel No. 5, bạn có thể hình dung rằng bạn đang tưới lên người mình tinh chất của loài "thủy quái" này.

19. NGUỒN GỐC SỰ SỐNG

Năm 1953, Stanley Miller, một sinh viên tốt nghiệp Đại học Chicago, dùng hai chiếc chậu – một chứa một ít nước tượng trưng cho đại dương nguyên sinh, chiếc còn lại chứa hỗn hợp mêtan, amoniac, và khí hydro sunfua tượng trưng cho bầu khí quyển nguyên sinh của trái đất – nối chúng với nhau bằng các ống cao su, và đưa vào đó vài tia lửa điện tượng trưng cho sấm sét. Vài ngày sau, nước trong hai chiếc chậu này chuyển sang màu xanh lá và vàng và trở thành hỗn hợp axít amin, axít béo, các loại đường và các hỗn hợp hữu cơ khác. Khi quan sát thử nghiệm của Miller, Harold Urey bình luận, "Nếu Thượng đế không làm thế thì Người đã bỏ nhỡ một dịp tốt".

Các bài báo khi ấy đã hợp lý hóa mọi việc cứ như thể chỉ cần có một nhân vật nào đó có thể tạo ra đời sống này. Theo thời gian, chúng ta nhận thấy rằng mọi việc không đơn giản như thế. Dù trải qua nửa thế kỷ nghiên cứu, chúng ta vẫn chẳng bước thêm được bước nào kể từ năm 1953. Ngày nay các nhà khoa học tin rằng bầu khí quyển ban sơ không giống với những khám phá của Miller và Urey, thay vì vậy nó là hỗn hợp ít phản ứng hơn giữa nitơ và cacbon đioxyt. Lặp lại những thử nghiệm của Miller với các dữ liệu mới, họ nhận thấy kết quả chỉ cho ra axít amin. Trong mọi tình huống, việc tạo ra axít amin không phải là vấn đề quan trọng. Điều quan trọng ở đây chính là protein (chất đạm).

Protein là thứ bạn có được khi tổng hợp các loại axít amin cùng nhau, và chúng ta cần có nhiều protein. Không ai thực sự biết rõ nhưng có lẽ có khoảng một triệu loại protein trong cơ thể con người và mỗi loại là một phép mầu khác nhau. Nhưng theo mọi quy luật xác suất có thể xảy ra, các loại protein là thứ không thể tồn tại. Để có được protein bạn cần phải tập hợp axít amin theo một trật tự nhất định, giống cách bạn lắp ghép các chữ cái để thành lập một từ ngữ. Vấn đề ở đây là: các từ ngữ trong bảng chữ cái axít amin thường quá dài. Để có được *collagen*, tên của một loại protein phổ biến, bạn cần phải lắp ghép 1.055 loại axít amin theo một chuỗi hoàn toàn chính xác. Nhưng – và đây là điểm cốt lõi – bạn *không* tạo ra nó. Nó tự hình thành, rất tự nhiên, không gò ép, và đây chính là khả năng khó xảy ra.

Khả năng để một chuỗi gồm 1.055 phân tử có thể tự sắp xếp để hình thành *collagen*, nói thực, là bằng không. Điều đó không thể xảy ra. Bạn hãy hình dung một cỗ máy giật xèng (đánh bài) tự động điển hình tại Las Vegas nhưng được phóng đủ lớn để chứa được 1.055 bánh xe xoay tròn thay vì ba hoặc bốn như chúng ta thường thấy, và với hai mươi biểu tượng trên mỗi bánh xe (mỗi biểu tượng đại diện cho một loại axít amin) [1]. Bạn có thể bấm nút bao nhiêu lượt trước khi 1.055 biểu tượng này xuất hiện theo trật tự đúng đắn? Mãi mãi, đúng vậy. Ngay cả khi bạn giảm con số các bánh xe này xuống còn hai trăm, cơ hội để bạn có được trật tự đúng đắn là $1/10^{260}$ (10^{260} có nghĩa là con số 1 và sau nó là 260 con số 0. Đây là con số lớn hơn cả con số nguyên tử có trong vũ trụ).

Tóm lại, protein là các thực thể phức hợp. Hemoglobin chỉ gồm có 146 axít amin, đây là loại protein đơn giản nhất, tuy thế nó vẫn có thể được cấu thành từ chuỗi kết hợp giữa 10^{190} loại axít amin, đây là lý do tại sao nhà hóa học Max Perutz của Đại học Cambridge phải mất hai mươi lăm năm sự nghiệp mới có thể hiểu rõ về nó. Để có được sự ngẫu nhiên để hình thành chỉ một loại protein cũng đã là việc hầu như không thể xảy ra – có thể ví như việc một cơn lốc xoáy xuất hiện giữa đống phụ tùng phơi trên sân, khi bỏ đi nó để lại một chiếc phi cơ được lắp ráp hoàn chỉnh, theo cách ví von của nhà thiên văn Fred Hoyle, rõ ràng đây là điều không thể.

Song chúng ta lại đang nói đến vài trăm nghìn loại protein khác nhau, thậm chí con số này có thể là hàng triệu, cấu thành sự sống của bạn. Protein chỉ có tác dụng khi nó không những phải lắp ghép các axít amin theo một chuỗi hợp lý mà còn phải sắp xếp các chất hóa học theo trình tự hợp lý và tự hình thành với hình dạng nhất định. Ngay cả khi đã có được cấu trúc phức hợp như thế này, protein vẫn không giúp ích được gì cho bạn nếu nó không thể tự tái tạo và quả thực là protein không thể tự tái tạo. Để có thể tái tạo protein thì bạn phải cần đến DNA. Thế nên chúng ta có một tình huống nghịch lý. Protein không thể tồn tại nếu không có DNA, và DNA

trở thành vô nghĩa nếu không có protein. Vậy thì chúng ta có thể nói rằng chúng xuất hiện cùng một lúc để hỗ trợ lẫn nhau? Nếu thế thì: thật ấn tượng!

Và còn hơn thế nữa. DNA, protein và các yếu tố khác cấu thành sự sống không thể phát triển mà không có một loại màng bao bọc chúng. Không một nguyên tử hay phân tử nào có thể tồn tại độc lập. Bạn hãy lấy đi bất kỳ loại nguyên tử nào khỏi cơ thể mình, lập tức cơ thể của bạn sẽ không hơn gì một hạt cát. Chỉ khi chúng kết hợp cùng nhau trong một tế bào thì chúng mới cấu thành sự sống. Nếu không có tế bào này, chúng chỉ là các loại hóa chất. Nhưng nếu không có các hóa chất này thì tế bào cũng trở thành vô nghĩa. Theo lời nhà vật lý học Paul Davies thì, "Nếu mọi thứ đều tương thuộc lẫn nhau, vậy làm sao phân tử đầu tiên có thể xuất hiện được?". Việc này có thể ví với việc các chất liệu trong nhà bếp của bạn tự kết hợp với nhau và tự nướng chúng thành một chiếc bánh – nhưng là một chiếc bánh có thể tự nhân đôi số lượng để tạo ra nhiều bánh hơn khi cần thiết. Đây là những gì chúng ta gọi đó là điều kỳ diệu của sự sống. Và chúng ta cũng chỉ mới bắt đầu hiểu đôi chút về điều kỳ diệu này.

* * *

Vậy thì mọi sự phức tạp đến mức kỳ diệu này là gì? Có khả năng nó không kỳ diệu như chúng ta nghĩ. Đối với các loại protein, sự kỳ diệu mà chúng ta nhận thấy nơi chúng xuất nguồn từ kết luận rằng chúng xuất hiện một cách trọn vẹn. Nhưng điều gì xảy ra nếu các chuỗi protein không xuất hiện cùng một lúc? Điều gì xảy ra nếu có vài bánh xe tròn trong cỗ máy giặt xèng (đánh bài) bị mắc kẹt? Nói cách khác, điều gì xảy ra nếu các loại protein không đột nhiên xuất hiện cùng một lúc mà chỉ *tiến hóa* chầm chậm?

Bạn hãy hình dung nếu bạn lấy mọi chất liệu cấu thành một con người – cacbon, hydro, oxy, và vân vân – và bỏ chúng vào một chiếc tô với một ít nước, bạn khuấy nó lên và từ đó bạn có một con người trọn vẹn. Đó là điều khó có thể tin được. Đó là điều mà Hoyle và những người khác (kể cả nhiều chuyên gia) tranh luận khi họ đề xuất rằng các loại protein xuất hiện đồng thời với nhau. Không hề – chúng không thể xuất hiện đồng thời với nhau như thế. Theo lý luận của Richard Dawkins trong cuốn *The Blind Watchmaker* thì, ắt hẳn đã có một quá trình sàng lọc nào đó cho phép các axít amin tập hợp lại với nhau thành nhóm. Có thể là hai hoặc ba loại axít amin kết hợp cùng với nhau vì một vài mục tiêu đơn giản nào đó và sau đó theo thời gian tiếp xúc và kết hợp với một nhóm khác và qua quá trình như thế chúng "khám phá" được những ý nghĩa mới.

Các phản ứng hóa học liên quan đến sự sống thực sự là điều bình thường. Theo lời Stanley Miller và Harold Urey thì có thể chúng ta không tạo ra được sự sống trong phòng thí nghiệm, nhưng vũ trụ có thể dễ dàng tạo ra sự sống. Nhiều phân tử trong tự nhiên kết hợp cùng nhau để hình thành nên các chuỗi dài được gọi là các hợp chất cao phân tử. Các loại đường không ngừng kết hợp cùng nhau để hình thành các loại tinh bột. Các loại thủy tinh có thể làm được nhiều việc tương tự thế – tái tạo, phản ứng với những kích thích từ môi trường, hình thành những phức hợp mới. Dĩ nhiên, chúng chưa bao giờ có được sự sống, nhưng chúng cho thấy rằng sự phức hợp là một quá trình tự nhiên, tự phát, hoàn toàn bình thường. Có thể có hoặc không có nhiều sự sống trong vũ tru bao la, nhưng không hiếm sự tự lắp ghép để hình thành các chỉnh hợp mới.

Xung lực tự lắp ghép này mạnh đến mức nhiều nhà khoa học ngày nay tin rằng sự sống có thể dễ dàng xuất hiện hơn so với những gì chúng ta thường nghĩ – theo lời nhà hóa sinh người Bỉ đã từng nhận giải Nobel tên là Christian de Duve thì, "sự sống có thể xuất hiện tại bất kỳ nơi nào có các điều kiện thích hợp". De Duve cho rằng các điều kiện thích hợp để cấu thành sự sống có thể xuất hiện một triệu lần tại mỗi dải ngân hà.

Rõ ràng chẳng có gì kỳ lạ khi các chất hóa học cấu thành sự sống của chúng ta. Nếu bạn muốn tạo ra một vật sống khác, một con cá vàng hoặc một ngọn rau diếp hoặc một con người, bạn chỉ cần có bốn nguyên tố chính – cacbon, hydro, oxy, và nitơ – cùng vài nguyên tố phụ, chủ yếu là sulphur, photpho, canxi, và sắt. Bạn hãy kết hợp chúng với nhau thành khoảng ba mươi tổ hợp (hợp chất) để hình thành vài loại đường, vài loại axít, và các hợp chất cơ bản khác và rồi bạn có thể tạo ra bất kỳ thứ gì sống động. Theo lời Dawkins thì: "Chẳng có gì đặc biệt về các

chất hình thành sự sống. Các vật sống là tập hợp các phân tử, giống như mọi thứ khác".

Điểm cốt yếu ở đây là, sự sống khiến chúng ta ngạc nhiên và hài lòng, cũng có thể là điều kỳ diệu, nhưng không phải là điều không thể – như những gì chúng ta không ngừng chứng thực cùng sự sống nhỏ bé của mình. Chỉ có điều là, quá trình hình thành sự sống diễn ra thật ngẫu nhiên. Điều này cũng giống như việc cho đường vào một cốc nước và chờ đợi nó vón cục lại. Điều này không thể xảy ra, nhưng bằng cách nào đó điều này đã xảy ra.

Một trong những bất ngờ lớn nhất trong khoa học suốt vài chục năm qua là khám phá về việc "sự sống xuất hiện trên trái đất này từ khi nào". Mãi đến năm 1950, người ta nghĩ rằng sự sống xuất hiện trên trái đất trước đó không đến 600 triệu năm. Vào những năm 1970, vài nhà khoa học cho rằng sự sống đã xuất hiện trên trái đất trước đó 2,5 tỷ năm. Hiện nay các nhà khoa học cho rằng sự sống xuất hiện trên trái đất cách đây 3,85 tỷ năm, đây là con số khiến mọi người phải ngạc nhiên. Bề mặt của trái đất chỉ trở nên *vững chắc* cách đây khoảng 3,9 tỷ năm.

"Chúng ta chỉ có thể suy luận được rằng không khó để loài vi khuẩn có thể xuất hiện và tiến hóa trên các hành tinh có các điều kiện thích hợp", Stephen Jay Gould phát biểu trên tờ *New York Times* vào năm 1996.

Thật ra, sự sống xuất hiện nhanh chóng đến mức một số nhà khoa học nghĩ rằng ắt hẳn nó đã có được sự trợ giúp nào đó – thậm chí nhiều sự trợ giúp. Ý tưởng cho rằng sự sống trên trái đất có lẽ đã đến từ không gian đã trở thành một câu chuyện dài trong lịch sử. Chính Lord Kelvin đề xuất khả năng này tại cuộc họp khoa học năm 1871, ông đề xuất rằng "các vi sinh vật có lẽ đã được đưa đến trái đất qua các thiên thạch". Ý tưởng này tồn tại mãi đến một ngày Chủ nhật nọ vào tháng Chín năm 1969 khi hàng chục nghìn người Úc phải hốt hoảng bởi một loại âm thanh trầm và hình ảnh một quả cầu lửa lao xé gió trên bầu trời hướng từ Tây sang Đông. Khi nó đã bay xa nó để lại mùi giống như mùi cồn pha metanola và một số người cho rằng đó là mùi rất khó chịu.

Quả cầu lửa này phát nổ trên không trung, bên trên thị trấn Murchison, thị trấn này có sáu trăm người thuộc phía Bắc Melbourne, và các mảnh vỡ rơi xuống như mưa, một vài mảnh có trọng lượng lên đến mười hai pound. Rất may là không ai bị thương tích gì. Thiên thạch này là một loại chất hiếm được biết là sụn than và người dân trong thị trấn có thể thu gom được khoảng hai trăm pound chất này. Trước đó gần hai tháng, các phi hành gia tàu *Apollo 11* quay về trái đất với một túi đầy các loại đá trên mặt trăng, thế nên các phòng thí nghiệm trên thế giới lập tức đổ lỗi cho họ về sự xuất hiện của thiên thạch này.

Thiên thạch Murchison được xác định là 4,5 tỷ năm tuổi, và nó chứa nhiều axít amin – tổng cộng bảy mươi bốn loại, tám trong số này có liên quan đến cấu trúc của các loại protein trên trái đất. Cuối năm 2001, hơn ba mươi năm sau sự xuất hiện của thiên thạch Murchison, một nhóm các nhà nghiên cứu tại Trung tâm khảo cứu Ames tại California thông báo rằng thiên thạch Murchison cũng chứa các loại đường phức hợp được gọi là các polyol trước đó chưa từng được tìm thấy trên trái đất.

Vài loại sụn than khác bị thất lạc trên trái đất – một loại được tìm thấy vào tháng Một năm 2000 tại khu vực rộng lớn thuộc Bắc Mỹ – và các nhà khoa học khẳng định rằng vũ trụ đầy ắp các hợp chất hữu cơ. Ngày nay người ta cho rằng sao chổi Halley chứa 25% các phân tử hữu cơ. Nếu có đủ các phân tử này va chạm vào một nơi thích hợp – chẳng hạn trái đất – thì chúng ta sẽ có được các nguyên tố cơ bản cần cho sự sống.

Có hai vấn đề đối với các khái niệm về thuyết tha sinh, còn được gọi là học thuyết về đời sống xuất nguồn từ không gian bên ngoài. Một là, nó không trả lời được bất kỳ câu hỏi nào liên quan đến vấn đề "sự sống hình thành ra sao", mà chỉ quy trách nhiệm cho một nơi khác. Hai là, có thể nói rằng thuyết tha sinh là học thuyết khá khinh suất. Francis Crick, người đồng khám phá cấu trúc DNA và đồng nghiệp là Leslie Orgel đã đề xuất rằng trái đất "đã được gieo hạt mầm của sự sống bởi người ngoài hành tinh", đây là ý tưởng mà Gribbin cho là "quá cực đoan trong khoa học" – hoặc có thể nói rằng đây là một ý tưởng quá điên cuồng nếu nó không được phát ra từ một người đã từng nhận giải Nobel như thế. Fred Hoyle và đồng nghiệp của ông là

Chandra Wickramasinghe còn ủng hộ thuyết tha sinh bằng cách đề xuất rằng không gian bên ngoài đã đưa đến cho chúng ta không chỉ sự sống mà còn cả nhiều chứng bệnh chẳng hạn bệnh cúm và bệnh dịch hạch, lẽ dĩ nhiên đây là những ý tưởng bị các nhà hóa sinh bác bỏ ngay lập tức. Hoyle – ông vốn là một trong những nhà khoa học vĩ đại nhất của thế kỷ hai mươi – thậm chí còn cho rằng mũi của chúng ta đã tiến hóa từ những chiếc lỗ hướng lên trời, mũi của chúng ta có hình dáng ngày nay là để tránh các mầm bệnh rơi xuống từ không gian bên ngoài.

Matt Ridley nói, "Dù bạn có đi đến đâu, bất kỳ loài động vật nào, bất kỳ loài thực vật nào bạn trông thấy, nếu nó còn sống, cũng sẽ dùng chung một cuốn từ điển và biết đến cùng một mật mã. Toàn bộ sự sống chỉ là một". Tất cả chúng ta là kết quả của gen di truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác suốt gần bốn tỷ năm qua. Nói cách khác, sự sống tự nó hình thành.

Những hiểu biết về sự xuất hiện của sự sống – hay một cái gì đó giống như thế – được thu thập và đặt trên một chiếc kệ tại văn phòng của một nhà địa hóa học dễ mến tên là Victoria Bennett tại Đại học Australian National University của Canberra (ANU). Là một người Mỹ, cô Bennett đến với ANU từ California theo bản hợp đồng hai năm vào năm 1989 và đã làm việc tại đó mãi đến nay. Khi tôi đến thăm cô vào năm 2001, cô đưa tôi một tảng đá nặng có các đườrng sọc đan chéo nhau giống như loại thạch anh trắng chúng ta thường thấy và một chất liệu có màu xanh lá xám được gọi là *clinopyroxene*. Tảng đá này đến từ đảo Akilia tại băng đảo, khu vực mà chúng ta thường tìm được các loại đá cổ vào năm 1997. Tảng đá này có độ tuổi là 3,85 tỷ năm và tiêu biểu cho các loại trầm tích biển cổ nhất đã từng được tìm thấy.

"Chúng tôi không thể khẳng định được thứ bạn đang cầm trên tay đã từng chứa các sinh vật sống", Bennett nói với tôi. "Nhưng nó có nguồn gốc từ lớp trầm tích mà đời sống cổ xưa nhất được khai quật, thế nên nó *có thể* đã từng có chứa đựng sự sống". Bạn cũng không thể tìm được vi khuẩn hóa thạch trong đó dù bạn có nghiên cứu cẩn thận cách mấy. Đáng tiếc là bất kỳ loại vi khuẩn nào cũng bị nướng thành than qua quá trình chuyển hóa từ bùn nhão dưới lòng biển thành đá cứng. Thay vì thế, nếu chúng ta nghiền tảng đá này ra và nghiên cứu cẩn thận thì chúng ta sẽ tìm thấy các loại cặn bã của các hóa chất mà các vi khuẩn đã để lại – các đồng vị cacbon và một loại photphat được gọi là apatit, đây là bằng chứng xác thực cho thấy rằng tảng đá này đã từng chứa các động vật sống. "Chúng ta chỉ có thể ước đoán hình dáng của các vi sinh vật này", Bennett nói. "Dù sao thì nó đã sống. Nó đã phát triển".

Và cuối cùng nó tiến hóa thành chúng ta.

Nếu bạn muốn tìm hiểu các loại đá cổ, ANU là nơi thuận lợi chất cho công việc của bạn. Nhờ bởi tài năng của một người tên là Bill Compston, ông đã nghỉ hưu vào những năm 1970, ông là người phát minh máy thông dò ion đầu tiên (thường được gọi là máy SHRIMP, viết tắt của Sensitive High Resolution Ion Micro Probe). Máy này có thể đo được tốc độ phân rã của urani thành các khoáng chất cực nhỏ được gọi là các ziricon. Ziricon xuất hiện trong hầu hết các loại đá ngoại trừ đá bazan và cực kỳ bền vững, nó chỉ giảm thiểu số lượng theo thời gian nhưng không hoàn toàn biến mất. Chiếc máy này của Compston giúp chúng ta xác định được độ tuổi của các loại đá chính xác đến mức không gì có thể sánh bằng. Trong lần sử dụng chính thức đầu tiên, năm 1982, nó cho thấy loại đá cổ nhất được khám phá trên trái đất có độ tuổi là 4,3 tỷ năm, loại đá này được tìm thấy tại miền Tây Australia.

Cô ấy dẫn tôi vào đại sảnh để xem chiếc máy hiện đại hơn, SHRIMP II. Nó là một cỗ máy to và nặng được làm bằng thép không gỉ, dài khoảng 12 foot và cao khoảng 5 foot. Tại bảng điều khiển phía trước cỗ máy là một người không ngừng quan sát các dãy số liên tục thay đổi trên màn ảnh, anh ta tên là Bob đến từ Đại học Canterbury tại New Zealand. SHRIMP II vận hành liên tục 24 tiếng/ngày; có nhiều loại đá đang chờ để được xác định độ tuổi. Bob nói rằng phải mất khoảng 17 phút để xác định được độ tuổi của một loại ziricon và cần phải xác định được độ tuổi của hàng chục loại ziricon từ mỗi loại đá thì mới có thể có được các dữ liệu đáng tin cậy.

Quay lại văn phòng của Bennett, tôi nhận thấy trên tường có treo một áp–phích minh họa hình ảnh của trái đất cách đây 3,5 tỷ năm (Thời thái cổ). Áp-phích mô tả hình ảnh một ngọn

núi lửa lớn đang phun trào, nền trời đỏ rực và mặt nước biển màu đồng đang bốc hơi. Chẳng có vẻ gì cho thấy rằng đây là nơi thích hợp cho sự sống. Tôi hỏi cô ấy rằng liệu bức tranh này có mô tả đúng sự thật không.

"Có một trường phái cho rằng vào thời điểm ấy trái đất rất mát mẻ vì khi ấy mặt trời yếu hơn ngày nay nhiều. Nhưng dù vậy, chỉ cần có tia nắng mặt trời yếu ớt thì tia cực tím cũng có thể phá vỡ mọi quan hệ phối thai của các phân tử". Cô đáp lời.

"Vậy thì chúng ta không biết chính xác khi ấy thế giới này ra sao à?"

"Mmmm", cô tán thành với vẻ đăm chiêu.

"Trong mọi trường hợp dường như trái đất này không phải là nơi có lợi cho sự sống".

Cô gật đầu đồng ý. "Nhưng ắt hẳn phải có một cái gì đó thích hợp cho sự sống. Nếu không thế thì chúng ta đâu thể có mặt ở đây".

Rõ ràng trái đất vào thời điểm đó không hề thích hợp cho sự sống của chúng ta. Nếu bạn bước ra từ chiếc máy quay ngược thời gian để đến với thế giới thời Thái cổ, bạn sẽ phải lập tức quay ngược lại, vì khi ấy trên trái đất không có nhiều oxy để hô hấp, lượng oxy ở trái đất khi ấy còn ít hơn cả lượng oxy trên sao Hỏa ngày nay. Chỉ có các loại khí độc từ axít clohyđric và axít sunfuric đủ mạnh để có thể làm mục quần áo và làm giộp da bạn. Đó là trái đất, nhưng không phải trái đất như ngày nay.

Suốt hai tỷ năm từ thời Thái cổ, vi khuẩn là vật sống duy nhất trên trái đất này. Chúng đã sống, sinh sản, tụ họp thành đàn, nhưng chúng không thể hiện sự tiến hóa. Tại một thời điểm nào đó trong một tỷ năm đầu tiên của sự sống, các vi khuẩn xyano, hay còn gọi là tảo xanh tím, đã học được cách tìm đến những nơi có nguồn dinh dưỡng dồi dào – hydro tồn tại nhiều trong nước. Chúng hút các phân tử nước, hút hydro và thải oxy và từ đó chúng tạo ra sự quang hợp. Theo lời Margulis và Sagan thì "sự quang hợp rõ ràng là sự tiến hóa quan trọng nhất đối với quá trình trao đổi chất trong lịch sử sự sống trên hành tinh này" – và nó được tạo ra bởi các loại vi khuẩn chứ không phải bởi thực vật.

Vi khuẩn xyano sinh sôi nảy nở và thế giới này có nhiều oxy đến mức chúng nhận thấy rằng oxy là thứ vô cùng độc hại. Trong thế giới kỵ khí (không sử dụng oxy), oxy là thứ cực kỳ độc hại. Thực ra bạch cầu của chúng ta sử dụng oxy để giết chết các vi khuẩn trong cơ thể. Sở dĩ chúng ta thích hợp với oxy là vì chúng ta đã tiến hóa để chung sống và tận dụng nó. Đối với mọi đối tượng khác thì oxy là nỗi khiếp sợ. Chính oxy làm cho bơ bị ôi và làm sắt bị gỉ. Ngay cả chúng ta cũng chỉ chịu đựng được oxy ở mức độ nào đó. Lượng oxy trong các tế bào của chúng ta chỉ bằng một phần mười so với mật độ oxy trong khí quyển.

Các sinh vật mới sử dụng oxy có hai thuận lợi. Oxy là thứ có thể tạo năng lượng hiệu quả và nó có thể chế ngự được các sinh vật kỵ khí. Một số sinh vật kỵ khí cố gắng trốn tránh oxy bằng cách lui về sống dưới lớp sình lầy hoặc đáy hồ. Một số khác cũng trốn tránh tương tự nhưng về sau (rất lâu sau đó) tiến hóa thành các sinh vật có hệ tiêu hóa giống như bạn và tôi. Ngay lúc này đây có nhiều sinh vật thái cổ vẫn còn tồn tại trong cơ thể bạn, giúp bạn tiêu hóa thức ăn, nhưng chúng không thể chịu được oxy dù với lượng rất nhỏ. Số còn lại không có khả năng thích nghi sau đó biến mất.

Vi khuẩn xyano cũng trốn chạy thành công. Trước tiên, lượng oxy mà chúng thải ra không tích lũy trong khí quyển, nhưng lại kết hợp với sắt để hình thành oxít sắt, oxít sắt chìm vào đáy biển. Suốt hàng triệu năm, thế giới này tràn ngập sắt. Nếu bạn quay trở về thời Đại nguyên sinh bạn sẽ chẳng tìm thấy bất kỳ dấu hiệu nào hứa hẹn sự sống về sau.

Nhưng cách đây khoảng 3,5 tỷ năm, một điều gì đó rất đặc biệt đã xảy ra. Tại những nơi nước biển cạn, các cấu trúc hữu hình bắt đầu xuất hiện. Qua các phản ứng hóa học, vi khuẩn xyano trở thành các sinh vật được bao bọc bởi lớp bụi và cát – đây là các thạch tầng được mô tả trong bức tranh tại văn phòng của Victoria Bennett. Các thạch tầng xuất hiện ở nhiều hình thức và kích cỡ khác nhau. Đôi khi chúng trông giống những bông cải súp–lơ khổng lồ, đôi khi

xuất hiện hình cột, cao hàng chục mét nhô lên khỏi mặt nước – thậm chí cao hàng trăm mét. Với sự xuất hiện của chúng, chúng là một loại đá có sự sống và chúng tiêu biểu cho các loài sống trên cạn lẫn các loài sống dưới nước. Thế giới đã có được hệ sinh thái đầu tiên của nó.

Suốt nhiều năm, các nhà khoa học chỉ biết đến các thạch tầng từ các cấu trúc hóa thạch, nhưng năm 1961 họ thực sự ngạc nhiên khi khám phá quần hợp các thạch tầng sống tại vịnh Shark phía tây bắc bờ biển Australia. Ngày nay vịnh Shark là nơi thu hút khách du lịch hàng đầu thế giới. Người ta xây dựng các lối đi bằng ván để du khách có thể tản bộ và ngắm nhìn các thạch tầng tại đây rõ hơn, các thạnh tầng có màu xám, thực ra trông chúng giống phân bò hơn. Thật thú vị khi bạn có thể ngắm nhìn tàn dư còn sót lại cách đây 3,5 tỷ năm. Có khoảng ba tỷ sinh vật sống trong mỗi yard vuông đá này. Đôi khi nếu bạn quan sát kỹ bạn có thể trông thấy nhiều bọt tăm nổi lên mặt nước khi chúng thải oxy ra. Trong hai tỷ năm qua các sinh vật nhỏ bé này đã nâng lượng oxy trong khí quyển lên 20 phần trăm, sẵn sàng mở ra một chương mới trong lịch sử sự sống.

Người ta cho rằng vi khuẩn xyano tại vịnh Shark có lẽ là loài chậm tiến hóa nhất trên trái đất, và rõ ràng ngày nay chúng thuộc những chủng loài hiếm hoi nhất trên trái đất. Sở dĩ chúng xuất hiện tại vịnh Shark là vì nước ở đây quá mặn nên không thích hợp cho các chủng loài thường chọn chúng làm khẩu phần.

Một lý do khiến sự sống tinh vi trên trái đất chậm xuất hiện như thế là vì thế giới đã phải chờ đợi mãi đến khi các sinh vật đơn giản đã oxy hóa bầu khí quyển đến độ thích hợp. Phải mất khoảng 2 tỷ năm, xấp xỉ 40% lịch sử trái đất, để mức độ oxy đạt đến mức độ dày đặc như hiện nay. Nhưng một khi độ oxy đã đáp ứng đủ thì lập tức một loại tế bào mới xuất hiện – loại tế bào có nhân và các hạt cơ quan. Người ta cho rằng quá trình này đã xuất hiện khi một số loài vi khuẩn hay di chuyển hoặc đã tấn công hoặc đã bị bắt giữ bởi một số loài vi khuẩn khác và kết quả là hai loài này hòa hợp với nhau, vi khuẩn bị bắt giữ được gọi là loài ký sinh (các nhà sinh học thường gọi là sự cộng sinh). Sự ký sinh này tạo ra đời sống có cơ cấu phức tạp hơn. (Nơi thực vật thì sự cộng sinh này tạo ra các lạp lục giúp chúng quang hợp).

Loài ký sinh tạo ra oxy và oxy giải phóng năng lượng từ các loại thực phẩm. Nếu không có sự ký sinh thì sự sống trên trái đất ngày nay vẫn chỉ là các loài vi khuẩn. Loài ký sinh này rất nhỏ bé – khoảng không gian chỉ bằng hạt cát cũng có thể chứa hàng tỷ vi khuẩn ký sinh – và rất đói. Gần như mọi chất dinh dưỡng bạn hấp thụ đều trở thành thức ăn của chúng.

Chúng ta không thể sống trong hai phút nếu không có chúng, tuy thế suốt một tỷ năm qua các loài ký sinh vẫn chưa bao giờ rời bỏ chúng ta. Chúng duy trì DNA của chúng. Có thể ví rằng có người lạ trong nhà bạn, nhưng là người lạ đã ở đó suốt hàng tỷ năm qua.

Một loại tế bào mới được gọi là thuộc nhân có đặc tính trái ngược với loại tế bào thuộc nhân cũ. Loại tế bào thuộc sinh cổ xưa nhất được gọi là Grypania đã được khám phá nơi lớp trầm tích sắt tại Michigan vào năm 1992.

Các tế bào thuộc nhân cũ chẳng khác nào những chiếc "túi hóa chất", theo lời nhà địa chất Stephen Drury. Các tế bào thuộc nhân mới lớn hơn – khoảng mười nghìn lần – và chứa lượng DNA nhiều hơn gấp một nghìn lần so với các tế bào thuộc nhân cũ đơn giản hơn. Theo thời gian, sự sống tiến hóa thành hai hình thức khác nhau – các sinh vật thải oxy (chẳng hạn thực vật) và các sinh vật hấp thụ oxy (chẳng hạn bạn và tôi).

Các đơn bào thuộc nhân đã từng được gọi là sinh vật nguyên sinh ("tiền động vật"), nhưng về sau người ta bác bỏ từ ngữ này. Ngày nay người ta thường gọi chúng là sinh vật đơn bào. So với loại vi khuẩn đã biến mất trước đó, các sinh vật đơn bào này có cấu trúc tinh vi hơn. Loài amip đơn giản nhất, chỉ lớn bằng một tế bào, có DNA chứa 400 triệu phần tử – đủ để lấp đầy tám mươi cuốn sách dày một trăm trang, theo lời Carl Sagan.

Cuối cùng các tế bào thuộc nhân này tiến hóa theo thời gian – khoảng một tỷ năm. Chúng học được cách kết hợp cùng nhau để hình thành sinh vật đa bào. Nhờ bởi sự đổi mới này, các thực thể hữu hình, to lớn, tinh vi như chúng ta đã xuất hiện. Trái đất đã sẵn sàng cho một thời kỳ thịnh vượng hơn.

Nhưng lúc này chúng ta cần ghi nhớ rằng trái đất này, như chúng ta sắp sửa tìm hiểu, vẫn là một thế giới thuộc về các vi sinh vật.

---

[1] Thực ra có hai mươi hai loại axit amin được biết đến trên trái đất và còn nhiều loại khác chúng ta vẫn chưa khám phá được, nhưng chỉ có hai mươi trong số này cần thiết cho sự sống của chúng ta và sự sống của hầu hết các vật sống khác. Loại axít amin thứ hai mươi hai được gọi là pyrrolysine, được khám phá vào năm 2002 bởi các nhà nghiên cứu tại Đại học Ohio và chỉ được tìm thấy nơi loài tồn tại thời thái cổ được gọi là *Methanosarcina barkeri*.

20. THẾ GIỚI VI SINH VẬT

Có lẽ việc quá quan tâm đến vi khuẩn không phải là việc tốt. Louis Pasteur, nhà hóa học kiêm nhà vi khuẩn học vĩ đại người Pháp, là người luôn bận tâm đến vi khuẩn đến mức ông luôn dùng một chiếc kính lúp quan sát thật kỹ các món ăn được bày ra trước mặt mình, có lẽ chính vì thói quen này mà hiếm khi nào ông được ai đó mời dùng bữa.

Thật thế, việc trốn chạy khỏi vi khuẩn cũng chẳng ích gì, vì chúng luôn xuất hiện trong và quanh bạn, với một số lượng mà bạn chẳng bao giờ có thể hình dung được. Nếu bạn đang ở tình trạng sức khỏe tốt và là người tương đối giữ vệ sinh tốt thì bạn mang trên mình độ một nghìn tỷ vi khuẩn – trên da bạn có khoảng một trăm nghìn vi khuẩn/centimet vuông. Chúng ở đó để ăn sạch khoảng mười tỷ tế bào da lão hóa mà bạn thải ra mỗi ngày, ngoài ra còn có các loại dầu và các khoáng chất thoát ra ngoài qua các lỗ chân lông. Bạn tạo ra thức ăn và điều kiện thích hợp cho sự sống của chúng. Bù lại, chúng giúp bạn có được mùi cơ thể.

Và đó chỉ là các vi khuẩn sống trên da bạn. Ngoài ra còn có hàng nghìn tỷ vi khuẩn tồn tại trong ruột và mũi của bạn, chúng bám vào tóc và lông mi của bạn, chúng bơi lội trên tròng mắt của bạn, chúng khoan thủng men răng của bạn. Chỉ riêng hệ tiêu hóa của bạn cũng chứa hơn một trăm nghìn tỷ các vi sinh vật, gồm ít nhất bốn trăm loại. Một số xử lý các loại đường, một số xử lý các loại tinh bột, một số tấn công các vi khuẩn khác. Một lượng đáng kể các vi khuẩn, chẳng hạn loài *spirochete* trong ruột, dường như chẳng thực hiện chức năng gì. Dường như chúng thích ở bên bạn. Mỗi người đều mang trong mình khoảng 10 nghìn triệu triệu tế bào, nhưng có khoảng 100 nghìn triệu triệu tế bào vi khuẩn. Tóm lại, chúng chiếm phần lớn nơi chúng ta. Dĩ nhiên, từ góc độ của chúng, chúng ta chỉ là một phần nhỏ của chúng.

Vì loài người to lớn và có đủ khôn ngoan để sản xuất và tận dụng các loại thuốc kháng sinh cũng như các loại thuốc tẩy rửa, chúng ta thường tự thuyết phục rằng mình có thể kiểm soát được các vi khuẩn. Bạn không tin sao? Vi khuẩn không thể xây dựng các thành phố hoặc có cấu trúc xã hội tốt, nhưng chúng sẽ xuất hiện khi mặt trời nổ tung. Đây là hành tinh của chúng và chúng ta xuất hiện trên hành tinh này bởi vì chúng cho phép chúng ta xuất hiện.

Đừng bao giờ quên rằng vi khuẩn đã tiến hóa suốt hàng tỷ năm mà không cần đến chúng ta. Chúng ta không thể sống được một ngày nếu không có chúng. Chúng xử lý chất thải của chúng ta và biến chất thải này thành thực phẩm; nếu không có sự gặm nhấm cần cù của vi khuẩn thì không có sự phân hủy. Chúng tinh chế nước và giúp đất trồng trở nên hiệu quả. Vi khuẩn tổng hợp các vitamin trong ruột của chúng ta, chuyển hóa các loại thức ăn chúng ta đưa vào cơ thể thành các loại đường và *polisaccarit* hữu ích và chiến đấu với các vi sinh vật lạ xâm nhập vào cơ thể chúng ta qua thực quản.

Chúng ta hoàn toàn phụ thuộc vào vi khuẩn để có được nitơ từ không khí và chuyển hóa nó thành các nucleotide và các loại axít amin hữu ích. Đây quả là một kỳ công. Theo lời Margulis và Sagan thì, để làm được điều đó trong công nghiệp (chẳng hạn khi chế biến phân bón) các nhà sản xuất phải nung nóng nguồn nguyên liệu lên 500 độ C và nén chúng với áp suất lớn hơn ba trăm lần so với áp suất bình thường. Vi khuẩn không ngừng làm việc này trong sự thầm lặng vì không một sinh vật to lớn nào có thể sống sót mà không cần đến nitơ do chúng chuyển hóa. Trên hết, các vi sinh vật cung cấp cho chúng ta lượng không khí cần thiết và giúp khí quyển được ổn định. Vi sinh vật, kể cả vi khuẩn xyano hiện đại, cung cấp lượng oxy cần thiết cho quá trình hô hấp của chúng ta. Tảo và các vi sinh vật khác ở biển thải ra khoảng 150 tỷ kg oxy mỗi năm.

Và chúng sinh sản rất nhanh. Bình quân chúng có thể sinh sôi trong vòng mười phút; loài vi khuẩn *Clostridium perfringen*, nguyên nhân gây chứng hoại tử, có thể sinh sôi trong vòng chín phút. Với tốc độ như thế, chỉ trong hai ngày, một vi khuẩn đơn lẻ có thể sinh sôi với số lượng nhiều hơn lượng hạt proton trong vũ trụ. "Nếu có đủ nguồn dinh dưỡng, một tế bào vi khuẩn đơn lẻ có thể tạo ra 280.000 tỷ tế bào vi khuẩn mới chỉ trong một ngày", theo lời nhà hóa sinh đoạt giải Nobel tên là Christian de Duve.

Tỷ lệ đột biến nơi vi khuẩn là 1/1.000.000. Thường thì sự đột biến không phải là điều tốt cho chúng, nhưng trong một vài trường hợp vi khuẩn đột biến có khả năng tránh né được tác dụng của các loại thuốc kháng sinh. Với khả năng này, vi khuẩn đột biến có thể phát triển và có thêm những khả năng mới. Vi khuẩn có khả năng chia sẻ thông tin. Theo lời Margulis và Sagan thì, bất kỳ thay đổi thích nghi nào xảy ra ở bất kỳ khu vực nào trong thế giới vi khuẩn cũng có thể lan tràn khắp nơi.

Các nhà khoa học ở Australia đã tìm thấy các vi sinh vật được gọi là *Thiobacillus concretivoran* sống (thực ra chúng không thể tồn tại trong môi trường khác hơn) trong axít sunfuric đậm đặc có thể phân hủy được kim loại. Một loài khác được gọi là *Micrococcus Radiophilus* được khám phá khi chúng đang sống ung dung trong các bể chứa rác thải của các lò phản ứng hạt nhân, thức ăn của chúng là pluton và mọi hóa chất khác ở đó. Chúng ta có thể nói rằng vài loài vi khuẩn có khả năng trung hòa những hóa chất mà chúng nhận thấy rằng không có lợi cho chúng.

Chúng có thể sống dưới đáy bùn sôi sục, sâu bên trong các loại đá, dưới đáy biển, các lớp băng tuyết tại Nam cực và bảy dặm dưới Thái Bình Dương với áp suất lớn hơn gấp một nghìn lần so với áp suất trên bề mặt, hoặc tương đương áp suất khi bị đè nén bởi năm mươi chiếc máy bay chuyên chở hành khách loại lớn. Một số loài dường như không thể hủy diệt được. Theo tờ Economist thì, loài *Deinococcus radioduran* "gần như không chịu tác hại nào từ năng lực phóng xạ". Bạn hãy cho nổ tung DNA của nó bằng chất phóng xạ và các mảnh vỡ này lập tức tái dựng "giống như những cánh tay của loài quái vật bất tử trong một tập phim kinh dị".

Có lẽ loài vi khuẩn có khả năng tồn tại phi thường nhất được khám phá chính là loài *Streptococcus* hồi sinh từ các ống kính máy ảnh đậy kín được đặt trên mặt trăng suốt hai năm. Tóm lại, chỉ có vài môi trường mà vi khuẩn không thể tồn tại được. "Ngay cả khi chúng ta đưa các máy thông dò xuống các miệng núi lửa dưới đáy đại dương, tại đây nhiệt độ cao đến mức các máy thông dò có thể tan chảy, vi khuẩn vẫn có thể sống sót", Victoria Bennett nói.

Vào thập niên 1920, hai nhà khoa học của Đại học Chicago, Edson Bastin và Frank Greer, công bố rằng họ đã xác định được từ các giếng dầu các chủng vi khuẩn sống tại độ sâu hai nghìn foot. Công bố của họ được xem là điều ngớ ngẩn vì khi ấy người ta cho rằng không gì có thể sống sót ở độ sâu hai nghìn foot và suốt bốn mươi năm sau đó người ta vẫn cho rằng các thiết bị của họ đã bị nhiễm các vi khuẩn từ trên bề mặt. Ngày nay chúng ta biết rằng có nhiều loài vi khuẩn tồn tại sâu trong lòng đất, trong số này có nhiều loài không liên hệ gì đến thế giới hữu cơ. Chúng ăn đá, nói đúng ra là chúng ăn các chất liệu trong đá – sắt, lưu huỳnh, mangan, và vân vân. Và chúng cũng hô hấp bằng những thứ rất lạ – sắt, crom, coban, thậm chí cả urani. Quá trình này giúp cô đặc vàng, đồng và các kim loại quý hiếm khác, và có lẽ cũng giúp làm lắng đọng dầu hỏa và ga. Thậm chí người ta còn tin rằng chính quá trình gặm nhấm không mệt mỏi của chúng đã tạo ra lớp vỏ cứng của trái đất.

Ngày nay một số nhà khoa học cho rằng có lẽ có khoảng 100 nghìn tỷ tấn vi khuẩn sống dưới chân chúng ta tạo thành các hệ sinh thái tự dưỡng – viết tắt là SliME. Thomas Gold ước đoán rằng nếu bạn đưa toàn bộ vi khuẩn trong lòng đất lên bề mặt trái đất, chúng sẽ bao phủ mặt đất dưới độ sâu 5 foot. Nếu lời ước đoán này đúng, có lẽ có nhiều sự sống trong lòng đất hơn so với trên bề mặt trái đất.

Ở độ sâu trong lòng đất, vi khuẩn giảm thiểu kích cỡ và trở nên cực kỳ chậm chạp. Loài sống động nhất trong lòng đất có thể chỉ sinh sản sau mỗi một thế kỷ, một số loài chỉ sinh sản sau mỗi năm trăm năm. Tờ *Economist* nói: "Dường như bí quyết để có được sự trường thọ là đừng hoạt động quá nhiều". Khi điều kiện sống trở nên khắc nghiệt, vi khuẩn sẵn sàng đóng cửa mọi hệ thống và chờ đợi điều kiện thuận lợi hơn. Năm 1997 các nhà khoa học hoạt hóa thành công các bào tử đã ngủ đông suốt tám mươi năm tại một thư viện ở Trondheim, Na Uy. Các vi sinh vật khác đã hồi sinh sau khi được cho vào một thùng trong đó có chứa loại thịt 118 năm tuổi và một thùng chứa loại bia 166 năm tuổi. Năm 1996, các nhà khoa học tại Viện khoa học Nga khẳng định rằng họ đã hoạt hóa được các vi khuẩn đóng băng tại tầng đất đóng băng vĩnh cửu thuộc Siberia suốt ba triệu năm. Nhưng kỷ lục về khả năng tồn tại của vi khuẩn chính là khám phá của Russell Vreeland và các đồng nghiệp tại Đại học West Chester ở Pennsylvania vào năm

2000, khi ấy họ công bố rằng họ đã hoạt hóa được loài vi khuẩn 250 triệu năm tuổi được gọi là loài *Bacillus permian* bị mắc kẹt trong lớp trầm tích muối ở độ sâu hai nghìn foot tại Carlsbad, New Mexico. Nếu thế, loài vi khuẩn này còn già hơn cả độ tuổi của các lục địa.

Báo cáo này đã gặp phải sự hồ nghi từ các nhà khoa học. Nhiều nhà hóa sinh cho rằng suốt một khoảng thời gian dài như thế thì các thành phần cấu thành vi khuẩn phải bị thoái hóa đến mức vô dụng trừ khi chúng không ngừng thức tỉnh. Tuy nhiên, nếu vi khuẩn không ngừng thức tỉnh thì cũng không có đủ nguồn năng lượng để chúng tồn tại lâu như thế.

"Chúng ta có tin rằng", các nhà khoa học Do Thái viết, "trong 250 triệu năm loài *Bacillus permian* liên tục thay đổi cấu trúc gen ở tốc độ được tạo ra trong phòng thí nghiệm chỉ trong 3–7 ngày?". Đáp lại, Vreeland cho rằng "trong phòng thí nghiệm vi khuẩn tiến hóa nhanh hơn so với trong thế giới tự nhiên".

Có thể.

Có một điều đáng chú ý trong thời đại này là, hầu hết các sách giáo khoa đều chia thế giới sống thành hai phạm trù – thực vật và động vật. Hầu như người ta không nói đến vi sinh vật. Các amip và các sinh vật đơn bào được xem là động vật nguyên sinh và các loại tảo được xem là thực vật nguyên sinh. Vi khuẩn cũng được xếp vào loại thực vật, mặc dù mọi người đều biết rằng chúng không phải thực vật. Mãi đến cuối thế kỷ mười chín nhà khoa học người Đức tên là Ernst Haeckel đề xuất rằng vi khuẩn nên được xếp vào một phạm trù độc lập, ông gọi đó là Monera, nhưng mãi đến những năm 1960 chỉ vài nhà sinh học chấp nhận đề xuất này. (Tôi xin lưu ý rằng cuốn Từ điển đáng tin cậy của tôi, *American Heritage*, xuất bản từ năm 1969 không hề nói đến thuật ngữ này).

Nhiều sinh vật trong thế giới hữu hình cũng không được phân loại hợp lý. Nấm, mốc và men gần như luôn được xếp loại thực vật, dù rằng chúng gần như chẳng liên quan gì đến thế giới thực vật – cách chúng sinh sản và hô hấp. Về mặt cấu trúc, chúng có nhiều điểm chung với động vật qua việc hình thành tế bào từ kitin, một chất liệu giúp chúng có kết cấu đặc trưng. Kitin cũng được dùng để tạo ra lớp vỏ cứng của các loài côn trùng và móng vuốt của động vật. Trên hết, không giống mọi loài thực vật, nấm không quang hợp, thế nên chúng không có chất diệp lục và không có màu xanh. Thay vì thế chúng phát triển trực tiếp từ nguồn thực phẩm của chúng, nguồn thực phẩm này có thể là bất kỳ thứ gì. Nấm sẽ hút lưu huỳnh từ các bức tường bê–tông hoặc làm phân hủy những thứ xuất hiện giữa hai ngón chân của bạn – không loài thực vật nào có thể làm được điều này. Có lẽ chỉ có một phẩm chất khiến chúng giống với thực vật là: chúng bén rễ.

Năm 1969, với nỗ lực nhằm đem lại trật tự cho việc phân loại sinh vật, một nhà sinh thái học đến từ Đại học Cornell tên là R. H. Whittaker đã công bố trên tập san *Science* đề xuất chia sinh vật thành năm nhánh chính – có thể gọi là năm loài – được gọi là *Animalia*, *Plantae*, *Fungi*, *Protista*, và *Monera*. *Protista*, thuật ngữ đã được đề xuất trước đó một thế kỷ bởi một nhà sinh học người Scotland tên là John Hogg, mô tả bất kỳ sinh vật nào không phải động vật cũng không phải thực vật.

Dù hệ thống mới của Whittaker là sự cải tiến mới, *Protista* vẫn chưa được định nghĩa rõ. Một số nhà phân tích xem đó là các đơn bào lớn hoặc các vi sinh vật nhưng một số khác lại xem đó là bất kỳ sinh vật nào không phải động vật cũng không phải thực vật – gồm có mốc, amip, thậm chí cả tảo biển, vân vân, tổng cộng lên đến 200.000 loài sinh vật khác nhau.

Thật trớ trêu, ngay khi hệ thống phân loại gồm năm nhánh của Whittaker bắt đầu tìm được chỗ đứng trong các sách giáo khoa, một viện sĩ về hưu thuộc Đại học Illinois có một khám phá khiến mọi việc thay đổi. Tên ông là Carl Woese, từ giữa thập niên 1960 ông đã lẳng lặng nghiên cứu các chuỗi gen di truyền của vi khuẩn. Vào thời ấy thì đây là một công việc khó nhọc. Phải mất cả năm trời mới có thể xử lý được một loài vi khuẩn. Theo lời Woese, khi ấy người ta chỉ biết đến 500 loài vi khuẩn, ít hơn số loài vi khuẩn có trong miệng bạn. Ngày nay chúng ta có 26.900 loài tảo, 70.000 loài nấm, và 30.800 loài amip và các vi sinh vật có liên quan với các đặc

tính khác nhau.

Việc phân lập một loài vi khuẩn để nghiên cứu là việc rất khó khăn. Chỉ 1 phần trăm phát triển trong một mẻ cấy. Bạn nghĩ xem, chúng có khả năng thích nghi cực tốt trong tự nhiên, thế nhưng thật lạ khi biết nơi chúng khó tồn tại lại là đĩa cấy vi khuẩn trong phòng thí nghiệm. Bạn hãy vất chúng lên thạch trắng và rồi dù bạn có làm gì thì chúng vẫn giảm số lượng. Bất kỳ vi khuẩn nào phát triển thịnh vượng trong phòng thí nghiệm cũng được xem là điều đặc biệt dù rằng chính các nhà vi trùng học là người nghiên cứu chúng. Woese nói, "giống như việc nghiên cứu động vật qua sở thú".

Tuy nhiên, gen di truyền giúp Woese tiếp cận với vi sinh vật từ góc độ khác. Khi làm việc, Woese nhận thấy rằng có sự phân chia cơ bản trong thế giới vi sinh vật, đây là điều trước đó không ai nghĩ đến. Một số vi sinh vật trông giống vi khuẩn và hoạt động giống vi khuẩn thực ra là một loài hoàn toàn khác – một loài đã phân nhánh từ vi khuẩn trước đây rất lâu. Woese gọi các vi sinh vật này là vi khuẩn thái cổ.

Người ta cho rằng các thuộc tính khác biệt giữa vi khuẩn và vi khuẩn thái cổ chủ yếu là sự khác biệt về lipid của chúng và sự thiếu khuyết chất được gọi là *peptidoglycan*. Trong thực tế chúng tạo ra một thế giới khác biệt. Sự khác biệt giữa vi khuẩn và vi khuẩn thái cổ có thể ví với sự khác biệt giữa con người với loài cua hoặc nhện. Với sự chuyên tâm, Woese đã khám phá được sự khác biệt rất cụ thể và cơ bản này.

Năm 1976, ông khiến thế giới phải ngạc nhiên – hoặc ít ra thì thế giới cũng phải chú ý đến ông – khi vẽ lại hệ thống phân chia sự sống thành 23 nhánh chứ không phải là 5 nhánh như trước đó. Ông chia 23 nhánh này thành 3 nhóm chính – *Bacteria*, *Archaea*, và *Eukarya*.

Các phân nhánh mới của Woese không nhận được sự tán thành hoàn toàn. Một số bác bỏ chúng vì cho rằng chúng quá nặng nề. Nhiều người không quan tâm đến chúng. Woese, theo lời Frances Ashcroft, "cảm thấy thất vọng trong cay đắng". Nhưng dần dần hệ thống phân chia mới của ông bắt đầu khiến các nhà vi trùng học phải chú ý. Sau đó là sự chú ý của các nhà thực vật học và động vật học. Không khó để hiểu được tại sao. Theo mô hình của Woese, thế giới thực vật và động vật được phân chia thành nhiều nhánh thuộc nhóm Eukarya. Mọi loài khác thuộc các sinh vật đơn bào.

Năm 1998 nhà động vật học vĩ đại của Đại học Harvard tên là Ernst Mayr (khi ấy ông ở độ tuổi chín mươi bốn và khi tôi đang viết cuốn sách này thì ông đã gần một trăm tuổi nhưng vẫn rất khỏe mạnh) cho rằng chỉ cần chia sự sống thành hai phân khu chính. Trong một bài thuyết trình phát hành cùng cuốn Proceedings of the National Academy of Sciences, Mayr nói rằng những khám phá của Woese thú vị nhưng sai lạc cơ bản, ông nhấn mạnh, "Woeses không phải là một chuyên gia nghiên cứu sinh vật và dĩ nhiên không hiểu rõ về các nguyên tắc phân loại" – câu nói này chẳng khác nào việc nhà khoa học này nói với nhà khoa học nọ rằng anh ta không biết rằng mình đang nói gì.

Thế giới vi khuẩn, Mayr nói, "gồm không ít hơn vài nghìn chủng loài trong khi vi khuẩn thái cổ chỉ có 175 loài được xác định". Theo Woese thì, trong số hai mươi ba phân nhánh chính này, chỉ có ba nhánh – thực vật, động vật và nấm – có kích cỡ đủ lớn để mắt thường của chúng ta có thể nhìn thấy được và ngay cả các phân nhánh này cũng chứa các chủng loài cực nhỏ. Thật thế, theo lời Woese, nếu bạn tính đếm mọi sinh vật trên hành tinh này – mọi vật sống, kể cả thực vật – vi khuẩn sẽ chiếm ít nhất 80% tổng số. Thế giới này thuộc những loài cực nhỏ.

Thế thì tại sao, một lúc nào đó trong đời bạn sẽ đặt câu hỏi, vi khuẩn lại muốn gây hại cho chúng ta? Khi chúng ta bị nóng sốt hoặc ớn lạnh, hoặc đau đớn, hoặc thậm chí tử vong, thì vi khuẩn có lợi gì trong việc này? Xét cho cùng thì một xác chết không phải là nơi trú ẩn tốt nhất đối với vi khuẩn.

Chúng ta cần nhớ rằng hầu hết các vi sinh vật đều trung tính hoặc thậm chí có lợi cho con người. Loài vi sinh vật dễ lây nhiễm nhất trên trái đất, vi khuẩn Wolbachia, hoàn toàn không gây hại cho con người – có thể nói rằng không gây hại cho mọi loài có xương sống – nhưng nếu

bạn là loài tôm hoặc sâu hoặc ruồi, nó có thể khiến bạn tử vong. Tổng cộng, chỉ có 1/1.000 loài vi khuẩn là mầm bệnh của con người, theo tập san *National Geographic*. Ngay cả khi được xem là gần như vô hại, vi khuẩn vẫn là kẻ sát nhân xếp hàng thứ ba tại thế giới Tây phương, và thậm chí nhiều loài được cho là không có khả năng gây chết người cũng có thể khiến bạn phải điên tiết về sự tồn tại của chúng.

Việc làm cho vật chủ khó ở đương nhiên có lợi cho vi khuẩn. Các triệu chứng của bệnh thường giúp lây lan bệnh. Nôn mửa, hắt hơi và tiêu chảy là các phương cách tốt nhất để vi khuẩn có thể lây lan từ vật chủ này sang vật chủ khác. Chiến lược hiệu quả nhất là mượn trung gian truyền bệnh. Các vi khuẩn truyền nhiễm rất yêu thích loài muỗi vì vòi muỗi có thể đưa trực tiếp vi khuẩn vào dòng máu trong cơ thể, từ đó vi khuẩn có thể hoạt động ngay lập tức trước khi các cơ cấu bảo vệ của cơ thể có thể xác định được đối tượng tấn công. Đây là lý do tại sao nhiều bệnh loại A – sốt rét, sốt vàng da, sốt xuất huyết, viêm não và hàng trăm các loại bệnh khác – xuất nguồn từ vết đốt của loài muỗi. Rất may cho chúng ta là HIV, tác nhân của AIDS, không nằm trong số này – ít nhất thì cho đến nay vẫn chưa. Bất kỳ virus HIV nào xâm nhập vào cơ thể muỗi cũng bị phân hủy qua cơ chế trao đổi chất của muỗi. Vào ngày virus HIV có thể tiến hóa để tồn tại trong cơ thể muỗi, chúng ta sẽ gặp rắc rối lớn.

Tuy nhiên, về mặt lý luận thì chúng ta không cần quá lo lắng về việc này vì các vi sinh vật rõ ràng không phải là các thực thể có khả năng tính toán. Chúng không quan tâm đến những thiệt hại chúng gây ra cho bạn. Jared Diamond nói, lịch sử loài người đầy những dịch bệnh lan tràn đến mức đáng sợ nhưng sau đó chúng lại tự dưng biến mất đầy bí ẩn. Ông trích dẫn dịch bệnh tháo mồ hôi tồn tại từ năm 1485 đến 1552, giết chết hàng chục nghìn người trước khi biến mất. Quá hiệu quả không phải là điều tốt đối với bất kỳ loại vi khuẩn truyền nhiễm nào.

Nhiều chứng bệnh xuất hiện không phải do những gì chúng gây ra cho bạn mà là do những phản ứng của cơ thể bạn đối với chúng. Trong quá trình giúp cơ thể tiêu diệt mầm bệnh, hệ miễn dịch đôi khi phá hủy các tế bào hoặc các mô trong cơ thể, thế nên rất thường xuyên khi bạn cảm thấy không khỏe thì đó không phải là do các mầm bệnh mà là do phản ứng từ hệ miễn dịch của chính bạn. Xét cho cùng thì sự mệt mỏi này giúp giảm thiểu khả năng lây lan của mầm bệnh. Người bệnh thường phải nghỉ ngơi trên giường và nhờ đó nguy cơ lây lan cho cộng đồng được giảm thiểu. Việc nghỉ ngơi cũng giúp cơ thể giải phóng các nguồn năng lượng nhằm chiến thắng mầm bệnh.

Vì có nhiều thứ có khả năng gây tổn thương cho bạn, cơ thể bạn có nhiều loại bạch cầu có chức năng bảo vệ – tổng cộng khoảng mười triệu loại, mỗi loại có chức năng nhận biết và chiến đấu với một loại mầm bệnh. Trong khi cơ thể bạn sản sinh các kháng thể này, bạn thường cảm thấy không khỏe. Quá trình hồi phục bắt đầu khi lực lượng kháng thể đã vững mạnh.

Bạch cầu sẽ lùng sục và giết chết mọi mầm bệnh chúng tìm thấy. Để tránh bị tiêu diệt, kẻ tấn công có hai chọn lựa. Hoặc chúng tấn công nhanh và di chuyển sang một bệnh nhân mới, chẳng hạn đối với cúm, hoặc chúng trá hình để bạch cầu không tìm được chúng, chẳng hạn đối với HIV, virus gây bệnh AIDS, chúng có thể tồn tại lặng lẽ trong nhân tế bào mà không bị phát hiện suốt nhiều năm trước khi hoạt động.

Một trong những khía cạnh kỳ quặc nhất về sự nhiễm trùng là: các loại vi khuẩn hoàn toàn vô hại đôi khi lại xâm nhập vào các bộ phận cơ thể không phù hợp và chúng bắt đầu "phát điên", theo lời Tiến sĩ Bryan Marsh, một chuyên gia nghiên cứu bệnh nhiễm trùng tại Dartmouth – Trung tâm Y tế Hitchcock tại Lebanon, New Hamphire. "Điều đó thường xảy ra trong các tai nạn giao thông khi người ta bị nội thương. Các vi khuẩn vô hại trong ruột xâm nhập vào các bộ phận khác trên cơ thể – ví dụ xâm nhập vào máu – và gây ra sự tàn phá nghiêm trọng".

Đáng sợ nhất là chứng bệnh được gọi là *Necrotizing fasciitis*, vi khuẩn tấn công nạn nhân từ bên trong, tàn phá các mô và để lại phần cặn bã nhầy và độc hại. Nạn nhân thường chỉ cảm thấy tương đối khó chịu – nóng rát ở da và nóng sốt – nhưng sau đó mọi việc ngày càng tồi tệ hơn. Phương cách chữa trị duy nhất được gọi là "giải phẫu cắt bỏ triệt để" – cắt phăng khu vực bị nhiễm trùng. Bảy mươi phần trăm nạn nhân tử vong; những người sống sót chịu sự biến

dạng cơ thể nghiêm trọng. Nguồn tạo ra bệnh này là vi khuẩn thuộc khuẩn liên cầu nhóm A, chúng thường chỉ tạo ra chứng đau họng. Rất hiếm khi, vì những lý do chưa biết, chúng thâm nhập vào cơ thể và bắt đầu tàn phá nghiêm trọng. Chúng hoàn toàn kháng thuốc kháng sinh. Tại Hoa Kỳ mỗi năm có một nghìn trường hợp như thế.

Chứng viêm màng não cũng thế. Ít nhất 10 phần trăm thanh niên và khoảng 30 phần trăm thiếu niên, mang trong mình loại vi khuẩn chết người này, nhưng chúng sống khá vô hại trong cuống họng. Rất hiếm khi – 1/100.000 – chúng xâm nhập vào máu và gây bệnh nghiêm trọng. Trong các trường hợp xấu nhất, bệnh nhân có thể tử vong trong vòng mười hai giờ đồng hồ. Quá nhanh. Marsh nói, "Một người hoàn toàn khỏe mạnh vào buổi sáng có thể tử vong vào buổi chiều".

Nếu chúng ta không quá ngông cuồng với các vũ khí kháng sinh thì chúng ta sẽ thành công hơn trong việc này. Đáng ghi nhận, theo một đánh giá nọ có khoảng 70 phần trăm thuốc kháng sinh được sử dụng tại các quốc gia phát triển bằng cách đưa vào cơ thể các loại gia súc, chủ yếu trộn vào thực phẩm, chỉ để kích thích sự tăng trưởng hoặc ngăn ngừa các bệnh nhiễm trùng. Các ứng dụng này giúp vi khuẩn có cơ hội tiến hóa để kháng lại thuốc kháng sinh.

Năm 1952, *penicillin* hoàn toàn có khả năng tiêu diệt các loài khuẩn cầu chuỗi, để rồi đầu thập niên 1960 Trưởng khoa phẫu thuật của Hoa Kỳ, William Stewart, cảm thấy đủ tự tin để nói rằng: "Đã đến lúc chúng ta có thể đóng lại những cuốn sách nói về các chứng bệnh nhiễm trùng, về cơ bản chúng ta đã quét sạch bệnh nhiễm trùng tại Hoa Kỳ". Tuy nhiên, ngay cả khi ông đang phát biểu, có khoảng 90 phần trăm các loài khuẩn cầu chuỗi đang tiến hóa để kháng lại penicillin. Sau đó một trong số các chủng loài vi khuẩn mới này, được gọi là *Methicillin–Resistant Staphylococcus Aureus*, bắt đầu xuất hiện tại các bệnh viện. Chỉ một loại kháng sinh, *vancomycin*, còn có khả năng tiêu diệt chúng, nhưng năm 1997 một bệnh viện tại Tokyo ghi nhận sự xuất hiện của một loài vi khuẩn mà ngay cả *vancomycin* cũng trở thành vô dụng. Chỉ vài tháng sau, loài này xuất hiện tràn lan tại sáu bệnh viện khác ở Nhật Bản. Một lần nữa, loài này lại chiến thắng: chỉ riêng tại các bệnh viện Hoa Kỳ, mỗi năm khoảng mười bốn nghìn người tử vong do chứng bệnh này. Theo lời James Surowiecki, nếu có sự chọn lựa giữa việc phát triển các loại thuốc kháng sinh mà người ta chỉ cần uống mỗi ngày trong hai tuần lễ và việc sản xuất các loại thuốc chống suy nhược mà người ta phải uống mỗi ngày suốt đời, các công ty dược phẩm nhất định sẽ chọn giải pháp thứ nhất. Dù vài loại kháng sinh đã được cải thiện, nền công nghiệp dược vẫn chưa cho chúng ta loại kháng sinh nào hoàn toàn mới kể từ thập niên 1970.

Sự bất cẩn của chúng ta càng đáng báo động từ khi chúng ta khám phá ra rằng nhiều chứng bệnh khác có thể có nguồn gốc từ vi khuẩn. Quá trình khám phá này bắt đầu từ năm 1983 khi Barry Marshall, một bác sĩ tại Perth, miền Tây nước Úc, khám phá rằng nhiều trường hợp ung thư dạ dày và hầu hết các trường hợp loét dạ dày đều do vi khuẩn *Helicobacter pylori* gây ra. Dù khám phá của ông có thể dễ dàng được kiểm chứng, mãi một chục năm sau khám phá này mới được hoàn toàn chấp nhận. Viện sức khỏe Hoa Kỳ, ví dụ, không chính thức xác nhận khám phá này mãi đến năm 1994. "Có lẽ đã có hàng trăm, thậm chí hàng nghìn, người đã tử vong do chứng loét dạ dày một cách đáng tiếc", Marshall nói với một phóng viên của tập san *Forbes* vào năm 1999.

Từ đó trở đi, các nghiên cứu cho thấy rằng có thể có một hoặc nhiều loài vi khuẩn xuất hiện trong nhiều chứng bệnh khác nhau – tim mạch, hen suyễn, viêm khớp, xơ cứng, nhiều chứng bệnh liên quan đến hệ thần kinh, ngay cả nhiều chứng ung thư và béo phì. Chúng ta đang rất cần một loại thuốc kháng sinh hiệu quả nhưng chúng ta vẫn chưa có được.

Có thể đây là tin tốt khi biết rằng chính vi khuẩn cũng có khả năng mắc bệnh. Đôi khi chúng bị nhiễm độc do các vật ăn vi khuẩn (còn gọi là thể thực khuẩn), một loại virus. Virus là một thực thể hiểm độc – "một loại axit nucleic luôn đem đến tin xấu", theo lời Peter Medawar vốn là người đã từng nhận giải Nobel. Nhỏ hơn và đơn giản hơn so với vi khuẩn, virus không phải là vật sống. Khi bị cô lập, chúng gần như không hoạt động và vô hại. Nhưng nếu chúng xuất hiện nơi một vật chủ thích hợp, chúng sẽ bùng phát mạnh mẽ – tái sinh. Chúng ta biết đến khoảng năm nghìn loại virus và chúng gây ra hàng trăm chứng bệnh nơi con người, từ cúm và cảm lạnh

thông thường cho đến các chứng bệnh khó chịu nhất: đậu mùa, dại, sốt vàng da, ebola, bại liệt, và HIV (human immunodeficiency virus), nguồn tạo ra bệnh AIDS.

Virus phát triển bằng cách chiếm đoạt nguồn nguyên liệu từ một tế bào sống và vận dụng năng lượng đó để sinh sản. Chúng sinh sản rất nhanh, liên tục tìm kiếm các tế bào khác để chiếm đóng. Vì không phải là sinh vật sống, chúng có thể tồn tại ở hình thức rất đơn giản. Nhiều loài virus, kể cả HIV, chỉ có mười gen hoặc ít hơn, trong khi đó loài vi khuẩn đơn giản nhất có đến vài nghìn gen. Chúng cũng cực nhỏ, nhỏ đến mức loại kính hiển vi thông thường không nhìn thấy được chúng. Mãi đến năm 1943 chúng ta mới có được chiếc kính hiển vi điện tử đầu tiên có thể nhìn thấy chúng. Nhưng chúng có thể tác hại nghiêm trọng. Trong thế kỷ hai mươi, chỉ riêng bệnh đậu mùa đã giết chết khoảng 300 triệu người.

Chúng cũng có khả năng vờ biến mất rồi đột nhiên bùng phát dữ dội với hình thức mới và sau đó lại đột nhiên biến mất. Năm 1916, người dân châu Âu và châu Mỹ mắc phải chứng bệnh lạ khiến họ lúc nào cũng trong trạng thái lờ phờ. Nạn nhân không ngủ cũng không tỉnh thức. Họ có thể dễ dàng bị đánh thức để ăn uống hoặc vệ sinh cá nhân và họ không thể trả lời câu hỏi nào một cách rõ ràng hợp lý – dù họ biết ai là ai và họ biết họ đang ở đâu.

Tuy nhiên khi họ được phép nghỉ ngơi, họ lập tức quay trở lại với trạng thái thiu thiu ngủ mãi đến khi có ai đó đánh thức họ. Nhiều người rơi vào trạng thái này suốt nhiều tháng trước khi tử vong. Rất ít người sống sót và khôi phục trạng thái tỉnh táo ở mức không hoàn toàn. Trong mười năm, chứng bệnh này đã giết chết khoảng năm triệu người và sau đó nó lẳng lặng biến mất. Người ta không chú ý nhiều đến bệnh này vì khi ấy có một chứng bệnh khác thậm chí còn nguy hiểm hơn – thực ra phải nói rằng nguy hiểm nhất trong lịch sử – xuất hiện trên toàn thế giới.

Đôi khi nó được gọi là cúm lợn và đôi khi nó được gọi là cúm Tây Ban Nha, dù gọi là gì thì nó vẫn là một chứng bệnh đáng sợ. Chiến tranh Thế giới I đã giết chết hai mươi mốt triệu người trong bốn năm; cúm Tây Ban Nha giết chết hai mươi mốt triệu người trong bốn tháng. Gần 80 phần trăm nạn nhân châu Mỹ tử vong không phải do súng đạn của quân thù mà là do bệnh cúm Tây Ban Nha này.

Cúm Tây Ban Nha có nguồn gốc từ một loại cúm thông thường không gây chết người vào mùa Xuân 1918, nhưng không biết vì sao chỉ trong vòng vài tháng – không ai biết như thế nào và ở đâu – nó biến tấu thành một chứng bệnh nguy hiểm hơn xa. Một phần năm nạn nhân của nó chỉ có những triệu chứng nhẹ, số còn lại mắc bệnh nghiêm trọng và tử vong. Một số tử vong sau khi nhiễm bệnh vài tiếng đồng hồ; số còn lại tử vong sau vài ngày.

Tại Hoa Kỳ, những cái chết đầu tiên được ghi nhận do chứng bệnh này xảy ra với các thủy thủ tại Boston vào cuối tháng Tám 1918, nhưng sau đó bệnh dịch này lan truyền khắp quốc gia. Các trường học đóng cửa, các khu vui chơi ngừng hoạt động, mọi người mọi nơi đều mang mặt nạ phòng độc. Từ mùa Thu 1918 đến mùa Xuân 1919, tại châu Mỹ có 548.452 người tử vong do chứng bệnh này. Thiệt hại tại Anh quốc là 220.000 người, số người tử vong do chứng bệnh này tại Pháp và Đức cũng ở mức đó. Không ai biết chính xác tổng thiệt hại trên toàn thế giới vì khi ấy hệ thống quản lý dữ liệu còn khá yếu kém, nhưng con số người thiệt mạng không ít hơn 20 triệu người hoặc thậm chí có thể là 50 triệu người. Một số nhà khoa học còn ước đoán con số này có thể lên đến 100 triệu người.

Trong quá trình cố gắng phát minh một loại vắc–xin, người ta tiến hành các thử nghiệm nơi những người tình nguyện tại một nhà tù quân đội trên đảo Deer thuộc Boston. Các tù nhân được hứa hẹn sự tự do nếu họ sống sót sau các thử nghiệm. Có thể nói rằng các thử nghiệm này rất khắt khe. Họ được tiêm một mũi dung dịch chứa các mô tế bào phổi bị nhiễm bệnh từ người chết và sau đó dung dịch này được phun vào mắt, mũi và miệng. Nếu họ vẫn không tử vong, người ta sẽ dùng dung dịch này đưa vào cổ họng họ. Cuối cùng họ được yêu cầu ngồi há miệng trong khi một bệnh nhân nguy kịch ho thẳng vào mặt họ.

Trong số ba trăm người tình nguyện, các bác sĩ chọn được sáu mươi hai người để thử nghiệm. Không ai trong số này bị nhiễm bệnh – không một người nào. Người duy nhất bị nhiễm bệnh lại là một bác sĩ của bệnh viện, sau đó ông nhanh chóng tử vong. Lời giải thích ở

đây là: trước đó vài tuần lễ chứng bệnh này đã quét qua nhà tù này và những người tình nguyện (họ là những người đã sống sót qua tai họa đó) đã có được khả năng miễn dịch tự nhiên.

Mãi đến năm 1918 chúng ta chỉ hiểu được chút ít hoặc không hiểu gì về cúm. Có một điều bí ẩn là tại sao nó có thể xuất hiện đột ngột tại những nơi cách xa đất liền, tại các hòn đảo hoặc tại các dãy núi xa xôi hẻo lánh. Virus chỉ có thể tồn tại vài giờ đồng hồ khi ở ngoài cơ thể vật chủ, vậy làm sao nó có thể xuất hiện tại Madrid, Bombay, và Philadelphia trong cùng một tuần lễ?

Có thể câu trả lời ở đây là: chứng bệnh này được lây lan từ những người chỉ có các triệu chứng nhẹ hoặc hoàn toàn chẳng có triệu chứng nào cả. Ngay cả trong điều kiện bình thường, khoảng 10 phần trăm chúng ta mắc bệnh cúm mà không hề ý thức được nó vì họ chẳng hề cảm thấy khó chịu gì cả. Và vì họ vẫn không ngừng quan hệ trong cộng đồng nên họ thường là những tác nhân lan truyền bệnh nhanh nhất.

Có thể đó là nguyên nhân của sự bùng phát cúm vào năm 1918, nhưng chúng ta vẫn không giải thích được tại sao nó lại biến mất sau vài tháng. Một điều bí ẩn hơn nữa là: nó chủ yếu tấn công thanh niên. Cúm thường tác hại nghiêm trọng đến trẻ con và người già, nhưng nạn nhân của dịch cúm năm 1918 chủ yếu là người ở độ tuổi hai mươi đến trên ba mươi. Người lớn tuổi có thể có được khả năng miễn dịch qua các dịch cúm trước đó, nhưng tại sao người trẻ hơn cũng có khả năng đó lại là điều không thể giải thích được. Điều bí ẩn lớn nhất là tại sao bệnh cúm năm 1918 lại có khả năng gây chết người bậc nhất trong khi hầu hết các bệnh cúm khác lại gần như không có khả năng gây chết người. Mãi đến nay chúng ta vẫn chưa giải thích được.

Các dòng virus không ngừng xuất hiện rồi biến mất. Một loại virus cúm khác được gọi là H1N1 đã bùng phát dữ dội trên diện rộng vào năm 1933, sau đó tái xuất hiện vào thập niên 1950, và lại tái xuất hiện vào thập niên 1970. Trong khi chờ đợi thì chúng đi đâu, chúng ta không biết. Có người cho rằng chúng tiềm ẩn nơi loài động vật hoang dã trước khi quay lại tấn công thế hệ mới của loài người. Không ai có thể dự đoán được khi nào virus gây bệnh cúm Tây Ban Nha sẽ tái xuất hiện để tấn công loài người.

Và nếu chúng xuất hiện thì các loài khác cũng có thể xuất hiện. Các bệnh sốt Ebola, Lassa, và Marburg đều có xu hướng xuất hiện rồi biến mất lặp đi lặp lại, nhưng không ai có thể khẳng định rằng chúng đã hoàn toàn biến mất hay chắc chắn chúng đang ẩn náu tại một nơi nào đó để tấn công chúng ta khốc liệt hơn. Cho đến nay bệnh AIDS là chứng bệnh tồn lại lâu dài nhất cùng chúng ta.

Chính lối sống của chúng ta là yếu tố khuyến khích sự lan truyền dịch bệnh. Việc giao thông bằng đường hàng không giúp các chứng bệnh có thể lây lan nhanh chóng. Hôm nay virus ebola có thể xuất hiện, giả sử, tại Benin thì đồng thời nó cũng xuất hiện tại New York hoặc Hamburg hoặc Nairobi, hoặc cả ba. Điều này có nghĩa là các tổ chức y tế cần sẵn sàng đối phó với mọi chứng bệnh mọi lúc mọi nơi, nhưng dĩ nhiên họ chưa thể làm được việc đó. Năm 1990, một người Nigeria sống tại Chicago mắc bệnh sốt Lassa trên đường về thăm quê hương, nhưng anh ta chẳng cảm thấy triệu chứng nào mãi đến khi anh quay trở lại Hoa Kỳ. Anh ta qua đời tại một bệnh viện ở Chicago mà không được chẩn đoán kỹ càng, không ai có biện pháp phòng chống lây lan nghiêm ngặt trong quá trình chữa bệnh cho anh ta, họ không biết rằng anh ta đang mắc phải một trong những chứng bệnh truyền nhiễm nguy hiểm nhất hành tinh. Thật kỳ diệu, không ai khác bị nhiễm bệnh từ anh ta. Lần sau có lẽ chúng ta sẽ không gặp may như thế.

Giờ thì chúng ta quay lại với thế giới các sinh vật mà mắt thường có thể nhìn thấy.

21. SỰ SỐNG

Sự tồn tại của một hóa thạch là một kỳ công. Vận mệnh của gần như mọi loài – hơn 99,9 phần trăm – là phân hủy thành thứ hư vô. Khi ngọn lửa trong bạn tàn lụi, mọi phân tử cấu thành bạn sẽ phân rã để được sử dụng trong một hoặc một vài hệ thống khác. Đó là sự sống. Cơ hội để được hóa thạch là cực nhỏ.

Để trở thành một hóa thạch, mọi yếu tố cần thiết phải xảy ra. Trước tiên, bạn phải chết tại một nơi thích hợp. Chỉ khoảng 15% các loại đá có thể bảo tồn được các hóa thạch. Trong thực tế, bạn phải được chôn vùi dưới lớp trầm tích, giống như một chiếc lá bị vùi dưới bùn sâu, hoặc phân hủy trong điều kiện không có oxy, giúp các phân tử trong xương và các phần cứng (hiếm khi là các phần mềm) được thay thế bởi các khoáng chất hòa tan, tạo thành một bản sao hóa đá. Sau đó khi lớp trầm tích này vô tình bị đè nén và khuấy đảo bởi quá trình hoạt động của lòng đất, hóa thạch này phải duy trì được hình dạng có thể nhận biết được. Cuối cùng, nhưng quan trọng nhất, sau khi hàng chục triệu hoặc có thể hàng trăm triệu năm trôi qua, nó phải được tìm thấy và được nhìn nhận là thứ cần được bảo tồn.

Người ta cho rằng chỉ có 1/1 tỷ các loại xương trở thành hóa thạch. Nếu thế, điều đó có nghĩa là toàn bộ di sản hóa thạch của người Mỹ còn sống ngày nay – 270 triệu người, mỗi người có 206 xương – sẽ chỉ còn lại khoảng năm mươi xương, tương đương một phần tư của một bộ xương trọn vẹn. Đó là chưa nói đến việc toàn bộ các xương này phải được tìm thấy. Chúng ta cần nhớ rằng chúng có thể được chôn vùi bất kỳ nơi nào trong một khu vực có diện tích 3,6 triệu dặm vuông. Hóa thạch là thứ cực hiếm. Hầu hết những thứ đã từng tồn tại trên trái đất hoàn toàn không để lại vết tích gì. Người ta ước đoán rằng chưa đến 1/10.000 chủng loài còn để lại vết tích ở dạng hóa thạch. Đó là một tỷ lệ cực nhỏ. Tuy nhiên, nếu bạn chấp nhận lời ước đoán rằng trái đất đã tạo ra 39 tỷ chủng loài sinh vật trong suốt khoảng thời gian nó tồn tại và lời phát biểu của Richard Leakey và Roger Lewin (trong cuốn *The Sixth Extinction*) rằng có 250.000 chủng loài sinh vật còn để lại vết tích ở dạng hóa thạch, thì tỷ lệ đó chỉ còn là 1/120.000. Dù sao thì, những gì chúng ta có chỉ là các mẫu vật của sự sống mà trái đất đã tạo ra.

Hơn nữa, những ghi nhận của chúng ta luôn lệch lạc. Dĩ nhiên hầu hết các động vật trên đất liền không chết ở lớp trầm tích. Chúng chết giữa rừng và bị ăn thịt hoặc bị thối rữa. Khoảng 95 phần trăm các hóa thạch chúng ta tìm thấy là các động vật đã từng sống dưới nước, chủ yếu là các vùng biển cạn.

Tôi đề cập đến những điều này để giải thích tại sao vào một ngày bầu trời nhiều mây tháng Hai tôi lại tìm đến Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tại London để gặp gỡ một nhà cổ sinh vật học vui tính tên là Richard Fortey.

Fortey là tác giả cuốn sách nổi tiếng *Life: An Unauthorised Biography*, cuốn sách này nói về toàn bộ lịch sử các loài vật. Nhưng tình yêu đầu tiên của ông dành cho một loài sinh vật biển được gọi là bọ ba thùy đã từng có lúc xuất hiện rất nhiều tại vùng biển Ordovician nhưng không tồn tại lâu ngoại trừ ở dạng hóa thạch. Cơ thể của chúng được chia làm ba phần, hoặc ba thùy – đầu, đuôi, ngực – chính vì thế chúng có tên gọi là bọ ba thùy. Lần đầu tiên Fortey tìm thấy chúng khi ông còn là một cậu bé leo trèo qua các tảng đá tại vịnh St. David tại Wales. Từ đó ông dành cả đời quan tâm đến chúng.

Ông đưa tôi đến một phòng trưng bày có nhiều tủ kính. Mỗi tủ có nhiều ngăn kéo cạn, mỗi ngăn kéo chứa nhiều hóa thạch bọ ba thùy – tổng cộng hai mươi nghìn mẩu.

“Đây có vẻ là con số lớn”, ông tán thành, “nhưng chúng ta cần nhớ rằng hàng triệu triệu con bọ ba thùy đã sống suốt hàng triệu triệu năm tại các vùng biển xa xưa, thế nên hai mươi nghìn ở đây không phải là con số lớn. Và hầu hết các hóa thạch ở đây chỉ là các bộ phận rời rạc của chúng. Việc tìm kiếm một con bọ ba thùy nguyên vẹn vẫn là sự kiện được các nhà cổ sinh vật

học mong đợi".

Bọ ba thùy xuất hiện lần đầu cách nay khoảng 540 triệu năm, gần điểm xuất phát của đời sống phức tạp thường được gọi là sự bùng nổ của kỷ Cambri, và sau đó biến mất, cùng nhiều loài khác, trong một đợt tuyệt chủng bí ẩn sau đó khoảng 300.000 thế kỷ. Cùng với các loài bị tuyệt chủng khác, người ta thường xem chúng là loài thất bại, nhưng thật ra chúng là một trong những loài động vật thành công nhất trên trái đất. Loài này đã tồn tại suốt 300 triệu năm – gấp hai lần so với loài khủng long, chính loài khủng long cũng là loài thành công trên trái đất. Fortey nói, loài người cho đến nay chỉ mới tồn tại được 0,5 phần trăm con số này.

Với thời gian tồn tại lâu như thế, bọ ba thùy đã sinh sản với số lượng cực lớn. Hầu hết đều có kích thước nhỏ, bằng kích cỡ của một con gián hiện nay, nhưng cũng có một số con to bằng một cái đĩa. Tổng cộng chúng hình thành ít nhất năm nghìn giống và sáu mươi nghìn hình thái – con số này liên tục gia tăng theo thời gian. Trước đó không lâu Fortey tham gia một cuộc hội nghị tại Nam Mỹ, tại đó ông gặp gỡ một viện sĩ đến từ một trường Đại học nhỏ ở Argentina. "Cô ấy có một chiếc hộp chứa đầy những thứ thú vị – loài bọ ba thùy chưa từng thấy ở Nam Mỹ hoặc bất kỳ nơi nào và nhiều thứ khác. Cô ấy không có phương tiện để nghiên cứu và không có quỹ để đầu tư cho việc này. Nhiều khu vực lớn trên thế giới vẫn chưa được thăm dò".

"Ông đang nói đến loài bọ ba thùy?"

"Không. Mọi loài mọi thứ".

* * *

Suốt thế kỷ mười chín, người ta chỉ biết đến một loài có đời sống phức tạp cổ xưa là loài bọ ba thùy, chính vì vậy họ rất cần mẫn trong việc tìm kiếm và nghiên cứu loài này. Điều bí ẩn lớn về chúng chính là sự xuất hiện đột ngột của chúng. Thậm chí ngày nay, Fortey nói, thật ngạc nhiên khi bạn đang làm việc với một loại đá nào đó rồi đột nhiên "một con vật to bằng con cua nhảy vào tay bạn". Chúng là loài có các chi, yếm, hệ thần kinh, râu (của loài bọ), "và một bộ não", theo lời Fortey và đôi mắt kỳ lạ. Nhiều học giả thế kỷ mười chín xem đây là bằng chứng về sự sáng tạo của Thượng đế và là bằng chứng bác bỏ thuyết tiến hóa của Darwin. Họ đặt câu hỏi rằng: nếu quá trình tiến hóa diễn ra. chầm chậm, vậy thì ai là người đột nhiên tạo ra loài vật có đời sống phức tạp này?

Vấn đề này được bỏ ngỏ mãi đến một ngày năm 1909 khi một nhà cổ sinh vật học tên là Charles Doolittle Walcott thực hiện một khám phá phi thường tại miền núi Canada.

Walcott sinh năm 1850 và lớn lên gần Utica, New York, trong một gia đình nghèo khó, mọi việc thêm phần khó khăn sau cái chết đột ngột của cha ông trong khi Walcott vẫn còn là một cậu bé. Lớn lên Walcott khám phá ra rằng mình có duyên trong việc tìm kiếm các hóa thạch, đặc biệt là các hóa thạch bọ ba thùy, bộ sưu tập các hóa thạch của ông được Louis Agassiz mua cho viện bảo tàng của mình tại Harvard với giá bằng một gia tài nhỏ – khoảng 70.000 đô–la Mỹ ngày nay. Dù ông chỉ tốt nghiệp trung học và tự nghiên cứu khoa học, ông trở thành chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực nghiên cứu bọ ba thùy và là người đầu tiên xác minh rằng bọ ba thùy là loài chân đốt (loài chân đốt gồm các côn trùng hiện đại và loài giáp xác).

Năm 1879 ông trở thành chuyên gia nghiên cứu của Viện địa chất Hoa Kỳ, ông làm việc tại đây suốt mười lăm năm và trở thành người đứng đầu của tổ chức này. Năm 1907 ông được chỉ định làm thư ký của tổ chức *Smithsonian Institution*, ông làm việc tại đây cho đến khi qua đời vào năm 1927. Dù nhận lãnh nhiều trách nhiệm trong công tác, ông vẫn dành nhiều thời gian nghiên cứu ngoài trời và viết nhiều sách. "Sách của ông chất đầy một chiếc kệ trong thư viện", theo lời Fortey. Không hề ngẫu nhiên, ông cũng là người trực tiếp thành lập cơ quan *National Advisory Committee for Aeronautics*, về sau đổi tên thành *National Aeronautics and Space Agency* (NASA), từ đó ông được xem là cha đẻ của thời đại không gian.

Nhưng người ta nhớ đến ông chủ yếu qua khám phá quan trọng và có phần may mắn tại British Columbia vào cuối mùa Hè năm 1909. Người ta kể rằng Walcott, cùng vợ, đang cưỡi ngựa tại một hẻm núi tại Burgess Ridge thì con ngựa của vợ ông trượt ngã trên các hòn đá phơi trên mặt đất. Trong khi xuống ngựa để giúp vợ đứng lên, Walcott khám phá ra rằng con

ngựa đã hất tung một mảnh đá phiến sét trong đó chứa loài giáp xác hóa thạch cổ xưa có hình dáng lạ thường. Tuyết bắt đầu rơi – tại miền núi Canada mùa đông thường đến sớm – thế nên họ không nấn ná lại, nhưng năm sau ngay khi có cơ hội ông lập tức quay lại khu vực này. Ước đoán nơi xuất nguồn của mảnh đá nọ, ông leo lên cao 750 foot đến gần đỉnh núi. Ở đó, tại độ cao 8.000 mét so với mực nước biển, ông tìm thấy rất nhiều đá phiến sét, bằng một tòa nhà trong thành phố, chứa nhiều hóa thạch, đặc biệt các hóa thạch từ kỷ Cambri.

Gould, rất cẩn thận, xác định từ nhật ký của Walcott rằng câu chuyện về khám phá trên là do người đời thêu dệt – Walcott không hề đề cập đến việc ngã ngựa hay tuyết rơi – nhưng rõ ràng đây là một khám phá phi thường.

Hầu hết chúng ta đều khó có thể hiểu rõ được kỷ Cambri cách chúng ta bao lâu. Nếu bạn có thể bay ngược về quá khứ với vận tốc một năm/giây, bạn phải mất nửa giờ đồng hồ để đến được thời điểm chúa Jesus chào đời và hơn ba tuần lễ để đến được điểm xuất hiện của loài người. Nhưng bạn phải mất hai mươi năm để đến được điểm khởi đầu của kỷ Cambri. Nói cách khác, đó là thời điểm cách nay cực kỳ lâu, khi ấy thế giới còn là một nơi rất khác ngày nay.

Trong các kỳ nghỉ Hè hàng năm từ 1910 đến 1925 (khi ấy ông đã được bảy mươi lăm tuổi), Walcott khai quật được mười nghìn mẫu vật (Gould nói rằng 80.000; các chuyên gia đáng tin cậy tại hội Địa chất Quốc gia nói rằng 60.000), và đưa chúng về Washington để nghiên cứu. Đây là bộ sưu tập vô song.

Đáng tiếc là, theo lời Gould, Walcott không ý thức rõ ý nghĩa và tầm quan trọng của những gì mình khám phá được. Walcott hiểu sai ý nghĩa của các hóa thạch vô giá này. Ông xếp chúng vào nhóm các hóa thạch gần đây hơn, xem chúng là tổ tiên của các loài giun, sứa, và các sinh vật hiện đại khác.

Walcott qua đời năm 1927 và bộ sưu tập hóa thạch này gần như bị quên lãng. Suốt năm mươi năm nó nằm im lìm trong các ngăn tủ tại viện Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ tại Washington. Sau đó vào năm 1973 một sinh viên tốt nghiệp Đại học Cambridge tên là Simon Conway Morris đến thăm bộ sưu tập này. Morris tỏ ra vô cùng sửng sốt với những gì mình được tận mắt trông thấy. Các hóa thạch này đa dạng hơn nhiều so với những mô tả của Walcott trong các sách của ông.

Cùng người giám sát của mình, Harry Whittington, Conway Morris trải qua nhiều năm để nghiên cứu lại bộ sưu tập này một cách có hệ thống. Nhiều loài có hình dáng không giống bất kỳ loài vật nào khác. Có loài, *Opabinia*, có năm mắt và miệng giống như một chiếc vòi với nhiều răng lởm chởm ở đoạn cuối. Một loài khác, có hình đĩa được gọi là *Peytoia*, trông khá buồn cười giống như một lát dứa.

Các nghiên cứu cho thấy rằng kỷ Cambri là thời kỳ đổi mới vô song với sự xuất hiện của nhiều loài với hình dáng và kết cấu cơ thể khác nhau. Suốt bốn tỷ năm trước đó sự sống không có những thay đổi đáng kể để rồi đột nhiên, chỉ trong khoảng năm đến mười triệu năm, sinh vật đã tiến hóa để có được hình dáng cơ thể như ngày nay.

Tuy nhiên, điều đáng ngạc nhiên nhất là trong số này có nhiều loài không để lại bất kỳ hậu duệ nào. Tổng cộng, theo lời Gould, ít nhất mười lăm hoặc hai mươi loài trong số này không thuộc bất kỳ hệ sinh vật nào. (Về sau các nhà khoa học Đại học Cambridge xác định con số này lên đến hàng trăm).

Ngày nay chúng ta biết rằng sinh vật phức tạp đã tồn tại ít nhất hàng trăm triệu năm trước kỷ Cambri. Gần bốn mươi năm sau khi Walcott thực hiện khám phá của mình tại Canada, một nhà địa chất trẻ tại Australia tên là Reginald Sprigg khám phá được một thứ thậm chí còn cổ xưa hơn.

Năm 1946 Sprigg tham gia một cuộc nghiên cứu về các quặng mỏ bị bỏ hoang tại các ngọn đồi Ediacaran thuộc dãy Flinders kéo dài ba trăm dặm về phía Bắc Adelaide. Mục tiêu của cuộc nghiên cứu này là nhằm tìm hiểu xem liệu họ có thể tái khai thác các quặng mỏ này được không, thế nên ông hoàn toàn không quan tâm đến các loại đá trên bề mặt, ông lại càng không

quan tâm đến các hóa thạch. Nhưng một hôm nọ trong khi đang dùng bữa trưa, Sprigg lơ đãng đưa mắt nhìn một tảng sa thạch để rồi ông phải sửng sốt khi nhận thấy rằng bề mặt tảng sa thạch này được bao phủ bởi nhiều loại hóa thạch khác nhau. Các tảng đá này có độ tuổi từ kỷ Cambri. Điều này có nghĩa là ông đang ngắm nhìn vết tích của sự khởi đầu của sự sống hữu hình.

Sprigg gửi một bài thuyết trình đến tờ Nature, nhưng nó bị bác bỏ. Thay vì thế ông đọc nó tại cuộc họp hàng năm của Hội Khoa học Australia và New Zealand vào sáng hôm sau, nhưng nó vẫn không nhận được sự ủng hộ của mọi người ở đó, họ nói rằng các dấu vết tại Ediacaran chỉ là "các dấu vết ngẫu nhiên" – được tạo thành bởi gió hoặc mưa hoặc thủy triều, nhưng không phải là vật sống. Mất hy vọng, Sprigg đến London và trình bày những khám phá của mình cho Hội Địa chất Quốc tế, nhưng ông lại thất bại. Cuối cùng, ông trình bày những khám phá của mình trong cuốn *Transactions of the Royal Society of South Australia*. Sau đó ông tham gia vào việc thăm dò dầu hỏa.

Chín năm sau, năm 1957, một cậu học sinh tên là John Mason, trong khi đang dạo bước qua khu rừng Charnwood tại vùng Trung du Anh quốc, đã tìm thấy một tảng đá trong đó có một hóa thạch lạ, trông giống như một con thiên nga biển hiện đại và giống hệt vài mẫu vật mà Sprigg đã tìm thấy trước đó. Mason trao nó cho một nhà cổ sinh vật học tại Đại học Leicester, người này lập tức xác nhận rằng hóa thạch này có độ tuổi trước kỷ Cambri.

Hình ảnh Manson được đưa lên các bìa báo và được xem là một vị anh hùng trẻ tuổi; hiện nay hình ảnh Manson vẫn còn lưu lại trong nhiều sách. Mẫu vật này được đặt tên theo cậu là *Chamia masomi*.

Ngày nay một số mẫu vật của Sprigg, cùng với khoảng 1.500 mẫu vật khác được khám phá tại dãy Flinder kể từ đó, được trưng bày trong các ngăn kéo (bằng thủy tinh) tại một phòng của Bảo tàng miền Nam Australia thuộc Adelaide, nhưng chúng không thu hút nhiều sự chú ý. Hầu hết các mẫu vật này có hình đĩa với kích cỡ nhỏ.

Cho đến nay cũng chỉ một số nhà khoa học đồng ý với giả thuyết về nguồn gốc và phương cách tồn tại của các chủng loài này. Theo như tôi được biết thì chúng không có miệng cũng chẳng có hậu môn và cũng không có các cơ quan nội tạng. Fortey nói, "Chúng thường nằm yên giống như loài cá bơn". Trong trạng thái sống động nhất thì chúng cũng không hơn gì loài sứa. Mọi sinh vật được khám phá tại Ediacaran đều được cấu thành bởi hai lớp mô. Ngoại trừ loài sứa, mọi động vật ngày nay đều được cấu thành bởi ba lớp mô.

Một số chuyên gia cho rằng chúng hoàn toàn không phải động vật, rằng chúng giống thực vật và nấm hơn. Thậm chí ngày nay sự phân biệt giữa động vật và thực vật vẫn chưa rõ ràng. Loài hải miên hiện đại luôn gắn chặt vào một đối tượng cố định nào đó cả đời, không có mắt hoặc não bộ hoặc nhịp tim, tuy thế đó lại là loài động vật. "Nếu chúng ta quay trở lại thời gian trước kỷ Cambri, khi ấy sự khác biệt giữa động vật và thực vật còn ít rõ ràng hơn thế", Fortey nói. "Không có quy luật nào cho thấy rằng bạn hoàn toàn thuộc thực vật hay động vật".

Người ta cũng không đồng ý rằng các sinh vật hóa thạch được khám phá tại Ediacaran là tổ tiên của bất kỳ loài nào còn sống ngày nay (ngoại trừ có lẽ một vài loài sứa). "Chẳng có gì liên hệ với các sinh vật ngày nay", Fortey viết.

Chúng ta có cảm giác rằng cuối cùng thì chúng chẳng có ý nghĩa gì đối với quá trình phát triển sự sống trên trái đất. Nhiều người tin rằng đã có sự hủy diệt sự sống xảy ra trước kỷ Cambri.

Nói cách khác, đời sống phức tạp đã khởi đầu từ sự bùng nổ ở kỷ Cambri. Đó là nhận định của Gould.

Ngày nay người ta cho rằng các động vật ở kỷ Cambri có lẽ đã tồn tại ở đó từ trước nhưng chúng quá nhỏ nên không thể trông thấy bằng mắt thường. Một lần nữa, bọ ba thùy được xem là manh mối của sự sống – chính sự xuất hiện của chúng trên diện rộng, toàn cầu, là điều khiến người ta bối rối. Sự xuất hiện đột ngột của chúng cho thấy rằng chúng ta đã bỏ nhỡ phần lớn của lịch sử về sự sống trên trái đất. Có thể không có bằng chứng rõ ràng cho thấy rằng chúng có

tổ tiên – tổ tiên của chúng đã tồn tại trước đó rất lâu.

Và lý do tại sao chúng ta vẫn không tìm được vết tích tổ tiên của chúng, những chủng loài xuất hiện trước đó, chính là vì chúng quá nhỏ nên không thể không bị phân hủy. Fortey nói: "Sinh vật không nhất thiết cần phải to lớn mới có thể hoạt động hiệu quả. Loài động vật chân đốt sống ở các đại dương ngày nay hoàn toàn không để lại bất kỳ vết tích hóa thạch nào". Ông viện dẫn về loài chân kiếm nhỏ bé, chúng xuất hiện với số lượng lên đến hàng chục nghìn tỷ tại các đại dương ngày nay và tụ tập thành bầy để có thể biến đại dương thành một màu đen, tuy nhiên toàn bộ hiểu biết của chúng ta về tổ tiên của chúng chỉ là một mẫu vật duy nhất được tìm thấy trong cơ thể của một con cá hóa thạch cổ xưa.

"Sự bùng nổ tại kỷ Cambri, nếu có, có lẽ cũng chỉ là sự gia tăng về kích cỡ chứ không phải là sự xuất hiện đột ngột của sự sống hay một loài có kết cấu thể chất hoàn toàn mới", Fortey nói. "Và điều đó có thể đã xảy ra rất nhanh, thế nên tôi gọi đó là sự bùng nổ". Ý tưởng ở đây là: giống như loài có vú đã tiềm ẩn chờ đợi cơ hội tốt suốt hàng trăm triệu năm mãi đến khi loài khủng long tuyệt chủng rồi chúng mới tái xuất đột ngột với số lượng cực lớn trên toàn hành tinh, loài động vật chân đốt và bọ ba thùy cũng thế, chúng cũng chờ đợi dưới dạng các vi sinh vật mãi đến khi các sinh vật được khám phá tại Ediacaran biến mất. Fortey nói: "Chúng ta biết rằng động vật có vú đã sinh sản với tốc độ nhanh sau khi loài khủng long tuyệt chủng – tôi nói 'nhanh' ở đây không phải là trong khoảng thời gian ngắn mà là trong suốt hàng triệu năm".

22. TẠM BIỆT TẤT CẢ

Khi bạn nhìn nhận cuộc sống từ góc độ con người và rõ ràng bạn khó có thể nhìn nhận từ góc độ khác, cuộc sống là một điều kỳ diệu. Bạn không thể chờ đợi mọi việc diễn ra, và rồi, mọi việc đã diễn ra, cuộc sống không ngừng tiến về phía trước.

Bạn thử nghĩ về loài địa y xem. Địa y dường như là sinh vật dũng cảm nhất trên trái đất, nhưng cũng thuộc loài ít tham vọng nhất. Chúng sẽ phát triển hạnh phúc tại một nghĩa trang nào đó, nhưng chúng đặc biệt phát triển mạnh tại những nơi không có sự tồn tại của những sinh vật khác – trên đỉnh núi lộng gió và tại các hoang mạc, bất kỳ nơi nào có đá, mưa, và sự lạnh lẽo và không có nhiều sự cạnh tranh. Tại Nam cực nơi dường như không gì có thể phát triển, bạn có thể tìm thấy rất nhiều địa y – bốn trăm loại – bám chặt vào các tảng đá.

Suốt một khoảng thời gian dài, người ta không hiểu được tại sao chúng lại có thể làm được điều đó. Vì địa y phát triển trên các tảng đá nhẵn nhụi không có bằng chứng nào cho thấy rằng ở đó có thực phẩm hay dưỡng chất, nhiều người – những người có học thức – tin rằng chúng là một loại đá đang trong quá trình biến đổi thành thực vật. "Thật ngẫu nhiên, loại đá vô cơ biến đổi thành loài thực vật!", một nhà quan sát nọ, Tiến sĩ Homschuch, đã nói vào năm 1819.

Những nghiên cứu kỹ càng hơn cho thấy rằng địa y là loài kỳ diệu hơn những gì chúng ta thường nghĩ. Thực ra chúng là sự pha trộn giữa nấm và tảo. Nấm tiết ra các axít làm phân hủy bề mặt của đá, giải phóng các khoáng chất, các khoáng chất này được tảo chuyển hóa thành thức ăn đủ để nuôi sống cả hai. Thế giới có hơn hai mươi nghìn chủng loài địa y.

Giống như hầu hết các sinh vật phát triển tốt trong môi trường khắc nghiệt, địa y là loài phát triển chậm. Phải mất hơn nửa thế kỷ chúng mới có được kích cỡ bằng một chiếc nút áo. Những loài có kích cỡ bằng chiếc đĩa, David Attenborough, "có thể đã tồn tại hàng trăm năm nếu không muốn nói là hàng nghìn năm". Thật khó có thể hình dung được sự tồn tại nào đơn giản hơn thế. Attenborough viết, "Chúng tồn tại đơn giản, cho thấy rằng sự sống có thể xuất hiện ở hình thức đơn giản nhất, vì chính ích lợi của nó".

Là con người, chúng ta thường nghĩ rằng ắt hẳn sự sống phải có một ý nghĩa nào đó. Chúng ta có những kế hoạch, khao khát và tham vọng. Chúng ta muốn liên tục tận dụng mọi loài khác nếu chúng ta có thể. Nhưng cuộc sống đối với loài địa y là gì? Những thôi thúc trong chúng, sự ham sống trong chúng cũng mạnh mẽ không kém chúng ta – có thể nói rằng mạnh mẽ hơn. Nếu có ai đó bảo rằng tôi phải trải qua hàng chục năm phát triển trên một tảng đá trong rừng, tôi tin rằng mình sẽ không bao giờ làm được. Loại địa y không thế. Giống như hầu hết các sinh vật khác, chúng sẽ vượt qua mọi khó khăn, chịu đựng mọi lời lăng mạ, để có thể tồn tại. Tóm lại, sinh vật sống vì chúng muốn sống. Nhưng – đây là điểm thú vị – hầu hết các sinh vật đều không quá tham vọng.

Đây có lẽ là điều kỳ quặc vì sự sống có rất nhiều thời gian để phát triển tham vọng. Nếu bạn hình dung 4,5 tỷ năm tuổi của trái đất được nén lại thành một ngày trên trái đất, khi ấy sự sống sẽ bắt đầu xuất hiện rất sớm, khoảng 4 giờ sáng, với sự xuất hiện của loài đơn giản nhất, các sinh vật đơn bào, nhưng rồi lại ngừng phát triển trong suốt mười sáu tiếng đồng hồ sau. Mãi đến gần 8:30 tối, khi 5/6 thời gian trong ngày đã trôi qua, sinh vật xuất hiện đầu tiên trên trái đất cũng chỉ là các vi khuẩn. Sau đó, cuối cùng, thực vật biển đầu tiên xuất hiện, hai mươi phút sau là sự xuất hiện của loài sứa và quần thể động vật bí ẩn được khám phá tại Ediacaran bởi Reginald Sprigg tại Australia. Lúc 9:04 tối, bọ ba thùy xuất hiện, tiếp theo là các sinh vật trong bộ sưu tập Burgess Shale.

Trước 10 giờ đêm, thực vật bắt đầu di cư lên đất liền. Sau đó, khi chỉ còn lại hai giờ đồng hồ trong ngày, là sự xuất hiện của các sinh vật đầu tiên trên đất liền.

Lúc 10:24 trái đất được bao phủ bởi các khu rừng thuộc kỷ Cacbon giúp chúng ta có than đá và các côn trùng có cánh đầu tiên xuất hiện. Khủng long ló dạng trước 11:00 đêm và thống trị suốt ¾ tiếng đồng hồ. Chúng biến mất lúc 11:39 đêm và động vật có vú bắt đầu xuất hiện. Con

người xuất hiện khi chỉ còn 1 phút 17 giây nữa là đến nửa đêm. Toàn bộ lịch sử của loài người, theo tỷ lệ này, chỉ kéo dài vài giây, tuổi thọ của một đời người chỉ là khoảnh khắc. Trong suốt khoảng thời gian này các lục địa không ngừng trôi dạt và va đập vào nhau. Các dãy núi mọc lên rồi biến mất, cùng với sự xuất hiện và biến mất của các vịnh và băng tuyết. Và suốt quá trình này, khoảng 3 lần/phút, tại một nơi nào đó trên hành tinh này xuất hiện tiếng nổ do sự va chạm giữa trái đất và các thiên thạch và các sao băng. Thật kỳ diệu khi các sinh vật có thể sống sót trong hoàn cảnh như thế. Thực ra thì không loài nào có thể sống sót được quá lâu.

Có lẽ có một cách khác hiệu quả hơn để quan sát toàn bức tranh 4,5 tỷ năm tuổi của trái đất là: bạn hãy dang rộng hai cánh tay ra và hình dung rằng độ rộng này là toàn bộ lịch sử trái đất. Với tỷ lệ này, theo lời John McPhee trong cuốn *Basin and Range*, khoảng cách từ đầu ngón tay bên này đến cổ tay bên kia là khoảng thời gian trước kỷ Cambri. Mọi đời sống phức tạp chỉ kéo dài từ cổ tay đến đầu ngón tay, "và chỉ cần một cái búng tay bạn có thể xóa bỏ lịch sử loài người".

Rất may là điều đó chưa hề xảy ra, nhưng điều đó rất có thể sẽ xảy ra. Tôi không muốn tạo cảm giác bi quan, nhưng sự thật là sự sống trên trái đất sẽ biến mất. Khá thường xuyên. Để tự bảo vệ chính mình, các chủng loài thường biến mất rồi lại xuất hiện. Chúng càng có cơ cấu phức tạp thì chúng càng nhanh tuyệt chủng. Có lẽ đây là lý do tại sao sự sống lại không mang quá nhiều tham vọng.

Đất liền là môi trường khắc nghiệt: nóng, khô, tia cực tím, thiếu khả năng di chuyển dễ dàng so với môi trường nước. Để tồn tại trên đất liền, các sinh vật phải có cấu trúc xương thích hợp. Bạn hãy nâng phần đầu và đuôi của một con cá, phần thân của nó luôn võng xuống, xương sống của nó quá yếu. Để tồn tại trên đất liền, sinh vật biển phải có được cấu trúc xương hoàn toàn mới – việc này không thể xảy ra chỉ qua một đêm. Trên hết và rõ ràng nhất, bất kỳ sinh vật sống trên cạn nào cũng phải phát triển khả năng hấp thụ oxy trực tiếp từ không khí thay vì lọc oxy từ nước. Đây không phải là một thách thức dễ dàng vượt qua. Mặt khác, sinh vật cũng nên rời khỏi môi trường nước: đó là môi trường nguy hiểm. Sự tan chảy chầm chậm của các lục địa để hợp thành một vùng đất lớn, Pangaea, điều này cho thấy rằng trước đó có nhiều bờ biển hơn so với về sau (bờ biển là nơi trú ẩn tốt nhất đối với các sinh vật biển). Thế nên sự cạnh tranh ở đây rất khốc liệt. Dưới biển cũng có một loài ăn thịt đáng sợ, một loài được trang bị các kỹ năng chỉ để tấn công nổi tiếng từ khi chúng xuất hiện: cá mập.

Thực vật bắt đầu di cư lên đất liền cách nay khoảng 450 triệu năm, cùng với các động vật nhỏ bé và các vi khuẩn mà chúng cần có để tái chế chất hữu cơ cần thiết. Các động vật lớn hơn phải mất nhiều thời gian hơn để lên đến đất liền, nhưng cách nay khoảng 400 triệu năm chúng cũng bắt đầu tìm cách di cư lên đất liền. Bạn hãy hình dung quá trình chúng di cư lên đất liền cũng giống như cách một con cá nhảy từ vũng nước này sang vũng nước khác khi trời hạn hán – hoặc thậm chí là loài lưỡng cư. Thực ra, cư dân đầu tiên trên đất liền có lẽ trông giống những con mối hiện đại hơn, cũng có người mô tả chúng giống loài rệp. Những con rệp nhỏ này (thực ra là loài giáp xác) thường xuất hiện với số đông mỗi khi bạn lật một tảng đá hoặc một khúc gỗ lên.

Lượng oxy ở kỷ Devon và kỷ Cacbon, khi đời sống trên cạn mới xuất hiện, là khoảng 35 phần trăm (so với ngày nay là 20 phần trăm). Điều này giúp động vật có thể phát triển thịnh vượng với tốc độ cao.

Và bạn có thể băn khoăn rằng, bằng cách nào các nhà khoa học có thể biết được lượng oxy cách đây hàng trăm triệu năm? Câu trả lời ở đây là nhờ bởi bộ môn địa hóa học đồng vị. Biển tại kỷ Devon và kỷ Cacbon chứa đầy các phiêu sinh vật (sinh vật phù du) tự bọc mình trong lớp vỏ cứng nhỏ. Sau đó, giống như ngày nay, chúng tạo lớp vỏ của chúng bằng cách hút oxy từ khí quyển và kết hợp oxy với các nguyên tố khác (đặc biệt là cacbon) để hình thành các hợp chất bền vững chẳng hạn canxi cacbonat. Từ đó quá trình sản xuất và tái tạo cacbon diễn ra liên tục và cacbon là nguyên tố trọng yếu để tạo ra một hành tinh có khả năng nuôi dưỡng sự sống như ngày nay.

Cuối cùng trong quá trình này các vi sinh vật chết đi và trôi dạt xuống đáy biển, tại đó chúng dần dần hình thành đá vôi. Trong cấu trúc nguyên tử của chúng, các phiêu sinh vật khi chết đi mang theo bên mình hai đồng vị rất bền vững – oxy 16 và oxy 18. (Xin nhắc lại rằng đồng vị là số hạt nơtron dị thường bao quanh một nguyên tử). Các nhà địa hóa học nắm bắt được điều này: đồng vị tích tụ với tỷ lệ khác nhau tùy thuộc vào việc có bao nhiêu oxy hoặc cacbon dioxit trong khí quyển tại thời điểm chúng hình thành. Bằng cách so sánh các tỷ lệ xa xưa này, các nhà địa hóa học có thể xác định được các điều kiện trong thế giới cổ xưa – mức độ oxy, nhiệt độ không khí, nhiệt độ nước biển, khoảng thời gian tồn tại của kỷ băng hà... Bằng cách kết hợp những khám phá về đồng vị với những khám phá về hóa thạch – mức độ phấn hoa... – các nhà khoa học có thể tự tin tái tạo toàn bộ những hình ảnh cổ xưa mà không ai từng trông thấy.

Lý do tại sao mức độ oxy lại cao đột ngột như thế tại thời điểm các loài trên cạn mới xuất hiện là: hầu hết các khu vực trên thế giới khi ấy được chiếm đóng bởi loài dương xỉ to lớn và các đầm lầy rộng lớn, điều này phá vỡ quá trình tái tạo cacbon tự nhiên. Thay vì hoàn toàn phân hủy, loài dương xỉ và các loại thực vật khác lắng xuống lớp trầm tích ẩm ướt, cuối cùng tạo ra các tầng than đá khổng lồ còn lại mãi đến ngày nay.

Lượng oxy dồi dào dĩ nhiên giúp động vật phát triển vượt trội. Các vết tích về động vật trên cạn được tìm thấy tại Scotland gồm có vết tích của một sinh vật giống như loài động vật nhiều chân tồn tại cách nay 350 triệu năm. Nó dài hơn 3 foot. Trước khoảng thời gian này còn có các loài động vật nhiều chân có chiều dài lên đến 6 foot.

Với những sinh vật như thế, có lẽ chẳng gì phải ngạc nhiên khi biết rằng côn trùng ở thời kỳ này có khả năng lẩn tránh sự tấn công của các động vật khác một cách an toàn: chúng biết bay. Một số loài có được khả năng di chuyển phi thường này và khả năng này vẫn tồn tại mãi đến nay. Khi ấy, cũng như lúc này, chuồn chuồn có thể bay với vận tốc 35 dặm/giờ, có thể lập tức ngừng lại giữa không trung, bay tới, bay lui và khả năng bay của chúng linh hoạt hơn so với bất kỳ loại phi cơ hiện đại nào của con người. "Lực lượng không quân Hoa Kỳ", một nhà bình luận nọ nói, "đã đưa chúng vào các đường hầm để tìm hiểu phương cách bay lượn của chúng và họ đã phải thất vọng". Tại các khu rừng thuộc kỷ Cacbon, loài chuồn chuồn phát triển to bằng loài quạ. Cây cối và các loài thực vật cũng có kích cỡ quá khổ. Loài mộc tặc và loài dương xỉ có độ cao lên đến năm mươi foot, thạch tùng có cây cao đến một trăm năm mươi foot.

Hầu hết các động vật có xương sống trên cạn đều là loài bốn chân và mọi loài bốn chân đều có điểm chung: bốn chi có tối đa năm ngón. Khủng long, cá voi, chim, con người, thậm chí cá – tất cả đều là loài bốn chân, điều này rõ ràng cho thấy rằng tất cả đều xuất nguồn từ một tổ tiên chung. Người ta cho rằng manh mối về tổ tiên chung này được tìm thấy vào kỷ Devon, cách nay khoảng 400 triệu năm. Trước đó không gì có thể bước đi trên đất liền. Sau đó nhiều loài đã có thể làm được điều này. Rất may là đoàn khảo sát đã tìm thấy một sinh vật như thế, một con vật dài 3 foot được gọi là *Ichthyostega*. Việc phân tích hóa thạch này được Jarvik thực hiện, ông đã bắt đầu nghiên cứu suốt bốn mươi tám năm, từ năm 1948. Đáng tiếc là Jarvik từ chối không để bất kỳ ai cộng tác trong việc nghiên cứu hóa thạch này. Các nhà cổ sinh vật học trên thế giới đã phải hài lòng với hai bài thuyết trình sơ sài của Jarvik, trong đó ông nói rằng sinh vật này có năm ngón ở mỗi chi, ông cũng xác nhận ý nghĩa quan trọng của nó trong vai trò là tổ tiên của mọi loài.

Jarvik qua đời năm 1998. Sau khi ông qua đời, các nhà cổ sinh vật học khác tiếp tục nghiên cứu mẫu vật này và khám phá rằng Jarvik đã nhầm lẫn nghiêm trọng về số ngón chân của sinh vật này – thực ra có đến tám ngón ở mỗi chi – và ông cũng không xác định được rằng con cá này cũng không thể nào bước đi trên đất liền. Cấu trúc vây của nó cho thấy rằng nó sẽ ngã nhào dưới trọng lượng của nó. Rõ ràng điều này vẫn không giúp chúng ta hiểu biết thêm nhiều về những động vật đầu tiên trên cạn. Ngày nay 3 động vật bốn chân cổ xưa đã được khám phá và cả 3 đều không phải là loài có năm ngón ở mỗi chi, chúng ta vẫn chưa xác định được rằng chúng ta có nguồn gốc từ đâu.

Nhưng nhất định chúng ta phải có nguồn gốc từ đâu đó, dù rằng quá trình di cư lên đất liền của chúng ta dĩ nhiên không phải là một quá trình đột ngột. Kể từ khi sự sống trên cạn bắt đầu xuất hiện, nó đã trải qua bốn thời đại, người ta thường gọi thế. Thời đại đầu tiên xuất hiện loài

bò sát nguyên thủy và loài lưỡng cư di chuyển khá chậm chạp nhưng cũng khá mạnh mẽ. Động vật nổi tiếng nhất ở thời đại này là loài Dimetrodon, một sinh vật có vây ở lưng thường bị nhầm lẫn với loài khủng long (kể cả một bức ảnh nọ trong cuốn *Comet* của Carl Sagan). Thực ra Dimetrodon thuộc dòng *synapsid*. Đã từng có lúc chúng ta thuộc dòng này. *Synapsid* là một trong bốn dòng chính thuộc loài bò sát, các dòng còn lại gồm có *anapsid*, *euryapsid*, và *diapsid*. Ý nghĩa của những tên gọi này chỉ đề cập đến con số và vị trí các hốc nhỏ được tìm thấy nơi xương sọ của chúng. *Synapsid* có một hốc, *diapsid* có hai hốc; *euryapsid* có một hốc ở vị trí cao hơn.

Theo thời gian, các dòng này phân chia thành các nhánh nhỏ, trong số này có một số nhánh phát triển thịnh vượng. Dòng *anapsid* tạo ra loài rùa, loài này phát triển mạnh mãi đến khi quá trình tiến hóa biến chúng thành loài có tuổi thọ cao hơn là phát triển với số lượng lớn. Dòng *synapsid* chia thành bốn nhánh, chỉ một nhánh trong số này tồn tại đến sau hệ Pecmi. Chúng ta thuộc nhánh này, và nó tiến hóa thành dòng có vú được gọi là dòng *therapsid*.

Đáng tiếc cho dòng *therapsid*, người anh em của nó là dòng *diapsid* cũng phát triển thịnh vượng (thành loài khủng long và các loài khác) vượt trội hơn cả dòng *therapsid*. Vì không thể cạnh tranh đối đầu với các sinh vật mới với bản tính hung hăng như thế này, dòng *therapsid* đã biến mất trong một lúc nào đó. Tuy nhiên, vài loài trong dòng therapsid tiến hóa thành các sinh vật nhỏ, có lông thú, biết đào hang để ẩn nấp và chờ đợi suốt một khoảng thời gian dài. Loài lớn nhất trong số này không lớn hơn một con mèo nhà và hầu hết không lớn hơn một con chuột. Cuối cùng, sau 150 triệu năm chờ đợi thì thời đại khủng long cũng kết thúc và mở màn cho một thời đại mới được gọi là thời đại của loài có vú.

Mọi sự biến đổi dù lớn hay nhỏ đều gắn liền với một yếu tố cơ bản: sự tuyệt chủng. Sự diệt vong của các chủng loài trên trái đất chính là sự khai sinh các chủng loài mới. Không ai biết được chính xác đã có bao nhiêu loài biến mất kể từ khi sự sống hình thành trên trái đất. Ba mươi tỷ là con số được nhiều người đồng ý, nhưng cũng có người cho rằng con số này phải lên đến 4.000 tỷ. Dù con số này là bao nhiêu, 99,99% mọi chủng loài trên trái đất đã hoàn toàn tuyệt chủng. Đối với các sinh vật phức tạp, khoảng thời gian tồn tại bình quân đối với một chủng loài chỉ kéo dài khoảng bốn triệu năm.

Dĩ nhiên sự tuyệt chủng là tin xấu đối với các nạn nhân của nó, nhưng dường như lại là tin tốt đối với một hành tinh nhiều biến động như thế này. “Nếu không có sự tuyệt chủng của các loài vật thì hành tinh này trở thành một nơi tù đọng”, Ian Tattersall của bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ nói, “và sự tù đọng hiếm khi là điều tốt đối với bất kỳ lĩnh vực nào”. (Có lẽ tôi cần lưu ý rằng ở đây chúng ta đang nói đến sự tuyệt chủng trong thế giới tự nhiên qua một khoảng thời gian cực dài. Sự tuyệt chủng do con người tạo ra lại là một vấn đề hoàn toàn khác).

Các cuộc khủng hoảng trong lịch sử trái đất luôn gắn liền với những thay đổi lớn sau đó. Trái đất đã chứng kiến mười sự hủy diệt chính qua lịch sử của nó – xảy ra ở kỷ Ordovi, Devon, Permi, Triat và Creta – và nhiều sự hủy diệt nhỏ khác. Sự hủy diệt ở kỷ Ordovi (các nay 440 triệu năm) và Devon (cách nay 365 triệu năm) đã quét sạch 80-85% các chủng loài. Sự hủy diệt ở kỷ Triat (cách nay 210 triệu năm) và Creta (cách nay 65 triệu năm) đã quét sạch 70-75% các chủng loài. Nhưng sự hủy diệt khốc liệt nhất thuộc kỷ Permi cách nay khoảng 245 triệu năm, mở màn cho thời đại khủng long, đã quét sạch ít nhất 95% các chủng loài – đây gần như là một đợt tẩy xóa.

Sự hủy diệt ở kỷ Permi đã tàn sát hầu hết các sinh vật biển. Bọ ba thùy hoàn toàn biến mất. Trai và nhím biển gần như tuyệt chủng. Gần như mọi sinh vật biển đều đứng bên bờ tuyệt chủng. Phải trải qua một khoảng thời gian dài – tám mươi triệu năm – các chủng loài mới hoàn toàn hồi phục.

Có hai điểm đặc biệt cần ghi nhớ. Thứ nhất, đây chỉ là sự ước đoán. Người ta ước đoán rằng số chủng loài động vật còn sống vào cuối kỷ Permi là từ 45.000 đến 240.000 loài. Nếu bạn không biết được bao nhiêu chủng loài còn sống sót thì bạn khó có thể xác định được tỷ lệ các chủng loài tuyệt chủng. Hơn nữa, ở đây chúng ta đang nói về cái chết của các chủng loài chứ

không phải của từng con vật. Số động vật bị chết ắt hẳn phải là con số cực lớn.

Giữa những thảm họa này còn có những thảm họa nhỏ hơn khác – Hemphillian, Frasnian, Famennian, Rancholabrean... – dù không khốc liệt lắm nhưng cũng tác động đến con số các chủng loài tồn tại trên trái đất. Động vật ăn cỏ, kể cả ngựa, gần như bị tuyệt chủng qua thảm họa Hemphillian cách nay khoảng 5 triệu năm. Bạn hãy hình dung xem đời sống của con người sẽ ra sao nếu không có ngựa và các động vật ăn cỏ.

Gần như luôn luôn, chúng ta không xác định được cụ thể nguyên nhân tạo ra các thảm họa này, dù nhỏ hay lớn. Ít nhất cũng có hàng chục "nghi phạm" được xác định là trực tiếp hoặc gián tiếp có liên quan đến các thảm họa này: sự ấm lên toàn cầu, nhiệt độ trên trái đất giảm thiểu, sự thay đổi mực nước biển, sự thay đổi lượng oxy trong nước biển, dịch bệnh, sự rò rỉ khí mêtan từ đáy biển với lượng lớn, sao băng, sao chổi, lốc xoáy, núi lửa, tia lửa điện của mặt trời.

Không ai biết được tia lửa điện của mặt trời có thể gây tác hại đến mức nào vì chúng ta chỉ mới nghiên cứu về vấn đề này gần đây, nhưng mặt trời là thực thể to lớn có sức mạnh vô biên. Tia lửa điện của mặt trời – thứ mà chúng ta chưa bao giờ nhìn thấy trên trái đất – sẽ tạo ra năng lượng tương đương một tỷ quả bom hydro và sẽ ném vào không gian hàng trăm tỷ tấn các phần tử nguy hại.

Một trong những lý do khiến chúng ta gặp khó khăn trong việc đưa ra lời giải thích thuyết phục đối với các thảm họa này là: chúng khó có thể hủy diệt được trái đất trên diện rộng. Như chúng ta đã thấy từ vụ nổ KT do sao băng KT tạo ra, rõ ràng đó là vụ nổ cực lớn. Nó đã tấn công trái đất với sức mạnh tương đương 100 triệu triệu tấn. Thật khó có thể hình dung một vụ nổ lớn như thế, theo lời James Lawrence Powell thì, nếu bạn cho nổ một quả bom bằng quả bom đã phát nổ ở Hiroshima, cường độ của quả bom này chỉ bằng một phần tỷ cường độ của vụ nổ KT. Nhưng ngay cả vụ nổ KT cũng không thể đủ mạnh để quét sạch 70 phần trăm đời sống trên trái đất, kể cả loài khủng long.

Sao băng KT cũng gặp vài thuận lợi – nó đáp xuống một vùng biển cạn chỉ có độ sâu khoảng 10 mét, có lẽ cùng với một góc độ thích hợp, vào thời điểm đó lượng oxy trong quyển khí cao hơn 10% so với ngày nay nên trái đất dễ dàng bốc cháy. Trên hết, đáy biển tại nơi nó va chạm chứa nhiều loại đá giàu lưu huỳnh. Kết quả là sự va chạm này tạo ra một bình phun khổng lồ thứ axít sunfuric. Suốt nhiều tháng sau đó, nước mưa rơi xuống trái đất là loại axít sunfuric đủ mạnh để làm bỏng da người.

Ngoài ra, một câu hỏi lớn được đặt ra ở đây là, một thảm họa có thể quét sạch 70 phần trăm các chủng loài đang tồn tại, vậy thì 30 phần trăm còn lại làm sao có thể sống sót được? Tại sao sự kiện này lại hủy diệt toàn bộ loài khủng long trong khi các loài bò sát khác, chẳng hạn rắn và cá sấu, lại không gặp trở ngại gì? Đến nay chúng ta có thể nói rằng *không* loài cóc, sa giông, kỳ nhông, hay các loài lưỡng cư nào khác tuyệt chủng tại Nam Mỹ. "Tại sao các sinh vật yếu ớt này lại vô sự qua một thảm họa phi thường như thế?" Tim Flannery đặt câu hỏi trong cuốn tiền sử học nổi tiếng tại châu Mỹ, cuốn *Eternal Frontier*.

Đời sống biển cũng thế. Mọi loài cúc đá đều biến mất, nhưng họ hàng của chúng là ốc *nautiloit* (sống theo cùng một cách như thế), lại vô sự. Về phần các phiêu sinh vật, một số loài biến mất – ví dụ, 92% trùng lỗ – trong khi các sinh vật khác chẳng hạn tảo cát gần như vô sự.

Đây là những mâu thuẫn khó giải thích. Theo lời Richard Fortey thì: "Dường như chúng ta sẽ không hài lòng với lời giải thích rằng chúng là loài 'may mắn'". Bầu trời trở nên đen tối, ngột ngạt, nhiều mây khói suốt nhiều tháng sau đó. "Một số côn trùng, chẳng hạn bọ cánh cứng, có thể tiếp tục sống nhờ vào gỗ cây hoặc các vật chất khác. Nhưng loài ong định vị nhờ bởi mặt trời và cần có phấn hoa thì sao? Thật khó có thể giải thích được sự tồn tại của chúng".

Trên hết, san hô đòi hỏi phải có tảo thì mới có thể tồn tại được và tảo cần phải có ánh sáng mặt trời và cả hai đều đòi hỏi nhiệt độ ổn định. Gần đây chúng ta khám phá ra rằng san hô sẽ chết nếu có sự thay đổi nhiệt độ nước biển dù chỉ là một độ C. Nếu chúng quá nhạy cảm như thế, làm sao chúng có thể tồn tại qua mùa đông dài do vụ nổ này tạo ra?

Ngoài ra còn có nhiều biến đổi cục bộ khó giải thích khác. Dường như sự tuyệt chủng ít nghiêm trọng hơn tại Nam bán cầu so với Bắc bán cầu. New Zealand dường như không chịu thiệt hại nhiều dù rằng tại đây không có nhiều loài sống trong hang động. Thậm chí thực vật tại đây cũng gần như vô sự.

Một số động vật hoàn toàn vô sự – kể cả loài rùa. Theo lời Flannery thì, thời đại sau khi loài khủng long tuyệt chủng nên được gọi là thời đại rùa. Mười sáu loài rùa sống sót tại Bắc Mỹ và có thêm ba loài mới xuất hiện.

Vụ nổ KT đã quét sạch gần 90 phần trăm các sinh vật trên cạn nhưng chỉ 10 phần trăm các sinh vật sống ở các dòng nước ngọt. Rõ ràng nước giúp bảo vệ các sinh vật tránh xa hơi nóng và lửa, đồng thời cung cấp thực phẩm giúp các sinh vật vượt qua thời kỳ khó khăn này. Mọi sinh vật trên cạn còn sống sót đều là loài có khả năng tìm kiếm nơi trú ẩn – trong dòng nước hoặc dưới mặt đất, hoặc bất cứ nơi nào có thể giúp chúng được an toàn.

Thường thì không đúng khi nói rằng chỉ có các động vật nhỏ mới sống sót qua vụ nổ KT. Thật ra, trong số các loài sống sót còn có cá sấu, loài này không quá to lớn nhưng cũng lớn hơn ba lần so với kích cỡ của chúng ngày nay. Nhưng nhìn chung, thật thế, hầu hết những loài sống sót đều là những loài nhỏ bé và biết cách trú ẩn. Với một thế giới tối tăm và nguy hiểm như thế, chỉ những loài nhỏ bé, máu nóng, sống về đêm, linh hoạt thay đổi khẩu phần mới dễ dàng sống sót – đây là những đặc điểm tiêu biểu của loài có vú.

Ngoài ra còn có một lý do khác khiến chúng ta không thể khẳng định được nguyên nhân của thảm họa tuyệt chủng này: chúng ta có quá ít hóa thạch. Hãy lấy ví dụ về loài khủng long. Các viện bảo tàng khiến bạn có ấn tượng rằng chúng ta có rất nhiều hóa thạch về loài khủng long. Thật ra, hầu hết các mẫu vật tại các viện bảo tàng đều là các mẫu vật nhân tạo. Con khủng long khổng lồ chiếm ngự lối vào Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tại London được làm từ thạch cao (thực hiện tại Pittsburgh vào năm 1903 và được Andrew Carnegie đưa đến bảo tàng). Lối vào Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tại Hoa Kỳ bị chiếm ngự bởi một con khủng long còn sinh động hơn: loài Barosaurus khổng lồ bảo vệ con của nó trước sự tấn công của loài Allosaurus. Thật có ấn tượng – con Barosaurus cao hơn ba mươi foot – nhưng hoàn toàn giả mạo. Bạn hãy đến thăm bất kỳ bảo tàng lịch sử tự nhiên nổi tiếng nào trên thế giới – tại Paris, Vienna, Frankfurt, Buenos Aires, Mexico – và bạn chỉ nhìn thấy các mô hình giả mạo.

Thật ra thì, chúng ta không hiểu biết nhiều về loài khủng long. Chúng ta chỉ xác định được chưa đến một nghìn loài tồn tại ở thời đại khủng long (một nửa số này được biết chỉ qua một mẫu vật duy nhất). Xin hãy nhớ rằng, khủng long đã thống trị trái đất suốt khoảng thời gian dài gấp ba lần so với loài có vú. Thế nên: hoặc loài khủng long rất ít sinh sản hoặc chúng ta chỉ mới cào nhẹ bề mặt và sự hiểu biết của chúng ta quá nông cạn.

Cuối thập niên 1980, một nhà cổ sinh vật học đến từ Bảo tàng Milwaukee, Peter Sheehan, quyết định tiến hành một cuộc khảo sát. Ông vận động hai trăm người tình nguyện tìm kiếm kỹ càng khu vực Hell Creek thuộc Montana nổi tiếng là khu vực có nhiều hóa thạch khủng long. Họ tìm thấy từng chiếc răng và từng đốt sống của một bộ xương khủng long nguyên vẹn – đây là thứ đã bị bỏ sót bởi các nhà nghiên cứu trước đó. Phải mất ba năm họ mới hoàn tất công việc này. Khi hoàn tất công việc, họ khám phá rằng tổng số hóa thạch khủng long họ tìm thấy nhiều hơn gấp ba lần so với số hóa thạch khủng long được tìm thấy trước đó trên toàn thế giới. Cuộc khảo sát này cho thấy rằng mãi đến khi vụ nổ KT xảy ra thì loài khủng long vẫn còn tồn tại với số lượng lớn. “Chẳng có lý do nào để tin rằng loài khủng long dần dần tuyệt chủng suốt ba triệu năm thuộc kỷ Creta”, Sheehan nói.

Chúng ta đã quá quen thuộc với ý niệm rằng chúng ta là chủng loài thống trị toàn hành tinh, thế nên chúng ta khó có thể chấp nhận rằng sở dĩ chúng ta tồn tại là nhờ bởi các vụ va chạm xảy ra đúng lúc giữa trái đất và các thiên thể và nhờ bởi một số yếu tố may mắn khác. Điểm chung giữa chúng ta và các động vật khác là: suốt gần bốn tỷ năm qua tổ tiên của chúng ta đã tìm cách vượt qua được những chiếc cửa bị đóng chặt. Stephen Jay Gould giải thích ngắn gọn: “Con người tồn tại ngày nay nhờ bởi dòng giống của chúng ta không bị đứt đoạn – lịch sử chưa bao giờ xóa bỏ con người”.

Chúng ta đã khởi đầu chương này với ba điểm chính: Sự sống tồn tại vì nó tồn tại; sự sống không đòi hỏi quá nhiều tham vọng; sự sống không ngừng bị diệt vong hết lần này đến lần khác. Đến lúc này chúng ta cần thêm vào điểm chính thứ tư: Sự sống vẫn tiếp tục tồn tại. Và như chúng ta sẽ thấy, sự sống tồn tại một cách kỳ diệu.

23. SỰ SỐNG MUÔN MÀU

Tại Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở London bạn có thể tìm thấy vài cánh cửa bí ẩn – ít nhất cũng bí ẩn vì đằng sau những cánh cửa đó chẳng có gì thu hút sự chú ý của du khách.

Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở London chứa khoảng bảy mươi triệu mẫu vật từ mọi lĩnh vực đời sống và từ mọi ngóc ngách trên hành tinh này, cùng hàng trăm nghìn bộ sưu tập được bổ sung qua mỗi năm. Những chiếc tủ và ngăn kéo đặt dọc theo các căn phòng chứa hàng chục nghìn các con vật được ngâm rượu trong các lọ thủy tinh. Ngoài ra còn có hàng triệu côn trùng, động vật thân mềm, xương sọ khủng long, vô số các loại thực vật được ép ngay ngắn. Chỉ riêng đại sảnh cũng chứa mười lăm nghìn chiếc kệ, trên những chiếc kệ này là những chiếc lọ thủy tinh chứa các động vật được bảo tồn trong cồn pha metanola.

Tại đây có các mẫu vật được thu thập bởi Joseph Banks tại Australia, Alexander von Humboldt tại Amazonia, Darwin trong cuộc hành trình *Beagle*, và các mẫu vật khác hoặc quý hiếm hoặc có ý nghĩa quan trọng hoặc cả hai. Nhiều người muốn chạm tay vào các mẫu vật này. Một số người đã thực sự có được vinh dự này. Năm 1954 bảo tàng này có được bộ sưu tập chim nổi tiếng do Richard Meinertzhagen tặng, ông là tác giả cuốn *Birds of Arabia*. Trước đó Meinertzhagen thường xuyên lui tới bảo tàng này nhiều năm trời để tìm tư liệu nhằm hoàn tất các cuốn sách và chuyên đề nổi tiếng của mình.

"Tôi nghĩ rằng ở đây không có thứ gì mà bất kỳ một ai đó không thèm muốn", Richard Fortey nói khi ông dắt tôi tham quan từng khu vực của bảo tàng. Chúng tôi đến một gian nhà mà tại đó người ta vây quanh một chiếc bàn lớn để chăm chú nghiên cứu loài chân đốt, các loại cây lá lược, và những chiếc hộp có chứa các mẩu xương màu vàng. Tôi có cảm giác họ đang làm một việc gì đó đòi hỏi sự nỗ lực tuyệt vời, không một chút khinh suất, không hề vội vã. Năm 1967, bảo tàng này đã phát hành bản báo cáo của nó về cuộc hành trình của John Murray tại Ấn Độ Dương, bốn mươi năm sau khi cuộc hành trình này kết thúc. Đây là một thế giới mà mọi loài đều hoạt động theo đúng nhịp độ của chúng. Fortey và tôi trò chuyện thân mật cùng một người trông có vẻ uyên bác.

Khi ông ấy bỏ đi, Fortey nói với tôi: "Đó là một người đáng mến tên là Norman, ông ấy đã trải qua hai mươi hai năm để nghiên cứu chỉ một loài thực vật, cỏ St. John, ông ấy đã nghỉ hưu vào năm 1989, nhưng vẫn đến đây mỗi tuần".

"Sao ông ấy có thể trải qua hai mươi hai năm chỉ để nghiên cứu duy nhất một loài thực vật?", tôi hỏi.

"Thật phi thường, đúng không?", Fortey tán thành.

Khi Emerson làm một bài thơ có nội dung rằng rêu thường phát triển ở phần phía Bắc trên thân cây ("Rêu mọc trên phần thân cây hướng về phương Bắc, vì sao Bắc đẩu xuất hiện ở phương Bắc"), thực ra ông muốn nói đến loài địa y, vì vào thế kỷ mười chín người ta vẫn chưa phân biệt được đâu là rêu và đâu là địa y. Rêu luôn mọc trên phần thân cây hướng về phương Bắc, thế nên chúng là một chiếc la bàn tự nhiên đáng tin cậy. Ngoài ra rêu chẳng đem lại điều tốt lành nào khác. "Có lẽ không loài thực vật nào vô dụng như loài rêu", Henry S. Conard viết. Tuy nhiên, chúng sinh sản rất nhanh. Ngay tại những nơi loài địa y không sống được, rêu vẫn có thể phát triển tốt lên đến hàng chục nghìn loài thuộc bảy trăm giống. Cuốn *Moss Flora of Britain and Ireland* của tác giả A. J. E. Smith nói về rêu dày đến bảy trăm trang, và rõ ràng Britain và Ireland không phải là nơi thích hợp nhất cho sự phát triển của rêu. "Vùng nhiệt đới là nơi thích hợp nhất cho sự phát triển của rêu", Len Ellis nói với tôi. Ông vốn là người ít nói, đã làm việc tại Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên từ năm 1990. "Bạn có thể tìm đến các khu rừng nhiệt đới ở Malaysia và bạn sẽ phải ngạc nhiên trước sự đa dạng của chúng. Chính tôi đã từng đến đó và đã từng gặp một loài rêu chưa một tài liệu nào nói đến".

"Thế chúng ta không biết có tổng cộng bao nhiêu chủng loài chưa được khám phá sao?".

"Không. Không biết".

Cũng có nhiều điều bí ẩn liên quan đến rêu, ông nói. Trong một trường hợp nọ, một loài rêu hiếm hoi được gọi là *Hyophila Stanfordensis*, được khám phá tại khuôn viên Đại học Stanford thuộc California và sau đó người ta tìm thấy chúng phát triển bên cạnh một lối mòn tại Cornwall, thuộc đỉnh tây nam nước Anh, nhưng không hề xuất hiện tại khu vực trung gian nối liền hai điểm này. Người ta vẫn băn khoăn tại sao nó có thể xuất hiện tại hai khu vực chẳng có chút liên hệ nào như thế này. "Ngày nay người ta gọi nó là loài *Hennediella stanfordensis*", Ellis nói.

Khi một loài rêu mới được khám phá, nó cần được so sánh với các loài rêu khác để đảm bảo rằng nó hoàn toàn là loài mới mẻ. Sau đó bạn phải viết một bản mô tả chính thức và minh họa đầy đủ, sẵn sàng cho việc đăng tin trên một tạp chí nào đó. Toàn bộ quá trình này phải ngốn mất của bạn ít nhất sáu tháng. Thế kỷ hai mươi không phải là thời đại dành cho việc phân loại rêu. Hầu hết công việc của thế kỷ hai mươi dành cho việc gỡ rối những nhầm lẫn, mâu thuẫn, và những sai lạc do thế kỷ mười chín để lại.

Thế kỷ mười chín là thời đại vàng son cho việc sưu tập các loài rêu. (Bạn có thể nhớ lại rằng cha của Charles Lyell là nhà sưu tập rêu nổi tiếng). Một người thông minh tên là George Hunt đã săn tìm các loài rêu ở Anh, ông làm việc siêng năng đến mức có lẽ ông đã góp phần khiến vài loài rêu đứng bên bờ tuyệt chủng. Nhưng nhờ những nỗ lực phi thường như thế mà bộ sưu tập rêu của Len Ellis mới trở thành một trong những bộ sưu tập toàn diện nhất trên thế giới. Tổng cộng 780.000 mẫu vật của ông được ép trong những cuốn album dày, có những mẫu rất cũ kỹ được bao bọc bằng các trang giấy to trên đó có những chữ viết nguệch ngoạc được viết từ triều đại Nữ hoàng Victoria. Theo chúng tôi được biết, một số mẫu có lẽ đã từng có lúc thuộc quyền sở hữu của Robert Brown, nhà thực vật học trứ danh thuộc triều đại Nữ hoàng Victoria, người khám phá sự chuyển động Browian và hạt nhân nguyên tử, ông cũng là người đã thành lập Bảo tàng thực vật tồn tại suốt ba mươi mốt năm đến lúc ông qua đời vào năm 1858. Mọi mẫu vật được giữ gìn cẩn thận trong các ngăn kéo được làm bằng gỗ dái ngựa.

Và đó chỉ là thực vật. Ngoài ra còn có quần thể động vật – chuột túi, chim cánh cụt, gấu trúc, linh miêu, muỗi, và vô số các loài động vật khác ngoài sức tưởng tượng của chúng ta. Thế giới cần có một hệ thống phân loại thực tế. Rất may là chúng ta đã có một người Thụy Điển sẵn sàng cung cấp cho chúng ta hệ thống này.

Tên ông là Carl Linné (về sau đổi thành một cái tên khác nghe có vẻ quý phái hơn *von* Linné), nhưng ngày nay người ta thường nhớ đến ông với tên gọi Carolus Linnaeus. Ông sinh năm 1707 tại làng Rashult thuộc miền nam Thụy Điển, là con trai của một gia đình nghèo theo truyền thống Lu–ti, khi còn bé ông là một học sinh biếng nhác nên bố ông quyết định cho ông đi học nghề chữa giày. Hoảng sợ trước viễn cảnh chẳng mấy tốt đẹp của một thợ chữa giày, ông xin cha cho ông thêm một cơ hội và ông đã được toại nguyện, từ đó trở đi ông luôn là học sinh xuất sắc trong mọi môn học. Lớn lên ông nghiên cứu y học tại Hà Lan, dù rằng ông rất dam mê thế giới tự nhiên. Đầu thập niên 1730, lúc này ông chỉ mới hơn hai mươi tuổi, ông xuất bản danh mục liệt kê các chủng loài thực vật và động vật trên thế giới, vận dụng hệ thống phân loại của chính mình, và danh tiếng của ông ngày càng lan rộng.

Ông vẫn chưa hài lòng với danh tiếng của chính mình, ông dành hầu hết thời gian rảnh rỗi để ca ngợi chân dung của chính mình, ông phát biểu rằng "xưa nay chưa từng có nhà nghiên cứu thực vật và động vật nào tuyệt vời hơn tôi", và hệ thống phân loại của ông là "thành tựu vĩ đại nhất trong lĩnh vực khoa học". Ông đề nghị rằng bia mộ của ông phải được khắc dòng chữ "Ông Hoàng thực vật học".

Một phẩm chất khác của ông là sự ngoan cố – đôi khi người ta gọi ông là một người "ấm đầu" – luôn bận tâm đến vấn đề giới tính và quan hệ sinh sản. Ông phân loại thực vật dựa vào cơ quan sinh sản của chúng. Ông mô tả các loài hoa bằng những từ ngữ chẳng hạn như "quan hệ bừa bãi", "người vợ lẽ hiếm muộn", và "giường cưới".

Ông đặt tên cho một loài thực vật nọ là Âm vật. Chẳng gì phải ngạc nhiên, ông nổi tiếng là người kỳ quặc. Nhưng hệ thống phân loại của ông thật thú vị. Trước phát minh của ông, thực

vật thường được đặt tên dựa vào nhiều yếu tố khác nhau. Hoa anh đào thường được gọi là *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis*. Linnaeus sửa tên này lại thành *Physalis angulata*, hiện nay người ta vẫn dùng tên gọi này. Tên các loài thực vật cũng bị nhầm lẫn với nhau. Một chuyên gia thực vật vẫn không thể chắc chắn liệu *Rosa sylvestris alba cum rubore* và *Folio glabro* có phải là tên của cùng một loài thực vật mà người ta thường gọi là *Rosa sylvestris inodora seu canina* hay không. Linnaeus giải quyết vấn đề bằng cách đặt lại một tên mới đơn giản hơn: *Rosa canina*. Để có được những cái tên ngắn gọn súc tích như thế này đòi hỏi Linnaeus phải xác định được những phẩm chất nổi bật của từng chủng loài.

Hệ thống đặt tên và phân loại của Linnaeus được xây dựng hợp lý đến mức chúng ta khó có thể hình dung một hệ thống khác có thể thay thế, các hệ thống phân loại trước đó thường hay thay đổi nhưng từ khi hệ thống phân loại này ra đời thì nó tồn tại vững chắc mãi đến nay. Động vật được phân chia thành loại hoang dã và loại được thuần hóa, loại sống trên cạn và loại sống dưới nước, loại lớn và loại nhỏ. Buffon sắp xếp động vật dựa vào mức độ hữu ích của chúng đối với con người. Linnaeus sắp xếp lại dựa vào đặc điểm thể chất của chúng.

Việc này mất rất nhiều thời gian, dĩ nhiên. Ấn bản hệ thống phân loại đầu tiên của ông, *Systema Naturae*, phát hành năm 1735, chỉ dày mười bốn trang. Nhưng nó ngày một phát triển mãi đến ấn bản lần thứ mười hai – ấn bản cuối cùng trước khi Linnaeus qua đời – dày 2.300 trang được chia thành ba tập. Tổng cộng ông ghi nhận và đặt tên khoảng 13.000 loài thực vật và động vật. Các tác phẩm khác có vẻ toàn diện hơn – 3 tập *Historia Generalis Plantarum* của John Ray tại Anh quốc, được hoàn tất trước đó một thế hệ, chỉ riêng thực vật cũng có đến hơn 18.625 loài. Nhưng nét nổi bật nơi hệ thống phân loại của Linnaeus là sự gọn gàng, ngăn nắp, đơn giản, và hợp thời. Dù tác phẩm của Linnaeus đề ngày tháng từ những năm 1730 nhưng phải mãi đến những năm 1760 nó mới được phổ biến rộng rãi tại Anh quốc, biến ông thành cha đẻ của bộ môn tự nhiên học.

Ngoài ra Linnaeus còn xác định được rằng cá voi thuộc loài có vú giống như bò, chuột, và nhiều loài sống trên cạn khác, đây là điều trước đó không ai làm được.

Linnaeus chia thế giới động vật thành sáu phạm trù: động vật có vú, bò sát, chim, cá, côn trùng, và "vermes", hay còn gọi là sâu bọ, là mọi loài còn lại không thuộc 5 phạm trù đầu tiên. Ngay từ đầu, rõ ràng việc xếp tôm vào loại sâu bọ là việc không thỏa đáng, thế nên các phạm trù mới đã được bổ sung chẳng hạn loài nhuyễn thể và loài giáp xác. Đáng tiếc là hệ thống phân loại mới này không được áp dụng thống nhất giữa các quốc gia. Trong một nỗ lực nhằm tái thiết trật tự, năm 1842 Anh quốc công bố tập hợp các quy tắc phân loại mới được gọi là Stricklandian Code, nhưng người Pháp xem đây là sự cậy quyền, và Hội động vật học của Pháp trả đũa bằng cách đưa ra tập hợp các quy tắc phân loại khác. Trong khi đó, Hội nghiên cứu tự nhiên Hoa Kỳ, một số lý do nào đó, vẫn sử dụng hệ thống phân loại ấn bản 1758 *Systema Naturae*. Mãi đến năm 1902, tại cuộc họp của Hội động vật học Quốc tế, các nhà tự nhiên học mới thể hiện tinh thần thỏa hiệp và đi đến việc sử dụng chung một hệ thống phân loại quốc tế.

Nguyên tắc phân loại đôi khi được xem là một môn khoa học đôi khi được xem là một môn nghệ thuật, nhưng thực ra nó là một chiến trường. Thậm chí ngày nay, sự mất trật tự trong hệ thống phân loại này còn lớn hơn trước. Hãy lấy ví dụ về một số loài chúng ta thường biết đến, chẳng hạn loài thân mềm (trai và ốc sên), động vật chân đốt (côn trùng và tôm cua), và động vật có cột sống (con người và mọi động vật có cột sống khác). Ngoài ra người ta còn phân chia chúng thành những nhánh nhỏ chẳng hạn Gnathostomulida (sâu bọ ở biển), Cnidaria (sứa và san hô), và Priapulida (loài sâu bọ có dương vật). Dù bạn có quen thuộc với cách phân loại này hay không thì đây vẫn là các phân nhánh cơ bản của chúng. Tuy nhiên vẫn có nhiều bất đồng trong việc phân nhánh như thế này. Hầu hết các nhà sinh vật học đồng ý rằng tổng cộng gồm có hơn ba mươi phân nhánh, một số khác lại cho rằng con số này chỉ độ trên dưới hai mươi, trong khi Edward O. Wilson trong cuốn *The Diversity of Life* lại xác định con số này lên đến tám mươi chín.

Việc phân loại chủng loài thậm chí còn có nhiều sự bất đồng hơn. Việc một loài cỏ nọ nên

được gọi là *Aegilops incurva*, *Aegilops incurvata*, hay *Aegilops ovata* có thể là việc vô nghĩa đối với một người không quan tâm đến thực vật học, nhưng lại là nguồn tạo ra sự tranh cãi quyết liệt giữa các nhà thực vật học. Vấn đề ở đây là, có đến năm nghìn loài cỏ và đa số chúng trông rất giống nhau ngay cả khi bạn là người rất sành sỏi về các loại cỏ. Kết quả là, một số loài được khám phá và được đặt tên ít nhất hai mươi lần, và dường như không có loài nào được đặt trên dưới hai lần. Hai tập sách Manual of the Grasses of the United States dành hai trăm trang để nói về các từ đồng nghĩa mà các nhà thực vật học vô tình tạo ra. Và đó mới là các loài của một quốc gia duy nhất.

Các cuộc tranh luận và bổ sung dường như xuất hiện ở mọi bộ phận khác liên quan đến sự sống, thế nên việc kiểm tra tổng quát không phải là việc dễ dàng như bạn nghĩ. Kết quả là, chúng ta gần như không biết – "thậm chí còn không hiểu được các đặc điểm quan trọng nhất của chúng", theo lời Edward O. Wilson – con số các loài vật sống trên hành tinh này. Người ta chỉ có thể ước đoán con số này từ 3 triệu đến 200 triệu. Đặc biệt hơn, theo bản báo cáo trong tạp chí *Economist*, khoảng 97 phần trăm các loài động vật và thực vật vẫn đang chờ chúng ta khám phá.

Trong số các sinh vật chúng ta *thực sự* biết về chúng, hơn 99 phần trăm chỉ được mô tả sơ sài – "tên khoa học, các mẫu vật tại bảo tàng, vài mô tả hời hợt", theo cách Wilson nói đến kiến thức của chúng ta về sinh vật. Trong cuốn *The Diversity of Life*, ông ước đoán tổng số các chủng loài chúng ta biết đến – thực vật, côn trùng, vi khuẩn, tảo, mọi loài – là 1,4 triệu, nhưng ông lưu ý rằng đó chỉ là sự ước đoán. Các tác giả khác cho rằng con số này là 1,5 triệu đến 1,8 triệu. Tóm lại, chúng ta không thực sự biết những gì mình nghĩ rằng mình thực sự biết.

Nhìn chung bạn cần phải tìm đến từng chuyên gia về từng lĩnh vực, bạn hỏi xem có bao nhiêu chủng loài trong lĩnh vực kiểm soát của họ, sau đó bạn cộng tất cả những con số này lại. Nhiều người đã làm thế. Vấn đề ở đây là các dữ liệu họ thu thập được thường mâu thuẫn. Một số nguồn cho rằng số loài nấm là 70.000, một số nguồn khác cho ra con số 100.000. Bạn có thể nhận thấy một số chuyên gia khẳng định rằng số loài giun đất là 4.000 và đồng thời một số chuyên gia khác cũng cam đoan rằng số loài giun đất là 12.000. Đối với côn trùng, con số này dao động từ 750.000 đến 950.000. Đối với thực vật, con số này là từ 248.000 đến 265.000.

Việc tổng hợp các dữ liệu không phải là việc dễ dàng. Đầu thập niên 1960, Colin Groves của Đại học quốc gia Australia thực hiện một cuộc điều nghiên chính thức về hơn 250 loài động vật có vú phát triển cao nhất. Ông phải mất bốn mươi năm mới có thể gỡ rối được mọi việc. Kết quả cho thấy chúng ta có khoảng 20.000 loài địa y, 50.000 loài động vật thân mềm và 400.000 loài bọ cánh cứng.

Chúng ta chỉ có thể chắc chắn một điều: vẫn còn rất nhiều loài chưa được khám phá. Và thập niên 1980, Terry Erwin của Học viện Smithsonian cho phun xịt thuốc trừ sâu tại mười chín khu rừng nhiệt đới ở Panama, sau đó ông thu gom mọi thứ rơi vào trong lưới của mình. Ông xác định được 1.200 loài bọ cánh cứng. Dựa vào sự phân phối bọ cánh cứng ở các nơi khác, số các loài cây khác ở những nơi khác, số các khu rừng trên thế giới, vân vân, và ông ước đoán tổng cộng thế giới có khoảng 30 triệu loài côn trùng – về sau ông cho rằng con số này quá khiêm tốn. Các chuyên gia khác sử dụng cùng một số liệu đó và ước đoán tổng số loài côn trùng lên đến 13 triệu, 80 triệu, hoặc 100 triệu.

Theo tập san *Wall Street*, thế giới có "khoảng 10.000 nhà phân loại" – không phải là một con số lớn nếu bạn đem so với vô số các chủng loài trên trái đất. Nhưng, tập san này nói, do bởi chi phí cao (khoảng 2.000 đô–la/chủng loài) và công việc sổ sách, chỉ chừng mười lăm nghìn chủng loài mới được ghi nhận mỗi năm.

Koen Maes, Giám đốc Bảo tàng Quốc gia Kenya nói, "Chúng ta đang gặp khủng hoảng về các nhà phân loại. Chúng ta cần có nhiều nhà phân loại hơn. Tại Ivory Coast chỉ có một nhà phân loại, nhưng tôi nghĩ rằng ông ấy đã nghỉ hưu". Phải mất tám năm mới có thể đào tạo được một nhà phân loại, nhưng không ai muốn đến châu Phi cả. Chính ông cũng sắp rời khỏi châu Phi. Sau bảy năm làm việc tại Kenya, hợp đồng của ông đã hết. "Không có khoản tài trợ nào cả",

Maes giải thích.

Vậy thì tại sao kiến thức của chúng ta về các chủng loài lại nghèo nàn đến thế? Có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến việc chúng ta không thể tính đếm được số chủng loài động vật và thực vật tồn tại trên hành tinh này, nhưng sau đây là vài nguyên nhân chính:

Hầu hết các vật sống đều có kích cỡ nhỏ và dễ dàng bị bỏ sót. Trong thực tế, đây không phải lúc nào cũng là điều xấu. Bạn có thể mất ngủ nếu bạn biết rằng chiếc nệm của bạn là nơi cư trú của khoảng hai triệu con bét cực nhỏ, chúng ở đó để hút lấy dầu bã nhờn được thải ra từ cơ thể bạn và ăn các vảy da bong ra từ cơ thể bạn. Chỉ riêng chiếc gối của bạn cũng chứa bốn mươi nghìn con bét như thế này. (Với chúng thì đầu bạn là một chiếc kẹo dầu nhờn khổng lồ). Và bạn đừng bao giờ nghĩ rằng một chiếc gối sạch có thể tạo ra sự khác biệt. Thật thế, nếu chiếc gối của bạn đã được dùng suốt sáu năm – đây là tuổi thọ trung bình của một chiếc gối – người ta ước đoán rằng một phần mười trọng lượng của nó là trọng lượng của "vảy da, bét sống, bét chết, và phân bét", theo lời Tiến sĩ John Mauder của Trung tâm Y tế Anh, chính ông đã thực hiện những đo lường như thế này. (Nhưng ít ra thì đó cũng là những con bét *của bạn*, đó là chưa nói đến những khi bạn dùng chăn gối của khách sạn). [1] Những con bét này đã tồn tại cùng chúng ta từ ngàn xưa, nhưng mãi đến năm 1965 người ta mới phát hiện ra nó.

Nếu mãi đến khi chúng ta phát minh ra truyền hình màu chúng ta mới nhận ra được sự tồn tại của các sinh vật có liên hệ gần gũi với con người, chẳng có gì phải ngạc nhiên khi biết rằng chúng ta chỉ hiểu biết rất ít về thế giới của các vi sinh vật. Bạn hãy vào rừng – bất kỳ khu rừng nào – cúi xuống và moi lên một nhúm đất, trong nhúm đất này có chứa ít nhất 10 tỷ vi khuẩn, hầu hết chúng đều rất xa lạ với khoa học hiện đại. Trong nhúm đất này cũng chứa khoảng một triệu men, 200.000 nấm (còn gọi là mốc), 10.000 sinh vật đơn bào (trong số này thì amip là loài chúng ta hiểu rõ nhất), trùng bẹt, trùng tròn và các vi sinh vật khác được xếp vào loại ẩn.

Cuốn sách toàn diện nhất nói về vi sinh vật, cuốn *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, trình bày khoảng 4.000 loài vi khuẩn. Vào thập niên 1980, hai nhà khoa học Na Uy là Jostein Goksoyr và Vigdis Torsvik đã thu gom một gam đất từ một rừng sồi gần phòng thí nghiệm của họ tại Bergen và cẩn thận phân tích các loại vi khuẩn trong mẩu đất này. Họ xác định rằng trong mẩu đất này chứa khoảng 4.000 đến 5.000 chủng loài vi khuẩn khác nhau, nhiều hơn số loài vi khuẩn được trình bày trong cuốn *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Sau đó họ tìm đến khu vực ven biển cách đó vài dặm, thu gom một gam đất tại đó, và xác định rằng trong mẩu đất mới này có chứa 4.000 đến 5.000 chủng loài vi khuẩn khác. Theo lời Edward O. Wilson thì: "Nếu có hơn 9.000 loài vi khuẩn tồn tại trong hai mẩu đất tại hai khu vực của Na Uy, vậy thì có bao nhiêu loài vi khuẩn tại những nơi khác đang chờ chúng ta khám phá?". Theo một ước đoán nọ thì con số này có thể lên đến 400 triệu.

Chúng ta không tìm đúng nơi. Trong cuốn *The Diversity of Life*, Wilson mô tả hình ảnh các nhà thực vật học trải qua vài ngày lang thang trong khu rừng nhiệt đới rộng mười hecta tại Borneo và khám phá hàng nghìn chủng loài hoa mới – nhiều hơn con số được tìm thấy tại toàn vùng Bắc Mỹ. Không khó để tìm kiếm các loài hoa này, chỉ có điều là trước đó chưa ai tìm đến đây. Koen Maes của Bảo tàng Quốc gia Kenya nói với tôi rằng ông đã đến một khu rừng phủ đầy mây trắng, một khu rừng trên đỉnh núi tại Kenya, và chỉ trong nửa giờ đồng hồ ông đã tìm thấy bốn chủng loài động vật nhiều chân mới. Các khu rừng phủ mây thường xuất hiện tại các cao nguyên và đôi khi bị bỏ hoang suốt hàng triệu năm. "Chúng cung cấp môi trường sống lý tưởng cho các sinh vật và hầu như chưa được nghiên cứu", ông nói.

Rừng nhiệt đới chiếm chỉ khoảng 6 phần trăm bề mặt trái đất, nhưng lại là nơi ở của hơn một nửa số động vật trên trái đất và khoảng hai phần ba các loài hoa, và chúng ta gần như chẳng biết gì về đời sống sinh vật ở đây. Rõ ràng đại đa số các sinh vật tồn tại ở đây có giá trị cao. Ít nhất 99 phần trăm các loài hoa tại đây chưa bao giờ được nghiên cứu về tiềm năng chữa bệnh của chúng. Vì các loài hoa không có khả năng trốn chạy khỏi sự tấn công của động vật nên chúng phải phát triển khả năng tự vệ bằng các chất hóa học. Ngay cả ngày nay gần một phần tư các loại thuốc men chữa bệnh được chế biến từ bốn mươi loài thực vật, mười sáu phần trăm khác được chế biến từ các loài động vật và vi sinh vật.

Tuy nhiên việc khám phá những điều chưa biết không phải là việc đơn giản. Trong cuốn *Life: An Unauthorised Biography*, tác giả Richard Fortey nói đến việc một loại vi khuẩn cổ đã được tìm thấy trên một bức tường của một quán rượu tại một vùng quê "nơi mà các bợm nhậu đã tiểu tiện suốt nhiều năm trời".

Không có đủ chuyên gia. Con số những sinh vật cần phải được khám phá, tìm hiểu và ghi nhận vượt xa con số các nhà khoa học sẵn sàng làm việc đó. Hãy lấy ví dụ về vi sinh vật *Bdelloid Rotifer*. Chúng có thể sống sót qua mọi điều kiện. Khi điều kiện sống khó khăn, chúng cuộn mình lại thành hình đĩa, ngưng mọi hoạt động trao đổi chất, và chờ đợi thời điểm tốt hơn. Trong trạng thái này bạn có thể vất chúng vào nước sôi hoặc đông lạnh chúng ở mức dưới không độ C – đây là nhiệt độ mà ngay cả các nguyên tử cũng khó tồn tại – và sau đó, khi mọi khó khăn qua đi, chúng lại duỗi thẳng người ra và tiếp tục sống cứ như thể chẳng có gì xảy ra. Đến nay đã có khoảng 500 loài (một số nguồn cho rằng 360 loài) vi sinh vật như thế này được khám phá, nhưng không ai biết tổng cộng có bao nhiêu loài như thế. Suốt nhiều năm trời, hiểu biết của chúng ta về vi sinh vật này là nhờ bởi một người tên là David Bryce, ông nghiên cứu chúng mỗi khi nhàn rỗi. Bạn có thể tìm thấy chúng khắp nơi trên thế giới, nhưng bạn có thể mời mọi chuyên gia về sinh vật này đến nhà bạn dùng bữa tối mà không cần phải mượn chén đĩa của hàng xóm.

Ngay cả loài nấm vốn là loài có ý nghĩa quan trọng và xuất hiện khắp nơi cũng chỉ thu hút được rất ít sự chú ý từ các chuyên gia. Nấm xuất hiện mọi nơi và xuất hiện ở mọi hình thức – nấm bẹt, nấm tròn, men, mốc, vân vân – và chúng xuất hiện với số lượng lớn. Nếu bạn thu gom tất cả nấm tại một đồng cỏ rộng một hecta, bạn sẽ có được khoảng 1.135kg nấm. Đây không phải loài sinh vật được trồng trọt. Nếu không có nấm thì khoai tây không bị nhiễm bệnh, không có các bệnh da liễu, nhưng đồng thời chúng ta cũng không có sữa chua, bia, hoặc pho mát. Tổng cộng có khoảng 70.000 loài nấm đã được xác định, nhưng người ta ước đoán rằng con số thật của nó có thể lên đến 1,8 triệu.

Thế giới thực sự là một nơi rộng lớn. Với sự phát triển của ngành hàng không và các hình thức liên lạc hiện đại, chúng ta có ảo giác rằng thế giới là một nơi không quá lớn, nhưng thực ra thế giới này là một nơi rất rộng lớn – đủ lớn để chứa đựng nhiều điều bất ngờ. Loài hươu đùi vằn, họ hàng với loài hươu cao cổ, ngày nay chúng ta biết rằng chúng sống tại nhiều khu rừng nhiệt đới ở Zaire – tổng số lượng lên đến ba mươi nghìn – tuy nhiên mãi đến đầu thế kỷ hai mươi chúng ta mới xác định được sự tồn tại của chúng. Loài chim không biết bay tại New Zealand được gọi là Takahe được xác định là đã tuyệt chủng hai trăm năm trước khi chúng được khám phá là vẫn còn tồn tại ở South Island. Năm 1995 một nhóm các nhà khoa học Anh và Pháp tại Tây Tạng, họ lạc đường trong một trận bão tuyết tại một thung lũng xa xôi, tình cờ bắt gặp một loài ngựa được gọi là Riwoche, trước đó người ta xác định rằng chúng chỉ tồn tại qua các bức họa lưu lại từ thời tiền sử.

Cư dân tại thung lũng này tỏ ra ngạc nhiên khi biết rằng loài ngựa này được xem là loài quý hiếm trong thế giới hoang dã.

Nhưng ngay cả khi chúng ta tập hợp hàng nghìn chuyên gia và phái họ đến từng ngóc ngách xa xôi trên toàn thế giới thì điều đó vẫn chưa đủ, vì sự sống xuất hiện tại bất kỳ nơi nào có khả năng nuôi dưỡng nó. Để nghiên cứu được toàn sự sống trên hành tinh này, bạn phải xới tung mọi ngóc ngách trên hành tinh này. Dù có làm thế bạn cũng vẫn không thể xác định được mọi loài tồn tại trên hành tinh này. Vào thập niên 1980, các chuyên gia khảo sát hang động bước vào một hang động sâu tại Romanian, hang động này đã bị cách ly khỏi thế giới suốt một khoảng thời gian dài, tại đó họ tìm thấy ba mươi ba loài côn trùng và các sinh vật nhỏ khác – nhện, rết, rận – tất cả đều đui mù, xanh xao, và mới mẻ đối với khoa học.

Chỉ trong một cuộc hành trình kéo dài hai năm, Alfred C. Kinsey di chuyển suốt 2.500 dặm và thu thập được 300.000 con côn trùng. Nhưng điều khiến tôi bối rối nhất là làm thế nào để chúng ta có được những người kế vị trong việc nghiên cứu thế giới tự nhiên này. Rõ ràng không có nhiều tổ chức sẵn sàng hỗ trợ kinh phí cho việc nghiên cứu này. Khi chúng tôi chia tay tại Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tại London, tôi hỏi Richard Fortey rằng làm thế nào để khoa học đảm bảo được rằng khi một chuyên gia nghiên cứu tự nhiên về hưu thì sẽ có ngay một

chuyên gia khác kế vị.

Ông mỉm cười trước câu hỏi ngây ngô của tôi, “Tôi e rằng việc này không giống như việc bạn ngồi chờ sau cánh gà đến lượt mình bước ra sân khấu. Khi một chuyên gia về hưu, hoặc chẳng may qua đời trong khi đang nghiên cứu một về tài nào đó, đề tài đó lập tức bị đóng cửa, đôi khi đóng cửa suốt một khoảng thời gian rất dài”.

“Và tôi nghĩ rằng đó là lý do tại sao ông lại đánh giá cao một người nào đó trải qua bốn mươi bốn năm để nghiên cứu riêng một chủng loài nào đó, ngay cả khi việc đó chẳng đem lại kết quả gì mới mẻ?”.

“Chính xác”, ông nói, “chính xác”.

---

[1] Đôi khi việc vệ sinh càng làm cho vấn đề thêm tệ. Tiến sĩ Mauder tin rằng việc giặt tẩy ở nhiệt độ thấp sẽ giúp rệp dễ dàng sinh sôi nảy nở. Theo lời ông thì: “Nếu bạn giặt rửa quần áo nhiễm rận ở nhiệt độ thấp, bạn sẽ có được những con rệp sạch sẽ hơn”.

24. TẾ BÀO

Chúng ta bắt đầu từ một tế bào duy nhất. Tế bào đầu tiên này tách ra thành hai, hai thành bốn, và vân vân. Sau bốn mươi bảy lần phân bào, bạn có được mười nghìn nghìn tỷ (10.000.000.000.000.000) tế bào trong cơ thể bạn và bạn đã sẵn sàng vận động trong vai trò là một con người độc lập. [1] Và mỗi tế bào đều biết rõ chức năng và nhiệm vụ của nó trong quá trình nuôi dưỡng bạn ngay từ lúc thụ thai cho đến hơi thở cuối cùng.

Bạn chẳng có được bí mật gì từ các tế bào. Chúng biết về bạn nhiều hơn xa so với những gì bạn biết về chúng. Mỗi người mang theo bên mình một mã di truyền trọn vẹn – tài liệu mô tả cấu trúc cơ thể bạn – mà di truyền này không những hiểu rõ công việc của nó mà còn hiểu rõ mọi việc diễn ra trong cơ thể bạn. Suốt cuộc đời mình bạn chẳng bao giờ cần phải nhắc nhở bất kỳ một tế bào nào hãy chú ý đến công việc của nó. Nó luôn ở đó và làm việc cho bạn.

Về cơ bản, mọi tế bào là một kỳ công. Ngay cả tế bào đơn giản nhất cũng vượt xa mọi sự khéo léo của con người. Để tạo ra một tế bào men cơ bản nhất, ví dụ, bạn cần phải thu nhỏ các thành phần cần thiết (số thành phần cần thiết này có thể sánh với số chi tiết để cấu thành một chiếc phi cơ Boeing 777) và lắp đặt chúng lại với nhau trong một quả cầu có đường kính chỉ năm micromet; sau đó bạn phải tìm cách kích hoạt quả cầu này.

Nhưng các tế bào men không thể đem so sánh với các tế bào trong cơ thể con người, tế bào trong cơ thể con người đa dạng và phức tạp hơn xa, nhưng điều phi thường nhất chính là mối quan hệ tương tác giữa các tế bào này.

Tế bào của bạn là quốc gia có mười nghìn nghìn tỷ công dân, mỗi công dân đều góp phần cấu thành sự sống của bạn. Không một hoạt động nào chúng không làm cho bạn. Chúng giúp bạn cảm thấy hài lòng và hình thành suy nghĩ. Chúng giúp bạn đứng thẳng, vươn vai, và nhảy lò cò. Khi bạn ăn, chúng gạn lọc các chất dinh dưỡng, phân phối năng lượng, và vất bỏ chất thải – tất cả các chức năng bạn học được từ môn sinh học thời phổ thông – nhưng chúng cũng giúp bạn cảm thấy đói và nhắc nhở bạn ăn uống. Chúng giúp tóc bạn liên tục phát triển, tai bạn luôn được bôi sáp, não bộ hoạt động ổn định. Chúng kiểm soát mọi ngóc ngách trên cơ thể bạn. Chúng sẵn sàng chết vì bạn – hàng tỷ tế bào vẫn chết đi mỗi ngày.

Chúng ta hiểu biết đôi chút về sự vận hành của tế bào – chúng tích lũy chất béo hoặc sản xuất insulin như thế nào – nhưng chỉ là đôi chút. Bạn có ít nhất 200.000 loại protein khác nhau ngự trị trong cơ thể, và cho đến nay chúng ta chỉ hiểu được chưa đến hai phần trăm trong số này (một số người cho rằng chúng ta hiểu được hơn 50 phần trăm trong số này; điều này tùy thuộc vào việc bạn định nghĩa từ "hiểu" như thế nào).

Về cơ bản, oxit nitric là một loại độc tố mạnh và là một nhân tố phổ biến tạo ra sự ô nhiễm không khí. Thế nên các nhà khoa học thường tỏ ra ngạc nhiên khi, vào giữa thập niên 1980, họ xác định rằng bằng cách nào đó chất này được tạo ra trong các tế bào của con người. Thoạt tiên chức năng của nó là điều bí ẩn đối với các nhà khoa học, nhưng về sau người ta xác định được rằng chức năng của nó là kiểm soát lưu lượng máu và sinh khí của các tế bào, tấn công các tế bào ung thư và các mầm bệnh khác, điều tiết khứu giác, và thậm chí còn hỗ trợ sự cương cứng của dương vật. Nó cũng giải thích tại sao nitroglyxerin, một loại thuốc nổ nổi tiếng, lại có thể giảm triệu chứng đau tim hay còn được gọi là chứng đau thắt ngực. (Nó được chuyển hóa thành oxit nitric trong dòng máu, làm dịu sự căng cơ, giúp máu lưu thông tốt). Chỉ trong một thập niên, độc tố này được xem như một loại thuốc tiên phổ biến.

Bạn sở hữu khoảng "vài trăm" loại tế bào khác nhau, theo lời nhà hóa sinh người Bỉ, Christian de Duve, và chúng cũng xuất hiện đa dạng về kích cỡ và hình dáng, từ tế bào thần kinh cho đến tế bào máu. Bình quân, tế bào của con người có đường kính khoảng chừng hai mươi micromet – hai phần trăm của một milimet – quá nhỏ nên không thể trông thấy bằng mắt thường nhưng cũng đủ lớn để chứa hàng triệu phân tử. Sự sống động của tế bào cũng xuất hiện đa dạng. Mọi tế bào da của bạn đều là tế bào chết. Nếu bạn là một người lớn trung bình thì bạn mang trên mình khoảng nửa pound (1 pound = 0,454kg) tế bào da chết, vài tỷ tế bào da

chết bị bong ra khỏi cơ thể bạn mỗi ngày. Bạn hãy dùng ngón tay quệt mạnh lên một chiếc kệ phủ đầy bụi, một tỷ lệ lớn bụi này là tế bào da chết của con người.

Hầu hết các tế bào sống đều tồn tại không quá một tháng, nhưng có một số tê bào tồn tại rất lâu. Tế bào gan có thể tồn tại suốt nhiều năm, dù rằng các thành phần của chúng có thể được đổi mới sau mỗi vài ngày. Tế bào não tồn tại lâu bằng tuổi thọ của bạn. Khi chào đời bạn có khoảng một trăm tỷ tế bào não, và con số này gần như không thay đổi cho đến khi bạn qua đời. Người ta ước đoán rằng sau mỗi giờ đồng hồ bạn mất đi năm trăm tế bào não. Các thành phần cấu tạo tế bào não liên tục đổi mới, cũng giống như các tế bào gan, nhờ đó không thành phần nào của chúng có thể già hơn một tháng. Thật thế, người ta cho rằng không một phần tử nào trong chúng ta có thể có tuổi thọ hơn chín năm. Có thể chúng ta không cảm thấy thế, nhưng ở góc độ tế bào thì tất cả chúng ta đều là những đứa trẻ.

Người đầu tiên mô tả tế bào là Robert Hooke, người đã tranh cãi cùng Isaac Newton về quyền tác giả của luật nghịch đảo vuông. Hooke gặt hái nhiều thành tựu trong suốt sáu mươi tám năm làm việc, nhưng người ta biết đến ông nhiều nhất qua cuốn sách nổi tiếng *Microphagia: or Some Physiological Descriptions of Miniature Bodies Made by Magnifying Glassess*, xuất bản năm 1665. Cuốn sách này làm say mê công chúng qua những hiểu biết phi thường về tế bào ngoài sức tưởng tượng của bất cứ ai.

Hooke xác định rằng một inch vuông nút bần (cork) chứa 1.259.712.000 tế bào – đây là con số rất lớn lần đầu tiên xuất hiện trong khoa học. Kính hiển vi của Hooke có thể phóng đại hình ảnh lên ba mươi lần, đây là loại kính hiển vi tốt nhất trong suốt thế kỷ mười bảy.

Một thập niên sau Hooke và các thành viên khác của Hội Hoàng gia London nhận được các bức vẽ và bản báo cáo từ một người bán vải vô danh tại Hà Lan, nội dung mô tả một loại kính hiển vi có thể phóng đại hình ảnh lên đến 275 lần. Tên của người bán vải này là Antoni van Leeuwenhoek. Dù không phải là người học cao và không được đào tạo chính quy nhưng ông đã trở thành một chuyên gia quan sát tài năng vượt bậc.

Leeuwenhoek chế biến công cụ cho mọi thử nghiệm của mình và giấu nhẹm các kỹ thuật này, dù rằng đôi khi ông cũng đề cập sơ sài với người Anh về việc họ có thể cải thiện các giải pháp của mình như thế nào.

Suốt năm mươi năm sau, ông viết hai trăm bản báo cáo gửi đến Hội Hoàng gia. Leeuwenhoek không giải thích điều gì mà chỉ trình bày những gì mình khám phá được, cùng với các hình vẽ khéo léo. Ông gửi đến những báo cáo về mọi đề tài hữu ích – mốc trên bánh mì, vết đốt của ong, tế bào máu, răng, tóc, nước bọt của chính ông, phân, tinh dịch – hầu hết những thứ này trước đó chưa bao giờ được quan sát qua kính hiển vi.

Leeuwenhoek khám phá được các động vật nguyên sinh. Ông tính toán rằng có khoảng 8.280.000 động vật nguyên sinh tồn tại chỉ trong một giọt nước – nhiều hơn dân số Hà Lan. Thế giới này tràn ngập sự sống với số lượng mà không ai có thể hình dung được.

Lấy cảm hứng từ những khám phá phi thường của Leeuwenhoek, các nhà khoa học khác bắt đầu quan sát mọi đối tượng qua kính hiển vi. Một trong những chuyên gia quan sát nổi tiếng người Hà Lan, Nicolaus Hartsoecker, tin chắc rằng mình đã nhìn thấy "những con người cực nhỏ" trong các tế bào tinh dịch. Ông gọi đây là "người tí hon" và suốt một khoảng thời gian dài người ta tin rằng mọi người – thực ra là mọi sinh vật – đều mang trong mình những "người tí hon" này. Chính Leeuwenhoek thỉnh thoảng cũng suýt mất mạng vì những thử nghiệm của mình. Trong một lần thử nghiệm ông cố gắng nghiên cứu khả năng phát nổ của thuốc súng bằng cách quan sát một mẩu thuốc súng ở cự ly gần; trong thử nghiệm này ông suýt tự làm mù mắt chính mình.

Năm 1683 Leeuwenhoek khám phá vi khuẩn. Trước năm 1831 vẫn chưa ai trông thấy được nhân của tế bào – nó được khám phá bởi nhà thực vật học người Scotland, Robert Brown. Brown (1773 – 1858) gọi nó là *nucleus* từ tiếng La Tinh *nucula*, có nghĩa là phần cốt lõi. Tuy nhiên, mãi đến năm 1839 người ta mới biết được rằng mọi sinh vật đều được cấu thành bởi tế

bào. Chính Theodor Schwann, một nhà khoa học Đức, đã khám phá điều này. Mãi đến những năm 1860 Louis Pasteur tại Pháp mới khẳng định được rằng sự sống không thể xuất hiện ngẫu nhiên nhưng nó phải xuất nguồn từ các tế bào tồn tại trước đó. Kiến thức này được gọi là "thuyết tế bào", và nó trở thành nền tảng cho bộ môn sinh học hiện đại.

Tế bào được so sánh với nhiều thứ, từ "nhà máy lọc hóa tinh vi" (bởi nhà vật lý học James Trefil) cho đến "vương quốc rộng lớn" (bởi nhà hóa sinh Guy Brown). Dù có kích cỡ hay hình dạng như thế nào, về cơ bản gần như mọi tế bào của bạn đều được xây dựng theo cùng một sơ đồ: chúng có một lớp màng bên ngoài, một hạt nhân trong đó chứa các thông tin về gen di truyền, và một khoảng không gian giữa hai bộ phận này được gọi là "tế bào chất". Lớp màng này không phải là một lớp vỏ cao su bền bỉ như chúng ta thường nghĩ, thay vì thế nó được cấu thành bởi một loại chất béo được gọi là lipit.

Nếu bạn đến thăm một tế bào, có thể bạn sẽ chẳng thấy thích thú chút nào. Khi một tế bào được phóng đại đến mức một nguyên tử cấu thành nó có kích cỡ bằng một hạt đậu, tế bào đó sẽ có kích cỡ bằng một quả cầu có đường kính xấp xỉ nửa dặm, được nâng đỡ bởi cái được gọi là khung tế bào. Trong đó, hàng triệu triệu vật thể – một số có kích cỡ bằng quả bóng rổ, một số có kích cỡ bằng xe ô tô – sẽ di chuyển hỗn độn với tốc độ cực nhanh giống như các đầu đạn. Sẽ không có nơi nào để bạn có thể đứng mà không bị oanh tạc hàng nghìn lần/giây từ mọi hướng. Ngay cả đối với các vật thể tồn tại liên tục trong tế bào thì đây cũng là một nơi nguy hiểm. Mỗi chuỗi DNA bình quân bị oanh tạc một lần mỗi 8,4 giây – mười nghìn lần/ngày – bởi các hóa chất và các tác nhân khác, và mỗi vết thương này cần phải được chữa lành nếu tế bào không muốn bị diệt vong.

Protein là thứ cực kỳ sống động, nó xoay tròn, giãn nở nhịp nhàng, và va chạm vào nhau một tỷ lần/giây. Các enzim, thực ra chúng cũng là một loại protein, va chạm khắp nơi, thực hiện hàng nghìn chức năng/giây. Giống như loài kiến chăm chỉ, chúng luôn bận rộn xây dựng và tái lập các phân tử, vận chuyển từ nơi này đến nơi khác. Một vài loại protein chỉ tồn tại chưa đến ba mươi phút; các protein còn lại tồn tại nhiều tuần lễ. Nhưng tất cả đều tồn tại trong trạng thái quay cuồng. Theo lời de Duve thì, "Thế giới phân tử ắt hẳn hoàn toàn vượt mọi khả năng tưởng tượng của con người vì quá trình vận hành cực nhanh của chúng".

Nhưng khi chúng ta làm chậm lại quá trình hoạt động của chúng, đến một tốc độ mà chúng ta có thể quan sát được các tương tác của chúng, mọi việc dường như không quá hỗn độn như chúng ta nghĩ. Bạn có thể nhận thấy rằng một tế bào là một tập hợp hàng triệu vật thể – lizozim, nội bào, phối tử, protein đủ cỡ đủ loại – va chạm với hàng triệu vật thể khác và thực hiện nhiều chức năng: chiết năng lượng từ chất dinh dưỡng, lắp ráp kết cấu, vất bỏ chất thải, né tránh những kẻ xâm nhập, gửi và nhận thông tin, sửa chữa kết cấu. Về cơ bản, một tế bào chứa khoảng 20.000 loại protein, mỗi loại được được đại diện bởi ít nhất 50.000 phân tử. "Điều này có nghĩa là", Nuland nói, "nếu chúng ta đếm các phân tử thì con số này có thể lên đến ít nhất 100 triệu phân tử protein trong mỗi tế bào. Con số này cho thấy hoạt động hóa sinh diễn ra với cường độ mạnh trong mỗi người".

Đây là một quá trình vận động đòi hỏi sự khắt khe. Tim bạn phải bơm 75 galông (1 galông = 4,54 lít) máu/giờ, 1.800 galông/ngày, 657.000 galông/năm – đủ để đổ đầy một chiếc hồ bơi cỡ lớn – để giúp các tế bào có đủ lượng oxy cần thiết. (Và đó là trong lúc cơ thể nghỉ ngơi. Trong khi bạn tham gia tập thể dục thì tỷ lệ này có thể gia tăng gấp sáu lần). Oxy được sọ mụn (mytochondria) thẩm thấu. Đây là nhà máy chế biến năng lượng của các tế bào, và bình quân có khoảng một nghìn sọ mụn trong mỗi tế bào. Hầu như mọi thức ăn và oxy đưa vào cơ thể bạn đều được chuyển hóa và đưa đến sọ mụn, tại đây chúng được chuyển hóa thành một phân tử được gọi là *adenosine triphosphate*, hay còn gọi là ATP.

Có thể bạn chưa từng nghe nói đến ATP, nhưng chính nó giúp bạn tồn tại. Các phân tử ATP thực ra là các ắc quy nhỏ di chuyển quanh tế bào để cung cấp năng lượng cho mọi quá trình hoạt động của tế bào. Tại bất kỳ thời điểm nào, một tế bào điển hình trong cơ thể bạn luôn có khoảng một tỷ phân tử ATP, và sau mỗi hai phút thì chúng được thay thế bởi hàng tỷ phân tử ATP khác. Mỗi ngày bạn tạo ra và sử dụng một lượng ATP tương đương một nửa trọng lượng cơ thể. Khi bạn cảm thấy da mình ấm áp, đó là lúc ATP đang hoạt động.

Mỗi ngày có hàng tỷ tế bào trong cơ thể bạn chết đi vì ích lợi của bạn và hàng tỷ tế bào mới sẽ xuất hiện. Tế bào có thể chết trong đau đớn – ví dụ, khi bị nhiễm trùng – nhưng thường thì chúng chết đi vì đó là vận mệnh của chúng theo đúng tự nhiên. Đôi khi, khi một tế bào không tự chết đi mà lại bắt đầu phân bào và sinh sản ở tốc độ không thể kiểm soát, chúng ta gọi đây là chứng ung thư. Các tế bào ung thư thực ra chỉ là các tế bào rối loạn. Tế bào cũng thường rối loạn như thế này, nhưng cơ thể có cơ chế đặc biệt để xử lý sự cố này. Rất hiếm khi cơ thể không kiểm soát được sự cố này. Bình quân một khối u ác tính xuất hiện sau mỗi 100 triệu tỷ lần phân bào. Họa hoằn lắm chứng ung thư mới xuất hiện.

Điều kỳ diệu ở đây không phải là xác suất rủi ro cực nhỏ này, mà là tế bào có thể kiểm soát được mọi thứ suốt nhiều chục năm. Chúng kiểm soát được mọi thông tin trong cơ thể: hướng dẫn, thắc mắc, sửa chữa, yêu cầu trợ giúp, đổi mới, vân vân. Hầu hết các tin tức này được chuyển đi qua những người đưa tin được gọi là các hoóc môn (kích thích tố), các hóa chất chẳng hạn insulin, adrenaline, estrogen, và testosterone. Chúng chuyển thông tin từ tuyến giáp và các tuyến nội tiết. Ngoài ra các thông tin còn đến từ não bộ hoặc từ các trung tâm cục bộ. Cuối cùng, các tế bào liên lạc trực tiếp với nhau để đảm bảo hoạt động của chúng được nhịp nhàng.

Có lẽ điều đáng chú ý nhất là: tất cả đều là một hoạt động ngẫu nhiên, một chuỗi bất tận các hoạt động không ngừng chịu sự chi phối của lực đẩy và lực hút. Rõ ràng chẳng có suy nghĩ nào ẩn phía sau mọi hoạt động của các tế bào. Nó diễn ra nhịp nhàng, liên tục, và đáng tin cậy đến mức hiếm khi nào chúng ta ý thức được nó. Đừng bao giờ quên rằng mọi vật sống đều là một kỳ quan của kết cấu nguyên tử.

---

[1] Thực ra nhiều tế bào mất đi trong suốt quá trình phát triển, thế nên đây chỉ là số lượng tế bào tương đối. Con số này có thể thay đổi tùy vào nguồn tài liệu bạn tham khảo. Con số mười nghìn nghìn tỷ này được trích từ tài liệu *Margulis and Sagan*, 1986.

25. THUYẾT TIẾN HÓA CỦA DARWIN

Đầu mùa Thu năm 1859, Whitwell Elwin, biên tập viên của tập san nổi tiếng tại Anh quốc *Quarterly Review*, nhận được bản thảo một cuốn sách mới từ nhà nghiên cứu tự nhiên Charles Darwin. Elwin đọc cuốn sách này với sự say mê và xác nhận rằng đây là một cuốn sách xuất sắc, nhưng ông lại e rằng đề tài của cuốn sách không thu hút sự chú ý của đông đảo quần chúng. Thay vì thế ông thuyết phục Darwin hãy viết một cuốn sách nói về loài bồ câu. "Mọi người đều quan tâm đến chim bồ câu", ông nhận xét.

Lời khuyên nghiêm túc của Elwin bị phớt lờ. Và cuốn *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* hay còn gọi là cuốn the *Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* đã được phát hành vào cuối tháng mười hai 1859 với giá mười lăm si–ling. Ấn bản đầu tiên gồm 1.250 cuốn được bán sạch chỉ trong ngày đầu tiên. Từ đó đến nay nó liên tục được tái bản và không ngừng tạo ra sự tranh cãi.

Charles Robert Darwin sinh ngày 12 tháng hai, 1809 [1], tại Shrewsbury, một thành phố yên tĩnh thuộc phía Tây miền trung nước Anh. Cha ông là một nhà vật lý tài năng. Mẹ ông, qua đời khi Charles mới tám tuổi, là con gái của Josiah Wedgwood, nổi danh trong nghề gốm thủ công.

Darwin lớn lên trong sự thuận lợi về mọi mặt, nhưng ông không ngừng khiến cha mình thất vọng vì khả năng học tập không mấy sáng sủa của mình. "Con chẳng quan tâm đến thứ gì ngoại trừ việc săn bắn, chăm sóc chó, và bắt chuột, và con sẽ đem lại sự hổ thẹn cho chính mình cũng như cho cả gia đình", cha ông đã từng nói như vậy. Ông quan tâm đến thế giới tự nhiên, nhưng vì chiều theo ý cha mình nên ông cố gắng nghiên cứu y học tại Đại học Edinburgh, rốt cuộc ông không chịu được cảnh máu me và bệnh tật. Ông luôn bị ám ảnh mỗi khi phải chứng kiến một ca giải phẫu nào đó – dĩ nhiên đây là những ngày thuốc gây tê chưa ra đời. Thay vì thế ông thử theo học ngành luật, dù nhận thấy đây là ngành học rất tẻ nhạt nhưng ông vẫn cố gắng hoàn tất chương trình học tại Đại học Cambridge.

Một ngày nọ Darwin được mời lên boong tàu thủy quân *HMS Beagle* dùng bữa tối cùng thuyền trưởng Robert Fitzroy. Fitzroy, vốn là người khá kỳ quặc, rất thích cái mũi của Darwin. (Nó cho thấy một người có cá tính sâu sắc, ông nghĩ vậy). Lúc này Fitzroy chỉ mới hai mươi ba tuổi và Darwin chỉ mới hai mươi hai.

Sứ mệnh của Fitzroy là lập bản đồ các dòng nước duyên hải, nhưng điều ông quan tâm – thực ra phải gọi là đam mê – là tìm kiếm bằng chứng để giải thích về sự sáng tạo được nói đến trong Kinh Thánh.

Khoảng thời gian Darwin ở trên tàu *HMS Beagl*e, từ 1831 đến 1836, rõ ràng là một trải nghiệm cơ sở cho kiến thức của ông về sau. Darwin và Fitzroy cùng ở trong một căn buồng nhỏ, hai người không ngừng cãi cọ, "gần như điên rồ", theo lời kể của Darwin. Tuy nhiên, nhìn chung cuộc hành trình trên tàu HMS Beagle là một thắng lợi. Qua trải nghiệm này Darwin thu thập được rất nhiều mẫu vật để tạo nên danh tiếng của mình và giúp ông bận rộn với công việc trong suốt thời gian còn lại trong đời. Ông khám phá các hóa thạch khổng lồ, gồm cả hóa thạch nổi tiếng *Megatherium*, sống sót qua cơn động đất chết người tại Chile, khám phá một chủng loài cá heo mới (ông đặt tên là *Delphinus fitzroyi*), tiến hành nhiều thử nghiệm sinh học hữu ích, và phát triển một học thuyết nổi tiếng về kết cấu của đảo san hô vòng, ông cho rằng đảo san hô vòng không thể hình thành trong khoảng thời gian ít hơn một triệu năm. Năm 1836, ở độ tuổi hai mươi bảy, ông quay về quê hương sau năm năm hai ngày xa xứ. Từ đó trở đi ông không bao giờ rời khỏi Anh quốc.

Trong cuộc hành trình này Darwin không đề xuất học thuyết nào về sự tiến hóa. Tính đến những năm 1830 thì khái niệm về sự tiến hóa đã tồn tại vài thập niên, ông nội của Darwin, Erasmus, luôn đánh giá cao các nguyên lý tiến hóa trong bài thơ "The Temple of Nature" nhiều năm trước khi Charles chào đời. Mãi đến khi chàng trai trẻ Darwin quay về Anh quốc và đọc

bài tiểu luận *Essay on the Principle of Population* của Thomas Malthus (tài liệu này đề xuất rằng sự gia tăng nguồn thực phẩm không thể theo đuổi kịp sự gia tăng dân số vì những lý do tính toán) thì ý tưởng này mới xuất hiện trong tâm trí ông: sự sống là một cuộc đấu tranh liên tục và sự chọn lọc tự nhiên là phương tiện để một số chủng loài phát triển thịnh vượng trong khi các chủng loài khác bị diệt vong. Đặc biệt Darwin nói rằng mọi sinh vật đều cạnh tranh để giành nguồn sống, và những loài bẩm sinh có hoàn cảnh thuận lợi là những loài phát triển mạnh và truyền lại cho thế hệ sau những ưu điểm hiện có. Theo cách đó các chủng loài này không ngừng cải thiện.

Dường như đây là một ý tưởng vô cùng đơn giản – quả thực nó rất đơn giản – nhưng nó giải thích được rất nhiều điều quan trọng, và Darwin sẵn sàng dành cả đời mình để theo đuổi ý tưởng này. "Sao tôi lại có thể không nghĩ ra được điều đó nhỉ!" T. H. Huxley gào lên khi đang đọc tài liệu cuốn *On the Origin of Species*.

Darwin không dùng từ ngữ "sự tồn tại của những loài thích hợp nhất" trong bất kỳ tác phẩm nào của mình (dù ông thể hiện sự ngưỡng mộ dành cho việc này). Từ ngữ này xuất hiện năm năm sau khi cuốn *On the Origin of Species* được phát hành (trong cuốn *Principles of Biology* của Herbert Spencer vào năm 1864). Ông cũng không dùng từ ngữ "sự tiến hóa" trong các sách của mình mãi đến khi ấn bản lần thứ sáu của cuốn *On the Origin of Species* ra đời (đến lúc này thì từ ngữ này đã được sử dụng quá phổ biến nên không thể cưỡng lại), thay vì thế ông dùng từ ngữ "sự biến thể". Trên hết, các kết luận của Darwin không xuất nguồn từ những nhận biết của ông về sự đa dạng nơi mỏ của loài chim sẻ suốt khoảng thời gian ông sống tại quần đảo Galápagos. Người ta kể rằng trong khi Darwin di chuyển từ đảo này sang đảo khác, ông nhận thấy rằng mỏ của loài chim sẻ tại mỗi đảo luôn thay đổi hình dạng khác nhau để thích nghi với việc khai thác tài nguyên ở từng nơi – tại đảo này mỏ chim sẻ ngắn và chắc chắn, thích hợp cho việc đập vỡ các loại quả hạch, trong khi đó tại đảo khác mỏ chim sẻ lại dài và nhỏ hơn, thích hợp cho việc săn bắt thức ăn từ các kẽ đá – và chính điều này khiến ông nghĩ rằng có lẽ đây là các chủng loài chim khác nhau trong thế giới tự nhiên.

Thực ra, chính chim sẻ đã tự thay đổi cấu trúc mỏ như thế, nhưng Darwin không nhận ra điều này. Tại thời điểm tham gia cuộc hành trình *Beagle*, Darwin mới vừa tốt nghiệp đại học và vẫn chưa phải là nhà nghiên cứu tự nhiên thành thạo, thế nên ông không ý thức được rằng tất cả chim tại quần đảo Galápagos đều là loài chim sẻ. Chính bạn ông, nhà điểu cầm học tên là John Gould, đã xác định được rằng tất cả chúng đều là loài chim sẻ với những khả năng săn bắt khác nhau. Thật đáng tiếc, vì thiếu kinh nghiệm nên Darwin không xác định được những con chim nào đến từ hòn đảo nào. (Ông cũng phạm cùng một sai lầm như thế đối với loài rùa). Phải mất nhiều năm người ta mới có thể giải quyết được những rối ren này.

Do những thiếu sót này, và việc phân loại các mẫu vật thu thập được từ cuộc hành trình *Beagle*, mãi đến năm 1842, sáu năm sau khi quay về Anh quốc, Darwin mới có thể phác họa được các kiến thức cơ sở nơi học thuyết mới của mình. Ông trình bày những hiểu biết này trong tập tài liệu dày 230 trang sau đó hai năm. Về sau ông thực hiện một việc phi thường: ông gác lại mọi việc cho thập niên sau và bắt đầu quan tâm đến các vấn đề khác. Ông trở thành cha của mười đứa con, dành tám năm để viết một tài liệu đầy đủ về loài sum ("Tôi ghét loài sum, trước đây chưa ai ghét chúng cả", ông kết thúc tác phẩm của mình bằng câu nói này), và mắc phải một chứng bệnh lạ khiến ông rơi vào trạng thái mệt mỏi, bơ phờ, và "khích động" theo lời ông. Các triệu chứng này luôn đi kèm với sự nôn mửa, đau nửa đầu, nhịp tim nhanh, kiệt sức, hồi hộp, thở ngắn, và suy nhược nghiêm trọng.

Vẫn chưa ai xác định được nguyên nhân khiến ông ngã bệnh, nhưng theo ước đoán thì có khả năng ông mắc phải chứng Chagas, một chứng bệnh nhiệt đới kéo dài, lây nhiễm từ loài rệp Benchuga ở Nam Mỹ. Ông dành phần lớn đời mình cho việc chữa trị bệnh tật. Ông trở thành người sống ẩn dật, hiếm khi rời khỏi nhà tại Kent, Down House.

Darwin giữ kín học thuyết của mình vì ông hiểu rõ những sóng gió mà nó có thể tạo ra. Năm 1844, trong khi học thuyết của ông vẫn chưa được phổ biến, một cuốn sách được gọi là *Vestiges of the Natural History of Creation* đã khuấy động thế giới với ý tưởng rằng có lẽ con người đã tiến hóa từ một loài động vật có vú mà không có sự can thiệp của đấng Tạo hóa. Vì

đoán biết được sự phản đối từ phía công chúng, tác giả của cuốn sách giấu nhẹm tên tuổi của mình, ngay cả với những người bạn thân nhất, suốt bốn mươi năm. Một số người băn khoăn liệu tác giả cuốn sách này có phải là Darwin hay không. Một số khác đoán rằng tác giả cuốn sách này là của Prince Albert. Thật ra, tác giả của cuốn sách này là Robert Chambers vốn là chủ của một nhà xuất bản nọ. Lý do ông nặc danh là vì nhà xuất bản của ông là nhà xuất bản hàng đầu trong việc xuất bản Kinh Thánh. Cuốn *Vestiges of the Natural History of Creation* bị giới tăng lữ tại Anh quốc và nhiều nơi khác nguyền rủa, đồng thời cũng nhận được phản ứng giận dữ từ phía các học giả thời ấy. Cuốn *Edinburgh Review* dành phần lớn số trang sách – tám mươi lăm trang – để chỉ trích cuốn *Vestiges of the Natural History of Creation*. Ngay cả T. H. Huxley, một người tin vào sự tiến hóa, cũng lên án cuốn sách này bằng những lời lẽ chua cay, và không hề biết rằng tác giả của cuốn sách này là một người bạn của mình.

Darwin luôn bị dằn vặt bởi suy nghĩ của chính mình. Ông tự xem mình là "Giáo sĩ của loài ma quỷ" và nói rằng việc tiết lộ thuyết tiến hóa của mình cũng giống như việc "tự thú về tội sát nhân". Ngoài ra, ông biết rõ rằng thuyết tiến hóa sẽ làm tổn thương sâu sắc người vợ ngoan đạo của mình. Tạm thời ông phát hành bản thảo với tựa đề *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection* – một tựa đề nhạt nhẽo đến mức người xuất bản của ông, John Murray, quyết định chỉ in năm trăm bản. Nhưng ngay khi đọc nội dung bản thảo, Murray quyết định lại và gia tăng số lượng lên đến 1.250.

An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection lập tức đem lại lợi nhuận to lớn, nhưng ít bị chỉ trích hơn. Học thuyết của Darwin gần như không được chứng thực qua các bằng chứng hóa thạch. Nếu các chủng loài mới liên tục tiến hóa, vậy thì phải có nhiều hình thức tiến hóa trung gian còn tồn tại qua các hóa thạch, nhưng sự thật lại không có. [2]

Nhưng lúc này Darwin, không trình bày được bằng chứng nào, lại khẳng định rằng ắt hẳn các đại dương cổ là nơi cư trú của muôn loài và rằng chúng ta vẫn chưa tìm kiếm được vì nó không được bảo tồn. Về phần giải thích thì Darwin tự biện – có sáng tạo nhưng không xác thực – rằng có lẽ các đại dương trước kỷ Cambri quá sạch nên không thể lắng trầm tích thế nên không có các hóa thạch về các hình thức tiến hóa trung gian.

Ngay cả những người bạn thân nhất của Darwin cũng cảm thấy khó có thể tán thành với sự quyết đoán của Darwin. Adam Segwick, người đã dạy Darwin tại Đại học Cambridge và đưa Darwin tham quan xứ Wales vào năm 1831, nói rằng cuốn sách được gửi tặng ông khiến ông cảm thấy "đau đầu hơn là thú vị". Louis Agassiz bác bỏ nó và xem đó là một ước đoán nghèo nàn. Thậm chí Lyell còn phải than thở rằng: "Darwin đã đi quá xa vấn đề".

T. H. Huxley không thích sự ngoan cố của Darwin vì ông vốn là người ủng hộ thuyết đột biến, ông tin rằng quá trình tiến hóa là một quá trình diễn ra đột ngột chứ không phải chầm chậm theo thời gian. Những người theo thuyết đột biến không thể chấp nhận rằng các cơ quan tinh vi xuất hiện chầm chậm theo từng giai đoạn. Rốt cục thì một nửa con mắt và một phần mười chiếc cánh có thể làm được gì? Những cơ quan như thế, họ nghĩ, chỉ có thể hữu ích khi xuất hiện ở trạng thái trọn vẹn.

Niềm tin này gắn chặt vào tâm trí của Huxley vì gợi nhắc một niềm tin tín ngưỡng thủ cựu được đề xuất bởi nhà thần học người Anh tên là William Paley vào năm 1802. Paley tin rằng nếu bạn tìm thấy một chiếc đồng hồ đeo tay trên mặt đất, dù rằng trước đây bạn chưa bao giờ trông thấy bất kỳ vật gì giống như thế, bạn luôn lập tức ý thức được rằng nó đã được tạo ra bởi một đối tượng nào đó có trí thông minh. Tương tự với thế giới tự nhiên, ông tin rằng: sự tinh vi của nó là bằng chứng về hình dạng của nó. Niềm tin này tồn tại mạnh mẽ suốt thế kỷ mười chín, và nó cũng khiến Darwin gặp rắc rối. Trong cuốn *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection* ông cũng thừa nhận rằng "xét ở mức độ cao nhất thì có lẽ ý tưởng này cũng trở thành ngớ ngẩn" khi nói rằng sự chọn lọc tự nhiên có thể tạo ra các bước phát triển như thế.

Dù thế, Darwin vẫn không ngừng khăng khăng rằng mọi thay đổi đều diễn ra chầm chậm, mà trong mọi ấn bản của cuốn *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties*

through Natural Selection ông vẫn dành thêm nhiều trang giấy nữa để khẳng định điều này, chính điều này làm cho ý tưởng của ông ngày càng nhận được nhiều sự phản đối. "Cuối cùng", theo lời nhà khoa học kiêm nhà sử học Jeffrey Schwartz, "Darwin gần như đánh mất mọi sự ủng hộ".

Thật trớ trêu, dù cuốn sách của Darwin có tựa đề là *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection*, ông vẫn không giải thích được nguồn gốc của các chủng loài. Học thuyết của Darwin nói đến một cơ cấu giúp các chủng loài ngày càng phát triển mạnh khỏe hơn, hoặc nhanh nhẹn hơn, hoặc tốt hơn – phù hợp hơn – nhưng lại không nói đến việc một chủng loài mới xuất hiện như thế nào. Một kỹ sư người Scotland, Fleeming Jenkin, trình bày thiếu sót này trong khi tranh luận cùng Darwin. Darwin tin rằng bất kỳ đặc điểm ích lợi nào cũng được di truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác để củng cố chủng loài.

Jenkin vạch ra rằng một đặc điểm ích lợi đối với bậc cha mẹ có thể không xuất hiện ở thế hệ sau, nhưng thực ra đặc điểm này sẽ trở nên yếu ớt hơn do quá trình pha trộn giữa cha và mẹ. Nếu bạn rót rượu whisky vào một cốc nước, bạn không thể làm cho whisky mạnh hơn, bạn chỉ khiến nó yếu hơn. Và nếu bạn rót loại rượu loãng này vào một cốc nước khác, nó sẽ suy yếu hơn nữa. Tương tự, một đặc điểm ích lợi nơi một con vật nào đó sẽ bị pha trộn cùng bạn tình của nó, khiến cho đặc điểm ích lợi này ngày một suy yếu mãi đến khi nó hoàn toàn biến mất. Thế nên học thuyết của Darwin không phải là phương cách để thay đổi, mà chỉ là phương cách để không thay đổi. Nếu có sự chọn lọc tự nhiên, chúng ta cần có một cơ cấu khác.

Cách đó tám trăm dặm, tại một góc yên tĩnh của Trung Âu có một thầy tu tên là Gregor Mendel, chính ông là người đã tìm ra giải pháp cho vấn đề này.

Mendel sinh năm 1822 trong một gia đình nông dân tại vùng sông nước thuộc Áo, ngày nay thuộc địa phận Cộng hòa Séc. Mendel là nhà khoa học chính thức – ông nghiên cứu vật lý và toán học tại Học viện Olmutz và tại Đại học Vienna – ông có khả năng ứng dụng khoa học kỹ thuật vào mọi công việc của mình. Hơn nữa, tu viện tại Brno nơi ông sống từ năm 1843 cũng là một học viện. Nó có một thư viện chứa hơn hai mươi nghìn cuốn sách và phòng nghiên cứu khoa học.

Trước khi bắt tay vào các thử nghiệm, Mendel dành hai năm để chuẩn bị các mẫu vật, bảy giống đậu, để đảm bảo rằng chúng sinh sản đúng cách. Sau đó, với sự trợ giúp của hai phụ tá, ông liên tục gây giống và lai giống từ ba mươi nghìn cây đậu. Đó là một công việc tỉ mỉ, đòi hỏi họ phải cố gắng tránh sự thụ tinh chéo và ghi nhận từng thay đổi nhỏ nhặt trong quá trình phát triển của chúng, những thay đổi về hạt, vỏ hạt, lá, thân cây, và hoa. Mendel biết rõ mình đang làm gì.

Ông không bao giờ dùng từ "gen" – mãi đến năm 1913 từ này mới xuất hiện, trong một cuốn từ điển y khoa tiếng Anh – dù rằng chính ông là người tạo ra từ "trội" và "lặn". Ông xác định rằng mọi hạt mầm đều chứa hai "nhân tố" hay "yếu tố" – một trội và một lặn – và các nhân tố này, khi kết hợp với nhau, tạo ra các kiểu di truyền có thể tiên đoán được.

Ông trình bày các kết quả này bằng các công thức toán học chính xác. Tổng cộng Mendel trải qua tám năm thử nghiệm, sau đó xác định các kết quả của mình với các thử nghiệm tương tự đối với các loài hoa, bắp, và các thực vật khác.

Khi báo cáo của Mendel được phát hành, ông háo hức gửi một bản đến nhà thực vật học nổi tiếng người Thụy Sĩ tên là Karl–Wilhelm von Nageli. Đáng tiếc là Nageli không nhận ra được tầm quan trọng từ những khám phá của Mendel. Ông đề nghị rằng Mendel nên thử gây giống đối với cây thuộc họ cúc (có hoa đỏ, da cam hoặc vàng, thường mọc thành cụm). Mendel ngoan ngoãn nghe theo lời đề nghị của Nageli, nhưng ông nhanh chóng nhận ra rằng cây thuộc họ cúc không có các đặc tính cần thiết cho việc nghiên cứu tính di truyền. Ông nhận thấy rõ ràng là Nageli không đọc kỹ tài liệu của ông, hoặc có thể chẳng đọc trang nào. Nản lòng, Mendel từ bỏ việc nghiên cứu tính di truyền và trải qua phần đời còn lại nuôi trồng các loại thực vật nổi tiếng và nghiên cứu ong, chuột, vệt đen ở mặt trời, vân vân. Cuối cùng ông được phong làm cha

trưởng tu viện.

Những khám phá của Mendel không hoàn toàn bị quên lãng. Nghiên cứu của ông được trình bày trong tập san *Encyclopaedia Britannica* và nhiều lần được trích dẫn trong tài liệu quan trọng của nhà khoa học người Đức tên là Wilhelm Olbers Focke. Thật ra, vì những ý tưởng của Mendel không bao giờ bị chìm ngập dưới mớn nước của tư duy khoa học nên chúng dễ dàng hồi sinh khi thế giới sẵn sàng đón nhận chúng.

Không hề biết được điều này, cả Darwin lẫn Mendel đã thiết lập nền tảng quan trọng cho mọi môn khoa học đời sống suốt thế kỷ hai mươi. Darwin nhận thấy rằng mọi đời sống đều có mối liên hệ tương quan, rằng rút cục thì "chúng xuất nguồn từ một tổ tiên duy nhất, một nguồn chung", trong khi khám phá của Mendel cung cấp cơ cấu nhằm giải thích tại sao điều này lại xảy ra. Lẽ ra hai người này có thể dễ dàng trợ giúp lẫn nhau. Mendel có một bản tiếng Đức cuốn *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection*, người ta cho rằng ắt hẳn ông đã đọc nó, thế nên ắt hẳn ông đã nhận thấy khả năng ứng dụng những khám phá của mình vào những khám phá của Darwin, tuy nhiên dường như ông không muốn tìm cách liên hệ các khám phá này. Về phần Darwin, ông đã đọc tài liệu nổi tiếng của Focke (trong đó trích dẫn nhiều khám phá của Mendel), nhưng lại không kết hợp được những khám phá của Mendel với những khám phá của chính mình.

Trong những khám phá của Darwin, điều mà mọi người đều cho rằng do tưởng tượng mà có – Darwin cho rằng loài người tiến hóa từ loài khỉ không đuôi – hóa ra lại hoàn toàn không phải do tưởng tượng. Cuộc tranh cãi cuối cùng diễn ra vào thứ Bảy ngày 30 tháng Ba, 1860, tại cuộc họp của Hội Khoa học Tiên tiến Anh quốc tại Oxford. Huxley bị ép buộc tham gia bởi Thượng viện Robert, tác giả cuốn *Vestiges of the Natural History of Creation*, dù rằng ông vẫn chưa biết được mối quan hệ giữa Robert và bộ sách đem lại nhiều tranh cãi này. Hơn một nghìn người tụ tập trong khán phòng. Mọi người đều biết rằng một điều gì đó lớn lao sắp xảy ra, dù trước tiên họ phải chờ đợi trong khi diễn giả John William Drapher của Đại học New York dành hai giờ đồng hồ để nói về "Tư duy mới mẻ của Darwin".

Cuối cùng, Giám mục tại Oxford, Samuel Wilberforce, đứng lên phát biểu. Trước đó Wilberforce đã trao đổi cặn kẽ với người luôn phản đối học thuyết của Darwin là Richard Owen. Người ta kể rằng, Wilberforce hướng về phía Huxley với nụ cười khô khan và hỏi Huxley rằng liệu ông có thể quả quyết về mối liên hệ với loài khỉ không đuôi giống như mối quan hệ giữa ông với ông bà của mình không. Dĩ nhiên đây là một câu hỏi nhằm châm biếm.

Cuối cùng Darwin cũng trình bày rõ niềm tin của mình vào mối quan hệ giữa con người với loài khỉ không đuôi trong cuốn *The Descent of Man* vào năm 1871. Đây là một kết luận táo bạo vì không có một mẩu hóa thạch nào xác nhận khái niệm này. Vết tích duy nhất về loài người giống loài khỉ không đuôi đó là các mẩu xương của người Neanderthal được khám phá tại Đức và vài mảnh xương hàm không rõ nguồn gốc.

Tuy nhiên, Darwin dành phần lớn những ngày tháng cuối cùng của mình cho các đề tài khác, hầu hết các đề tài này đều không liên quan đến sự chọn lọc tự nhiên. Ông dành nhiều thời gian để thu thập và nghiên cứu phân chim nhằm tìm hiểu tại sao hạt mầm thực vật lại có thể được đưa đi từ lục địa này đến lục địa khác, và ông trải qua nhiều năm nghiên cứu về các loài giun. Một trong những thử nghiệm nổi tiếng của ông là chơi đàn dương cầm cho chúng nghe, không phải để giúp chúng cảm thấy vui mà là để nghiên cứu tác động của âm thanh đối với chúng. Ông cũng là người đầu tiên xác định được rằng chính loài giun giúp đất trồng luôn được tơi xốp. "Chúng ta có thể nghĩ rằng có nhiều chủng loài động vật khác đóng vai trò quan trọng trong lịch sử thế giới", ông viết trong kiệt tác của mình về đề tài này, cuốn *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms* (1881), thực ra cuốn sách này còn nổi tiếng hơn cả cuốn *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection*. Các tác phẩm nổi tiếng khác của ông gồm có *On the Various Contrivances by Which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects* (1862), *Expressions of Emotions in Man and Animals* (1872), cuốn này bán được 5.300 bản chỉ trong ngày đầu tiên xuất bản, *The Effects of Cross and*

Self Fertilization in the Vegetable Kingdom (1876), và cuốn cuối cùng của ông, *The Power of Movement in Plants*. Cuối cùng, ông dành nhiều nỗ lực cho việc nghiên cứu hậu quả từ sự giao phối các đối tượng có quan hệ thân thuộc gần gũi (trực hệ) – đây là vấn đề ông quan tâm rất nhiều. Darwin kết hôn với em họ của mình nên ông thường lo lắng về những khuyết điểm về trí não có thể xuất hiện nơi con cái.

Darwin nhận được nhiều sự ca ngợi trong suốt cuộc đời, nhưng chưa bao giờ vì cuốn *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection*. Khi Hội Hoàng gia tặng ông huy chương danh dự, ông chỉ nhận được các huy chương về địa chất học, động vật học, và thực vật học, nhưng ông chưa bao giờ nhận được huy chương về thuyết tiến hóa của mình. Ông chưa bao giờ được phong tước Hầu, dù ông được chôn cất tại tu viện Westminter – kế bên Newton. Ông qua đời tại Down vào tháng Tư 1882. Mendel qua đời hai năm sau đó.

Học thuyết của Darwin không nhận được sự ủng hộ phổ biến mãi đến thập niên 1930 và 1940, với sự phát triển của các học thuyết đã được gọt dũa được gọi là Modern Synthesis, kết hợp các ý tưởng của Darwin với các ý tưởng của Mendel cùng nhiều ý tưởng khác, về phần Mendel, sự cảm kích dành cho ông cũng chỉ xuất hiện sau khi ông qua đời, dù có muộn màng hơn.

Thế giới đã sẵn sàng để hiểu được tại sao chúng ta lại xuất hiện ở đây – chúng ta sinh sản như thế nào. Thật ngạc nhiên khi nghĩ đến việc vào đầu thế kỷ hai mươi, và suốt vài năm sau đó, các nhà khoa học giỏi nhất trên thế giới cũng không thể khẳng định được với bạn rằng em bé được hình thành từ đâu.

Và đây cũng là những người cho rằng khoa học sắp đi đến điểm cuối.

---

[1] Cũng ngày này tại Kentucky, Abraham Lincoln chào đời.

[2] Thật ngẫu nhiên, vào năm 1861, trong khi sự tranh cãi vẫn diễn ra quyết liệt, có một bằng chứng như thế xuất hiện khi các công nhân tại Bavaria tìm thấy xương của một con chim thủy tổ, một sinh vật nửa chim nửa khủng long. (Nó có lông, nhưng cũng có răng). Đây là một khám phá ấn tượng và hữu ích, và ý nghĩa của nó được đánh giá cao, nhưng chỉ một bằng chứng không thôi thì khó có thể thuyết phục.

26. CHẤT LIỆU CẤU THÀNH SỰ SỐNG

Nếu cha mẹ bạn không kết hợp đúng lúc như họ đã từng kết hợp – có lẽ chỉ tính bằng giây hoặc thậm chí một phần nghìn giây – thì bạn đã không có mặt ở đây. Và nếu cha mẹ bạn không kết hợp tại cùng một thời điểm, bạn cũng không thể xuất hiện. Và nếu cha mẹ của họ không thực hiện cùng một việc như thế, nếu ông bà của họ không thực hiện cùng một việc như thế, và vân vân, thì bạn cũng không thể xuất hiện trong đời sống này.

Bạn hãy quay lại thời điểm tám thế hệ trước đây, vào thời Charles Darwin và Abraham Lincoln chào đời, bạn sẽ có hơn 250 người mà sự sống của bạn phụ thuộc vào sự kết hợp của họ. Bạn hãy lùi lại xa hơn nữa, vào thời Shakespeare, bạn sẽ có không ít hơn 16.384 tổ tiên tạo ra các điều kiện cần thiết để cấu thành bạn.

Cách đây hai mươi thế hệ, con số những người tạo ra sự sống của bạn lên đến 1.048.576 người. Nếu lùi lại thêm năm thế hệ nữa, con số này là 33.554.432. Cách đây ba mươi thế hệ, tổng số tổ tiên của bạn – hãy nhớ rằng trong số này không kể đến cô, dì, cậu, chú, anh em họ... của bạn, mà chỉ là cha mẹ của cha mẹ của cha mẹ... của bạn – là hơn một tỷ (chính xác là 1.073.741.824). Nếu bạn quay lại sáu mươi thế hệ, đến thời La mã cổ đại, con số này lên đến xấp xỉ 1.000.000.000.000.000.000, con số này nhiều hơn vài nghìn lần so với tổng số người đã từng tồn tại trên trái đất.

Rõ ràng những tính toán của chúng ta ở đây đã sai. Câu trả lời ở đây là: dòng giống của bạn không hề thuần chủng. Bạn không thể xuất hiện mà không thông qua mối quan hệ giao hợp giữa những người có họ hàng gần với nhau – thực ra rất nhiều mối quan hệ gần gũi như thế này. Với nhiều triệu tổ tiên trong quá khứ, ắt hẳn phải có nhiều khi một người thân từ họ ngoại kết hợp cùng một người thân từ họ nội. Thật vậy, nếu hiện giờ bạn đang kết hôn cùng một người thuộc cùng chủng tộc và cùng quốc gia, có khả năng rất lớn là hai bạn có mối quan hệ họ hàng tại một mức độ nào đó. Nếu bạn quan sát những người trên xe buýt, hoặc tại công viên, hoặc tại quán rượu, hoặc tại bất kỳ nơi đông người nào, *hầu hết* những người bạn trông thấy đều có họ hàng với nhau. Khi một ai đó khoác lác với bạn rằng họ là con cháu của Hoàng đế William, bạn cũng có thể lập tức đáp lời rằng: "Tôi cũng vậy", về cơ bản tất cả chúng ta đều là thành viên của một đại gia đình.

Chúng ta cũng giống nhau đến mức kỳ lạ. Bạn hãy so sánh gen di truyền của mình với gen di truyền của bất kỳ ai, chúng sẽ giống nhau đến 99,9 phần trăm. Đó là những gì giúp chúng ta đều là loài người. Phần khác biệt cực nhỏ, 0,1 phần trăm – một phần nghìn – là những gì tạo ra cá tính của từng người. Mãi đến những năm gần đây chúng ta mới giải mã được bộ gen di truyền của loài người. Thật ra, không có cái được gọi là "bộ gen di truyền của loài người". Bộ gen di truyền của từng cá nhân luôn khác nhau. Nếu không thế thì mọi người sẽ giống hệt nhau. Đó là sự tái hợp bất tận giữa gen di truyền của từng cá nhân – mỗi cá nhân có bộ gen di truyền gần giống nhau – điều đó giúp chúng ta có cá tính của riêng mình nhưng đồng thời cùng là loài người.

Nhưng chính xác thì thứ mà chúng ta gọi là bộ gen di truyền này là gì? Và gen di truyền là gì? Chúng ta hãy bắt đầu với một tế bào duy nhất. Bên trong tế bào là nhân tế bào, và bên trong nhân tế bào là các nhiễm sắc thể – bốn mươi sáu bó nhiễm sắc thể tinh vi, trong số này có hai mươi ba bó được di truyền từ phía mẹ và hai mươi ba bó còn lại được di truyền từ phía cha. Với rất ít ngoại lệ, mỗi tế bào trong cơ thể bạn – khoảng 99,999 phần trăm – mang cùng loại bổ thể của các nhiễm sắc thể. (Ngoại lệ ở đây là các tế bào máu, một số tế bào hệ thần kinh, và các tế bào trứng và tinh dịch, vì một số lý do cấu tạo mà chúng không mang đầy đủ các yếu tố di truyền). Nhiễm sắc thể tạo ra một tập hợp các dữ liệu cần thiết để cấu thành và duy trì sự sống của bạn và được cấu thành từ các tuyến hóa chất kỳ diệu được gọi là axít deoxyribonucleic hay gọi là DNA – "phân tử kỳ diệu nhất trên trái đất".

DNA tồn tại vì một lý do duy nhất – để tạo ra nhiều DNA hơn nữa – và bạn có nhiều DNA trong cơ thể mình: một chuỗi DNA dài khoảng sáu foot (gần hai mét) tồn tại trong hầu hết các

tế bào. Mỗi chuỗi DNA chứa khoảng 3,2 tỷ ký tự mã, đủ để tạo ra $10^{3.480.000.000}$ khả năng kết hợp. Đó là một khả năng cực lớn – con số một và theo sau là hơn ba tỷ con số không. "Phải tốn hơn năm nghìn cuốn sách cỡ trung mới có thể đủ để viết ra con số này", theo lời de Duve. Bạn hãy ngắm nhìn chính mình trong gương và hình dung rằng bạn đang ngắm nhìn mười nghìn nghìn tỷ tế bào, và hầu hết mỗi tế bào đều chứa khoảng hai mét DNA. Nếu toàn bộ DNA trong cơ thể bạn được nối lại với nhau thành một sợi dây dài, sợi dây này có thể có độ dài gấp nhiều lần so với khoảng cách từ trái đất đến mặt trăng. Tổng cộng, theo một tính toán nọ, sợi dây này sẽ có độ dài hai mươi triệu kilomet.

Tóm lại, cơ thể bạn thích sản xuất DNA và nếu không có DNA thì bạn không thể sống sót. Tuy nhiên DNA không phải là một đối tượng sống động. Không phân tử nào có thể tồn tại mà không sống động, ngoại trừ DNA. Nó là "một trong những phân tử hóa học trơ trong thế giới sống", theo lời nhà di truyền học Richard Lewontin. Đó là lý do tại sao nó có thể hồi sinh từ các vết thương lâu ngày hoặc từ tinh dịch trong các vụ án. Nó cũng giải thích tại sao các nhà khoa học phải trải qua khoảng thời gian dài mới có thể hiểu được làm cách nào để một vật chất kém sinh động như thế có thể là trung tâm điểm cấu thành sự sống.

DNA được khám phá lần đầu vào năm 1869 bởi Johann Friedrich Miescher, một nhà khoa học người Thụy Sĩ làm việc tại Đại học Tubingen, Đức. Trong khi nghiên cứu một mẩu mủ (của vết thương) trên một dải băng, Miescher tìm thấy một vật chất mà ông không thể xác định và gọi nó là nhân (vì nó tồn tại trong nhân của tế bào). Khi ấy Miescher chỉ ghi chú qua loa về sự tồn tại của nó, hai mươi ba năm sau trong một lá thư gửi cho chú của mình, ông đề xuất khả năng rằng các phân tử như thế có thể là tác nhân của sự di truyền. Đây là sự hiểu biết sâu sắc, nhưng khoa học ngày ấy chưa đủ tiến bộ để có thể tận dụng được sự hiểu biết này.

Gần nửa thế kỷ sau người ta cho rằng chất liệu này – ngày nay được gọi là axít deoxyribonucleic, hay còn gọi là DNA – đóng vai trò phụ trong tính di truyền. Nếu thế thì quá đơn giản. Người ta xác định rằng nó chỉ có bốn thành phần cơ bản, được gọi là các nucleotide, điều này cũng giống như việc sở hữu một bảng chữ cái gồm bốn mẫu tự. Làm sao bạn có thể viết được câu chuyện về sự sống chỉ với bốn mẫu tự như thế? Khi ấy người ta cho rằng DNA chẳng có chức năng gì. Nó chỉ ở đó trong các nhân, có lẽ để nối các nhiễm sắc thể với nhau hoặc đóng một vai trò tầm thường nào đó mà họ chưa xác định được. Họ nghĩ rằng sự phức tạp cần thiết là ở các loại protein trong nhân tế bào.

Tuy nhiên, có hai vấn đề khi bỏ qua ý nghĩa của DNA. Thứ nhất, DNA xuất hiện rất nhiều: khoảng hai mét đối với hầu hết các nhân tế bào, thế nên rõ ràng tế bào cần vận dụng DNA theo một cách thức quan trọng nào đó. Thứ hai, DNA liên tục xuất hiện trong các thử nghiệm. Trong hai nghiên cứu đặc biệt, một liên quan đến vi khuẩn *Pneumonococcus* và một liên quan đến các vật ăn vi khuẩn (các virus đầu độc vi khuẩn), DNA cho thấy ý nghĩa quan trọng không thể giải thích. Các bằng chứng cho thấy rằng DNA có liên quan đến quá trình tạo ra protein, một quá trình cần thiết cho sự sống, tuy nhiên rõ ràng là protein lại được tạo ra *bên ngoài* nhân tế bào.

Ngày đó không ai có thể hiểu được làm thế nào DNA có thể liên quan đến quá trình tạo ra protein. Ngày nay chúng ta biết rằng RNA, hay còn gọi là axít ribonucleic, đóng vai trò trung gian giữa hai đối tượng này. Thật kỳ quặc khi biết rằng DNA và protein không nói cùng một ngôn ngữ. Để có thể liên lạc với nhau chúng phải cần đến người trung gian là RNA. Làm việc với hóa chất được gọi là ribosome, RNA chuyển dịch các thông tin từ DNA của tế bào thành các thông tin mà protein có thể hiểu và thực hiện theo.

Tuy nhiên, mãi đến đầu những năm 1900 chúng ta vẫn còn một chặng đường dài để có thể hiểu được điều đó, hoặc có thể hiểu được những yếu tố quan trọng liên quan đến sự di truyền.

Rõ ràng chúng ta cần phải có những thử nghiệm thông minh và sáng tạo hơn, và thật hạnh phúc khi có sự xuất hiện của một thanh niên tài năng có thể đảm nhận trọng trách này. Tên ông là Thomas Hunt Morgan, và vào năm 1904, chỉ bốn năm sau những thử nghiệm nổi tiếng của Mendel đối với các giống đậu và hàng chục năm trước khi từ ngữ "gen di truyền" ra đời, ông bắt đầu thực hiện những thử nghiệm quan trọng nhằm nghiên cứu nhiễm sắc thể.

Nhiễm sắc thể tình cờ được khám phá vào năm 1888, nó được gọi là nhiễm sắc thể vì nó dễ dàng hấp thu màu sắc và dễ dàng được nhận dạng qua kính hiển vi. Đầu thế kỷ hai mươi người ta nghi ngờ rằng liệu chúng có liên quan đến việc di truyền các đặc điểm của chủng loài hay không, và nếu có thì chúng liên quan như thế nào.

Morgan quyết định tìm hiểu về việc này bằng cách nghiên cứu một loài ruồi nhỏ *Drosophila melanogaster*, thường được gọi là ruồi giấm. Khi được chọn làm loài được thử nghiệm, ruồi giấm có nhiều thuận lợi: chúng xuất hiện khắp mọi nơi, và chúng chỉ có bốn nhiễm sắc thể, điều này giúp việc nghiên cứu diễn ra đơn giản hơn.

Xây dựng một phòng thí nghiệm nhỏ (được gọi là gian phòng ruồi) tại Đại học Columbia ở New York, Morgan và các đồng nghiệp bắt tay vào một chương trình gây giống và lai giống hàng triệu con ruồi giấm (một người viết tiểu sử nọ cho rằng hàng tỷ dù rằng có hơi cường điệu), họ phải dùng nhíp để bắt và kiểm tra từng con ruồi nhằm xác định những biến tố trong quá trình di truyền của chúng. Suốt sáu năm họ cố gắng tạo ra những đột biến bằng bất kỳ phương tiện nào họ có thể nghĩ ra – dùng tia X tác động đến chúng, cho chúng sống trong môi trường bóng tối hoặc thừa ánh sáng, hơ nóng chúng trên lò sưởi, cho chúng bay lượn liên tục trong máy ly tâm – nhưng vẫn không thành công. Morgan sắp sửa bỏ cuộc thì đột nhiên có một sự đột biến xuất hiện lặp đi lặp lại – một con ruồi có đôi mắt màu trắng thay vì màu đỏ. Với bước đột phá này, Morgan và các đồng nghiệp có thể tạo ra nhiều đột biến khác, giúp họ theo dõi được các đặc điểm qua từng thế hệ. Từ đó họ xác định được sự tương quan giữa các đặc điểm này và các nhiễm sắc thể của từng cá nhân, cuối cùng họ chứng minh tương đối thuyết phục rằng nhiễm sắc thể là trung tâm của sự di truyền.

Tuy nhiên, vấn đề ở đây là: các gen bí ẩn và DNA tạo ra chúng. Mãi đến năm 1933, khi Morgan nhận giải Nobel về thành tựu nghiên cứu của mình, nhiều nhà nghiên cứu vẫn chưa thể tin rằng gen di truyền có thể tồn tại. Theo lời Morgan tại thời điểm đó thì, "không có sự liên ứng với các gen di truyền – dù chúng có thật hay không". Có lẽ giờ đây bạn cảm thấy ngạc nhiên khi biết rằng đã từng có lúc các nhà khoa học có thể đấu tranh để chấp nhận một sự thật cơ bản đối với hoạt động của tế bào.

Điều chắc chắn ở đây là, có *một yếu tố nào đó* liên quan đến các nhiễm sắc thể đang tác động đến quá trình tái tạo tế bào. Cuối cùng, năm 1944, sau mười lăm năm nỗ lực, một nhóm các nhà khoa học tại Học viện Rockefeller ở Manhattan, dẫn đầu là nhà khoa học thông minh nhưng rụt rè người Canada tên là Oswald Avery, đã thực hiện thành công một thử nghiệm nọ có thể chứng minh được rằng DNA không phải là các phân tử thụ động và gần như chắc chắn rằng DNA là nhân tố quan trọng trong quá trình di truyền. Nhà hóa sinh người Áo tên là Erwin Chargaff cho rằng khám phá của Avery xứng đáng nhận được hai giải Nobel cùng một lúc.

Thật đáng tiếc, Avery bị phản đối bởi một trong các đồng nghiệp của mình tại Học viện tên là Alfred Mirsky, người này đã làm mọi việc để phản đối khám phá của Avery, kể cả việc thuyết phục các lãnh đạo tại Học viện Stockholm không trao giải Nobel cho Avery. Lúc này Avery đã sáu mươi sáu tuổi và khá mệt mỏi. Vì không thể chịu được những tranh cãi đầy căng thẳng, ông xin từ chức và không bao giờ quay lại phòng thí nghiệm tại đây nữa. Nhưng các thử nghiệm khác tại những nơi khác cho thấy rằng những kết luận của Avery là hoàn toàn đúng.

Nếu bạn là tay cá cược vào những năm 1950, có lẽ bạn nên đặt tiền cược vào Linus Pauling của Caltech, một nhà hóa học hàng đầu tại Hoa Kỳ, để đánh cá rằng ông ta là người khám phá được cấu trúc DNA. Pauling là nhà vô địch trong việc xác định kết cấu của các phân tử và là người tiên phong trong lĩnh vực tinh thể học tia X, một kỹ thuật quan trọng được ứng dụng trong việc khám phá cấu trúc DNA. Trong sự nghiệp của mình, ông giành hai giải Nobel (Nobel hóa học năm 1954 và Nobel hòa bình năm 1962), nhưng với DNA, ông khẳng định rằng DNA có cấu trúc xoắn ốc gồm 3 đường thẳng chứ không phải là 2. Thay vì thế, chiến thắng trong lĩnh vực này dành cho nhóm bốn nhà khoa học người Anh nọ.

Trong số bốn người, nhà nghiên cứu thường được nhắc đến nhất là Maurice Wilkins, người đã trải qua phần lớn khoảng thời gian Thế chiến II giúp tạo ra bom nguyên tử. Hai người khác, Rosalind Franklin và Francis Crick, đã trải qua những năm tháng chiến tranh làm việc tại các

hầm mỏ cho chính phủ Anh – Crick kiểm soát thuốc nổ, Franklin kiểm soát việc sản xuất than đá.

Người nổi bật nhất trong nhóm bốn người này là James Watson, một nhân vật phi thường người Mỹ bắt đầu theo học Đại học Chicago khi mới mười bốn tuổi. Ông đạt bằng Tiến sĩ khi mới hai mươi hai tuổi, tại thời điểm này ông làm việc tại phòng thí nghiệm Cavendish tại Cambridge. Năm 1951, ông còn là một chàng trai rụt rè với mái tóc bờm xờm do nhiễm điện từ trường.

Kết luận của họ là, nếu bạn có thể xác định được hình dạng của DNA thì bạn có thể nhận biết phương cách hoạt động và chức năng của nó. Theo lời Watson trong cuốn tự truyện của mình *The Double Helix*, "Tôi hy vọng rằng chúng tôi có thể xác định được cấu trúc gen mà không cần phải nghiên cứu về các chất hóa học". Họ không dự định nghiên cứu DNA. Watson dự định tìm hiểu về tinh thể học, Crick dự định hoàn tất luận án về sự nhiễu xạ tia X của các phân tử lớn.

Dù Crick và Watson muốn giải quyết những bí ẩn về DNA, công việc của họ còn tùy thuộc vào các thử nghiệm của hai đồng nghiệp còn lại trong nhóm, kết quả của các thử nghiệm này xuất hiện rất "ngẫu nhiên", theo lời nhà sử học Lisa Jardine. Vượt xa họ, ít ra thì cũng tại giai đoạn khởi đầu, là hai viện sĩ tại Đại học King ở London, Wilkins và Franklin.

Wilkins sinh tại New Zealand vốn là người rụt rè đến mức dường như chẳng ai trông thấy ông. Năm 1998, tài liệu PBS nói về việc khám phá cấu trúc DNA – thành tựu mà ông chia sẻ giải Nobel cùng Crick và Watson – cũng không khiến ông xuất hiện nhiều trước đám đông.

Cá tính bí ẩn nhất là Franklin. Watson trong cuốn *The Double Helix* mô tả Franklin là một phụ nữ không biết điều, bí ẩn, khó hợp tác, và thiếu gợi cảm. Cô ta thậm chí còn không dùng son môi, ông nhấn mạnh. [1]

Tuy nhiên, cô là nhân vật được yêu mến trong quá trình làm việc nhằm khám phá cấu trúc DNA, khám phá này được thực hiện nhờ bởi kỹ thuật tinh thể học tia X, kỹ thuật này được hoàn thiện bởi Linus Pauling. Trước đó tinh thể học tia X được vận dụng thành công trong việc xác định cấu trúc nguyên tử trong các loại tinh thể (thế nên được gọi là "tinh thể học"), nhưng các phân tử DNA đòi hỏi mức độ tỉ mỉ cao hơn. Chỉ Franklin có thể thu được các kết quả tốt từ quá trình vận dụng kỹ thuật này, nhưng vì sự cáu tiết của Wilkins mà cô không chia sẻ những khám phá này của mình.

Franklin bắt đầu hành xử một cách đáng ngờ. Dù các kết quả của cô cho thấy rằng DNA có hình dạng xoắn ốc, cô vẫn khẳng định với mọi người rằng không phải thế. Trước sự ngạc nhiên và bối rối của Wilkins, mùa Hè năm 1952 Franklin gửi một thông báo đến phòng vật lý tại Đại học King rằng: "Chúng tôi rất tiếc khi phải thông báo rằng vào thứ Sáu ngày 18 tháng Bảy năm 1952 chúng tôi đã xác định rõ rằng DNA không có hình dạng xoắn ốc... Hy vọng rằng Tiến sĩ M.H.F Wilkins sẽ thông báo cụ thể với quý vị sau".

Sự mâu thuẫn giữa các nhân vật này diễn ra suốt một khoảng thời gian dài, cuối cùng sự thật cũng được phơi bày ra ánh sáng. Kết quả là, DNA gồm có bốn thành phần hóa học – được gọi là adenine, guanine, cytosine, và thymine – và các thành phần này kết hợp theo cặp theo những phương cách đặc biệt. Ngày 25 tháng Tư, 1953, trên ấn bản tạp chí *Nature* xuất hiện bài viết dài 900 từ của Watson và Crick có tiêu đề "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid", ngoài ra còn có các bài viết độc lập của Wilkins và Franklin. Đó là khoảng thời gian xuất hiện nhiều sự kiện quan trọng trên thế giới – Edmund Hillary chuẩn bị vượt đỉnh Everest trong khi Elizabeth II sắp đăng quang Hoàng hậu tại Anh quốc – thế nên khám phá khoa học cực kỳ quan trọng này không thu hút sự chú ý cần có của thế giới. Nó chỉ nhận được sự chú ý nho nhỏ trên tờ *News Chronicle* và bị phớt lờ tại mọi nơi khác.

Rosalind Franklin không nhận được giải Nobel cho thành tựu này, cô qua đời do chứng ung thư buồng trứng ở độ tuổi ba mươi bảy vào năm 1958, bốn năm sau thế giới mới công nhận ý nghĩa quan trọng của khám phá này. Giải Nobel không được trao tặng sau khi tác giả đã qua đời. Ắt hẳn chứng ung thư của cô xuất nguồn từ việc tiếp xúc quá nhiều với tia X trong quá trình làm việc. Trong tiểu sử Franklin phát hành năm 2002, Branda Maddox nói rằng Franklin

hiếm khi mang tạp dề trong khi làm việc và thường xuyên đứng trước tia X. Oswald Avery cũng không nhận được giải Nobel nào và cũng bị quên lãng theo thời gian, dù rằng ông sống đủ lâu để có thể biết rằng cuối cùng thế giới cũng công nhận những khám phá của mình. Ông qua đời năm 1955.

Khám phá của Watson và Crick không được thừa nhận mãi đến thập niên 1980. Theo lời Crick trong một trong những cuốn sách của mình thì: "Phải qua hai mươi lăm năm mô hình DNA của chúng tôi mới được xem là hợp lý và được chính thức thừa nhận".

Năm 1968, tập san *Science* phát hành một bài báo có tiêu đề "That Was the Molecular Biology That Was", nói rằng công tác nghiên cứu di truyền học sắp đi đến điểm cuối cùng.

Thực ra, dĩ nhiên, đây chỉ là điểm khởi đầu của công tác nghiên cứu di truyền học. Thậm chí ngày nay vẫn còn rất nhiều yếu tố liên quan đến DNA mà chúng ta không hoàn toàn nắm bắt được, ít ra thì cũng là tại sao đa số DNA dường như không hề hoạt động. Chín mươi bảy phần trăm DNA được xem là "vô nghĩa" theo lời các nhà hóa sinh. Phần còn lại kiểm soát và thiết lập các chức năng quan trọng của cơ thể. Ngoài ra còn có các loại gen mà chúng ra rất khó nắm bắt được ý nghĩa của chúng.

Gen đóng vai trò quan trọng trong quá trình tạo ra các loại protein. Mỗi gen đóng vai trò như một phím trên chiếc đàn dương cầm, mỗi phím thực hiện một nốt nhạc riêng ngoài ra không còn một chức năng nào khác. Đây thực sự là một công việc đơn điệu. Nhưng khi các gen này được kết hợp cùng nhau, theo cách bạn kết hợp các phím trên đàn dương cầm, bạn có thể tạo ra vô số hợp âm và giai điệu khác nhau. Bạn hãy kết hợp tất cả các gen này lại với nhau, và bạn sẽ có bản giao hưởng về sự tồn tại của bộ gen loài người.

Theo cách này, các nhiễm sắc thể có thể được xem là các chương của cuốn sách và gen đóng vai trò là lời hướng dẫn của cá nhân nhằm tạo ra các loại protein. Lời hướng dẫn này được diễn đạt bằng loại ngôn từ gọi là codon, và các ký tự được gọi là các ba–zơ. Các ba–zơ – bảng ký tự chữ cái của gen – gồm có bốn nucleotide được xem là một trang: adenine, thymine, guanine, và cytosine.

Theo những gì chúng ta biết, hình dạng một phân tử DNA giống như một chiếc cầu thang xoắn ốc hay một chiếc thang dây bị xoắn lại: đường xoắn ốc kép (gồm hai sợi tơ xoắn lại với nhau), ở tư thế thẳng đứng cấu trúc này được cấu thành từ một loại đường được gọi là deoxyribose, và toàn bộ đường xoắn ốc này được cấu thành bởi axit nucleic – thế nên chúng có tên gọi là "deoxyribonucleic acid". Các bậc thang được hình thành bởi hai ba–zơ nối từ bên này sang bên kia, và chúng chỉ có thể nối theo hai cách: guanine luôn được nối với cytosine, và thymine luôn được nối với adenine. Trật tự xuất hiện của các ký tự này khi bạn di chuyển theo chiếc cầu thang xoắn ốc từ dưới lên hoặc từ trên xuống chính là mã DNA.

Khi cần phải tạo ra một phân tử DNA mới, hai sợi tơ này tự tách đôi, giống như chiếc khóa kéo trên các loại trang phục. Đó là những gì xảy ra trong tự nhiên, chỉ có điều là tự nhiên thực hiện việc này rất nhanh – chỉ trong vài giây đồng hồ, đây quả là một kỳ công.

DNA không ngừng tái tạo với sự chính xác tuyệt vời, nhưng hiếm khi – với tỷ lệ khoảng một phần triệu – một ký tự nào đó được xếp đặt ở vị trí sai lạc. Hiện tượng này được gọi là *single nucleotide polymorphism*, viết tắt là SNP, các nhà hóa sinh thường gọi là hiện tượng "snip". Hiện tượng này không gây tác hại nào cho cơ thể. Nhưng đôi khi nó tạo ra sự khác biệt. Nó có thể khiến cơ thể bạn dễ mắc phải một chứng bệnh nào đó, bù lại nó có thể kích thích quá trình sản xuất tế bào máu đỏ đối với những người sống tại độ cao ngang bằng với mực nước biển.

Sự gia tăng tế bào máu đỏ có thể giúp những người sống tại những khu vực có độ cao lớn hơn mực nước biển dễ dàng hô hấp và vận động vì nhiều tế bào máu đỏ hơn có thể cung cấp lượng oxy lớn hơn. Nhưng nhiều tế bào máu đỏ hơn có thể khiến máu đặc hơn. Theo lời nhà nhân loại học Charles Weitz của Đại học Temple thì điều đó sẽ khiến quả tim gặp khó khăn trong việc bơm máu đi khắp cơ thể. Những người sống tại những khu vực có độ cao lớn hơn so với mực nước biển có thể hô hấp hiệu quả hơn nhưng đồng thời lại có nguy cơ lớn hơn về các

chứng bệnh tim mạch.

0,1 phần trăm khác biệt giữa gen của bạn với gen của tôi được tạo ra bởi các "snip". Nếu bạn so sánh DNA của bạn với DNA của một ai đó, bạn sẽ có 99,9 phần trăm DNA giống nhau, nhưng các "snip" sẽ xuất hiện tại những nơi khác nhau. Thế nên sẽ không hợp lý khi nói đến "bộ gen của loài người". Chúng ta có sáu tỷ người trên hành tinh này và chúng ta có sáu tỷ mã gen khác nhau.

Trong một thử nghiệm nọ người ta cấy gen từ mắt chuột vào ấu trùng của loài ruồi giấm. Với thử nghiệm này, họ mong đợi những kết quả phi thường. Thật ra, gen từ mắt chuột không những có thể tồn tại trong mắt của loài ruồi giấm mà còn có thể tạo ra *mắt của một con ruồi*. Đây là hai loài vật không có cùng tổ tiên trong suốt 500 triệu năm qua, tuy nhiên chúng lại có thể trao đổi gen cứ như thể chúng là họ hàng với nhau.

Trong một thử nghiệm khác người ta cấy DNA của con người vào các tế bào của loài ruồi giấm, và loài ruồi giấm chấp nhận các DNA này cứ như thể đó là DNA của chính mình. Ít nhất 90 phần trăm DNA của loài người tương quan với DNA của loài chuột. (Thậm chí chúng ta cũng sở hữu các gen có thể tạo ra một chiếc đuôi). Trong nhiều thử nghiệm khác, các nhà nghiên cứu nhận thấy rằng dù họ có thử nghiệm với sinh vật nào – từ giun tròn cho đến con người – họ thường xác định được các loại gen giống nhau. Dường như sự sống trên trái đất xuất nguồn từ cùng một bản thiết kế nào đó.

Chúng ta có bốn mươi sáu nhiễm sắc thể, nhưng một số loài dương xỉ có đến hơn sáu trăm nhiễm sắc thể. Các loài cá thở bằng mang và phổi, loài ít tiến hóa nhất trong số các động vật phức tạp, có số nhiễm sắc thể nhiều gấp bốn mươi lần số nhiễm sắc thể của chúng ta. Rõ ràng số lượng nhiễm sắc thể bạn có không phải là điều quan trọng, điều quan trọng là bạn có loại nhiễm sắc thể nào. Mãi đến gần đây người ta vẫn nghĩ rằng loài người có ít nhất 100.000 gen, nhưng các kết quả nghiên cứu hiện đại cho thấy rằng con số này chỉ dao động từ 35.000 đến 40.000 – bằng số gen được tìm thấy ở các loài cỏ. Điều này khiến chúng ta vừa ngạc nhiên vừa thất vọng.

Các nhà khoa học đã từng có lúc khẳng định rằng họ đã tìm được các gen dẫn đến chứng béo phì, tâm thần phân liệt, đồng tính, thích bạo lực, thích tội ác, thích chất gây nghiện, thậm chí cả chứng thích lang thang. Thậm chí tập san Science năm 1980 còn xác nhận rằng vì mang một số loại gen nào đó mà phụ nữ kém cỏi trong lĩnh vực toán học hơn so với nam giới. Thật ra, ngày nay chúng ta biết rằng, chẳng gì liên quan đến bạn có thể được gọi là đơn giản.

Thật vậy, chúng ta càng nghiên cứu thì vấn đề càng thêm phức tạp. Hóa ra là ngay cả suy nghĩ cũng tác động đến quá trình vận hành của gen. Ví dụ, tốc độ râu mọc nơi một nam giới bị ảnh hưởng bởi những suy nghĩ của anh ta về tình dục (vì việc suy nghĩ về tình dục tạo ra kích thích tố sinh dục nam). Đầu thập niên 1990, các nhà khoa học khám phá ra rằng nếu họ có thể lấy đi các gen quan trọng từ một con chuột đang ở giai đoạn phôi thai, con chuột này không những được sinh ra khỏe mạnh mà còn khỏe mạnh hơn cả anh chị em của nó là những con chuột không chịu sự can thiệp này. Hóa ra là, khi các gen quan trọng bị phá hủy, các gen khác lập tức lấp đầy lỗ thủng này. Đây là một tin tuyệt vời cho các sinh vật, nhưng không phải là tin tốt cho quá trình tìm hiểu cơ cấu hoạt động của gen.

Chính vì những yếu tố phức tạp này mà quá trình tìm hiểu gen của con người chỉ được xem là đang ở giai đoạn khởi đầu. Theo Eric Lander của MIT thì bộ gen cho chúng ta biết chúng ta được cấu thành từ thứ gì nhưng nó lại hoàn toàn không cho chúng ta biết rằng cơ thể chúng ta hoạt động ra sao. Cho đến nay chúng ta vẫn chưa có khả năng tìm hiểu việc này. Bộ gen là thư viện thông tin tạo ra các protein. "Đáng tiếc", năm 2002 tập san *Scientific American* nói, "bộ protein còn phức tạp hơn nhiều so với bộ gen". Protein là những con ngựa kéo của mọi hệ thống vận hành; có hàng trăm triệu protein liên tục hoạt động tại bất kỳ tế bào nào trong mọi khoảnh khắc. Chúng ta khó có thể tính đếm được hết mọi hoạt động của chúng. Tệ hơn nữa,

hoạt động của protein không những phụ thuộc vào hóa chất của chính chúng, giống như gen, mà còn phụ thuộc vào hình dáng của chúng. Để có thể vận hành, protein không những cần phải có các thành phần hóa học cần thiết mà còn phải có hình dạng đặc thù hoàn toàn thích hợp. Các protein thắt lại thành vòng, xoắn, và quấn với nhau thành nhiều hình dạng từ đơn giản đến phức tạp. Hơn nữa, tùy thuộc vào trạng thái và điều kiện trao đổi chất, chúng có thể tự để mình bị photpho hóa, axetylen hóa, sulphate hóa, vân vân. Bạn hãy uống một ly rượu mạnh, điều này có nghĩa là bạn đang thay đổi số cũng như loại protein trong cơ thể mình.

Mọi sinh vật đều kỳ công dựa vào một sơ đồ chung. Mỗi người chúng ta là văn khố lưu lại những thay đổi, điều chỉnh, thích nghi, cải cách của suốt 3,8 tỷ năm qua. Đáng chú ý hơn, chúng ta khá gần gũi với các loại rau quả. Khoảng một nửa hoạt động trao đổi chất diễn ra trong một quả chuối rất giống với các hoạt động trao đổi chất diễn ra trong cơ thể bạn. Và chúng ta cũng không thể quá lạm dụng câu nói này: mọi sự sống là một.

---

[1] Năm 1968, Nhà xuất bản Đại học Harvard hủy bỏ việc xuất bản cuốn *The Double Helix* sau khi Crick và Wilkins phàn nàn về sự mô tả tính cách của các nhân vật trong cuốn sách này, nhà sử học Lisa Jardine đã mô tả việc này là “gây tổn thương vô cớ”.

Phần VI - CHẶNG ĐƯỜNG CHÚNG TA ĐÃ QUA

"Có nguồn gốc từ loài khỉ không đuôi! Lạy Chúa, chúng ta hãy hy vọng rằng không phải thế, nhưng nếu đó là sự thật, chúng ta hãy cầu nguyện rằng càng ít người biết sự thật này càng tốt.".
- Gửi đến vợ Giám mục Worcester sau khi bà được giải thích về thuyết tiến hóa của Darwin.

27. CÁC THỜI KỲ BĂNG HÀ

Tôi đã mơ, đó không hoàn toàn là một giấc mơ.
Ánh dương tắt lịm, và các vì sao lang thang...
– Byron, "Bóng tối"

Năm 1815 tại đảo Sumbawa thuộc Indonesia, một dãy núi dài yên tĩnh tên là Tambora đột nhiên nổ tung và giết chết một trăm nghìn người với các đợt sóng thần dữ dội. Đó là vụ nổ núi lửa lớn nhất trong suốt mười nghìn năm qua – mạnh gấp 150 lần so với vụ nổ núi lửa tại đỉnh St. Helens, tương đương sáu mươi nghìn quả bom nguyên tử tại Hiroshima.

Ngày ấy tin tức không được lan truyền nhanh như ngày nay. Tại London, trên tờ *The Times* chỉ xuất hiện một mẩu truyện nhỏ – thực ra là một lá thư từ một thương gia – bảy tháng sau khi sự kiện này xảy ra. Nhưng đến lúc này thì người ta có thể cảm nhận được ảnh hưởng của vụ nổ Tambora. Ba mươi sáu vuông khói, tro, bụi, và đá mạt đã khuếch tán trên bầu khí quyển, che khuất tia mặt trời và khiến trái đất trở nên giá lạnh.

Mùa Xuân không đến và mùa Hè không ấm áp hơn: năm 1816 trở thành một năm không có mùa Hè. Mùa màng mọi nơi đều bị ảnh hưởng. Tại Ireland nạn đói kém và dịch thương hàn giết chết sáu mươi lăm nghìn người. Tại New England, một nghìn tám trăm người chết vì cóng. Sương giá xuất hiện mọi nơi mãi đến tháng Sáu và gần như không đồng ruộng nào có thể đơm hoa kết trái. Vì thiếu cỏ khô nên vật nuôi chết hoặc bị giết thịt sớm. Xét mọi góc độ thì đây là một năm đầy chết chóc – rõ ràng đây là thời điểm tệ hại nhất đối với các nông dân trong thời hiện đại. Tuy nhiên, nhiệt độ toàn cầu chỉ giảm xuống 1,5 độ F. Máy điều nhiệt tự nhiên của trái đất, theo lời các nhà khoa học, là một thiết bị vô cùng nhạy cảm.

Thế kỷ mười chín là khoảng thời gian giá lạnh. Suốt hai trăm năm châu Âu và Bắc Mỹ đã trải qua những gì chúng ta gọi là các thời kỳ băng hà, điều này giúp các hoạt động mùa Đông xuất hiện – chẳng hạn hội chợ sương giá tại sông Thames và các đường đua trượt tuyết dọc theo kênh Dutch – ngày nay các hoạt động đó là điều không thể. Thế nên chúng ta có thể thông cảm với các nhà khoa học thế kỷ mười chín khi tỏ ra chậm chạp trong việc nhận biết rằng thời đại mà họ đang sống trở nên lạnh lẽo hơn so với các thời đại đã qua.

Họ biết rằng có điều gì đó kỳ quặc đang diễn ra. Phong cảnh châu Âu bị xả rác bởi các dị vật – xương của loài tuần lộc Bắc cực tại miền Nam nước Pháp, các tảng đá cuội khổng lồ trồi lên khỏi mặt đất tại một số nơi ngẫu nhiên – và họ thường đưa ra những lời giải thích không hoàn toàn hợp lý. Nhà tự nhiên học người Pháp tên là *de Luc*, cố gắng giải thích tại sao các tảng đá granit lại xuất hiện tại các sườn núi đá vôi của dãy Jura, cho rằng có lẽ chúng đã bị bắn đến đó bởi luồng không khí nén trong các hang động, giống như chiếc nút bần được bắn ra từ họng súng của trẻ con.

Tuy nhiên, các nông dân địa phương, không bị ảnh hưởng bởi khoa học chính thống, lại biết rõ hơn. Nhà tự nhiên học Jean de Charpentier kể về việc vào năm 1834 ông đang dạo bước tại vùng quê cùng một thợ đẵn gỗ người Thụy Sĩ thì ngẫu nhiên họ nói về các tảng đá cuội dọc theo con đường mòn này. Người thợ đẵn gỗ nói rằng các tảng đá này đến đây từ Grimsel, một khu vực có nhiều đá granite cách đó khá xa. "Khi tôi hỏi anh ta rằng làm cách nào để các tảng đá đó đến được đây, anh ta trả lời không ngần ngại: 'Dòng sông băng Grimsel đưa chúng đến hai bên bờ thung lũng, vì trước đây dòng sông băng đó trải dài mãi đến thị trấn Bern"'.

Charpentier rất vui mừng. Chính ông cũng đã tận mắt quan sát mọi việc, nhưng khi ông trình bày ý tưởng này tại cuộc họp khoa học thì nó bị bác bỏ. Một trong số những người bạn thân của Charpentier cũng là một nhà tự nhiên học người Thụy Sĩ, Louis Agassiz, thoạt tiên tỏ ra hoài nghi giả thiết này nhưng về sau lại tỏ ra rất tin tưởng.

Trước đó Agassiz đã nghiên cứu khoa học tại Paris và cho đến thời điểm này ông là Giáo sư Lịch sử Tự nhiên tại Đại học Neuchatel thuộc Thụy Sĩ. Một người bạn khác của Agassiz, nhà thực vật học tên là Karl Schimper, là người đầu tiên tạo ra từ ngữ *thời kỳ băng hà* vào năm 1837, và là người khẳng định rằng có bằng chứng cụ thể cho thấy rằng băng tuyết đã từng có lúc tồn tại lâu dài tại dãy Alps, hầu hết châu Âu, châu Á, và Bắc Mỹ.

Về phần mình, Agassiz tham gia tìm hiểu động lực học của sự đóng băng, ông tìm đến khắp mọi nơi – những khe đá nguy hiểm nhất và những đỉnh cao hiểm trở của dãy Alphine, thường thì ông không ý thức được rằng ông và đồng đội của mình là những người đầu tiên đặt chân đến những nơi như thế. Gần như mọi nơi Agassiz đều gặp phải sự phản đối khi ông trình bày các giả thiết của mình. Humboldt khuyên ông hãy từ bỏ công việc này và quay lại với công việc chuyên môn của mình – cá hóa thạch – nhưng Agassiz vẫn không từ bỏ ý tưởng này.

Giả thiết của Agassiz thậm chí còn nhận được ít sự tán thành hơn khi ông đến Anh quốc, tại đây các nhà tự nhiên học chưa bao giờ thấy một dòng sông băng. William Hopkins, một Giáo sư tại Cambridge và là thành viên đứng đầu của Hội Địa chất, cho rằng ý niệm rằng băng tuyết có thể cuốn đi các tảng đá cuội là "điều ngớ ngẩn".

Không nản lòng, Agassiz vẫn tiếp tục lên đường để thuyết phục mọi người về giả thiết của mình. Năm 1840 ông đọc một bài thuyết trình tại cuộc họp của Hội Khoa học Anh quốc, tại đó ông bị Charles Lyell phê bình thẳng thắn về lý luận này. Một năm sau Hội Địa chất Edinburgh soạn một nghị quyết thừa nhận rằng có thể lý luận này là đúng đắn nhưng rõ ràng lý luận này không thể áp dụng cho Scotland.

Cuối cùng Lyell cũng thay đổi quan điểm khi ông nhận thấy rằng lớp băng tích, một loạt các tảng đá, gần nhà ông tại Scotland – ông đã từng đi ngang qua các tảng đá này hàng trăm lần – chỉ có thể được giải thích nếu chúng ta chấp nhận giả thiết rằng băng tuyết đã cuốn nó đến đó. Nhưng sau khi thay đổi quan điểm, Lyell trở thành người quẫn trí và rút lui khỏi lĩnh vực khoa học. Đây là khoảng thời gian khó khăn của Agassiz. Cuộc hôn nhân của ông tan vỡ, Schimper kịch liệt tố cáo ông về tội ăn cắp ý tưởng của mình, và Charpentier quay lưng với ông.

Năm 1864 Agassiz đến Hoa Kỳ tham gia công tác giảng dạy, tại đây ông tìm được sự quý mến mà ông hằng mong đợi. Trường Đại học Harvard phong ông làm Giáo sư và xây dựng cho ông một bảo tàng hạng nhất, Bảo tàng Đối chứng Động vật. Sáu năm sau, cuộc viễn chinh của ông đến Greenland giúp ông khám phá rằng gần như nửa lục địa này bị bao phủ bởi một tảng băng giống như tảng băng cổ đại mà trước đó ông đã hình dung trong giả thiết của mình. Cuối cùng giả thiết của ông cũng được mọi người chấp nhận. Khuyết điểm lớn nhất trong giả thiết của ông là ông không nêu được nguyên nhân tạo ra thời kỳ băng hà này.

Vào thập niên 1860, các tập san và các sách báo tại Anh quốc bắt đầu nhận được các bài thuyết trình về thủy tĩnh học, điện, và các đề tài khoa học khác từ James Croll của Đại học Anderson tại Glasgow. Một trong số các bài thuyết trình này, nói rằng sự biến đổi của quỹ đạo trái đất có thể đã tạo ra thời kỳ băng hà, đã được xuất bản trong tạp chí *Philosophical Magazine* năm 1846 và lập tức được công luận nhìn nhận công trình vĩ đại nhất, về sau mọi người phải ngạc nhiên, và có lẽ khá bối rối, khi biết rằng Croll không phải là viện sĩ tại Đại học này mà chỉ là người trông coi tại đây.

Sinh năm 1821, Croll lớn lên trong một gia đình nghèo khó, và ông phải ngừng học khi mới mười ba tuổi. Ông tham gia nhiều công việc khác nhau – thợ mộc, nhân viên bảo hiểm, quản lý khách sạn – trước khi đến trông coi tại Đại học Anderson (ngày nay đã đổi thành Đại học Strathclyde) tại Glasgow. Bằng cách nào đó ông thuyết phục anh mình làm hộ hầu hết công việc được giao, nhờ đó ông có thời gian để tham gia các khóa học ban đêm và tự mình nghiên cứu vật lý học, động lực học, thiên văn học, thủy tĩnh học, và các môn khoa học khác, và cuối cùng ông tạo ra hàng loạt các bài thuyết trình, đặc biệt ông chú trọng đến sự chuyển động của

trái đất và tác động của nó đến khí hậu.

Croll là người đầu tiên đề xuất rằng những thay đổi tuần hoàn nơi quỹ đạo của trái đất, từ hình elip cho đến hình tròn rồi lại quay về với hình elip, có thể giải thích sự xuất hiện và biến mất của các thời kỳ băng hà. Trước đó chưa ai từng nghĩ rằng lời giải thích liên quan đến thiên văn có thể giải thích được sự biến đổi thời tiết của trái đất. Khi tài năng của ông được nhìn nhận, ông được giao một công việc tại Hội Địa chất Scotland và được ca ngợi công khai: ông trở thành một thành viên của Hội Hoàng gia Anh quốc và của Hội Khoa học New York và được trao tặng bằng khen từ Đại học St. Andrews.

Agassiz tìm được các chứng cứ về các dòng sông băng gần như mọi nơi ông đến, kể cả các khu vực gần xích đạo. Cuối cùng ông tin chắc rằng băng tuyết đã từng có lúc bao phủ toàn bộ trái đất, hủy diệt mọi sự sống, về sau Thượng đế tái tạo lại cuộc sống. Mọi bằng chứng ông nêu ra đều không ủng hộ ý tưởng này. Tuy nhiên, tại quê hương mình danh tiếng của ông ta ngày một lan xa và ông được xem như một vị Thánh. Khi ông qua đời vào năm 1873 Harvard phải bổ nhiệm ba giáo sư khác để thay thế chức vị của ông.

Một phần rắc rối ở đây là, các tính toán của Croll cho thấy rằng thời kỳ băng hà gần thời điểm đó nhất đã xảy ra trước đó tám mươi nghìn năm, trong khi đó các bằng chứng địa chất cho thấy rằng khoảng thời gian này ngắn hơn nhiều. Nếu không có lời giải thích hợp lý về nguyên nhân tạo ra thời kỳ băng hà thì toàn bộ giả thiết này sẽ bị bỏ ngỏ. Đầu những năm 1900, một viện sĩ người Serbia tên là Milutin Milankovitch, ông hoàn toàn không có nhiều kiến thức về thiên văn học – ông là một nhà toán học – tỏ ra rất quan tâm đến vấn đề này. Milankovitch nhận thấy rằng vấn đề đối với giả thiết của Croll không phải là nó sai lạc mà là nó quá đơn giản.

Khi trái đất di chuyển trong không gian, nó không những bị biến dạng về độ dài và hình dạng của quỹ đạo, mà còn thay đổi nhịp nhàng tùy thuộc vào góc độ của nó so với mặt trời – độ nghiêng, độ dốc, và sự lung lay của nó – tất cả đều ảnh hưởng đến độ dài và cường độ của tia mặt trời chiếu lên bất kỳ khu vực nào trên trái đất, đặc biệt là ba thay đổi về vị trí – độ xiên, sự tiến động, và độ lệch tâm trong suốt khoảng thời gian dài. Milankovitch tự hỏi liệu có mối tương quan nào giữa các chu kỳ phức tạp này với sự đến và đi của thời kỳ băng hà hay không. Khó khăn ở đây là những chu kỳ phức tạp này có độ dài chênh lệch nhau khá lớn – xấp xỉ 20.000, 400.000, và 100.000 năm, ngoài ra còn có vài trường hợp lên đến vài nghìn năm – điều này có nghĩa là việc xác định điểm giao nhau giữa chúng trong suốt khoảng thời gian dài đồng nghĩa với việc tính toán gần như bất tận. Về cơ bản Milankovitch phải xác định được góc và khoảng thời gian tồn tại của tia mặt trời đến tại mỗi vĩ độ trên trái đất, trong mọi mùa, suốt hàng triệu năm, chịu sự tác động của ba biến số không ngừng thay đổi.

Rất may đây là công việc tính toán lặp đi lặp lại mà Milankovitch rất hào hứng. Suốt hai mươi năm liền, ông làm việc không mệt mỏi với các con số – một công việc mà ngày nay có thể được giải quyết chỉ sau một hoặc hai ngày trên máy tính. Mọi tính toán của ông đều được thực hiện trong thời gian rảnh rỗi, nhưng năm 1914 khi Thế chiến I xảy ra, ông bị bắt giam vì ông là lính dự bị của quân đội Serbia. Lúc này, bốn năm trong nhà giam, ông có nhiều thời gian hơn để làm công việc tính toán của mình. Sau đó ông làm việc tại thư viện của Hội Khoa học Hungary. Có lẽ ông là tù binh chiến tranh hạnh phúc nhất trong lịch sử.

Cuối cùng, năm 1930, cuốn Mathematical Climatology and the Astronomical Theory of Climatic Changes của ông được xuất bản. Milankovitch đã đúng khi nói rằng có mối quan hệ giữa thời kỳ băng tuyết với sự lung lay của địa cầu, dù rằng giống như mọi người ông cho rằng chính sự gia tăng chầm chậm của các mùa đông khắc nghiệt đã dẫn đến sự lạnh lẽo này. Chính nhà khí tượng học người Nga gốc Đức, Wladimir Koppen – bố vợ của nhà kiến tạo Alfred Wegener – là người xác định được rằng quá trình này diễn ra tinh vi hơn thế.

Nguyên nhân tạo ra các thời kỳ băng hà, Koppen xác định, có thể xuất hiện vào mùa hè, chứ không phải chỉ vào mùa đông. Nếu không khí mùa hè quá mát nên không thể làm tan chảy băng tuyết tại một khu vực nào đó, ánh mặt trời sẽ dễ dàng bị dội lại hơn bởi sự phản chiếu bề

mặt, làm tăng hiệu ứng không khí lạnh và khiến tuyết rơi nhiều hơn nữa. Kết quả là chúng ta có hiện tượng "tự duy trì". Khi tuyết tích lũy thành các tảng băng, khu vực đó sẽ trở nên lạnh hơn, điều này càng khiến băng tuyết hội tụ nhiều hơn. Theo lời chuyên gia nghiên cứu băng hà Gwen Schultz thì: "Không phải *lượng* băng tuyết tạo ra các tảng băng mà điều quan trọng chính là khoảng thời gian tồn tại lâu dài của băng tuyết". Phần băng tuyết còn lại bức xạ nhiệt và làm gia tăng hiệu ứng lạnh. "Đây là quá trình tự khuếch trương, không thể chặn lại được, và một khi băng tuyết phát triển đủ lớn mạnh thì nó sẽ di chuyển", McPhee nói. Các dòng sông băng và thời kỳ băng hà đang chờ đợi bạn phía trước.

Vào thập niên 1950, do kỹ thuật tính toán chưa được hoàn thiện, các nhà khoa học không thể xác định chính xác thời điểm xảy ra các thời kỳ băng hà trong quá khứ, thế nên Milankovitch và các tính toán của ông bị bỏ ngỏ. Ông qua đời năm 1958, không thể chứng minh được rằng các chu kỳ của mình là đúng. Mãi đến thập niên 1970, khi người ta đã hoàn thiện được phương cách tính toán kali–agon nhằm xác định độ tuổi của các trầm tích dưới lòng biển, các giả thiết của ông mới được xác nhận.

Chỉ riêng các chu kỳ của Milankovitch vẫn chưa đủ để giải thích được các chu kỳ xuất hiện của các thời kỳ băng hà. Nhiều yếu tố khác liên quan đến việc này – đặc biệt là cách bố trí của các lục địa – nhưng chúng ta vẫn chưa hiểu được những nét đặc trưng của các yếu tố này. Tuy nhiên, người ta cho rằng nếu bạn dịch chuyển vùng Bắc Mỹ, khu vực giữa châu Âu và châu Á, và Greenland hướng về phía bắc ba trăm dặm thì chúng ta sẽ có các thời kỳ băng hà vĩnh viễn. Dường như chúng ta rất may mắn khi có được thời tiết tốt. Chúng ta thậm chí còn không hiểu hết các chu kỳ của các thời kỳ băng hà, thường được gọi là các gian băng (interglacial).

Thực ra chúng ta vẫn đang ở trong thời kỳ băng hà; chỉ có điều là mức độ khắc nghiệt của nó đã được giảm thiểu. Tại đỉnh điểm của thời kỳ băng hà cách đây khoảng hai mươi nghìn năm, khoảng 30 phần trăm bề mặt trái đất bị phủ dưới lớp băng tuyết. Hiện nay vẫn còn 10 phần trăm bề mặt trái đất bị phủ dưới lớp băng tuyết – và hơn 14 phần trăm khác ở trạng thái đóng băng vĩnh cữu. Hiện nay ba phần tư nước ngọt trên trái đất bị đóng băng, và chúng ta có những núi băng khổng lồ tại cả hai cực – có lẽ đây là tình huống vô song trong lịch sử trái đất. Việc trời đổ tuyết vào những mùa đông tại hầu hết các khu vực trên thế giới và sự xuất hiện các sông băng tồn tại lâu dài tại những nơi chẳng hạn New Zealand dường như là điều khá bình thường, nhưng thực ra đây là hiện tượng bất thường nhất trong lịch sử trái đất.

Hầu hết lịch sử của trái đất cho thấy rằng trái đất luôn ấm và không nơi nào có băng tuyết vĩnh cữu. Thời kỳ băng hà gần đây nhất bắt đầu cách nay khoảng bốn mươi triệu năm, đã thay đổi từ mức độ cực kỳ nguy hại cho đến hoàn toàn không nguy hại gì. Các thời kỳ băng hà thường quét sạch bằng chứng về các thời kỳ băng hà trước đó. Thực ra chúng ta đã trải qua ít nhất mười bảy thời kỳ băng hà trong suốt lịch sử 2,5 triệu năm qua. Ấn Độ đã từng có lúc là một hòn đảo, nó đã trôi dạt hơn hai nghìn kilomet và sáp nhập vào châu Á trong suốt bốn mươi lăm triệu năm qua, tạo thành dãy Himalaya và cao nguyên Tây Tạng. Giả thuyết cho rằng các khu vực cao nguyên không những có khí hậu mát mẻ hơn mà còn làm trệch hướng gió khiến chúng trôi dạt về phía Bắc, hướng đến Bắc Mỹ. Cách đây khoảng năm triệu năm, Panama trồi lên từ đại dương, lấp đầy khoảng trống giữa Bắc và Nam Mỹ, gián đoạn các dòng nước ấm giữa Thái Bình Dương và Đại Tây Dương, và thay đổi lượng mưa của ít nhất một nửa thế giới. Một trong những hậu quả ở đây là nó khiến châu Phi bị hạn hán, điều này khiến loài khỉ không đuôi phải rời bỏ các ngọn cây và tìm kiếm một lối sống mới tại các thảo nguyên.

Cuối cùng, các đại dương và các lục địa được bố trí như hiện nay, dường như băng tuyết sẽ là một phần gắn liền với chúng ta từ nay về sau. Theo lời John McPhee, chúng ta sẽ phải đón nhận khoảng năm mươi thời kỳ băng hà nữa, mỗi thời kỳ này sẽ kéo dài khoảng một trăm nghìn năm, trước khi chúng ta có được thời tiết ấm áp lâu dài.

Trước đây năm mươi triệu năm, trái đất gần như không hề trải qua các thời kỳ băng hà. Một đợt giá rét khắc nghiệt đã xảy ra cách đây khoảng 2,2 tỷ năm, sau đó là một tỷ năm ấm áp. Tiếp theo đó lại là một thời kỳ băng hà thậm chí còn khắc nghiệt hơn thời kỳ băng hà trước đó –

khắc nghiệt đến mức ngày nay các nhà khoa học gọi là thời kỳ đông lạnh, hay siêu băng hà. Giả thuyết cho rằng do bởi sự bức xạ mặt trời giảm khoảng 6 phần trăm và sự giảm sút hiệu ứng nhà kính, trái đất mất khả năng duy trì nhiệt của chính nó. Nhiệt độ giảm xuống khoảng 80 độ F. Toàn bề mặt hành tinh rơi vào trạng thái bị đóng băng, đại dương đóng băng dày nửa dặm ở các khu vực thuộc vĩ tuyến cao và dày mười mét ngay tại khu vực xích đạo.

Nếu trái đất bị đóng băng hoàn toàn như thế, thật khó có thể giải thích được tại sao nó lại có thể ấm áp trở lại. Theo lẽ tự nhiên, một hành tinh đóng băng sẽ đóng băng mãi mãi. Dường như sự cứu nguy đến từ bên trong lòng đất. Người ta cho rằng chính núi lửa đã cứu chúng ta, núi lửa bùng nổ và tỏa ra nhiệt lượng lớn nung chảy băng tuyết và tái tạo bầu khí quyển. Thật thú vị, sự kết thúc thời kỳ băng tuyết cường điệu này được đánh dấu bởi sự xuất hiện của kỷ Cambri. Thực ra mọi việc không diễn ra êm đẹp như thế. Khi trái đất ấm lên, thời tiết khắc nghiệt xuất hiện, với các cơn cuồng phong đủ mạnh để đẩy sóng biển lên cao bằng các tòa nhà chọc trời và các cơn mưa mạnh đến mức ngoài trí tưởng tượng.

So với thời kỳ đông lạnh này, các thời kỳ băng hà gần đây hơn dường như ít khắc nghiệt hơn nhiều, nhưng dĩ nhiên chúng cũng rất mạnh mẽ so với bất kỳ thứ gì. Tảng băng Wisconsian, bao phủ phần lớn châu Âu và Bắc Mỹ, có độ dày hai dặm và di chuyển với vận tốc khoảng bốn trăm foot mỗi năm. Nếu các tảng băng như thế này còn tiếp tục di chuyển, chúng ta không có vũ khí nào có thể ngăn cản sự tiến động của chúng. Năm 1964, vùng Prince William Sound thuộc Alaska, một trong những khu vực đóng băng rộng lớn nhất tại Bắc Mỹ đã bị tấn công bởi trận động đất dữ dội nhất được ghi nhận trong lịch sử của lục địa này. Người ta đo được cường độ của nó tại tâm chấn là 9,2 độ Richter. Tại điểm xảy ra sự chấn động, mặt đất nhô cao lên đến hai mươi foot. Sự rung động xảy ra mạnh đến mức nước bắn ra khỏi các hồ nước tại Texas.

Có một giả thuyết cho rằng dòng chảy (từ lượng băng tuyết tan chảy) vào các đại dương làm giảm độ mặn (tỷ trọng) của các đại dương phía bắc, khiến vịnh Stream xê dịch về phía nam, giống như một người lái xe cố gắng tránh sự va chạm. Vì thiếu hơi ấm của vịnh Stream, các khu vực thuộc vĩ tuyến phía bắc bắt đầu lạnh dần. Nhưng điều này không giải thích được tại sao một nghìn năm sau, khi trái đất bắt đầu ấm trở lại, vịnh Stream lại không xê dịch theo hướng ngược lại. Thay vì thế, chúng ta lại có khoảng thời gian yên bình được gọi là Holocene, khoảng thời gian mà chúng ta đang sống ngày nay.

Chẳng có lý do nào để có thể khẳng định rằng sự ổn định thời tiết như hiện nay sẽ tồn tại lâu hơn. Thật ra, một số nhà khoa học tin rằng chúng ta tồn tại trong một giai đoạn thậm chí còn tồi tệ hơn những gì đã xảy ra trước đây. Tuy nhiên, theo lời Kolbert, khi bạn đối mặt với điều kiện khí hậu thay đổi thất thường và khó đoán, "điều cuối cùng bạn muốn thực hiện là đối mặt trực diện và trải nghiệm cùng nó". Người ta cho rằng thời kỳ băng hà có thể xuất hiện do sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu. Sự ấm lên toàn cầu sẽ khiến tốc độ bốc hơi nước tăng cao và làm gia tăng mật độ mây bao phủ trái đất, điều này khiến các khu vực ở vĩ tuyến cao tích lũy nhiều băng tuyết hơn. Thật vậy, sự ấm lên toàn cầu có thể dẫn đến tình trạng giá rét cục bộ tại vùng Bắc Mỹ và Bắc Âu.

Khí hậu là kết quả của nhiều biến số – mức độ cacbon gia tăng hoặc giảm, sự dâng cao của các lục địa, hoạt động của hệ mặt trời, sự dao động của chu kỳ Milankovitch – thật khó có thể căn cứ vào những gì đã diễn ra trong quá khứ để dự đoán về tương lai. Dường như mọi việc đều nằm ngoài khả năng của chúng ta.

Không kém phần thú vị ở đây là sự tồn tại của các loài khủng long. Nhà địa chất học Stephen Drury nói rằng các khu rừng ở vĩ tuyến 10 độ Bắc bán cầu từng là nơi tồn tại của các loài thú to lớn, kể cả loài khủng long Tyrannosaurus. "Thật kỳ lạ", ông viết, "ở những nơi vĩ tuyến cao như thế thì ban đêm kéo dài đến ba tháng". Ngày nay có bằng chứng cho thấy rằng những nơi ở vĩ tuyến cao thường có mùa đông khắc nghiệt hơn. Phương pháp đo lường đồng vị oxy cho thấy rằng khí hậu quanh vùng Fairbanks, Alaska, hiện nay giống với khí hậu tại đây ở kỷ Creta. Vậy thì loài khủng long Tyrannosaurus làm gì ở đó? Hoặc chúng di cư đến đó theo mùa, vượt qua một khoảng cách cực lớn, hoặc chúng trải qua phần lớn thời gian trong bóng tối của các hang tuyết. Tại Australia vào thời ấy thì việc tìm kiếm những khu vực ấm áp hơn là điều không thể. Không ai có thể biết chính xác làm thế nào loài khủng long có thể tồn tại ở đó, ngoại trừ việc

ước đoán.

Xét cho cùng thì, thật bất ngờ, các thời kỳ băng hà hoàn toàn không phải là tin xấu đối với hành tinh này. Chúng nghiền nhỏ các tảng đá và tạo ra phù sa cho đất trồng, tạo ra các hồ nước ngọt cung cấp nguồn thực phẩm dồi dào cho hàng trăm chủng loài động thực vật. Chúng khuyến khích sự di trú và giúp hành tinh này luôn sống động. Theo lời Tim Flannery thì: "Chỉ có một câu hỏi bạn cần đặt ra để xác định vận mệnh của các sinh vật trên hành tinh này là: 'Bạn đã trải qua một thời kỳ băng hà tốt?'". Sau đây chúng ta hãy tìm hiểu về một loài khỉ không đuôi đã trải qua một thời kỳ băng hà tốt.

28. ĐỘNG VẬT HAI CHÂN BÍ ẨN

Trước Giáng sinh 1887, một bác sĩ trẻ người Hà Lan với một cái tên không hề mang dáng dấp Hà Lan, Marie Eugene Francois Thomas Dubois, tìm đến Sumatra, thuộc vùng lân cận Ấn Độ phía đông Hà Lan, với ý định khám phá những tàn tích về nguồn gốc loài người trên trái đất. [1]

Nhiều điều thú vị đã xảy ra trong cuộc khám phá này. Trước đó chưa ai từng trông thấy các mẩu xương của loài người cổ đại. Cho đến thời điểm này thì mọi thứ tìm được chỉ là do tình cờ. Dubois là nhà phân tích không được đào tạo chuyên môn về cổ sinh vật học. Và cũng không có lý do đặc biệt nào cho thấy rằng khu vực lân cận Ấn Độ phía đông Hà Lan là nơi còn sót lại tàn tích của loài người cổ đại. Nếu suy nghĩ hợp lý, nếu người cổ đại được tìm thấy thì cũng chỉ được tìm thấy tại một khu vực rộng lớn, chứ không phải chỉ tại một quần đảo nhỏ như thế này. Dubois tìm đến khu vực lân cận Ấn Độ phía đông Hà Lan cũng chỉ vì linh cảm, vì ích lợi của công việc này, và vì biết rằng Sumatra có nhiều hang động, rằng các hóa thạch đã từng được phát hiện tại đây. Điều phi thường hơn tất cả – gần như kỳ diệu – là ông đã tìm được thứ mình muốn tìm.

Vào thời điểm Dubois lập kế hoạch này, chúng ta có rất ít hóa thạch về lịch sử loài người: năm bộ xương không đầy đủ về giống người Neanderthal, một phần xương hàm không xác định rõ lai lịch, và nửa tá bộ xương người thuộc thời kỳ băng hà được tìm thấy bởi các công nhân ngành đường sắt tại một hang động bên vách đá Cro–Magnon gần Les Eyzies, Pháp. Trong số các mẫu vật về giống người Neanderthal, cái tốt nhất được bảo tồn tại London. Nó đã được tìm thấy bởi các công nhân khi họ khai thác mỏ đá tại Gibraltar vào năm 1848, nhưng đáng tiếc là không ai hiểu hết ý nghĩa của nó. Sau khi được mô tả ngắn gọn tại cuộc họp của Hội khoa học Gibraltar, nó được chuyển đến bảo tàng Hunterian Museum tại London, tại đó không ai đả động gì đến nó suốt nửa thế kỷ. Tài liệu đầu tiên chính thức mô tả nó được viết vào năm 1907, và sau đó là tài liệu mô tả của nhà địa chất học William Sollas.

Nhiều người không chấp nhận rằng các mẩu xương về giống người Neanderthal là các mẩu xương cổ. August Mayer, một Giáo sư tại Đại học Bonn và là người có ảnh hưởng lớn, khẳng định rằng các mẩu xương này chỉ là các mẩu xương của lính Cô–dắc Mông Cổ, họ đã bị thương trong khi chiến đấu cùng quân Đức năm 1814 và bò vào các hang động để chết. Nghe nói như thế, T. H. Huxley tại Anh quốc lập tức tranh luận rằng làm sao những người lính đã bị thương như thế lại có thể leo lên một vách đá cao sáu foot, cởi bỏ quần áo, đóng chặt cửa hang động, và tự chôn mình dưới lớp đất dày hai foot!?

Chính vì hoàn cảnh này mà Dubois quyết định lên đường tìm kiếm xương của người cổ đại. Ông không tự chôn vùi chính mình, thay vì thế ông nhờ chính quyền Hà Lan cho ông mượn năm mươi tù nhân để phụ giúp ông làm việc này. Họ làm việc tại Sumatra suốt một năm trời, sau đó họ chuyển đến Java. Và tại đó vào năm 1891, Dubois – nói đúng ra là nhóm của Dubois – đã tìm thấy một chiếc đầu sọ của loài người cổ, ngày nay gọi là xương sọ Trinil. Dù đây không phải là mẩu xương sọ hoàn hảo, nó cho thấy rằng người này mang những đặc điểm không giống con người hiện đại mà lại có một bộ não lớn hơn so với bất kỳ loài khỉ không đuôi nào. Dubois gọi nó là *Anthropithecus errectus* (về sau vì một số lý do kỹ thuật nên đổi thành *Pithecanthropus errectus*) và công bố rằng nó là sợi dây liên kết giữa loài khỉ không đuôi và loài người. Sau đó người ta biết đến nó qua tên gọi "người Java". Ngày nay chúng ta gọi nó là *Homo erectus*.

Sang năm sau các công nhân của Dubois tìm thấy một chiếc xương đùi gần như nguyên vẹn trông rất giống với loại xương đùi hiện đại. Thật vậy, nhiều nhà nhân loại học nghĩ rằng nó là chiếc xương đùi hiện đại, và không liên quan gì đến người Java. Nếu nó là mẩu xương *erectus*, thì trông nó chẳng giống bất kỳ mẩu xương *erectus* nào khác được tìm thấy trước đó. Tuy nhiên Dubois đã dùng mẩu xương này để suy luận – rất chính xác, hóa ra là thế – rằng *Pithecanthropus* đã bước đi trong tư thế thẳng đứng. Chỉ với một chiếc răng và một mảnh xương sọ, ông cũng tạo ra mô hình một chiếc xương sọ hoàn chỉnh, hóa ra mô hình cũng hoàn

toàn chính xác.

Năm 1895, Dubois quay về châu Âu, mong đợi sự đón chào trong niềm vui khải hoàn. Thế nhưng, ông phải đối mặt với sự phản đối từ phía mọi người. Hầu hết các nhà khoa học đều không thích những kết luận cũng như thái độ kiêu ngạo của ông. Mẩu xương sọ này, họ nói, là của loài khỉ không đuôi, cũng có thể là loài vượn, chứ không phải là của loài người cổ đại. Để biện minh cho những kết luận của mình, năm 1897 Dubois cho phép một nhà phân tích nổi tiếng của Đại học Strasbourg, Gustav Schwalbe, quan sát mẩu xương sọ này. Trước sự bất ngờ của Dubois, Schwalbe lập tức viết một bài thuyết trình nọ, bài thuyết trình này nhận được nhiều sự cảm thông hơn so với bất kỳ bài thuyết trình nào của Dubois trước đó. Sau đó Schwalbe thuyết trình trước công chúng và nhận được sự ủng hộ nhiệt liệt cứ như thể chính Schwalbe là người tìm ra được mẩu xương sọ này. Quá cay đắng, Dubois rút lui và quay về với vị trí Giáo sư địa chất tại Đại học Amsterdam, suốt hai thập niên sau đó ông không để bất kỳ ai quan sát những hóa thạch quý báu của mình, ông qua đời năm 1940 trong sự chán nản.

Trong khi đó, cách đó nửa vòng trái đất, cuối năm 1924 Raymond Dart, trưởng khoa giải phẫu tại Đại học Witwatersrand thuộc Johannesburg, nhận được một chiếc xương sọ nguyên vẹn của một đứa bé, với gương mặt không biến dạng, và một chiếc xương hàm dưới, từ mỏ khai thác đá Taung ven sa mạc Kalahari. Dart có thể lập tức xác định rằng chiếc xương sọ Taung này không phải của loài *Homo erectus* giống như mẩu xương sọ người Java của Dubois, mà là của một sinh vật giống khỉ tồn tại trước cả loài *Homo erectus*. Ông xác định rằng nó có độ tuổi khoảng hai triệu năm và đặt tên cho nó là *Australopithecus africanus*, hay còn gọi là "người khỉ nam châu Phi". Trong một bản báo cáo gửi đến tập san Nature, Dart gọi chiếc xương sọ này là "loài người phi thường" và đề xuất rằng đó là một chủng loài hoàn toàn mới, *Homo Simiadae* ("người khỉ").

Các cơ quan chức năng dường như không quan tâm đến những khám phá của Dart. Gần như mọi thứ về giả thuyết của ông đều khiến họ cảm thấy phiền phức. Ông cho thấy rằng mình là người tự tin đến mức đáng thương khi tự mình tiến hành các phân tích thay vì kêu gọi sự trợ giúp từ các chuyên gia ở châu Âu. Ngay cả tên gọi mà ông đặt ra, *Australopithecus*, cũng cho thấy sự thiếu chuyên nghiệp (kết hợp hai từ gốc Hy Lạp và La Tinh). Trên hết, những kết luận của ông dường như không nhận được sự tán thành của bất kỳ ai. Khi ấy người ta cho rằng loài người và loài khỉ không đuôi đã tách rời nhau trước đó ít nhất mười lăm triệu năm ở châu Á. Nếu loài người xuất nguồn từ châu Phi, thì lẽ ra chúng ta phải là người da đen chứ! Việc đó cũng chẳng khác nào việc một ai đó nói rằng anh ta đã tìm được xương tổ tiên của loài người tại, ví dụ, Missouri. Điều đó không phù hợp với kiến thức trước đó của các nhà khoa học.

Người duy nhất ủng hộ những ghi nhận của Dart là Robert Broom, một nhà vật lý học kiêm cổ sinh vật học vốn là người lập dị sinh tại Scotland. Ví dụ, Broom có thói quen làm việc ngoài trời trong trạng thái khỏa thân mỗi khi thời tiết ấm áp. Người ta cũng biết đến ông qua những thử nghiệm giải phẫu đáng ngờ được thực hiện trên các bệnh nhân của ông. Khi các bệnh nhân chết, điều này xảy ra khá thường xuyên, đôi khi ông chôn họ trong vườn nhà mình để về sau có thể khai quật lên và tiếp tục nghiên cứu.

Broom là nhà cổ sinh vật học thành công, và vì khi ấy ông cũng sống tại Nam Phi nên ông có thể trực tiếp nghiên cứu chiếc xương sọ Taung. Ông có thể lập tức xác định được tầm quan trọng của nó giống như những gì Dart đã nghĩ và phát biểu mạnh mẽ ủng hộ ý kiến của Dart, nhưng vẫn không đem lại kết quả nào. Suốt năm mươi năm sau người ta vẫn cho rằng chiếc xương sọ Taung là của một con khỉ không đuôi. Hầu hết các sách giáo khoa thậm chí còn không đề cập đến nó. Dart dành năm năm để viết một chuyên khảo đồ sộ, nhưng không tìm được ai để phát hành tài liệu này. Cuối cùng ông từ bỏ ý định phát hành tài liệu này (dù rằng ông vẫn tiếp tục săn tìm các hóa thạch). Suốt nhiều năm trời, chiếc xương sọ này – ngày nay được xem là một trong những tài sản quan trọng nhất của nhân loại học – ngủ yên như một chiếc chặn giấy trên bàn.

Tại thời điểm Dart thực hiện những công bố của mình năm 1924, người ta chỉ biết đến bốn

chủng người cổ đại – *Homo heidelbergensis*, *Homo rhodesiensis*, Neanderthal, và người Java của Dubois – nhưng tất cả đều sắp thay đổi mạnh mẽ.

Trước tiên, tại Trung Quốc, một nhà nghiên cứu không chuyên tài năng người Canada tên là Davidson Black bắt đầu tìm kiếm tại một nơi, đồi Dragon Bone, đó là nơi nổi tiếng tại địa phương về việc săn tìm các mẩu xương cổ. Đáng tiếc là thay vì bảo tồn các mẩu xương này để nghiên cứu, người Trung Quốc lại dùng chúng để chế biến các loại thuốc uống. Trước khi Black đến, khu vực này đã bị khai quật trần trụi, nhưng ông vẫn tìm được một mẩu răng hàm hóa thạch và chỉ với mẩu xương này ông công bố khám phá của mình về chủng người *Sinanthropus pekinensis*, về sau được gọi là người Bắc Kinh.

Với sự khuyến khích của Black, người ta tiếp tục khai quật khu vực này và tìm được nhiều mẩu xương khác. Đáng tiếc là tất cả đều bị thất lạc sau khi Nhật Bản tấn công Trân Châu Cảng năm 1941.

Trong khi ấy, tại Java, một nhóm được dẫn đầu bởi Ralph von Koenigswald tìm thấy các di tích về một họ người cổ đại khác được đặt tên là người Polo vì những khám phá của họ được thực hiện tại sông Polo thuộc Ngandong. Lẽ ra những khám phá của Koenigswald đã tạo ấn tượng mạnh mẽ hơn nếu không có một sai lầm đáng tiếc. Ông tặng các cư dân địa phương 10 xu mỗi khi họ tìm thấy một mẩu xương cổ nào đó, về sau ông khám phá ra rằng họ đã cố ý đập vỡ những mẩu xương lớn thành nhiều mảnh nhỏ để tăng thu nhập.

Suốt những năm sau đó, người ta tìm được nhiều mẩu xương cổ khác và được nhận dạng bằng nhiều tên gọi khác nhau – *Homo aurignacensis*, *Australopithecus transvaalensis*, *Paranthropus crassidens*, *Zinjanthropus boisei*. Vào thập niên 1950, con số các chủng người cổ đại đã lên đến hơn một trăm. Hơn nữa, mỗi chủng người còn được chia làm nhiều phân loại nhỏ. Thế nên người Polo được chia thành *Homo soloensis*, *Homo primigenius asiaticus*, *Homo neanderthalensis loloensis*, *Homo sapiens soloensis*, *Homo erectus erectus*, và *Homo erectus*.

Để thiết lập trật tự cho lĩnh vực này, năm 1960 F. Clark Howell của Đại học Chicago, theo lời đề nghị của Ernst Mayr và các nhà khoa học khác của thập niên trước, đề xuất phân loại người cổ đại thành hai họ duy nhất – *Australopithecus* và *Homo* – và hợp lý hóa các giống còn lại. Người Java và người Bắc Kinh thuộc họ *Homo erectus*. Nhưng trật tự này không tồn tại lâu. [2]

Sau một thập niên tương đối yên lặng, cổ sinh vật học bước vào một giai đoạn mới với nhiều khám phá quan trọng, đến nay giai đoạn này vẫn chưa kết thúc. Thập niên 1960 tạo ra chủng Homo habilis, một số chuyên gia cho rằng nó là chủng nối liền giữa khỉ không đuôi và loài người, nhưng một số chuyên gia khác lại cho rằng đây không phải là một chủng hoàn toàn độc lập. Sau đó nhiều chủng khác xuất hiện *Homo ergaster*, *Homo louisleakeyi*, *Homo rudolfensis*, *Homo microcranus*, *Homo antecessor*, *A. afarensis*, *A. praegens*, *A. ramidus*, *A. walkeri*, *A. anamensis*, và nhiều chủng khác. Ngày nay tổng cộng có khoảng hai mươi chủng người được xác nhận.

Thật nghịch lý, một vấn đề lớn ở đây là: chúng ta thiếu bằng chứng cụ thể. Kể từ thuở khai thiên lập địa, nhiều tỷ người (hoặc sinh vật giống người) đã tồn tại trên trái đất này. Với con số khổng lồ này, mọi sự hiểu biết của chúng ta chỉ đặt trên cơ sở là những tàn tích nghèo nàn, phân mảnh, của khoảng năm nghìn đối tượng. “Bạn không thể lấp đầy thùng xe tải bằng toàn bộ các mẩu vật này”, Ian Tattersal, nhà nhân loại học thân thiện của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tại New York, đáp lời khi tôi hỏi ông về các mẩu xương được tìm thấy liên quan đến lịch sử loài người.

Nếu các mẩu xương này được phân bổ đồng đều theo thời gian và không gian thì chúng ta đâu gặp sự khan hiếm như thế, nhưng dĩ nhiên sự thật không phải thế. Chúng xuất hiện ngẫu nhiên theo cách trêu ngươi. *Homo erectus* tồn tại trên trái đất suốt một triệu năm và sống từ khu vực ven Đại Tây Dương của châu Âu đến bờ Thái Bình Dương của Trung Quốc, nhưng nếu bạn thu thập xương của mọi thành viên *Homo erectus* thì chúng tôi có thể cam đoan rằng bạn không thể lấp đầy một chiếc xe buýt. *Homo habilis* thậm chí còn tồn tại với số lượng ít hơn thế: chỉ hai bộ xương không hoàn chỉnh và một số xương chi rời rạc.

“Tại châu Âu”, Tattersall nói, “chúng ta có các mẩu xương sọ họ người tại Georgia tồn tại cách nay 1,7 triệu năm, nhưng phải trải qua gần một triệu năm sau trước khi chủng người mới xuất hiện tại Tây Ban Nha, ngay bờ bên kia của lục địa này, và sau đó phải trải qua 300.000 năm sau trước khi chủng người *Homo heidelbergensis* xuất hiện tại Đức – và các chủng người này trông hoàn toàn không giống nhau”. Ông mỉm cười. “Dựa vào các mảnh vụn này bạn cố gắng xác định lịch sử của các chủng loài. Đó là một nhiệm vụ quá nặng nề. Thực ra chúng ta biết rất ít về mối quan hệ giữa các chủng người cổ xưa. Có lẽ có một số chủng không đáng để được xem là một chủng độc lập”.

Chính những ghi nhận chắp vá này khiến mỗi người có một cách nhìn nhận riêng về toàn bộ sự việc. Nếu chúng ta có hàng nghìn bộ xương phân bổ đều theo thời gian thì có lẽ hiểu biết của chúng ta về việc này sẽ được cụ thể hơn. Một chủng người mới không thể xuất hiện đột ngột, dựa vào những khám phá của chúng ta về các hóa thạch, nó chỉ xuất hiện chầm chậm từ chủng người đang tồn tại. Với kiến thức không trọn vẹn như thế, các nhà khoa học thường đưa ra những giả định hay nói đúng ra là sự phỏng đoán.

Minh họa tốt nhất cho sự mâu thuẫn ở đây là chủng người *Homo habilis*. Nói đơn giản là, các mẩu xương của chủng người *Homo habilis* chẳng có ý nghĩa gì. Khi được sắp xếp theo thứ tự, chúng cho thấy rằng con đực và con cái tiến hóa với tốc độ khác nhau theo những hướng khác nhau – con đực trở nên ít giống khỉ hơn và giống con người hiện đại hơn theo thời gian, trong khi con cái lại trở nên giống khỉ hơn và ít giống con người hiện đại hơn. Tattersall và đồng nghiệp Jeffrey Schwartz xem nó là chủng loài vô nghĩa.

Cuối cùng, nhưng có lẽ quan trọng nhất, bản chất con người là kết quả của toàn bộ quá trình này. Các nhà khoa học thường có khuynh hướng diễn giải các khám phá theo hướng ủng hộ quá trình tiến hóa của con người. Hiếm khi nào một nhà cổ sinh vật học thông báo rằng họ đã tìm được rất nhiều xương của loài người cổ đại, nhưng họ thường nói rằng họ chẳng có gì thú vị để trình diễn trước mọi người. Hoặc theo lời John Reader trong cuốn *Missing Links*, “Đáng ghi nhận là những diễn giải đầu tiên về những bằng chứng mới thường có nội dung củng cố những định kiến xuất hiện trước đó trong cùng lĩnh vực”. Dĩ nhiên, điều này dẫn đến nhiều tranh cãi, và không ai thích tranh cãi hơn các nhà cổ sinh vật học.

Thế nên chúng ta cần ghi nhớ rằng chúng ta hiểu biết rất ít về thời tiền sử của con người. Những gì chúng ta nghĩ rằng mình biết rằng mình là ai và mình đến từ đâu đại thể là thế này:

Hết 99,99999 phần trăm lịch sử của chúng ta là sinh vật, chúng ta có cùng tổ tiên với tinh tinh. Chúng ta gần như không biết gì về tiền sử của loài tinh tinh, nếu chúng xuất nguồn từ đâu thì chúng ta cũng xuất nguồn từ đó. Và cách nay khoảng bảy triệu năm một điều gì đó đặc biệt đã xảy ra. Một nhóm sinh vật mới xuất hiện tại các khu rừng nhiệt đới ở châu Phi và bắt đầu di chuyển đến các thảo nguyên.

Đây là họ *Australopithecus*, suốt năm triệu năm sau đấy là chủng người thống trị của thế giới. (*Austral* theo tiếng La–Tinh có nghĩa là “thuộc miền nam”, và không liên hệ gì đến lục địa Australia). *Australopithecus* xuất hiện với hình dáng khá đa dạng, một số trông có vẻ mảnh khảnh, chẳng hạn đứa bé Taung của Raymond Dart, một số trông có vẻ cường tráng hơn, nhưng tất cả đều có khả năng bước đi trong tư thế thẳng đứng. Một số loài tồn tại suốt hàng triệu năm, một số khác chỉ tồn tại vài trăm nghìn năm, nhưng chúng ta cần nhớ rằng ngay cả loài ít thành công nhất trong họ *Australopithecus* cũng tồn tại lâu hơn so với khoảng thời gian chúng ta đã tồn tại.

Họ người nổi tiếng nhất tồn tại trên thế giới là họ *Australopithecus* xuất hiện cách nay 3,18 triệu năm được tìm thấy tại Hadar thuộc Ethiopia vào năm 1974 bởi một nhóm dẫn đầu là Donald Johanson. Được đặt tên chính thức là A.L. 288–1, bộ xương này thường được gọi thân mật là Lucy, đặt tên theo bài hát của nhóm Beatles “Lucy in the Sky with Diamonds”. Johanson chưa bao giờ nghi ngờ về ý nghĩa của Lucy. “Cô ấy là tổ tiên cổ xưa nhất của chúng ta, phần nối liền giữa khỉ không đuôi và loài người”, ông nói thế.

Lucy có kích cỡ khá nhỏ – cao chỉ 3,5 foot. Cô ấy có thể bước đi, dù kỹ năng bước đi của cô vẫn còn là vấn đề gây tranh cãi. Cô cũng có khả năng leo trèo tốt. Xương sọ của cô hoàn toàn bị

thất lạc, thế nên chúng ta không thể khẳng định gì về kích cỡ não bộ của cô, dù rằng các mảnh vụn xương sọ cho thấy rằng nó khá nhỏ. Hầu hết các sách đều mô tả bộ xương của Lucy còn nguyên vẹn 40 phần trăm, một số khác cho rằng gần 50 phần trăm, và có một cuốn được xuất bản bởi Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ nói rằng bộ xương của Lucy còn nguyên vẹn hai phần ba. Chương trình truyền hình BBC *Ape Man* gọi nó là "một bộ xương nguyên vẹn" dù rằng trông nó không hề nguyên vẹn chút nào.

Cơ thể con người có tất thảy 206 xương, nhưng đại đa số các xương được lặp đi lặp lại. Nếu vất bỏ các mẩu xương bị lặp đi lặp lại, bạn chỉ còn lại 120 mẩu – đây được gọi là một nửa bộ xương. Lucy chỉ có 28 phần trăm của một nửa bộ xương (và chỉ khoảng 20 phần trăm còn nguyên vẹn). Dù sao thì, chúng ta thường nghĩ rằng mình hiểu nhiều về Lucy nhưng thực ra chúng ta chỉ biết rất ít. Thậm chí chúng ta còn không biết liệu Lucy có phải là một cô gái hay không. Giới tính của cô chỉ được ước đoán dựa vào kích cỡ nhỏ bé của cô.

Hai năm sau khám phá về Lucy, tại Laetoli thuộc Tanzania, Mary Leakey phát hiện nhiều dấu chân còn sót lại của hai người từ – người ta cho rằng thế — cùng một họ người. Những dấu chân này được tạo ra khi hai cá nhân thuộc họ người *Australopithecus* bước đi trên lớp tro nhão sau một vụ phun trào núi lửa. Sau đó lớp tro này rắn lại, lưu lại dấu chân của họ suốt hai mươi ba mét.

Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ tại New York có một bức tranh tầm sâu hấp dẫn. Nó mô tả hình ảnh một đôi nam nữ đang dạo bước bên nhau tại vùng đồng bằng châu Phi. Trông họ giống loài tinh tinh và có nhiều lông, nhưng có phong thái và dáng đi giống loài người. Đặc điểm nổi bật nhất ở đây là con đực choàng cánh tay trái quanh vai con cái để bảo vệ nó. Đây là cử chỉ tình cảm dịu dàng, khiến người xem nghĩ đến mối quan hệ gần gũi giữa hai người.

Bức họa này được thực hiện dựa vào những ước đoán từ những dấu chân được tìm thấy tại Laetoli. Hầu hết các đặc điểm bên ngoài của hai nhân vật này – sự rậm lông, nét mặt (mũi người hay mũi tinh tinh), biểu lộ tình cảm, màu da, kích cỡ và hình dáng hai vú của con cái — tất cả đều dựa vào sự ước đoán. Chúng ta thậm chí không thể nói rằng họ là một đôi. Con cái có thể là con của con đực. Chúng ta cũng không thể khẳng định rằng họ thuộc họ người *Australopithecus*. Họ được xem là họ người *Australopithecus* vì không còn khả năng suy đoán nào khác.

Mãi đến gần đây người ta mới thừa nhận rằng chúng ta có tổ tiên từ Lucy và các sinh vật Laetoli, nhưng ngày nay nhiều chuyên gia vẫn không khẳng định điều này. Dù họ có một số đặc điểm thể chất (răng, ví dụ) cho thấy khả năng liên hệ với chúng ta, vẫn còn đó nhiều đặc điểm không tương quan. Trong cuốn *Extinct Humans*, Tattersall và Schwartz nói rằng phần trên xương đùi của chúng ta rất giống với phần trên xương đùi của loài khỉ không đuôi nhưng không giống với phần trên xương đùi của họ người *Australopithecus*; thế nên nếu Lucy là loài nối liền giữa khỉ không đuôi và loài người hiện đại, điều đó có nghĩa là chúng ta đã sở hữu phần trên xương đùi của họ người *Australopithecus* suốt hàng triệu năm, sau đó lại quay lại với phần trên xương đùi của khỉ không đuôi khi chúng ta bước vào giai đoạn phát triển kế tiếp. Thực ra, người ta tin rằng Lucy không những không phải là tổ tiên của chúng ta mà còn có khả năng không thể bước đi trong tư thế thẳng đứng.

"Lucy không thể di chuyển theo cách của loài người hiện đại", Tattersall khẳng định. "Chỉ khi các họ người này phải di chuyển giữa nhánh cây này với nhánh cây khác họ mới bước đi bằng hai chân". Trong khi đó Johanson lại nói, "Cách bố trí xương hông và cơ khung xương chậu của Lucy sẽ khiến Lucy gặp khó khăn trong việc leo trèo giống như loài người hiện đại".

Vấn đề càng thêm rối rắm vào năm 2001 và 2002 khi bốn chủng người mới được tìm thấy. Chủng người do Meave Leakey khám phá tại hồ Turkana thuộc Kenya được gọi là *Kenyanthropus platyops* đã tồn tại cùng thời điểm với Lucy và khiến mọi người nhận định rằng có khả năng đây là tổ tiên của chúng ta và Lucy là một chi nhỏ không thành công. Đồng thời được khám phá vào năm 2001 là chủng người *Ardipithecus ramidus kadabba*, xuất hiện cách nay khoảng 5,2 đến 5,8 triệu năm, và chủng người *Orrorin tugenensis* xuất hiện cách nay

khoảng 6 triệu năm, đây là họ người cổ xưa nhất được khám phá – nhưng chỉ trong khoảng thời gian ngắn. Mùa hè 2002 một nhóm người Pháp làm việc tại hoang mạc Djurab thuộc Chad (trước đó chưa ai tìm được các mẩu xương cổ tại đây) tìm thấy một họ người xuất hiện cách nay gần 7 triệu năm, họ đặt tên là *Sahelanthropus tchadensis*. (Một số chuyên gia cho rằng đó không phải là loài người, mà chỉ là loài khỉ không đuôi và thế nên cần được đặt tên là *Sahelpithecus*).

Việc di chuyển bằng hai chân là việc khó khăn và nguy hiểm, đòi hỏi khung xương chậu phải có nhiều thay đổi quan trọng. Để duy trì được sức mạnh cần thiết, cơ quan sinh sản phải trở nên tương đối hẹp. Điều này dẫn đến hai hậu quả nghiêm trọng tức thì và một hậu quả lâu dài. Trước tiên, việc sinh sản sẽ gây nhiều đau đớn và tăng khả năng tử vong của cả mẹ lẫn con. Hơn nữa, để đầu em bé có thể lọt qua khoảng không gian hẹp như thế thì nó phải được sinh ra khi đầu nó còn khá nhỏ – và trong khi em bé vẫn chưa có khả năng gì. Điều này đồng nghĩa với việc phải chăm sóc em bé lâu dài, dẫn đến mối quan hệ bền vững giữa con đực và con cái.

Dĩ nhiên việc một em bé chào đời với kích cỡ não bộ bằng một quả cam [3] là việc vô cùng mạo hiểm.

Vậy thì tại sao Lucy và đồng loại lại có thể bước xuống từ các nhánh cây và thoát ra khỏi các khu rừng? Có lẽ họ không còn chọn lựa nào khác. Sự xuất hiện của eo đất Panama đã cắt ngang dòng chảy từ Thái Bình Dương đến Đại Tây Dương, làm chệch hướng các dòng nước ấm và tạo ra thời kỳ băng hà khắc nghiệt tại khu vực thuộc vĩ tuyến Bắc bán cầu. Tại châu Phi, điều này tạo ra sự khô hạn, dần dần biến các khu rừng nhiệt đới thành các thảo nguyên. “Không hẳn là Lucy và đồng loại đã rời bỏ các khu rừng”, John Gribbin viết, “mà là các khu rừng đã rời bỏ họ”.

Loài đứng thẳng bằng hai chân có thể quan sát tốt hơn, nhưng đồng thời cũng dễ bị phát hiện hơn. Ngay cả ngày nay chúng ta cũng dễ rơi vào hoàn cảnh nguy hiểm hơn khi bước vào thế giới hoang dã. Gần như mọi động vật lớn mà bạn có thể nghĩ ra luôn là loài mạnh mẽ hơn, nhanh nhẹn hơn, và có nhiều răng hơn so với chúng ta. Khi đối mặt với sự tấn công, loài người hiện đại chỉ có hai lợi thế. Họ có bộ não tốt hơn, điều này giúp chúng ta có thể vạch ra các kế hoạch, và có đôi tay để múa may hoặc vận dụng vũ khí. Chúng ta là sinh vật duy nhất có thể gây hại cho đối phương từ khoảng cách xa. Thế nên chúng ta cũng có nhiều nhược điểm về thể chất.

Suốt ba triệu năm Lucy và đồng loại thuộc họ người *Australopithecus* dường như không hề thay đổi. Não bộ của họ không phát triển và không có dấu hiệu nào cho thấy rằng họ có thể sử dụng các công cụ dù đơn giản nhất. Lạ hơn nữa là, ngày nay chúng ta biết rằng suốt một triệu năm họ tồn tại song song với các họ người khác biết sử dụng công cụ nhưng họ vẫn không thể tận dụng được các kỹ năng này.

Tại thời điểm nào đó cách nay khoảng 2 đến 3 triệu năm, có lẽ đã có đến sáu họ người cùng tồn tại ở châu Phi. Tuy nhiên, chỉ một họ người có thể tồn tại lâu dài: *Homo*, họ người này xuất hiện cách nay khoảng hai triệu năm. Không ai biết rõ mối quan hệ giữa họ người *Australopithecus* và họ người *Homo*, nhưng chúng ta biết rằng họ đã cùng tồn tại song song suốt hơn một triệu năm trước khi toàn bộ họ người *Australopithecus*, dù mảnh khảnh hay cường tráng, biến mất một cách bí ẩn, và có lẽ khá đột ngột, cách nay hơn một triệu năm. Không ai biết tại sao họ lại biến mất. “Có lẽ”, Matt Ridley nói, “chúng ta đã ăn thịt họ”.

Theo quy ước, họ người Homo bắt đầu bằng chủng *Homo habilis*, một sinh vật mà chúng ta gần như chẳng biết gì về họ, và kết thúc là chúng ta, *Homo sapiens* (có nghĩa là “loài người biết suy nghĩ”). Giữa hai chủng này là hàng tá các chủng khác: *Homo ergaster*, *Homo neanderthalensis*, *Homo rudolfensis*, *Homo heidelbergensis*, *Homo erectus*, và *Homo antecessor*.

Homo habilis (“người khéo tay”) được đặt tên bởi Louis Leakey và các đồng nghiệp vào năm 1964 và được gọi như thế vì họ là chủng người đầu tiên biết sử dụng công cụ, dù là những công cụ rất thô sơ. Đó là một sinh vật rất cổ, giống tinh tinh hơn giống người, nhưng não bộ của nó lớn hơn 50 phần trăm so với não bộ của Lucy. Chưa có lý do thuyết phục nào cho thấy rằng tại sao não bộ của họ lại phát triển đột ngột như thế cách nay hai triệu năm.

“Hiện nay chúng ta vẫn chưa có lý do thuyết phục nào để giải thích về việc tại sao não bộ của con người lại phát triển lớn như vậy”, Tattersall nói. Não bộ lớn đòi hỏi phải có nhiều cơ quan: chúng chiếm 2 phần trăm tổng trọng lượng cơ thể, nhưng lại tiêu thụ 20 phần trăm năng lượng của cơ thể. Chúng cũng khá kén chọn nguồn nhiên liệu. Nếu bạn không ăn chất béo, não bộ của bạn sẽ không hề phàn nàn gì vì nó không cần thứ này. Thay vì thế nó muốn glucoza. Guy Brown nói: “Cơ thể luôn có nguy cơ kiệt sức bởi não bộ tham lam, nhưng nó không thể để não bộ đói vì điều đó sẽ nhanh chóng dẫn đến cái chết”.

Tattersall nghĩ rằng sự xuất hiện của não bộ lớn có lẽ chỉ là sự tình cờ trong quá trình tiến hóa. Ông và Stephen Jay Gould tin rằng nếu bạn xem lại cuộn băng ghi hình về sự sống – ngay cả khi bạn quay lại thời điểm loài người mới xuất hiện – rất có khả năng là bạn cũng chỉ trông thấy hình ảnh loài người xuất hiện một cách đột ngột mà thôi.

“Một trong những ý tưởng mà loài người khó chấp nhận nhất là”, ông nói, “chúng ta không phải là loài tột đỉnh. Chẳng có điều gì chắc chắn về sự có mặt của chúng ta ở đây. Chúng ta thường tỏ ra kiêu căng khi nghĩ rằng chính sự tiến hóa đã tạo ra chúng ta. Thậm chí cả những nhà nhân loại học cũng nghĩ thế mãi đến thập niên 1970”.

Theo các tác giả của cuốn *Java Man* thì *Homo erectus* là một đường thẳng phân cách: mọi chủng người trước đó đều có đặc điểm giống loài khỉ không đuôi; mọi chủng người sau đó đều có đặc điểm giống loài người. *Homo erectus* là chủng người đầu tiên biết săn bắt, biết dùng lửa, biết tạo ra các công cụ phức tạp, biết đánh dấu địa điểm, biết bảo vệ và chăm sóc những con yếu hoặc con cái. So với mọi chủng người xuất hiện trước đó, *Homo erectus* có hình dáng và cách cư xử rất giống loài người hiện đại, các thành viên của chủng này có chân tay dài và khỏe mạnh (khỏe hơn nhiều so với loài người hiện đại), và có khả năng phát triển trên diện rộng. So với các chủng người khác, Homo erectus là chủng khỏe mạnh, nhanh nhẹn, và có khả năng. *Homo erectus* là “loài nhanh nhẹn bậc nhất vào thời đó”, theo lời Alan Walker của Đại học Penn State và một trong các chuyên gia hàng đầu thế giới. Cũng theo lời của Walker, nó có cơ thể của một người trưởng thành nhưng não bộ của một đứa bé.

Dù *Homo erectus* đã được biết đến suốt một thế kỷ, kiến thức của chúng ta về nó chỉ là những phân mảnh được lắp ghép – thậm chí chúng ta vẫn chưa thu thập đủ một bộ xương nguyên vẹn. Thế nên mãi đến thập niên 1980, khi chúng ta có được khám phá phi thường tại châu Phi, chúng ta mới hiểu ý nghĩa của nó – tiền thân của loài người hiện đại. Ngày nay thung lũng xa xôi của hồ Turkana (trước đây được gọi là hồ Rudolf) tại Kenya là một trong những khu vực tồn tại nhiều di tích về loài người cổ đại nhất, nhưng suốt một khoảng thời gian dài trước đây không ai nghĩ đến việc tìm kiếm tại đây. Richard Leakey cùng nhóm người của mình là những người đầu tiên khám phá khu vực này, nhưng thoạt tiên họ chẳng tìm thấy gì cả. Rồi một chiều nọ, Kamoya Kimeu, người có duyên săn tìm hóa thạch nhất của nhóm này, tìm thấy một mảnh xương hàm nhỏ của một chủng người trên một ngọn đồi cách xa hồ. Những nơi như thế thường không có nhiều tiềm năng, nhưng khi khai quật ngọn đồi này họ phải sửng sốt khi phát hiện một bộ xương gần như trọn vẹn của chủng người *Homo erectus*. Đó là bộ xương của một cậu bé độ 9-12 tuổi đã qua đời cách nay khoảng 1,54 triệu năm. Bộ xương này có “đầy đủ cấu trúc xương của loài người hiện đại”, Tattersall nói. Cậu bé Turnaka “rõ ràng là một trong những thành viên của chúng ta”.

Cũng tại hồ Turnaka, Kimeu tìm thấy KNM-ER 1808, một phụ nữ cách nay 1,7 triệu năm, điều này giúp các nhà khoa học có được những manh mối đầu tiên rằng chủng người *Homo erectus* là chủng người phức tạp hơn và thú vị hơn so với những gì họ nghĩ trước đó. Các mẩu xương của phụ nữ này đã bị biến dạng và trở nên khá thô, đây là kết quả của triệu chứng gây đau đớn được gọi là thừa vitamin A, triệu chứng này chỉ có thể xuất nguồn từ việc ăn gan của một động vật ăn thịt. Trước tiên điều này cho chúng ta thấy rằng *Homo erectus* là loài ăn thịt. Nghiên cứu sâu hơn cho thấy rằng phụ nữ này đã sống nhiều tuần lễ thậm chí nhiều tháng với chứng bệnh này. Có một ai đó đã chăm sóc cô ấy. Đó là dấu hiệu đầu tiên về tính nhân hậu nơi con người.

Người ta cũng khám phá rằng não bộ của *Homo erectus* có (hoặc có thể có) khu vực được gọi là Broca’s, một khu vực thuộc thùy trước của não bộ liên quan mật thiết đến việc vận dụng

ngôn ngữ. Tinh tinh không có đặc điểm này. Alan Walker nghĩ rằng đường xoắn ốc này không có đủ kích cỡ và sự tinh vi để có thể cấu thành ngôn ngữ, rằng có lẽ Homo erectus chỉ liên lạc với nhau theo cách của loài tinh tinh hiện đại. Một số chuyên gia khác, đặc biệt là Richard Leakey, tin chắc rằng *Homo erectus* có thể nói được.

Suốt một khoảng thời gian dài, *Homo erectus* là chủng người duy nhất tồn tại trên trái đất. Các bằng chứng hóa thạch cho thấy rằng một số thành viên của chủng người này cũng xuất hiện tại Java khi, hoặc trước khi, họ rời bỏ châu Phi. Điều này khiến các nhà khoa học nghĩ rằng có thể loài người hiện đại không phải xuất nguồn từ châu Phi mà là từ châu Á. Nếu loài người xuất nguồn từ châu Á thì chúng ta phải giải thích được tại sao người Java lại có thể tìm đến châu Phi nhanh như thế.

Ngày nay một số chuyên gia không tin rằng những khám phá tại Turkana là chủng người *Homo erectus*. Theo lời Tattersall và Jeffrey Schwartz trong cuốn *Extinct Humans*, bộ xương Turkana "không thể đem so với bất kỳ bộ xương nào khác vì không có bộ xương nào giống thế". Bộ xương Turkana, họ nói, không giống với bất kỳ bộ xương chủng người *Homo erectus* nào được tìm thấy tại châu Á và không thể được xem là chủng người *Homo erectus* ngoại trừ việc đó là bộ xương của loài người hiện đại. Một số chuyên gia khác khẳng định rằng phải gọi bộ xương Turkana (và bất kỳ xương nào khác trong cùng thời kỳ) là *Homo ergaster*. Tattersall và Schwartz không chịu dừng lại ở đó. Họ tin rằng chính *Homo ergaster* "hoặc họ hàng với Homo ergaster" đã di cư đến châu Á từ châu Phi, tiến hóa thành *Homo erectus*, và sau đó tuyệt chủng.

Chúng ta chỉ có thể chắc chắn rằng cách nay hơn một triệu năm, một số sinh vật tương đối hiện đại có dáng đi thẳng đứng bằng hai chân đã rời bỏ châu Phi và tìm đến hầu hết mọi nơi trên địa cầu. Họ có thể di chuyển bình quân hai mươi lăm dặm/năm, vượt qua các dãy núi, sông suối, hoang mạc, và những trở ngại khác, thích nghi với điều kiện khí hậu và nguồn thực phẩm của từng vùng. Có điều bí ẩn là: làm thế nào họ có thể vượt qua được bờ tây của Biển đỏ, một khu vực ngày nay nổi tiếng khô cằn, trước kia còn khô cằn hơn thế.

Và tôi e rằng chúng ta phải kết thúc tại đây. Những gì xảy ra trong giai đoạn phát triển kế tiếp của loài người lại là một cuộc tranh luận dài, như những gì chúng ta sẽ thấy ở chương sau.

---

[1] Dù là người Hà Lan, Dubois quê ở Eijsden, một thị trấn giáp ranh với khu vực nói tiếng Pháp thuộc Bỉ.

[2] Loài người được xếp vào họ *Hominidae*. Các thành viên của nó, theo truyền thống được gọi là các chủng người, gồm bất kỳ sinh vật nào (kể cả các sinh vật đã tuyệt chủng) có quan hệ gần gũi với chúng ta hơn so với các loài tinh tinh còn sống. Trong khi đó, khỉ không đuôi được xếp vào một họ được gọi là Pongidae. Nhiều chuyên gia tin rằng tinh tinh và khỉ đột nên được xếp vào họ này, với con người và tinh tinh trong phân họ được gọi là *Hominiae*. Cuối cùng, các sinh vật được gọi là hominid trở thành hominin. Hominoidea là tên của liên họ khỉ không đuôi, kể cả chúng ta.

[3] Kích cỡ chính xác của não bộ không mang nhiều ý nghĩa – đôi khi mang ý nghĩa rất quan trọng. Loài voi và cá voi có não bộ lớn hơn nhiều so với não bộ của chúng ta, nhưng bạn có thể dễ dàng đánh lừa được chúng.

29. LOÀI KHỈ KHÔNG ĐUÔI HIẾU ĐỘNG

Cách nay khoảng một triệu năm, một thiên tài nào đó của thế giới loài người đã thực hiện một việc đầy bất ngờ. Anh ta (hoặc cô ta) cầm lấy một hòn đá và cẩn thận dùng nó để đẽo gọt một hòn đá khác. Kết quả là anh ta (hoặc cô ta) có được một chiếc rìu đơn giản hình giọt nước, nhưng đó là kỹ thuật tiên tiến đầu tiên của thế giới.

Nó tốt hơn những công cụ hiện hữu nên về sau những người khác đã theo chân nhà phát minh này và tạo ra nhiều chiếc rìu khác cho chính họ. "Họ đã làm ra hàng nghìn chiếc rìu như thế", lan Tattersall nói. "Tại một số nơi thuộc châu Phi bạn thậm chí còn không thể bước đi mà không dẫm phải chúng. Thật lạ vì chúng xuất hiện quá nhiều. Cứ như thể họ đã lấy việc chế tạo rìu làm thú tiêu khiển".

Từ một chiếc kệ trong phòng làm việc của mình Tattersall lấy xuống một chiếc lưỡi câu lớn, có lẽ dài 1,5 foot và rộng 8 inch tại điểm rộng nhất, và đưa nó cho tôi. Nó có hình dáng như một mũi giáo, nhưng có kích cỡ bằng một tảng đá kê bước. Được tìm thấy tại Tanzania, nó có trọng lượng hai mươi lăm pound. "Nó hoàn toàn là một công cụ vô dụng", Tattersall nói. "Cần có hai người để có thể nâng được nó".

"Thế khi ấy người ta dùng nó để làm gì?"

Tattersall mỉm cười và nhún vai, hài lòng với sự bí ẩn của nó. "Không biết. Ắt hẳn nó đã từng có ý nghĩa tượng trưng nào đó, nhưng chúng ta chỉ có thể đoán biết mà thôi".

Những chiếc rìu này được xem là công cụ Acheulean, một vùng ngoại ô thuộc Amiens ở miền bắc nước Pháp, tại đó những chiếc rìu đầu tiên được tìm thấy vào thế kỷ mười chín, và trái ngược với những công cụ xa xưa hơn và đơn giản hơn được gọi là công cụ Oldowan, được tìm thấy tại Olduvai Gorge ở Tanzania. Trong các sách giáo khoa cổ, công cụ Oldowan thường là các tảng đá có kích cỡ bằng bàn tay, hình tròn, với cạnh tương đối cùn lụt. Ngày nay các nhà khảo cổ thường tin rằng công cụ Oldowan được dùng để chặt chém.

Đây là điều bí ẩn. Khi những con người hiện đại đầu tiên – những người phát triển thành chúng ta – bắt đầu di chuyển ra khỏi châu Phi cách nay khoảng hơn một trăm nghìn năm, công cụ Acheulean là kỹ thuật họ chọn lựa. Những người thuộc chủng *Homo sapiens* cũng yêu thích các công cụ Acheulean của họ. Họ mang chúng vượt qua những khoảng cách lớn. Đôi khi họ mang theo những tảng đá chưa có hình thù cụ thể để về sau chế biến thành các công cụ. Tóm lại, họ rất quan tâm đến kỹ thuật này. Nhưng dù công cụ Acheulean đã được tìm thấy tại châu Phi, châu Âu, Trung Á, và Tây Á, chúng dường như chưa bao giờ được tìm thấy tại vùng Viễn Đông. Điều này thật lạ.

Vào thập niên 1940 một nhà cổ sinh vật học của trường Harvard tên là Hallum Movius vẽ ra cái được gọi là "vạch Movius", phân chia các công cụ Acheulean với các công cụ khác. Vạch này chạy từ phía đông nam băng qua châu Âu và Trung Đông đến vùng lân cận của Calcutta và Bangladesh hiện đại. Phía bên kia vạch Movius, băng qua Đông Nam Á và hướng vào Trung Quốc, người ta chỉ tìm được các công cụ Oldowan cổ hơn và đơn giản hơn. Chúng ta biết rằng *Homo sapiens* đã tìm đến tận đây, thế thì tại sao họ lại đưa kỹ thuật tiên tiến này đến rìa Viễn Đông và sau đó lại từ bỏ nó?

"Điều đó khiến tôi phải suy nghĩ suốt một khoảng thời gian dài", Alan Thorne của Đại học Quốc gia Australia tại Canberra nhớ lại. "Toàn nền tảng của bộ môn nhân loại học được xây dựng trên ý tưởng là loài người di chuyển khỏi châu Phi thành hai đợt – đợt đầu tiên là chủng *Homo erectus*, sau đó họ trở thành người Java và người Bắc Kinh, và đợt thứ hai là chủng *Homo sapiens*, họ chiếm cứ nơi ở của chủng *Homo erectus*. Tuy nhiên để chấp nhận điều đó thì bạn phải tin rằng *Homo sapiens* đã tìm đến nơi xa xôi đó cùng kỹ thuật tiên tiến của họ và sau đó, vì một lý do nào đó, từ bỏ nó. Điều đó khiến tôi bối rối, ít ra thì cũng là như thế".

Thật ra còn nhiều yếu tố khác khiến chúng ta phải bối rối hơn. Năm 1968, một nhà địa chất học tên là Jim Bowler đang tìm kiếm tại một chiếc hồ trơ đáy được gọi là Mungo thuộc phía tây

New South Wales thì ông phát hiện một thứ gì đó rất lạ. Nó là một vật hình lưỡi liềm, về sau được biết là một mẩu xương người. Vào thời điểm đó, người ta tin rằng loài người đã định cư tại Australia không quá 8.000 năm, nhưng hồ Mungo đã khô cạn suốt 12.000 năm. Vậy thì có ai làm gì tại một nơi không thích hợp cho sự sống như thế này?

Bằng cách ứng dụng phương pháp xác định độ tuổi cacbon đồng vị, người ta xác định được rằng người sở hữu mẩu xương này đã sống ở đó khi hồ Mungo là nơi trù phú thích hợp cho sự sống, dài hàng chục dặm, đầy nước và cá, ven hồ là các loại phi lao. Trước sự ngạc nhiên của mọi người, mẩu xương này có độ tuổi là 23.000 năm. Các mẩu xương khác được tìm thấy gần đó có độ tuổi khoảng 60.000 năm. Điều này khiến mọi người bất ngờ vì đó gần như là điều không thể. Kể từ khi loài người xuất hiện, Australia chưa bao giờ không phải là một hòn đảo lớn. Bất kỳ người nào đến đó ắt hẳn đã phải đến đó bằng đường biển, với số lượng đủ lớn để duy trì nòi giống, sau khi băng qua sáu mươi dặm biển mà không hề biết rằng có một dải đất liền đang chờ đón họ. Sau khi đặt chân lên đất liền, người Mungo tiếp tục di chuyển sâu vào đất liền hơn hai nghìn dặm từ bờ biển phía bắc Australia, theo một bản báo cáo của Hội khoa học Quốc gia thì điều này cho thấy rằng "thực chất họ đã đến đó cách nay hơn 60.000 năm". Họ đến đó bằng cách nào và tại sao họ lại tìm đến đó là những câu hỏi không thể trả lời.

"Có một lỗ hổng lớn trong kiến thức của chúng ta, chúng ta không biết gì về sự vận động của loài người trước khi bộ môn lịch sử ra đời", Alan Thorne nói với tôi khi tôi gặp ông tại Canberra.

"Khi các nhà nhân loại học thế kỷ mười chín lần đầu tiên đến Papua New Guinea, họ nhận thấy rằng người ta sinh sống tại những khu vực nội địa mà dường như không ai có thể tiếp cận được, họ trồng trọt khoai tây ngọt để sinh sống. Khoai tây ngọt có nguồn gốc từ Nam Mỹ. Thế làm sao nó đến được Papua New Guinea? Chúng ta không biết. Hoàn toàn không biết. Nhưng chúng ta có thể khẳng định rằng loài người đã không ngừng di chuyển khắp nơi với sự tự tin của họ trong suốt một khoảng thời gian dài, và họ cũng chia sẻ gen di truyền cũng như những thông tin quan trọng".

Vấn đề ở đây là, như thường lệ, những khám phá hóa thạch. Thorne nói, "Nếu không có những khu vực xuất hiện nhiều hóa thạch như Hadar và Olduvai thuộc đông Phi thì có lẽ chúng ta chẳng hiểu gì về việc này. Toàn Ấn Độ chỉ giúp chúng ta tìm được duy nhất một hóa thạch có độ tuổi khoảng 300.000 năm. Giữa Iraq và Việt Nam – có khoảng cách là 5.000 kilomet – cũng chỉ có hai hóa thạch: một tại Ấn Độ và một tại Uzbekistan. Chẳng có gì ngạc nhiên khi biết rằng các nhà nhân loại học gặp khó khăn trong việc tập hợp và phân tích các thông tin rời rạc như thế này".

Giả thuyết truyền thống giải thích sự vận động của loài người – đây là giả thuyết được nhiều người chấp nhận nhất – là: loài người di tản sang khu vực Âu Á thành hai đợt. Đợt thứ nhất gồm có chủng *Homo erectus*, họ rời khỏi châu Phi khá nhanh chóng – ngay khi họ vừa xuất hiện – bắt đầu từ thời điểm cách nay khoảng hai triệu năm. Theo thời gian, khi họ đã định cư tại các khu vực khác nhau, họ tiến hóa thành nhiều chủng người khác nhau – người Java và người Bắc Kinh ở châu Á, và chủng *Homo heidelbergensis* và cuối cùng là chủng *Homo neanderthalensis* ở châu Âu.

Sau đó, cách nay khoảng hơn một trăm nghìn năm, một chủng linh hoạt hơn và thông minh hơn – tổ tiên của loài người hiện đại – xuất hiện tại các đồng bằng châu Phi và bắt đầu di tản lần thứ hai. Chủng *Homo sapiens* mới này chiếm cứ nơi ở của các bậc tiền bối kém tinh thông hơn. Họ thực hiện việc này như thế nào vẫn là vấn đề đang được tranh luận. Đến nay chúng ta vẫn chưa tìm thấy dấu hiệu nào cho thấy rằng họ đã tàn sát lẫn nhau, thế nên hầu hết các chuyên gia đều tin rằng các chủng người mới chỉ đơn giản là lấn át các chủng người cũ, dù một số yếu tố khác có thể có liên quan. "Có thể chúng ta đã lây bệnh đậu mùa cho họ", Tatterall nói. "Không ai có thể chắc chắn về việc này. Chỉ có một sự thật là hiện nay chúng ta đang tồn tại và họ đã biến mất".

Những con người hiện đại đầu tiên này rất mờ ảo. Những hiểu biết của chúng ta về chính mình còn ít hơn cả những hiểu biết của chúng ta về các chủng người cổ đại. Thậm chí không ai

hoàn toàn tán thành về nơi xuất hiện đầu tiên của loài người hiện đại. Nhiều sách giáo khoa cho rằng họ đã xuất hiện cách nay khoảng 120.000 năm ở hình thức được tìm thấy tại sông Klasies thuộc Nam Phi, nhưng không phải ai cũng đồng ý rằng đây là những con người hoàn toàn hiện đại.

Sự xuất hiện đầu tiên của chủng người Homo sapiens chắc chắn xảy ra tại phía đông Địa Trung Hải, gần Israel ngày nay, họ xuất hiện tại đó cách nay khoảng 100.000 năm – nhưng dù vậy họ vẫn được mô tả (bởi Trinkaus và Shipman) là "kỳ quặc, khó phân loại, và khó hiểu". Người Neanderthal cũng xuất hiện lần đầu tại khu vực này và có một bộ công cụ được gọi là Mousterian, loài người hiện đại cũng đã ứng dụng bộ công cụ này vào đời sống của họ. Không một tàn tích của người Neanderthal được tìm thấy tại bắc Phi, nhưng bộ công cụ của họ xuất hiện phổ biến tại đây. Ắt hẳn đã có một ai đó đưa nó đến đó: chỉ có loài người hiện đại mới có thể làm việc này. Người ta cũng biết rằng người Neanderthal và loài người hiện đại đã chung sống suốt hàng chục nghìn năm tại vùng Trung Đông. "Chúng ta không biết liệu họ đã tồn tại luân phiên hay cùng tồn tại song song", Tattersall nói, nhưng loài người hiện đại vẫn tiếp tục vận dụng bộ công cụ của người Neanderthal. Kỳ lạ không kém, bộ công cụ Achulean được tìm thấy ở vùng Trung Đông với độ tuổi hơn một triệu năm, nhưng lại không xuất hiện ở châu Âu mãi đến thời điểm cách nay chỉ 300.000 năm. Một lần nữa, tại sao những người có được kỹ thuật này lại không mang theo các công cụ của mình lại là một điều bí ẩn.

Suốt một khoảng thời gian dài, người ta tin rằng người Cro–Magnons, giống như người hiện đại ở châu Âu, đã xua đuổi người Neanderthal khi họ định cư tại lục địa này, cuối cùng họ ép buộc người Neanderthal phải di cư đến vùng ven của tây Âu, tại đó người Neanderthal không còn chọn lựa nào khác ngoài việc rơi xuống biển hoặc tuyệt chủng. Thật ra, ngày nay chúng ta biết rằng người Cro–Magnons định cư tại vùng viễn tây của châu Âu tại cùng thời điểm người Neanderthal tìm đến đây từ phía đông. "Ngày ấy châu Âu còn là nơi khá hoang vắng", Tattersall nói. "Họ có thể đã giáp mặt nhau khá thường xuyên mỗi khi họ đến và đi".

Người Neanderthal là người rất mạnh mẽ. Suốt hàng chục nghìn năm họ sống trong điều kiện mà loài người hiện đại ngoại trừ các nhà nghiên cứu có thể chịu được. Suốt thời kỳ băng hà khắc nghiệt nhất, tại đó chỉ có những cơn bão tuyết với sức gió cực lớn. Nhiệt độ giảm xuống dưới 50 độ F. Họ đã phải sống trong những điều kiện vô cùng khó khăn – một người Neanderthal sống đến quá ba mươi tuổi đã là điều may mắn với anh ta – nhưng quả thực họ là những người rất kiên cường. Họ đã tồn tại ít nhất một trăm nghìn năm, và có lẽ là hai trăm nghìn năm, tại khu vực trải dài từ Gibraltar đến Uzbekistan, đây là khoảng thời gian tồn tại của một loài được gọi là thành công.

Họ là ai và trông họ ra sao vẫn là các vấn đề đang được tranh cãi. Mãi đến giữa thế kỷ mười chín người ta vẫn quan niệm rằng người Neanderthal là người kém thông minh, dáng người lom khom, đi lê bước, và giống khỉ không đuôi – người nguyên thủy. Chỉ qua một tai nạn nghiêm trọng nọ các nhà khoa học mới thay đổi suy nghĩ của mình. Năm 1947, trong khi đang làm việc ngoài trời tại sa mạc Sahara, một nhà cổ sinh vật học người Pháp gốc Angieri tên là Camille Arambourg tránh nắng bên dưới cánh tàu bay của mình. Khi ông ngồi xuống, một chiếc lốp bỗng dưng phát nổ thật mạnh, chiếc tàu bay đột nhiên đổ nhào khiến ông bị thương nặng. Khi quay về Paris ông nhờ người chụp X quang khu vực quanh cổ, và nhận thấy rằng cột sống của ông được bố trí giống như cột sống của người Neanderthal. Điều này cho thấy rằng hoặc ông là người nguyên thủy hoặc đặc điểm của người Neanderthal đã bị mô tả sai lạc. Dĩ nhiên là đặc điểm của người Neanderthal đã bị mô tả sai lạc. Cột sống của người Neanderthal hoàn toàn không giống cột sống của loài khỉ không đuôi. Sự kiện này làm thay đổi hoàn toàn quan điểm của chúng ta về người Neanderthal – nhưng dường như chỉ trong khoảng thời gian ngắn.

Ngày nay chúng ta vẫn cho rằng người Neanderthal kém thông minh hơn so với chủng người *Homo sapiens* xuất hiện sau này. Đây là trích đoạn điển hình từ một cuốn sách được xuất bản gần đây: "Các chủng người hiện đại đã trung hòa thuận lợi này {cơ thể khá cường tráng của người Neanderthal} với trang phục tốt hơn, lò sưởi tốt hơn, và nơi trú ngụ tốt hơn; trong khi đó người Neanderthal vẫn dừng lại ở kích cỡ quá khổ đòi hỏi phải tiêu thụ nhiều thực phẩm".

Nói cách khác, chính những yếu tố này giúp họ tồn tại thành công suốt hàng trăm nghìn năm rồi sau đó đột nhiên chúng lại trở thành những bất lợi không thể vượt qua được.

Vấn đề ít được chú ý đến nhất là người Neanderthal có não bộ lớn hơn so với não bộ của các chủng người hiện đại – 1,8 lít của người Neanderthal so với 1,4 lít của người hiện đại, theo một tính toán nọ. Người ta tranh luận rằng dù não bộ của chúng ta nhỏ hơn nhưng nó lại hoạt động hiệu quả hơn.

Bạn có thể đặt câu hỏi rằng, nếu người Neanderthal khỏe mạnh như thế và có khả năng thích nghi như thế kết hợp với não bộ lớn như thế, họ có tồn tại lâu hơn chúng ta không? Câu trả lời ở đây (thường bị tranh cãi) là có lẽ họ tồn tại lâu hơn chúng ta. Alan Thorne là một trong những người đầu tiên đề xuất một giải pháp thay thế, được gọi là giả thuyết đa tầng, cho rằng sự tiến hóa của con người đã diễn ra liên tục – rằng họ người *Australopithecines* tiến hóa thành *Homo habilis*, sau đó thành *Homo heidelbergensis*, rồi đến *Homo neanderthalensis*, thế nên chủng *Homo sapiens* hiện đại đơn giản xuất nguồn từ các chủng Homo cổ xưa hơn. Từ góc độ này, *Homo erectus* không phải là một chủng độc lập như người ta thường nghĩ. Thế nên người Trung Quốc hiện đại là hậu duệ của tổ tiên *Homo erectus* tại Trung Quốc, người châu Âu hiện đại là hậu duệ của tổ tiên *Homo erectus* tại châu Âu, và vân vân. "Có điều là theo tôi thì không có chủng *Homo erectus*", Thorne nói. "Tôi nghĩ rằng từ ngữ này đã bị lạm dụng. Theo tôi, *Homo erectus* chỉ là một phần trước đây của chúng ta. Tôi tin rằng chỉ một chủng người duy nhất đã từng rời khỏi châu Phi, đó là chủng *Homo sapiens*".

Những người phản đối giả thuyết đa tầng này cho rằng giả thuyết này muốn nói đến sự tiến hóa song song của các chủng người trong suốt thời gian Cựu thế giới – tại châu Phi, Trung Quốc, châu Âu, hầu hết các hòn đảo xa xôi của Indonesia, bất kỳ nơi đâu họ xuất hiện. Một số người tin rằng học thuyết đa tầng này khuyến khích sự phân biệt chủng tộc mà bộ môn nhân loại học đã dành một khoảng thời gian dài tẩy trừ. Mãi đến đầu thập niên 1960, một nhà nhân loại học nổi tiếng tên là Carleton Coon của Đại học Pennsylvania đề xuất rằng một số chủng loài hiện đại có nguồn gốc khác nhau, ngụ ý rằng một số người có tổ tiên cao cấp hơn những người khác. Điều này làm khuấy động niềm tin trước đó rằng một số chủng người hiện đại chẳng hạn như người Kalahari San tại châu Phi và thổ dân châu Úc có nguồn gốc gần gũi với người nguyên thủy hơn so với những người khác.

Dù Coon có muốn nói đến điều gì, ấn tượng với mọi người ở đây là một số chủng loài tiên tiến hơn các chủng loài khác. Quan điểm này, ngày nay bị phản đối kịch liệt, đã được phổ biến mãi đến khoảng thời gian gần đây. Tôi có một cuốn sách được phát hành rộng rãi bởi nhà xuất bản Time–Life vào năm 1961 được gọi là *The Epic of Man* dựa trên cơ sở là các bài báo được phát hành trên tạp chí Life. Trong cuốn sách đó bạn có thể tìm thấy những câu nói chẳng hạn như "Người Rhodesian... tồn tại cách nay khảng 25.000 năm và có thể đã là tổ tiên của người da đen châu Phi. Não bộ của họ có kích cỡ gần bằng kích cỡ não bộ của chủng người *Homo sapiens*".

Thorne dứt khoát phản đối ý tưởng cho rằng giả thuyết của ông có ngụ ý khuyến khích sự phân biệt chủng tộc. "Không có lý do nào để có thể nghĩ rằng loài người chỉ xuất nguồn từ một hướng duy nhất", ông nói. "Loài người đã di chuyển khắp mọi nơi, họ có thể gặp nhau tại bất kỳ nơi nào và chia sẻ gen di truyền qua việc chung sống và sinh sản. Những người mới đến không hề thay thế dân số bản địa, họ chỉ *gia nhập* vào dân bản địa. Họ trở thành dân bản địa". Ông ví tình huống này giống như khi các nhà thám hiểm chẳng hạn Cook hoặc Magellan lần đầu tiên gặp gỡ những người ở những nơi hẻo lánh. "Đó không phải là cuộc gặp của những chủng loài khác nhau, họ có cùng chủng loài với vài khác biệt về đặc điểm thể chất".

Những gì bạn nhận thấy từ các hóa thạch, Thorne khẳng định, là sự chuyển tiếp nhịp nhàng liên tục. "Có một chiếc xương sọ nổi tiếng từ Petralona thuộc Hy Lạp, có độ tuổi khoảng 300.000 năm, đây là đề tài tranh luận giữa những người nệ cổ vì xét một góc độ nào đó nó trông giống chủng người *Homo erectus* nhưng đồng thời cũng giống chủng người *Homo sapiens*. Chúng tôi tin rằng đây là một trong những tàn tích về sự tiến hóa của loài người, chứ không phải là một chủng người nào đó được thay thế bởi chủng người khác".

Yếu tố có thể giúp giải quyết vấn đề ở đây sẽ là bằng chứng về sự lai giống, nhưng không dễ để chúng ta chứng minh, hoặc bác bỏ, từ các hóa thạch. Năm 1999, các nhà khảo cổ học tại Bồ Đào Nha tìm thấy một bộ xương của một đứa bé khoảng bốn tuổi qua đời cách nay khoảng 24.500 năm. Nhìn chung bộ xương này có vẻ hiện đại, nhưng có vài đặc điểm cổ xưa, có lẽ giống người Neanderthal: xương cẳng chân cứng cáp phi thường, hàm răng hình xẻng đặc trưng, và (dù không phải ai cũng đồng ý) vết lõm tại phía sau xương sọ, đây là nét đặc trưng của người Neanderthal. Erik Trinkaus của Đại học Washington tại St. Louis, chuyên gia hàng đầu về người Neanderthal, xác nhận rằng đứa bé này là người lai: bằng chứng cho thấy người hiện đại và người Neanderthal đã giao phối. Tuy nhiên một số người khác cho rằng người hiện đại và người Neanderthal không thể hòa trộn với nhau.

Với các hóa thạch vô ích như thế, các nhà khoa học chuyển sang nghiên cứu gen di truyền, đặc biệt là việc nghiên cứu DNA phân bào sụn. DNA phân bào sụn chỉ được khám phá vào năm 1964. Vào thập niên 1980 các nhà khoa học tại Đại học California xác định được rằng nó có hai đặc điểm giúp quá trình xác định niên đại được thuận lợi: nó chỉ di truyền theo họ mẹ, thế nên nó không chịu sự can thiệp của DNA họ cha, và nó biến đổi nhanh gấp hai mươi lần so với DNA bình thường, giúp họ dễ dàng xác định và theo dõi các biến đổi gen theo thời gian. Bằng cách xác định tốc độ biến đổi họ có thể xác định được lịch sử gen và mối quan hệ của nó với toàn nhóm người.

Năm 1987, nhóm nghiên cứu Berkeley, dẫn đầu là Allan Wilson, thực hiện việc nghiên cứu DNA phân bào sụn từ 147 cá nhân và xác định rằng loài người hiện đại đã xuất hiện tại châu Phi trong khoảng 140.000 năm trở lại đây và rằng "toàn bộ loài người hiện đại đương thời là hậu duệ của những người này". Nhưng sau đó người ta bắt đầu nghiên cứu kỹ các dữ liệu này. Một trong những điều phi thường – gần như quá phi thường nên không thể tin là có thật – nhất là "người châu Phi" được sử dụng cho việc nghiên cứu thực ra là người Mỹ–Phi, rõ ràng gen của họ đã bị lai ghép suốt vài trăm năm qua. Người ta cũng cảm thấy nghi ngờ về tốc độ biến đổi được xác định.

Năm 1992, nghiên cứu này gần như không còn đáng tin. Nhưng kỹ thuật phân tích gen di truyền vẫn tiếp tục được hoàn thiện, và năm 1997 các nhà khoa học từ Đại học Munich có thể chiết và phân tích một số DNA từ xương cánh tay của người Neanderthal, và lần này họ đã có được bằng chứng cụ thể. Họ xác định rằng DNA của người Neanderthal không giống với DNA được tìm thấy trên trái đất ngày nay, điều này cho thấy rõ rằng không có mối quan hệ gen di truyền nào giữa người Neanderthal với người hiện đại. Đây thực sự là một đòn mạnh đánh vào những người ủng hộ thuyết đa tầng.

Cuối năm 2000, tờ *Nature* và các ấn bản khác nói rằng một người Thụy Sỹ đã nghiên cứu DNA phân bào sụn của năm mươi ba người, kết quả cho thấy rằng toàn bộ loài người hiện đại đều xuất nguồn từ châu Phi trong khoảng 100.000 năm qua và xuất nguồn từ sự phối giống giữa khoảng 10.000 cá nhân. Không lâu sau, Eric Lander, giám đốc Học viện Whitehead và Trung tâm Kỹ thuật Massachusetts chuyên nghiên cứu gen di truyền, công bố rằng người châu Âu hiện đại, và có thể cả những người khác, đều là hậu duệ của "không quá vài trăm nghìn người châu Phi đã rời bỏ quê hương của họ cách nay khoảng 25.000 năm".

Trong cuốn sách này chúng ta được biết rằng gen di truyền của loài người hiện đại không quá đa dạng như chúng ta nghĩ – "sự đa dạng về gen di truyền trong nhóm năm mươi lăm con tinh tinh vẫn lớn hơn sự đa dạng về gen di truyền của toàn dân số thế giới", theo lời một chuyên gia nọ – và điều này có thể giải thích được tại sao lại thế. Vì chúng ta là hậu duệ của một nhóm người với số lượng nhỏ, và chúng ta chưa có đủ thời gian để đa dạng hóa cấu trúc gen di truyền của mình. Một viện sĩ của Penn State nói với tờ *Washington Post*: "Sau khám phá này, người ta ít quan tâm đến thuyết đa tầng hơn vì nó không được xác đáng".

Nhưng tất cả dường như đã bỏ sót người Mungo cổ đại của miền tây New South Wales. Đầu năm 2001, Thorne và các đồng nghiệp tại Đại học Quốc gia Australia công bố rằng họ đã khám phá DNA từ chủng người Mungo cổ xưa nhất – xuất hiện cách nay khoảng 62.000 năm – và

rằng DNA này là một "đặc trưng di truyền".

Người Mungo, theo những khám phá này, giống như người hiện đại – bạn và tôi – nhưng lại mang nét đặc trưng trong di truyền. DNA phân bào sụn của họ không còn tồn tại nơi loài người hiện đại, và giống như người hiện đại, họ có tổ tiên là những người rời bỏ châu Phi.

"Mọi thứ bị đảo ngược", Thorne nói với niềm hân hoan lộ rõ.

Sau đó nhiều biến tấu khác xuất hiện. Rosalind Harding, nhà di truyền học của Học viện Biological Anthropology tại Oxford, trong khi nghiên cứu các gen betaglobin nơi loài người hiện đại, tìm thấy hai biến thể thường xuất hiện nơi người châu Á và người bản địa Australia, nhưng không thấy xuất hiện nơi người châu Phi. Cô khẳng định rằng hai gen biến đổi này đã xuất hiện cách nay hơn 200.000 năm nhưng không phải tại châu Phi, mà tại đông Á – trước khi chủng người *Homo sapiens* hiện đại đến đây. Cách duy nhất để giải thích việc này là, tổ tiên của những người hiện đang sống tại châu Á là những chủng người cổ xưa – người Java chẳng hạn. Thật thú vị, những gen biến đổi như thế này – có thể nói rằng gen người Java – cũng xuất hiện nơi loài người hiện đại tại Oxfordshire.

Quá bối rối, tôi tìm đến gặp Harding tại Học viện của cô, đây là một biệt thự cổ trên đường Banbury thuộc Oxford, nơi Bill Clinton đã trải qua những ngày tháng học sinh. Harding là một phụ nữ người Australia nhỏ nhắn và vui tính.

"Không biết", cô lập tức nói, khi tôi hỏi cô tại sao những người tại Oxfordshire lại có các gen betaglobin mà lẽ ra họ không có. "Nhìn chung", cô nói với vẻ hơi buồn, "các ghi nhận về gen ủng hộ giả thuyết di–cư–khỏi–châu–Phi. Nhưng rồi bạn nhận thấy nhiều điểm bất thường, và các nhà di truyền học thường tránh nói về những điểm bất thường này. Vẫn còn đó *rất nhiều* điều chúng ta chưa biết, giá mà chúng ta có thể biết! Chúng ta cũng chỉ mới bắt đầu. Tất cả những gì chúng ta có thể nói tại thời điểm này là: mọi thứ đang còn bừa bộn và chúng ta thực sự không biết tại sao".

Trước thời điểm tôi gặp Harding, đầu năm 2002, một nhà khoa học Oxford khác tên là Bryan Sykes xuất bản cuốn sách có tựa đề *The Seven Daughters of Eve*, trong đó, qua việc vận dụng kỹ thuật phân tích DNA phân bào sụn, ông khẳng định rằng ông có thể dò tìm và phác họa lịch sử của gần như toàn bộ người châu Âu mãi đến khi chỉ còn lại bảy phụ nữ – bảy cô con gái của Ê–va, theo đúng tựa đề cuốn sách – họ sống cách nay khoảng 10.000-45.000 năm tại thời kỳ mà khoa học gọi là Paleolithic. Sykes đặt tên cho bảy phụ nữ này – Ursula, Xenia, Jasmine, vân vân – và thậm chí ông còn có thể mô tả quá khứ của từng người. ("Ursula là con thứ hai của mẹ mình. Đứa con cả đã bị báo bắt đi khi mới lên hai...").

Khi tôi hỏi Harding về cuốn sách này, cô bật cười nhưng tỏ vẻ thận trọng, có lẽ cô không biết phải trả lời từ đâu. "Tôi nghĩ rằng anh nên khen ngợi Sykes vì đã giúp phổ biến một vấn đề khó khăn", cô nói và dừng lại để suy nghĩ. "Và cũng rất *có thể* là anh ta nói đúng". Cô lại bật cười. "Các dữ liệu về bất kỳ loại gen nào cũng không thể cho anh biết bất kỳ điều gì dứt khoát. Nếu anh theo đuổi việc nghiên cứu DNA phân bào sụn, nó sẽ đưa anh đến một nơi nào đó – đến với một Ursula hoặc Tara hoặc bất kỳ thứ gì.

Nhưng nếu anh theo đuổi một mẩu DNA khác, bất kỳ gen nào, nó sẽ đưa anh đến một nơi hoàn toàn khác. Không một loại gen nào có thể kể anh nghe toàn bộ câu chuyện".

Thế thì việc nghiên cứu gen di truyền không đáng tin sao?

"Nhìn chung, anh có thể tin vào việc nghiên cứu gen di truyền. Nhưng anh không thể hoàn toàn tin tưởng những kết luận do một ai đó rút ra từ việc nghiên cứu của họ".

Cô nghĩ rằng giả thuyết di–cư–khỏi–châu–Phi "có lẽ đúng đến 95 phần trăm", nhưng lại tiếp lời rằng "Tôi cho rằng cả hai phía đều góp phần khiến khoa học thêm bối rối qua việc khẳng định rằng ắt hẳn nó phải hoặc thế này hoặc thế nọ. Mọi việc thường hóa ra không quá đơn giản như thế. Và việc phân loại hoàn toàn không phải là việc dễ dàng".

30. TẠM BIỆT

Tại Hoa Kỳ, ba mươi loài động vật lớn – một số rất lớn – đã biến mất kể từ khi loài người hiện đại đến đây cách nay khoảng từ 10.000 đến 20.000 năm. Tổng cộng miền Bắc và Nam Mỹ đã mất ba phần tư số lượng các động vật lớn từ khi loài người biết săn bắt đến đây với giáo mác trên tay họ. Con số này tại châu Âu là một phần ba, tại châu Á là một phần hai. Tại Australia, con số này không ít hơn 95 phần trăm.

Vì số thợ săn trước đây tương đối nhỏ và dân số các loài động vật vẫn còn rất lớn – hàng chục triệu xác voi ma-mút (voi cổ) được xem là đã bị đóng băng tại lãnh nguyên bắc Siberia, đó là chưa nói đến những nơi khác – một số chuyên gia nghĩ rằng ắt hẳn phải có những lời giải thích khác, có thể liên quan đến sự thay đổi khí hậu hoặc dịch bệnh trên diện rộng. Theo Ross MacPhee của Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Hoa Kỳ: "Chẳng ích lợi gì khi săn bắn các loại động vật nguy hiểm với số lượng nhiều hơn nhu cầu của bạn – chỉ vài loài voi ma-mút bạn có thể ăn thịt được". Một số khác cho rằng ắt hẳn trước đây việc săn bắt động vật là việc vô cùng dễ dàng. Theo lời Tim Flannery thì, "Tại Australia và châu Mỹ, có lẽ động vật còn không biết cách trốn chạy".

Một số sinh vật thời bấy giờ là những sinh vật cực kỳ ngoạn mục. Bạn hãy hình dung những con lười có thể dòm ngó vào cửa sổ tầng một nhà bạn, loài rùa có kích cỡ bằng một chiếc xe hơi loại nhỏ, loài thằn lằn dài hai mươi foot phơi nắng bên đường tại miền tây Australia. Lạy Chúa, chúng đã biến mất và chúng ta đang sống trên một hành tinh thiếu sức sống. Ngày nay, trên toàn thế giới, trên đất liền chỉ bốn loài động vật to lớn (trên một tấn) còn tồn tại: voi, tê giác, hà mã, và hươu cao cổ.

Vấn đề đặt ra ở đây là sự biến mất của thời kỳ đồ đá và sự biến mất của những thời kỳ gần đây hơn có tác động đến sự tuyệt chủng của các chủng loài hay không – tóm lại, liệu sự xuất hiện của con người có phải là tin xấu đối với sự tồn tại của các đời sống khác không. Rất có khả năng đó là sự thật. Theo lời nhà cổ sinh vật học của Đại học Chicago, David Raup, tốc độ tuyệt chủng trên trái đất trong suốt lịch sử sinh vật học cho thấy rằng bình quân sau bốn năm thì có một chủng loài bị tuyệt chủng. Theo một tính toán gần đây, ngày nay sự tuyệt chủng do con người tạo ra có thể tăng cao hơn tốc độ đó gấp 120.000 lần.

Giữa thập niên 1990, nhà tự nhiên học người Australia, Tim Flannery, ngày nay ông là giám đốc Bảo tàng South Australia tại Adelaide, luôn băn khoăn về việc chúng ta biết quá ít về sự tuyệt chủng của các chủng loài động thực vật, kể cả những loài gần đây nhất. "Mỗi khi bạn nhìn lại dường như luôn có một lỗ hổng mới xuất hiện – một chủng loài nào đó biến mất, chẳng hạn loài chim cưu", ông nói với tôi khi tôi đến gặp ông tại Melbourne cách đây khoảng một năm.

Flannery cùng bạn ông là Peter Schouten, một nghệ sĩ người Australia, bắt tay vào việc xác định xem chủng loài nào đã mất đi và chủng loài nào còn sót lại, đây là điều trước đó chưa ai thực hiện. Họ trải qua bốn năm thu thập các mảnh da cũ, các di tích còn sót lại, và tranh vẽ thời xa xưa, và viết các bản báo cáo. Schouten vẽ các bức họa với kích cỡ thật về mọi chủng loài động thực vật mà họ có thể tái tạo, và Flannery viết các tài liệu đính kèm các bức họa này. Kết quả là họ có một cuốn sách phi thường được gọi là *A Gap in Nature*, tạo thành danh mục liệt kê các chủng loài tuyệt chủng trong suốt ba trăm năm qua.

Loài bò biển của Steller, một sinh vật giống hải mã có liên hệ gần gũi với cá nược, là một trong những động vật to lớn bị tuyệt chủng gần đây nhất. Nó thực sự to lớn – con trưởng thành có chiều dài gần ba mươi foot và nặng gần mười tấn – nhưng chúng ta chỉ trông thấy nó lần cuối cùng gần đây nhất vào năm 1741, khi ấy một đoàn thám hiểm người Nga tình cờ bị đắm tàu tại nơi mà những sinh vật này vẫn còn sống sót với số lượng có thể đếm được trên đầu ngón tay, tại quần đảo Commander mù sương thuộc biển Bering.

Rất may trong đoàn có một nhà tự nhiên học, Georg Steller, vốn là người rất quan tâm đến

loài vật này. “Ông viết nhiều về nó”, Flannery nói, “Ông thậm chí còn đo đường kính các lông của nó. Chi tiết duy nhất ông không thể mô tả là cơ quan sinh dục của con đực – dù rằng, vì một lý do nào đó, ông có thể mô tả cơ quan sinh dục của con cái. Ông thậm chí còn lưu lại mẩu da của nó. Không phải lúc nào chúng tôi cũng gặp may như thế”.

Điều Steller không thể làm là cứu loài bò biển này thoát khỏi sự tuyệt chủng. Khi ông tìm thấy chúng thì chúng đang bên bờ tuyệt chủng. Tuy nhiên có nhiều động vật khác mà chúng tôi không thể mô tả chi tiết vì chúng tôi biết rất ít về chúng. Chuột Darling Downs, thiên nga đảo Chatham, gà nước không biết bay đảo Ascension, ít nhất năm loại rùa lớn, và nhiều động vật khác – chúng tôi không biết gì về chúng ngoại trừ những cái tên.

Tôi đề cập đến những điều này cho thấy rằng nếu bạn có định thành lập một tổ chức chăm sóc sự sống trên hành tinh đơn độc này, bạn không nên chọn con người vào làm việc tại đây. Nhưng đây là điểm đáng chú ý nhất: chúng ta đã được chọn, bởi thiên mệnh hoặc Thượng đế hoặc bất kỳ tên gọi nào bạn muốn dùng. Chúng ta có thể tồn tại trên hành tinh này. Chúng ta có thể là sinh vật sống tối cao của vũ trụ này và đồng thời chúng ta cũng có thể là cơn ác mộng của muôn loài.

Vì chúng ta quá bất cẩn trong việc chăm sóc sự sống trên trái đất, cả khi chúng ta còn sống lẫn khi chúng ta đã chết, chúng ta không biết – thực sự không biết – rằng đã có bao nhiêu chủng loài tuyệt chủng mãi mãi và không biết vai trò của mình trong mối quan hệ hỗ tương của sự sống này. Năm 1979, trong cuốn *The Sinking Ark*, tác giả Norman Myers xác nhận rằng những hoạt động của con người khiến hai loài động vật bị tuyệt chủng sau mỗi tuần trên hành tinh này. Đầu thập niên 1990, ông nâng con số này lên thành sáu trăm/tuần. (Đó là sự tuyệt chủng của muôn loài – thực vật, côn trùng, động vật, vân vân). Một số chuyên gia khác cho rằng con số này còn cao hơn thế – hàng nghìn loài tuyệt chủng sau mỗi tuần lễ. Bản báo cáo của Liên hiệp quốc năm 1995 xác nhận rằng tổng số loài tuyệt chủng trong bốn trăm năm qua là gần 500 loài động vật và hơn 650 loài thực vật – và kèm theo nội dung rằng con số này “ắt hẳn chưa phản ánh đúng thực tế”, đặc biệt đối với các chủng loài thuộc khu vực nhiệt đới.

Sự thật là: chúng ta không biết. Không hề hay biết. Chúng ta không biết mình đã bắt đầu gây hại cho sự sống trên hành tinh này từ khi nào. Chúng ta không biết hiện giờ mình đang làm gì và hành động hiện nay của chúng ta sẽ tác hại đến tương lai như thế nào. Chúng ta chỉ biết là: chỉ hành tinh này có khả năng duy trì sự sống tốt nhất, và chỉ loài người mới có khả năng biến đổi mọi việc. Edward O. Wilson phát biểu dứt khoát trong cuốn *The Diversity of Life*: “Một hành tinh, một thử nghiệm”.

Nếu cuốn sách này có một bài học, bài học đó sẽ là: chúng ta vô cùng may mắn khi tồn tại trên hành tinh này – và “chúng ta” ở đây có nghĩa là mọi sinh vật. Để có được sự sống trên hành tinh này quả là một kỳ công. Dĩ nhiên chúng ta vô cùng may mắn khi được làm con người: Chúng ta có khả năng cải thiện sự sống.

Dù loài người hiện đại chỉ mới tồn tại một khoảng thời gian bằng 0,0001 phần trăm lịch sử trái đất. Nhưng để tồn tại trong khoảng thời gian ngắn ngủi này chúng ta cần có sự may mắn tột cùng.

Chúng ta thực sự chỉ đang ở bước đầu của sự sống. Dĩ nhiên, vấn đề ở đây là làm thế nào để sự sống này không bao giờ kết thúc. Và dĩ nhiên, điều đó đòi hỏi nhiều nỗ lực kể cả nhiều may mắn.

Chia sẽ ebook : http://downloadsachmienphi.com/
Tham gia cộng đồng chia sẽ sách : Fanpage : https://www.facebook.com/downloadsachfree
Cộng đồng Google :http://bit.ly/downloadsach